経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室　御中

平 成 29 年 度
地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業
(経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業)
報告書

平成３０年３月

一般財団法人 日本ガス機器検査協会

目　次

１．事業の目的・・・1

２・事業内容・・2

３．体制・・3
　３．１　事業実施体制・・3
　３．２　有識者委員会の設置、運営・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3

４．他分野における腐食現象調査事例及び経年管の残存状況等調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
　４．１　他分野における腐食現象調査事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5
　４．２　経年管の残存状況等調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6

５．平成28年度事業で得られた各種データの高度分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
　５．１　単相関分析・・・8
　５．２　回帰分析結果・・8
　５．３　数量化理論Ｉ類による解析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

６．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
　６．１　調査概要・・9
　６．２　ガス管サンプリング結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12
　６．３　サンプリング時の管対地電位及び土壌環境因子の測定結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・16
　６．４　サンプル管の外観観察及び管厚測定結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・18
　６．５　サンプル管埋設箇所の土壌分析結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・21

７．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
　７．１　現地測定項目及び測定結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
　７．２　単相関分析結果・・24
　７．３　数量化理論Ｉ類による解析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
　７．４　平成２９年度データと昭和６０年度データによる単相関分析、回帰分析結果・・・・25

８．埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判断基準の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・30

９．今後の課題・・・33
　９．１　回帰式の適用性及び必要因子の明確化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・33
　９．２　現地測定方法を確立するための支配因子の影響調査及び現地測定法の評価・・・・・・34

１０．高周波交流電気探査装置を用いた土壌抵抗率測定と測定結果の比較・・・・・・・・・・・・・・・・36

１１．平成２８年度データのAIによるビッグデータ解析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37

１２．まとめ・・39
　１２．１　今年度の成果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・39
　１２．２　平成３０年度検討課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・40

参考資料１
平成２９年度経年埋設ガス管のリスク評価手法･基準開発等委員会　議事録･･･････････････42

参考資料２
総合分析・管体調査結果詳細･･･62

１．事業の目的

土中に経年埋設された灯外内管（以下、経年埋設内管）は、土壌成分などの影響により、腐食が進行しガス漏れが発生する可能性がある。経年埋設内管は、平成２７年度末時点において、約２８５万本が需要家敷地内に埋設されている状況である。

産業構造審議会のガス安全小委員会で策定されたガス安全高度化計画（平成２３年５月）においては、過去のガス事故や事故発生時の社会的影響度の観点から、学校、病院など不特定多数の人が利用する「保安上重要な建物」に埋設された経年埋設内管について、可能な限り２０２０年度までの改善完了に努めることとし、このうち公的施設については２０２０年度までの改善完了を目指すとする削減目標を掲げている。

経年埋設内管の削減については、これまで国による広報周知活動、補助事業の実施、また、都市ガス事業者による対象需要家への注意喚起、改善交渉により、経年埋設内管の交換・改修が促進され、保安上重要な建物における経年埋設内管の残存本数は平成１５年度末の約３８万本から平成２７年度末の約６万４千本まで大幅に削減されてきた。他方、経年埋設内管の交換・改修に同意しない需要家が一定数存在することなどにより、平成２８年度末においても保安上重要な建物の経年埋設内管は約５万８千本が残存する見込みである。

平成２９年４月に施行された改正ガス事業法では、需要家敷地内に埋設された需要家所有のガス工作物（敷地内に引き込まれた内管からガス栓まで）の漏えい検査・緊急保安はガス導管事業者が行うとともに、ガス事業者が行う保安業務に協力する責務が内管の所有者にあることを明確にし、技術基準適合していない経年埋設内管について、適合命令が発出されたガス事業者の保安業務（経年埋設内管の交換等）に需要家が協力しない場合には、当該需要家は経済産業大臣による協力勧告を受ける可能性がある。この際、風評被害にならない慎重な対応を図るため、需要家への要請及び対外公表を行う上で精緻な基準等を策定することが必要である。

また、科学的根拠に基づき経年埋設内管の危険性等を精緻な形で需要家に示して需要家の自主的な行動を促すことも必要である。

本事業においては、外観で判断できない土中に埋設された経年埋設内管の腐食状況について、全国規模でリスク状況等を調査、分析し、経年埋設内管からのガス漏れの可能性の評価方法・判断基準を検討、策定することにより、経年埋設内管を保有する需要家への科学的根拠を踏まえた協力要請、協力勧告、公表の実施、「供内管腐食対策ガイドライン」の改訂等に資することを目的とする。

２．事業内容

（１）他分野における腐食現象調査事例及び経年管の残存状況等調査

埋設ガス管の腐食現象を明確にするため、他分野における腐食現象の調査事例を把握するとともに経済産業省及び関係団体が実施した経年管対策の調査データに基づき経年管の残存状況等を集計し、整理した。

（２）平成２８年度事業で得られた各種データの高度分析

平成２８年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設内管対策促進事業）では、埋設ガス管の腐食量と土壌環境各因子の１対１因子の相関分析を行った。

平成２９年度は、平成２８年度にて測定された埋設ガス管について、腐食状況により貫通孔がある管、孔食腐食が進行中の管などに分類し、分類ごとに埋設ガス管の腐食量と土壌環境各因子との１対複数因子の相関を分析した。

（３）管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の調査

管対地電位は、地表面に設置された電極と埋設管との間の電位差をいう。この大きさの度合いによって、埋設されている白ガス管の亜鉛メッキの機能（残存量）の大きさがわかり、腐食の進行度合いが明らかになる可能性がある。

このため、本事業では当該管対地電位の特性を踏まえ、以下の項目を調査した。

① 現場調査（管対地電位測定、埋設ガス管サンプリング、周囲土壌サンプリング、埋設状況等写真撮影）
② 管体分析調査（サンプルガス管の外観観察、元肉厚調査、ショットブラスト、管肉厚測定）
③ 土壌環境因子（土壌抵抗率、酸化還元電位、ｐＨ）の測定

（４）管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の分析

上記（３）で得られた埋設ガス管のデータについて、腐食状況により貫通孔がある管、孔食腐食が進行中の管などに分類し、分類ごとに埋設ガス管の腐食量と管対地電位の相関、同腐食量と管対地電位、土壌環境各因子との１対複数因子の相関を分析した。

（５）埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判断基準の検討

上記（２）及び（４）で得られた分析結果を踏まえ、総合的な分析等を行い、経年埋設内管からのガス漏れの可能性の評価方法・判断基準等を検討した。

（６）有識者委員会の設置、運営

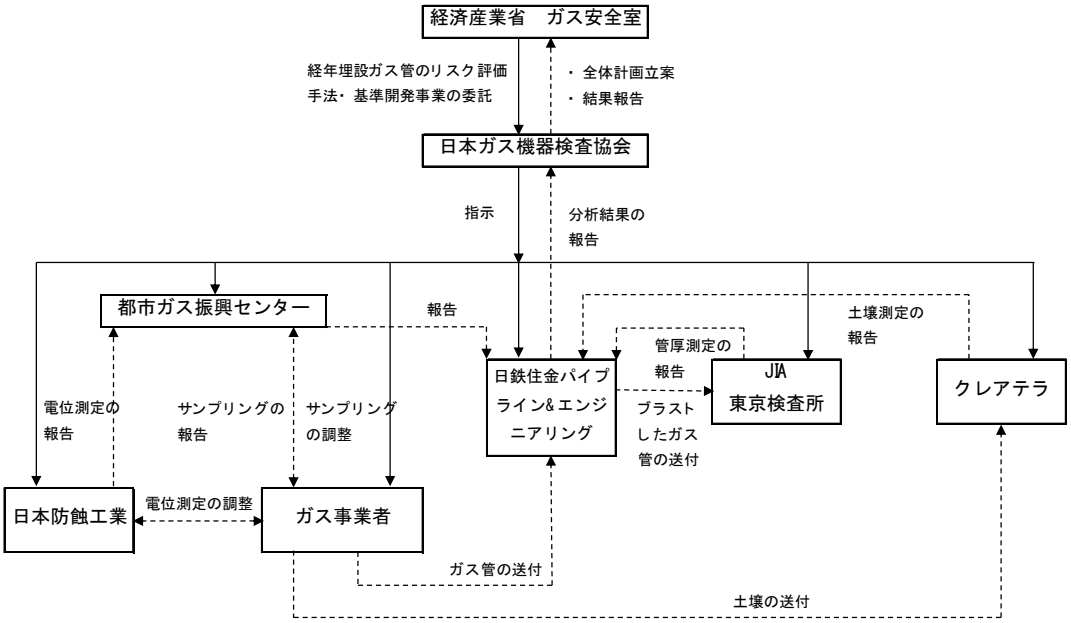
上記（２）～（５）を効率的かつ円滑に進めるため、専門家からなる有識者委員会を設置、運営し、調査方法・調査計画の決定、調査結果の評価、評価方法、判断基準等を検討した。

３．体制

（１）事業実施体制

本事業の実施にあたっては、一般財団法人日本ガス機器検査協会が事業実施の主体となり、ガス事業に関する知識・知見のある人材にて効率的かつ円滑に実施した。

事業実施体制を図で示したものは以下のとおりである。



（２）有識者委員会の設置・運営

本調査及び評価を効率的かつ円滑に進めるため、土壌及び腐食等の専門家からなる有識者委員会を設置・運営し、調査方法・調査計画の決定、調査結果の評価、評価方法・判断基準等の検討を実施した。

委員会開催実績

第１回　平成２９年８月２２日（火）　１５時～１７時
　　一般財団法人日本ガス機器検査協会　３階第１会議室
　　・委員会規約及び事業計画について承認を得た。

第２回　平成２９年１０月３０日（月）　１５時～１７時
　　三会堂ビル　２階Ａ会議室
　　・事業の進捗状況を確認、今後の事業の方向性を検討した。

第３回　平成３０年１月３０日（火）　１５時３０分～１７時３０分
　　一般財団法人日本ガス機器検査協会　３階第１会議室
　　・今年度事業の測定結果を報告、分析結果について議論した。

第４回　平成３０年２月２６日（月）　１５時～１７時
　　一般財団法人日本ガス機器検査協会　３階第１会議室
　　・今年度事業のまとめ及び今後の検討課題について議論した。

有識者委員会名簿

委員長　豊田　政男　名誉教授
大阪大学
委員　金子　功　技術部長
一般社団法人　日本ガス協会
委員　佐藤　弘隆　シニアマネージャー
新日鉄住金エンジニアリング(株)
技術本部　技術開発研究所　溶接・防食・材料評価技術室
委員　杉森　毅夫　技術部長
一般社団法人　日本コミュニティーガス協会
委員　妹尾　啓史　教授
東京大学　大学院農学生命科学研究科　応用生命化学専攻
土壌圏科学研究室
委員　中里　直人　チームリーダー
東京ガス(株)技術本部　基盤技術部　基礎技術研究所　金属材料チーム
委員　西川　明伸　シニア・リサーチャー
大阪ガス(株)導管事業部　供給部　部長付　兼　供給技術チーム
委員　藤本　愼司　教授
大阪大学　大学院工学研究科　マテリアル生産科学専攻

（五十音順）

４．他分野における腐食現象調査事例及び経年管の残存状況等調査

４．１　他分野における腐食現象調査事例

（１）文献調査した主な過去の経年埋設管の調査・研究

①日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（本支管）　(S58.3, S59.3)
②日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（供内管）　(S60.3)
③日本ガス協会：供給管腐食対策ガイドライン　(S60.11)
④簡易ガス協会：簡易ガス導管管理技術調査報告書　(S61.3, S62.3, S63.3)
⑤高圧ガス保安協会：埋設管腐食測定器の測定マニュアル
⑥高圧ガス保安協会：埋設管保安高度化技術保安専門技術者研修テキスト
⑦水道分野：農業用管水路における鉄鋼系管材の腐食調査と要因評価について(H25)
⑧水道分野：埋設管の腐食環境の解析と腐食予測　(S63)
⑨核燃料サイクル機構:土壌埋設鋼材の長期腐食居層に関する研究(H3.3～H9.2)
⑩粘土中に埋設された鉄の腐食事例の研究(H12.2)
⑪米国技術研究所（EPRI）:埋設配管ｻｰﾋﾞｽ性評価に用いる腐食予測に関する報告

（２）確認された技術的検証

・高圧ガス保安協会では、LP 埋設管の C/S マクロセル腐食に対し通電変化量を測定する測定器により判定している。（腐食速度が速く、原因も明確であり、予測は比較的容易）
・水道分野では、ANSI 評価基準による埋設管の腐食量予測を試みているが、実際の腐食量の予測はできていない。
・原子力分野では、サンプル管等での腐食測定結果から、極値統計解析手法により、地中表面積のより大きな容器の最大腐食深さの予測を継続的に研究している。
・EPRI では、これまでの米国内埋設管の腐食データを再分析し、腐食速度は、土壌環境因子とあまり意味のある相関はないとしている。
・ガス管と同様に、水道分野では、鋳鉄管を対象として、腐食深さ、腐食速度と埋設経過年、土壌環境因子の相関関係から求めた回帰式を提案している。
・ガス管の分野では、昭和 58～63 年頃に、経年埋設管の腐食に関する調査、研究が精力的に実施された。ただし、この当時埋設経過年は 30 年程度である。対策の対象は主に C/S マクロセル腐食であるが、C/S マクロセル腐食、一般腐食（マクロセル腐食、ミクロセル腐食）も含めた腐食深さ予測式が提案されている。
・統計解析手法としては、単相関分析以外に、数量化理論 I 類、重回帰分析が採用されている。
・腐食深さ及び腐食速度の影響を与える主な土壌環境因子は、管対地電位、土壌抵抗率、含水比、酸化還元電位、pH 及び埋設経過年などであるが、ばらつきが大きく相関係数はさほど大きくない。
・日本ガス協会の「ガス工作物設置基準調査について（供内管)」は、今回の目的と同じ目的をもった大いに参考となる過去の調査・研究であった。

これらの調査・研究の中で、特に昭和 60 年度のガス工作物設置基準調査について（供内管）の対象は埋設後約 30 年以下の内管であり、今年度事業の対象は埋設後 30 年以上の内管であるため、当時の調査・研究の続編的な位置付となる。そのため、昭和 60 年度事業のデータは、平成 29 年度事業のデータの補間として有効である。

４．２　経年管の残存状況等調査

平成２８年度末時点での都市ガス事業者における保安上重要な建物範囲及び経年管の残存量を表１に、経年管残存量実績及び今後の残存量見込みを表２に示す。

表１　都市ガス事業者※における保安上重要な建物範囲及び経年管の残存量

建物区分		定義（抜粋）	イメージ	年度末残存量（本）	
				H28 年度	（参考）H27 年度
1	特定地下街等	1,000 ㎡以上の地下街	商業施設がある大規模地下街	400	500
2	特定地下室等	1,000 ㎡以上の地下室	地階がある大規模商業施設		
3	超高層建物	高さ 60m を超える建物	超高層ビル（20 階以上の建物）		
4	高層建物	高さ 31m を超える建物	高層ビル（10 階以上の建物）		
5	特定大規模建物	ガスメーター合計 180 号以上の建物	ショッピングセンター等		
6	特定中規模建物	ガスメーター合計 30 号以上の建物	商業ビル、ホテル等	1,400	1,500
7	特定公共用建物	病院、幼稚園等でガスメーター合計 30 号以上の建物	規模の大きい病院、幼稚園等	300	300
8	工業用建物（うち鉄筋系建物）	工業用メーターが合計 90 号以上の建物	工場等	500	500
9	一般業務用建物（うち鉄筋系建物）	住居用以外の建物（1～8 を除く）	小規模ビル、学校等	39,000	43,000
10	一般集合住宅（うち鉄筋系建物）	住居用でガスメーターが2以上の建物	マンション	17,000	18,000
			合計	58,000	64,000

（※）一般ガス事業者と簡易ガス事業者の合計

表２　都市ガス事業者※1における残存量実績及び今後の見込み
（保安上重要な建物に関する灯外内管）

		2014	2015	2016	2017	2020
		H26 年度	H27 年度	H28 年度	H29 年度（見込み）	H32 年度（見込み）
年度末残存量(本)（H26～28 年度末は実績）		77,000	64,000	58,000	53,000	39,000
前年度からの減少量		-	▲ 13,000	▲ 6,000	▲5,000	※2 ▲ 14,000
（内数）公的施設	年度末残存量(本)（H26～28 年度末は実績）	8,700	6,500	5,100	3,700	0
	前年度からの減少量	-	▲ 2,200	▲ 1,400	▲ 1,400	※2 ▲ 3,700

（※1）一般ガス事業者と簡易ガス事業者の合計

（※2）左欄の年度末の残存量からの減少量

５．平成２８年度事業で得られた各種データの高度分析

次の条件で平成２８年度事業のデータを整理した。

・解析に際して、経年埋設ガス管の元厚は計測された最大肉厚（昨年度は公称値を採用）と再定義し、最大腐食深さの値を修正した。

・平成２８年度得られたサンプル管を再調査し、報告書で指摘された「局部腐食のある」サンプル管と「全面腐食のみ」のサンプル管の分類を実施した。

・また、貫通管には、明らかに C/S マクロセル腐食に起因すると思われるタイプのものとそうでないものを分類し､後者は貫通孔の形状より貫通までの経過年数を推定した。

整理した結果は次のとおり。

亜鉛メッキ管　　：201（全数）－31（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）
＝163 データ

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：　76（全数）－17（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）
＝　57 データ

このデータについて単相関分析、回帰分析、数量化理論 I 類による解析を行った。

５．１　単相関分析結果

・亜鉛メッキ管の最大腐食深さ、腐食速度は、土壌抵抗率と強い相関があった。

・最大腐食深さと埋設経過年には有意な相関は認められなかった。
（これは、腐食速度の大きなガス管は既に撤去・取替えされていることも一因であると考えられる。）

５．２　回帰分析結果

・腐食評価量は、腐食速度が経年とともに減少することを考慮した「Hmax/√Y」を採用し回帰式を求めた。土壌抵抗率は、昭和６０年度事業と同じく、最も相関係数が大きくなる 1/√ρ を採用した。

・Hmax/√Y と 1/√ρ の回帰式は、亜鉛メッキ全データ（163）では、相関係数 : 0.19（危険率 5%で有意）であり、腐食の厳しい環境（ρ≦4,000Ω・cm）を除くデータ（124）では、相関係数：0.32（危険率 1%で有意）となった。

５．３　数量化理論 I 類による解析

・数量化理論 I 類により、最大腐食深さと塗覆装、埋設経過年、土壌抵抗率、含水比、及び土性の 5 アイテムで分析を行った。

最大腐食深さに影響度が大きい順は、

含水比＞土壌抵抗率＞埋設経過年＞土性＞塗覆装

となったが、「埋設経過年は古い方が腐食深さは浅い」という矛盾のある結果となり、有意な解析結果は得られなかった。

６．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の調査

６．１　調査概要

（１）サンプリング調査の実施

①サンプリング対象

埋設ガス管及びガス管周囲の土壌のサンプリング

②サンプリング数

112 箇所（亜鉛メッキ管 74 本、アスファルトジュート管 38 本）

③サンプリングの対象エリア

北海道、宮城県、新潟県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、大阪府、兵庫県、京都府、広島県、愛媛県、香川県、徳島県、福岡県

④サンプリング対象のガス管

以下の灯外内管を対象とする。

イ）管種について

・白ガス管

・アスファルトジュート管

※ただし、テープ巻き管は除く。

ロ）管径について

・原則として 80A 以下

（２）土壌の分析

サンプリングした埋設ガス管の周囲の土壌は、以下の項目について分析を行った。

表３　土壌分析項目

試験項目	方法
土壌抵抗率	ソイルボックス法(採取時及び飽和時)
pH	ガラス電極法
酸化還元電位(Redox 電位)	白金電極法
含水比	JIS A 1203:2009

（３）管対地電位の測定

サンプリング対象のガス管は、以下の条件で管対地電位を測定した。

表４　管対地電位測定

No	項目	条件	備考
1	測定箇所数	１４箇所	
2	測定位置	立上がり部を 0m とし、0m、0.5m、1.0m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m、4.0m、5.0m、10m、20m、30m、40m、50m	管路が 50m より短い場合は、全長対象
3	測定装置	高感度自動記録計（EPR）及び飽和硫酸銅電極（Cuso4）	
4	測定時間	1 分（チャート速度 20mm/分）	
5	測定レンジ	1V フルスケール	
6	管との接続	電圧計からのリード線は原則、立ちあがり管に接続する。接続部に錆が有る時はヤスリ等で除去し鋼面を光らせて接続する。	
7	電極の設置	設置はガス管直上の地表面を原則とする。地表面に設置できない場合は 50cm 程度までなら管直角方向にずらす。それも無理なら管軸方向にずらす。更に無理なら、原則の位置で周囲に水を撒いた上で濡れウエス等を置いて設置する。 電極がふらつかないようにすること。	原則以外は測定詳細を記録表に記録する。
8	データの整理	チャートから平均値を読み記録表に記入する。 ただし、変動が大きい（電位の 5%程度）場合は、最貴値、最卑値も記録する。	
9	その他	データ及び個々のデータ採取条件は記録表に記載して提出する。原紙データは測定日、測定時間、レンジを記入（手書き可）し、PDF 化して記録表に添付する。測定状況写真を撮影する。	

※なお、可能であれば、参考値として接地抵抗を 1 箇所測定する。

（4）現地での土壌抵抗率の測定

サンプリング対象ガス管の周囲について、以下の条件で土壌抵抗率を測定した。

表５　土壌抵抗率測定

No	項目	条件	備考
1	測定箇所数	7 か所（撤去長さが長延長 2m の場合は管対地電位と同じ位置）	
2	測定位置	立上がり部を 0m とし、配管延長が 0～5m 未満の場合は両端２か所、5～10m 未満の場合は両端と中央の 3 箇所、10m 以上の場合は 0m、5m、10m、20m、30m、40m、50m とする。	測定した位置は記録表の m 数を修正して記録する。
3	測定装置	オームメータ及び土壌杖	
4	測定回数	同一測定位置で 3 回	
5	測定条件	土壌杖の差し込み深さは地表面の砕石を避け、かつ、ガス管への接触も避けるために 15cm を原則とする。ガス管を傷つける恐れがある場合は位置をずらして測定し、測定条件を具体的に記録する。 土壌杖は差し込んだときにふらつきが無いこと。ふらつく場合は、近傍で差し直すこと。 地表面に差し込むことができない場合は 50cm 程度までなら管直角方向にずらす。それも無理なら管軸方向にずらす。それでも困難な場合は、記録表にその状況を記録する。 前後の測定値と比べて大幅（2 倍以上・半分以下を目安）に異なる場合は、再度測定する。	測定時のふらつきは測定値に影響を与えるので容易に動かないようにする。
6	データの整理	測定値を記録表に記入する。再測定を含めて全ての測定値を記録する。標準以外の測定や再測定はその詳細も具体的に明記する。測定状況写真を撮影する。	

（5）サンプル管の調査

（1）で採取したサンプル管について、以下の項目を測定した。

①埋設状況及びサンプル管の写真撮影

腐食状況を確認するため、埋設状況及びサンプル管の外観状況を撮影した。

②サンプル管の外観写真撮影

さび落とし前後のサンプル管の写真撮影を行った。

③サンプル管の肉厚測定

3D 形状測定器を用いて、さび落とし後のサンプル管の全周を調査し、サンプル管の最大肉厚、最小肉厚について、測定を行った。

６．２　ガス管および土壌サンプリング結果

（１）サンプリングの実施

サンプリング対象の需要家敷地内にて、経年埋設管及び埋設管周辺の土壌を採取した。経年埋設管は下表で短管となっているものは約 25cm～30cm を採取、長延長となっているものは約 2m を採取し、それを 50cm 毎に切断した。土壌は、2L 程度を採取した。土壌のサンプリングにあたっては、土壌の変性を防ぐため、空気との接触を避けた密閉容器を用い、保冷状態で速やかに土壌分析会社に送付した。

経年埋設管及び周辺土壌のサンプリングを実施した場所、サンプリングしたガス管の口径、埋設年及び短管、長延長の種類については、表６に示すとおりである。

表６　埋設管サンプリング箇所一覧

No.	サンプルNo.	場所			口径	埋設年（西暦）	種類
		都道府県名	行政市区	町名等			
1	01-101	北海道	札幌市白石区	栄通	25A	1980	長延長
2	01-102	北海道	札幌市西区	八軒	25A	1980	長延長
3	01-103	北海道	石狩市	花川	25A	1973	短管
4	02-101	宮城県	仙台市青葉区	角五郎	25A	1965	長延長
5	02-102	宮城県	仙台市太白区	八木山本	25A	1973	短管
6	02-103	宮城県	仙台市青葉区	中山	25A	1970	短管
7	02-104	宮城県	仙台市太白区	緑ヶ丘	25A	1969	短管
8	03-101	新潟県	新潟市西区	平島	25A	1980	長延長
9	03-103	新潟県	新潟市西区	五十嵐中島	25A	1970	短管
10	03-104	新潟県	新潟市中央区	沼垂東	40A	1977	短管
11	03-202	新潟県	長岡市	希望ヶ丘	25A	1972	短管
12	03-204	新潟県	長岡市	川崎	25A	1976	短管
13	04-101	千葉県	浦安市	弁天	25A	1977	短管
14	04-102	千葉県	市川市	伊勢宿	25A	1978	短管
15	04-103	千葉県	市川市	福栄	25A	1979	短管
16	05-101	東京都	大田区	田園調布	25A	1979	短管
17	05-102	東京都	大田区	東蒲田	25A	1967	短管
18	05-103	東京都	大田区	西糀谷	25A	1957	短管
19	05-104	東京都	大田区	仲六郷	25A	1954	短管
20	05-111	東京都	目黒区	目黒本町	25A	1971	短管
21	05-112	東京都	渋谷区	恵比寿	40A	1950	短管
22	05-121	東京都	日野市	日野本町	25A	1966	長延長
23	05-122	東京都	杉並区	西荻北	40A	1941	短管

No.	サンプル No.	場所			口径	埋設年（西暦）	種類
		都道府県	行政市区	町名等			
24	05-123	東京都	杉並区	大宮	32A	1969	短管
25	05-124	東京都	八王子市	台町	25A	1967	短管
26	05-125	東京都	世田谷区	大原	25A	1955	短管
27	05-131	東京都	江東区	東砂	40A	1963	短管
28	05-133	東京都	荒川区	西尾久	32A	1967	短管
29	05-135	東京都	江東区	亀戸	25A	1972	短管
30	05-141	千葉県	千葉市花見川区	さつきが丘	32A	1972	短管
31	05-151	東京都	板橋区	向原	25A	1971	短管
32	05-152	東京都	北区	上十条	25A	1967	短管
33	05-161	神奈川県	横浜市保土ヶ谷区	神戸	32A	1966	短管
34	05-162	神奈川県	横須賀市	佐野	32A	1965	短管
35	05-163	神奈川県	相模原市中央区	横山	25A	1980	短管
36	05-165	神奈川県	川崎市川崎区	観音	40A	1976	短管
37	05-166	神奈川県	横須賀市	不入斗	25A	1963	短管
38	06-101	静岡県	静岡市清水区	岡町	25A	1969	長延長
39	06-102	静岡県	静岡市清水区	永楽	25A	1973	短管
40	06-103	静岡県	沼津市	西間門	32A	1983	短管
41	07-101	静岡県	浜松市中区	蜆塚	40A	1969	長延長
42	07-102	愛知県	豊橋市	飯村	25A	1983	短管
43	07-103	愛知県	豊橋市	栄	40A	1978	短管
44	08-101	愛知県	名古屋市名東区	豊ヶ丘	32A	1971	短管
45	08-102	愛知県	名古屋市昭和区	神村	40A	1964	短管
46	08-103	愛知県	一宮市	花池	50A	1968	長延長
47	08-104	愛知県	名古屋市昭和区	萩原	25A	1957	短管
48	08-105	愛知県	名古屋市千種区	池上	32A	1957	短管
49	08-106	愛知県	名古屋市守山区	大森	32A	1972	短管
50	08-107	愛知県	名古屋市千種区	大島	32A	1955	短管
51	08-108	愛知県	名古屋市緑区	太子	32A	1975	短管
52	08-109	愛知県	名古屋市名東区	一社	32A	1966	短管
53	08-110	愛知県	名古屋市緑区	鳴海	25A	1977	短管
54	08-111	愛知県	名古屋市緑区	神沢	32A	1980	短管
55	08-112	愛知県	名古屋市緑区	神沢	32A	1973	短管
56	08-113	愛知県	名古屋市千種区	朝岡	50A	1972	短管
57	08-114	愛知県	名古屋市緑区	梅里	32A	1976	短管

No.	サンプル No.	場所			口径	埋設年（西暦）	種類
		都道府県名	行政市区	町名等			
58	08-115	愛知県	名古屋市熱田区	白鳥	32A	1951	長延長
59	09-101	大阪府	堺市北区	金岡	25A	1962	短管
60	09-104	大阪府	大阪市住吉区	大領	25A	1965	短管
61	09-105	大阪府	大阪市生野区	田島	25A	1974	短管
62	09-108	大阪府	大阪市住吉区	苅田	32A	1966	短管
63	09-109	兵庫県	尼崎市	神田南通	25A	1963	短管
64	09-116	大阪府	大阪市住之江区	南加賀屋	25A	1959	短管
65	09-118	大阪府	大阪市平野区	西脇	50A	1959	短管
66	09-120	大阪府	堺市堺区	少林寺	50A	1962	短管
67	09-122	京都府	京都市南区	唐橋大宮尻	80A	1973	長延長
68	09-125	大阪府	大阪市住吉区	清水丘	40A	1963	短管
69	09-127	大阪府	大阪市西淀川区	御幣島	40A	1959	短管
70	09-128	大阪府	大阪市西淀川区	御幣島	25A	1950	短管
71	09-129	大阪府	大阪市西淀川区	姫島	25A	1962	短管
72	09-131	兵庫県	西宮市	甲子園春風	32A	1961	短管
73	09-133	兵庫県	西宮市	瓦林	32A	1964	短管
74	09-134	大阪府	富田林市	寺池台	32A	1950	短管
75	09-137	兵庫県	尼崎市	大庄西	25A	1960	短管
76	09-140	大阪府	大阪市此花区	島屋	50A	1964	短管
77	09-142	兵庫県	尼崎市	北大物	25A	1961	短管
78	09-143	兵庫県	西宮市	今津水波	25A	1963	短管
79	09-145	大阪府	大阪市福島区	大開	25A	1964	短管
80	09-146	大阪府	大阪市此花区	西九条	40A	1964	短管
81	09-148	兵庫県	尼崎市	道意	25A	1962	短管
82	09-150	兵庫県	尼崎市	長洲本通	25A	1953	短管
83	09-152	大阪府	堺市堺区	北田出井	25A	1962	短管
84	09-153	大阪府	大阪市港区	八幡屋	25A	1952	短管
85	09-154	兵庫県	尼崎市	富松	25A	1964	短管
86	09-156	兵庫県	神戸市兵庫区	小松通	50A	1956	短管
87	09-157	兵庫県	西宮市	鳴海	32A	1966	短管
88	09-158	大阪府	藤井寺市	藤井寺	32A	1957	短管
89	09-159	大阪府	藤井寺市	野中	32A	1970	短管
90	09-160	大阪府	藤井寺市	小山藤の里	32A	1960	短管
91	10-101	広島県	広島市西区	古江西	25A	1973	短管

No.	サンプル No.	場所			口径	埋設年（西暦）	種類
		都道府県名	行政市区	町名等			
92	10-102	広島県	広島市安佐南区	長束西	25A	1970	長延長
93	10-103	広島県	広島市東区	戸坂中	32A	1976	短管
94	10-104	広島県	広島市南区	東雲	32A	1978	短管
95	10-105	広島県	広島市南区	丹那新	25A	1971	短管
96	10-106	広島県	広島市西区	古江西	25A	1968	短管
97	11-101	愛媛県	松山市	山西	80A	1976	短管
98	11-102	愛媛県	松山市	山西	80A	1976	短管
99	11-103	愛媛県	松山市	山西	80A	1976	短管
100	11-105	香川県	高松市	宮脇	25A	1988	短管
101	11-107	徳島県	徳島市	末広	25A	1968	長延長
102	11-108	徳島県	徳島市	住吉	80A	1978	短管
103	11-110	香川県	高松市	西春日	50A	1987	短管
104	11-111	香川県	高松市	西春日	40A	1987	短管
105	11-112	香川県	高松市	西春日	40A	1987	短管
106	11-113	香川県	仲多度郡	多度津	25A	1962	短管
107	11-114	香川県	坂出市	花	25A	1972	短管
108	11-115	香川県	丸亀市	前塩屋	25A	1982	短管
109	12-101	福岡県	春日市	春日原南	25A	1977	短管
110	12-102	福岡県	福岡市中央区	小笹	32A	1977	短管
111	12-103	福岡県	福岡市南区	若久	32A	1977	長延長
112	12-104	福岡県	福岡市南区	長丘	25A	1969	短管

６．３　サンプリング時の管対地電位及び土壌環境因子の測定結果

表７　土壌環境因子現地調査結果

連番	サンプルNo.	事業者	口径(A)	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位(mV)				土壌抵抗率(Ω・cm)			接地抵抗(Ω)	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値(N=3平均値)	最小値(全測定)	平均値		
1	01-101	北海道	25	長管C	4、5m	-577、-580	-562	-575	-590	3,767	3,500	5,089	2.8	
2	01-102	北海道	25	長管A	10m	-595	-540	-570	-597	5,667	4,100	6,833	84.5	
3	01-103	北海道	25	短管	27.5m	-407	-350	-364	-407	57,667	40,000	69,444	79.3	
4	02-101	仙台	25	長管D	5m	-555	-555	-582	-620	9,327	6,280	12,321	3.8	
5	02-102	仙台	25	短管	1.0m	-550	-540	-546	-550	11,300	10,900	12,512	35.0	
6	02-103	仙台	25	短管	3.6m	-660	-660	-664	-670	6,743	6,350	8,858	14.1	
7	02-104	仙台	25	短管	1.0m	-530	-515	-523	-530	16,900	15,500	22,217	48.0	
8	03-101	北陸	25	長管C	8～10m	-420～440	-370	-408	-440	25,167	13,500	83,295	6.0	
9	03-103	北陸	25	短管	1m	-460	-455	-461	-475	51,000	49,000	60,222	31.0	
10	03-104	北陸	40	短管	2、2.5m	-420、-440	-365	-419	-445	54,000	53,000	68,278	18.0	
11	03-202	北陸	25	短管	2、2.5m	-390、-400	-390	-420	-450	24,667	23,000	52,000	18.5	
12	03-204	北陸	25	短管	3m	-470	-460	-468	-475	7,667	7,000	28,788	20.0	
13	04-101	京葉	25	短管	0.5m	-1280	-1270	-1274	-1280	3,333	2,900	3,483	82.0	電防有(現地確認)
14	04-102	京葉	25	短管	2m	-580～620	-580	-624	-650	9,800	9,500	10,650	9.8	
15	04-103	京葉	25	短管	4m	-670	-665	-669	-670	5,617	5,400	6,892	26.0	
16	05-101	東京	40	短管	0.5～5m	-470～480	-400	-476	-550	6,133	4,600	8,844	2.8	
17	05-102	東京	25	短管	2m	-360	-270	-342	-400	11,567	11,200	11,567	—	
18	05-103	東京	25	短管	7m	-490	-440	-464	-490	6,167	4,800	10,750	8.0	
19	05-104	東京	25	短管	5m付近	-540	-530	-555	-570	2,933	2,700	5,380	8.5	
20	05-111	東京	25	短管	6.5m	-500	-400	-430	-500	2,800	2,400	4,767	1.9	
21	05-112	東京	40	短管	0m	-280	-270	-287	-300	20,667	18,000	41,667	4.7	
22	05-121	東京	25	長管A	7m	-510	-450	-488	-515	10,000	8,000	16,200	3.5	
23	05-122	東京	40	短管	2m	-360	-325	-396	-450	12,333	10,000	16,750	1.8	
24	05-123	東京	32	短管	10～13m	-340～390	-190	-300	-390	6,000	5,000	8,667	7.5	
25	05-124	東京	25	短管	1m	-380	-340	-373	-400	13,000	12,000	20,750	17.0	
26	05-125	東京	25	短管	1.5m	-450	-430	-438	-450	14,333	14,000	15,000	9.0	
27	05-131	東京	40	短管	3m	-530	-510	-550	-630	6,333	5,000	12,111	7.0	
28	05-133	東京	32	短管	12m付近	-510～520	-510	-515	-520	9,300	8,500	9,900	25.0	
29	05-135	東京	25	短管	0m	-540	-465	-503	-540	13,000	11,000	17,778	80.0	
30	05-141	東京	32	短管	1m	-610	-580	-593	-610	11,333	10,000	13,000	10.0	
31	05-151	東京	25	短管	4m	-320	-260	-294	-320	14,667	12,000	20,333	17.5	
32	05-152	東京	25	短管	5m	-395	-380	-402	-420	21,000	18,000	24,083	10.0	
33	05-161	東京	32	短管	2m付近	-460	-450	-469	-500	1,800	1,800	3,900	3.2	
34	05-162	東京	32	短管	26m	-310	-310	-364	-420	6,533	5,800	8,742	4.0	
35	05-163	東京	25	短管	1m	-420	-420	-434	-460	23,000	21,000	25,000	2.0	
36	05-165	東京	40	短管	22.5m	-480～510	-450	-475	-510	4,000	3,000	8,100	70.0	
37	05-166	東京	25	短管	0.5m	-450	-440	-444	-450	2,667	2,400	2,667	68.0	
38	06-101	静岡	25	長管A	0～2m	-260～320	-260	-310	-350	43,000	31,000	124,000	166.0	
39	06-102	静岡	25	短管	1m	-400	-340	-381	-400	13,167	8,500	21,417	25.0	
40	06-103	静岡	32	短管	5～8m	-535～545	-515	-537	-555	3,500	3,100	16,457	57.3	
41	07-101	中部	40	長管C	10m	-400	-370	-400	-450	9,333	7,000	30,833	24.0	
42	07-102	中部	25	短管	1.5m	-480	-460	-474	-490	8,333	8,100	18,667	10.0	
43	07-103	中部	40	短管	1.5m	-560	-540	-561	-600	23,667	22,000	32,667	28.0	
44	08-101	東邦	32	短管	2、2.5m	-490、-500	-460	-483	-500	3,730	3,400	8,253	5.3	
45	08-102	東邦	40	短管	2、2.5m	-380、-400	-380	-396	-420	9,950	8,800	10,817	23.0	
46	08-103	東邦	50	長管③	0.3～3m	-290～300	-255	-289	-300	14,333	11,000	26,189	17.0	
47	08-104	東邦	25	短管	2.5m	-540	-540	-550	-560	8,300	7,600	9,133	37.0	
48	08-105	東邦	32	短管	1、1.5m	-415、-440	-360	-414	-470	15,000	13,000	33,144	27.0	
49	08-106	東邦	32	短管	4m	-610	-590	-612	-630	1,417	1,300	3,617	9.8	
50	08-107	東邦	32	短管	1、1.5m	-390、-410	-380	-401	-410	4,700	3,800	6,050	72.0	
51	08-108	東邦	32	短管	0.5m	-560	-540	-548	-560	15,733	14,600	20,308	30.0	
52	08-109	東邦	32	短管	2、2.5m	-510、-520	-490	-510	-520	21,333	18,000	27,667	70.0	
53	08-110	東邦	25	短管	4m	-420	-360	-396	-440	18,333	11,000	29,111	20.0	
54	08-111	東邦	32	短管	1.5m	-530	-500	-527	-545	18,333	16,000	21,333	7.0	
55	08-112	東邦	32	短管	4.5、5m	-430、-460	-430	-471	-480	5,467	4,200	7,400	2.5	
56	08-113	東邦	50	短管	0.5m	-520	-520	-539	-580	6,300	5,700	7,958	11.0	

連番	サンプルNo.	事業者	口径(A)	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位(mV)				土壌抵抗率(Ω・cm)			接地抵抗(Ω)	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値(N=3平均値)	最小値(全測定)	平均値		
57	08-114	東邦	32	短管	2m	-560	-500	-543	-570	13,167	10,500	18,611	8.7	
58	08-115	東邦	32	長管④	3m	-560	-520	-548	-570	18,333	16,000	30,567	23.0	
59	09-101	大阪	25	短管	3m	-656	-656	-659	-662	32,333	31,000	45,333	1.2	
60	09-104	大阪	25	短管	1m	-640	-540	-572	-594	4,267	3,400	4,967	1.2	
61	09-105	大阪	25	短管	0、0.5m	-530、-560	-530	-545	-560	3,367	3,100	5,600	—	
62	09-108	大阪	25	短管	2.6m	-604	-526	-575	-604	4,567	4,300	6,317	7.0	
63	09-109	大阪	25	短管	0.5m	-562	-556	-565	-580	35,000	32,000	46,500	1.2	
64	09-116	大阪	25	短管	1m	-598	-540	-565	-598	28,667	28,000	28,667	—	
65	09-118	大阪	50	短管	4m	-486	-380	-455	-582	6,867	6,600	7,500	0.6	
66	09-120	大阪	50	短管	1.5m	-480	-446	-468	-480	3,433	2,900	6,333	3.4	
67	09-122	大阪	80	長延長80AA	0.5m	-226	-218	-274	-350	5,800	5,000	11,067	0.4	
68	09-125	大阪	40	短管	1.5m	-375	-350	-366	-375	14,667	13,500	19,167	35.0	
69	09-127	大阪	40	短管	1m	-642	-604	-643	-698	21,000	17,000	21,000	0.7	
70	09-128	大阪	25	短管	0m	-486	-486	-497	-514	4,467	4,100	4,467	—	
71	09-129	大阪	25	短管	2m	-756	-738	-763	-796	9,400	9,000	9,400	—	
72	09-131	大阪	32	短管	5m	-628	-522	-569	-628	7,883	6,900	16,082	9.1	
73	09-133	大阪	32	短管	0m	-510	-504	-507	-510	18,333	16,000	23,500	15.0	
74	09-134	大阪	32	短管	5m付近	-552	-536	-552	-562	2,867	2,800	15,733	0.9	
75	09-137	大阪	25	短管	2.5m	-675	-625	-686	-800	12,667	11,000	13,667	2.5	
76	09-140	大阪	50	短管	0.5m	-335	-335	-358	-390	6,167	5,700	6,167	—	
77	09-142	大阪	25	短管	0.5m	-530	-520	-530	-540	17,000	14,000	19,000	250.0	
78	09-143	大阪	25	短管	20m	-600	-480	-586	-615	17,667	16,000	26,467	7.7	
79	09-145	大阪	25	短管	0、0.5m	-550、-580	-550	-565	-580	5,667	5,400	5,667	—	
80	09-146	大阪	40	短管	2m	-345	-345	-466	-615	5,133	4,600	5,133	—	
81	09-148	大阪	25	短管	1m	-545	-515	-540	-560	29,000	26,000	31,833	510.0	
82	09-150	大阪	25	短管	1m	-585	-575	-584	-595	8,333	7,000	8,833	—	
83	09-152	大阪	25	短管	2m	-1120	-1010	-1,042	-1120	9,400	9,000	11,867	—	電防有(P/Sより)
84	09-153	大阪	25	短管	1.4m	-540	-400	-458	-540	15,667	14,000	15,667	8.3	
85	09-154	大阪	25	短管	1m	-590	-580	-588	-595	18,333	14,000	20,167	69.0	
86	09-156	大阪	50	短管	14.8m	-390	-320	-374	-500	31,000	29,000	64,048	2.5	
87	09-157	大阪	32	短管	4m	-380	-380	-439	-520	37,000	35,000	37,000	—	
88	09-158	大阪	32	短管	3m	-440	-360	-437	-460	4,967	4,600	8,817	38.0	
89	09-159	大阪	32	短管	1m	-1060	-900	-990	-1060	7,133	6,900	7,133	2.0	電防有(P/Sより)
90	09-160	大阪	32	短管	2.5m	-670	-640	-654	-670	7,367	6,600	7,367	67.0	
91	10-101	広島	25	短管	0.5m	-440	-415	-436	-450	945	925	7,949	23.0	
92	10-102	広島	25	長管A	0.5m	-430	-430	-437	-445	15,667	15,500	29,667	25.0	
93	10-103	広島	32	短管	0.5m	-445	-420	-452	-490	6,667	6,000	10,333	11.5	
94	10-104	広島	32	短管	14m	-520	-435	-483	-520	32,733	32,000	63,683	20.0	
95	10-105	広島	25	短管	0.5m	-465	-465	-474	-495	16,833	16,500	31,750	13.5	
96	10-106	広島	25	短管	7m	-550	-430	-504	-560	21,667	20,000	37,333	760.0	
97	11-101	四国	80	短管	1m	-250	-170	-303	-430	11,667	11,000	24,067	0.9	
98	11-102	四国	80	短管	1m	-280	-140	-306	-380	6,133	6,000	18,720	6.0	
99	11-103	四国	80	短管	1m	-440	-300	-440	-530	7,267	6,900	15,893	0.2	
100	11-105	四国	25	短管	7m	-280	-260	-284	-330	18,167	18,000	34,278	34.0	
101	11-107	四国	25	長管A	8m付近	-520	-470	-512	-540	16,167	16,000	18,167	31.0	
102	11-108	四国	80	短管	20m	-310	-310	-345	-430	34,667	34,500	41,400	100.0	
103	11-110	四国	50	短管	2.5m	-310	-260	-308	-370	10,833	10,500	11,444	1.0	
104	11-111	四国	40	短管	2.5m	-300	-240	-285	-330	24,167	24,000	26,833	0.6	
105	11-112	四国	40	短管	2.5m	-290	-160	-267	-340	15,167	15,000	25,944	1.1	
106	11-113	四国	25	短管	15m付近	-520	-485	-506	-520	4,050	4,000	6,104	5.8	
107	11-114	四国	25	短管	5m	-512	-512	-591	-662	12,333	12,000	20,042	1.6	
108	11-115	四国	25	短管	14.5m付近	-400	-390	-409	-440	32,667	32,500	49,033	7.6	
109	12-101	西部	25	短管	0.5m	-515	-480	-490	-515	17,333	15,000	24,167	12.0	
110	12-102	西部	32	短管	2m	-580	-530	-562	-600	2,067	1,500	3,283	1.7	
111	12-103	西部	32	長管B	1m付近	-470	-435	-456	-470	5,167	2,900	13,056	5.4	
112	12-104	西部	25	短管	4m	-480	-440	-469	-480	2,200	1,700	2,850	8.2	

６．４　サンプル管の外観観察及び管厚測定結果

表８　サンプル管の測定結果一覧

No.	会社名	種類	口径	測定結果(mm)		
				最大肉厚	最小肉厚	減肉量
1	北海道ガス	長延長	25A	3.28	1.42	1.86
2	北海道ガス	長延長	25A	3.28	1.46	1.82
3	北海道ガス	短管	25A	3.46	2.59	0.87
4	仙台市ガス局	長延長	25A	3.67	2.78	0.89
5	仙台市ガス局	短管	25A	3.55	3.14	0.41
6	仙台市ガス局	短管	25A	3.95	2.56	1.39
7	仙台市ガス局	短管	25A	3.92	3.01	0.91
8	北陸ガス	長延長	25A	3.57	1.69	1.88
9	北陸ガス	短管	25A	3.42	0.00	3.42
10	北陸ガス	短管	40A	3.61	1.98	1.63
11	北陸ガス	短管	25A	3.21	1.25	1.96
12	北陸ガス	短管	25A	3.33	0.47	2.86
13	京葉ガス	短管	25A	3.34	2.14	1.20
14	京葉ガス	短管	25A	3.45	2.19	1.26
15	京葉ガス	短管	25A	3.21	2.25	0.96
16	東京ガス	短管	25A	3.22	2.11	1.11
17	東京ガス	短管	25A	3.40	1.02	2.38
18	東京ガス	短管	25A	3.24	1.15	2.09
19	東京ガス	短管	25A	3.35	0.94	2.41
20	東京ガス	短管	25A	3.37	0.00	3.37
21	東京ガス	短管	40A	3.45	1.92	1.53
22	東京ガス	長延長	25A	3.52	2.18	1.34
23	東京ガス	短管	40A	4.22	1.57	2.65
24	東京ガス	短管	32A	3.41	0.40	3.01
25	東京ガス	短管	25A	3.39	1.74	1.65
26	東京ガス	短管	25A	3.83	1.49	2.34
27	東京ガス	短管	40A	3.70	2.58	1.12
28	東京ガス	短管	32A	3.76	2.67	1.09
29	東京ガス	短管	25A	3.48	2.00	1.48
30	東京ガス	短管	32A	3.32	1.83	1.49
31	東京ガス	短管	25A	3.34	2.16	1.18
32	東京ガス	短管	25A	3.25	2.70	0.55
33	東京ガス	短管	32A	3.34	1.33	2.01
34	東京ガス	短管	32A	3.54	1.75	1.79
35	東京ガス	短管	25A	3.64	2.34	1.30
36	東京ガス	短管	40A	3.76	2.25	1.51

No.	会社名	種類	口径	測定結果(mm)		
				最大肉厚	最小肉厚	減肉量
37	東京ガス	短管	25A	3.64	0.00	3.64
38	静岡ガス	長延長	25A	3.14	1.35	1.79
39	静岡ガス	短管	25A	3.20	2.22	0.98
40	静岡ガス	短管	32A	4.07	3.30	0.77
41	中部ガス	長延長	40A	4.01	1.22	2.79
42	中部ガス	短管	25A	3.33	2.09	1.24
43	中部ガス	短管	40A	3.64	0.00	3.64
44	東邦ガス	短管	32A	3.38	2.41	0.97
45	東邦ガス	短管	40A	3.91	2.46	1.45
46	東邦ガス	長延長	50A	4.04	0.86	3.18
47	東邦ガス	短管	25A	3.47	1.51	1.96
48	東邦ガス	短管	32A	3.49	2.12	1.37
49	東邦ガス	短管	32A	3.82	0.00	3.82
50	東邦ガス	短管	32A	3.54	2.30	1.24
51	東邦ガス	短管	32A	3.78	3.39	0.39
52	東邦ガス	短管	32A	3.45	0.99	2.46
53	東邦ガス	短管	25A	3.30	1.93	1.37
54	東邦ガス	短管	32A	3.64	2.80	0.84
55	東邦ガス	短管	32A	3.70	1.34	2.36
56	東邦ガス	短管	50A	3.68	1.79	1.89
57	東邦ガス	短管	32A	3.51	2.66	0.85
58	東邦ガス	長延長	32A	3.85	2.57	1.28
59	大阪ガス	短管	25A	3.24	2.74	0.50
60	大阪ガス	短管	25A	3.73	2.81	0.92
61	大阪ガス	短管	25A	3.22	1.34	1.88
62	大阪ガス	短管	25A	3.22	2.63	0.59
63	大阪ガス	短管	25A	3.42	2.19	1.23
64	大阪ガス	短管	25A	3.08	0.80	2.28
65	大阪ガス	短管	50A	4.16	0.56	3.60
66	大阪ガス	短管	50A	4.06	2.48	1.58
67	大阪ガス	長延長	80A	4.31	1.45	2.86
68	大阪ガス	短管	40A	3.57	1.97	1.60
69	大阪ガス	短管	40A	4.10	0.94	3.16
70	大阪ガス	短管	25A	3.38	0.00	3.38
71	大阪ガス	短管	25A	3.51	1.53	1.98
72	大阪ガス	短管	32A	3.63	2.21	1.42
73	大阪ガス	短管	32A	3.55	2.81	0.74
74	大阪ガス	短管	32A	3.57	0.00	3.57

No.	会社名	種類	口径	測定結果(mm)		
				最大肉厚	最小肉厚	減肉量
75	大阪ガス	短管	25A	3.30	1.41	1.89
76	大阪ガス	短管	50A	3.53	2.02	1.51
77	大阪ガス	短管	25A	4.08	2.55	1.53
78	大阪ガス	短管	25A	3.28	2.58	0.70
79	大阪ガス	短管	25A	3.58	1.14	2.44
80	大阪ガス	短管	40A	3.71	2.17	1.54
81	大阪ガス	短管	25A	3.28	1.56	1.72
82	大阪ガス	短管	25A	3.40	1.44	1.96
83	大阪ガス	短管	25A	3.43	3.13	0.30
84	大阪ガス	短管	25A	3.40	2.03	1.37
85	大阪ガス	短管	25A	3.28	2.92	0.36
86	大阪ガス	短管	50A	3.86	3.15	0.71
87	大阪ガス	短管	32A	3.52	1.57	1.95
88	大阪ガス	短管	32A	3.53	2.00	1.53
89	大阪ガス	短管	32A	3.51	2.05	1.46
90	大阪ガス	短管	32A	3.57	1.30	2.27
91	広島ガス	短管	25A	3.58	0.00	3.58
92	広島ガス	長延長	25A	3.47	2.80	0.67
93	広島ガス	短管	32A	3.63	1.98	1.65
94	広島ガス	短管	32A	3.63	3.14	0.49
95	広島ガス	短管	25A	3.34	2.21	1.13
96	広島ガス	短管	25A	3.38	2.04	1.34
97	四国ガス	短管	80A	4.07	3.33	0.74
98	四国ガス	短管	80A	4.01	1.68	2.33
99	四国ガス	短管	80A	4.08	3.38	0.70
100	四国ガス	短管	25A	3.31	1.99	1.32
101	四国ガス	長延長	25A	3.35	2.09	1.26
102	四国ガス	短管	80A	4.53	3.08	1.45
103	四国ガス	短管	50A	3.85	1.60	2.25
104	四国ガス	短管	40A	3.60	2.10	1.50
105	四国ガス	短管	40A	3.87	1.64	2.23
106	四国ガス	短管	25A	3.55	2.72	0.83
107	四国ガス	短管	25A	3.26	1.94	1.32
108	四国ガス	短管	25A	3.42	2.68	0.74
109	西部ガス	短管	25A	3.24	2.21	1.03
110	西部ガス	短管	32A	3.59	1.70	1.89
111	西部ガス	長延長	32A	3.41	1.34	2.07
112	西部ガス	短管	25A	3.34	1.78	1.56

６．５　サンプル管埋設箇所の土壌分析結果

表９　現地採取土壌ラボ試験結果

No.	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）	土壌抵抗率（飽和）	酸化還元電位	含水比	pH（H2O）	体積密度（乾燥）	体積密度（湿潤）
					Ω・cm	Ω・cm	mv	%	—	g/cm3	g/cm3
1	01-101 ①	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2391	2367	671	40.4	6.8	1.25	1.75
	01-101 ②	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2774	2763	548	34.9	7.3	1.37	1.85
2	01-102	三角州性低地	粘土堆積物	灰色低地土	6262	6194	693	22.8	6.8	1.57	1.93
3	01-103	石狩湾岸低地	砂堆積物	砂丘未熟土	73903	34668	698	14.9	6.4	1.24	1.42
4	02-101 ①	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	5955	5794	635	26.8	7.8	1.43	1.81
	02-101 ②	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	6981	6067	618	32.4	8.2	1.33	1.76
5	02-102	砂礫台地	礫砂堆積物	褐色森林土	16398	11039	642	9.4	7.9	1.44	1.58
6	02-103	丘陵地（人工改変地）	火山性堆積物（集塊岩）	褐色森林土	7980	7520	649	31.7	7.9	1.27	1.68
7	02-104	砂礫台地（人工改変地）	礫砂シルト堆積物	赤黄色土	24219	5972	570	23.6	8.3	0.92	1.14
8	03-101 ①	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	51400	35766	627	60.3	7.6	1.27	2.03
	03-101 ②	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	26352	19459	588	16.3	7.8	1.57	1.82
9	03-103	低地（被覆砂丘）	砂丘砂堆積物	砂丘未熟土	23416	12356	624	9.3	9.0	1.51	1.65
10	03-104	三角州低地（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	12406	8783	690	17.0	7.2	1.39	1.63
11	03-202	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	18387	7730	419	15.5	9.0	1.39	1.60
12	03-204	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	13038	11468	686	25.1	7.2	1.34	1.67
13	04-101	埋立地	埋立地堆積物	灰色低地土	2716	1877	557	26.0	8.8	1.24	1.57
14	04-102	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	3024	1787	599	24.0	8.0	1.33	1.65
15	04-103	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	7236	6616	613	24.1	8.4	1.35	1.68
16	05-101	谷底低地（人工改変地）	砂礫沖積層	灰色低地土	14021	5992	623	25.6	7.9	1.00	1.26
17	05-102	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9628	7959	557	20.9	8.5	1.48	1.80
18	05-103	砂州低地	砂堆積物	灰色低地土	7754	4283	548	43.9	8.3	0.81	1.17
19	05-104	谷底低地（人工改変地）	泥沖積層	灰色低地土	5590	5195	611	29.3	8.2	1.35	1.75
20	05-111	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	2442	1845	530	44.6	7.4	0.86	1.25
21	05-112	下末吉段丘（人工改変地）	下末吉ローム層	黒ボク土	66183	21271	643	72.9	7.2	0.59	1.02
22	05-121 ①	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	6339	6342	596	34.6	7.7	1.40	1.89
	05-121 ②	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	7703	7522	597	37.1	7.5	1.29	1.77
23	05-122	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6676	5066	620	59.4	7.3	0.79	1.27
24	05-123	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6694	2204	686	57.1	6.6	0.67	1.05
25	05-124	立川段丘台地（人工改変地）	立川ローム層	黒ボク土	6942	4851	627	34.4	7.6	1.06	1.43
26	05-125	下末吉段丘面台地	下末吉ローム層	黒ボク土	72054	13994	617	45.2	7.9	0.70	1.01
27	05-131	干拓地埋立地	砂沖積層	造成土	1447	1290	597	35.8	7.9	1.15	1.57
28	05-133	谷底平野後背湿地（人工改変地）	砂沖積層	灰色低地土	4694	4608	617	34.3	7.8	1.34	1.80
29	05-135	干拓地（人工改変地）	黒土沖積層	造成土	13138	9917	603	37.8	8.1	1.12	1.55
30	05-141	砂礫台地（切土）	ローム層	黒ボク土	5770	5689	644	92.8	7.0	0.76	1.46
31	05-151	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	12227	7447	675	72.2	6.5	0.71	1.22
32	05-152	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	21926	14669	618	55.3	7.3	0.85	1.32
33	05-161	盛土（人工改変地）	泥堆積物	灰色低地土	1415	1355	590	70.2	7.3	0.91	1.54
34	05-162	盛土地（人工改変地）	泥砂堆積物	褐色森林土	10258	5194	586	49.2	8.1	0.79	1.18
35	05-163	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	57928	25726	679	94.3	7.2	0.48	0.94
36	05-165	自然堤防（人工改変地）	砂堆積物	灰色低地土	3879	3108	629	38.9	7.1	1.06	1.47
37	05-166	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	2019	1968	469	49.3	7.5	1.13	1.69
38	06-101 ①	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	50468	38935	744	12.9	5.8	1.52	1.72
	06-101 ②	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	42648	31142	699	12.5	6.3	1.51	1.70
39	06-102	低地（古期砂堆地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	6313	5733	685	25.0	5.9	1.27	1.59
40	06-103	三角州性低地	砂堆積物	灰色低地土	36885	11538	409	12.4	9.0	1.46	1.64
41	07-101 ①	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	27706	16350	626	20.3	8.1	1.56	1.88
	07-101 ②	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	16572	9575	596	15.5	7.9	1.36	1.57
42	07-102	中位段丘	礫層堆積物	灰色台地土	12211	9282	666	24.7	7.9	1.29	1.60
43	07-103	上位段丘	礫層堆積物	灰色低地土	6190	2619	530	13.5	8.0	1.40	1.59
44	08-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	黄色土	6389	5563	763	21.4	4.9	1.49	1.81
45	08-102	上位段丘	礫粘土堆積物	褐色森林土	8877	7432	649	21.5	7.3	1.46	1.78
46	08-103 ①	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	8829	7678	632	13.6	8.2	1.66	1.89
	08-103 ②	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	12089	8795	592	20.8	8.5	1.47	1.77
47	08-104	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	6096	6034	709	28.2	6.4	1.54	1.97
48	08-105	丘陵地	砂泥互層堆積物	褐色森林土	324086	42107	706	16.7	5.2	0.94	1.09
49	08-106	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	1834	1833	582	36.8	7.8	1.28	1.75
50	08-107	盛土（人工改変地）	砂泥堆積物	陸成未熟土	9359	6656	479	19.0	8.8	1.41	1.68
51	08-108	段丘（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	黄色土	62882	42625	760	23.1	6.1	1.32	1.63
52	08-109	谷底平野（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	7134	6379	629	18.6	7.5	1.52	1.80
53	08-110	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	16037	13219	694	14.2	7.0	1.59	1.82
54	08-111	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	23406	19923	632	11.5	7.3	1.64	1.83
55	08-112	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	16129	11398	605	17.6	8.3	1.38	1.62
56	08-113	上位段丘（人工改変地）	礫堆積物	褐色森林土	7485	7349	586	18.9	8.1	1.73	2.06

No.	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）	土壌抵抗率（飽和）	酸化還元電位	含水比	pH（H2O）	体積密度（乾燥）	体積密度（湿潤）
					Ω・cm	Ω・cm	mv	%	—	g/cm3	g/cm3
57	08-114	段丘（人工改変地）	礫堆積物	黄色土	10397	9148	584	14.9	8.4	1.68	1.93
58	08-115 ①	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	22975	15971	655	16.0	7.3	1.43	1.66
	08-115 ②	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	23057	21396	666	24.5	7.1	1.46	1.81
59	09-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	灰色台地土	3590	3119	615	19.3	8.3	1.57	1.88
60	09-104	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	8422	7482	613	25.1	7.4	1.46	1.83
61	09-105	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5110	4725	384	34.6	8.4	1.35	1.82
62	09-108	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	4197	3879	422	29.7	7.8	1.37	1.78
63	09-109	旧河道	礫砂堆積物	灰色低地土	17999	9313	635	28.4	7.9	1.07	1.37
64	09-116	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	20766	18181	531	14.0	8.8	1.85	2.11
65	09-118	天井川自然堤防	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	5194	5119	477	20.4	7.5	1.76	2.12
66	09-120	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	14163	7304	613	13.1	8.5	1.25	1.41
67	09-122 ①	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	9441	6687	581	14.3	8.6	1.61	1.84
	09-122 ②	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	6582	5598	381	13.9	8.7	1.82	2.07
68	09-125	三角州低地砂礫台地	泥礫堆積物	灰色低地土	15517	14222	766	15.5	5.0	1.70	1.96
69	09-127	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9666	8396	529	16.4	8.5	1.32	1.53
70	09-128	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	5583	5052	502	26.0	8.2	1.47	1.85
71	09-129	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	6426	6287	626	18.4	7.7	1.70	2.01
72	09-131	谷底平野氾濫原	泥砂礫堆積物	灰色低地土	5117	4915	550	23.2	8.4	1.51	1.87
73	09-133	自然堤防	泥砂礫堆積物	灰色低地土	24899	10834	554	16.3	8.5	1.28	1.49
74	09-134	砂礫台地（人工改変地）	礫がち堆積物	灰色台地土	1590	1574	657	26.7	7.3	1.50	1.90
75	09-137	谷底平野氾濫原	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	10464	10239	496	19.6	9.1	1.72	2.06
76	09-140	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	10866	3602	334	17.8	8.6	1.15	1.35
77	09-142	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	19241	4201	574	22.6	7.7	0.88	1.08
78	09-143	沿岸砂丘	礫砂泥堆積物	灰色低地土	28894	18938	581	11.8	8.7	1.66	1.86
79	09-145	三角州性低地	泥砂堆積物	灰色低地土	10361	6575	596	34.5	7.9	0.93	1.25
80	09-146	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	12023	9145	549	17.6	8.7	1.39	1.63
81	09-148	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14241	7038	595	24.8	8.4	1.25	1.56
82	09-150	沿岸低地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	7353	5740	675	37.9	7.0	1.12	1.55
83	09-152	砂礫台地	低位礫堆積物	灰色台地土	8432	6698	649	25.8	7.2	1.34	1.68
84	09-153	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	41808	19132	558	12.4	8.4	1.57	1.77
85	09-154	扇状地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	57388	6282	608	10.5	7.8	1.18	1.31
86	09-156	低地（人工改変地）	砂礫がち堆積物	造成土	57351	16552	617	9.9	8.1	1.32	1.45
87	09-157	沿岸砂州	礫砂堆積物	灰色低地土	31534	18824	519	10.8	8.8	1.49	1.65
88	09-158	砂礫台地	礫堆積物	灰色台地土	5305	4481	538	23.3	8.6	1.53	1.89
89	09-159	砂礫台地	礫堆積物	グライ土	4835	4812	156	20.7	7.1	1.77	2.14
90	09-160	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5583	5558	649	24.7	7.2	1.72	2.14
91	10-101	山麓傾斜面	花崗岩堆積物	残積性未熟土	1677	1093	607	16.6	7.7	1.54	1.80
92	10-102 ①	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	20297	12236	605	16.3	8.3	1.38	1.61
	10-102 ②	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	26418	12055	638	15.7	7.5	1.32	1.53
93	10-103	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	9524	5326	584	11.5	8.3	1.55	1.73
94	10-104	三角州性低地	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	19157	13095	534	16.6	8.7	1.52	1.77
95	10-105	丘陵地（人工改変地）	花崗岩安山岩堆積物	陸成未熟土	8806	6573	585	14.2	8.5	1.51	1.72
96	10-106	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	31976	14431	572	12.5	8.1	1.37	1.55
97	11-101	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	7090	4476	634	12.9	8.2	1.55	1.75
98	11-102	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	13765	8306	655	13.3	7.9	1.82	2.06
99	11-103	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	4182	1496	622	15.7	7.4	1.71	1.98
100	11-105	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14019	10039	604	15.2	8.3	1.46	1.68
101	11-107 ①	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	12229	8639	946	17.1	5.0	1.47	1.73
	11-107 ②	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	2512	1124	771	8.1	7.5	1.68	1.82
102	11-108	三角州性低地臨海低地	粘土シルト堆積物	灰色低地土	15411	5823	593	10.9	8.3	1.47	1.63
103	11-110	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	6465	5884	562	15.2	8.4	1.65	1.90
104	11-111	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	13366	6301	535	12.7	8.7	1.41	1.59
105	11-112	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	8165	6744	580	18.0	8.7	1.40	1.65
106	11-113	三角州性低地（冠水）	礫砂泥堆積物	グライ土	5238	2939	674	38.8	7.0	0.75	1.04
107	11-114	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	15490	11631	616	16.6	7.2	1.59	1.86
108	11-115	三角州性低地（冠水地域）	花崗岩破砕堆積物	未熟土	60638	44728	714	9.1	6.5	1.63	1.78
109	12-101	砂礫台地谷底平野	砂泥礫堆積物	灰色低地土	2955	1535	225	14.8	8.3	1.49	1.71
110	12-102	丘陵（人工改変地）	砂岩シルト岩	褐色森林土	3061	3304	568	49.5	5.3	1.15	1.73
111	12-103 ①	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	5710	2240	606	13.3	7.9	1.35	1.53
	12-103 ②	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	23971	14153	591	17.9	7.9	1.34	1.58
112	12-104	丘陵地	砂岩シルト岩堆積物	褐色森林土	4231	3939	724	32.8	6.2	1.28	1.70

7．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の分析

7．１　現地測定項目及び測定結果

・管対地電位：全体の約 92%が、真砂土や砂地における一般的な鋼材の自然電位（-600～-300mV）を示し、特に亜鉛メッキの残存を示すような小さな値は測定されなかった。（掘り上げたサンプル管でも、亜鉛メッキはほぼ全面的に溶出された状態であることを確認した。）

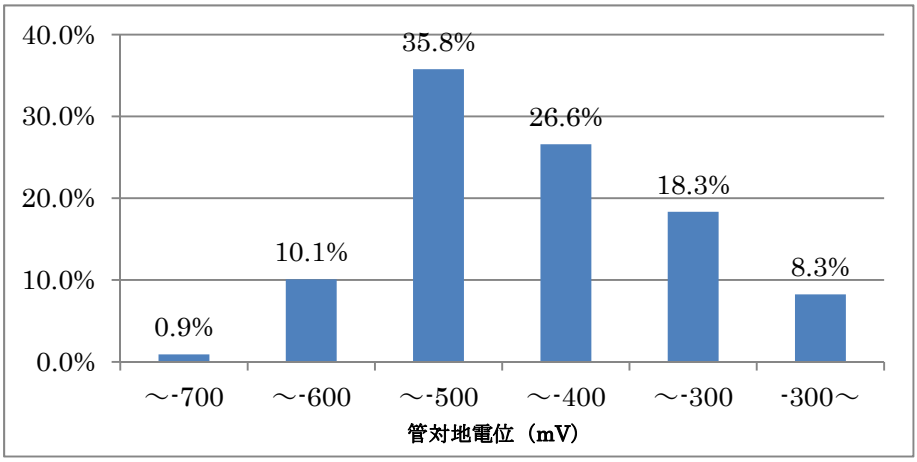


図１　平成２９年度事業全サンプルの管対地電位分布（109ﾃﾞｰﾀ）
（100mV ごとｸﾞﾙｰﾌﾟの全体に占める割合）

・土壌抵抗率：腐食性が大又は中とされる 5,000Ω・cm 以下のサンプルが約 20%、腐食性が小とされる 5,000～10,000Ω・cm のサンプルが約 30%、腐食性が非常に小さいとされる 10,000Ω・cm を超えるサンプルが残り約 50%を占めていた。

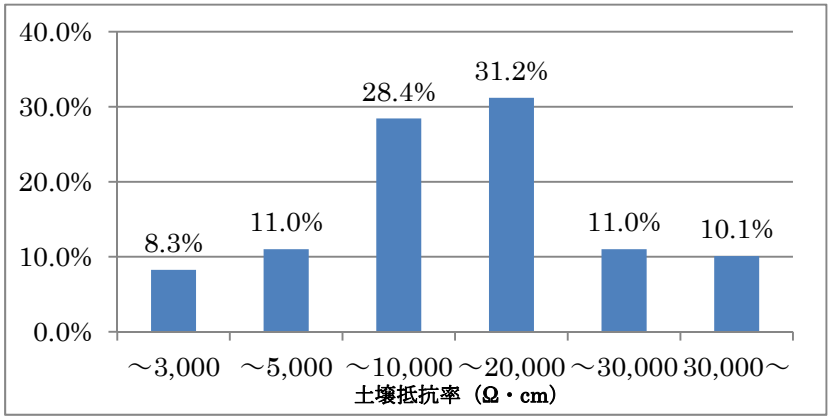


図２　平成２９年度事業全サンプルの土壌抵抗率分布（109ﾃﾞｰﾀ）

・接地抵抗　：測定結果にばらつきが見られ、腐食深さとは弱い相関を得た。これは、供内管と支管の間の絶縁継手の有無に起因するものと考えられる。

７．２　単相関分析結果

・採取されたサンプル管の埋設経過年数は、34～76 年と広範囲に分布し、平均値は亜鉛メッキ管が 47.1 年、アスファルトジュート巻き管が 53.1 年であった。

・最大腐食深さと埋設経過年の関係については、データのばらつきが大きく相関を判定する状況にないが、経過年数が増えるとともに最大腐食深さが大きくなる傾向が伺える。

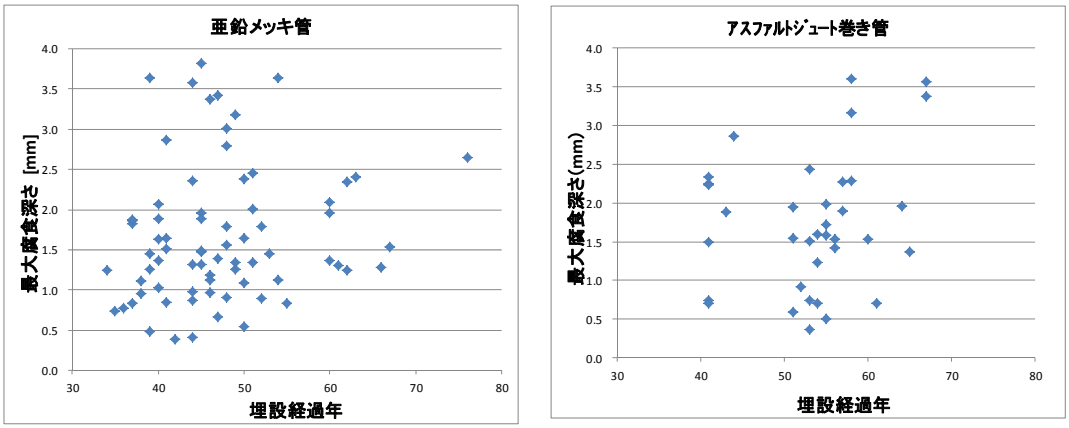


図３　平成２９年度事業サンプル管の最大腐食深さと埋設経過年の関係

・腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）は、土壌抵抗率と強い相関があった。

・腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）は、管対地電位との相関は弱かった。

表１０　腐食評価量と土壌環境因子との相関

種別 / 経過年と土壌環境因子	亜鉛メッキ管			アスファルトジュート巻き管			全サンプル管		
データ数	n=73			n=36			n=109		
腐食速度	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y
埋設経過年Y				(○)*1		(○)*1	△	−△	
P/S直近値					−△				
ρ min現地				−△	−△	−△	−△		−△
1/√ρ min現地	◎	◎	◎	△	△	△	◎	◎	◎
ρ Lab採取		−△		−○	−◎	−◎	−◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	◎	◎	◎	○	△	△	◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−◎	−◎	−◎				−◎	−◎	
1/√ρ Lab飽和	◎	◎	◎				◎	◎	

（注）＊1：木造のみ

７．３　数量化理論Ⅰ類による解析

・数量化理論Ⅰ類により、最大腐食深さと塗覆装、建築物構造、埋設経過年、土壌抵抗率、管対地電位、の５アイテムで分析を行った。

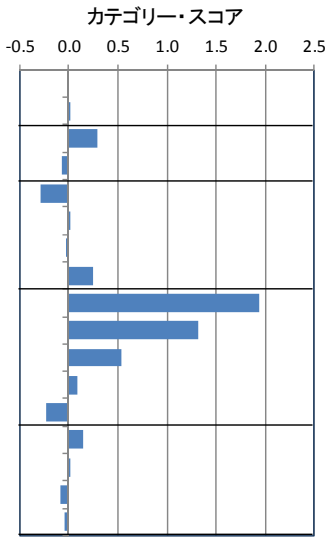
　最大腐食深さに影響度が大きい順は、以下のとおりであり、その内容は定性的な傾向を満足するものであった。

土壌抵抗率＞埋設経過年＞建築物構造＞管対地電位＞塗覆装

表 11　　数量化理論Ｉ類によるカテゴリー分類と解析結果

解析対象	H29Fy調査
データ数	109
目的変数	最大腐食深さ

アイテム	No.	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
塗覆装	1	亜鉛ﾒｯｷ	−0.006	0.017	0.010
	2	ｱｽﾌｧﾙﾄ･ｼﾞｭｰﾄ巻	0.011		
建築物構造	1	鉄筋C及び鉄筋系	0.295	0.361	0.168
	2	木造その他	−0.066		
埋設経過年 Y(year)	1	＜40	−0.287	0.533	0.181
	2	40=＜ ＜50	0.017		
	3	50=＜ ＜60	−0.027		
	4	60=＜	0.246		
土壌抵抗率 ρ（Ωcm）	1	＜1,000	1.934	2.173	0.430
	2	1,000=＜ ＜2,000	1.313		
	3	2,000=＜ ＜4,000	0.536		
	4	4,000=＜ ＜10,000	0.082		
	5	10,000=＜	−0.238		
管対地電位 P/S(−mV)	1	＜400	0.148	0.238	0.110
	2	400＜= ＜500	0.007		
	3	500＜= ＜600	−0.089		
	4	600＜=	−0.037		
定数項			1.694		



７．４　平成２９年度データと昭和６０年度データによる単相関分析、回帰分析結果

・単相関分析

①腐食評価量は、埋設経過年とともに腐食速度が低減する物理的意味合いを持つ「Hmax/√Y」（最大腐食深さを埋設経過年の平方根で除した腐食速度）を採用する。

②説明変数の土壌抵抗率は、物理的な意味を持ち、且つ腐食評価量と正相関となる「1/ρ」（土壌抵抗率の逆数（=電気伝導度））を採用する。

③平成２９年度データは、埋設経過年が約３０年以上のデータだけであり、その３０年までのデータを補間することができる昭和６０年度データを加えて相関分析を行う。

表１２　　単相関分析結果

腐食評価量		Hmax/√Y		
データ数		n=139	n=91	n=230
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
P/Smax	相関係数	−0.121	−0.237	−0.183
	有意性	ー	ー○	−◎
1/ρ min現地	相関係数	0.513	0.214	0.350
	有意性	◎	○	◎
1/ρ Lab採取	相関係数	0.478	0.302	0.375
	有意性	◎	◎	◎
◎:危険率　1%で有意		|r|≧0.220	|r|≧0.269	|r|≧0.170
○:危険率　5%で有意		|r|≧0.168	|r|≧0.206	|r|≧0.130
△:危険率10%で有意		|r|≧0.142	|r|≧0.174	|r|≧0.109

・同表より、全サンプル管では Hmax/√Y は、P/Smax と強い相関があり、アスファルトジュート巻き管でも Hmax/√Y は、P/Smax と相関がある。

また、全サンプル管、亜鉛メッキ管及びアスファルトジュート巻き管では、Hmax/√

Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と強い相関あるいは相関がある。

7．4．1　回帰式、重回帰式の分類

・単相関分析結果から今後の運用における現地測定の優位性を考慮し、腐食評価量は Hmax/√Y、土壌抵抗率は 1/ρmin 現地（=κ：電気伝導度）、管対地電位は P/Smax として、回帰式、重回帰式を求める。

表１３　平成２９年度事業で得られた回帰式、重回帰式

式番号		（式１）回帰式	（式２）重回帰式
説明変数		1/ρ min 現地	1/ρ min 現地＋P/Smax
管種	全サンプル管	H_{ALL1}	H_{ALL2}
	亜鉛メッキ管	H_{KS1}	H_{KS2}
	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	H_{AS1}	H_{AS2}

7．4．2　土壌抵抗率による回帰式

（１）　全サンプル管

（式１）　$H_{ALL1} = (0.226+289/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

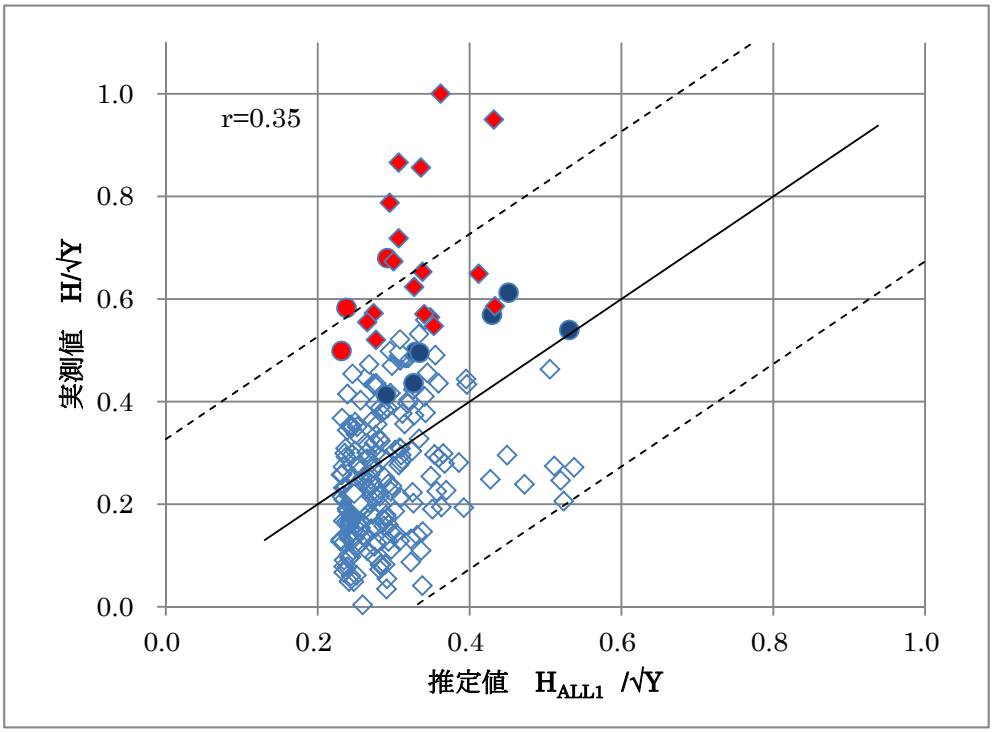


図４　全サンプル管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

（特異点）

● 亜鉛メッキ管貫通データ

● アスファルトジュート巻管貫通データ

◆ 腐食速度が大変早いデータ（S60_C/S と推定）

（２）　亜鉛メッキ管

（式１）　$H_{KS1} = (0.200+524/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

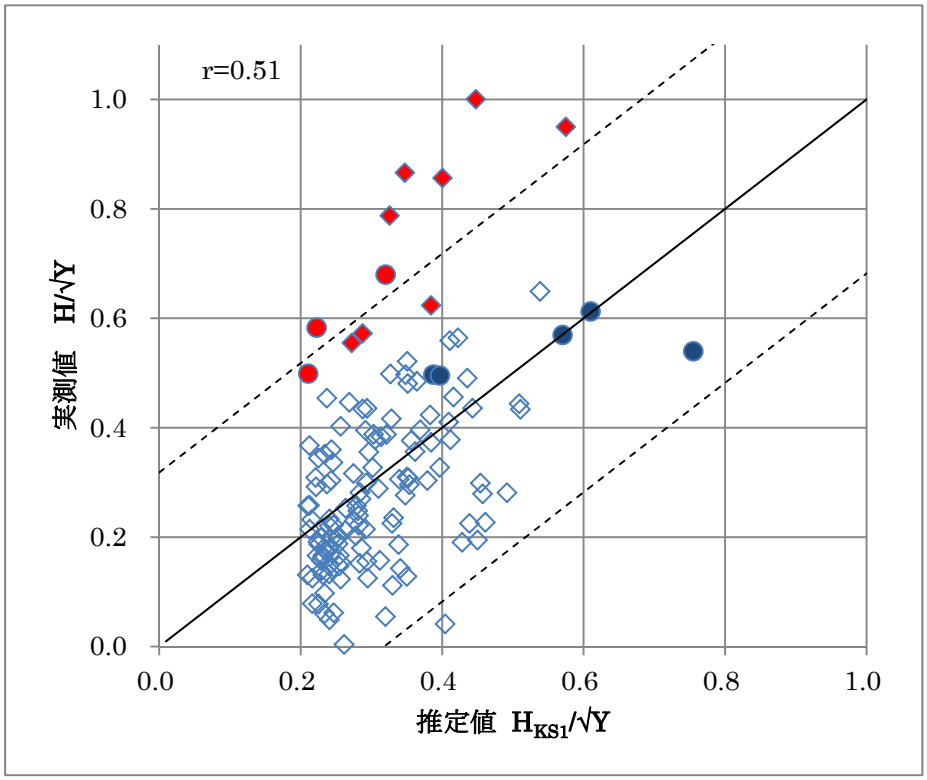


図５　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

（３）　アスファルトジュート巻き管

（式１）　$H_{AS1} = (0.228+131/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

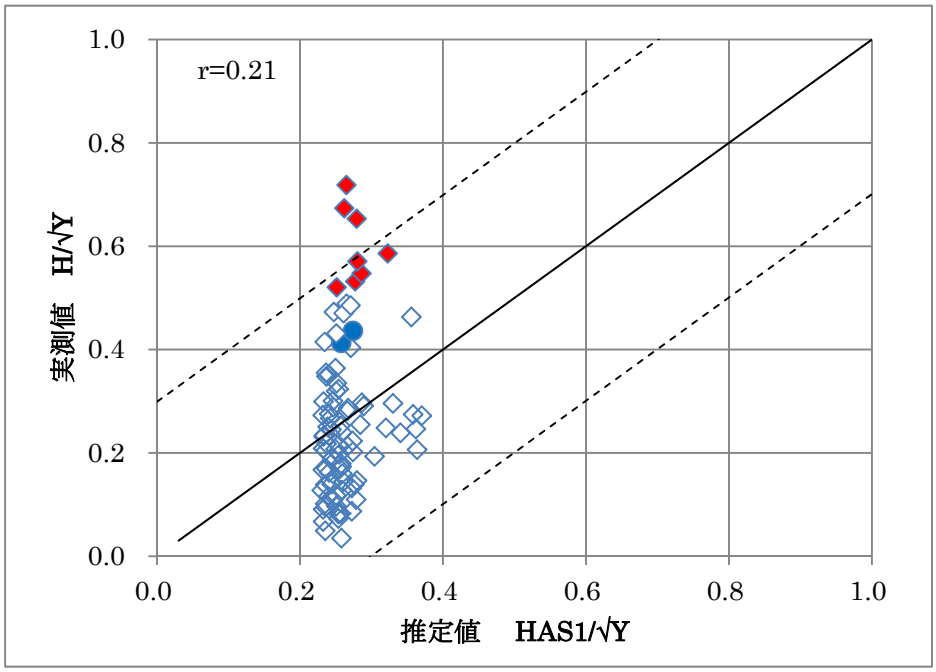


図６　アスファルトジュート巻き管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

７．４．３　土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（１）　全サンプル管

（式２）　$H_{ALL_2} = (0.427+360/\rho - 4.6\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

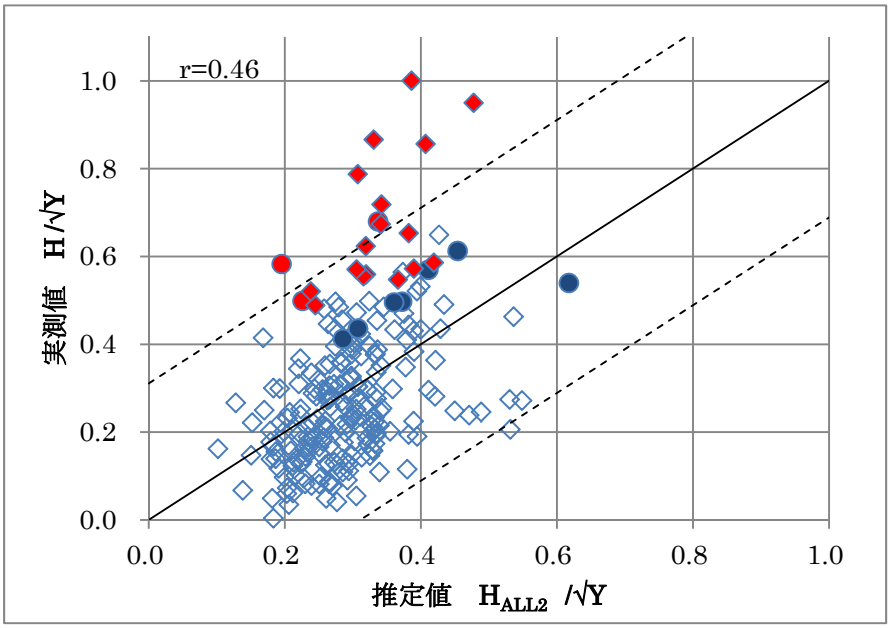


図７　全サンプル管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

（特異点）

亜鉛メッキ管貫通データ

アスファルトジュート巻管貫通データ

腐食速度が大変早いデータ（S60_C/S と推定）

（２）　亜鉛メッキ管

（式２）　$H_{KS_2} = (0.409+599/\rho - 4.9\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

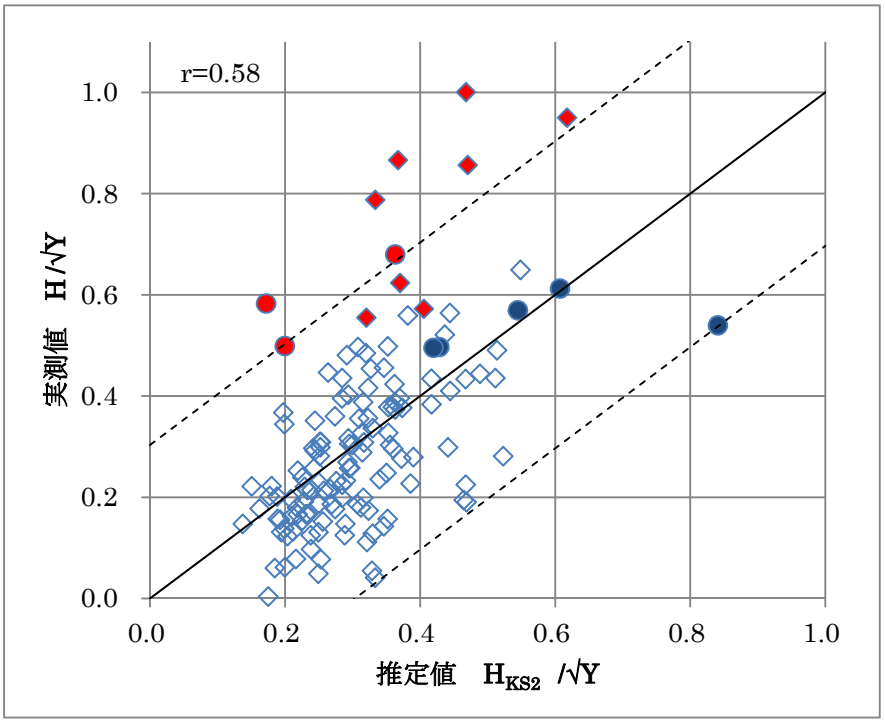


図８　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

（３）　アスファルトジュート巻き管

（式２）　$H_{AS_2} = (0.401+184/\rho - 3.8\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

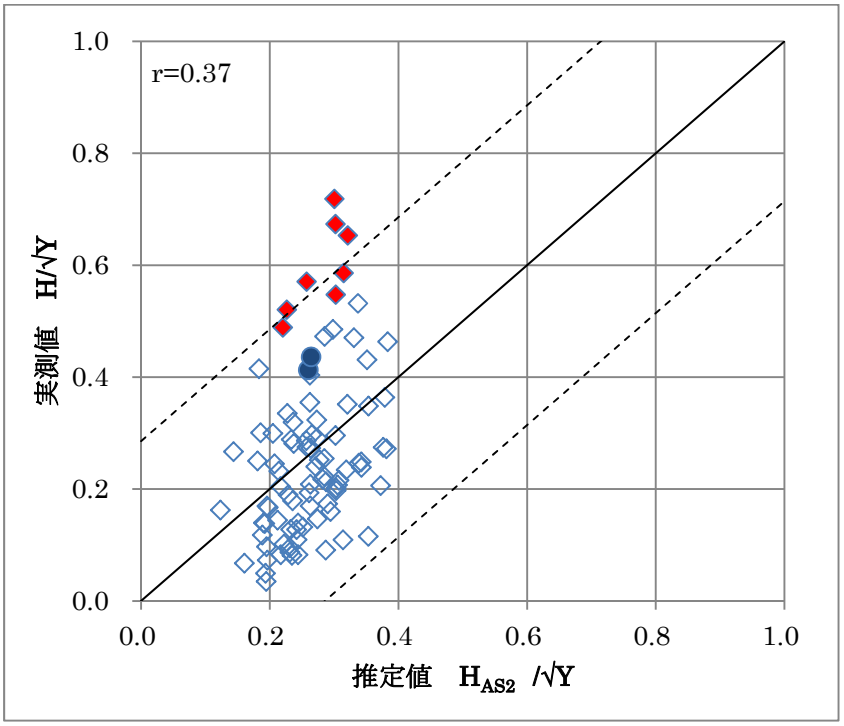


図９　アスファルトジュート巻き管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

８．埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判定基準の検討

（１）回帰式の計算結果の比較・検証

７．４で求めた回帰式により最大腐食深さの計算を行い、（式１）及び（式２）の計算結果の比較・検証を行った。

図１０及び図１１は、それぞれ全サンプル管を対象とした（式１：説明変数 1/ρのみ）及び（式２：説明変数 1/ρと P/S、ただし P/S=-470mV）により計算される、埋設経過年 50 年の場合の最大腐食深さを図示した。

なお、P/S=-470mV、埋設経過年 50 年は、それぞれ平成２９年度事業で得られた測定結果の平均値である。

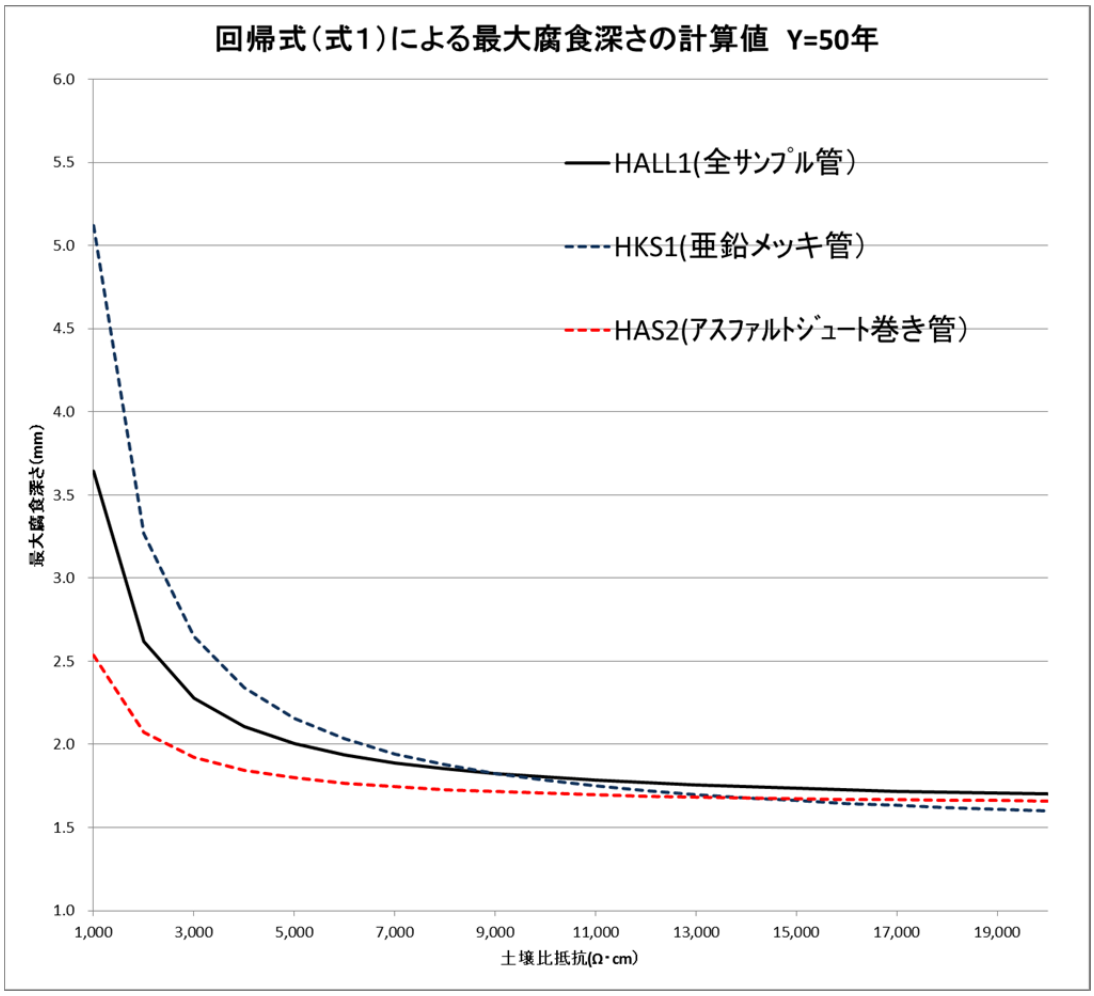


図１０　回帰式（式１）による最大腐食深さの計算値(Y=50 年)

図１０より以下の知見が得られた。

・土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度を超えると、最大腐食深さは 1.6～1.8mm でほぼ一定となる。

・土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度までの腐食しやすい環境では、亜鉛メッキ管は、アスファルトジュート巻き管よりもかなり大きな最大腐食深さを示す。土壌抵抗率が 1,000、3,000、5,000Ω・cm の時、亜鉛メッキ管の最大腐食深さは、アスファルトジュート巻き管の約 2.0 倍、1.4 倍、1.2 倍である。

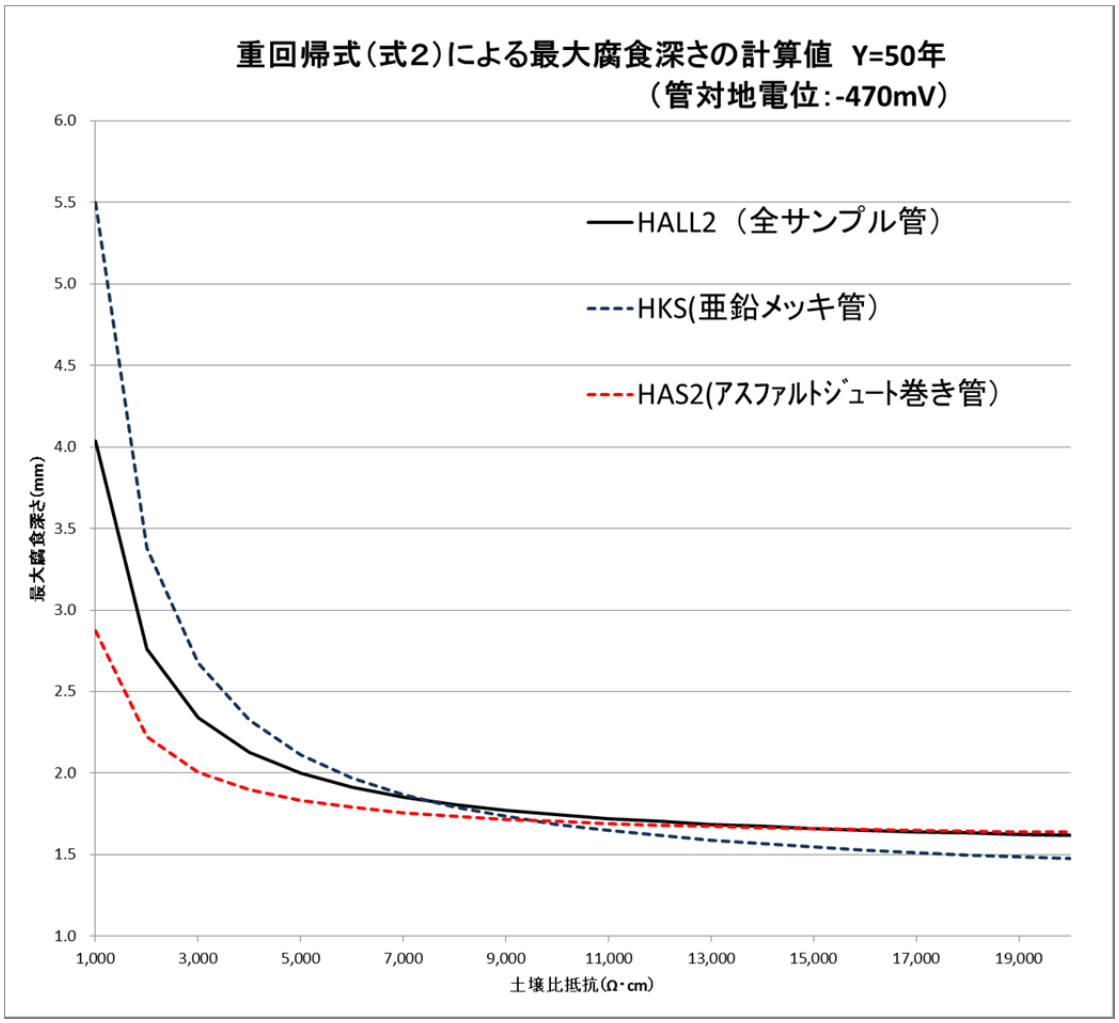


図１１　土壌抵抗率と管対地電位による重回帰式（式２）から求めた最大腐食深さ（Y=50 年、管対地電位：-470mV）

図１１より以下の知見が得られた。

・管対地電位約-470mV（得られた管対地電位のほぼ平均値）の場合、式１（図１０）とほぼ同等の回帰式が得られる。

・式１（図１０）と同様に、土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度を超えると、最大腐食深さは 1.4～1.7mm でほぼ一定となる。最大腐食深さの値は、式１より約 0.1～0.2mm 小さいが、これは管対地電位の値の影響によるものである。

・式１（図１０）と同様に、土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度までの腐食しやすい環境では、亜鉛メッキ管は、アスファルトジュート巻き管よりもかなり大きな最大腐食深さを示す。土壌抵抗率が 1,000、3,000、5,000Ω・cm の時、亜鉛メッキ管の最大腐食深さは、アスファルトジュート巻き管の約 1.9 倍、1.4 倍、1.2 倍で、式１の場合とほぼ同率である。

（２）極値統計解析

今年度得られた回帰式は 10cm の短管をサンプルとした式である。実際に埋設されているガス管はもっと長いため、長尺管の測定データを使用して極値統計解析を行い、解析結果と長尺管の測定値を比較することで、経年取替対象となる埋設延長区間内の最大腐食深さの推定に極値統計解析が利用できるか検証した。

長尺管（管長約 200cm）を 13 サンプル採取した。このサンプル管を４つ（約 50cm×4 本）に切断し、そのサンプル管のうち、外観検査で最も腐食が激しいと思われる１本をサンドブラスト後 10cm ごとに分割切断した。その後、分割した切断管全てについて最大腐食深さを測定した。

その測定結果を表１４に示す。分割切断管数は、n=4～6 である。

表１４　長尺管の最大腐食深さ測定結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	埋設経過年（年）	土壌抵抗 ρ(Ωcm)	最大腐食深さ(mm)						最大値 Hmax(mm)
			n1	n2	n3	n4	n5	n6	
01-102	37	6,194	0.51	0.27	0.23	1.82	1.76		1.82
03-101	37	27,613	1.72	1.88	1.41	1.11			1.88
12-103	40	4,882	2.07	1.81	2.1	1.76			2.10
01-101	44	2,565	1.68	1.34	1.68	1.52	1.86		1.86
09-122	44	8,197	2.49	2.07	2.29	2.86	2.19		2.86
10-102	47	6,143	0.6	0.55	0.67	0.43	0.5	0.42	0.67
07-101	48	12,963	1.55	2.51	2.79	1.66	1.32		2.79
06-101	48	35,039	1.09	1.05	1.79	1.21			1.79
08-103	49	8,237	1.6	2.29	1.59	3.18	2.4		3.18
11-107	49	12,146	1.26	1.34	0.91	0.79	0.36		1.34
05-121	51	5,992	1.02	1.17	1.35	1.34	1.25		1.35
02-101	52	5,931	0.95	0.89	0.91	0.44			0.95
08-115	66	18,684	0.87	1.28	1	0.97	0.61		1.28

表１４の最大腐食深さの各データ群に対し極値統計解析プログラム EVAN-Ⅱを用いて、一般化極値分布（generalized extreme value distribution, GEV）による解析を行い、Gumbel 分布による最大値分布解析を行った。分布パラメータ（α、λ）の算定は MVLUE 法による。

計算結果は表１５に示すとおりである。

表１５　極値統計解析結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	有意性確率紙(簡易)	分布パラメータ		Hex(mm)					
		α	λ	1m(T=10)	Hex/Hmax	5m(T=50)	Hex/Hmax	10m(T=100)	Hex/Hmax
01-102	×	0.6081	0.5461	1.91	1.05	2.92	1.60	3.34	1.84
03-101	○	0.4074	1.1755	2.09	1.11	2.77	1.47	3.05	1.62
12-103	○	0.1778	1.7785	2.18	1.17	2.47	1.33	2.60	1.40
01-101	○	0.2032	1.5087	1.97	0.94	2.30	**1.10**	2.44	**1.16**
09-122	○	0.2515	2.2282	2.79	0.98	3.21	1.12	3.39	1.18
10-102	○	0.0913	0.4999	0.71	1.05	0.86	1.28	0.92	1.37
07-101	×	0.5332	1.6489	2.85	**1.02**	3.73	1.34	4.10	1.47
06-101	×	0.2480	1.0530	1.61	0.90	2.02	1.13	2.19	1.23
08-103	×	0.5319	1.8907	3.09	0.97	3.97	1.25	4.34	1.36
11-107	○	0.4188	0.7132	1.66	1.24	2.35	1.75	2.64	1.97
05-121	○	0.1500	1.1496	1.49	**1.10**	1.73	**1.29**	1.84	**1.36**
02-101	×	0.3238	0.5250	1.25	1.32	1.79	1.88	2.01	2.12
08-115	○	0.2431	0.8159	1.36	1.06	1.76	1.38	1.93	1.51

表１５中の Hex は，再起期間（T）の考え方に基づき，対象区間長さを長く設定した 3 ケース（L=1、5 及び 10m）での最大腐食深さの推定値を示している。

今回は、各データ群のデータ数が少ないので、有意性の確認は、二重指数確率紙を用いて確認した結果､13サンプル中８サンプルを有意性があると判断した。

対象区間長さが長い場合の最大腐食深さの割増率（Hex／Hmax）をこの８サンプルの平均値として求めると以下のようになる。

対象区間長さ 1m の場合：割増率（Hex／Hmax）=1.08
対象区間長さ 5m の場合：割増率（Hex／Hmax）=1.34
対象区間長さ 10m の場合：割増率（Hex／Hmax）=1.45

このような考え方を採用することにより､長尺管の測定データを使用して極値統計解析を行い、解析結果と長尺管の測定値を比較することで、定尺サンプル管の最大腐食深さから､経年取替対象埋設延長区間内の最大腐食深さの推定と回帰式の補正を行うことが可能となる。

（３）評価方法・判定基準の検討

今年度得られた６つの回帰式を絞り込み、精度の高い回帰式から、腐食量推定式を導出するための課題および現場測定方法確立のための課題を検討し､リスク評価方法、判定基準に繋げることが必要である。

９．今後の課題

本事業の継続となる平成３０年度事業においては、実現場での適用を考慮した腐食量推定式の導出を行うことが必要であると考えられる。そのために次の事項を提案する。

９．１　回帰式の精度向上及び回帰式に必要な因子の明確化

（１）平成２９年度事業データの精査

・個々のデータを精査し、特異点となるデータ等についてその原因・背景等を調査・解析を行い、解析対象として採用するデータの取捨選択を行う必要があると考えられる。
・特に長尺管においては管対地電位の分布と腐食減肉深さの分布を精査する必要があると考えられる。

（２）昭和６０年度データの精査

・昭和６０年度事業の個々のデータを精査し、平成２９年度事業とは異なる腐食メカニズム・データを分類することにより、解析対象として採用するデータの取捨選択を検討する必要があると考えられる。

（３）土壌抵抗率の現場測定特性の把握と回帰式への適用

・９．２（１）に示すように、現場測定により求められる土壌抵抗率の測定変動特性（季節、気候等も考慮）を把握し、回帰式の精度向上を図る必要があ

ると考えられる。

（４）管延長の影響評価（極値統計解析の活用検討）

・平成２９年度事業でサンプリングした長尺サンプル管（未ブラスト分）を用いて極値統計解析を行い、経年取替対象となる埋設管延長内に存在する最大減肉深さを想定した回帰式を検討する必要があると考えられる。

（５）亜鉛メッキの有効期間及びアスファルト塗覆装の耐用期間の検討

・塗装及び塗覆装の耐用期間を考慮することにより、腐食速度が大きくなる傾向が得られることから、これら耐用期間を活用した回帰式を検討する必要があると考えられる。

（６）回帰式の説明変数に関する詳細検討

・回帰式で使用する説明変数（土壌抵抗率、管対地電位）を腐食現象の直接的な支配因子である腐食電流への換算等を検討し、腐食評価量の説明変数としての優位性を検証する必要があると考えられる。

９．２ 現地測定方法を確立するための支配因子の影響調査及び現地測定法の評価

（１）土壌抵抗率の変動影響調査

・土質、土被り、気候（温度、降水量等）により土壌抵抗率がどの程度影響を受けるかを全国数カ所（富津及び全国ガス会社 2～5 社の敷地内）で長期的なモニタリングを実施する必要があると考えられる。

・あわせて通常現場で使用される土壌杖での測定も実施する必要があると考えられる。

（２）腐食生成物が管対地電位に及ぼす影響調査

・平成２９年度データでは Hmax/√Y と管対地電位（P/Smax）の相関係数は、0.14（109 データ）であり、昭和６０年度データの相関係数 0.35（121 データ）と比較すると、かなり小さな値となった。これは、平成２９年度データでは、管全面を覆う腐食生成物の影響で、全体的に管対地電位が高く計測されたためであると考えられる。即ち、管対地電位は、長期埋設されているガス管の現在の腐食状況の程度を示す指標であると考えられる。したがって、管対地電位は腐食量の予測だけでなく、管の腐食状況を予測できる可能性がある。

しかし、このような全面的に錆で覆われた埋設管における管対地電位と腐食量の関係はこれまで明らかにされていない。

そこで、今回得られたサンプル管を再調査するとともに、腐食深さと腐食生成物が固着した埋設環境下での埋設管の管対地電位の定量的な関係を確認するために、以下の評価試験を行う必要があると考えられる。（下記試験においては、９．２（１）の土壌抵抗率の長期モニタリングと併せて実施し、気象等の影響も評価する。）

①平成２９年度サンプル管残管（長尺管）の管表面電位と腐食状況の関係調査

平成２９年度サンプル管残管（未サンドブラスト長尺管：管長 1.5m×13本）の管表面電位を詳細に計測し、その後ブラスト処理・減肉深さ測定を行い、管表面電位と腐食状況との関係を詳細に調査する必要があると考えられる。

②長尺管の長期埋設試験による管対地電位と腐食状況の関係調査

①の長尺管のうち、選別した数本をラボで管表面電位を計測した後、土壌抵抗率の長期モニタリングと併せて、再度埋設し、気象等の条件も含めた管対地電位を定期的に測定する必要があると考えられる。

長期埋設（約６ヶ月）後、長尺管を堀上げ、管表面の電位測定後、ブラスト処理・減肉深さ測定を行う。これにより、埋設時の管対地電位と腐食状況との関係を明らかにする必要があると考えられる。

③試験片を用いた対地電位と腐食状況の関係調査

①及び②の現象を定量的にバックアップするために、土壌抵抗率の長期モニタリングに合わせて試験片（研き鋼）を埋設し、自然電位をモニタリングし、自然電位の貴化に与える土質及び土被りの影響を調査・評価する必要があると考えられる。

１０．高周波交流電気探査装置を用いた土壌抵抗率測定と測定結果の比較

産業技術総合研究所の高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌抵抗率計測の結果と、土壌杖を用いた土壌抵抗率測定の結果及びラボで土壌抵抗率を測定した結果をまとめ、比較した結果を下記に示す。

（１）測定現場

サンプル No.02-101　宮城県仙台市青葉区角五郎の住宅敷地内

サンプル No.05-112　東京都渋谷区恵比寿の住宅敷地内

（２）高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌抵抗率計測結果

深度(m)	0-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5
仙台の土壌抵抗率(Ω・cm)	4640	6010	7100	7290
恵比寿の土壌抵抗率(Ω・cm)	18330	12760	8470	5470

（３）土壌杖での土壌抵抗率測定結果

土壌杖の測定は同じ個所で複数回測定しているため、平均値を採用した。

対象	1 回目	2 回目	3 回目	平均
仙台の土壌抵抗率(Ω・cm)	13700	11300	12100	12367
恵比寿の土壌抵抗率(Ω・cm)	70000	64000	59000	64333

（４）ラボでの土壌抵抗率測定結果

仙台の現場は長延長であったため、サンプルが 2 個ある。土壌抵抗率測定結果の比較としては、2 個の平均値を採用した。

対象	採取状態	飽和状態
仙台の土壌抵抗率(Ω・cm)１	5955	5794
仙台の土壌抵抗率(Ω・cm)２	6981	6067
仙台の土壌抵抗率(Ω・cm)平均	6468	5931
恵比寿の土壌抵抗率(Ω・cm)	66183	21271

（５）測定結果の比較

ガス管が埋設されていた深さは 25cm であったため、高周波測定の結果については 0.2-0.3m のものを採用した。

対象	高周波測定 (0.2-0.3m)	土壌杖測定 (平均)	ラボ測定 (採取)	ラボ測定 (飽和)
仙台の抵抗率(Ω・cm)	6010	12367	6468	5931
恵比寿の抵抗率(Ω・cm)	12760	64333	66183	21271

ガス管周辺の土壌抵抗率を測定するには、当該計測装置の電極の大きさとガス管の深度が同程度であるため、不向きである。今後、灯外内管でも使用するためには、電極を小さくする等の改良、コスト面の改善などの課題がある。

１１．平成２８年度データの AI によるビッグデータ解析

平成２８年度事業で得られたデータを正則化非線形重回帰分析と深層学習手法による回帰分析の２つの回帰方法で分析した。

（１）正則化非線形重回帰分析の結果

平成２８年度事業のデータについて正則化非線形回帰分析を行い、√腐食速度を予測したものと実際の測定で得られている√腐食速度を比較し、平均絶対誤差で評価した。

平成２８年度事業のデータを重回帰分析した結果を図１２に示す。

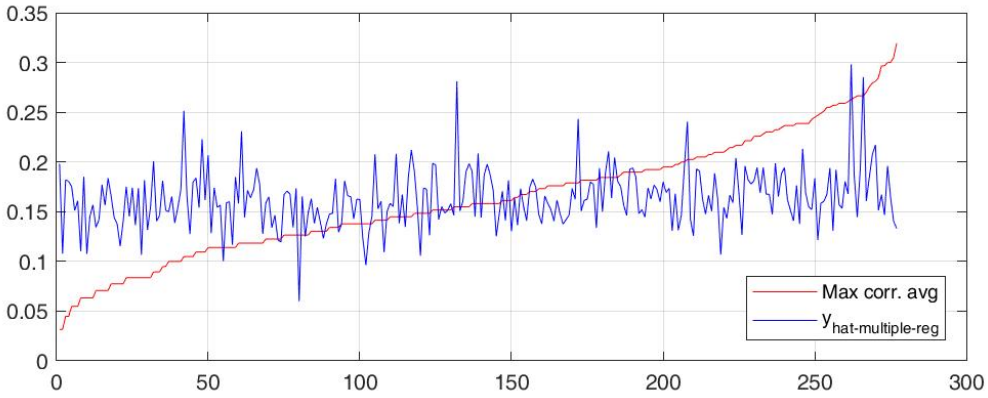


図１２　平成２８年度データの重回帰分析結果

分析の結果、平均絶対誤差は 0.0476 であった。

次に、正則化非線形重回帰分析した結果を図１３に示す。

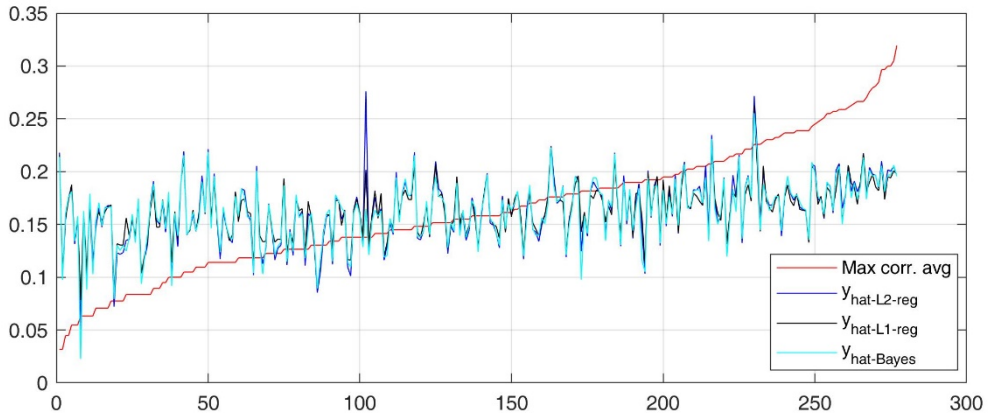


図１３　平成２８年度データの正則化非線形重回帰分析結果

分析の結果、平均絶対誤差はそれぞれ 0.0424（RIDGE）、0.0421（LASSO）、0.0425（BAYES）となった。

（２）深層学習手法による回帰分析の結果

平成２８年度事業のデータについて深層学習手法による回帰分析を行い、√腐食速度を予測したものと実際の測定で得られている√腐食速度を比較し、平均絶対誤差で評価した。

深層学習手法による回帰分析した結果を図１４に示す。

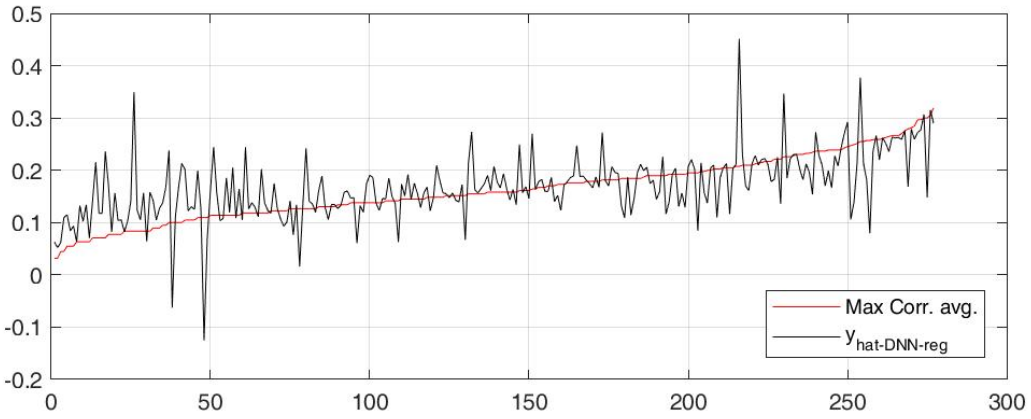


図１４　平成２８年度データの深層学習手法による回帰分析結果

分析の結果、平均絶対誤差は 0.0365 となった。

（３）解析結果のまとめ

・正則化非線形重回帰分析と深層学習手法を用いた回帰分析でそれぞれ分析を行ったが、予測式と呼べるものではない。
・平成２９年度事業のデータは、管対地電位のデータがあるため、同様の解析を行えば、平均絶対誤差が小さくなる結果を導き出す可能性はある。
・コストをかけずに、かつ科学的根拠を用いて需要家に説明をするためには、必要因子を絞り込む必要がある。当該手法は需要家に説明するには複雑すぎて現実的でないため、今後、より簡便に経年埋設ガス管のリスクを評価し、需要家に対する説得力のあるものに繋げていく展開が望まれる。

１２．まとめ

今年度の事業は、土中に経年埋設された灯外内管（以下、経年埋設内管）の腐食量と管対地電位、土壌環境因子の相関分析を行い、総合的な分析などを行った上で、経年埋設内管からのガス漏れの可能性の評価方法・判断基準を検討することを目的に実施した。

以下に、今年度の成果と平成３０年度の検討課題を示す。

１２．１　今年度の成果

今年度の事業では、最大腐食深さの推定式作成のため、１１２本のサンプル管の最大腐食深さと、土壌環境因子（管対地電位等の主要因子）との回帰分析を行った。

今年度、得られた腐食評価量と相関のあった土壌環境因子は次の２つである。

- 土壌抵抗率（土壌の持つ電気的な抵抗）は、腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）と強い相関がある。
- 管対地電位（土壌と管との電位差）は、腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）と弱い相関がある。

なお、管対地電位については、埋設されたガス管全面に付着している腐食生成物が影響しており、管対地電位が亜鉛メッキの残存状況ではなく、ガス管の腐食状況そのものの程度を示す指標とできる可能性があると考えられる。

この結果から、平成２９年度事業のデータと昭和６０年度事業のデータを合算したデータを用いて、土壌抵抗率と管対地電位及び経過年数等の主要因子から最大腐食深さを算出する式（以下、回帰式）を求めた。平成２８年度事業のデータについては再整理し、新しい分類における相関分析を実施したが、有意な相関は得られなかったこと、昭和６０年度事業及び平成２９年度事業とは調査項目が異なることから､回帰式作成に用いるデータから除外した。なお、ＡＩによるビッグデータ解析を用いても、有意な相関は得られなかった。

以上から、次年度に腐食深さの推定式を作成するにあたって検討のベースとなる、下記の6種類の経年埋設内管の最大腐食深さ回帰式を求めた。

（全管種）

$H_{ALL1} = (0.226+289/\rho)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.35）

$H_{ALL2} = (0.427+360/\rho-4.6\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.46）

（亜鉛メッキ管）

$H_{KS1} = (0.200+524/\rho)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.51）

$H_{KS2} = (0.409+599/\rho-4.9\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.58）

（アスファルトジュート巻管）

$H_{AS1} = (0.228+131/\rho)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.21）

$H_{AS2} = (0.401+184/\rho-3.8\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$　（相関係数：0.37）

ここに、　ρ：土壌抵抗率

P/S：管対地電位

Y：埋設経過年

H：土壌抵抗率で回帰した経年埋設内管の腐食深さ

１２．２　平成３０年度検討課題

（１）回帰式の精度向上及び回帰式に必要な因子の明確化

①平成２９年度事業データの精査

今年度得られた回帰式から求めた推定値と実測値を比較した結果、特異となる点について、その点に共通の事項が見つかれば、回帰式の精度向上に繋がる。今後、最大腐食深さの推定式とともに需要家への説明材料となるため、個々のデータを精査し、特異点についてその原因・背景等を調査・解析し、解析対象のデータの絞り込みの検討及び特異点となった理由を考察する必要があると考えられる。

②昭和６０年度事業データの精査

昭和６０年度のデータには、対策が終了しているコンクリート／土壌マクロセル腐食のデータ等、腐食メカニズムの異なるデータが含まれている。昭和６０年度データの中から平成２９年度事業との異なる腐食メカニズムのデータを除外した解析をし、回帰式の精度向上に繋げることが必要があると考えられる。

③土壌抵抗率の現場測定特性の把握と腐食量推定式への適用

気象条件等により土壌抵抗率の現地測定結果が変動するため、その変動幅を把握・解析し、回帰式の精度向上に繋げることが必要であると考えられる。

④管延長の影響評価

今年度得られた回帰式は管長 10cm の短管から得られた回帰式であるが、現場に埋設されているガス管はもっと長い。短いサンプル管から得られた回帰式を経年埋設内管全長に対する最大腐食深さの推定に使用するため、例えば、極値統計解析で管長 2m の長管の最大腐食深さを算出した結果で回帰式の推定値を補正することにより、今後、実態に合った最大腐食深さの推定式の作成が可能か検討することが必要であると考えられる。

⑤亜鉛メッキの有効期間及びアスファルトジュートの耐用期間の検討

亜鉛メッキ及びアスファルトジュートが防食作用を有している期間中は腐食が進行しないため、亜鉛メッキ及びアスファルトジュートの防食作用が消失するまでの期間を考慮して、経過年数から一定の値を減算する等、腐食速度の補正により、回帰式の精度向上に繋げることが必要であると考えられる。

⑥回帰式の説明変数に関する詳細検討

管体の腐食の直接的な因子として、管体から流出する電流（以下、腐食電流）も考えられることから、既に得られている土壌抵抗率及び管対地電位から腐食電流への換算等を検討し、腐食電流と腐食評価量との相関を分析することで土壌抵抗率及び管対地電位が、回帰式の説明変数として優位であるかを検証することが必要であると考えられる。

（２）現地測定法を確立するための支配因子の影響調査及び現地測定法の評価

①土壌抵抗率の変動影響調査

土壌環境が最も厳しい条件の時に腐食が進むことが想定されるため、土質、土被り、気象条件により土壌抵抗率がどれほど影響を受けるのか検証し、現地測定法を検討することが必要であると考えられる。

②腐食生成物が管対地電位に及ぼす影響調査

亜鉛メッキが残存している間と腐食生成物が付着してからでは腐食評価量と管対地電位の関係性が変化するため、その関係性を検証することが必要であると考えられる。また、気象条件により管対地電位測定がどれほど変動するか検証されていない。気象条件による管対地電位の影響を調査し、土壌を湿潤状態にして測定する等の現地測定法を検討することが必要であると考えられる。

（３）最大腐食深さの推定式、腐食量の評価方法・判定基準の検討、及び適用性の検証

「（１）回帰式の精度向上及び回帰式に必要因子の明確化」及び「（２）現地測定法を確立するための支配因子の影響調査及び現地測定法の評価」を実施したうえで、経年埋設内管の最大腐食深さの推定式を作成する。

更に、経年埋設内管の種類、管径毎の肉厚の違い等を考慮した経年埋設内管のリスク評価方法・判断基準を作成し、実用性を検証することが必要であると考えられる。

参考資料１

平 成 29 年 度

経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会

議事録

第１回　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会 議事録

日　　時：平成２９年８月２２日（火）　１５：００　～　１７：００
場　　所：一般財団法人日本ガス機器検査協会３階 第１会議室
出 席 者：（敬称略・順不同）

委員長：	豊田　政男	大阪大学　名誉教授
委　員：	金子　功	一般社団法人日本ガス協会
	佐藤　弘隆	新日鉄住金エンジニアリング株式会社
	杉森　毅夫	一般社団法人日本コミュニティーガス協会
	妹尾　啓史	東京大学　教授
	西川　明伸	大阪ガス株式会社
	藤本　愼司	大阪大学　教授
関 係 者：	田村　厚雄	経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室
	根岸　寿実	〃
	島　周子	〃
	清水　良郁	〃
	江　耀宗	株式会社クレアテラ
	澤村　哲夫	一般社団法人都市ガス振興センター
	菊池　隆司	〃
	田嶋　貴行	〃
	笠井　隆司	日鉄住金パイプライン＆エンジニアリング株式会社
	赤間　智典	〃
	松岡　和己	日鉄住金テクノロジー株式会社
	岩松　智浩	一般社団法人日本ガス協会
	齋藤　良裕	〃
	重国　博文	日本防蝕工業株式会社
	風間　順一	〃
	樋口　哲也	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	神宮司　元治	〃
事 務 局：	丹羽　哲也	一般財団法人日本ガス機器検査協会
	鍋嶋　康成	〃
	橋　洋三	〃
	圓福　貴光	〃
	古松　雪乃	〃
	山本　純平	〃

（以上３０名）

議　　題　１．　事務局挨拶及び委員紹介
　　２．　委員長の選出
　　３．　平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）の仕様概要
　　４．　委員会規約の制定について
　　５．　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業の実施計画
　　６．　その他

配付資料
資料Ｎｏ．１　平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）仕様書
資料Ｎｏ．２　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会規約（案）
資料Ｎｏ．３　平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）実施計画（案）
　別添資料-1 経年埋設ガス管の元厚の採用値について
　別添資料-2 貫通管データの取扱いについて
　別添資料-3 腐食発生状況の再調査結果に基づくサンプル管の分類
参考資料　　平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）マニュアル（案）
別添　　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会　委員名簿

議事摘録：

１．事務局挨拶及び委員紹介

事務局から、開会の挨拶及び多忙中の出席へのお礼があった。

また、経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室長から経年管の危険性を見える化という形で一般需要家に知ってもらうために、経年管の評価手法の検討をしてもらい、いい結果が出ることを期待している旨の挨拶があった。

引き続き、委員、関係者の紹介及び出欠状況の報告があった。

２．委員長の選出

事務局から、豊田委員に委員長をお願いしたい旨の提案があり、委員全員の承認により、豊田委員が委員長に選出された。

３．平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）の仕様概要

事務局から、資料Ｎｏ．１に基づき、平成２９年度地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）の仕様概要の説明があった。

４．委員会規約の制定について

事務局から、資料Ｎｏ．２を基づき、経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会規約の説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　本委員会は、有識者委員会とするのか、委員会とするのか。資料によって両方が使用されており、他にも委員会があるように思われる。

→　仕様書の有識者委員会として当委員会を設置したため、「有識者委員会」と「経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会」は同義である。よって、今後有識者委員会という言葉は使用せず、委員会とする。以下、他の資料の表記も併せて見直す。

５．経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業の実施計画

経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室と産業技術総合研究所から高周波交流電気探査による老朽管の調査技術及びAIを活用したビッグデータ解析について紹介があった。また、上記の調査技術及びデータ解析を本事業に取り入れる提案があった。

また、事務局から、資料Ｎｏ．３、別添資料-1～別添資料-3及び参考資料に基づき、経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業の実施計画について説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　ミクロセルとマクロセルというとメカニズム的な話になってくるが、学術的には区別する意味はない。今回のグラフは腐食形体、局部的なものと、そうでないものなど形体で分類するほうがいい。

→　腐食形体、現象で分類することとする。

○　マニュアル（案）の管対地電位測定の表１　No.9の備考欄「電位によりサンプリング優先度を記入すること」について、測定者の理解が不足していると腐食していない経年管ばかりサンプリングされることになりかねない。

→　測定者が管対地電位の測定結果により優先順位を決め、それをサンプリングする予定ではあるが、現場の状況によっては、必ずしも優先度の順にはならない。正しい測定結果が得られるよう、測定内容を理解してもらい、その優先度に従い、サンプリングするよう極力努力する。

○　昨年度の事業の教訓を踏まえて、サンプリング条件を検討したのか。管対地電位測定によって、相関が得られるようになるのか。

→　昨年度は、管対地電位と接地抵抗は測定していないため、何らかの相関は期待できる。

○　昨年度、土壌抵抗率とガス管の腐食量との相関は得られなかったが、今年度の事業にも入れてあるのは、相関が得られる可能性があるからなのか。それであれば、産業技術総合研究所のモニターを使ってみても良いと思われる。

→　腐食速度と土壌抵抗率との相関は若干あると思われる。埋設経過年代別で分類すると相関がみえているので、貫通管の取扱い、腐食形体による分類をすることである程度の相関は見られると考えている。

○　昨年度の事業で土壌抵抗率を測定したが、相関は得られなかった。今年度は強い相関が得られるような工夫、提案をしてもらいたい。

→　土壌抵抗率の結果だけでは、腐食状態との相関が得られる可能性は低い。腐食を起こすもの、起電力、ドライビングフォースがあって、それに環境が関わることで腐食が進行する。管対地電位を測定すれば、ドライビングフォースの一つの要因として、土壌抵抗率の測定は環境要因として、考えられるので、それらを組み合わせれば、より正確な相関が得られると思われる。そのため、今年度は現場の土壌抵抗率の測定と管対地電位を測定する。土壌抵抗率の測定については、前回からの工夫として、実験室だけではなく、現場でも測定することとしたが、それにより実態に近い結果が得られるのではないかと思われる。

○　現地の土壌抵抗率の測定と管対地電位の測定は同時にできるのか。測定するタイミングがずれると測定結果としてあまり意味がなくなってしまう。

→　同日に測定する。

○　他に思いつく試験項目として、アスファルトジュート巻管の被覆の残量を推測するため、接地抵抗を測定することを提案したい。

→　接地抵抗を測定することとする。

○　ガス管のサンプリングは１箇所につき１本だけなのか。同じエリアから複数サンプリングできないのか。

→　今年度は２ｍの長延長を１割程度サンプリングする予定にしている。それ以外の場所については、やはり１箇所で複数サンプリングするのは難しい。産業技術総合研究所が、高周波交流電気探査による老朽管の調査で測定するのであれば、できれば長延長のサンプリング現場で測定してほしい。

○　産業技術総合研究所はいくつかのサンプリング現場で協力してもらえるのか。

→　今年はあまり協力できないと思われるが、可能であれば数か所はやりたいので、事務局と調整してもらいたい。

○　昨年度は 270 本で今年度は 110 本と数が減ったのはなぜか。

→　昨年度はサンプリングするだけでよかったが、今年度は全国で管対地電位測定を行うことになり、１本あたりのサンプリングに要する時間が増加したため、数を減らすことになった。

○　亜鉛メッキ等の残存状況について、管対地電位測定の結果だけで判断するのか。亜鉛メッキは腐食してもその腐食生成物が防食作用をもち、腐食の進行を妨げる。その後、何かしらの要因で、その腐食生成物にも腐食が進んでいき､本管に到達する､というように腐食の進行段階がいくつかに分かれる。どのように評価するのか。

→　ガス管は 30 年ほど前から PE 管を使用しており、残存している経年埋設ガス管は 30 年以上経っているものがほとんどである。そのため、経年管の亜鉛メッキはほぼ残っていないと思われるので、管対地電位測定と外観目視検査で評価する。

○　AI を活用したビッグデータ解析について、昨年度事業で得られた結果を提供し、分析してもらうことを提案したい。
→　産業技術総合研究所に依頼することとする。
○　当該事業で得られた結果は、需要家の資産に関する情報が含まれているため、取扱いについては、十分に注意をしてほしい。
→　承知した。

経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業の実施計画（案）については、有識者委員会という文言を修正することで承認された。

６．その他

事務局より以下の周知があった。
○　次回は、平成２９年１０月下旬あるいは１１月上旬頃を予定しているが、委員の方のスケジュールをメールで確認した上で、改めて連絡させて頂く旨の連絡があった。

以上

第２回　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会 議事録

日　　時：平成２９年１０月３０日（月）　１５：００　～　１７：００
場　　所：三会堂ビル　２階 A 会議室
出 席 者：（敬称略・順不同）

委員長：	豊田　政男	大阪大学　名誉教授
委　　員：	金子　功	一般社団法人日本ガス協会
	佐藤　弘隆	新日鉄住金エンジニアリング株式会社
	妹尾　啓史	東京大学　教授
	中里　直人	東京ガス株式会社
	西川　明伸	大阪ガス株式会社
	藤本　愼司	大阪大学　教授
関 係 者：	根岸　寿実	経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室
	島　周子	〃
	清水　良郁	〃
	江　耀宗	株式会社クレアテラ
	澤村　哲夫	一般社団法人都市ガス振興センター
	田嶋　貴行	〃
	松野　正一	〃
	笠井　隆司	日鉄住金パイプライン＆エンジニアリング株式会社
	富田　修	〃
	赤間　智典	〃
	松岡　和己	日鉄住金テクノロジー株式会社
	干場　英里	〃
	岩松　智浩	一般社団法人日本ガス協会
	鈴木　正美	日本防蝕工業株式会社
	樋口　哲也	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	神宮司　元治	〃
事 務 局：	丹羽　哲也	一般財団法人日本ガス機器検査協会
	鍋嶋　康成	〃
	橋　洋三	〃
	齋藤　良裕	〃
	圓福　貴光	〃
	山本　純平	〃

（以上２９名）

議　　題　１．　事務局挨拶
　　２．　前回議事録（案）の確認
　　３．　他分野における腐食現象調査事例について
　　４．　平成２８年度事業で得られた各種データの高度分析について
　　５．　高周波交流電気探査技術の経年埋設ガス管への適用可能性検討について
　　６．　管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況調査の進捗状況について
　　７．　その他

配付資料
資料Ｎｏ．１　第１回経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会　議事録（案）
資料Ｎｏ．２　他分野における腐食現象調査・H28Fy データの再分析
資料Ｎｏ．３　高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌比抵抗計測
資料Ｎｏ．４　経年リスク調査事業　進捗表
添付資料　　調査資料内容詳細

議事摘録：

１．事務局挨拶

事務局から、開会の挨拶及び多忙中の出席へのお礼があった後、出欠状況の報告があった。

２．前回議事録（案）の確認

事務局から前回議事録（案）の通読があり、異議無く承認された。

３．他分野における腐食現象調査事例について

日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社から、資料Ｎｏ．２及び添付書類に基づき、他分野における腐食現象調査事例の説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　資料にあった推定式等は実際のガス管取替の際のリスク評価に利用されていたのか。
→　当時は、C/S マクロセル腐食を対象とした供内管腐食対策ガイドラインを作成するために利用されていた。C/S マクロセル腐食の対策は終わっている。
○　資料では、管対地電位が低いほど、腐食速度が小さくなっている。亜鉛メッキの有無に関係なく同様の傾向を示すのか。亜鉛メッキが残っているものと残っていないものでは、傾向が変わるはずなので、データを分類する必要があるのではないか。

○　土壌環境に酸化剤が少ないと管対地電位が下がるので、管対地電位の低い方が、腐食が起きにくいと思われる。
→　過去の調査で電位測定されているのは、埋設経過年数が３０年までであり、経過年数が短いものもある。そのため、亜鉛メッキが残っているもの、残っていないもの両方のデータがある。経過年数で分類して考える必要がある。
→　しかし、現在調査対象としているガス管は３０年以上経過したものばかりであり、亜鉛メッキが残っているとは考えにくい。
○　過去は、C/S マクロセル腐食を主体的に考えていたので、高い電位で腐食現象を整理していた。
→　コンクリートに接していると管対地電位が高くなる。一般的には、腐食の激しいところは管対地電位が下がっていく。
○　他分野における腐食事象調査は、腐食環境因子の抽出という意味では、非常に役に立つ調査であるので、活用したい。

４．平成２８年度事業で得られた各種データの高度分析について

日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社から、資料Ｎｏ．２に基づき、平成２８年度事業で得られた各種データの高度分析の説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　腐食速度から経年管のリスク評価へどのようにつなげるのか。腐食速度と関係ある腐食環境因子は何か。
→　腐食深さと各腐食環境因子との単相関では、相関が得られなかった。腐食速度という指標を用いれば、相関が得られる可能性がある。腐食速度と相関がみられる腐食環境因子としては、土壌抵抗率と管対地電位である。環境として土壌抵抗率、ドライビングフォースとして管対地電位でデータがまとまる可能性が期待できる。
○　腐食速度が速いものは腐食が起こりやすいと言えるのか。
→　現実的には、推定式から腐食の大中小に分類することになると思う。小であっても将来取替が必要である、というような指標が妥当ではないかと思われる。
○　腐食の深さはバラツキが大きい。腐食速度はそれを経過年数で除算したり、貫通管の貫通時期を推測したりとさらにバラツキを大きくしている。よって、腐食深さで検討すべきではないか。
→　腐食深さでは、支配因子が把握できない。腐食速度で整理すれば、支配因子が把握できる可能性がある。評価という意味では資料にあるとおり、様々なデータが混在しているため、腐食速度は埋設年数が増加すれば、遅くなるように見えてしまい、また、差もつきにくい。昨年度のデータのバラツキを見ても、腐食速度から経年管の腐食状況を推測するのは難しい。
○　そもそも腐食速度という時間を因子にもつものでリスク評価するのは難しいのではないか。時間の因子を除いてデータを分析してみてはどうか。

→　平成２８年度は、腐食深さと全ての腐食環境因子の単相関で相関を見てみたが、有意なものはなかった。
→　平成２９年度は管対地電位の測定をしているため、相関が期待できる。
○　平成２９年度の事業で管対地電位などが因子として加わるということは、資料にあった相関関係の式に管対地電位や接地抵抗の項が増えるイメージでいいのか。
→　腐食評価量との相関が得られれば、そのようになる。
○　今回調査している経年管は相当の年数が経過しているため、時間因子が効いてこないという前提で、時間因子を除外して層別に分析すれば何かしらの結果は得られるかもしれない。昨年度のデータをそのまま分析しても、いろんなデータが混在しているため、相関は得られない。そのため、混在するデータを分類して評価する必要がある。今年度の事業では、貫通管のデータを分類し、再評価しているが、おそらくもっと絞り込んだ分析をする必要がある。過去、腐食速度を使って分析をしているのは、不確定要素の影響が小さく抑えられるからだと思われる。
→　資料では、経過年３０年以上は、腐食速度があまり経過年数に関係ないことを示している。
→　経過年数の浅い０～３０年のデータの方が、確からしさが高い。今、分析しているデータは経過年数が３０年以上のデータであり、バラツキも大きいと思われる。よって、過去の調査結果も大いに参考にして分析を進めたい。
○　事業の方向としては、腐食速度で、腐食環境因子を抽出し、その因子で整理を行いたい。また、データの分類をすることの必要性はわかるが、相関を高めるためだけの分類にならないように注意する必要である。まずは、この方向でデータを分類し、どの腐食環境因子が支配因子なのかを説明できる形に整理をする。それを基に最終的な表現を意識しながら、平成 28 年度データ、平成 29 年度データをまとめていただきたい。
○　今後も、委員に対し、今年度の事業の測定結果の整理の仕方について適宜意見を聴取し、それを反映して分析を進めてほしい。

５．高周波交流電気探査技術の経年埋設ガス管への適用可能性検討について

産業技術総合研究所から資料Ｎｏ．３に基づき、高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌抵抗率計測についての説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　今後も測定の予定があるのか。
→　現在のところ確定している現場はないが、測定場所の選定や測定日時の調整等について産総研とＪＩＡで調整を取りながら継続していく。

６．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況調査の進捗状況について

一般社団法人都市ガス振興センターから資料Ｎｏ．４に基づき、平成２９年度の経年管サンプリングの進捗についての説明があった。

○　なかなかサンプリングが進まない理由としては何か。

→　ここ２週間ほど天候に恵まれないこと、管対地電位測定や土壌抵抗率測定のために採掘ができる場所を選定する必要があること等が考えられる。各事業者に継続的にお願いをしている。

７．その他

事務局より以下の周知があった。

○　経年管残存量調査については、平成２９年１１月末に作業を完了する予定であり、報告については、第３回の委員会で報告する旨連絡があった。

○　ＡＩを活用したビッグデータ解析については、産業技術総合研究所と今週中に契約を締結し、その後、平成２８年度データを解析してもらう予定であり、報告については、第４回の委員会になる旨連絡があった。

○　第３回の委員会の日程については、委員の方のスケジュールをメールで確認した上で、改めて連絡させていただく旨の連絡があった。

以上

第３回　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会 議事録

日　　時：平成３０年１月３０日（火）　１５：３０　～　１７：３０
場　　所：一般財団法人日本ガス機器検査協会３階 第１会議室
出 席 者：（敬称略・順不同）

委員長：	豊田　政男	大阪大学　名誉教授
委　員：	金子　功	一般社団法人日本ガス協会
	佐藤　弘隆	新日鉄住金エンジニアリング株式会社
	杉森　毅夫	一般社団法人日本コミュニティーガス協会
	妹尾　啓史	東京大学　教授
	中里　直人	東京ガス株式会社
	西川　明伸	大阪ガス株式会社
	藤本　愼司	大阪大学　教授
関係者：	根岸　寿実	経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室
	島　周子	〃
	清水　良郁	〃
	江　耀宗	株式会社クレアテラ
	澤村　哲夫	一般社団法人都市ガス振興センター
	田嶋　貴行	〃
	松野　正一	〃
	笠井　隆司	日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社
	富田　修	〃
	松岡　和己	日鉄住金テクノロジー株式会社
	干場　英里	〃
	岩松　智浩	一般社団法人日本ガス協会
	風間　順一	日本防蝕工業株式会社
	樋口　哲也	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	神宮司　元治	〃
事務局：	丹羽　哲也	一般財団法人日本ガス機器検査協会
	鍋嶋　康成	〃
	橋　洋三	〃
	齋藤　良裕	〃
	古松　雪乃	〃
	関山　貴洋	〃
	圓福　貴光	〃
	山本　純平	〃

（以上３１名）

議　　題　１．　事務局挨拶
　　２．　前回議事録（案）の確認
　　３．　今年度得られたデータの相関分析等について
　　４．　高周波交流電気探査技術の経年埋設ガス管への適用可能性検討について
　　５．　経年管残存状況調査の報告について
　　６．　その他

配付資料
資料Ｎｏ．１　第２回経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会　議事録（案）
資料Ｎｏ．２　今年度得られたデータの相関分析等報告
資料Ｎｏ．３　高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌比抵抗計測（その２）
資料Ｎｏ．４　経年管の残存状況調査について
添付資料　　（添付資料）

議事摘録：

１．事務局挨拶

事務局から、開会の挨拶及び多忙中の出席へのお礼があった後、出欠状況の報告があった。

２．前回議事録（案）の確認

事務局から前回議事録（案）の通読があり、異議無く承認された。

３．今年度得られたデータの相関分析等について

日鉄住金パイプライン&エンジニアリングから、資料Ｎｏ．２及び添付資料に基づき、今年度得られたデータの相関分析等について説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　土壌抵抗率が同じものでも最大腐食深さや腐食速度はばらついている。何か理由があるのか。ないのであれば、2σの分散をもった式で推定するしかない。
○　Hmax と Hmax／√Y で整理することについて意見を伺いたい。
→　埋設年数と腐食深さは相関がありそうである。原点から広がっていく見方をすると、その広がりが腐食速度の違いを示している。
○　アスファルトジュート巻管は潜伏期間があるように見える。腐食が進まない期間があるが、５０年を超えると急に進行するように見える。亜鉛メッキ管とは別に考えるべきではないか。
○　土壌抵抗率は逆数でみると正相関が出る。１／ρで整理したほうがいい。

○　土壌抵抗率について、年間を通じても飽和の状態になることは多くない。埋設深さを考えると地下水の影響は少なく、雨が降った後しか飽和の状態にならない。現地測定の土壌抵抗率が実際の状況に近い値が出ると思われるが、どちらの因子を用いて推定するのが適切か。

→　局部腐食は、継続的な腐食ではなく、腐食しやすい環境で起きる。飽和の状態となったときに最も腐食が進むため、土壌抵抗率の飽和値はその土壌の腐食しやすさの指標となる。全面腐食を評価する場合に飽和値はあまり意味がないが、局部腐食の評価をする際には意味を持つ。

○　年数が経過するにつれて徐々に腐食速度が低下する傾向があるため、√Yを因子として用いることに物理的な意味はある。√Y と１／ρで推定式を作る方向で進めることでよいのではないか。

○　同じ土壌抵抗率で腐食深さがばらつくのは他にも腐食に影響する因子があるはずである。相関の高い推定式が出てきたが、他に因子がないのか。土壌抵抗率だけで需要家に説明できるのか。

→　土壌抵抗率は需要家に対する説明指標になる。ただ、ばらつきをどうするか、季節変動があるため年間を通じた定点観測も含めて検討する余地はある。

→　一年間を通じて、どのようにρが変化するのか、各地の年間降水量、気温の統計データと照らして評価すると、何か分かる可能性もある。

○　ガス管の埋設されている深さが浅いため、気象条件の影響も考えられる。経年管のデータは大手ガス事業者の管内が大半である。これが寒冷地や雨の多い地域に絞ったら、どうなるのか。そういった要因がばらつきの中に隠れているかもしれない。

○　今回の分析結果は今年度のデータだけを用いて分析したものか。

→　今年度のサンプリングされた経年管及び土壌の分析と昭和６０年度のデータを扱っている。昭和６０年度も局部腐食を対象としており、データの測定方法や測定内容が今年度と同等であるため同列に扱うことはできるが、昨年度分のデータは全面腐食を対象とした内容となっており、今年度とは内容が異なる。そのため、昨年度のデータを加えるとばらつきが大きくなると予想されるため、適切ではない。平成２８年度のデータよりは貫通管のデータをどう扱うかについて検討して分析していきたい。

○　何ｍも埋まっているガス管の中で数十ｃｍにカットしてサンプルし、それを測定し、そこから推定式を求めようとしているが、その方法は妥当なのか。例えば、２００ｃｍの管を１０ｃｍずつ２０本に分けて、それぞれの腐食深さを測定し、同じサンプル管で極値統計して最大値を推定すれば、推定式の精度がもっとあがるのではないか。推定式の結果が実際の腐食深さより甘い方向になることがないように注意する必要がある。

→　今年度は、サンドブラストした５０ｃｍのガス管から最も腐食した箇所を探し出して測定を実施しており、極値推定に近いことは行っている。

○　第４回に向けて、どうまとめていくか。また、分析の結果、相関のあった因子をどのように使っていくか。腐食深さに関係する因子を絞っていく必要がある。（各委員の意見を聴取し事務局でまとめる）

→　今年度の事業内容としては、どの因子がどの程度相関があるのかを分析し、推定式を求めるところまでである。この結果の活用方法を考えるのは今後の話である。

→　最終的な目的としては、これまで経年埋設管は２０～３０年で交換を促していたが、その交換を促進するために技術的な裏付けをもって説明をしたい。また、法改正により需要家への協力勧告が可能となったが、基準違反でないと命令できない。そのため、何らかの指標を作り、それを基に勧告したい。それから、今まではガス漏れが発見されてからしか手が打てなかったが、発見できないようなガス漏れが起きている場所の推定指標としても使用したい。

→　公的施設に関しては、２０２０年度末に経年管が残存している施設について、公表も検討している。残存状況にもよるが、その際に、残存している施設全てなのか、残存している施設の中でもリスクが高いものだけにするのか、その検討材料にしたい。

○　実際に現地で使えないものを作っても意味がない。最終的な目的を踏まえつつ、いかに簡便な方法で因子を測定できるのかも考えて推定式を作成する必要がある。

４．高周波交流電気探査技術の経年埋設ガス管への適用可能性検討について

産業技術総合研究所から資料Ｎｏ．３に基づき、高周波交流電気探査装置を用いたガス管周辺の土壌比抵抗計測についての説明があった後、以下の質疑応答があった。

○　計測した箇所の現地測定の結果はどれにあたるのか。

→　サンプル No.05-112 が測定現場となっている。

○　サンプルした深さはいくつか。

→　１５ｃｍである。資料 No.3 の深度と比抵抗値をみると深度 0-0.2m の比抵抗は 18330Ω cm となっている。土壌杖で現地の土壌抵抗率を測定した結果は最小値(N=3 平均値)が 20667Ω cm となっており、かなり近い値になっている。

○　最後の報告書には、日本防蝕の土壌抵抗率測定結果と対比した結果を入れると良い。

５．経年管残存状況調査の報告について

事務局から資料Ｎｏ．４に基づき、経年管の残存状況調査の報告があった後、以下の質疑応答があった。

○　２０２０年度末に、公的施設の残存数の見込みが０になっているが、達成できるのか。

→　現在の改善ペースでいけば、達成できると思われる。
○　学校の残存数はどのくらいか。
→　７００本ほどである。文科省が努力して対策した結果、３割ずつ減少してきている。
○　公的施設は、経済産業省から管轄している省庁に文書を出し協力を要請しているため、順調に減っているが、集合住宅が苦戦している。解体計画があっても、住民が退去しない等、なかなか進まない。

６．その他

事務局より以下の周知があった。

○　第４回の委員会については、平成３０年２月２６日（月）１５時から一般財団法人日本ガス機器検査協会３階 第１会議室で開催する。

以上

第４回　経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会 議事録

日　　時：平成３０年２月２６日（月）　１５：００　～　１７：００
場　　所：一般財団法人日本ガス機器検査協会３階 第１会議室
出 席 者：（敬称略・順不同）

委員長：	豊田　政男	大阪大学　名誉教授
委　員：	金子　功	一般社団法人日本ガス協会
	佐藤　弘隆	新日鉄住金エンジニアリング株式会社
	杉森　毅夫	一般社団法人日本コミュニティーガス協会
	妹尾　啓史	東京大学　教授
	中里　直人	東京ガス株式会社
	西川　明伸	大阪ガス株式会社
	藤本　愼司	大阪大学　教授
関 係 者：	根岸　寿実	経済産業省　産業保安グループ　ガス安全室
	島　周子	〃
	清水　良郁	〃
	江　耀宗	株式会社クレアテラ
	澤村　哲夫	一般社団法人都市ガス振興センター
	田嶋　貴行	〃
	松野　正一	〃
	笠井　隆司	日鉄住金パイプライン&エンジニアリング株式会社
	富田　修	〃
	赤間　智典	〃
	松岡　和己	日鉄住金テクノロジー株式会社
	干場　英里	〃
	岩松　智浩	一般社団法人日本ガス協会
	風間　順一	日本防蝕工業株式会社
	神宮司　元治	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	叶　嘉星	〃
事 務 局：	丹羽　哲也	一般財団法人日本ガス機器検査協会
	鍋嶋　康成	〃
	橋　洋三	〃
	齋藤　良裕	〃
	古松　雪乃	〃
	関山　貴洋	〃
	圓福　貴光	〃
	山本　純平	〃

（以上３２名）

議　　題　１．　事務局挨拶
　　２．　前回議事録（案）の確認
　　３．　土壌抵抗率測定結果の比較について
　　４．　今年度得られたデータの相関分析等について
　　５．　平成 28 年度データの AI によるビッグデータ解析結果（AI データ解析結果）について
　　６．　その他

配付資料
資料Ｎｏ．１　第３回経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発等委員会　議事録（案）
資料Ｎｏ．２　土壌抵抗率測定結果の比較について
資料Ｎｏ．３　今年度得られたデータの相関分析等報告（その２）
資料Ｎｏ．４　AI データ解析結果
添付資料　　（添付資料）

議事摘録：

１．事務局挨拶

事務局から、開会の挨拶及び多忙中の出席へのお礼があった後、出欠状況の報告があった。

２．前回議事録（案）の確認

事務局から、前回議事録（案）の通読があり、異議無く承認された。

３．土壌抵抗率測定結果の比較について

事務局から、資料Ｎｏ．２に基づき、土壌抵抗率測定結果の比較について説明があった後、産業技術総合研究所から以下のコメントがあった。

○　測定電極の大きさが 20cm ほどで、ガス管の埋設されている深度も同程度である。電極の大きさと同程度の深度にあるものを測定することになるため、測定結果のばらつきは大きい。測定条件が上手くあえば活用できる可能性はあると思われる。

４．今年度得られたデータの相関分析等について

日鉄住金パイプライン＆エンジニアリング株式会社から資料Ｎｏ．３及び添付資料に基づき、今年度得られたデータの相関分析等についての説明があった後、各委員から以下のコメントがあった。

○　昭和 60 年度事業のデータと今年度事業のデータをあわせて分析することは、当時の測定内容と今年度の測定内容を照らし合わせてみても妥当だと思わ

れる。
○　土壌抵抗率と管対地電位で回帰式を求めているが、理論上からもその２つの項目で腐食速度を求めることは妥当である。
○　特異点について、なぜ特異点となったか、特異点の共通項がわかれば、回帰式以外の一つの指標として利用できる可能性がある。
○　土壌抵抗率と管対地電位の測定について､測定結果は平均されてしまうが、それでも今年度の分析では相関が認められた。ただ、この回帰式は 10cm のサンプル管で求めたものであり､実際に現場で埋設されているガス管はもっと長い。そのため、極値統計解析を用いて、実際の現場に適した推定式にする必要がある。
○　実際の回帰式で現状考えられる物件の情報を入れて、計算結果がどうなるのか、ケーススタディをして、その結果が、大幅に偏っていないか、実際の結果と大きくずれていないか、妥当性を検証してほしい。回帰式が交渉のツールとして妥当なものなのか、需要家を説得させるためにはもっと予測式の精度を上げる必要がある。
○　次年度は実用面を考えて、事業を行ってほしい。次年度の事業内容についても、ガス管の腐食を予測する上で精度向上につながるいくつかの課題に優先順位をつけて検討してほしい。
○　現地測定の土壌抵抗率について相関が高い結果となったが、今年度事業の測定結果は測定時期が偏っている。土壌抵抗率の季節変動は確認する必要がある。大気に露出している状態の腐食は季節変動の影響を受け、特定の時期にしか腐食が大きく進まないこともわかっている。しかし、土壌に埋設されたものの研究は今までないため、土壌についても同様の傾向があるのか調査をすることで推定式の信頼性が増すことになる。
○　バラツキについて統計的に明らかにする必要がある。そのために長延長のガス管測定の結果から極値統計解析して、実際に測定した結果との比較で、バラツキの幅を検討する。
○　今年度事業のまとめとして、この分析結果は妥当である。委員会としては今後の課題を提案し、次年度事業の実施項目は委員の意見を聞きながら、優先順位をよく検討して実施してほしい。事業の予算、期間等も考慮して、優先順位の重みづけをしてほしい。
○　事業の報告書については、適宜委員に相談してほしい。

５．平成 28 年度データの AI によるビッグデータ解析結果(AI 解析結果)について

産業技術総合研究所から資料Ｎｏ．４に基づき、平成 28 年度データの AI によるビッグデータ解析結果（AI 解析結果）について説明があった後、以下のコメントがあった。

○　AI 分析の解析結果に平成２９年度の測定データを追加してさらに解析すれば、今年度のデータの解析結果を補完できる可能性がある。

○　質疑応答については、メールで事務局までお願いしたい。事務局でまとめて問い合わせをする。

６．その他

事務局から以下のコメントがあった。

○　事業の報告書について、３月９日ごろにおおよその形になる予定である。考察等は事前に委員の方に連絡し、意見を反映する。
○　本委員会の議事録については、早急にまとめて、出席者に確認してもらい、承認を得る。

経済産業省から以下のコメントがあった。

○　本事業は２年目となり、どこまでリスクを調査できるか、成果を出すのは難しいと感じていたが、一定の方向性がみえてきた。本事業の３年目では、推定式の信頼性を高め、本事業が終わったとき、実際に使える推定式ができればいい。

以上

参考資料２

総合分析・管体調査結果詳細

目　次

１．他分野における腐食現象調査事例調査

２．平成２８年度事業で得られたデータの高度分析

３．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況調査

４．総合分析及び評価方法・基準の検討

５．H30 年度検討課題

［別表］

別表 1 サンプル管採取場所及び環境一覧表
別表 2　土壌環境因子現地調査結果
別表 3　現地採取土壌ラボ試験結果
別表 4　サンプル管肉厚測定結果一覧表
別表 5　H29Fy 統計基本データ一覧表
別表 6　S60Fy 統計基本データ一覧表

［別図］

サンプル管外観調査及び管厚測定結果

［委員会報告資料］

Ⅰ．　第 1 回委員会（平成 29 年 8 月 22 日）
Ⅱ．　第 2 回委員会（平成 29 年 10 月 30 日）
Ⅲ．　第 3 回委員会（平成 30 年 1 月 30 日）
Ⅳ．　第 4 回委員会（平成 30 年 2 月 26 日）

［電子データ資料］

別表 1 サンプル管採取場所及び環境一覧表
別表 2　土壌環境因子現地調査結果
別表 3　現地採取土壌ラボ試験結果
別表 4　サンプル管肉厚測定結果一覧表
別表 5　H29Fy 統計基本データ一覧表
別表 6　S60Fy 統計基本データ一覧表

１．他分野における腐食現象調査事例調査

第２回委員会において、資料No.2「１．他分野における腐食現象調査」及び添付資料「調査資料内容詳細」の内容で報告した。その要点は以下の通り。

① 文献調査した主な過去の経年埋設管の調査・研究

ⅰ）日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（本支管） S58.3, S59.3

ⅱ）日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（供内管） S59.3, S60.3

ⅲ）日本ガス協会：供給管腐食対策ガイドライン S60.11

ⅳ）簡易ガス協会：簡易ガス導管管理技術調査報告書 S61.3, S62.3, S63.3

ⅴ）高圧ガス保安協会：埋設管腐食測定器の測定マニュアル

ⅵ）高圧ガス保安協会：埋設管保安高度化技術保安専門技術者研修テキスト

ⅶ）水道分野：農業用管水路における鉄鋼系管材の腐食調査と要因評価について（H25）

ⅷ）水道分野：埋設管の腐食環境の解析と腐食予測 S63

ⅸ）核燃料サイクル機構：土壌埋設鋼材の長期腐食居層に関する研究（H3.3～H9.2）

ⅹ）粘土中に埋設された鉄の腐食事例の研究(H12.2)

ⅹⅰ）米国技術研究所（EPRI）：埋設配管ｻｰﾋﾞｽ性評価に用いる腐食予測に関する報告

② 確認された技術的検証

・高圧ガス保安協会では、LP埋設管のC/Sマクロセル腐食に対し通電変化量を測定する測定器により判定している。（腐食速度が速く、原因も明確であり、予測は比較的容易）

・水道分野では、ANSI評価基準による埋設管の腐食量予測を試みているが、実際の腐食量の予測はできていない。

・原子力分野では、サンプル管等での腐食測定結果から、極値統計解析手法により、地中表面積のより大きな容器の最大腐食深さの予測を継続的に研究している。

・EPRIでは、これまでの米国内埋設管の腐食データを再分析し、腐食速度は、土壌環境因子とあまり意味のある相関はないとしている。

・ガス管と同様に、水道分野では、鋳鉄管を対象として、腐食深さ、腐食速度と埋設経過年、土壌環境因子の相関関係から求めた回帰式を提案している。

・ガス管の分野では、S58～S63頃に、経年埋設管の腐食に関する調査、研究が精力的に実施された。ただし、この当時埋設経過年は高々30年程度である。対策の対象は主にC/Sマクロセル腐食であるが、C/Sマクロセル腐食、一般腐食（マクロセル腐食、ミクロセル腐食）も含めた腐食深さ予測式が提案されている。

・統計解析手法としては、単相関分析以外に、数量化理論Ⅰ類、重回帰分析が採用されている。

・腐食深さ及び腐食速度の影響を与える主な土壌環境因子は、管対地電位、土壌比抵抗、含水比、酸化還元電位、pH 及び埋設経過年などであるが、ばらつきが大きく相関係数はさほど大きくない。
・日本ガス協会の「ガス工作物設置基準調査について（供内管）」は、今回の目的と同じ目的をもった大いに参考となる過去の調査・研究である。

２．平成２８年度事業で得られたデータの高度分析

第 2 回委員会において、資料 No.2「２．Ｈ２８Ｆｙデータの再分析」の内容で報告した。その要点は以下の通り。

① 解析に際して、経年埋設ガス管の元厚は計測された最大肉厚（昨年度は公称値を採用）と再定義し、最大腐食深さの値を修正した。
② H28Fy 得られたサンプル管を再調査し、報告書で指摘された「局部腐食」のあるサンプル管と「全面腐食のみ」のサンプル管の分類を実施した。
③ また、貫通管には、明らかに C/S マクロセル腐食に起因すると思われるタイプのものがあり、分析の対象から除外した。また、そうでないタイプの貫通管は、貫通孔の形状より貫通までの経過年数を推定した。
④ ②及び③の考え方で、H28Fy 再分析のサンプル管数は、以下の通りとした。
亜鉛メッキ管　：201（全数）－31（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）＝163 データ
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管：　76（全数）－17（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）＝　57 データ
⑤ 単相関分析結果
・亜鉛メッキ管の最大腐食深さ、腐食速度は、土壌抵抗率と相関がある。
・最大腐食深さと埋設経過年には優意な相関は認められない。
（これは、腐食速度の大きなガス管は既に撤去・取替えされていることも一因）
⑥ 回帰分析結果
・腐食評価量は、腐食速度が経年とともに減少することを考慮した「Hmax/√Y」を採用し回帰式を求めた。土壌抵抗率は、S60Fy と同じく、最も相関係数が大きくなる 1/√ρ を採用した。
・Hmax/√Y－1/√ρ の回帰式は、亜鉛メッキ全データ（163）では、r=0.19（危険率 5%で有意）であり、腐食の厳しい環境（ρ≦4,000Ω・cm）を除くデータ（124）では、r=0.32（危険率 1%で有意）となる。
⑦ 数量化理論Ⅰ類により、最大腐食深さと塗覆装、埋設経過年、土壌抵抗率、含水比、及び土性の 5 アイテムで分析を行った。最大腐食深さに影響度が大きい順は、
含水比＞土壌抵抗率＞埋設経過年＞土性＞塗覆装
となったが、「埋設経過年は古い方が腐食深さは浅い」という矛盾のある結果となり、有意な解析結果は得られていない。

３．管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況調査

第 3 回委員会において、資料 No.2「今年度得られたデータの相関分析等報告」の内容で報告した。その要点は以下の通り。

３．１　H29Fy サンプル管のデータ集計

①　採取したサンプル管の数量

9/11～12/14 の間（約４ケ月）に以下のサンプル管を採取した。

亜鉛メッキ管	７４本（うち短管：６２本、長尺管：１２本）
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	３８本（うち短管：３７本、長尺管：　１本）
合計	１１２本（うち短管：９９本、長尺管：１３本）

②　サンプル管採取場所及び環境

「別表 1　サンプル管採取場所及び環境一覧表（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料①　と同一内容）に示す通りである。

③　サンプル管採取場所の土壌環境因子

「別表 2　土壌環境因子現地調査結果（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料②と同一内容）に示す通りである。

④　サンプル管採取場所の現地採取土壌ラボ試験結果

「別表 3　現地採取土壌ラボ試験結果（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料⑤と同一内容）に示す通りである。

⑤　サンプル管の肉厚測定結果

「別表 4　サンプル管肉厚測定結果一覧表（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料④と同一内容）に示す通りである。

⑥　サンプル管外観調査及び管厚測定データ

「別図　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（1/112）～（112/112)」に示す通りである。

⑦　H29Fy 採取サンプル管の統計基本データ

H29Fy 採取した 112 ｻﾝﾌﾟﾙ管の統計基本データは、「別表 5　H29Fy 統計基本データ一覧表（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料⑥と同一内容）に示す通りである。ただし、WZ40-1、WA40-2 及び WA50-13 の３データは、電気防食の影響を受けているため、今回の腐食調査対象外とし、残りの 109 データを分析用統計基本データとした。

⑧　S60Fy 採取サンプル管の統計基本データ

S60Fy 採取した１２１データについては、報告書（日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（供内管）S60. 3）に記載された基本データを、「別表 6　S60Fy 統計基本データ一覧表（1/2)、(2/2)」（第 3 回委員会添付資料⑦と同一内容）に再整理した。

３．２　H29Fy サンプルガス管の腐食状況調査

①　埋設経過年の分布

H29Fy サンプル管の埋設経過年は、34 年～76 年と広範囲に分布し、平均値は亜鉛メッキ管は 47.1 年、アスファルトジュート巻き管は 53.1 年であった。H28Fy サンプル管の分布とも概ね一致する。（図 3. 1）

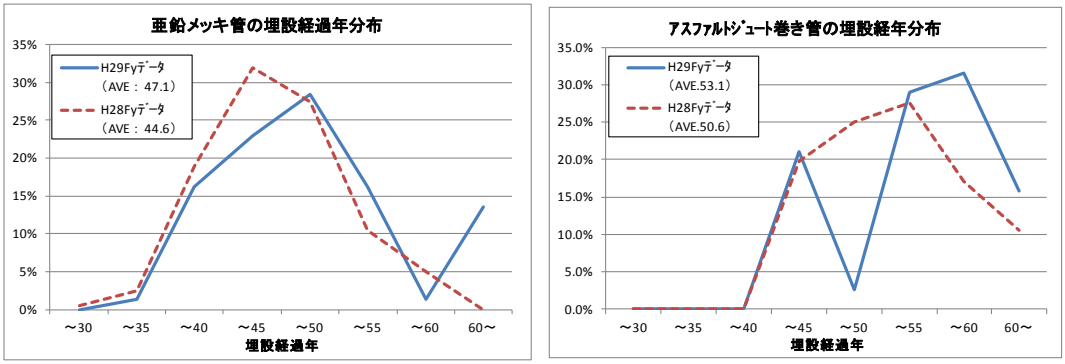


図 3.1　H29Fy サンプル管の埋設経過年分布（5 年ごとｸﾞﾙｰﾌﾟの全体に占める割合）

②　最大腐食深さ測定結果の分布

H29Fy サンプル管の最大腐食深さの値及びその分布は、H28Fy サンプル管と概ね一致し、その平均値は亜鉛メッキ管は 1.67mm、アスファルトジュート巻き管は 1.69mm であった。（図 3. 2）

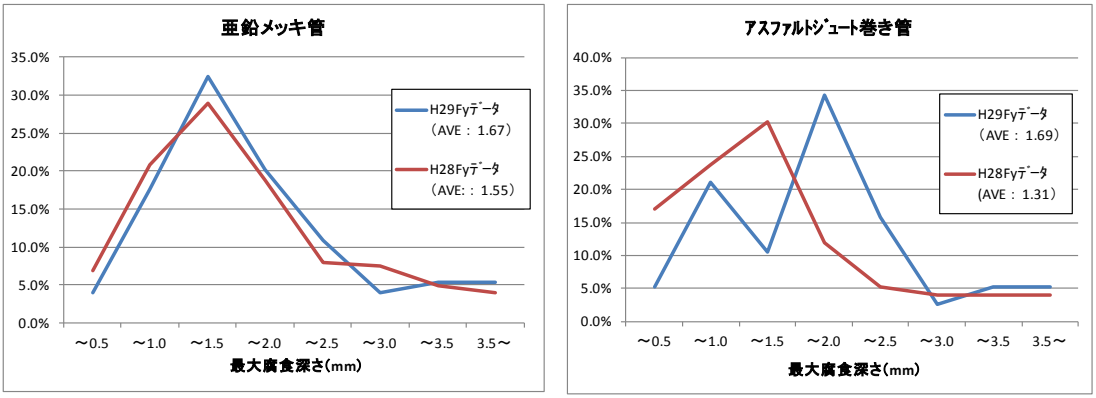


図 3.2　H29Fy サンプル管の最大腐食深さ分布
（0.5mm ごとｸﾞﾙｰﾌﾟの全体に占める割合）

③　最大腐食深さと埋設経過年の関係

図 3.3 は、H29Fy 亜鉛メッキ管及びｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の最大腐食深さと埋設経過年の相関図である。ともに、強い相関ではないが、全体的に右肩上がりの分布となっており、埋設経過年とともに最大腐食深さは増す傾向がある。

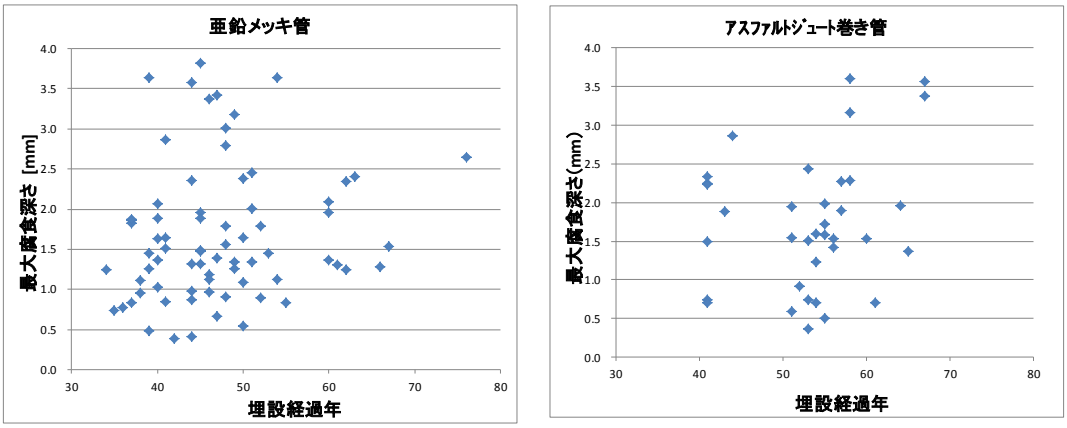


図 3.3　H29Fy サンプル管の最大腐食深さと埋設経過年の関係

④　管対地電位の分布

全体の約 92%が、真砂土や砂地における一般的な鋼材の自然電位（-600mV～-300mV）を示し、特に亜鉛メッキの残存を示すような小さな値は測定されなかった。（図 3.4）

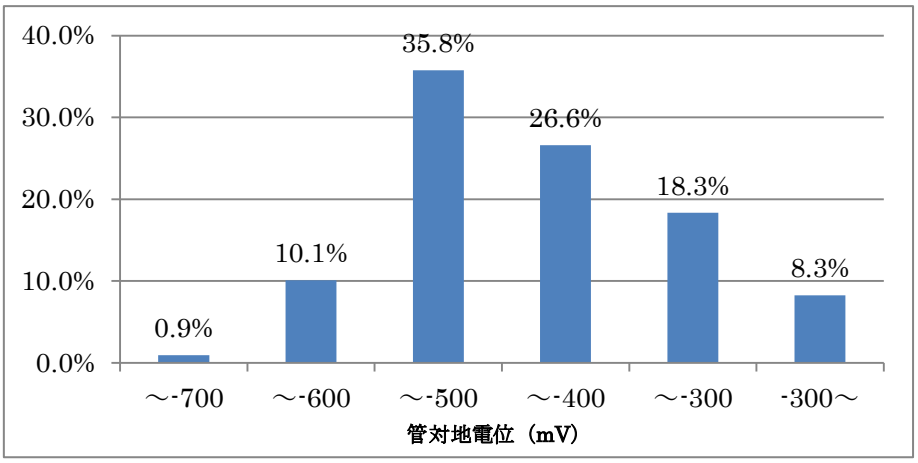


図 3.4　H29Fy 全サンプルの管対地電位分布（109 ﾃﾞｰﾀ）
（100mV ごとｸﾞﾙｰﾌﾟの全体に占める割合）

⑤　土壌抵抗率の分布

全体の約 20%が腐食性大 or 中とされる 5,000Ω・cm 以下の値を示しており、腐食性が小とされる 5,000～10,000Ω･cm が約 30%、腐食性が非常に小さいとされる 10,000Ω・cm を超えるサンプルが残り約 50%を占めている。（図 3.5）

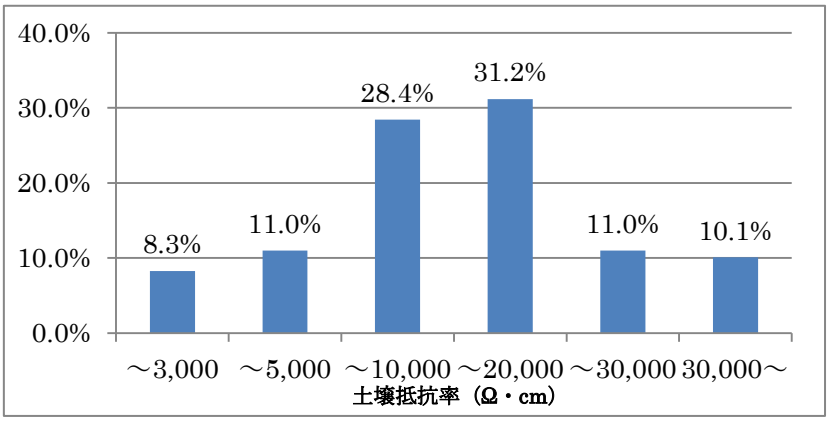


図 3.5　H29Fy 全サンプルの土壌抵抗率分布（109 ﾃﾞｰﾀ）

⑥　数量化理論 I 類による H29Fy データの解析

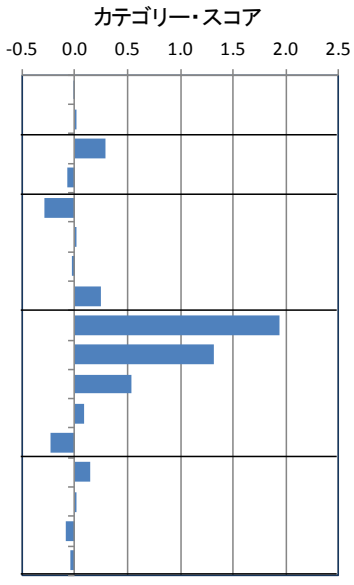
最大腐食深さと塗覆装、建築物構造、埋設経過年、土壌抵抗率、管対地電位、の 5 アイテムで数量化理論 I 類による分析を行った。（表 3. 1）最大腐食深さに影響度が大きい順は、以下の通りとなり、その内容は定性的な傾向を満足するものである。

土壌抵抗率＞埋設経過年＞建築物構造＞管対地電位＞塗覆装

表3. 1　数量化理論 I 類によるカテゴリー分類と解析結果

解析対象	H29Fy調査
データ数	109
目的変数	最大腐食深さ

アイテム	No.	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
塗覆装	1	亜鉛ﾒｯｷ	−0.006	0.017	0.010
	2	ｱｽﾌｧﾙﾄ･ｼﾞｭｰﾄ巻	0.011		
建築物構造	1	鉄筋C及び鉄筋系	0.295	0.361	0.168
	2	木造その他	−0.066		
埋設経過年 Y（year）	1	＜40	−0.287	0.533	0.181
	2	40=＜　＜50	0.017		
	3	50=＜　＜60	−0.027		
	4	60=＜	0.246		
土壌抵抗率 ρ（Ωcm）	1	＜1,000	1.934	2.173	0.430
	2	1,000=＜　＜2,000	1.313		
	3	2,000=＜　＜4,000	0.536		
	4	4,000=＜　＜10,000	0.082		
	5	10,000=＜	−0.238		
管対地電位 P/S(−mV)	1	＜400	0.148	0.238	0.110
	2	400＜=　＜500	0.007		
	3	500＜=　＜600	−0.089		
	4	600＜=	−0.037		
定数項			1.694		



⑦　埋設ガス管の最大腐食深さの相関分析の進め方

第 3 回委員会では、埋設ガス管の最大腐食深さの相関分析の進め方について、以下の方針を決定した。

ｉ）腐食評価量は、埋設経過年とともに腐食速度が低減する物理的意味合いを持つ「Hmax/√Y」（最大腐食深さを埋設経過年の平方根で除した腐食速度）を採用する。

ⅱ）説明変数の土壌抵抗率は、物理的な意味を持ち、且つ腐食評価量と正相関となる「1/ρ」（土壌抵抗率の逆数（=電気伝導度）を採用する。

ⅲ） H29Fy データは、埋設経過年が約 30 年以上のデータだけであり、その 30 年までのデータを補間することができる S60Fy データを加えて相関分析を行う。

４．総合分析及び評価方法・基準の検討

第 4 回委員会において、資料 No.3「今年度得られたデータの相関分析等報告（その２）」の内容で報告した。その要点は以下の通り。

４．１　単相関分析結果

①　H29Fy データの単相関分析結果

亜鉛メッキ管、全サンプル管では、Hmax/√Y は、すべての土壌抵抗率と強い相関があり、特に 1/ρ min 現地との相関が強い。また、アスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と相関がある。（表 4.1）

表 4.1　Hmax/√Y と 1/ρ の単相関分析結果（H29Fy）

腐食評価量		Hmax/√Y		
	データ数	n=73	n=36	n=109
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
1/ρ min現地	相関係数	0.441	0.302	0.403
	有意性	◎	△	◎
1/ρ Lab採取	相関係数	0.365	0.289	0.345
	有意性	◎	△	◎
1/ρ Lab飽和	相関係数	0.399	0.036	0.309
	有意性	◎	－	◎
◎:危険率　1%で有意		|r|≧0.300	|r|≧0.424	|r|≧0.248
○:危険率　5%で有意		|r|≧0.231	|r|≧0.329	|r|≧0.190
△:危険率10%で有意		|r|≧0.194	|r|≧0.279	|r|≧0.160

②　S60Fy データの単相関分析結果

亜鉛メッキ管、全サンプル管では、Hmax/√Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と強い

相関或いは相関がある。また、アスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρ Lab 採取と相関がある。（表 4.2）

表 4.2　Hmax/√Y と 1/ρ の単相関分析結果（S60Fy）

腐食評価量		Hmax/√Y		
データ数		n=66	n=55	n=121
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
1/ρ min現地	相関係数	0.434	0.160	0.211
	有意性	◎	―	○
1/ρ Lab採取	相関係数	0.343	0.288	0.240
	有意性	◎	○	◎
1/ρ Lab飽和	相関係数	－	－	－
	有意性	－	－	－
◎:危険率　1%で有意		｜r｜≧0.316	｜r｜≧0.345	｜r｜≧0.237
○:危険率　5%で有意		｜r｜≧0.243	｜r｜≧0.266	｜r｜≧0.181
△:危険率10%で有意		｜r｜≧0.205	｜r｜≧0.224	｜r｜≧0.153

③　H29Fy データ＋S60Fy データの単相関分析結果（管対地電位、土壌抵抗率）

管対地電位については、全サンプル管で、Hmax/√Y は、P/Smax と強い相関がある。また、アスファルトジュート巻き管も、Hmax/√Y は、P/Smax と相関がある。

土壌抵抗率については、全サンプル管、亜鉛メッキ管及びアスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と強い相関或いは相関がある。

表 4.3　Hmax/√Y と P/Smax、1/ρ の単相関分析結果（H29Fy＋S60Fy）

腐食評価量		Hmax/√Y		
データ数		n=139	n=91	n=230
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
P/Smax	相関係数	−0.121	−0.237	−0.183
	有意性	―	―○	-◎
1/ρ min現地	相関係数	0.513	0.214	0.350
	有意性	◎	○	◎
1/ρ Lab採取	相関係数	0.478	0.302	0.375
	有意性	◎	◎	◎
◎:危険率　1%で有意		｜r｜≧0.220	｜r｜≧0.269	｜r｜≧0.170
○:危険率　5%で有意		｜r｜≧0.168	｜r｜≧0.206	｜r｜≧0.130
△:危険率10%で有意		｜r｜≧0.142	｜r｜≧0.174	｜r｜≧0.109

４．２　H29Fy データ＋S60Fy データによる重回帰分析結果

［解析のケース分類］

式番号		（式１）	（式２）
説明変数		1/ρ min 現地	1/ρ min 現地＋P/Smax
管種	全サンプル管	H_{ALL1}	H_{ALL2}
	亜鉛メッキ管	H_{KS1}	H_{KS2}
	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	H_{AS1}	H_{AS2}

（式１）説明変数（土壌抵抗率：1/ρ min 現地）による回帰式

① 全サンプル管　$H_{ALL1} = (0.226+289/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

② 亜鉛メッキ管　$H_{KS1} = (0.200+524/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

③ ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　$H_{AS1} = (0.228+131/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

（式２）説明変数（土壌抵抗率：1/ρ min 現地＋管対地電位：P/Smax）による重回帰式

④ 全サンプル管　$H_{ALL2} = (0.427+360/\rho-4.6\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

⑤ 亜鉛メッキ管　$H_{KS2} = (0.409+599/\rho-4.9\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

⑥ ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　$H_{AS2} = (0.401+184/\rho-3.8\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

４．３　回帰式計算結果の比較・検証

① 回帰式（式１）による最大腐食深さ計算値（Y=50 年）

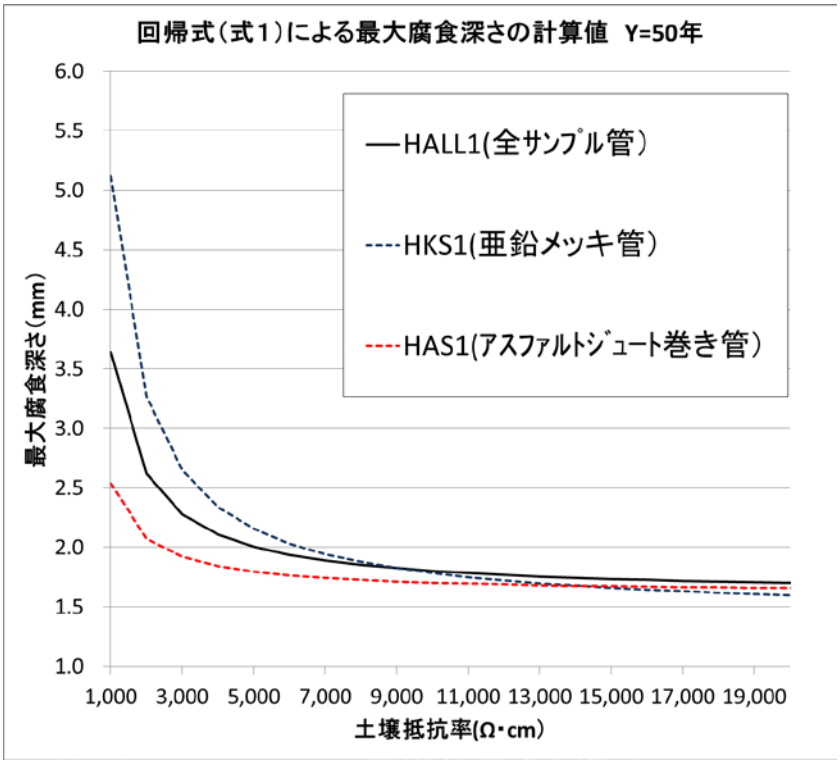


図 4,1　回帰式（式１）による最大腐食深さの計算値(Y=50 年)

② 重回帰式（式２）による最大腐食深さ計算値（Y=50 年、P/S=-470mV）

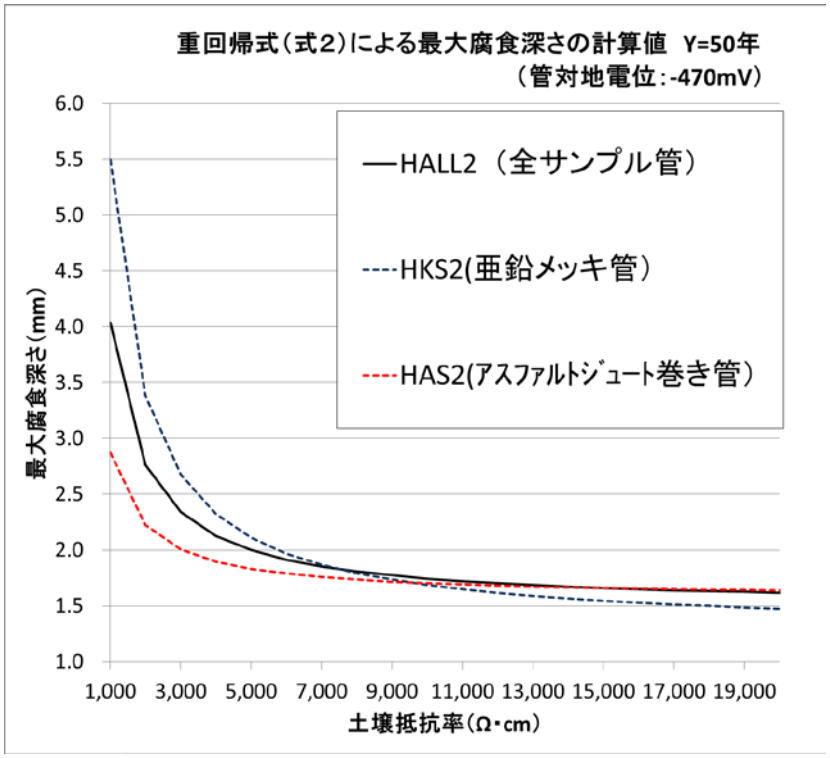


図 4.2 回帰式（式１）による最大腐食深さの計算値(Y=50 年)

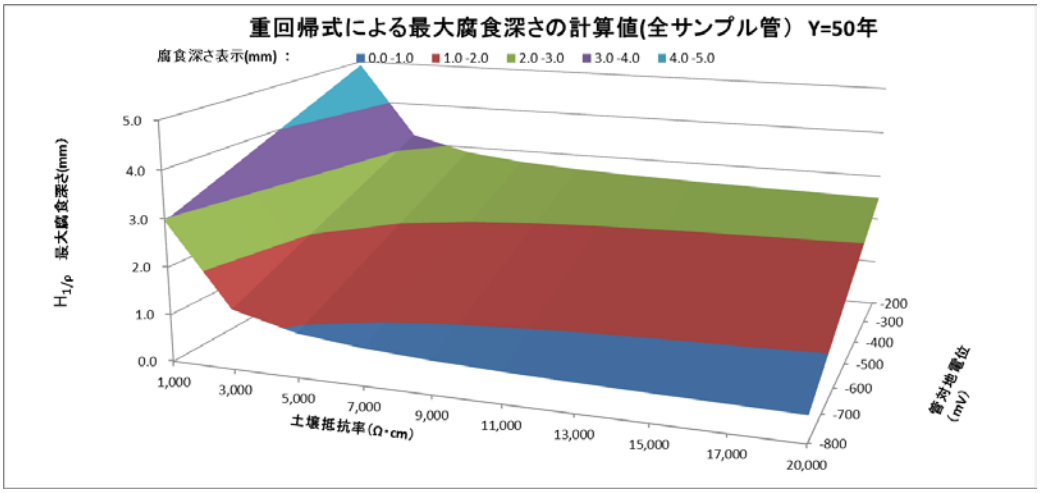
図 4.1 と図 4.2 の比較より、以下の知見が得られる。

ⅰ）（式２）の管対地電位 P/Smax=-470mV（H29Fy 測定値のほぼ平均値）のとき、（式２）と（式１）の計算値は、全サンプル管、亜鉛メッキ管、及びアスファルトジュート巻き管のすべてにおいて、ほぼ同等の最大腐食深さとなる。

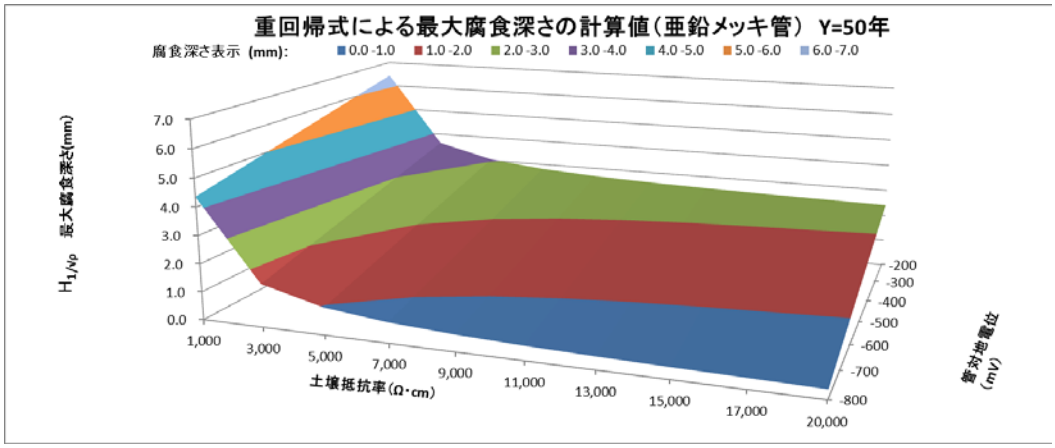
ⅱ）（式２）と（式１）の計算値は、ともに土壌抵抗率が 10,000Ω・cm 以上になると約 1.6mm で一定の値となる。

ⅲ）ただし、（式２）の計算値は、管対地電位の値によって大きな影響を受ける。その影響値は、図 4.3 に示す通りで、最大 2mm 程度となる。

a）全サンプル管



b）亜鉛メッキ管



c）アスファルトジュート巻き管

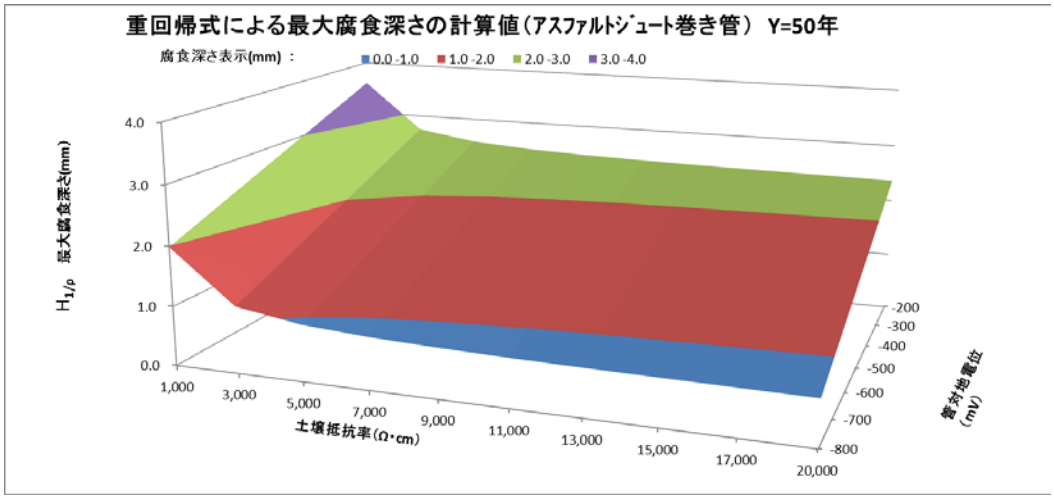


図 4.3　重回帰式（式２）による最大腐食深さの計算値(Y=50 年)

4，4　最大腐食深さの極値統計による分析

長尺管の最大腐食深さ測定データを使用して極値統計解析を行い、長延長時の最大腐食深さの推定手法を検討した。

表 4.4 は長尺管（13 サンプル）の最大腐食深さ測定結果を、また表 4.5 には、極値統計解析結果を示している。表 4.5 の Hex1m（T=10）、Hex5m（T=50)及び Hex10m（T=100)はそれぞれ今回計測した 10cm のサンプル管の最大腐食深さから、1m、5m 及び 10m の長延長対象区間の最大腐食深さを極値統計により推定した結果である。

この Hex を Hmax で除した割増率を、極値分布の有意性が強いと考えられる 8 サンプル（表 4.5 の有意性○印）の平均値として求めると以下のようになる。

対象区間長さ　1m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.08

対象区間長さ　5m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.34

対象区間長さ 10m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.45

このような考え方を採用することにより、定尺サンプル管の最大腐食深さから、入替対象埋設延長区間内の最大腐食深さの推定を行うことが可能となる。

表 4.4　長尺管の最大腐食深さ測定結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	埋設経過年（年）	土壌抵抗 ρ(Ωcm)	最大腐食深さ(mm)						最大値 Hmax(mm)
			n1	n2	n3	n4	n5	n6	
01-102	37	6,194	0.51	0.27	0.23	1.82	1.76		1.82
03-101	37	27,613	1.72	1.88	1.41	1.11			1.88
12-103	40	4,882	2.07	1.81	2.1	1.76			2.10
01-101	44	2,565	1.68	1.34	1.68	1.52	1.86		1.86
09-122	44	8,197	2.49	2.07	2.29	2.86	2.19		2.86
10-102	47	6,143	0.6	0.55	0.67	0.43	0.5	0.42	0.67
07-101	48	12,963	1.55	2.51	2.79	1.66	1.32		2.79
06-101	48	35,039	1.09	1.05	1.79	1.21			1.79
08-103	49	8,237	1.6	2.29	1.59	3.18	2.4		3.18
11-107	49	12,146	1.26	1.34	0.91	0.79	0.36		1.34
05-121	51	5,992	1.02	1.17	1.35	1.34	1.25		1.35
02-101	52	5,931	0.95	0.89	0.91	0.44			0.95
08-115	66	18,684	0.87	1.28	1	0.97	0.61		1.28

表 4.5　極値統計解析結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	有意性 確率紙(簡易)	分布パラメータ		Hex(mm)					
		α	λ	1m(T=10)	Hex/Hmax	5m(T=50)	Hex/Hmax	10m(T=100)	Hex/Hmax
01-102	×	0.6081	0.5461	1.91	1.05	2.92	1.60	3.34	1.84
03-101	○	0.4074	1.1755	2.09	1.11	2.77	1.47	3.05	1.62
12-103	○	0.1778	1.7785	2.18	1.17	2.47	1.33	2.60	1.40
01-101	○	0.2032	1.5087	1.97	0.94	2.30	**1.10**	2.44	**1.16**
09-122	○	0.2515	2.2282	2.79	0.98	3.21	1.12	3.39	1.18
10-102	○	0.0913	0.4999	0.71	1.05	0.86	1.28	0.92	1.37
07-101	×	0.5332	1.6489	2.85	**1.02**	3.73	1.34	4.10	1.47
06-101	×	0.2480	1.0530	1.61	0.90	2.02	1.13	2.19	1.23
08-103	×	0.5319	1.8907	3.09	0.97	3.97	1.25	4.34	1.36
11-107	○	0.4188	0.7132	1.66	1.24	2.35	1.75	2.64	1.97
05-121	○	0.1500	1.1496	1.49	**1.10**	1.73	**1.29**	1.84	**1.36**
02-101	×	0.3238	0.5250	1.25	1.32	1.79	1.88	2.01	2.12
08-115	○	0.2431	0.8159	1.36	1.06	1.76	1.38	1.93	1.51

５．H30 年度検討課題

本事業の継続となる H30 年度事業においては、実現場での適用を考慮した腐食量推定式の導出を行うことが必要であると考えられる。そのため、ベースとなる回帰式の信頼度向上に関する検討および説明変数として採用する支配因子についての不確定性に関する影響評価等を行い、腐食量推定式を構築する。

５．１　回帰式信頼度向上

（１）　H29Fy データの精査

・個々のデータを精査し、特異点となるデータ等についてその原因・背景等を調査・解析を行い、解析対象として採用するデータの取捨選択を行う。

・特に長尺管においては管対地電位の分布と腐食減肉深さの分布を精査する。

（２）　S60Fy データの精査

・S60Fy の個々のデータを精査し、H29Fy と異なる腐食メカニズム・データを除外したデータを活用することにより、回帰式の信頼度向上に資するか検討する。

（３）土壌抵抗率の現場測定特性の把握と推定式への適用

５．２（１）に示すように、現場測定により求められる土壌抵抗率の測定誤差（季節、気候等も考慮）特性を把握し、推定式の信頼度向上を計る。

（４）管延長の影響評価（極値統計解析の活用検討）

・H29Fy 長尺サンプル管（未ブラスト分）を用いて極値統計解析を行い、入替対象埋設管延長内に存在する最大減肉深さを想定した腐食量推定式を検討する。

（５）亜鉛めっきの有効期間およびアスファルト塗覆装の耐用期間の検討

・塗装および塗覆装の耐用期間を考慮することにより、腐食速度が大きくなる傾向が得られることから、これら耐用期間の活用を検討する。

（６）説明変数に関する詳細検討

・回帰式および推定式で使用する説明変数（土壌抵抗率、管対地電位）を腐食現象の直接的な支配因子である腐食電流への換算等を検討し、腐食評価量の説明変数としての優位性を検証する。

５．２ 支配因子の影響調査および現地測定法の評価

（１）　土壌抵抗率の変動影響調査

・土質、土被り、気候（温度、降水量等）により土壌抵抗率がどの程度影響を受

けるかを全国数カ所（富津および全国ガス会社 2～5 社の敷地内）で長期モニタリングを実施する。
・あわせて通常現場で使用される土壌杖での測定も実施する。
・得られたデータを元に腐食量推定式への反映を検討する。

（2） 腐食生成物が管対地電位に及ぼす影響調査

・H29Fy データでは Hmax/√Y と管対地電位（P/Smax）の相関係数は、R=0.14（109 データ）であり、S60Fy データ R=0.35(121 データ)と比較すると、かなり小さな値となった。これは、H29Fy データでは、管全面を覆う腐食生成物の影響で、全体的に管対地電位が高く計測されたためである考えられる。即ち、管対地電位は、長期埋設されているガス管の現在の腐食状況の程度を示す指標であると考えられる。したがって、管対地電位は腐食量の予測だけでなく、管の腐食状況を予測できる可能性がある。

しかし、このような全面的に錆で覆われた埋設管における管対地電位と腐食量の関係はこれまで明らかにされていない。

そこで、今回得られたサンプル管を再調査するとともに、腐食深さと腐食生成物が固着した埋設環境下での埋設管の管対地電位の定量的な関係を確認するために、以下の評価試験を行う。（下記試験においては、５．２（１）の土壌抵抗率の長期モニタリングと併せて実施し、気象等の影響も評価する。）

①H29Fy サンプル管残管（長尺管）の管表面電位と腐食状況の関係調査

H29Fy サンプル管残管（未サンドブラスト長尺管：1.5mL×13 本）の管表面電位を詳細に計測し、その後ブラスト処理・減肉深さ測定を行い、管表面電位と腐食状況との関係を詳細に調査する。

②長尺管の長期埋設試験による管対地電位と腐食状況の関係調査

①の長尺管のうち、選別した数本をラボで管表面電位計測後、土壌抵抗率長期モニタリングと併せて、再度埋設し、気象等の条件も含めた管対地電位を定期的に測定する。

長期埋設（約 6 ヶ月）後、長尺管を堀上げ、管表面の電位測定後、ブラスト処理・減肉深さ測定を行う。これにより、埋設時の管対地電位と腐食状況との関係を明らかにする。

③試験片を用いた対地電位と腐食状況の関係調査

①及び②の現象を定量的にバックアップするために、土壌抵抗率の長期モニタリングに合わせて試験片（研き鋼）を埋設し、試験片対地電位と腐食

状況の関係を調査・評価する。

試験片の埋設、試験環境は以下の２種類とする。

ⅰ）埋設後自然電位をモニタリングし、自然電位の貴化に与える土質および土被りの影響を評価する

ⅱ）通電による強制腐食（加速試験）を行い、試験片対地電位と腐食量・深さ等との関係を評価する。

④試験管を用いた長期埋設評価

②の現象を定量的にバックアップするために、土壌抵抗率の長期モニタリングに合わせて試験管（鋼管短管）を埋設し、通電による強制腐食（加速試験）を行い、管対地電位と腐食状況の関係を調査・評価する。

５．３　埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判定基準の検討

５．１回帰式信頼度向上及び５．２支配因子の影響調査および現地測定法の評価支配因子の影響調査および現地測定法の評価を実施したうえで、埋設ガス管の最大腐食深さの推定式を確立する。

更に、ガス管の種類、管径毎の肉厚の違い及び現地での土壌環境因子の測定方法によるばらつきも考慮した経年ガス埋設管の最大腐食深さに関する総合評価方法と、その判断基準を提言することとする。

以上

別表リスト

＜TITLE＞	＜PAGE＞
別表 1　サンプル管採取場所及び環境一覧表	80～81
別表 2　土壌環境因子現地調査結果	82～83
別表 3　現地採取土壌ラボ試験結果	84～85
別表 4　サンプル管肉厚測定結果一覧表	86～87
別表 5　H29Fy 統計基本データ一覧表	88～89
別表 6　S60Fy 統計基本データ一覧表	90～91

別表1　サンプル管採取場所及び環境一覧表（1／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	建物構造	埋設年（西暦）	埋設経過年	埋設深度（cm）	現場の表層	同穴別穴	絶縁処置の有無	電位測定実施日	サンプリング実施日
1	01-101	北海道	25	木造	1980	37	80	土	同穴	無	11月7日	11月7日
2	01-102	北海道	25	木造	1980	37	80	土	別穴	無	10月20日	10月20日
3	01-103	北海道	25	木造	1973	44	85	土	同穴	無	11月10日	11月10日
4	02-101	仙台	25	木造	1965	52	25	土	別穴	無	9月27日	10月11日
5	02-102	仙台	25	木造	1973	44	30	土	同穴	無	10月23日	10月26日
6	02-103	仙台	25	木造	1970	47	25	土	同穴	無	10月27日	11月2日
7	02-104	仙台	25	木造	1969	48	15	土	同穴	無	11月28日	11月29日
8	03-101	北陸	25	鉄筋	1980	37	13	As	同穴	有	10月18日	10月31日
9	03-103	北陸	25	木造	1970	47	38	Co	同穴	無	11月8日	11月14日
10	03-104	北陸	40	鉄筋	1977	40	31	土	同穴	無	11月9日	11月10日
11	03-202	北陸	25	木造	1972	45	23	Co	別穴	無	11月1日	11月15日
12	03-204	北陸	25	木造	1976	41	20	土	別穴	無	10月30日	10月30日
13	04-101	京葉	25	木造	1977	40	20	土	別穴	有	10月24日	10月24日
14	04-102	京葉	25	木造	1978	39	18	土	同穴	無	10月25日	10月26日
15	04-103	京葉	25	木造	1979	38	13	土	同穴	無	11月10日	11月11日
16	05-101	東京	40	木造	1979	38	30	土	同穴	無	11月28日	12月5日
17	05-102	東京	25	木造	1967	50	40	Co	同穴	無	11月6日	11月7日
18	05-103	東京	25	木造	1957	60	12	Co	同穴	無	10月27日	10月28日
19	05-104	東京	25	木造	1954	63	30	As	同穴	無	11月15日	11月16日
20	05-111	東京	25	木造	1971	46	30	Co	同穴	無	10月24日	10月25日
21	05-112	東京	40	木造	1950	67	25	土	同穴	無	11月27日	12月2日
22	05-121	東京	25	木造	1966	51	27	土	別穴	無	10月18日	10月18日
23	05-122	東京	40	鉄筋	1941	76	43	土	同穴	無	10月30日	10月30日
24	05-123	東京	32	木造	1969	48	35	Co	別穴	無	11月9日	11月9日
25	05-124	東京	25	木造	1967	50	24	土	別穴	無	11月10日	11月10日
26	05-125	東京	25	木造	1955	62	18	土	同穴	無	11月13日	11月13日
27	05-131	東京	40	木造	1963	54	45	土	同穴	無	11月24日	11月24日
28	05-133	東京	32	木造	1967	50	40	土	別穴	無	11月27日	11月27日
29	05-135	東京	25	木造	1972	45	17	土	同穴	無	12月7日	12月7日
30	05-141	東京	32	木造	1972	45	27	土	同穴	無	11月14日	11月14日
31	05-151	東京	25	木造	1971	46	24	土	同穴	無	11月22日	12月5日
32	05-152	東京	25	木造	1967	50	27	土	同穴	無	12月7日	12月8日
33	05-161	東京	32	木造	1966	51	40	Co	同穴	無	9月15日	9月16日
34	05-162	東京	32	鉄筋	1965	52	77	As	同穴	無	10月17日	10月28日
35	05-163	東京	25	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	10月31日	11月16日
36	05-165	東京	40	木造	1976	41	30	土	同穴	無	11月11日	11月13日
37	05-166	東京	25	木造	1963	54	30	Co	同穴	無	11月18日	11月20日
38	06-101	静岡	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	10月5日	10月27日
39	06-102	静岡	25	木造	1973	44	3	土	別穴	無	10月5日	10月20日
40	06-103	静岡	32	木造	1981	36	15	土	同穴	無	10月23日	11月20日
41	07-101	中部	40	木造	1969	48	40	土	同穴	無	10月30日	10月30日
42	07-102	中部	25	木造	1983	34	10	土	同穴	無	11月1日	11月6日
43	07-103	中部	40	鉄筋	1978	39	23	As	同穴	無	11月10日	11月10日
44	08-101	東邦	32	木質系	1971	46	30	土	別穴	無	9月22日	9月22日
45	08-102	東邦	40	木質系	1964	53	55	土	同穴	無	9月27日	9月27日
46	08-103	東邦	50	鉄筋系	1968	49	40～70	土	同穴	無	10月10日	11月1日
47	08-104	東邦	25	木質系	1957	60	35	CO	同穴	無	10月6日	10月6日
48	08-105	東邦	32	木質系	1957	60	12	土	別穴	無	10月13日	10月13日
49	08-106	東邦	32	木質系	1972	45	14	CO	同穴	無	10月19日	10月19日
50	08-107	東邦	32	木質系	1955	62	10	CO	別穴	無	10月24日	10月24日
51	08-108	東邦	32	木質系	1975	42	24	土	同穴	無	10月27日	10月27日
52	08-109	東邦	32	木質系	1966	51	35	土	別穴	無	10月31日	10月31日
53	08-110	東邦	25	木質系	1977	40	35	土	別穴	無	11月7日	11月7日
54	08-111	東邦	32	木質系	1980	37	40	土	別穴	無	11月9日	11月10日
55	08-112	東邦	32	木質系	1973	44	40	CO	同穴	無	11月15日	11月15日
56	08-113	東邦	50	鉄筋系	1972	45	55	CO	同穴	無	11月24日	11月24日

別表1　サンプル管採取場所及び環境一覧表（2／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径 (A)	建物構造	埋設年 (西暦)	埋設 経過年	埋設深度 (cm)	現場の 表層	同穴 別穴	絶縁処置 の有無	電位測定 実施日	サンプリング 実施日
57	08-114	東邦	32	木質系	1976	41	10	土	別穴	無	12月1日	12月1日
58	08-115	東邦	32	木質系	1951	66	35～50	土	別穴	無	12月8日	12月8日
59	09-101	大阪	25	木造	1962	55	25	土	同穴	無	9月19日	9月20日
60	09-104	大阪	25	木造	1965	52	32	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
61	09-105	大阪	25	木造	1974	43	40	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
62	09-108	大阪	25	木造	1966	51	70	Co	同穴	無	10月5日	10月5日
63	09-109	大阪	25	木造	1963	54	42	Co	同穴	無	10月13日	10月13日
64	09-116	大阪	25	木造	1959	58	22	Co	同穴	無	10月18日	10月19日
65	09-118	大阪	50	鉄筋系	1959	58	65	Co	同穴	無	10月18日	10月18日
66	09-120	大阪	50	鉄筋系	1962	55	60	Co	同穴	無	10月23日	10月23日
67	09-122	大阪	80	鉄筋	1973	44	60	Co	同穴	無	10月25日	10月25日
68	09-125	大阪	40	木造	1963	54	40	土	同穴	無	11月2日	11月2日
69	09-127	大阪	40	木造	1959	58	28	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
70	09-128	大阪	25	木造	1950	67	30	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
71	09-129	大阪	25	木造	1962	55	26	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
72	09-131	大阪	32	木造	1961	56	15	Co	同穴	無	11月9日	11月11日
73	09-133	大阪	32	木造	1964	53	13	土	同穴	無	11月9日	11月10日
74	09-134	大阪	32	木造	1950	67	160	土	同穴	無	11月14日	11月24日
75	09-137	大阪	25	木造	1960	57	40	Co	同穴	無	11月16日	11月16日
76	09-140	大阪	50	鉄骨	1964	53	17	Co	同穴	無	11月21日	11月21日
77	09-142	大阪	25	木造	1961	56	27	土	同穴	無	11月21日	11月27日
78	09-143	大阪	25	木造	1963	54	24	土	同穴	無	11月21日	11月27日
79	09-145	大阪	25	木造	1964	53	26	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
80	09-146	大阪	40	鉄骨	1966	51	19	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
81	09-148	大阪	25	木造	1962	55	46	土	同穴	無	11月27日	11月27日
82	09-150	大阪	25	木造	1953	64	20	Co	同穴	無	11月30日	11月30日
83	09-152	大阪	25	木造	1962	55	45	土	同穴	無	12月1日	12月1日
84	09-153	大阪	25	木造	1952	65	29	Co	同穴	無	12月6日	12月6日
85	09-154	大阪	25	木造	1964	53	21	土	同穴	無	12月6日	12月11日
86	09-156	大阪	50	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	12月8日	12月8日
87	09-157	大阪	32	木造	1966	51	19	Co	同穴	無	12月12日	12月12日
88	09-158	大阪	32	木造	1957	60	45	Co	同穴	無	12月13日	12月14日
89	09-159	大阪	32	木造	1970	47	43	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
90	09-160	大阪	32	木造	1960	57	65	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
91	10-101	広島	25	木造	1973	44	13	土	別穴	無	9月13日	11月2日
92	10-102	広島	25	木造	1970	47	20	土	同穴	無	9月20日	9月20日
93	10-103	広島	32	鉄筋	1976	41	40	Co	同穴	無	10月2日	10月10日
94	10-104	広島	32	木造	1978	39	27	土	別穴	無	10月13日	10月13日
95	10-105	広島	25	木造	1971	46	12	土	同穴	無	10月18日	10月27日
96	10-106	広島	25	木造	1968	49	40	土	同穴	無	11月28日	11月28日
97	11-101	四国	80	鉄筋系	1976	41	11	土	別穴	無	11月22日	12月6日
98	11-102	四国	80	鉄筋系	1976	41	22	土	別穴	無	11月22日	12月8日
99	11-103	四国	80	鉄筋系	1976	41	15	土	別穴	無	11月22日	12月11日
100	11-105	四国	25	木造	1973	44	13	土	同穴	無	12月12日	12月13日
101	11-107	四国	25	木造	1968	49	10	Co	同穴	無	9月11日	9月11日
102	11-108	四国	80	鉄筋系	1978	39	26	土	別穴	無	10月12日	10月30日
103	11-110	四国	50	鉄筋系	1976	41	60	土	同穴	無	11月10日	11月16日
104	11-111	四国	40	鉄筋系	1976	41	40	土	同穴	無	11月10日	11月16日
105	11-112	四国	40	鉄筋系	1976	41	35	土	同穴	無	11月10日	11月16日
106	11-113	四国	25	木造	1962	55	30	土	同穴	無	10月18日	10月18日
107	11-114	四国	25	木造	1972	45	10	土	同穴	無	11月17日	11月21日
108	11-115	四国	25	木造	1982	35	22	土	別穴	無	11月27日	11月27日
109	12-101	西部	25	木造	1977	40	16	土	同穴	無	10月4日	10月5日
110	12-102	西部	32	木造	1977	40	20	土	同穴	無	10月4日	10月11日
111	12-103	西部	32	木造	1977	40	10～26	土	同穴	無	11月7日	11月10日
112	12-104	西部	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	11月28日	12月2日

別表2 土壌環境因子現地調査結果（1／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位（mV）				土壌抵抗率（Ω・cm）			接地抵抗（Ω）	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値（N=3平均値）	最小値（全測定）	平均値		
1	01-101	北海道	25	長管C	4、5m	-577、-580	-562	-575	-590	3,767	3,500	5,089	2.8	
2	01-102	北海道	25	長管A	10m	-595	-540	-570	-597	5,667	4,100	6,833	84.5	
3	01-103	北海道	25	短管	27.5m	-407	-350	-364	-407	57,667	40,000	69,444	79.3	
4	02-101	仙台	25	長管D	5m	-555	-555	-582	-620	9,327	6,280	12,321	3.8	
5	02-102	仙台	25	短管	1.0m	-550	-540	-546	-550	11,300	10,900	12,512	35.0	
6	02-103	仙台	25	短管	3.6m	-660	-660	-664	-670	6,743	6,350	8,858	14.1	
7	02-104	仙台	25	短管	1.0m	-530	-515	-523	-530	16,900	15,500	22,217	48.0	
8	03-101	北陸	25	長管C	8～10m	-420～440	-370	-408	-440	25,167	13,500	83,295	6.0	
9	03-103	北陸	25	短管	1m	-460	-455	-461	-475	51,000	49,000	60,222	31.0	
10	03-104	北陸	40	短管	2、2.5m	-420、-440	-365	-419	-445	54,000	53,000	68,278	18.0	
11	03-202	北陸	25	短管	2、2.5m	-390、-400	-390	-420	-450	24,667	23,000	52,000	18.5	
12	03-204	北陸	25	短管	3m	-470	-460	-468	-475	7,667	7,000	28,788	20.0	
13	04-101	京葉	25	短管	0.5m	-1280	-1270	-1274	-1280	3,333	2,900	3,483	82.0	電防有(現地確認)
14	04-102	京葉	25	短管	2m	-580～620	-580	-624	-650	9,800	9,500	10,650	9.8	
15	04-103	京葉	25	短管	4m	-670	-665	-669	-670	5,617	5,400	6,892	26.0	
16	05-101	東京	40	短管	0.5～5m	-470～480	-400	-476	-550	6,133	4,600	8,844	2.8	
17	05-102	東京	25	短管	2m	-360	-270	-342	-400	11,567	11,200	11,567	—	
18	05-103	東京	25	短管	7m	-490	-440	-464	-490	6,167	4,800	10,750	8.0	
19	05-104	東京	25	短管	5m付近	-540	-530	-555	-570	2,933	2,700	5,380	8.5	
20	05-111	東京	25	短管	6.5m	-500	-400	-430	-500	2,800	2,400	4,767	1.9	
21	05-112	東京	40	短管	0m	-280	-270	-287	-300	20,667	18,000	41,667	4.7	
22	05-121	東京	25	長管A	7m	-510	-450	-488	-515	10,000	8,000	16,200	3.5	
23	05-122	東京	40	短管	2m	-360	-325	-396	-450	12,333	10,000	16,750	1.8	
24	05-123	東京	32	短管	10～13m	-340～390	-190	-300	-390	6,000	5,000	8,667	7.5	
25	05-124	東京	25	短管	1m	-380	-340	-373	-400	13,000	12,000	20,750	17.0	
26	05-125	東京	25	短管	1.5m	-450	-430	-438	-450	14,333	14,000	15,000	9.0	
27	05-131	東京	40	短管	3m	-530	-510	-550	-630	6,333	5,000	12,111	7.0	
28	05-133	東京	32	短管	12m付近	-510～520	-510	-515	-520	9,300	8,500	9,900	25.0	
29	05-135	東京	25	短管	0m	-540	-465	-503	-540	13,000	11,000	17,778	80.0	
30	05-141	東京	32	短管	1m	-610	-580	-593	-610	11,333	10,000	13,000	10.0	
31	05-151	東京	25	短管	4m	-320	-260	-294	-320	14,667	12,000	20,333	17.5	
32	05-152	東京	25	短管	5m	-395	-380	-402	-420	21,000	18,000	24,083	10.0	
33	05-161	東京	32	短管	2m付近	-460	-450	-469	-500	1,800	1,800	3,900	3.2	
34	05-162	東京	32	短管	26m	-310	-310	-364	-420	6,533	5,800	8,742	4.0	
35	05-163	東京	25	短管	1m	-420	-420	-434	-460	23,000	21,000	25,000	2.0	
36	05-165	東京	40	短管	22.5m	-480～510	-450	-475	-510	4,000	3,000	8,100	70.0	
37	05-166	東京	25	短管	0.5m	-450	-440	-444	-450	2,667	2,400	2,667	68.0	
38	06-101	静岡	25	長管A	0～2m	-260～320	-260	-310	-350	43,000	31,000	124,000	166.0	
39	06-102	静岡	25	短管	1m	-400	-340	-381	-400	13,167	8,500	21,417	25.0	
40	06-103	静岡	32	短管	5～8m	-535～545	-515	-537	-555	3,500	3,100	16,457	57.3	
41	07-101	中部	40	長管C	10m	-400	-370	-400	-450	9,333	7,000	30,833	24.0	
42	07-102	中部	25	短管	1.5m	-480	-460	-474	-490	8,333	8,100	18,667	10.0	
43	07-103	中部	40	短管	1.5m	-560	-540	-561	-600	23,667	22,000	32,667	28.0	
44	08-101	東邦	32	短管	2、2.5m	-490、-500	-460	-483	-500	3,730	3,400	8,253	5.3	
45	08-102	東邦	40	短管	2、2.5m	-380、-400	-380	-396	-420	9,950	8,800	10,817	23.0	
46	08-103	東邦	50	長管③	0.3～3m	-290～300	-255	-289	-300	14,333	11,000	26,189	17.0	
47	08-104	東邦	25	短管	2.5m	-540	-540	-550	-560	8,300	7,600	9,133	37.0	
48	08-105	東邦	32	短管	1、1.5m	-415、-440	-360	-414	-470	15,000	13,000	33,144	27.0	
49	08-106	東邦	32	短管	4m	-610	-590	-612	-630	1,417	1,300	3,617	9.8	
50	08-107	東邦	32	短管	1、1.5m	-390、-410	-380	-401	-410	4,700	3,800	6,050	72.0	
51	08-108	東邦	32	短管	0.5m	-560	-540	-548	-560	15,733	14,600	20,308	30.0	
52	08-109	東邦	32	短管	2、2.5m	-510、-520	-490	-510	-520	21,333	18,000	27,667	70.0	
53	08-110	東邦	25	短管	4m	-420	-360	-396	-440	18,333	11,000	29,111	20.0	
54	08-111	東邦	32	短管	1.5m	-530	-500	-527	-545	18,333	16,000	21,333	7.0	
55	08-112	東邦	32	短管	4.5、5m	-430、-460	-430	-471	-480	5,467	4,200	7,400	2.5	
56	08-113	東邦	50	短管	0.5m	-520	-520	-539	-580	6,300	5,700	7,958	11.0	

別表2　土壌環境因子現地調査結果（2／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位（mV）				土壌抵抗率（Ω・cm）			接地抵抗（Ω）	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値（N=3平均値）	最小値（全測定）	平均値		
57	08-114	東邦	32	短管	2m	−560	−500	−543	−570	13,167	10,500	18,611	8.7	
58	08-115	東邦	32	長管④	3m	−560	−520	−548	−570	18,333	16,000	30,567	23.0	
59	09-101	大阪	25	短管	3m	−656	−656	−659	−662	32,333	31,000	45,333	1.2	
60	09-104	大阪	25	短管	1m	−640	−540	−572	−594	4,267	3,400	4,967	1.2	
61	09-105	大阪	25	短管	0、0.5m	−530、−560	−530	−545	−560	3,367	3,100	5,600	—	
62	09-108	大阪	25	短管	2.6m	−604	−526	−575	−604	4,567	4,300	6,317	7.0	
63	09-109	大阪	25	短管	0.5m	−562	−556	−565	−580	35,000	32,000	46,500	1.2	
64	09-116	大阪	25	短管	1m	−598	−540	−565	−598	28,667	28,000	28,667	—	
65	09-118	大阪	50	短管	4m	−486	−380	−455	−582	6,867	6,600	7,500	0.6	
66	09-120	大阪	50	短管	1.5m	−480	−446	−468	−480	3,433	2,900	6,333	3.4	
67	09-122	大阪	80	長延長80A4	0.5m	−226	−218	−274	−350	5,800	5,000	11,067	0.4	
68	09-125	大阪	40	短管	1.5m	−375	−350	−366	−375	14,667	13,500	19,167	35.0	
69	09-127	大阪	40	短管	1m	−642	−604	−643	−698	21,000	17,000	21,000	0.7	
70	09-128	大阪	25	短管	0m	−486	−486	−497	−514	4,467	4,100	4,467	—	
71	09-129	大阪	25	短管	2m	−756	−738	−763	−796	9,400	9,000	9,400	—	
72	09-131	大阪	32	短管	5m	−628	−522	−569	−628	7,883	6,900	16,082	9.1	
73	09-133	大阪	32	短管	0m	−510	−504	−507	−510	18,333	16,000	23,500	15.0	
74	09-134	大阪	32	短管	5m付近	−552	−536	−552	−562	2,867	2,800	15,733	0.9	
75	09-137	大阪	25	短管	2.5m	−675	−625	−686	−800	12,667	11,000	13,667	2.5	
76	09-140	大阪	50	短管	0.5m	−335	−335	−358	−390	6,167	5,700	6,167	—	
77	09-142	大阪	25	短管	0.5m	−530	−520	−530	−540	17,000	14,000	19,000	250.0	
78	09-143	大阪	25	短管	20m	−600	−480	−586	−615	17,667	16,000	26,467	7.7	
79	09-145	大阪	25	短管	0、0.5m	−550、−580	−550	−565	−580	5,667	5,400	5,667	—	
80	09-146	大阪	40	短管	2m	−345	−345	−466	−615	5,133	4,600	5,133	—	
81	09-148	大阪	25	短管	1m	−545	−515	−540	−560	29,000	26,000	31,833	510.0	
82	09-150	大阪	25	短管	1m	−585	−575	−584	−595	8,333	7,000	8,833	—	
83	09-152	大阪	25	短管	2m	−1120	−1010	−1,042	−1120	9,400	9,000	11,867	—	電防有（P/Sより）
84	09-153	大阪	25	短管	1.4m	−540	−400	−458	−540	15,667	14,000	15,667	8.3	
85	09-154	大阪	25	短管	1m	−590	−580	−588	−595	18,333	14,000	20,167	69.0	
86	09-156	大阪	50	短管	14.8m	−390	−320	−374	−500	31,000	29,000	64,048	2.5	
87	09-157	大阪	32	短管	4m	−380	−380	−439	−520	37,000	35,000	37,000	—	
88	09-158	大阪	32	短管	3m	−440	−360	−437	−460	4,967	4,600	8,817	38.0	
89	09-159	大阪	32	短管	1m	−1060	−900	−990	−1060	7,133	6,900	7,133	2.0	電防有（P/Sより）
90	09-160	大阪	32	短管	2.5m	−670	−640	−654	−670	7,367	6,600	7,367	67.0	
91	10-101	広島	25	短管	0.5m	−440	−415	−436	−450	945	925	7,949	23.0	
92	10-102	広島	25	長管A	0.5m	−430	−430	−437	−445	15,667	15,500	29,667	25.0	
93	10-103	広島	32	短管	0.5m	−445	−420	−452	−490	6,667	6,000	10,333	11.5	
94	10-104	広島	32	短管	14m	−520	−435	−483	−520	32,733	32,000	63,683	20.0	
95	10-105	広島	25	短管	0.5m	−465	−465	−474	−495	16,833	16,500	31,750	13.5	
96	10-106	広島	25	短管	7m	−550	−430	−504	−560	21,667	20,000	37,333	760.0	
97	11-101	四国	80	短管	1m	−250	−170	−303	−430	11,667	11,000	24,067	0.9	
98	11-102	四国	80	短管	1m	−280	−140	−306	−380	6,133	6,000	18,720	6.0	
99	11-103	四国	80	短管	1m	−440	−300	−440	−530	7,267	6,900	15,893	0.2	
100	11-105	四国	25	短管	7m	−280	−260	−284	−330	18,167	18,000	34,278	34.0	
101	11-107	四国	25	長管A	8m付近	−520	−470	−512	−540	16,167	16,000	18,167	31.0	
102	11-108	四国	80	短管	20m	−310	−310	−345	−430	34,667	34,500	41,400	100.0	
103	11-110	四国	50	短管	2.5m	−310	−260	−308	−370	10,833	10,500	11,444	1.0	
104	11-111	四国	40	短管	2.5m	−300	−240	−285	−330	24,167	24,000	26,833	0.6	
105	11-112	四国	40	短管	2.5m	−290	−160	−267	−340	15,167	15,000	25,944	1.1	
106	11-113	四国	25	短管	15m付近	−520	−485	−506	−520	4,050	4,000	6,104	5.8	
107	11-114	四国	25	短管	5m	−512	−512	−591	−662	12,333	12,000	20,042	1.6	
108	11-115	四国	25	短管	14.5m付近	−400	−390	−409	−440	32,667	32,500	49,033	7.6	
109	12-101	西部	25	短管	0.5m	−515	−480	−490	−515	17,333	15,000	24,167	12.0	
110	12-102	西部	32	短管	2m	−580	−530	−562	−600	2,067	1,500	3,283	1.7	
111	12-103	西部	32	長管B	1m付近	−470	−435	−456	−470	5,167	2,900	13,056	5.4	
112	12-104	西部	25	短管	4m	−480	−440	−469	−480	2,200	1,700	2,850	8.2	

別表3　現地採取土壌ラボ試験結果（1／2）

連番	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）Ω・cm	土壌抵抗率（飽和）Ω・cm	酸化還元電位 mV	含水比 %	pH (H2O)	体積密度（乾燥）g/cm3	体積密度(湿潤) g/cm3
1	01-101 ①	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,391	2,367	671	40.4	6.8	1.25	1.75
	01-101 ②	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,774	2,763	548	34.9	7.3	1.37	1.85
2	01-102	三角州性低地	粘土堆積物	灰色低地土	6,262	6,194	693	22.8	6.8	1.57	1.93
3	01-103	石狩湾岸低地	砂堆積物	砂丘未熟土	73,903	34,668	698	14.9	6.4	1.24	1.42
4	02-101 ①	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	5,955	5,794	635	26.8	7.8	1.43	1.81
	02-101 ②	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	6,981	6,067	618	32.4	8.2	1.33	1.76
5	02-102	砂礫台地	礫砂堆積物	褐色森林土	16,398	11,039	642	9.4	7.9	1.44	1.58
6	02-103	丘陵地（人工改変地）	火山性堆積物（集塊岩）	褐色森林土	7,980	7,520	649	31.7	7.9	1.27	1.68
7	02-104	砂礫台地（人工改変地）	礫砂シルト堆積物	赤黄色土	24,219	5,972	570	23.6	8.3	0.92	1.14
8	03-101 ①	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	51,400	35,766	627	60.3	7.6	1.27	2.03
	03-101 ②	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	26,352	19,459	588	16.3	7.8	1.57	1.82
9	03-103	低地（被覆砂丘）	砂丘砂堆積物	砂丘未熟土	23,416	12,356	624	9.3	9.0	1.51	1.65
10	03-104	三角州低地（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	12,406	8,783	690	17.0	7.2	1.39	1.63
11	03-202	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	18,387	7,730	419	15.5	9.0	1.39	1.60
12	03-204	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	13,038	11,468	686	25.1	7.2	1.34	1.67
13	04-101	埋立地	埋立地堆積物	灰色低地土	2,716	1,877	557	26.0	8.8	1.24	1.57
14	04-102	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	3,024	1,787	599	24.0	8.0	1.33	1.65
15	04-103	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	7,236	6,616	613	24.1	8.4	1.35	1.68
16	05-101	谷底低地（人工改変地）	砂礫沖積層	灰色低地土	14,021	5,992	623	25.6	7.9	1.00	1.26
17	05-102	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,628	7,959	557	20.9	8.5	1.48	1.80
18	05-103	砂州低地	砂堆積物	灰色低地土	7,754	4,283	548	43.9	8.3	0.81	1.17
19	05-104	谷底低地（人工改変地）	泥沖積層	灰色低地土	5,590	5,195	611	29.3	8.2	1.35	1.75
20	05-111	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	2,442	1,845	530	44.6	7.4	0.86	1.25
21	05-112	下末吉段丘（人工改変地）	下末吉ローム層	黒ボク土	66,183	21,271	643	72.9	7.2	0.59	1.02
22	05-121 ①	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	6,339	6,342	596	34.6	7.7	1.40	1.89
	05-121 ②	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	7,703	7,522	597	37.1	7.5	1.29	1.77
23	05-122	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,676	5,066	620	59.4	7.3	0.79	1.27
24	05-123	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,694	2,204	686	57.1	6.6	0.67	1.05
25	05-124	立川段丘台地（人工改変地）	立川ローム層	黒ボク土	6,942	4,851	627	34.4	7.6	1.06	1.43
26	05-125	下末吉段丘面台地	下末吉ローム層	黒ボク土	72,054	13,994	617	45.2	7.9	0.70	1.01
27	05-131	干拓地埋立地	砂沖積層	造成土	1,447	1,290	597	35.8	7.9	1.15	1.57
28	05-133	谷底平野後背湿地（人工改変地）	砂沖積層	灰色低地土	4,694	4,608	617	34.3	7.8	1.34	1.80
29	05-135	干拓地（人工改変地）	黒土沖積層	造成土	13,138	9,917	603	37.8	8.1	1.12	1.55
30	05-141	砂礫台地（切土）	ローム層	黒ボク土	5,770	5,689	644	92.8	7.0	0.76	1.46
31	05-151	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	12,227	7,447	675	72.2	6.5	0.71	1.22
32	05-152	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	21,926	14,669	618	55.3	7.3	0.85	1.32
33	05-161	盛土（人工改変地）	泥堆積物	灰色低地土	1,415	1,355	590	70.2	7.3	0.91	1.54
34	05-162	盛土地（人工改変地）	泥砂堆積物	褐色森林土	10,258	5,194	586	49.2	8.1	0.79	1.18
35	05-163	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	57,928	25,726	679	94.3	7.2	0.48	0.94
36	05-165	自然堤防（人工改変地）	砂堆積物	灰色低地土	3,879	3,108	629	38.9	7.1	1.06	1.47
37	05-166	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	2,019	1,968	469	49.3	7.5	1.13	1.69
38	06-101 ①	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	50,468	38,935	744	12.9	5.8	1.52	1.72
	06-101 ②	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	42,648	31,142	699	12.5	6.3	1.51	1.70
39	06-102	低地（古期砂堆地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	6,313	5,733	685	25.0	5.9	1.27	1.59
40	06-103	三角州性低地	砂堆積物	灰色低地土	36,885	11,538	409	12.4	9.0	1.46	1.64
41	07-101 ①	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	27,706	16,350	626	20.3	8.1	1.56	1.88
	07-101 ②	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	16,572	9,575	596	15.5	7.9	1.36	1.57
42	07-102	中位段丘	礫層堆積物	灰色台地土	12,211	9,282	666	24.7	7.9	1.29	1.60
43	07-103	上位段丘	礫層堆積物	灰色低地土	6,190	2,619	530	13.5	8.0	1.40	1.59
44	08-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	黄色土	6,389	5,563	763	21.4	4.9	1.49	1.81
45	08-102	上位段丘	礫粘土堆積物	褐色森林土	8,877	7,432	649	21.5	7.3	1.46	1.78
46	08-103 ①	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	8,829	7,678	632	13.6	8.2	1.66	1.89
	08-103 ②	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	12,089	8,795	592	20.8	8.5	1.47	1.77
47	08-104	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	6,096	6,034	709	28.2	6.4	1.54	1.97
48	08-105	丘陵地	砂泥互層堆積物	褐色森林土	324,086	42,107	706	16.7	5.2	0.94	1.09
49	08-106	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	1,834	1,833	582	36.8	7.8	1.28	1.75
50	08-107	盛土（人工改変地）	砂泥堆積物	陸成未熟土	9,359	6,656	479	19.0	8.8	1.41	1.68
51	08-108	段丘（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	黄色土	62,882	42,625	760	23.1	6.1	1.32	1.63
52	08-109	谷底平野（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	7,134	6,379	629	18.6	7.5	1.52	1.80
53	08-110	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	16,037	13,219	694	14.2	7.0	1.59	1.82
54	08-111	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	23,406	19,923	632	11.5	7.3	1.64	1.83
55	08-112	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	16,129	11,398	605	17.6	8.3	1.38	1.62
56	08-113	上位段丘（人工改変地）	礫堆積物	褐色森林土	7,485	7,349	586	18.9	8.1	1.73	2.06

別表3　現地採取土壌ラボ試験結果（2／2）

連番	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）Ω・cm	土壌抵抗率（飽和）Ω・cm	酸化還元電位 mV	含水比 %	pH (H2O)	体積密度（乾燥）g/cm3	体積密度（湿潤）g/cm3
57	08-114	段丘（人工改変地）	礫堆積物	黄色土	10,397	9,148	584	14.9	8.4	1.68	1.93
58	08-115 ①	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	22,975	15,971	655	16.0	7.3	1.43	1.66
	08-115 ②	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	23,057	21,396	666	24.5	7.1	1.46	1.81
59	09-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	灰色台地土	3,590	3,119	615	19.3	8.3	1.57	1.88
60	09-104	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	8,422	7,482	613	25.1	7.4	1.46	1.83
61	09-105	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,110	4,725	384	34.6	8.4	1.35	1.82
62	09-108	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	4,197	3,879	422	29.7	7.8	1.37	1.78
63	09-109	旧河道	礫砂堆積物	灰色低地土	17,999	9,313	635	28.4	7.9	1.07	1.37
64	09-116	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	20,766	18,181	531	14.0	8.8	1.85	2.11
65	09-118	天井川自然堤防	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	5,194	5,119	477	20.4	7.5	1.76	2.12
66	09-120	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	14,163	7,304	613	13.1	8.5	1.25	1.41
67	09-122 ①	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	9,441	6,687	581	14.3	8.6	1.61	1.84
	09-122 ②	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	6,582	5,598	381	13.9	8.7	1.82	2.07
68	09-125	三角州低地砂礫台地	泥礫堆積物	灰色低地土	15,517	14,222	766	15.5	5.0	1.70	1.96
69	09-127	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,666	8,396	529	16.4	8.5	1.32	1.53
70	09-128	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,052	502	26.0	8.2	1.47	1.85
71	09-129	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	6,426	6,287	626	18.4	7.7	1.70	2.01
72	09-131	谷底平野氾濫原	泥砂礫堆積物	灰色低地土	5,117	4,915	550	23.2	8.4	1.51	1.87
73	09-133	自然堤防	泥砂礫堆積物	灰色低地土	24,899	10,834	554	16.3	8.5	1.28	1.49
74	09-134	砂礫台地（人工改変地）	礫がち堆積物	灰色台地土	1,590	1,574	657	26.7	7.3	1.50	1.90
75	09-137	谷底平野氾濫原	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	10,464	10,239	496	19.6	9.1	1.72	2.06
76	09-140	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	10,866	3,602	334	17.8	8.6	1.15	1.35
77	09-142	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	19,241	4,201	574	22.6	7.7	0.88	1.08
78	09-143	沿岸砂丘	礫砂泥堆積物	灰色低地土	28,894	18,938	581	11.8	8.7	1.66	1.86
79	09-145	三角州性低地	泥砂堆積物	灰色低地土	10,361	6,575	596	34.5	7.9	0.93	1.25
80	09-146	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	12,023	9,145	549	17.6	8.7	1.39	1.63
81	09-148	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,241	7,038	595	24.8	8.4	1.25	1.56
82	09-150	沿岸低地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	7,353	5,740	675	37.9	7.0	1.12	1.55
83	09-152	砂礫台地	低位礫堆積物	灰色台地土	8,432	6,698	649	25.8	7.2	1.34	1.68
84	09-153	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	41,808	19,132	558	12.4	8.4	1.57	1.77
85	09-154	扇状地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	57,388	6,282	608	10.5	7.8	1.18	1.31
86	09-156	低地（人工改変地）	砂礫がち堆積物	造成土	57,351	16,552	617	9.9	8.1	1.32	1.45
87	09-157	沿岸砂州	礫砂堆積物	灰色低地土	31,534	18,824	519	10.8	8.8	1.49	1.65
88	09-158	砂礫台地	礫堆積物	灰色台地土	5,305	4,481	538	23.3	8.6	1.53	1.89
89	09-159	砂礫台地	礫堆積物	グライ土	4,835	4,812	156	20.7	7.1	1.77	2.14
90	09-160	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,558	649	24.7	7.2	1.72	2.14
91	10-101	山麓傾斜面	花崗岩堆積物	残積性未熟土	1,677	1,093	607	16.6	7.7	1.54	1.80
92	10-102 ①	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	20,297	12,236	605	16.3	8.3	1.38	1.61
	10-102 ②	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	26,418	12,055	638	15.7	7.5	1.32	1.53
93	10-103	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	9,524	5,326	584	11.5	8.3	1.55	1.73
94	10-104	三角州性低地	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	19,157	13,095	534	16.6	8.7	1.52	1.77
95	10-105	丘陵地（人工改変地）	花崗岩安山岩堆積物	陸成未熟土	8,806	6,573	585	14.2	8.5	1.51	1.72
96	10-106	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	31,976	14,431	572	12.5	8.1	1.37	1.55
97	11-101	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	7,090	4,476	634	12.9	8.2	1.55	1.75
98	11-102	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	13,765	8,306	655	13.3	7.9	1.82	2.06
99	11-103	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	4,182	1,496	622	15.7	7.4	1.71	1.98
100	11-105	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,019	10,039	604	15.2	8.3	1.46	1.68
101	11-107 ①	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	12,229	8,639	946	17.1	5.0	1.47	1.73
	11-107 ②	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	2,512	1,124	771	8.1	7.5	1.68	1.82
102	11-108	三角州性低地臨海低地	粘土シルト堆積物	灰色低地土	15,411	5,823	593	10.9	8.3	1.47	1.63
103	11-110	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	6,465	5,884	562	15.2	8.4	1.65	1.90
104	11-111	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	13,366	6,301	535	12.7	8.7	1.41	1.59
105	11-112	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	8,165	6,744	580	18.0	8.7	1.40	1.65
106	11-113	三角州性低地（冠水）	礫砂泥堆積物	グライ土	5,238	2,939	674	38.8	7.0	0.75	1.04
107	11-114	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	15,490	11,631	616	16.6	7.2	1.59	1.86
108	11-115	三角州性低地（冠水地域）	花崗岩破砕堆積物	未熟土	60,638	44,728	714	9.1	6.5	1.63	1.78
109	12-101	砂礫台地谷底平野	砂泥礫堆積物	灰色低地土	2,955	1,535	225	14.8	8.3	1.49	1.71
110	12-102	丘陵（人工改変地）	砂岩シルト岩	褐色森林土	3,061	3,304	568	49.5	5.3	1.15	1.73
111	12-103 ①	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	5,710	2,240	606	13.3	7.9	1.35	1.53
	12-103 ②	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	23,971	14,153	591	17.9	7.9	1.34	1.58
112	12-104	丘陵地	砂岩シルト岩堆積物	褐色森林土	4,231	3,939	724	32.8	6.2	1.28	1.70
産総研	02-101　延長	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	7,235	6,880	635	22.6	7.9	1.58	1.93

別表4　サンプル管肉厚測定結果一覧表（ １ ／２ ）

No.	事業者	ｻﾝﾌﾟﾙNo.	種類	口径	測定結果(mm)		
					最大肉厚	最小肉厚	最大腐食深さ（減肉量）
1	北海道ガス	01-101C-5	長延長	25A	3.28	1.42	1.86
2	北海道ガス	01-102A-4	長延長	25A	3.28	1.46	1.82
3	北海道ガス	01-103-2	短管	25A	3.46	2.59	0.87
4	仙台市ガス局	02-101D-2	長延長	25A	3.67	2.78	0.89
5	仙台市ガス局	02-102-2	短管	25A	3.55	3.14	0.41
6	仙台市ガス局	02-103-3	短管	25A	3.95	2.56	1.39
7	仙台市ガス局	02-104-2	短管	25A	3.92	3.01	0.91
8	北陸ガス	03-101C-2	長延長	25A	3.57	1.69	1.88
9	北陸ガス	03-103-2	短管	25A	3.42	0.00	3.42
10	北陸ガス	03-104-3	短管	40A	3.61	1.98	1.63
11	北陸ガス	03-202-2	短管	25A	3.21	1.25	1.96
12	北陸ガス	03-204-1	短管	25A	3.33	0.47	2.86
13	京葉ガス	04-101-1	短管	25A	3.34	2.14	1.20
14	京葉ガス	04-102-1	短管	25A	3.45	2.19	1.26
15	京葉ガス	04-103-1	短管	25A	3.21	2.25	0.96
16	東京ガス	05-101-3	短管	25A	3.22	2.11	1.11
17	東京ガス	05-102-2	短管	25A	3.40	1.02	2.38
18	東京ガス	05-103-4	短管	25A	3.24	1.15	2.09
19	東京ガス	05-104-2	短管	25A	3.35	0.94	2.41
20	東京ガス	05-111-5	短管	25A	3.37	0.00	3.37
21	東京ガス	05-112-4	短管	40A	3.45	1.92	1.53
22	東京ガス	05-121A-4	長延長	25A	3.52	2.18	1.34
23	東京ガス	05-122-1	短管	40A	4.22	1.57	2.65
24	東京ガス	05-123-1	短管	32A	3.41	0.40	3.01
25	東京ガス	05-124-1	短管	25A	3.39	1.74	1.65
26	東京ガス	05-125-1	短管	25A	3.83	1.49	2.34
27	東京ガス	05-131-2	短管	40A	3.70	2.58	1.12
28	東京ガス	05-133-1	短管	32A	3.76	2.67	1.09
29	東京ガス	05-135-2	短管	25A	3.48	2.00	1.48
30	東京ガス	05-141-1	短管	32A	3.32	1.83	1.49
31	東京ガス	05-151-2	短管	25A	3.34	2.16	1.18
32	東京ガス	05-152-2	短管	25A	3.25	2.70	0.55
33	東京ガス	05-161-1	短管	32A	3.34	1.33	2.01
34	東京ガス	05-162-2	短管	32A	3.54	1.75	1.79
35	東京ガス	05-163-1	短管	25A	3.64	2.34	1.30
36	東京ガス	05-165-1	短管	40A	3.76	2.25	1.51
37	東京ガス	05-166-3	短管	25A	3.64	0.00	3.64
38	静岡ガス	06-101A-3	長延長	25A	3.14	1.35	1.79
39	静岡ガス	06-102-1	短管	25A	3.20	2.22	0.98
40	静岡ガス	06-103-2	短管	32A	4.07	3.30	0.77
41	中部ガス	07-101C-3	長延長	40A	4.01	1.22	2.79
42	中部ガス	07-102-1	短管	25A	3.33	2.09	1.24
43	中部ガス	07-103-3	短管	40A	3.64	0.00	3.64
44	東邦ガス	08-101-2	短管	32A	3.38	2.41	0.97
45	東邦ガス	08-102-1	短管	40A	3.91	2.46	1.45
46	東邦ガス	08-103C-4	長延長	50A	4.04	0.86	3.18
47	東邦ガス	08-104-1	短管	25A	3.47	1.51	1.96
48	東邦ガス	08-105-2	短管	32A	3.49	2.12	1.37
49	東邦ガス	08-106-1	短管	32A	3.82	0.00	3.82
50	東邦ガス	08-107-1	短管	32A	3.54	2.30	1.24
51	東邦ガス	08-108-1	短管	32A	3.78	3.39	0.39
52	東邦ガス	08-109-3	短管	32A	3.45	0.99	2.46
53	東邦ガス	08-110-3	短管	25A	3.30	1.93	1.37
54	東邦ガス	08-111-2	短管	32A	3.64	2.80	0.84
55	東邦ガス	08-112-2	短管	32A	3.70	1.34	2.36
56	東邦ガス	08-113-2	短管	50A	3.68	1.79	1.89

ｻﾝﾌﾟﾙNo.　短管（例） 01-103-2　　**長延長（例） 01-101C-5**

補足説明　事業者番号－整理番号－管位置番号　　事業者番号－整理番号・切出短管番号－管位置番号

別表4　サンプル管肉厚測定結果一覧表（ 2 ／2 ）

No.	事業者	ｻﾝﾌﾟﾙNo.	種類	口径	測定結果(mm)		
					最大肉厚	最小肉厚	最大腐食深さ（減肉量）
57	東邦ガス	08-114-1	短管	32A	3.51	2.66	0.85
58	東邦ガス	08-115D-2	長延長	32A	3.85	2.57	1.28
59	大阪ガス	09-101-2	短管	25A	3.24	2.74	0.50
60	大阪ガス	09-104-1	短管	25A	3.73	2.81	0.92
61	大阪ガス	09-105-1	短管	25A	3.22	1.34	1.88
62	大阪ガス	09-108-1	短管	25A	3.22	2.63	0.59
63	大阪ガス	09-109-1	短管	25A	3.42	2.19	1.23
64	大阪ガス	09-116枝番無	短管	25A	3.08	0.80	2.28
65	大阪ガス	09-118-1	短管	50A	4.16	0.56	3.60
66	大阪ガス	09-120-4	短管	50A	4.06	2.48	1.58
67	大阪ガス	09-122A-4	長延長	80A	4.31	1.45	2.86
68	大阪ガス	09-125-1	短管	40A	3.57	1.97	1.60
69	大阪ガス	09-127-2	短管	40A	4.10	0.94	3.16
70	大阪ガス	09-128-1	短管	25A	3.38	0.00	3.38
71	大阪ガス	09-129-2	短管	25A	3.51	1.53	1.98
72	大阪ガス	09-131-2	短管	32A	3.63	2.21	1.42
73	大阪ガス	09-133-4	短管	32A	3.55	2.81	0.74
74	大阪ガス	09-134-2	短管	32A	3.57	0.00	3.57
75	大阪ガス	09-137-2	短管	25A	3.30	1.41	1.89
76	大阪ガス	09-140-2	短管	50A	3.53	2.02	1.51
77	大阪ガス	09-142-2	短管	25A	4.08	2.55	1.53
78	大阪ガス	09-143-2	短管	25A	3.28	2.58	0.70
79	大阪ガス	09-145-1	短管	25A	3.58	1.14	2.44
80	大阪ガス	09-146-2	短管	40A	3.71	2.17	1.54
81	大阪ガス	09-148-1	短管	25A	3.28	1.56	1.72
82	大阪ガス	09-150-2	短管	25A	3.40	1.44	1.96
83	大阪ガス	09-152-2	短管	25A	3.43	3.13	0.30
84	大阪ガス	09-153-2	短管	25A	3.40	2.03	1.37
85	大阪ガス	09-154D-1	短管	25A	3.28	2.92	0.36
86	大阪ガス	09-156-2	短管	50A	3.86	3.15	0.71
87	大阪ガス	09-157-1	短管	32A	3.52	1.57	1.95
88	大阪ガス	09-158-1	短管	32A	3.53	2.00	1.53
89	大阪ガス	09-159-2	短管	32A	3.51	2.05	1.46
90	大阪ガス	09-160-2	短管	32A	3.57	1.30	2.27
91	広島ガス	10-101-3	短管	25A	3.58	0.00	3.58
92	広島ガス	10-102A-3	長延長	25A	3.47	2.80	0.67
93	広島ガス	10-103-1	短管	32A	3.63	1.98	1.65
94	広島ガス	10-104-1	短管	32A	3.63	3.14	0.49
95	広島ガス	10-105-3	短管	25A	3.34	2.21	1.13
96	広島ガス	10-106-3	短管	25A	3.38	2.04	1.34
97	四国ガス	11-101-1	短管	80A	4.07	3.33	0.74
98	四国ガス	11-102-2	短管	80A	4.01	1.68	2.33
99	四国ガス	11-103-1	短管	80A	4.08	3.38	0.70
100	四国ガス	11-105-3	短管	50A	3.31	1.99	1.32
101	四国ガス	11-107A-1	長延長	25A	3.35	2.09	1.26
102	四国ガス	11-108-3	短管	80A	4.53	3.08	1.45
103	四国ガス	11-110-3	短管	50A	3.85	1.60	2.25
104	四国ガス	11-111-2	短管	40A	3.60	2.10	1.50
105	四国ガス	11-112-3	短管	40A	3.87	1.64	2.23
106	四国ガス	11-113-3	短管	25A	3.55	2.72	0.83
107	四国ガス	11-114-3	短管	25A	3.26	1.94	1.32
108	四国ガス	11-115-2	短管	25A	3.42	2.68	0.74
109	西部ガス	12-101-2	短管	25A	3.24	2.21	1.03
110	西部ガス	12-102-1	短管	32A	3.59	1.70	1.89
111	西部ガス	12-103B-3	長延長	32A	3.41	1.34	2.07
112	西部ガス	12-104-2	短管	25A	3.34	1.78	1.56
産総研	仙台市	A-3	長長延長		3.54	2.39	1.15
		B-2	長長延長		3.64	2.57	1.07

別表5　H29Fy統計基本データー覧表（1／2）

A. 重船メッキ管(74)　内訳：　木造(64)+鉄筋コンクリート(10)

グループ	No	サンプル No.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	肉厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	-mV	-mV	-mV	Ω・cm	Ω	Ω・cm	Ω・cm	mV	mV	%	–
WZ30	1	07-102	25	1983	34	3.33	2.09	1.24	480	460	490	8,333	10	12,211	9,282	666	925	24.7	7.9
	2	11-115	25	1982	35	3.42	2.68	0.74	400	390	440	32,667	8	60,638	44,728	714	887	9.1	6.5
	3	06-103	25	1981	36	4.07	3.30	0.77	540	515	555	3,500	57	36,885	11,538	409	733	12.4	9.0
	4	01-101	25	1980	37	3.28	1.42	1.86	579	562	590	3,767	3	2,582	2,565	610	815	37.6	7.0
	5	01-102	25	1980	37	3.28	1.46	1.82	595	540	597	5,667	85	6,262	6,194	693	884	22.8	6.8
	6	08-111	32	1980	37	3.64	2.80	0.84	530	500	545	18,333	7	23,406	19,923	632	852	11.5	7.3
	7	04-103	25	1979	38	3.21	2.25	0.96	670	665	670	5,617	26	7,236	6,616	613	902	24.1	8.4
	8	05-101	40	1979	38	3.22	2.11	1.11	475	400	550	6,133	3	14,021	5,992	623	881	25.6	7.9
	9	04-102	25	1978	39	3.45	2.19	1.26	600	580	650	9,800	10	3,024	1,787	599	865	24.0	8.0
	10	10-104	32	1978	39	3.63	3.14	0.49	520	435	520	32,733	20	19,157	13,095	534	839	16.6	8.7
WZ40	1	04-101	25	1977	40	3.34	2.14	1.20	1,280	1,270	1,280	3,333	82	2,716	1,877	557	870	26.0	8.8
	2	08-110	25	1977	40	3.30	1.93	1.37	420	360	440	18,333	20	16,037	13,219	694	900	14.2	7.0
	3	12-101	25	1977	40	3.24	2.21	1.03	515	480	515	17,333	12	2,955	1,535	225	506	14.8	8.3
	4	12-102	32	1977	40	3.59	1.70	1.89	580	530	600	2,067	2	3,061	3,304	568	668	49.5	5.3
	5	12-103	32	1977	40	3.41	1.34	2.07	470	435	470	5,167	5	14,840	8,197	599	856	15.6	7.9
	6	03-204	25	1976	41	3.33	0.47	2.86	470	460	475	7,667	20	13,038	11,468	686	901	25.1	7.2
	7	05-165	40	1976	41	3.76	2.25	1.51	495	450	510	4,000	70	3,879	3,108	629	837	38.9	7.1
	8	08-114	32	1976	41	3.51	2.66	0.85	560	500	570	13,167	9	10,397	9,148	584	873	14.9	8.4
	9	08-108	32	1975	42	3.78	3.39	0.39	560	540	560	15,733	30	62,882	42,625	760	909	23.1	6.1
	10	01-103	25	1973	44	3.46	2.59	0.87	407	350	407	57,667	79	73,903	34,668	698	867	14.9	6.4
	11	02-102	25	1973	44	3.55	3.14	0.41	550	540	550	11,300	35	16,398	11,039	642	899	9.4	7.9
	12	06-102	25	1973	44	3.20	2.22	0.98	400	340	400	13,167	25	6,313	5,733	685	823	25.0	5.9
	13	08-112	32	1973	44	3.70	1.34	2.36	445	430	480	5,467	3	16,129	11,398	605	888	17.6	8.3
	14	10-101	25	1973	44	3.58	0.00	3.58	440	415	450	945	23	1,677	1,093	607	850	16.6	7.7
	15	11-105	25	1973	44	3.31	1.99	1.32	280	260	330	18,167	34	14,019	10,039	604	884	15.2	8.3
	16	03-202	25	1972	45	3.21	1.25	1.96	395	390	450	24,667	19	18,387	7,730	419	742	15.5	9.0
	17	05-135	25	1972	45	3.48	2.00	1.48	540	465	540	13,000	80	13,138	9,917	603	874	37.8	8.1
	18	05-141	32	1972	45	3.32	1.83	1.49	610	580	610	11,333	10	5,770	5,689	644	849	92.8	7.0
	19	08-106	32	1972	45	3.82	0.00	3.82	610	590	630	1,417	10	1,834	1,833	582	834	36.8	7.8
	20	11-114	32	1972	45	3.26	1.94	1.32	512	512	662	12,333	2	15,490	11,631	616	834	16.6	7.2
	21	05-111	25	1971	46	3.37	0.00	3.37	500	400	500	2,800	2	2,442	1,845	530	755	44.6	7.4
	22	05-151	25	1971	46	3.34	2.16	1.18	320	260	320	14,667	18	12,227	7,447	675	850	72.2	6.5
	23	08-101	32	1971	46	3.38	2.41	0.97	495	460	500	3,730	5	6,389	5,563	763	840	21.4	4.9
	24	10-105	25	1971	46	3.34	2.21	1.13	465	465	495	16,833	14	8,806	6,573	585	878	14.2	8.5
	25	02-103	25	1970	47	3.95	2.56	1.39	660	660	670	6,743	14	7,980	7,520	649	908	31.7	7.9
	26	03-103	25	1970	47	3.42	0.00	3.42	460	455	475	51,000	31	23,416	12,356	624	949	9.3	9.0
	27	10-102	25	1970	47	3.47	2.80	0.67	430	430	445	15,667	25	23,358	12,146	622	878	16.0	7.9
	28	02-104	25	1969	48	3.92	3.01	0.91	530	515	530	16,900	48	24,219	5,972	570	850	23.6	8.3
	29	05-123	32	1969	48	3.41	0.40	3.01	365	190	390	6,000	8	6,694	2,204	686	864	57.1	6.6
	30	06-101	25	1969	48	3.14	1.35	1.79	290	260	350	43,000	166	46,558	35,039	722	869	12.7	6.1
	31	12-104	32	1969	48	3.34	1.78	1.56	480	440	480	2,200	8	4,231	3,939	724	877	32.8	6.2
	32	07-101	32	1969	48	4.01	1.22	2.79	400	370	450	9,333	24	22,139	12,963	611	876	17.9	8.0
	33	10-106	25	1968	49	3.38	2.04	1.34	550	430	560	21,667	760	31,976	14,431	572	841	12.5	8.1
	34	11-107	25	1968	49	3.35	2.09	1.26	520	470	540	16,167	31	7,370	4,882	859	1,016	12.6	6.2
WZ50	1	05-102	25	1967	50	3.40	1.02	2.38	360	270	400	11,567	–	9,628	7,959	557	849	20.9	8.5
	2	05-124	25	1967	50	3.39	1.74	1.65	380	340	400	13,000	17	6,942	4,851	627	869	34.4	7.6
	3	05-133	32	1967	50	3.76	2.67	1.09	515	510	520	9,300	25	4,694	4,608	617	871	34.3	7.8
	4	05-152	25	1967	50	3.25	2.70	0.55	395	380	420	21,000	10	21,926	14,669	618	842	55.3	7.3
	5	05-121	25	1966	51	3.52	2.18	1.34	510	450	515	10,000	4	7,021	6,932	597	837	35.9	7.6
	6	05-161	32	1966	51	3.34	1.33	2.01	460	450	500	1,800	3	1,415	1,355	590	811	70.2	7.3
	7	08-109	32	1966	51	3.45	0.99	2.46	515	490	520	21,333	70	7,134	6,379	629	860	18.6	7.5
	8	02-101	25	1965	52	3.67	2.78	0.89	555	555	620	9,327	4	6,468	5,931	627	890	29.6	8.0
	9	08-102	40	1964	53	3.91	2.46	1.45	390	380	420	9,950	23	8,877	7,432	649	872	21.5	7.3
	10	05-131	40	1963	54	3.70	2.58	1.12	530	510	630	6,333	7	1,447	1,290	597	852	35.8	7.9
	11	05-166	25	1963	54	3.64	0.00	3.64	450	440	450	2,667	68	2,019	1,968	469	702	49.3	7.5
	12	11-113	25	1962	55	3.55	2.72	0.83	520	485	520	4,050	6	5,238	2,939	674	877	38.8	7.0
WZ60	1	05-103	25	1957	60	3.24	1.15	2.09	490	440	490	6,167	8	7,754	4,283	548	828	43.9	8.3
	2	08-104	25	1957	60	3.47	1.51	1.96	540	540	560	8,300	37	6,096	6,034	709	879	28.2	6.4
	3	08-105	32	1957	60	3.49	2.12	1.37	428	360	470	15,000	27	324,086	42,107	706	802	16.7	5.2
	4	05-125	25	1955	62	3.83	1.49	2.34	450	430	450	14,333	9	72,054	13,994	617	873	45.2	7.9
	5	08-107	32	1955	62	3.54	2.30	1.24	400	380	410	4,700	72	9,359	6,656	479	791	19.0	8.8
	6	05-104	25	1954	63	3.35	0.94	2.41	540	530	570	2,933	9	5,590	5,195	611	889	29.3	8.2
	7	08-115	32	1951	66	3.85	2.57	1.28	560	520	570	18,333	23	23,016	18,684	661	876	20.3	7.2
	8	05-112	40	1950	67	3.45	1.92	1.53	280	270	300	20,667	5	66,183	21,271	643	859	72.9	7.2
CZ30	1	03-101	25	1980	37	3.57	1.69	1.88	430	370	440	25,167	6	38,876	27,613	608	854	38.3	7.7
	2	07-103	40	1978	39	3.64	0.00	3.64	560	540	600	23,667	28	6,190	2,619	530	793	13.5	8.0
	3	11-108	80	1978	39	4.53	3.08	1.45	310	310	430	34,667	100	15,411	5,823	593	875	10.9	8.3
CZ40	1	03-104	40	1977	40	3.61	1.98	1.63	430	365	445	54,000	18	12,406	8,783	690	903	17.0	7.2
	2	10-103	32	1976	41	3.63	1.98	1.65	445	420	490	6,667	12	9,524	5,326	584	868	11.5	8.3
	3	08-113	50	1972	45	3.68	1.79	1.89	520	520	580	6,300	11	7,485	7,349	586	857	18.9	8.1
	4	08-103	50	1968	49	4.04	0.86	3.18	295	255	300	14,333	17	10,459	8,237	612	896	17.2	8.3
CZ50	1	05-162	32	1965	52	3.54	1.75	1.79	310	310	420	6,533	4	10,258	5,194	586	854	49.2	8.1
CZ60	1	05-163	32	1956	61	3.64	2.34	1.30	420	420	460	23,000	2	57,928	25,726	679	894	94.3	7.2
CZ70	1	05-122	40	1941	76	4.22	1.57	2.65	360	325	450	12,333	2	6,676	5,066	620	840	59.4	7.3

別表5　H29Fy統計基本データー覧表（2／2）

B．アスファルトジュート巻き管（38）　内訳：　木造（26）　＋鉄筋コンクリート（12）

グループ	No	サンプル No.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	肉厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	-mV	-mV	-mV	Ω・cm	Ω	Ω・cm	Ω・cm	mV	mV	%	—
WA40	1	09-105	25	1974	43	3.22	1.34	1.88	545	530	560	3,367	–	5,110	4,725	384	674	34.6	8.4
	2	09-159	32	1970	47	3.51	2.05	1.46	1,060	900	1,060	7,133	2	4,835	4,812	156	367	20.7	7.1
WA50	1	09-108	25	1966	51	3.22	2.63	0.59	604	526	604	4,567	7	4,197	3,879	422	675	29.7	7.8
	2	09-157	32	1966	51	3.52	1.57	1.95	380	380	520	37,000	–	31,534	18,824	519	832	10.8	8.8
	3	09-104	25	1965	52	3.73	2.81	0.92	640	540	594	4,267	1	8,422	7,482	613	842	25.1	7.4
	4	09-133	32	1964	53	3.55	2.81	0.74	510	504	510	18,333	15	24,899	10,834	554	850	16.3	8.5
	5	09-145	25	1964	53	3.58	1.14	2.44	565	550	580	5,667	–	10,361	6,575	596	852	34.5	7.9
	6	09-154	25	1964	53	3.28	2.92	0.36	590	580	595	18,333	69	57,388	6,282	608	859	10.5	7.8
	7	09-109	25	1963	54	3.42	2.19	1.23	562	556	580	35,000	1	17,999	9,313	635	893	28.4	7.9
	8	09-125	40	1963	54	3.57	1.97	1.60	375	350	375	14,667	35	15,517	14,222	766	851	15.5	5.0
	9	09-143	25	1963	54	3.28	2.58	0.70	600	480	615	17,667	8	28,894	18,938	581	884	11.8	8.7
	10	09-101	25	1962	55	3.24	2.74	0.50	656	656	662	32,333	1	3,590	3,119	615	895	19.3	8.3
	11	09-129	25	1962	55	3.51	1.53	1.98	756	738	796	9,400	–	6,426	6,287	626	871	18.4	7.7
	12	09-148	25	1962	55	3.28	1.56	1.72	545	515	560	29,000	510	14,241	7,038	595	882	24.8	8.4
	13	09-152	25	1962	55	3.43	3.13	0.30	1,120	1,010	1,120	9,400	–	8,432	6,698	649	864	25.8	7.2
	14	09-131	32	1961	56	3.63	2.21	1.42	628	522	628	7,883	9	5,117	4,915	550	839	23.2	8.4
	15	09-142	25	1961	56	4.08	2.55	1.53	530	520	540	17,000	250	19,241	4,201	574	822	22.6	7.7
	16	09-137	25	1960	57	3.30	1.41	1.89	675	625	800	12,667	3	10,464	10,239	496	826	19.6	9.1
	17	09-160	32	1960	57	3.57	1.30	2.27	670	640	670	7,367	67	5,583	5,558	649	867	24.7	7.2
	18	09-116	25	1959	58	3.08	0.80	2.28	598	540	598	28,667	–	20,766	18,181	531	841	14.0	8.8
	19	09-127	40	1959	58	4.10	0.94	3.16	642	604	698	21,000	1	9,666	8,396	529	825	16.4	8.5
WA60	1	09-158	32	1957	60	3.53	2.00	1.53	440	360	460	4,967	38	5,305	4,481	538	835	23.3	8.6
	2	09-150	25	1953	64	3.40	1.44	1.96	585	575	595	8,333	–	7,353	5,740	675	878	37.9	7.0
	3	09-153	25	1952	65	3.40	2.03	1.37	540	400	540	15,667	8	41,808	19,132	558	847	12.4	8.4
	4	09-128	25	1950	67	3.38	0.00	3.38	486	486	514	4,467	–	5,583	5,052	502	779	26.0	8.2
	5	09-134	32	1950	67	3.57	0.00	3.57	552	536	562	2,867	1	1,590	1,574	657	881	26.7	7.3
CA40	1	11-110	50	1976	41	3.85	1.60	2.25	310	260	370	10,833	1	6,465	5,884	562	852	15.2	8.4
	2	11-111	40	1976	41	3.60	2.10	1.50	300	240	330	24,167	1	13,366	6,301	535	838	12.7	8.7
	3	11-112	40	1976	41	3.87	1.64	2.23	290	160	340	15,167	1	8,165	6,744	580	884	18.0	8.7
	4	11-101	80	1976	41	4.07	3.33	0.74	250	170	430	11,667	1	7,090	4,476	634	909	12.9	8.2
	5	11-102	80	1976	41	4.01	1.68	2.33	280	140	380	6,133	6	13,765	8,306	655	914	13.3	7.9
	6	11-103	80	1976	41	4.08	3.38	0.70	440	300	530	7,267	0	4,182	1,496	622	848	15.7	7.4
	7	09-122	80	1973	44	4.31	1.45	2.86	226	218	350	5,800	0	8,012	6,143	481	782	14.1	8.6
CA50	1	09-146	40	1966	51	3.71	2.17	1.54	345	345	615	5,133	–	12,023	9,145	549	856	17.6	8.7
	2	09-140	50	1964	53	3.53	2.02	1.51	335	335	390	6,167	–	10,866	3,602	334	634	17.8	8.6
	3	09-120	50	1962	55	4.06	2.48	1.58	480	446	480	3,433	3	14,163	7,304	613	907	13.1	8.5
	4	09-118	50	1959	58	4.16	0.56	3.60	486	380	582	6,867	1	5,194	5,119	477	712	20.4	7.5
CA60	1	09-156	50	1956	61	3.86	3.15	0.71	390	320	500	31,000	3	57,351	16,552	617	884	9.9	8.1

（グループ記号）

W：木造（建物）

C：鉄筋コンクリート造／鉄骨造（建物）

Z：亜鉛メッキ管

A：アスファルトジュート巻き管

数字（30～70）：埋設経過年10年区分

（着色データ）

0.00	（肉厚測定値Min）	：　貫通管（本資料では貫通補正未実施）
1280他	（P/S測定値）	：　電気防食有（腐食統計より除外）
324,086	（土壌抵抗率異常値）	：　土壌抵抗率に関する統計から除外

別表6 S60Fy統計基本データー覧表（1／2）

A. 亜鉛メッキ管 ［前回（S60Fy）調査 木造（32）＋鉄筋コンクリート（34）］

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度（昭和）	埋設経過年 Y	最大腐食深さ Hmax (mm)	管対地電位 P/Snob (-mV)	土壌抵抗率 ρmin (Ω·cm)	土壌抵抗率 ρBOX (Ω·cm)	酸化還元電位 ORP (mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位 RED (mV)
WZ１０	1	東部	25	49	10	0.59	612	3,800	3,750	60	258
	2	東部	25	45	14	0.83	724	6,410	4,480	165	399
	3	東京	25	45	14	1.63	476	5,610	4,390	190	436
	4	東京	25	45	14	1.48	471	5,750	*4,350*	270	468
	5	東京	25	45	14	1.41	440	3,360	4,360	200	422
	6	東京	25	45	14	1.86	556	3,540	4,080	190	424
	7	東京	25	45	14	2.43	508	1,550	2,900	280	486
	8	東京	25	44	15	0.88	661	2,010	2,660	*230*	398
	9	北海道	25	43	16	0.59	686	9,690	4,480	240	490
	10	北海道	25/32	41	18	1.84	609	1,690	3,750	300	498
WZ２０	1	東京	25	39	20	0.96	565	5,730	4,180	220	*424*
	2	東京	25	36	23	1.08	559	4,070	4,870	180	444
	3	仙台	25	36	23	2.13	561	1,700	3,450	100	316
	4	仙台	25	36	23	1.34	643	2,040	3,130	220	350
	5	東京	25	36	23	1.71	557	3,250	*3,950*	*180*	438
	6	東京	25	35	24	2.01	418	2,510	1,360	150	382
	7	東邦	25	35	24	1.55	412	7,060	*3,350*	220	466
	8	東京	25	35	24	1.83	527	2,850	1,970	140	348
	9	東京	25	34	25	1.48	461	3,420	1,350	280	426
	10	東邦	25	33	26	0.28	446	4,390	1,530	270	552
	11	東京	25	33	26	1.67	577	2,670	2,100	290	488
	12	東京	25	31	28	1.03	473	2,100	4,000	190	402
	13	東京	25	30	29	3.04	450	2,360	4,020	280	448
WZ３０	1	東京	25	29	30	2.73	415	4,140	4,230	220	381
	2	東京	25	29	30	2.17	477	3,110	3,780	260	464
	3	東京	20	29	30	2.32	526	2,870	4,410	180	378
	4	西部	25	28	31	0.93	488	9,660	5,200	210	438
	5	西部	25	28	31	0.99	602	13,100	4,000	240	404
	6	西部	25	28	31	0.23	635	2,570	3,000	400	634
	7	西部	25	28	31	2.54	636	2,430	2,600	210	432
	8	西部	25	28	31	3.41	555	1,280	1,500	200	410
	9	東京	25	26	33	2.23	434	5,100	2,230	220	416
CZ００	1	北陸	40	56	3	0.33	413	2,300	2,000	80	200
	2	東部	50	55	4	0.46	506	6,950	4,090	120	378
	3	京葉	40	55	4	0.97	569	3,200	2,370	110	396
	4	北陸	40	54	5	0.48	391	42,500	9,400	160	334
	5	北陸	40	54	5	0.11	424	13,000	20,000	120	350
	6	仙台	50/40	53	6	1.02	478	4,100	5,080	140	390
	7	京葉	50	53	6	1.37	551	2,490	1,340	190	464
	8	京葉	50	52	7	0.82	676	3,500	1,340	120	402
	9	京葉	40	52	7	1.65	512	2,850	1,430	100	378
	10	京葉	50	51	8	2.83	460	2,120	1,410	50	284
	11	仙台	50/40	51	8	2.45	431	3,570	4,110	140	452
	12	京葉	40	51	8	1.36	597	3,470	1,290	100	364
	13	東部	50	51	8	1.07	599	2,480	3,070	60	250
CZ１０	1	東京	40	49	10	1.81	212	6,020	3,550	200	470
	2	東京	50	47	12	0.83	569	6,440	4,000	190	484
	3	東京	40	47	12	1.70	337	2,230	3,400	140	350
	4	東京	40	46	13	1.88	297	3,490	2,490	260	462
	5	東京	40	46	13	2.84	450	4,180	3,190	210	462
	6	東京	40	43	16	2.22	351	7,310	3,000	220	468
	7	西部	50	43	16	3.80	451	1,400	1,400	180	480
	8	西部	50	42	17	1.45	418	15,600	3,400	180	486
	9	西部	50	41	18	1.56	464	44,000	12,000	210	478
	10	東京	50	40	19	1.26	452	4,790	2,770	170	374
CZ２０	1	東京	40	39	20	1.38	547	3,450	2,600	180	462
	2	西部	50	39	20	1.61	380	12,100	2,400	140	494
	3	北陸	50	39	20	0.56	470	5,560	4,600	180	432
	4	西部	50	39	20	3.83	344	2,620	2,200	190	496
	5	東京	40	36	23	2.09	360	2,160	3,770	210	444
	6	東京	40	36	23	3.26	376	4,380	3,790	220	472
	7	東京	40	36	23	1.84	251	4,620	5,200	180	420
	8	東京	40	35	24	1.90	380	4,330	3,730	230	398
	9	北陸	50	34	25	0.02	625	8,580	5,400	80	362
	10	東京	50	33	26	1.93	363	4,990	4,200	140	368
	11	東京	50	33	26	1.41	423	3,550	2,600	180	402

別表6 S60Fy統計基本データー覧表（2／2）

B. ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ管 ［前回(S60Fy)調査 木造(33)＋鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(22)］

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度（昭和）	埋設経過年 Y	最大腐食深さ Hmax (mm)	管対地電位 P/Snob (-mV)	土壌抵抗率 ρmin (Ω･cm)	土壌抵抗率 ρBOX (Ω･cm)	酸化還元電位 ORP (mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位 RED (mV)
WA１０	1	大阪	32	45	14	0.93	500	1,430	1,800	120	390
	2	大阪	32	42	17	0.70	651	4,720	1,410	-110	124
	3	大阪	25	42	17	1.19	514	7,270	*6,000*	220	424
	4	大阪	25	42	17	0.67	786	10,600	8,800	230	446
	5	大阪	40	42	17	1.16	579	3,450	3,600	260	538
	6	大阪	25	42	17	0.40	633	5,840	2,590	230	472
	7	大阪	25	42	17	1.20	567	2,160	1,430	-60	216
	8	大阪	25	41	18	0.37	618	2,970	8,000	140	446
	9	大阪	25	41	18	0.82	657	1,730	1,840	*-10*	224
	10	大阪	25	41	18	0.31	641	5,160	2,000	*3*	117
	11	大阪	25	41	18	0.50	650	5,870	4,200	260	386
	12	大阪	25	40	19	0.63	625	4,030	*2,920*	*210*	372
WA２０	1	大阪	25	38	21	2.24	620	3,550	1,470	100	238
	2	大阪	25	38	21	0.64	621	8,310	7,200	190	350
	3	大阪	40	38	21	0.16	661	4,430	2,860	120	348
	4	大阪	25	38	21	1.85	530	3,060	3,800	30	162
	5	大阪	25	37	22	0.84	551	4,460	2,800	150	*450*
	6	大阪	32	37	22	1.12	576	1,170	1,800	220	382
	7	東邦	25	35	24	3.20	404	2,570	2,530	220	436
	8	東邦	25	35	24	0.85	408	4,390	1,740	140	212
	9	東邦	25	32	27	1.28	667	981	1,560	200	398
	10	大阪	25	31	28	1.27	460	4,280	*2,000*	190	478
	11	大阪	25	30	29	0.44	540	5,100	6,600	220	520
	12	大阪	25	30	29	1.60	580	2,250	2,370	10	166
	13	大阪	25	30	29	0.79	530	2,560	1,330	190	364
WA３０	1	大阪	25	29	30	0.70	457	62,300	11,200	330	552
	2	大阪	25/32	29	30	1.62	644	1,290	1,440	180	342
	3	大阪	25	29	30	1.49	584	925	1,440	-100	128
	4	大阪	32	29	30	1.13	584	968	2,370	140	308
	5	大阪	25	29	30	3.21	583	1,390	1,390	100	376
	6	大阪	25	28	31	0.46	589	4,970	3,000	220	474
	7	大阪	25	27	32	0.62	611	2,610	4,000	250	400
	8	大阪	25	25	34	1.30	480	2,900	4,200	170	356
CA１０	1	大阪	50	49	10	1.01	523	5,870	4,400	190	520
	2	大阪	40	47	12	1.23	400	16,200	1,610	290	594
	3	大阪	50	46	13	0.91	437	4,620	2,600	110	374
	4	大阪	40	45	14	1.99	354	2,680	1,710	210	510
	5	大阪	40	45	14	1.03	429	10,300	5,600	170	476
	6	大阪	40	45	14	1.76	310	4,000	1,900	210	474
	7	大阪	40	45	14	1.21	438	5,060	1,580	70	346
	8	大阪	40	44	15	2.12	479	2,270	3,600	170	470
	9	大阪	40	44	15	1.88	434	3,080	3,400	180	486
	10	大阪	40	44	15	0.54	598	2,740	2,000	-100	162
	11	大阪	40	42	17	1.05	520	2,340	1,410	180	414
	12	大阪	40	42	17	1.91	524	1,030	1,330	170	452
CA２０	1	大阪	50	37	22	0.65	583	18,700	4,800	90	354
	2	大阪	50	37	22	0.62	564	2,970	2,200	160	364
	3	大阪	40	36	23	1.00	383	32,300	5,600	210	474
	4	大阪	50	35	24	3.52	406	3,570	1,420	120	414
	5	大阪	50	35	24	2.55	552	5,660	2,270	180	462
	6	東邦	50	34	25	0.80	400	4,250	2,280	-20	154
	7	東邦	50	33	26	1.40	552	1,010	1,800	100	370
	8	東邦	50	33	26	1.03	432	2,870	2,600	-80	208
	9	大阪	50	33	26	2.91	578	2,520	2,600	230	506
	10	大阪	50	32	27	3.50	390	3,890	3,200	260	512

（グループ記号）

W：木造（建物）

C：鉄筋コンクリート造／鉄骨造（建物）

Z：亜鉛メッキ管

A：アスファルトジュート巻き管

数字（00～30）：埋設経過年10年区分

別図リスト

＜ガス事業者＞	＜認識番号＞	＜PAGE＞
北海道ガス	1-101～103	93～95
仙台市ガス	2-101～104	96～99
北陸ガス	3-101,103,104,202,204	100～104
京葉ガス	4-101～103	105～107
東京ガス	5-101～104,111,112,121～125,131,133135,141,151,152,161～163165,166	108～129
静岡ガス	6-101～103	130～132
中部ガス	7-101～103	133～135
東邦ガス	8-101～115	136～150
大阪ガス	9-101,104,105,108,109,116,118,120,122,125,127,～129,131,133,134,137,140,142, 143,145,146,148,150,152,～154,156～160	151～182
広島ガス	10-101～106	183～188
四国ガス	11-101～103,105,107,108,110～115	189～200
西部ガス	12-101～104	201～204

認識番号	1-101

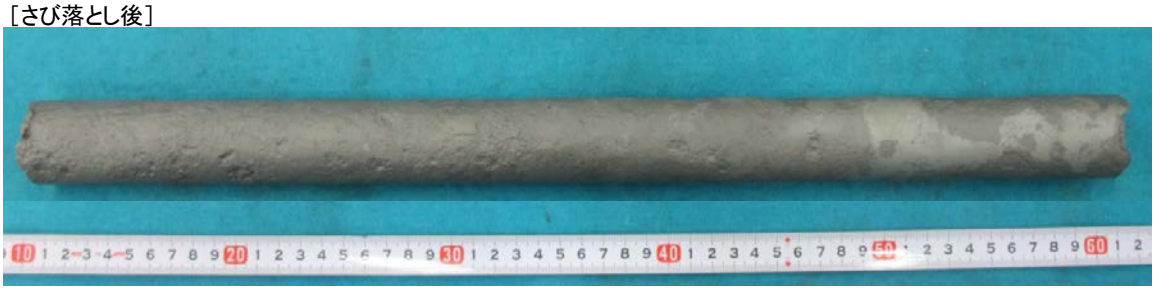
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(C)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.28mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.42mm
最大腐食深さ	1.86mm

1. サンプル管の外観

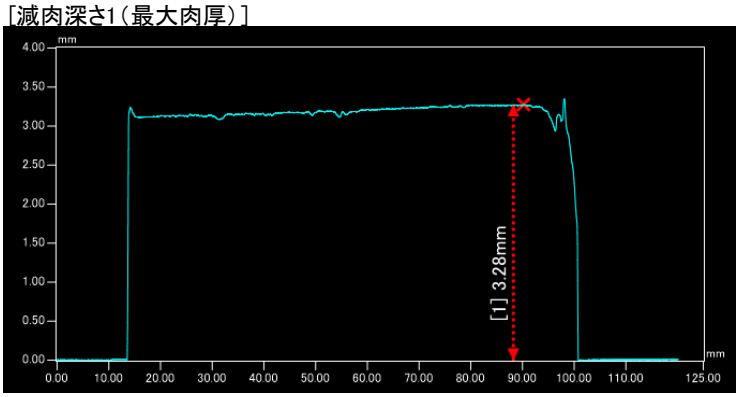
［さび落とし前］

［さび落とし後］

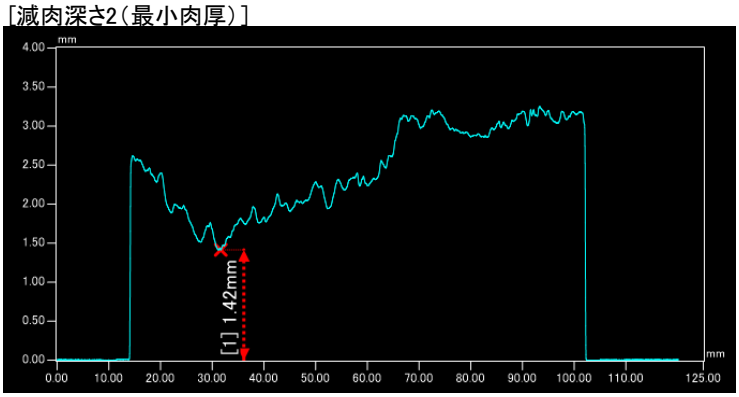


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



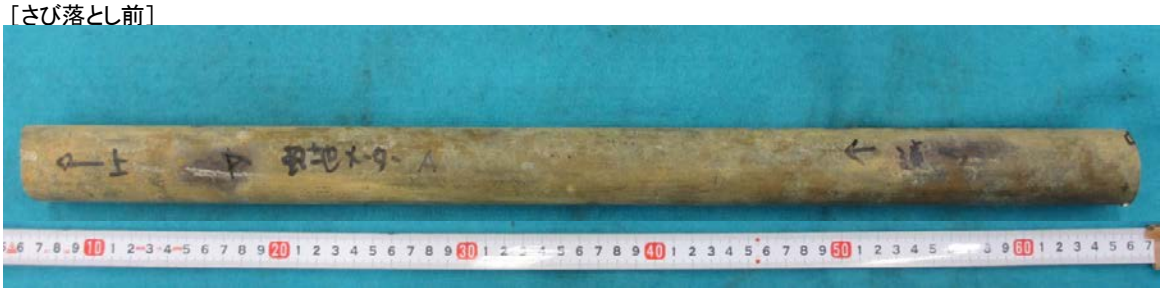
認識番号	1-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(A)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.28mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.46mm
最大腐食深さ	1.82mm

1. サンプル管の外観

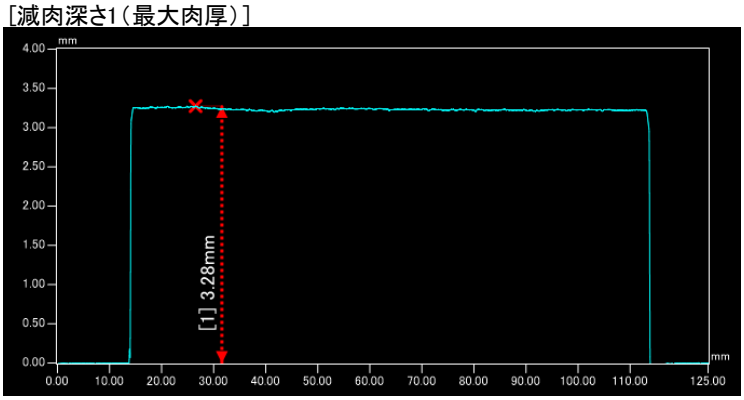
［さび落とし前］



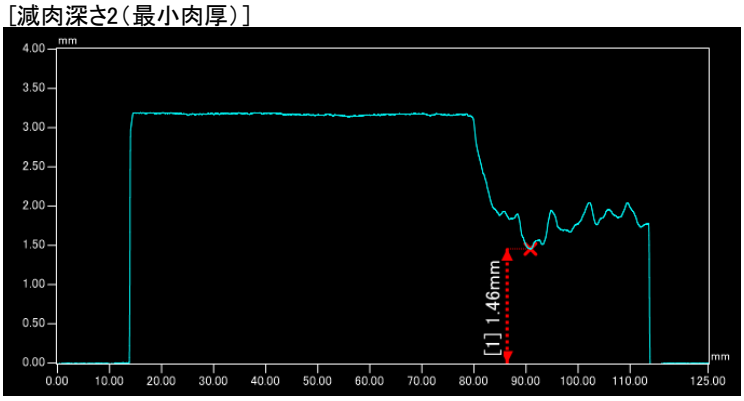
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	1-103

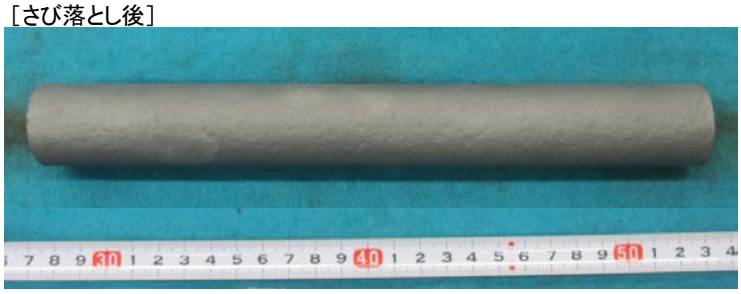
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.46mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.59mm
最大腐食深さ	0.87mm

1. サンプル管の外観

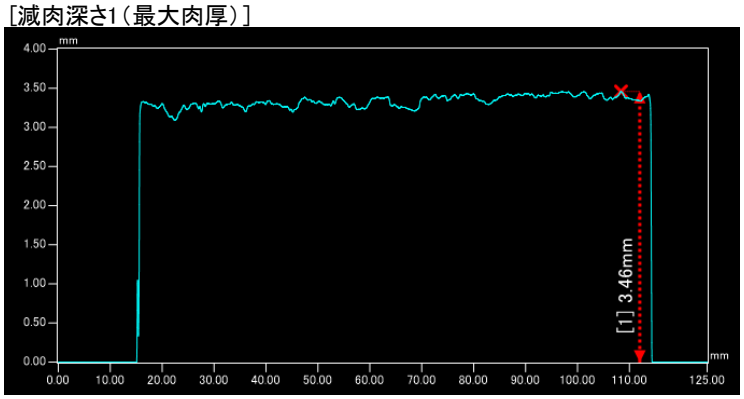
［さび落とし前］

［さび落とし後］

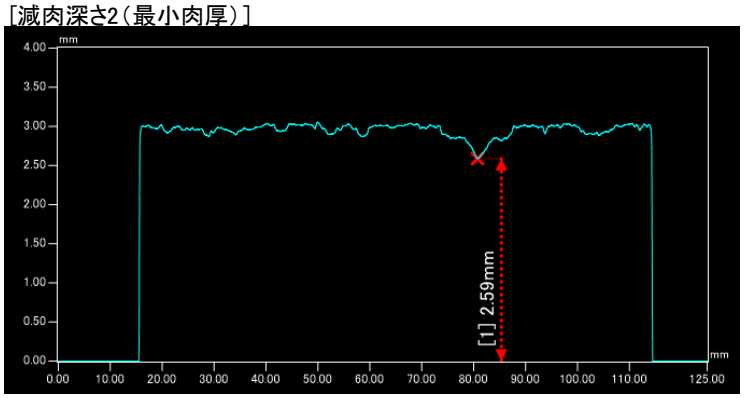


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	2-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(D)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.67mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.78mm
最大腐食深さ	0.89mm

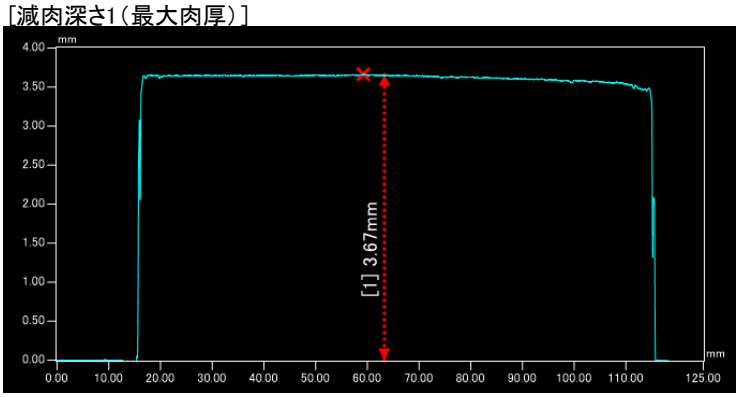
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

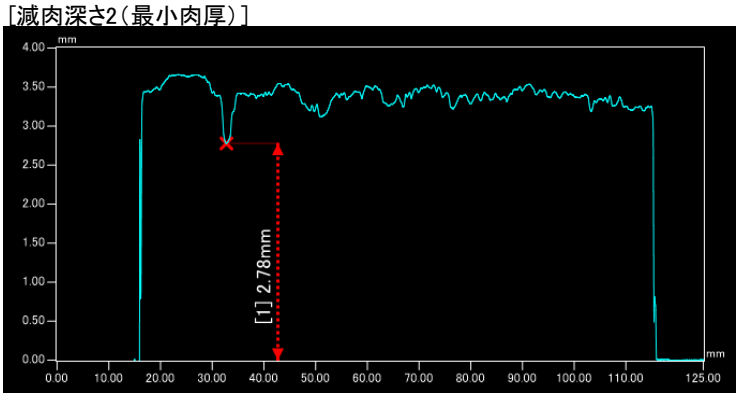
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	2-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.55mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.14mm
最大腐食深さ	0.41mm

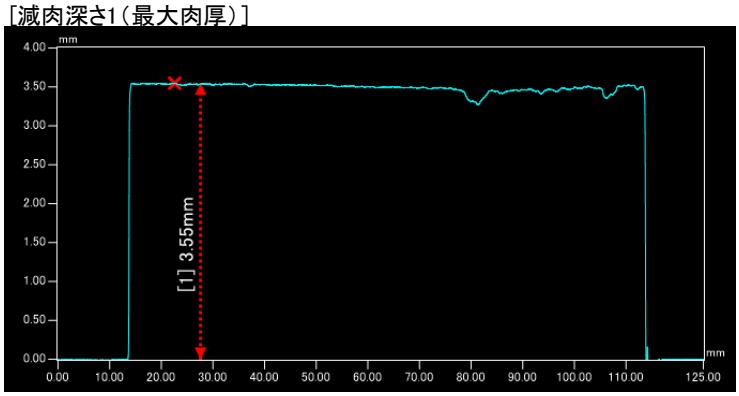
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

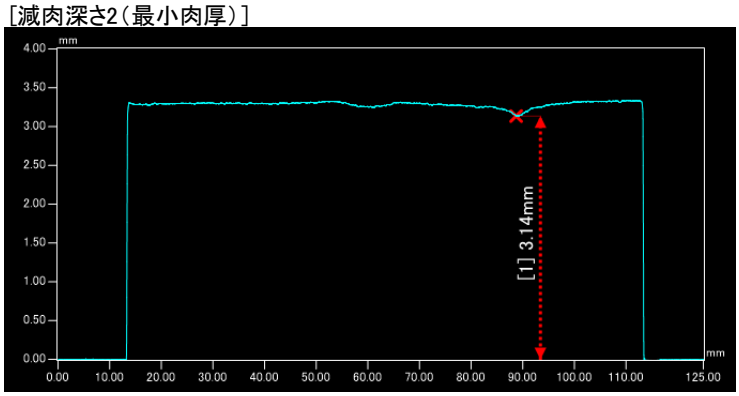
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	2-103

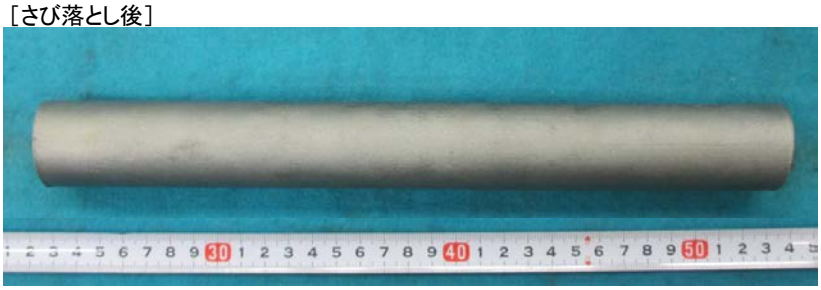
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.95mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.56mm
最大腐食深さ	1.39mm

1. サンプル管の外観

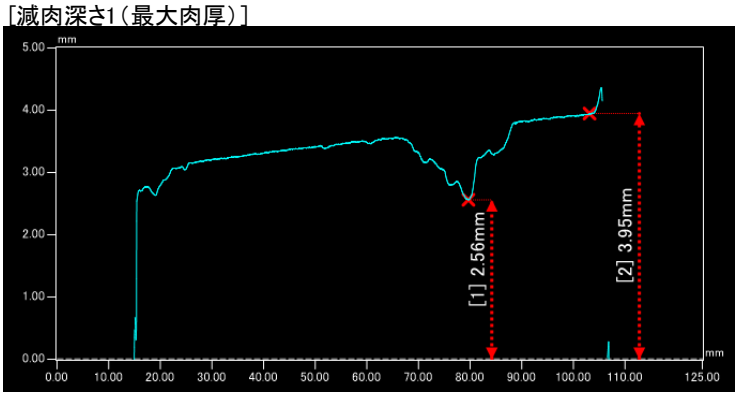
［さび落とし前］

［さび落とし後］

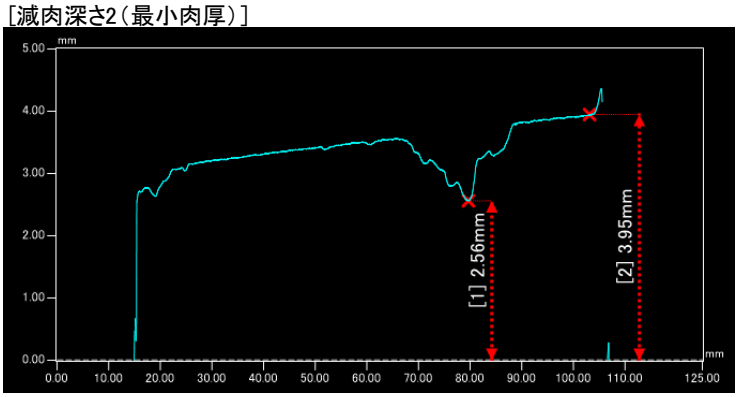


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	2-104

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.92mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.01mm
最大腐食深さ	0.91mm

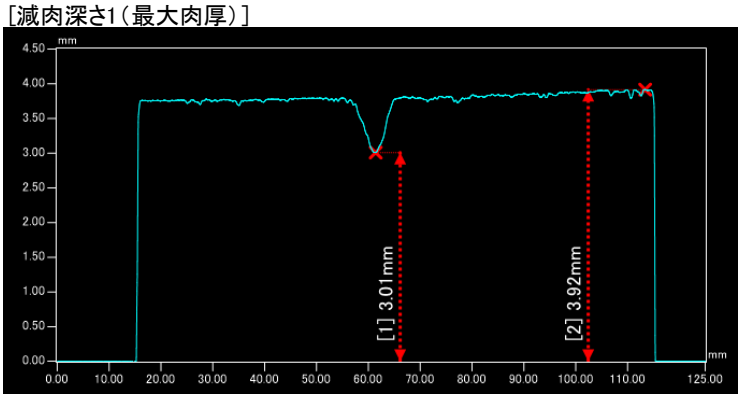
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

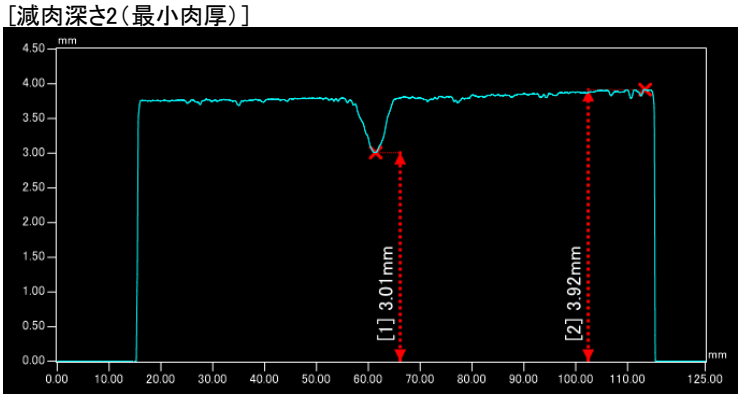
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	3-101

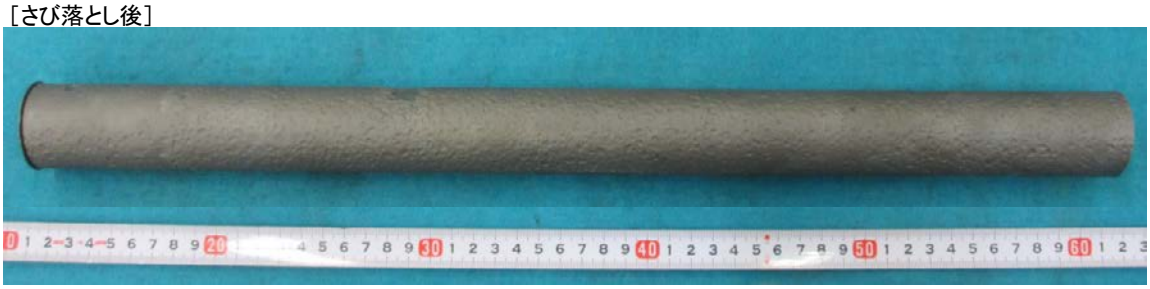
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(C)
建築物構造	鉄筋

減肉深さ１（最大肉厚）	3.57mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.69mm
最大腐食深さ	1.88mm

1. サンプル管の外観

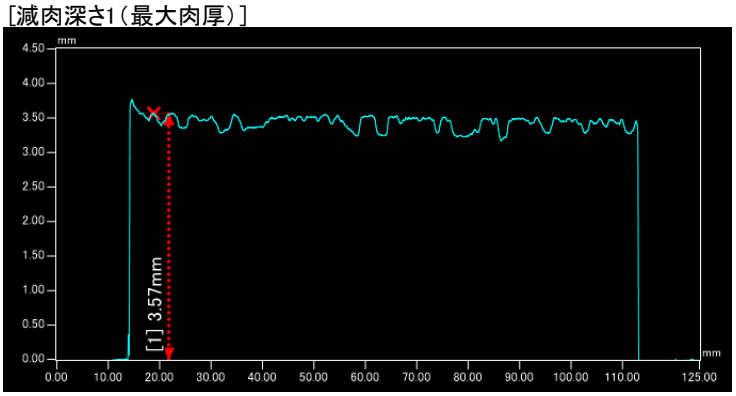
［さび落とし前］

［さび落とし後］

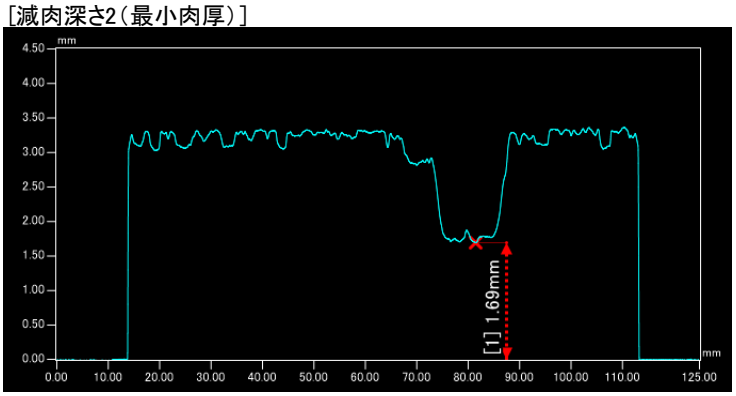


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	3-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.42mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.42mm
	貫通

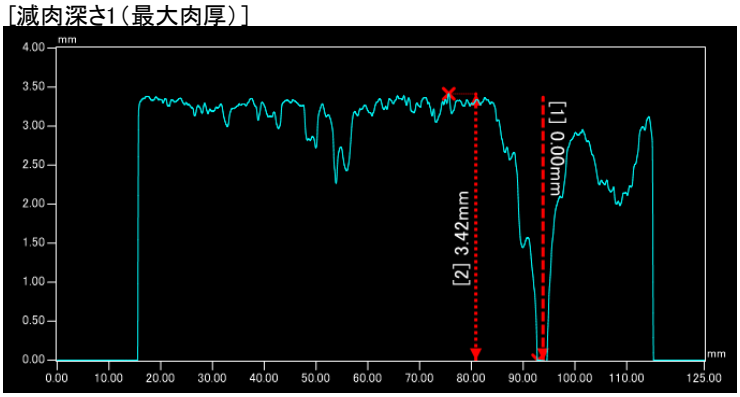
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

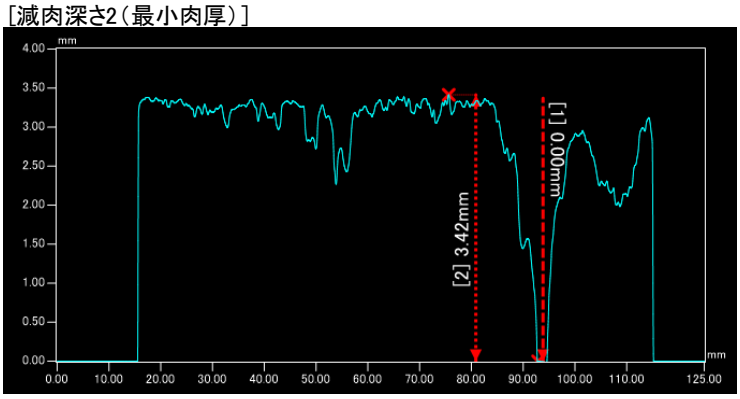
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	3-104

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋

減肉深さ１（最大肉厚）	3.61mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.98mm
最大腐食深さ	1.63mm

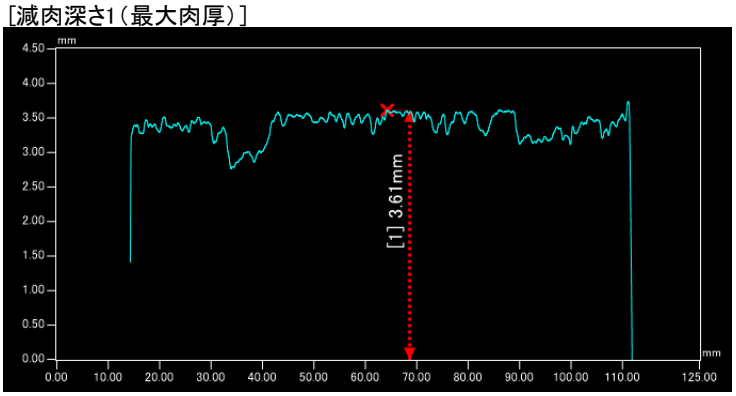
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

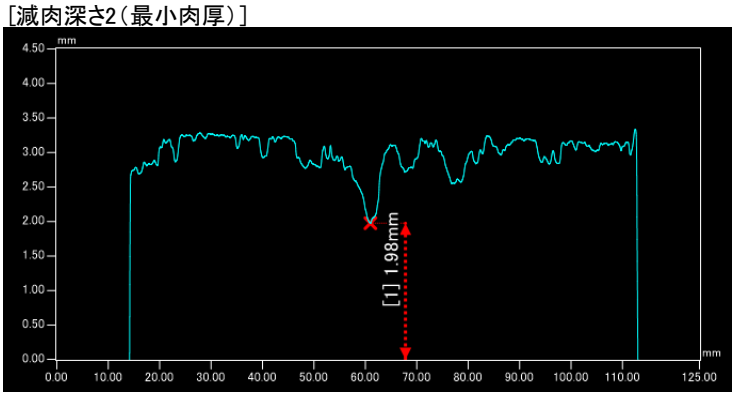
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	3-202

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.21mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.25mm
最大腐食深さ	1.96mm

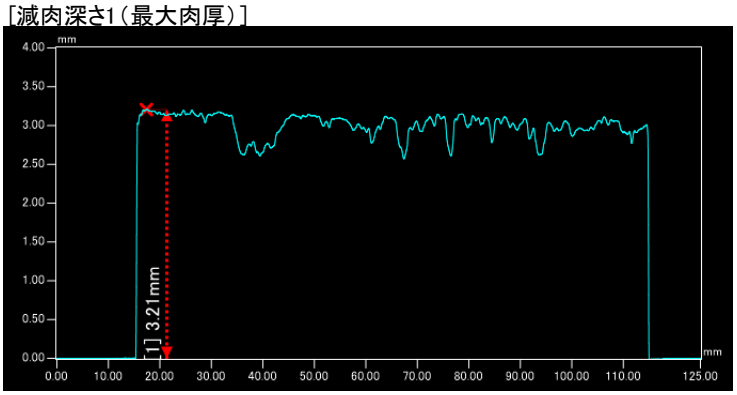
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

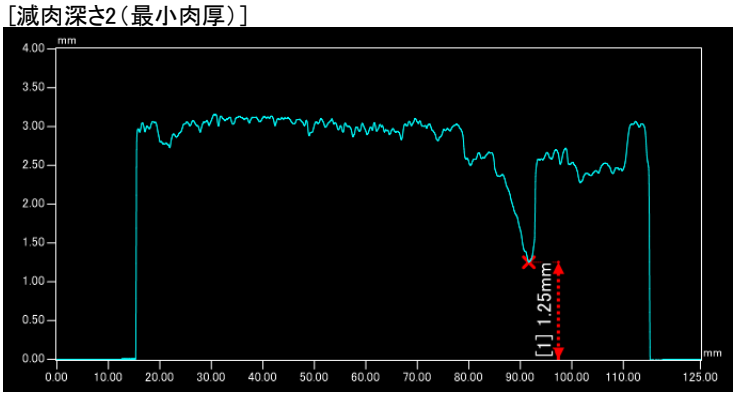
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	3-204

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.33mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.47mm
最大腐食深さ	2.86mm

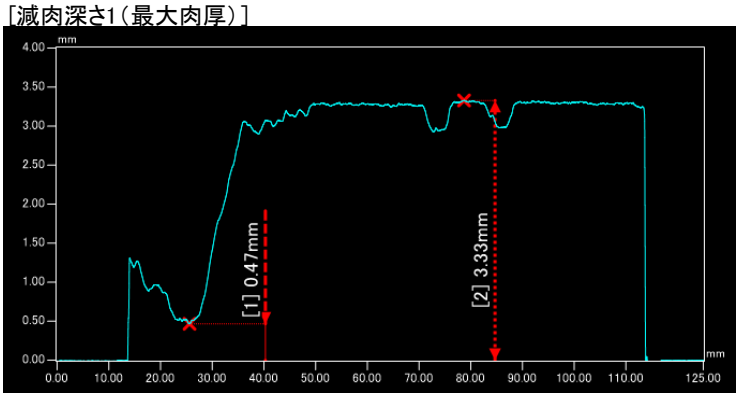
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

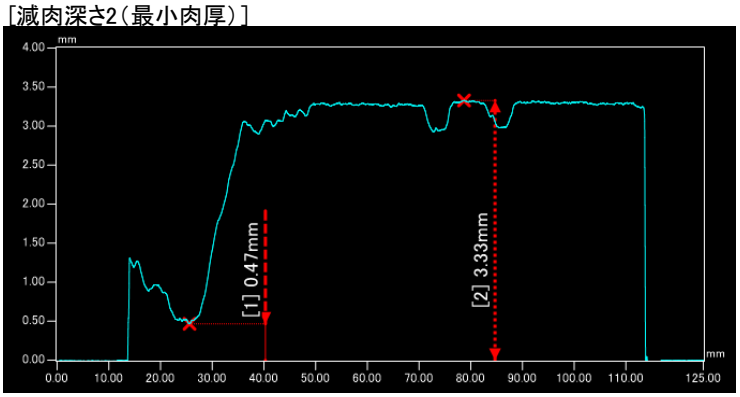
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	4-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.34mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.14mm
最大腐食深さ	1.20mm

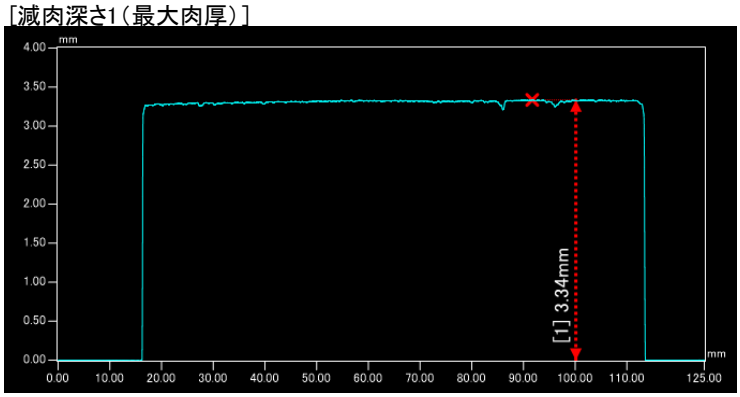
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

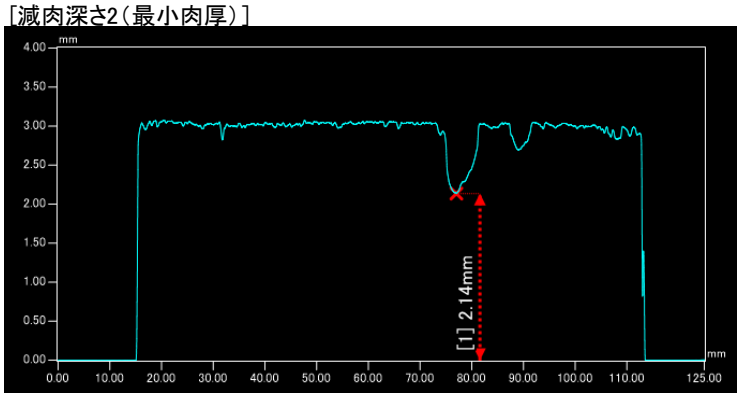
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	4-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.45mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.19mm
最大腐食深さ	1.26mm

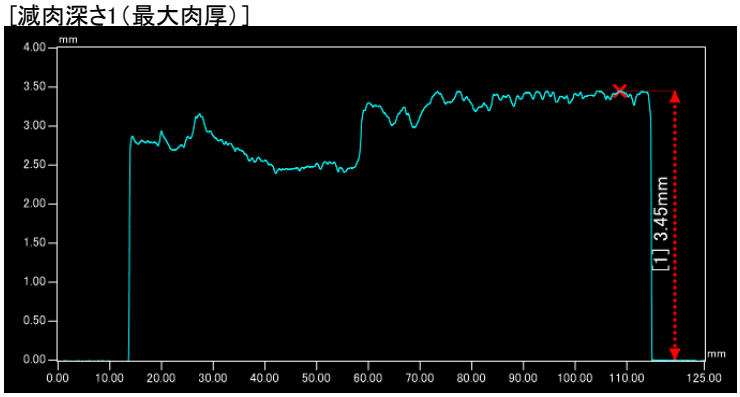
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

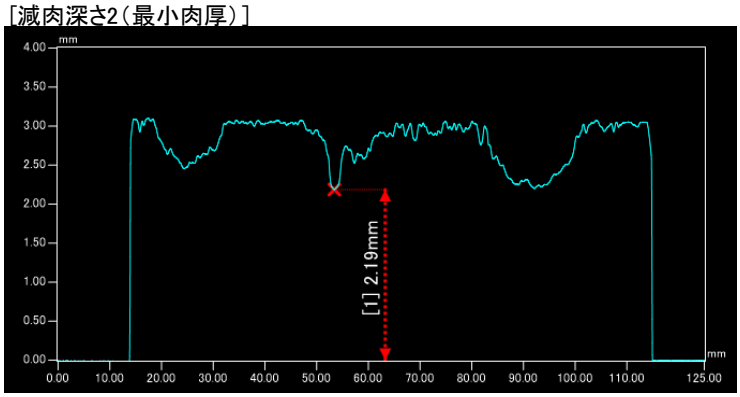
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	4-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.21mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.25mm
最大腐食深さ	0.96mm

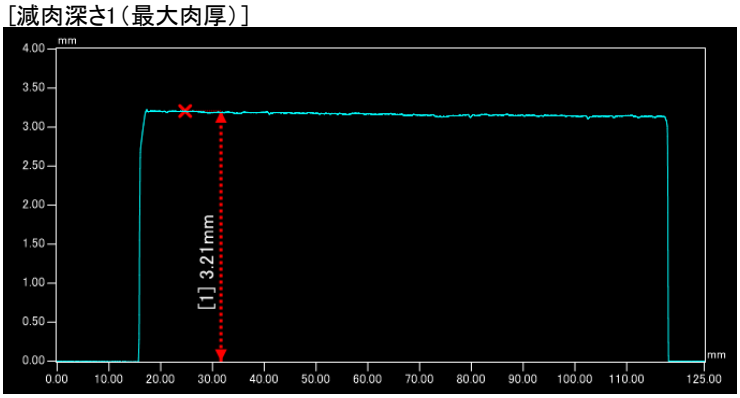
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

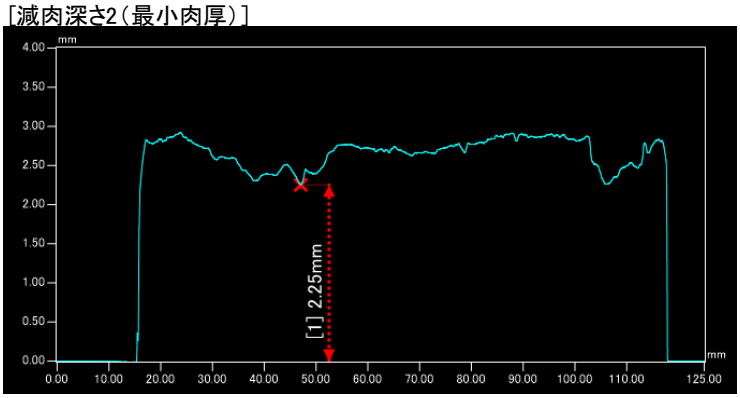
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-101

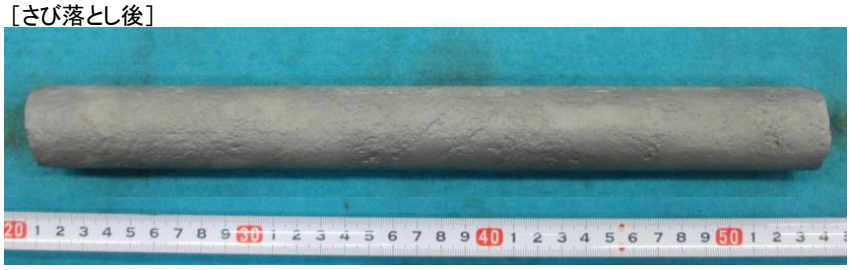
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.22mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.11mm
最大腐食深さ	1.11mm

1. サンプル管の外観

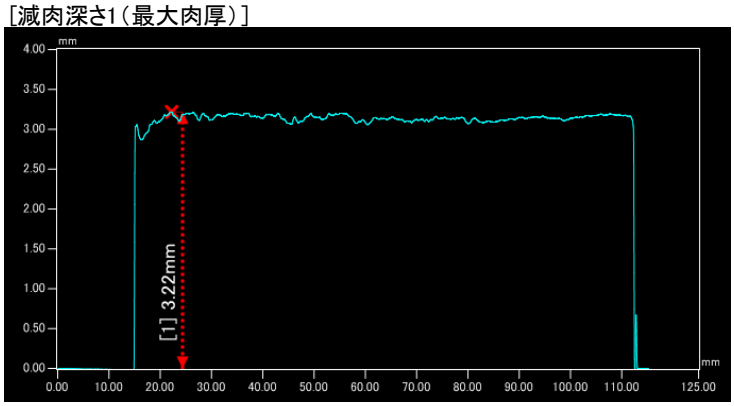
［さび落とし前］

［さび落とし後］

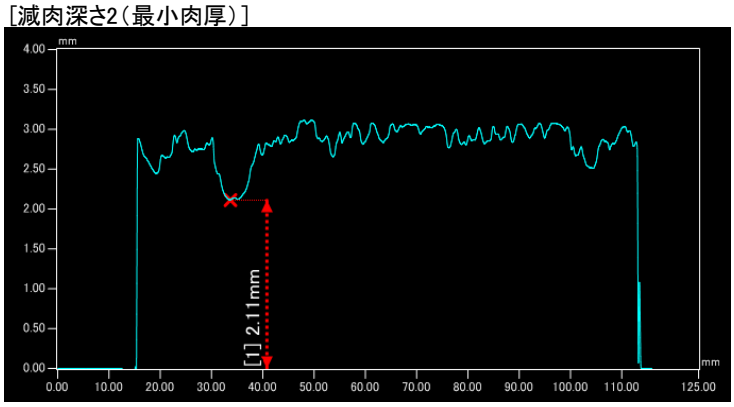


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-102

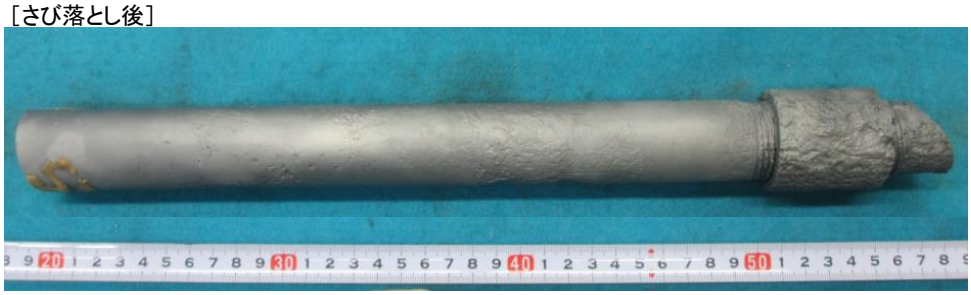
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.40mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.02mm
最大腐食深さ	2.38mm

1. サンプル管の外観

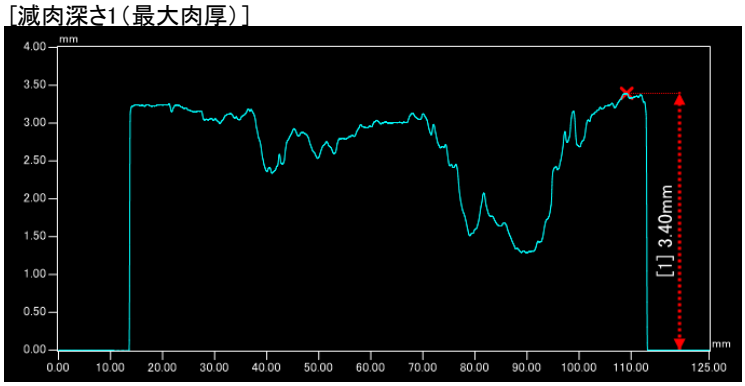
［さび落とし前］

［さび落とし後］

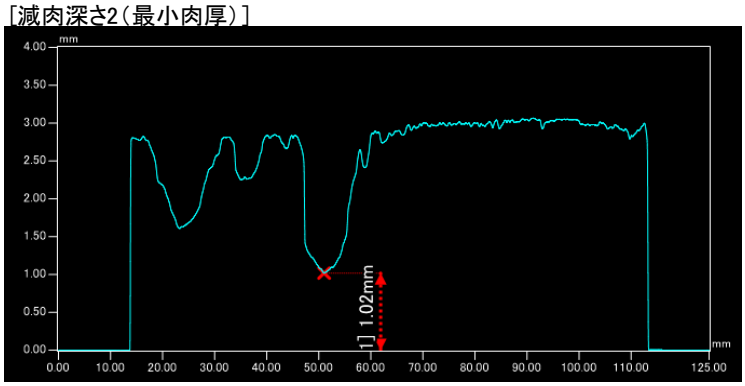


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.24mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.15mm
最大腐食深さ	2.09mm

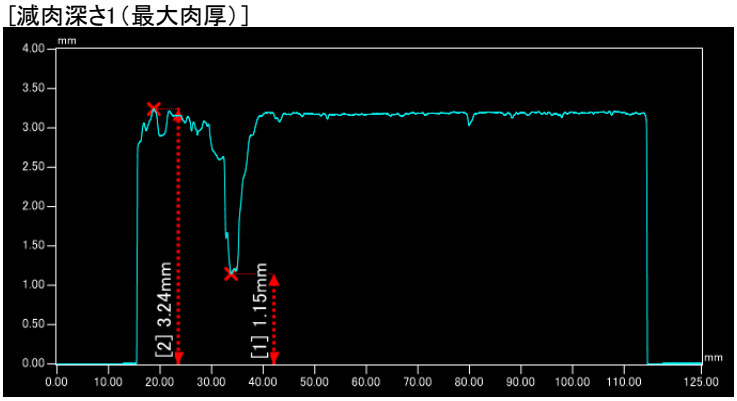
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

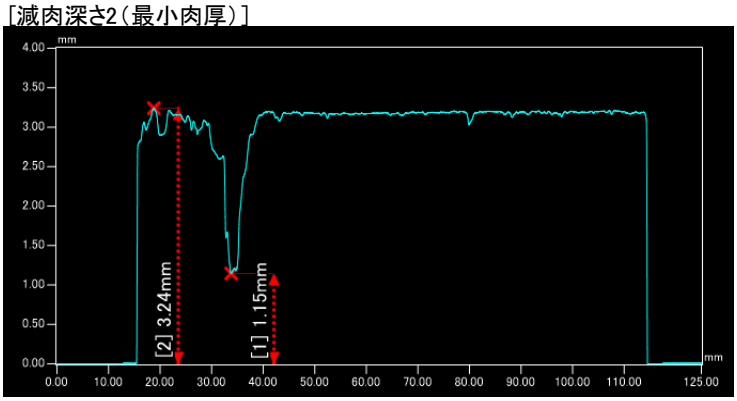
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-104

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.35mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.94mm
最大腐食深さ	2.41mm

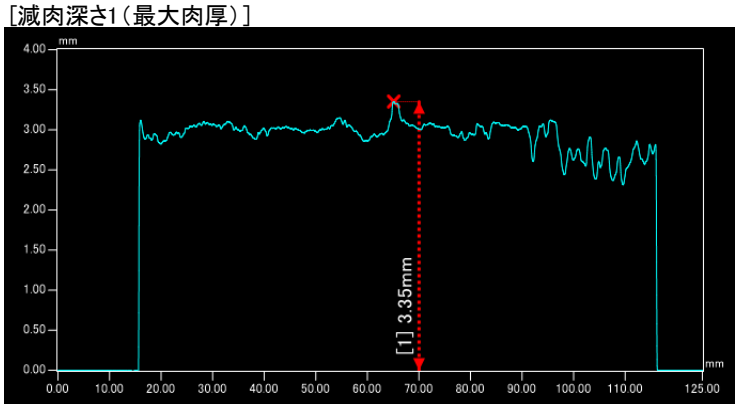
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

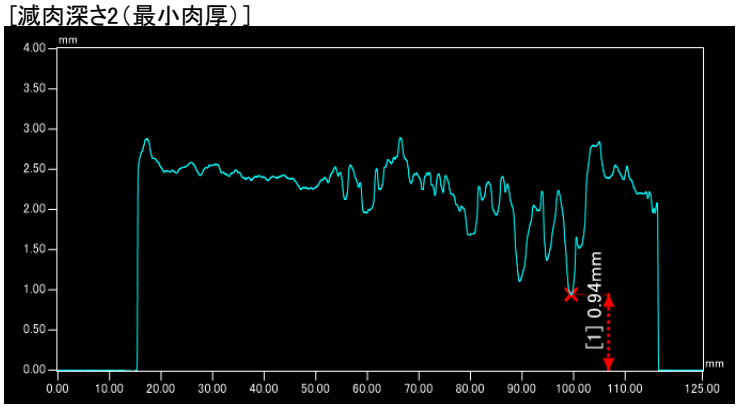
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-111

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.37mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.37mm

貫通

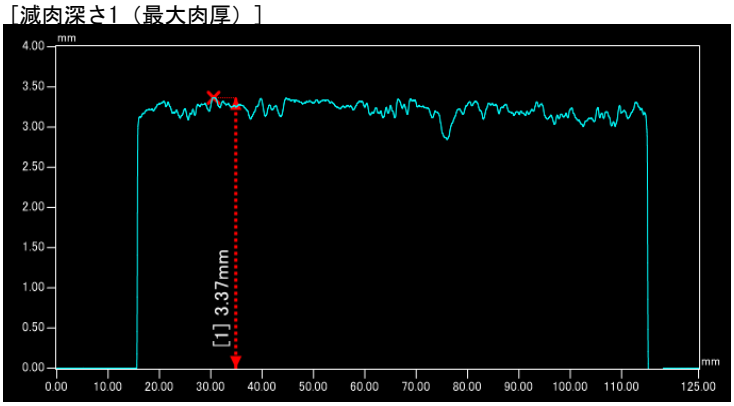
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

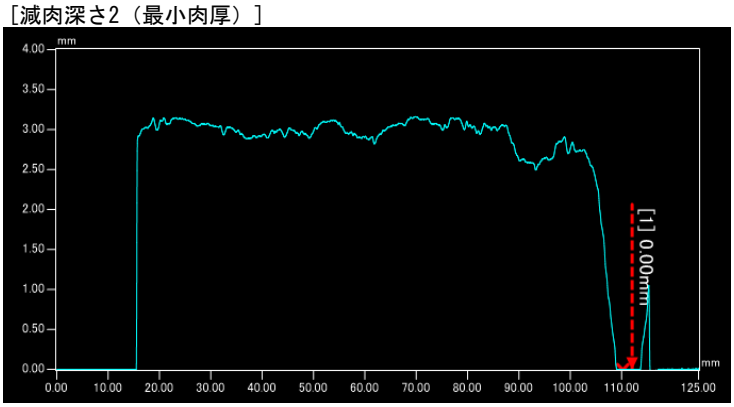
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	5-112

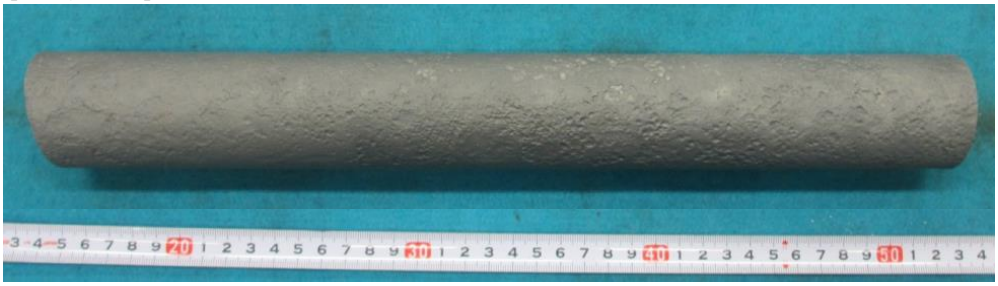
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.45mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.92mm
最大腐食深さ	1.53mm

1. サンプル管の外観

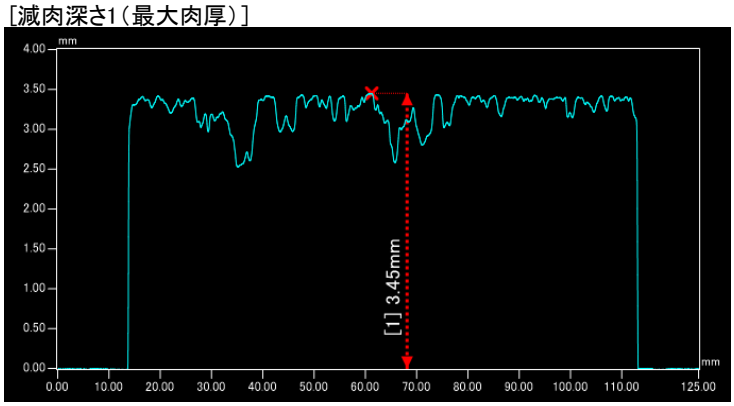
［さび落とし前］

［さび落とし後］

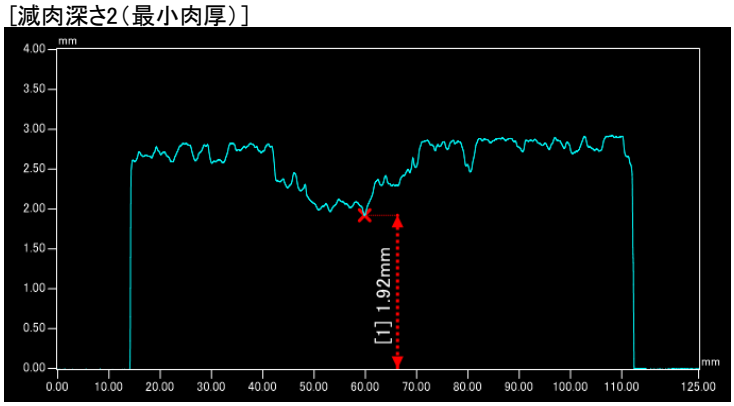


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	5-121

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長（短管・長管）	長管（A）
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.52mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.18mm
最大腐食深さ	1.34mm

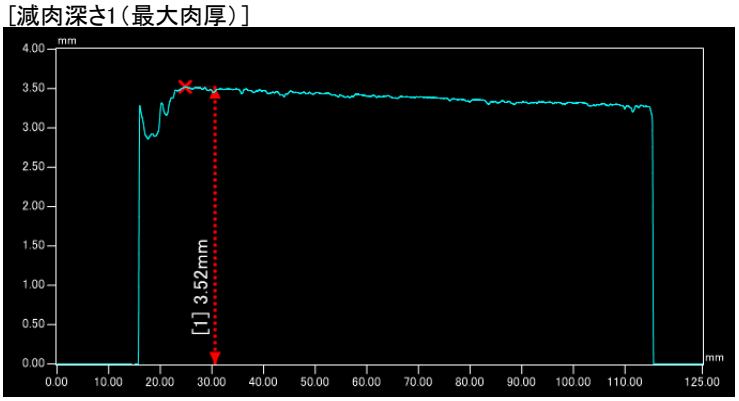
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

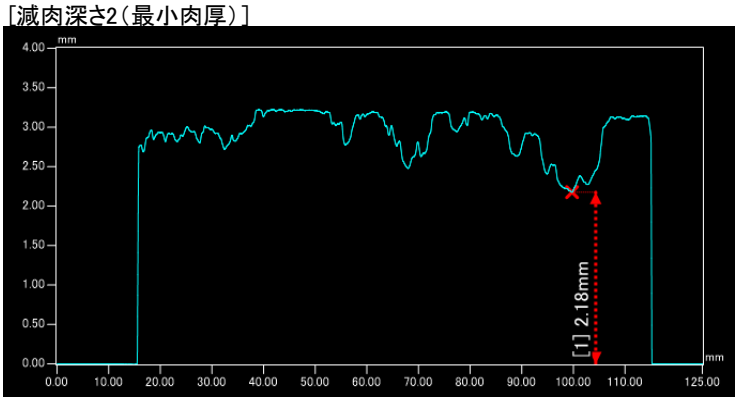
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



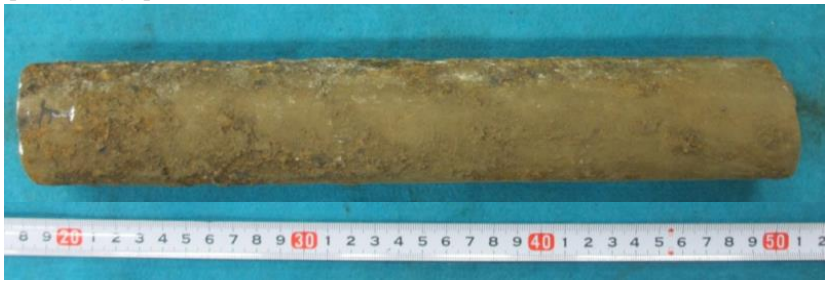
認識番号	5-122

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

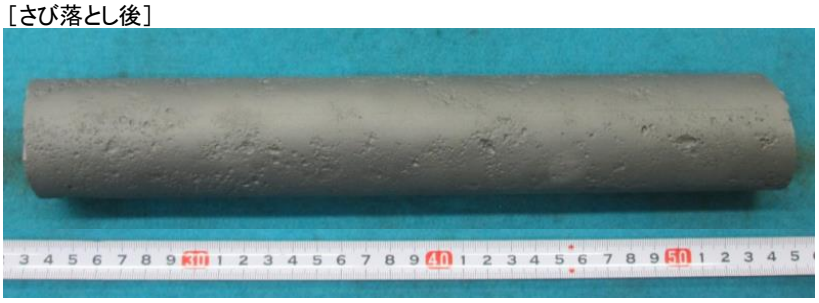
減肉深さ１（最大肉厚）	4.22mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.57mm
最大腐食深さ	2.65mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

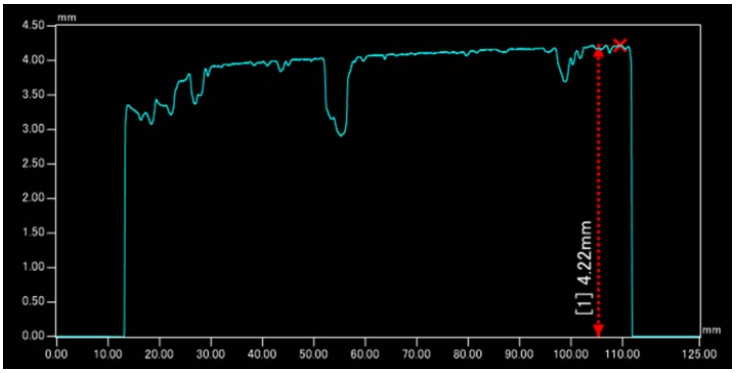


［さび落とし後］

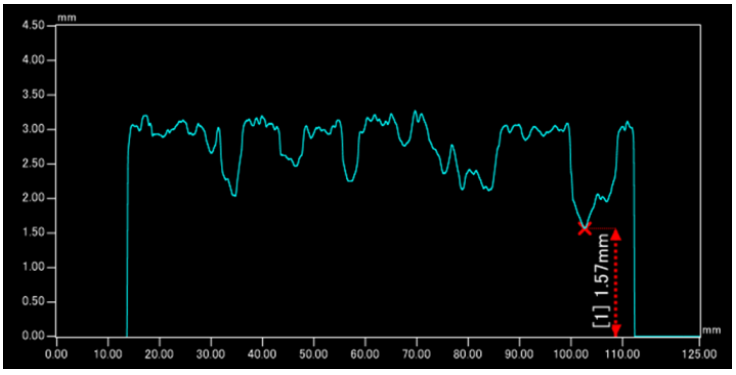


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	5-123

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.41mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.40mm
最大腐食深さ	3.01mm

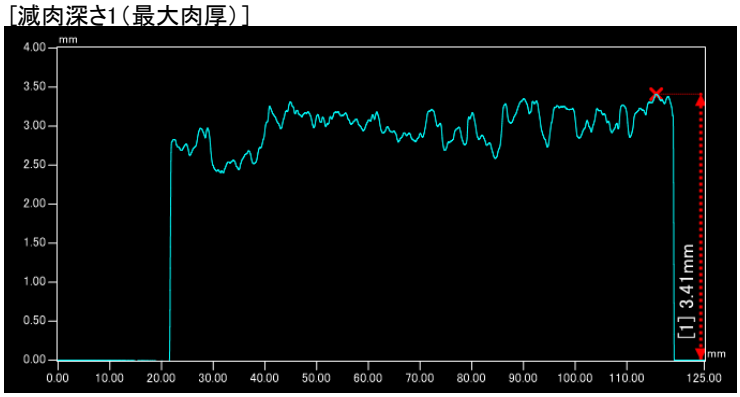
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

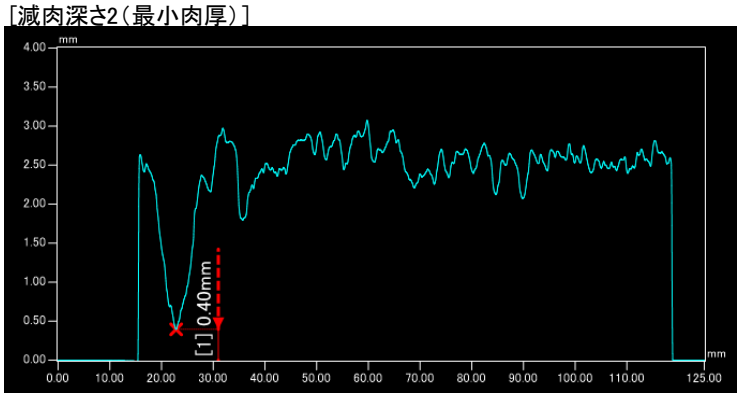
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-124

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.39mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.74mm
最大腐食深さ	1.65mm

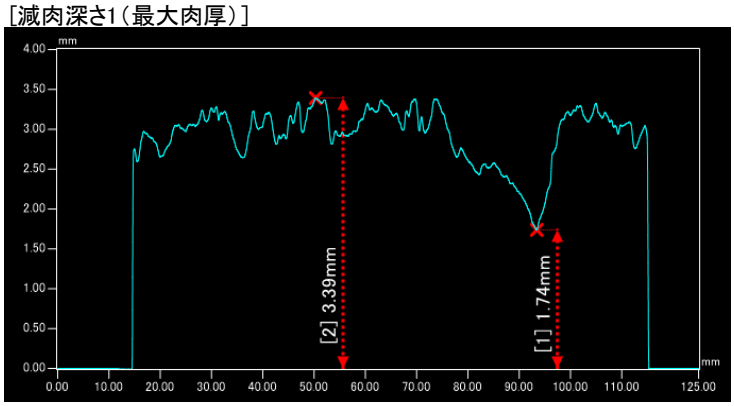
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

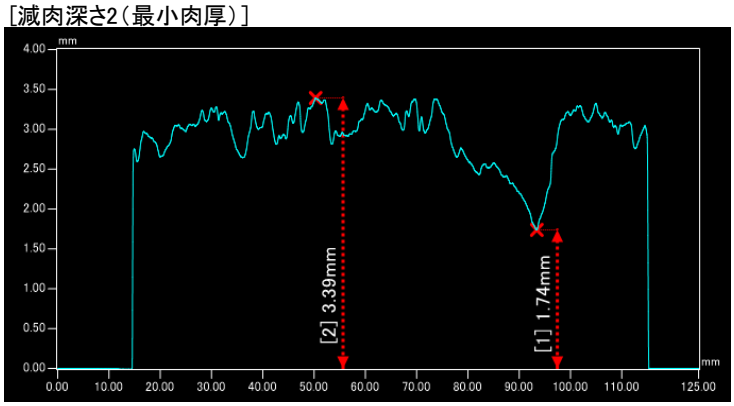
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-125

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.83mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.49mm
最大腐食深さ	2.34mm

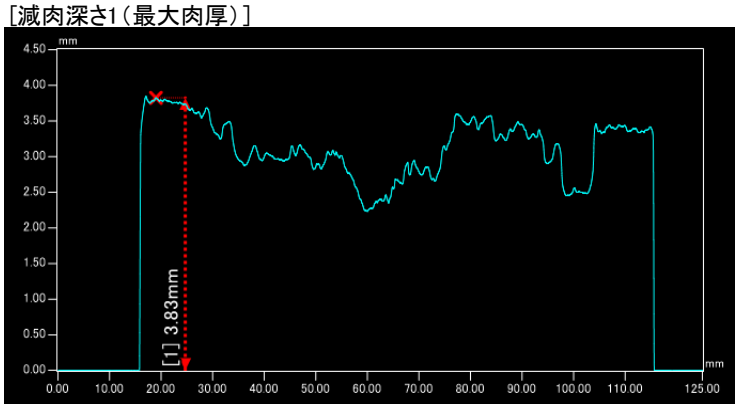
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

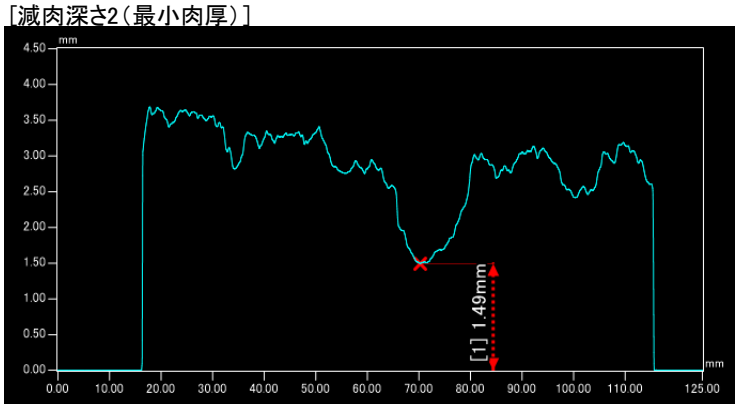
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-131

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.70mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.58mm
最大腐食深さ	1.12mm

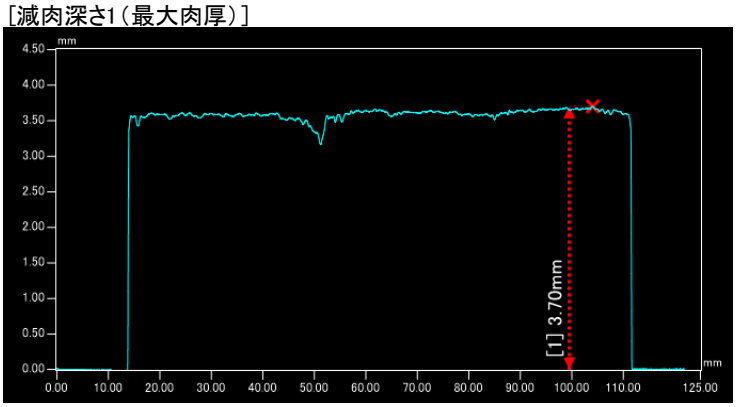
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

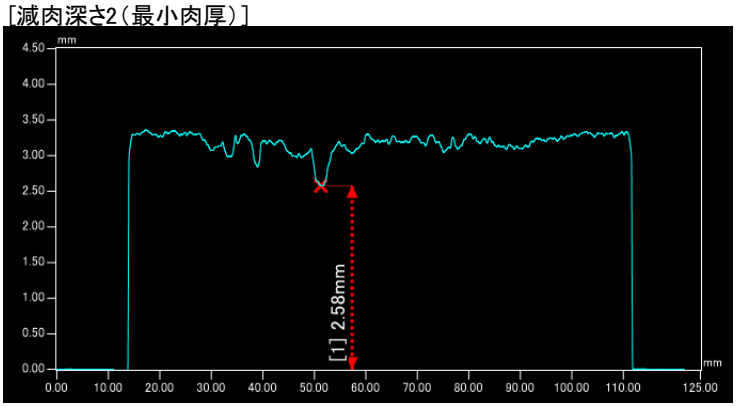
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-133

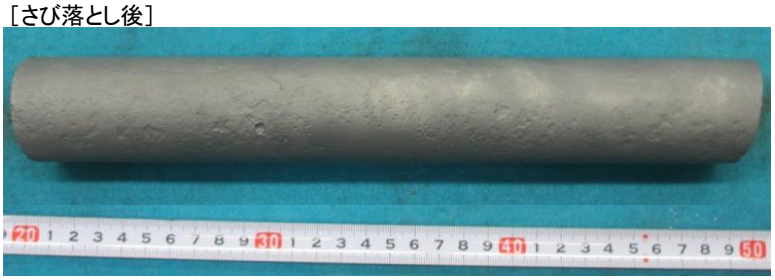
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.76mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.67mm
最大腐食深さ	1.09mm

1. サンプル管の外観

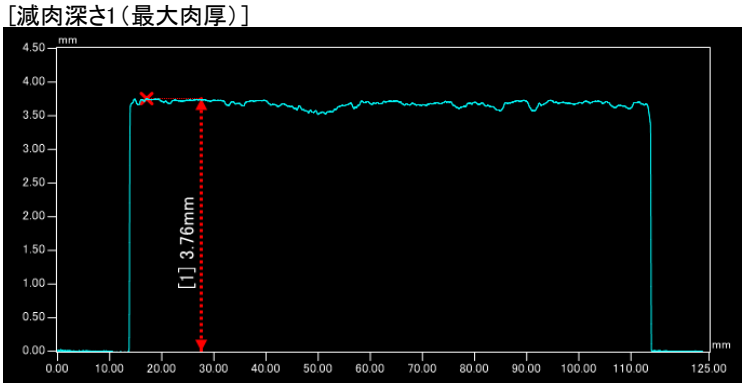
［さび落とし前］

［さび落とし後］

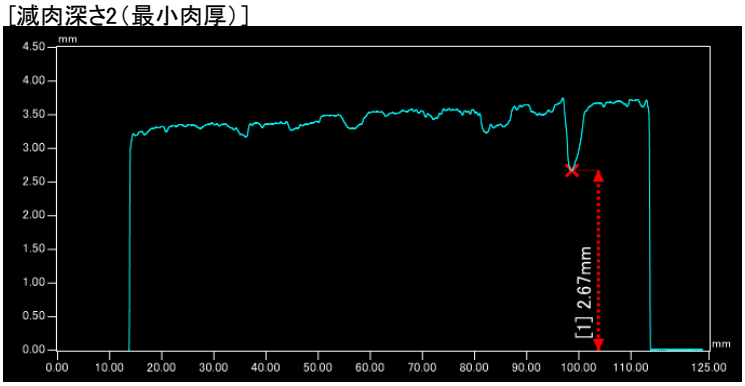


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-135

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.48mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.00mm
最大腐食深さ	1.48mm

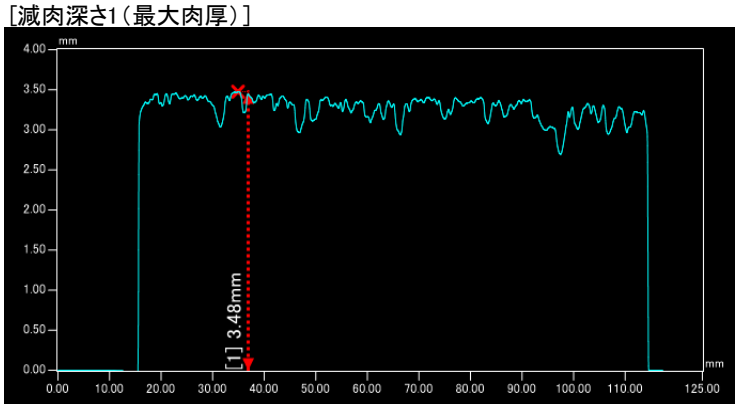
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

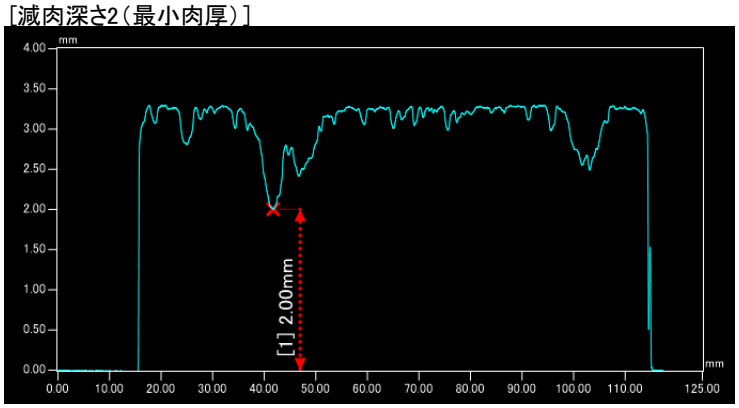
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-141

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.32mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.83mm
最大腐食深さ	1.49mm

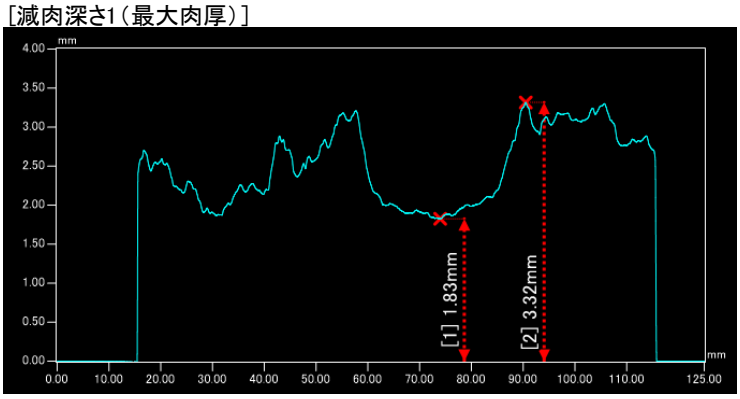
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

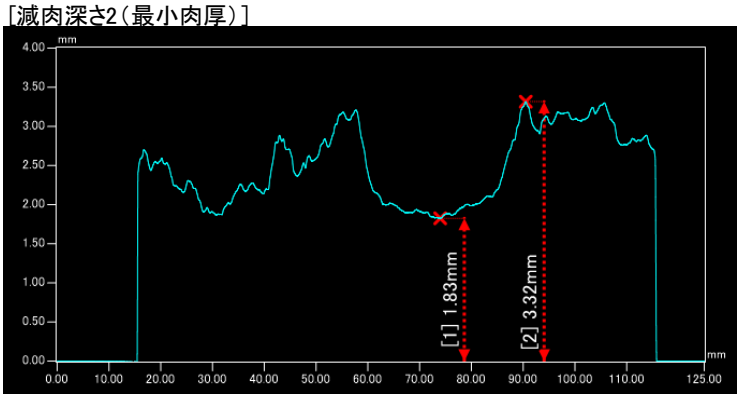
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-151

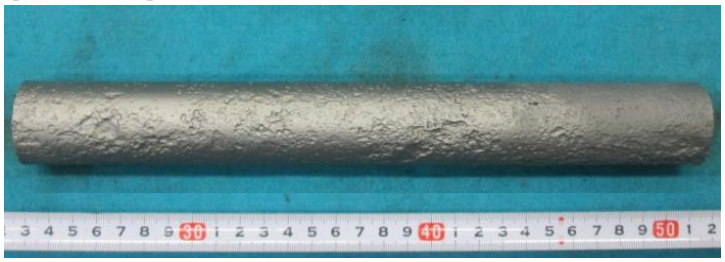
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.34mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.16mm
最大腐食深さ	1.18mm

1. サンプル管の外観

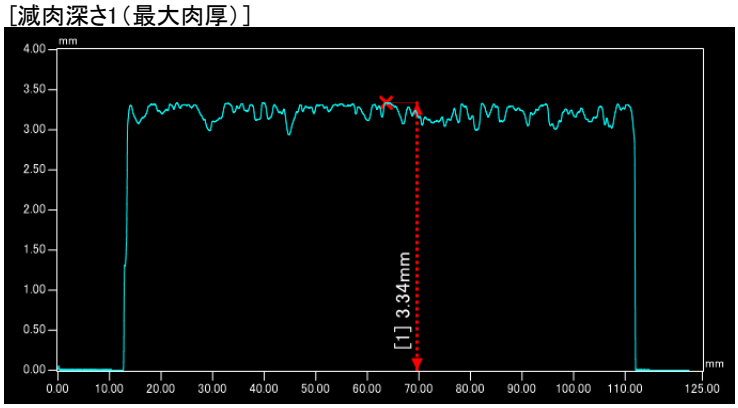
［さび落とし前］

［さび落とし後］

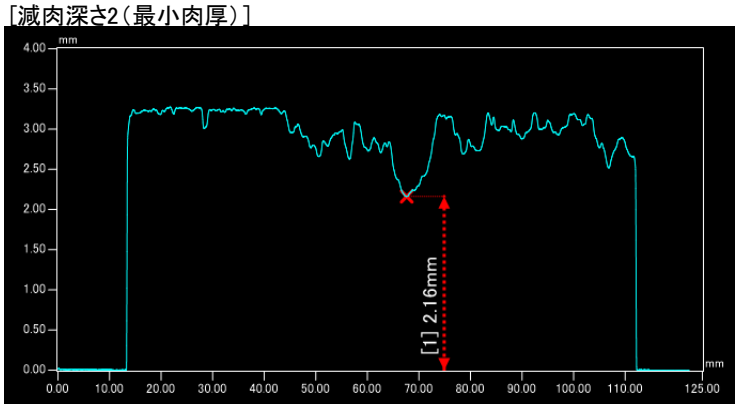


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-152

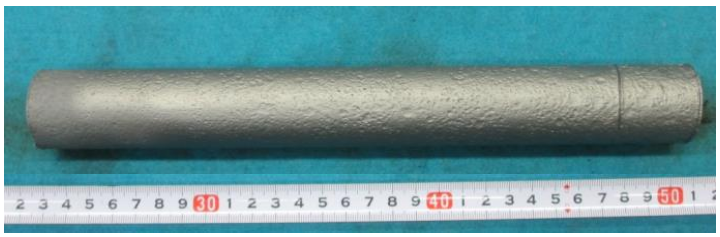
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.25mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.70mm
最大腐食深さ	0.55mm

1. サンプル管の外観

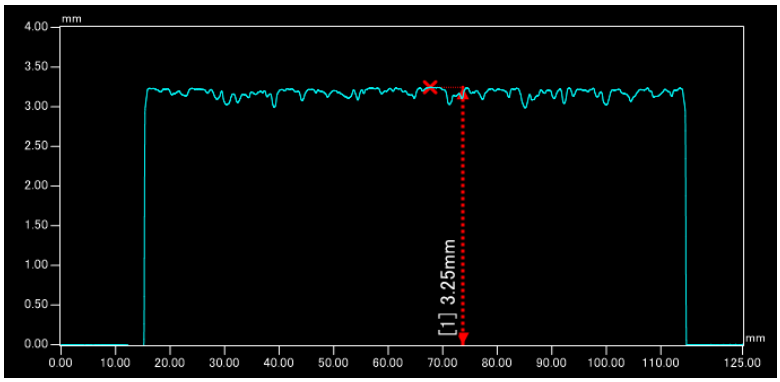
［さび落とし前］

［さび落とし後］

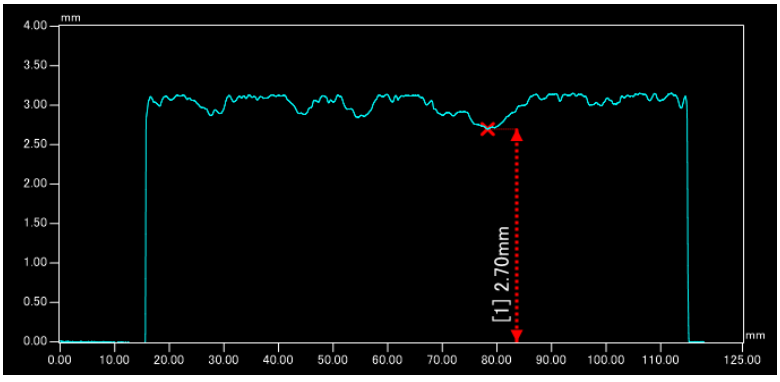


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	5-161

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.34mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.33mm
最大腐食深さ	2.01mm

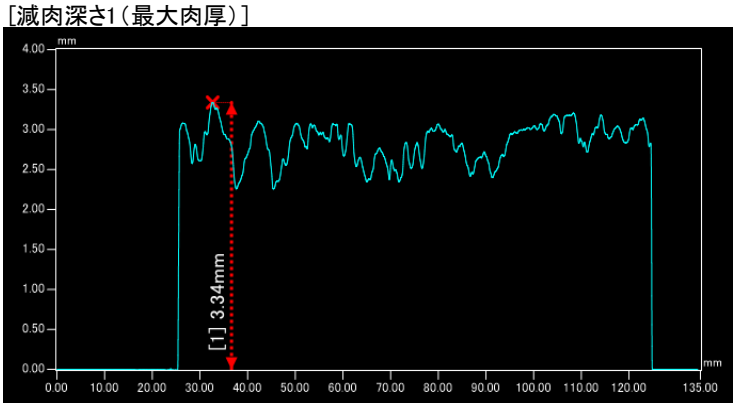
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

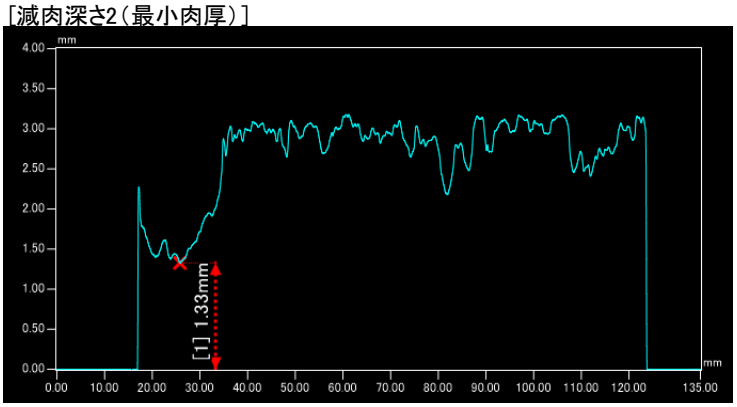
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-162

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.54mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.75mm
最大腐食深さ	1.79mm

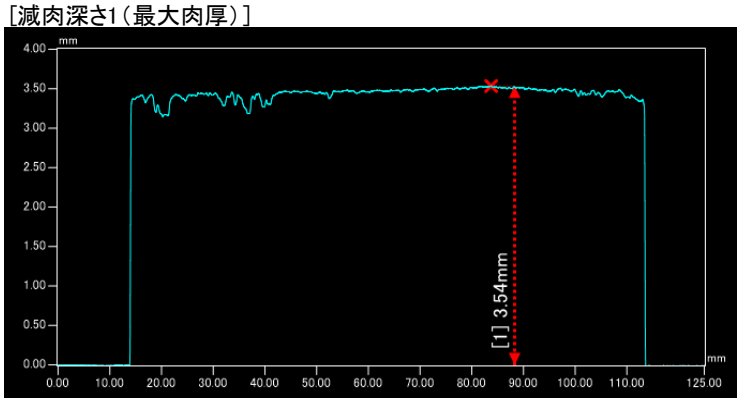
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

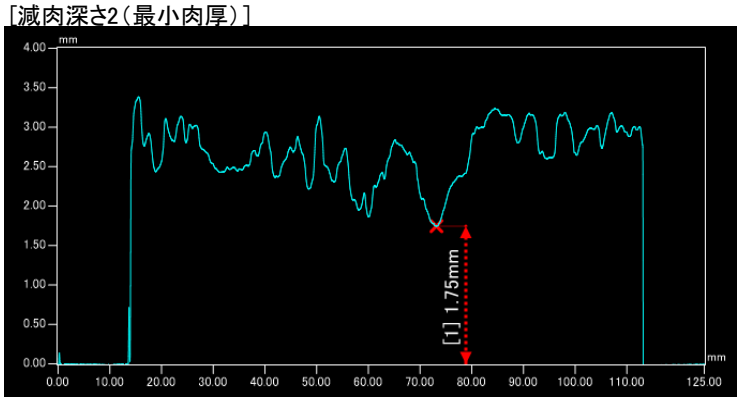
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-163

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.64mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.34mm
最大腐食深さ	1.30mm

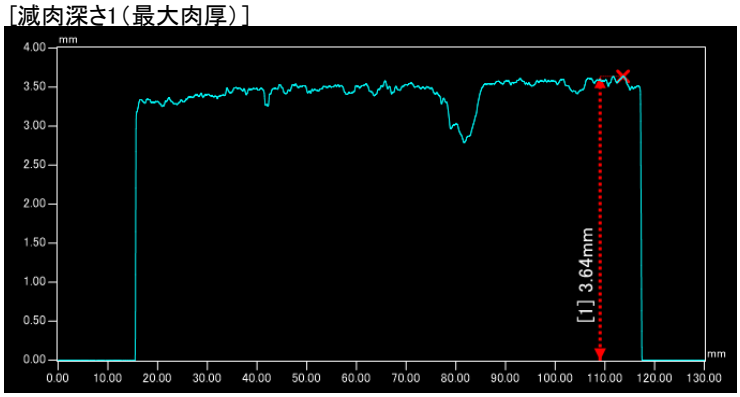
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

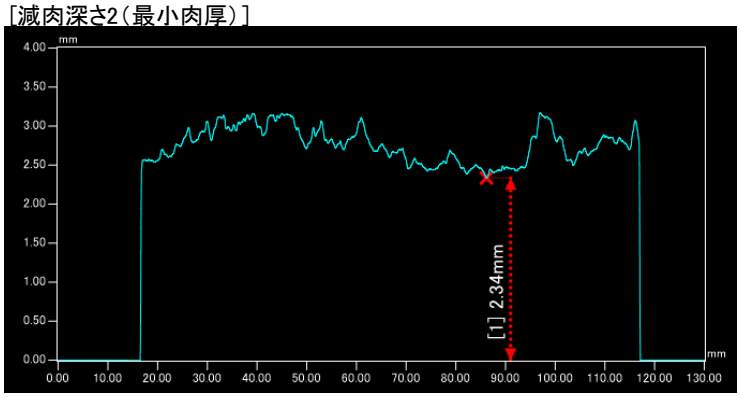
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-165

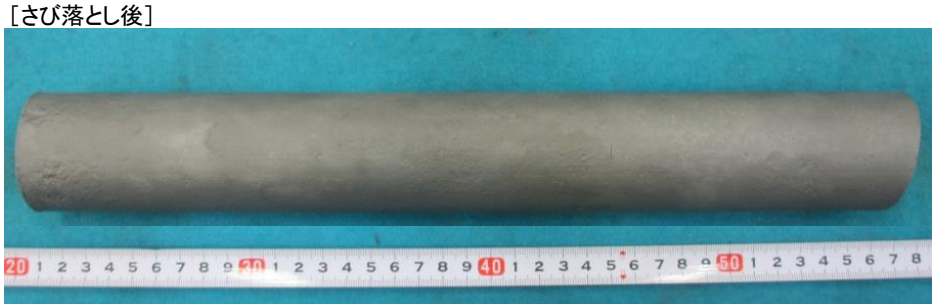
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.76mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.25mm
最大腐食深さ	1.51mm

1. サンプル管の外観

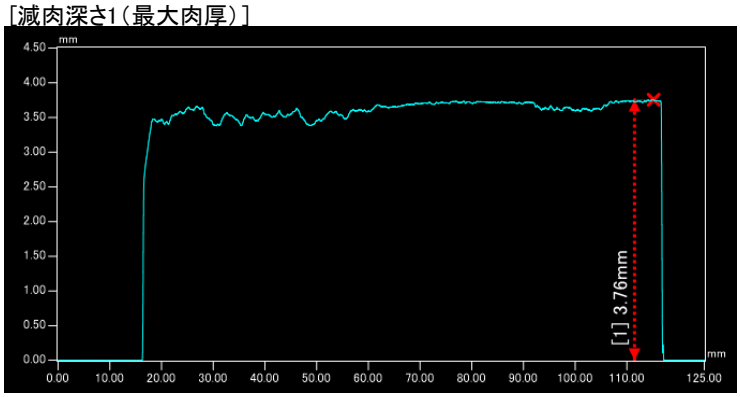
［さび落とし前］

［さび落とし後］

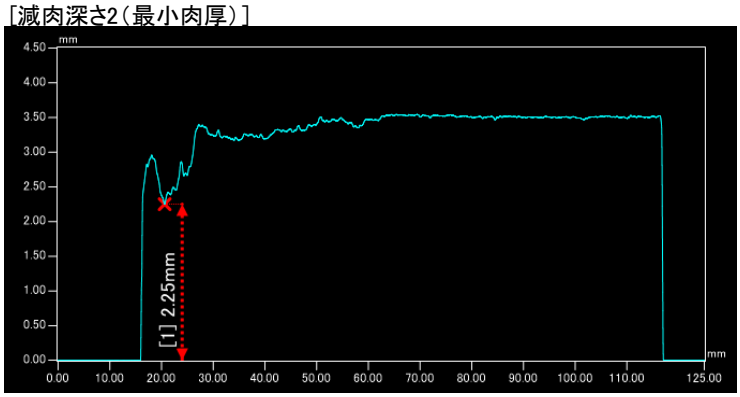


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	5-166

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.64mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.64mm
	貫通

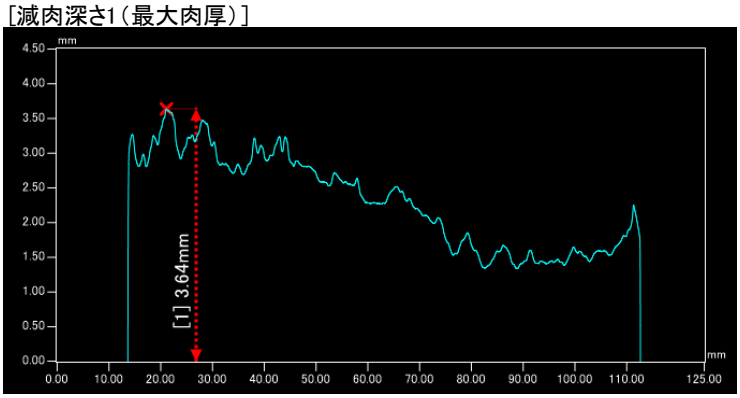
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

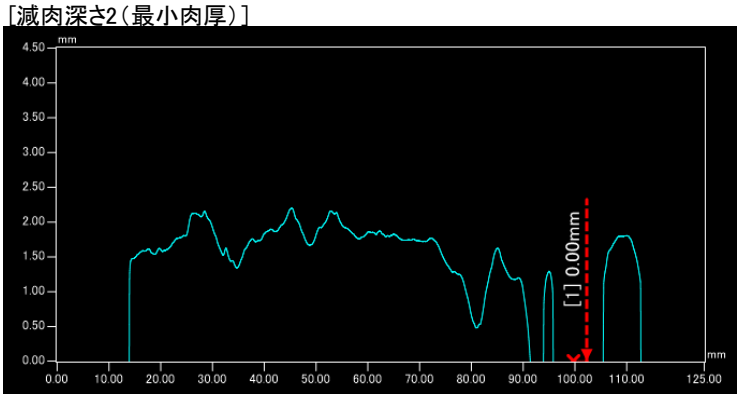
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	6-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(A)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.14mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.35mm
最大腐食深さ	1.79mm

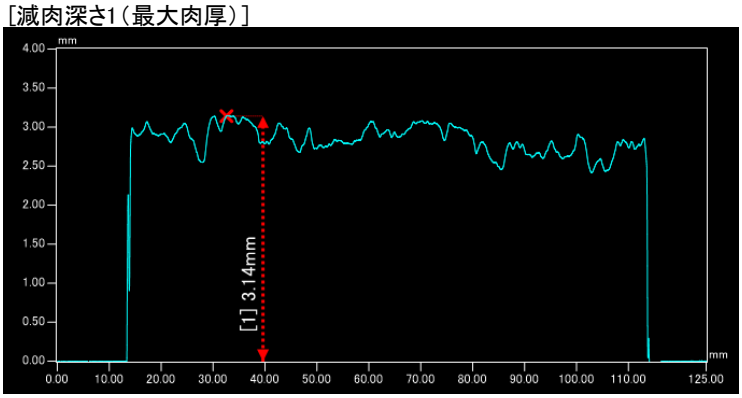
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

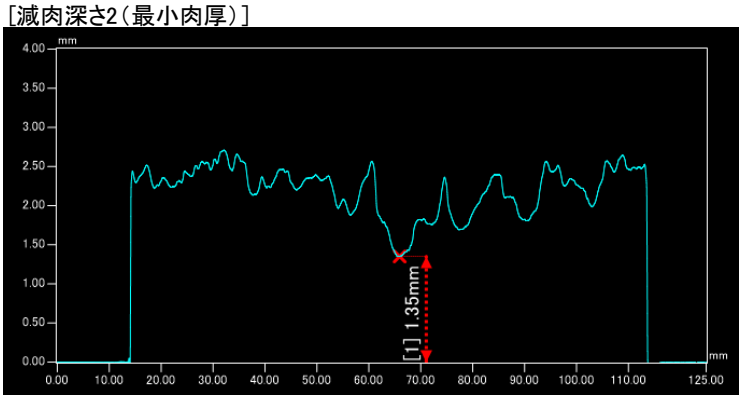
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	6-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.20mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.22mm
最大腐食深さ	0.98mm

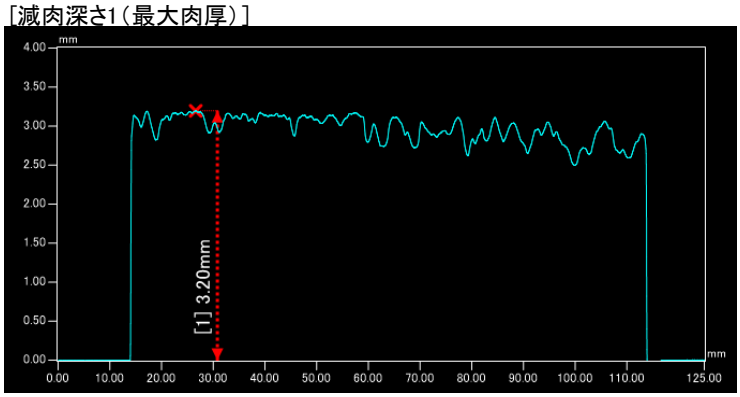
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

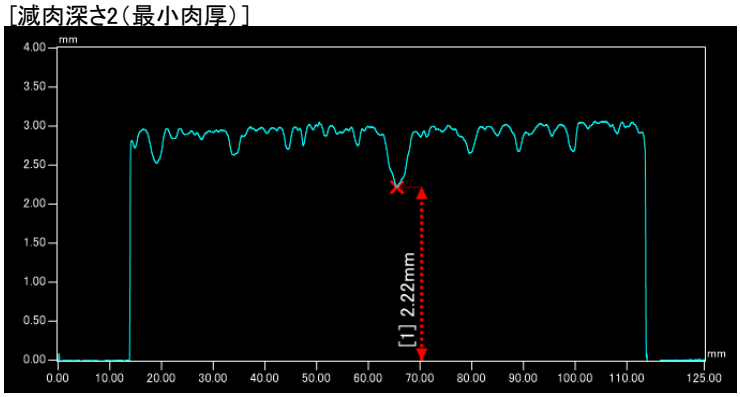
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	6-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	4.07mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.30mm
最大腐食深さ	0.77mm

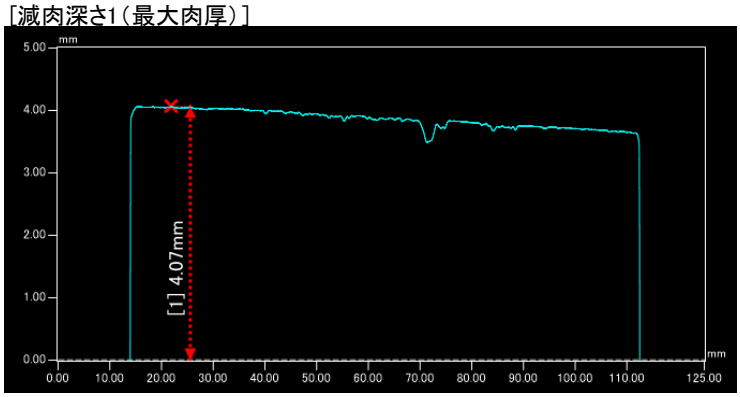
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

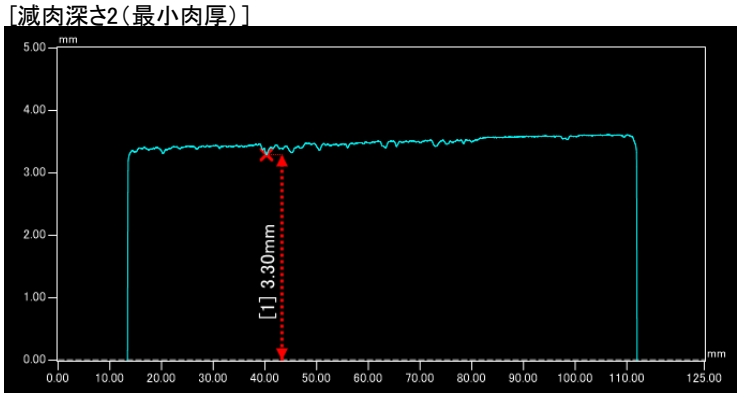
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	7-101

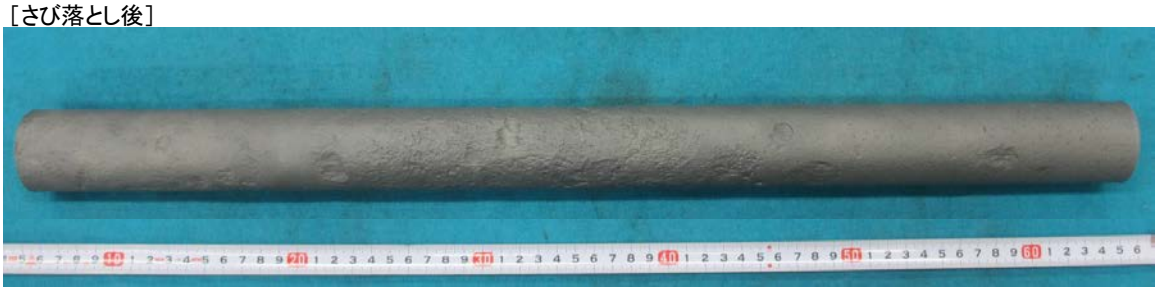
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	長管(C)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	4.01mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.22mm
最大腐食深さ	2.79mm

1. サンプル管の外観

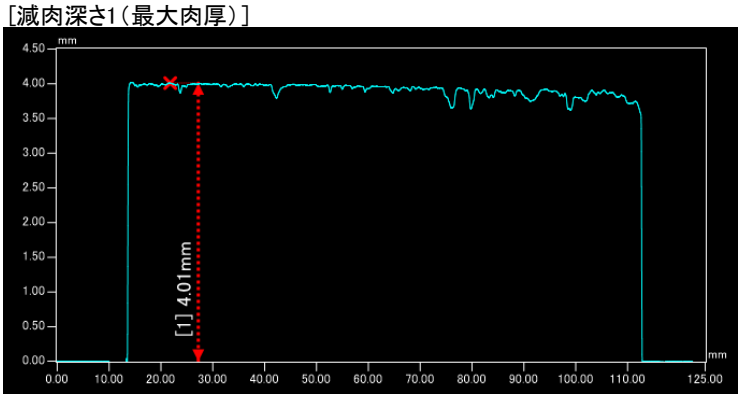
［さび落とし前］

［さび落とし後］

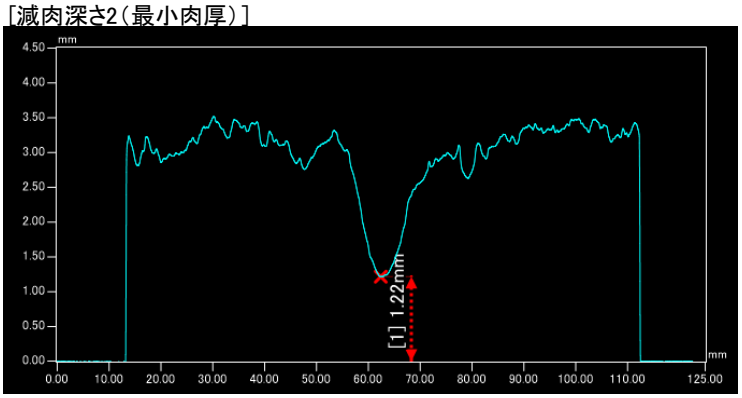


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



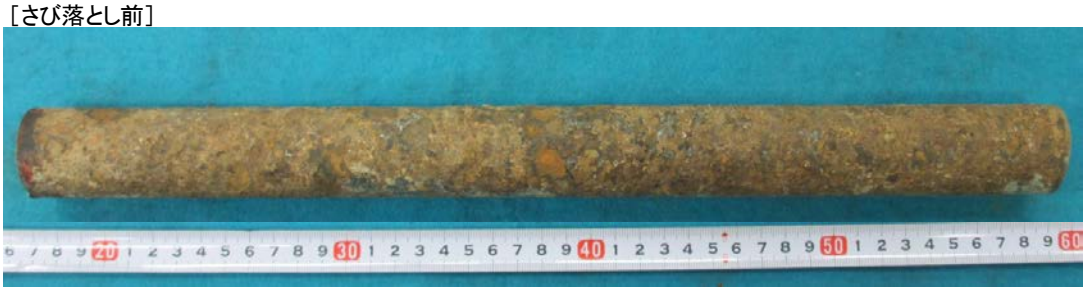
認識番号	7-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.33mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.09mm
最大腐食深さ	1.24mm

1. サンプル管の外観

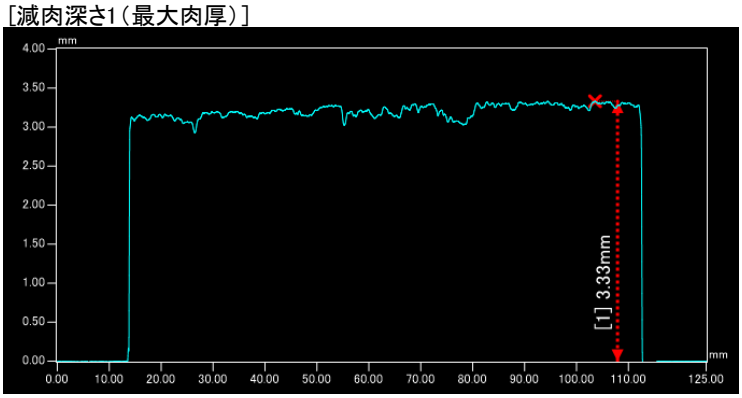
［さび落とし前］



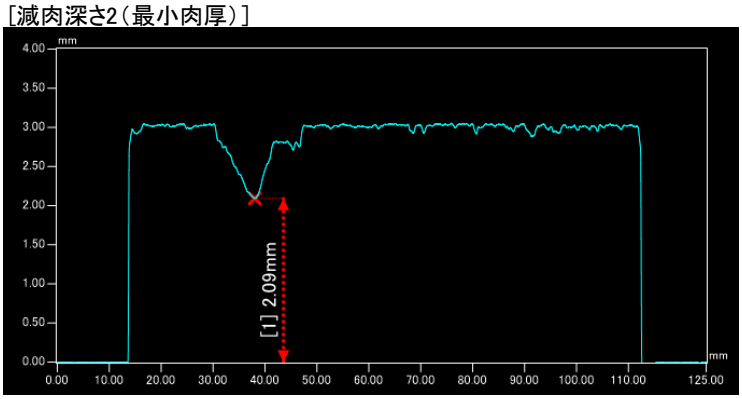
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	7-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋

減肉深さ１（最大肉厚）	3.64mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.64mm
	貫通

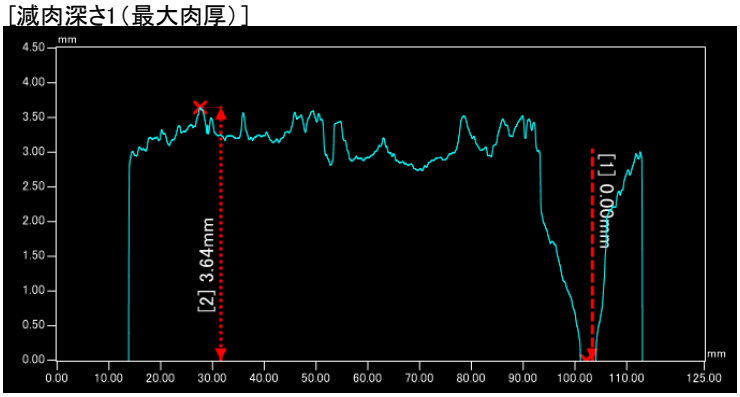
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

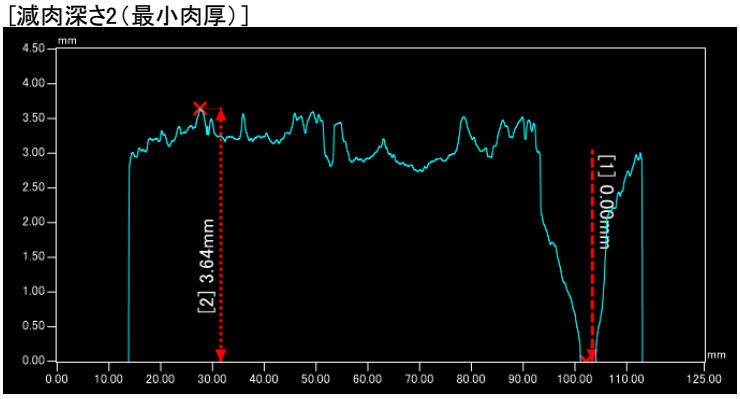
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	8-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.38mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.41mm
最大腐食深さ	0.97mm

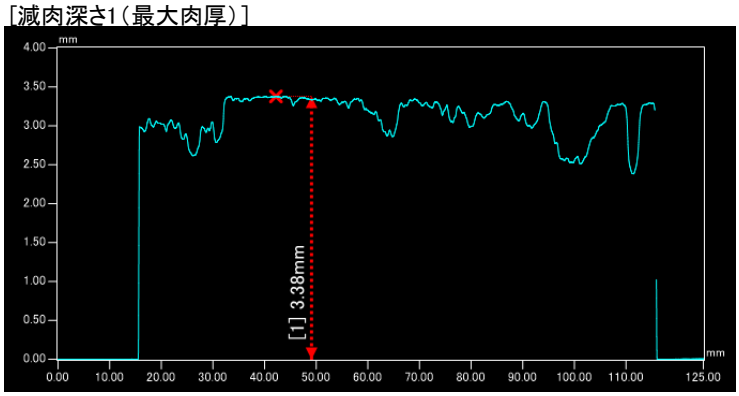
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

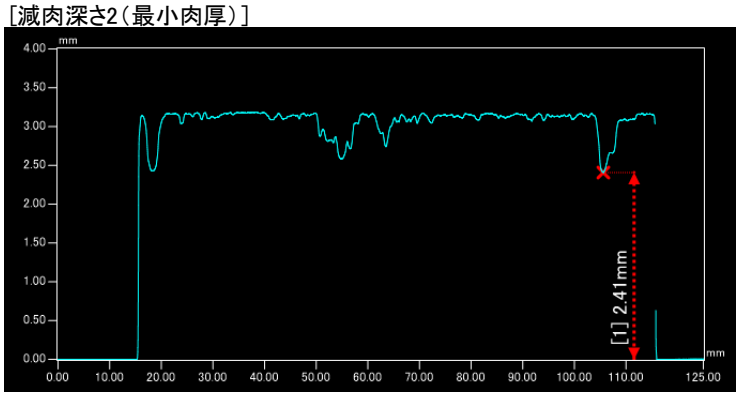
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.91mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.46mm
最大腐食深さ	1.45mm

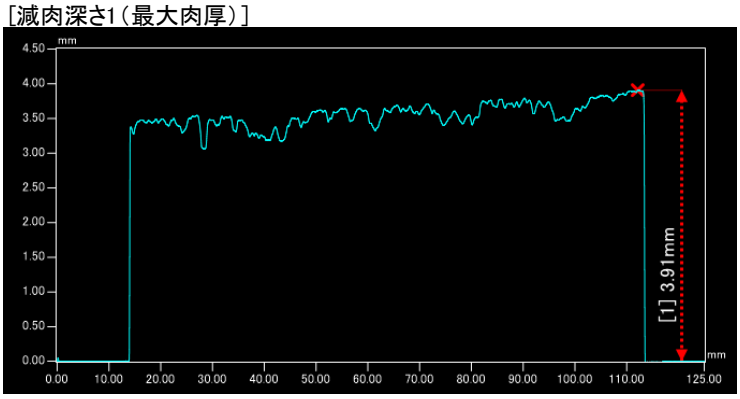
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

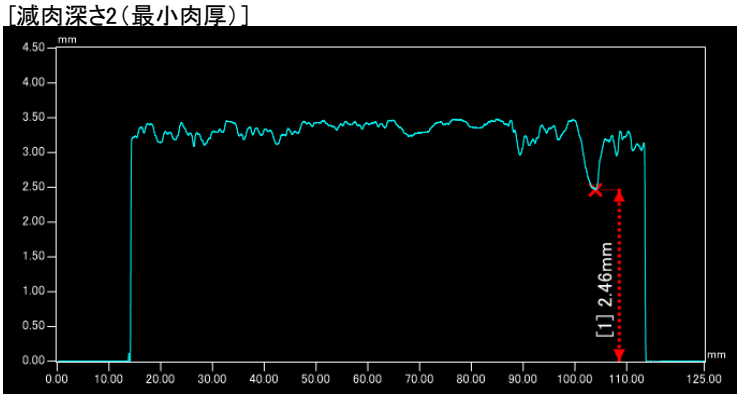
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



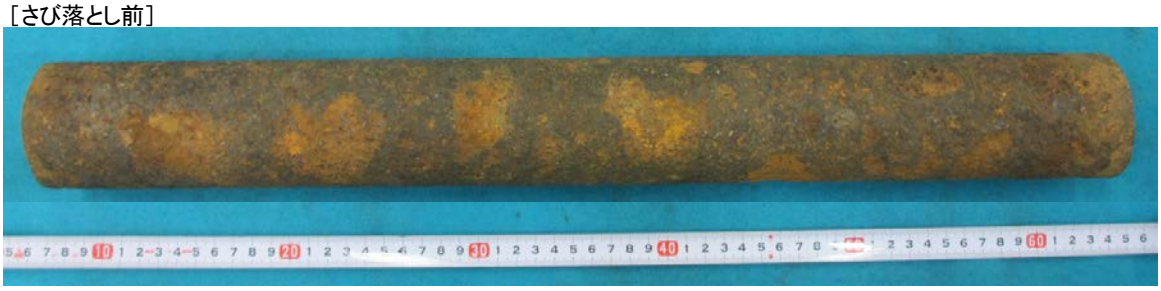
認識番号	8-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	50A
管長(短管・長管)	長管③
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	4.04mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.86mm
最大腐食深さ	3.18mm

1. サンプル管の外観

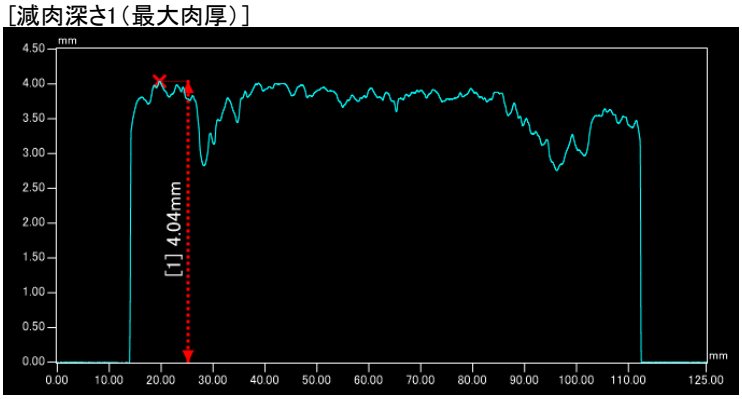
［さび落とし前］



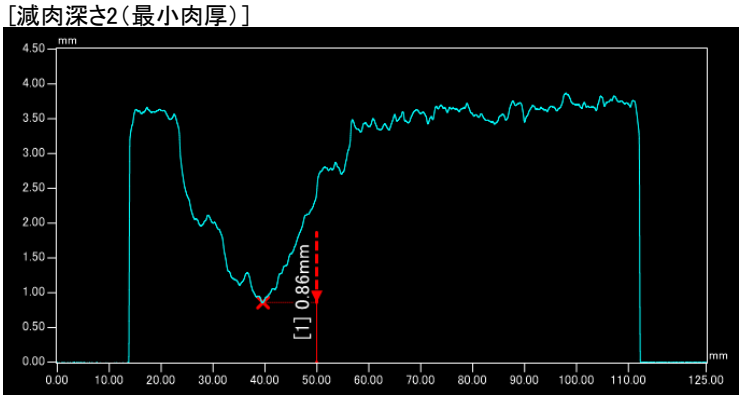
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-104

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.47mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.51mm
最大腐食深さ	1.96mm

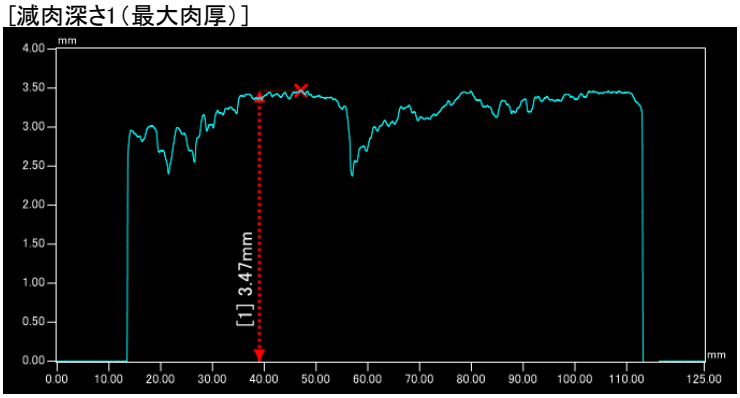
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

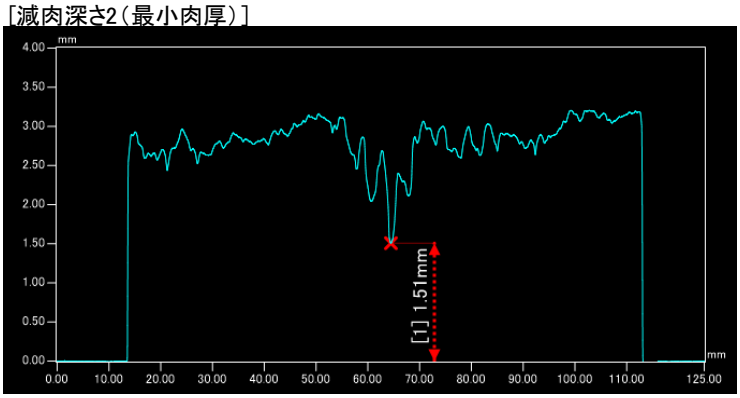
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-105

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.49mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.12mm
最大腐食深さ	1.37mm

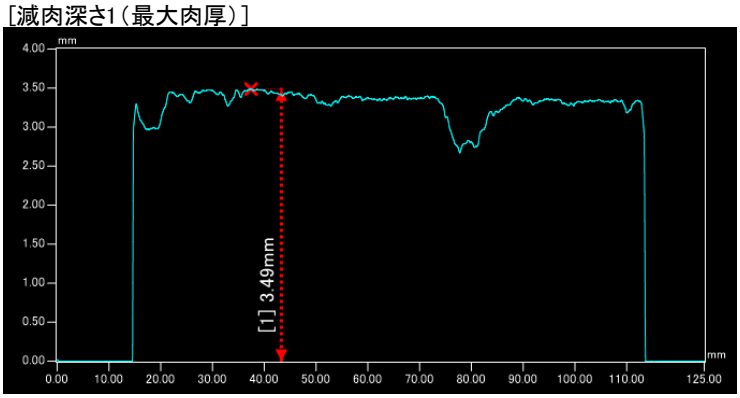
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

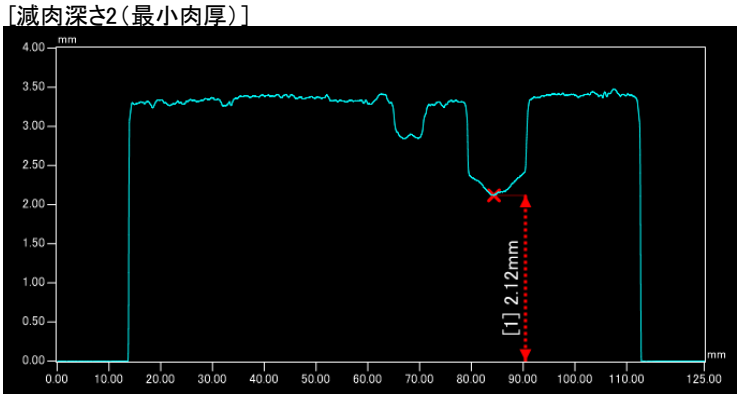
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	8-106

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.82mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.82mm
	貫通

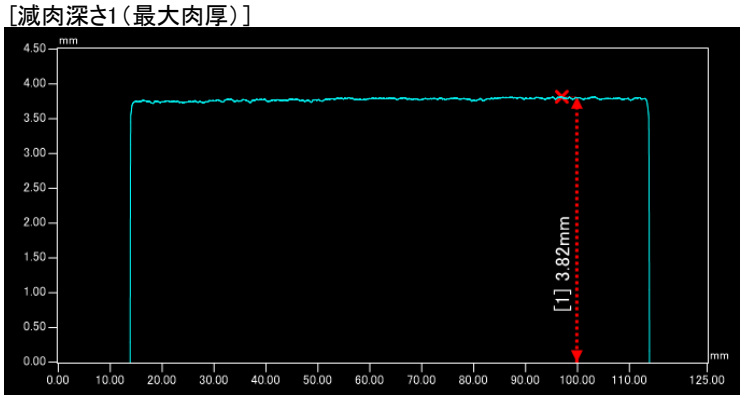
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

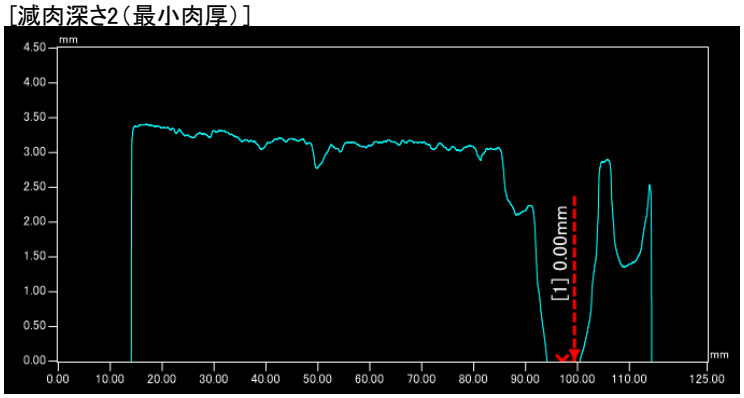
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



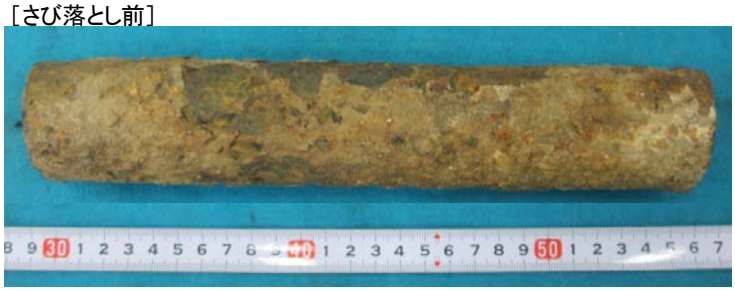
認識番号	8-107

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.54mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.30mm
最大腐食深さ	1.24mm

1. サンプル管の外観

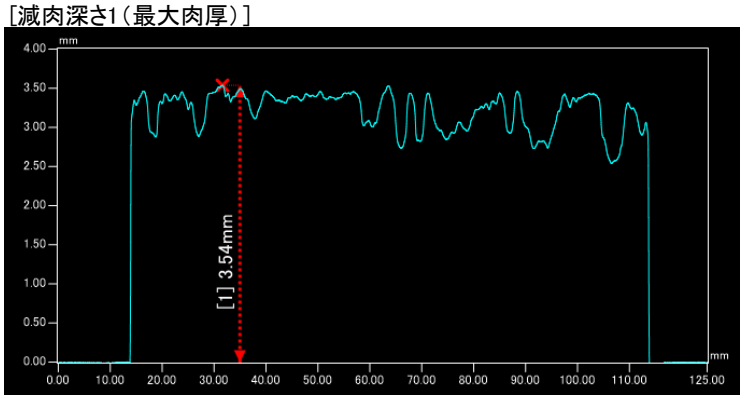
［さび落とし前］



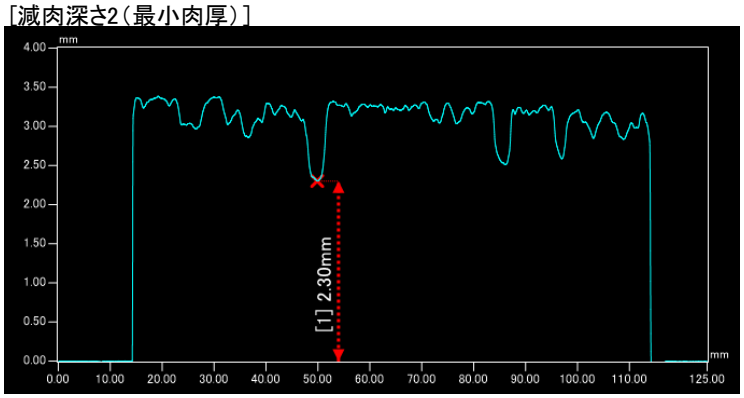
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	8-108

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.78mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.39mm
最大腐食深さ	0.39mm

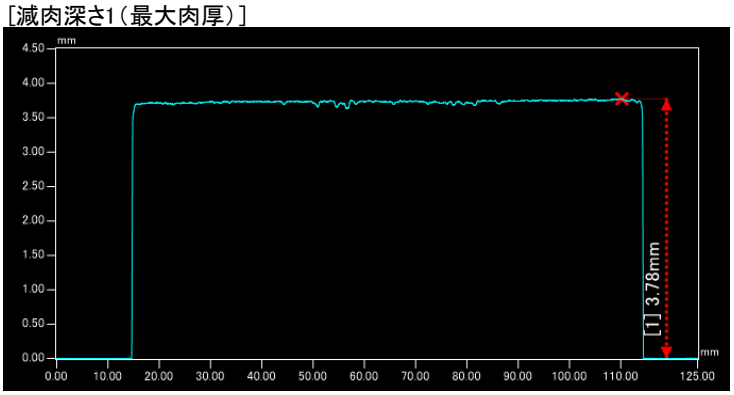
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

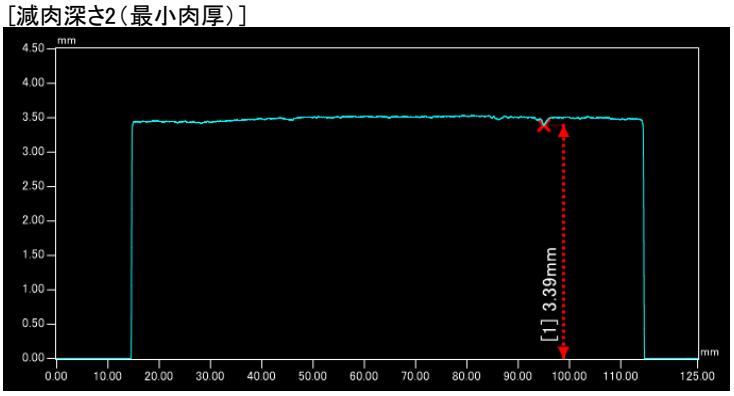
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-109

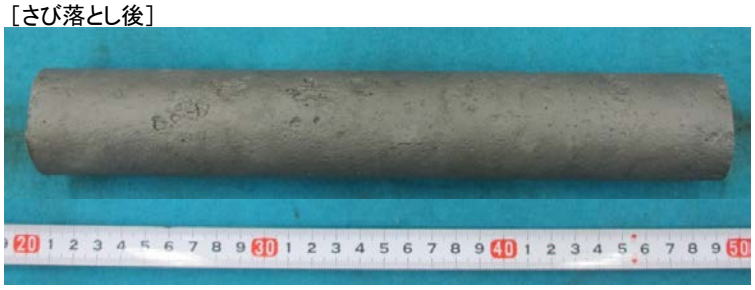
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.45mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.99mm
最大腐食深さ	2.46mm

1. サンプル管の外観

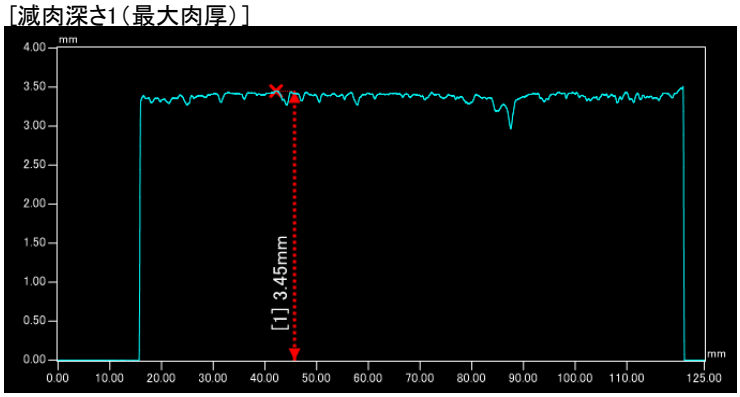
［さび落とし前］

［さび落とし後］

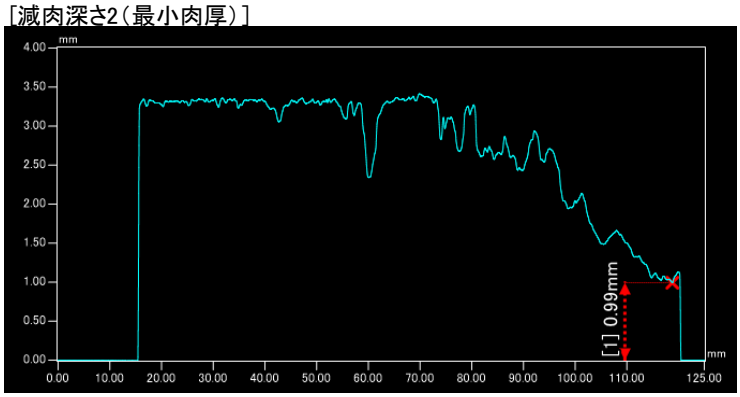


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-110

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.30mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.93mm
最大腐食深さ	1.37mm

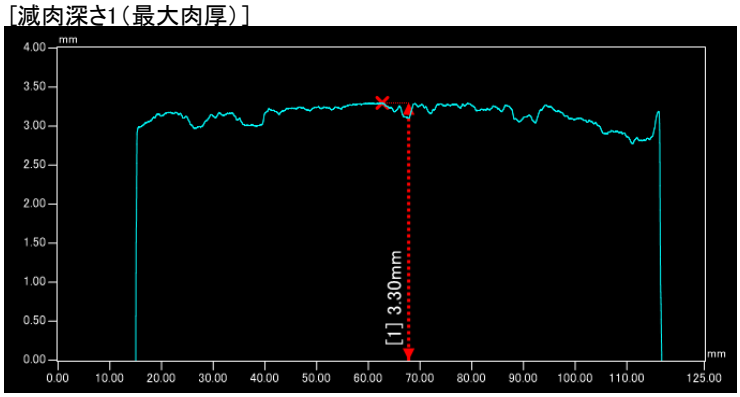
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

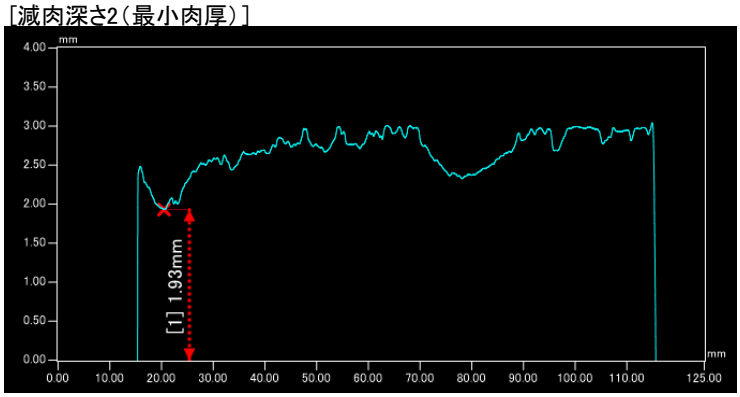
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-111

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.64mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.80mm
最大腐食深さ	0.84mm

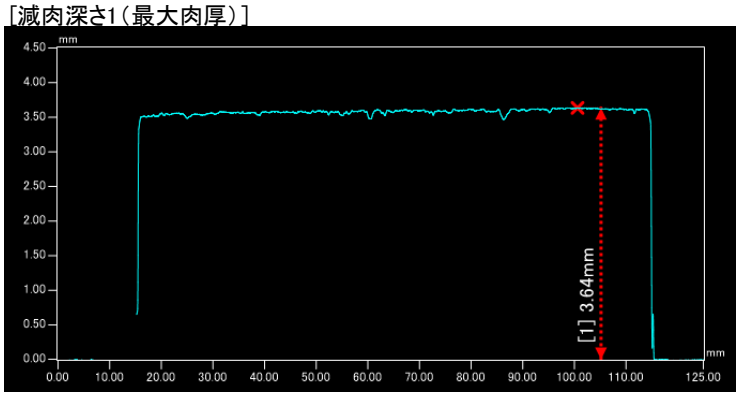
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

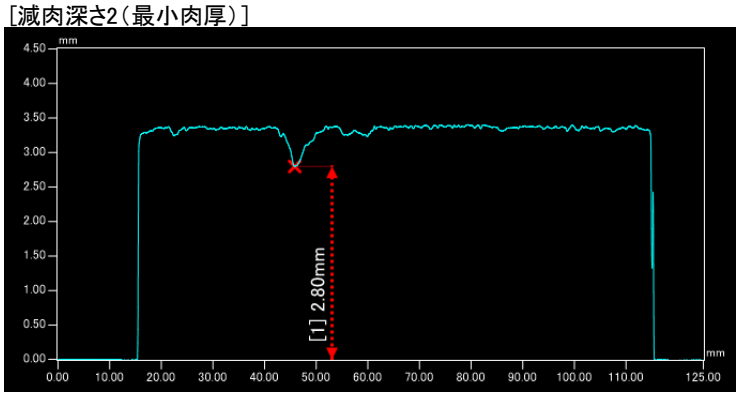
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



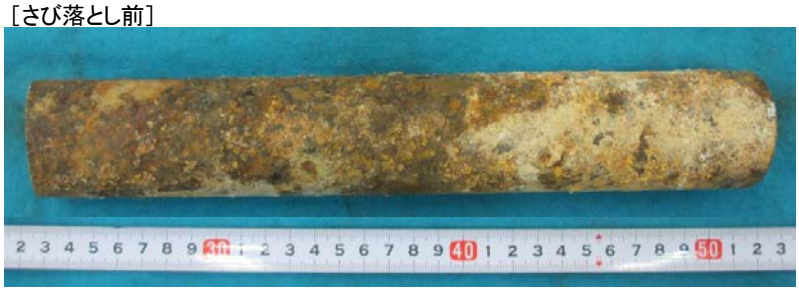
認識番号	8-112

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

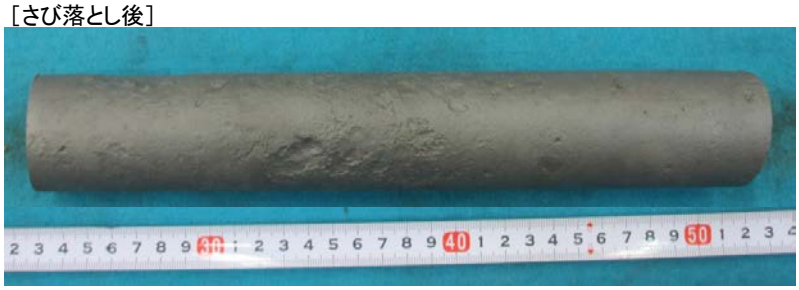
減肉深さ１（最大肉厚）	3.70mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.34mm
最大腐食深さ	2.36mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

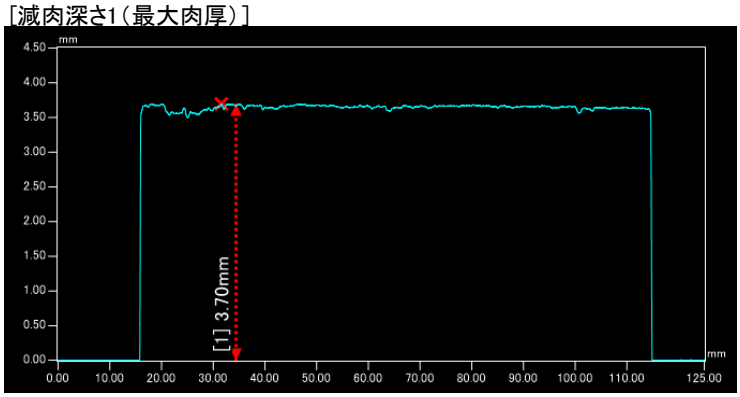


［さび落とし後］

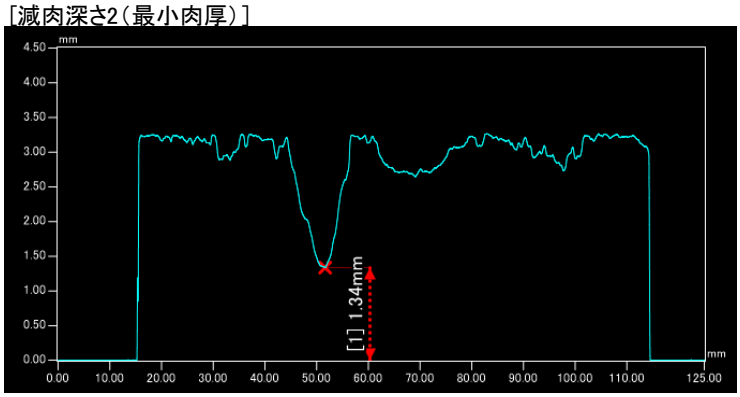


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-113

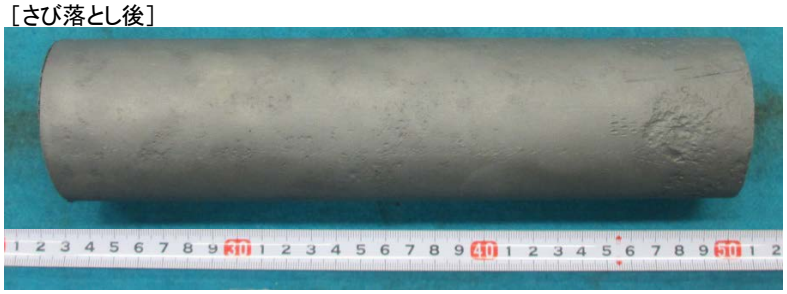
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.68mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.79mm
最大腐食深さ	1.89mm

1. サンプル管の外観

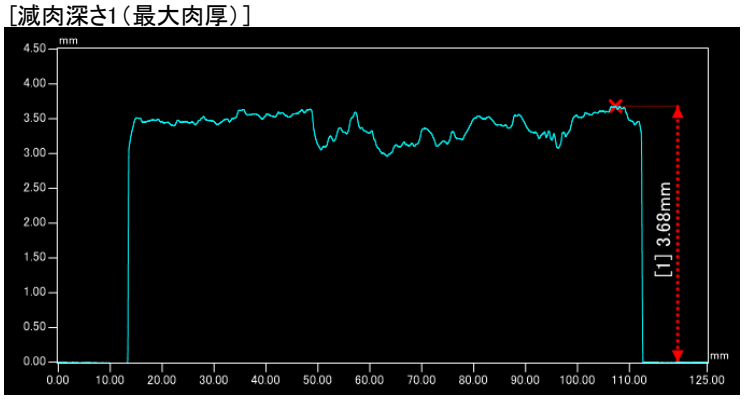
［さび落とし前］

［さび落とし後］

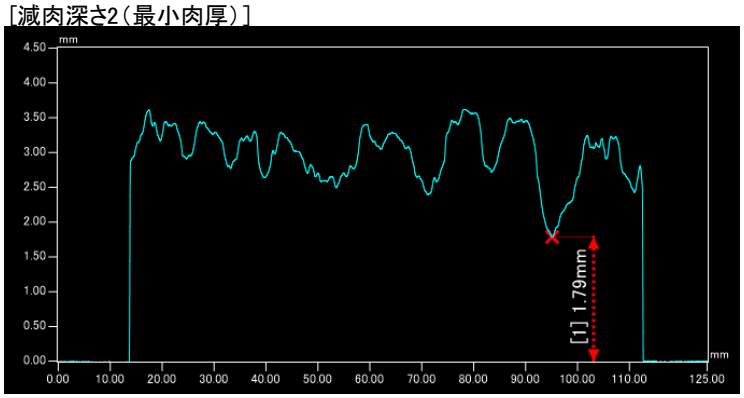


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-114

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.51mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.66mm
最大腐食深さ	0.85mm

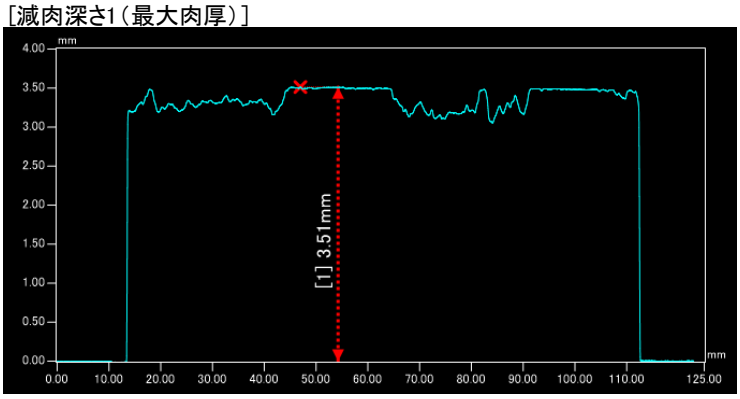
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

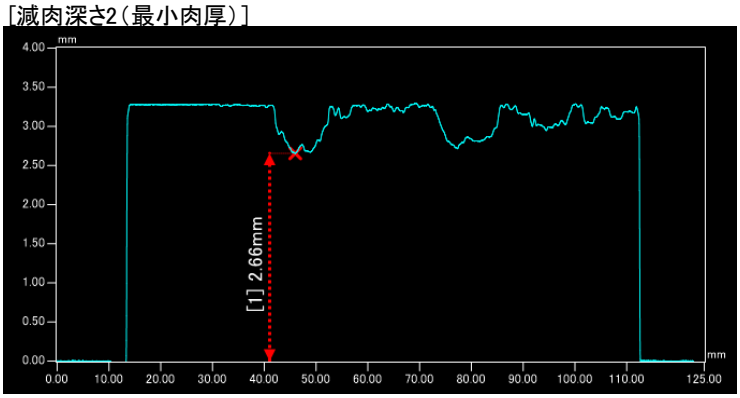
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	8-115

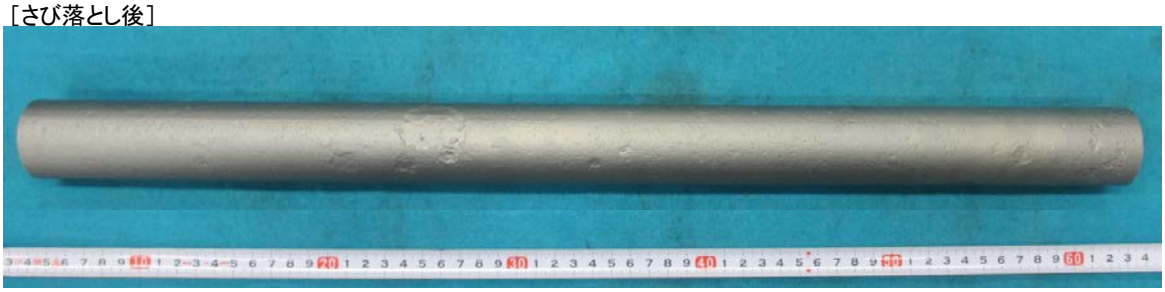
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	長管④
建築物構造	木質系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.85mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.57mm
最大腐食深さ	1.28mm

1. サンプル管の外観

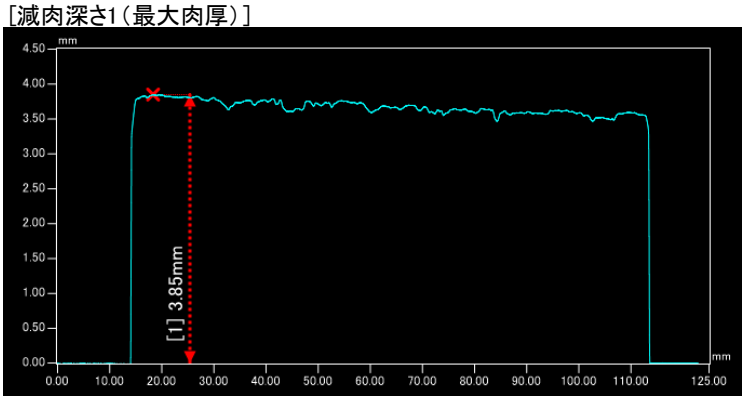
［さび落とし前］

［さび落とし後］

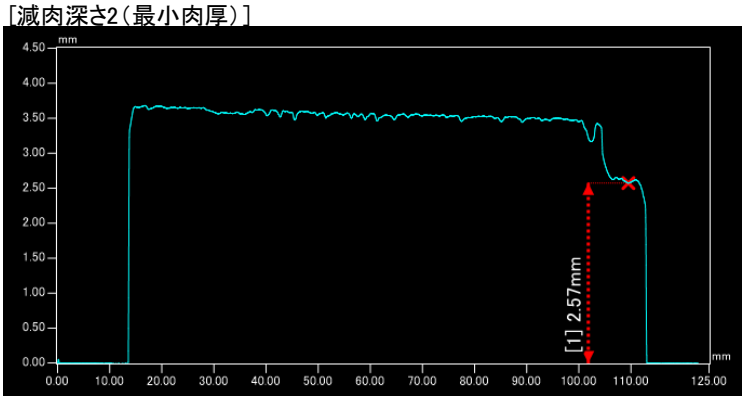


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-101

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.24mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.74mm
最大腐食深さ	0.50mm

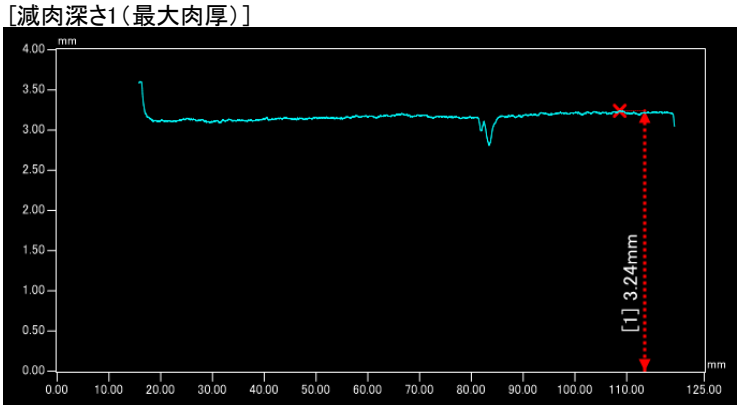
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

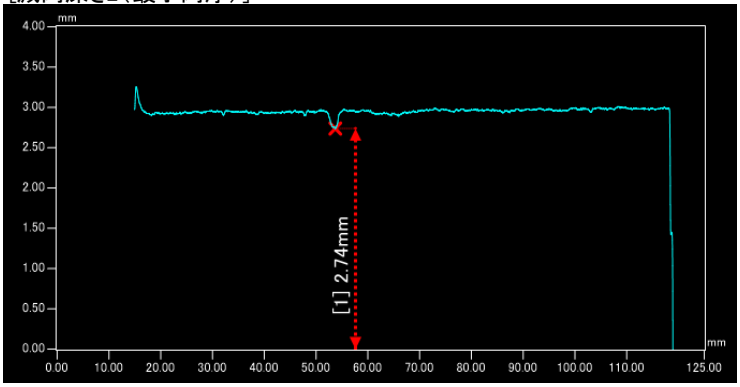
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-104

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.73mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.81mm
最大腐食深さ	0.92mm

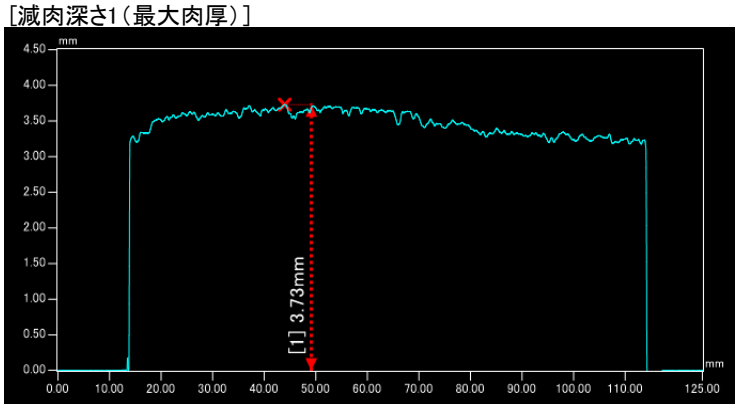
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

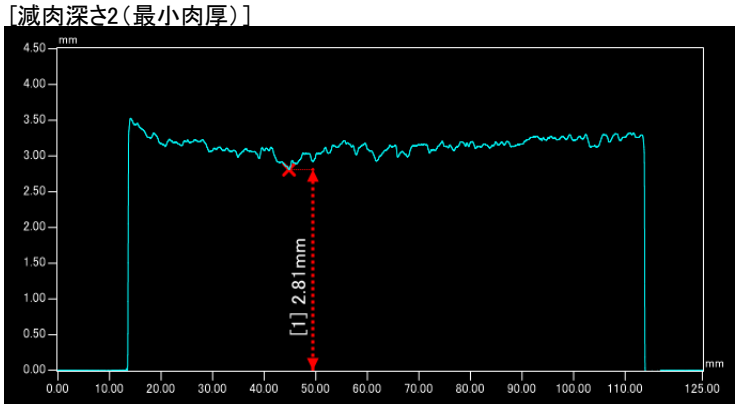
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-105

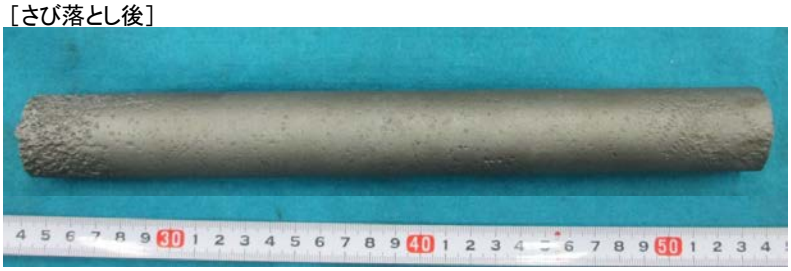
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.22mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.34mm
最大腐食深さ	1.88mm

1. サンプル管の外観

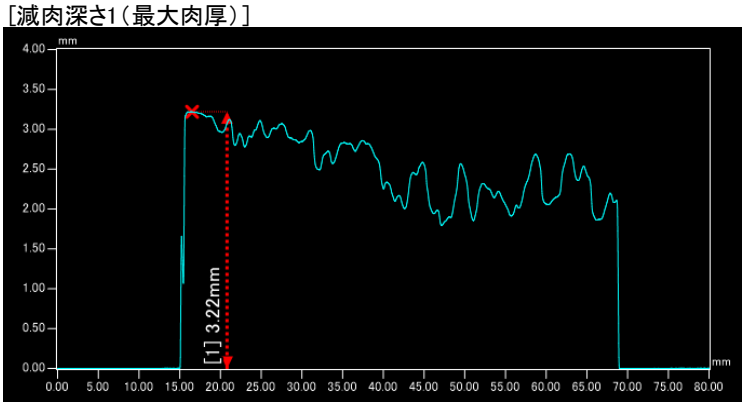
［さび落とし前］

［さび落とし後］

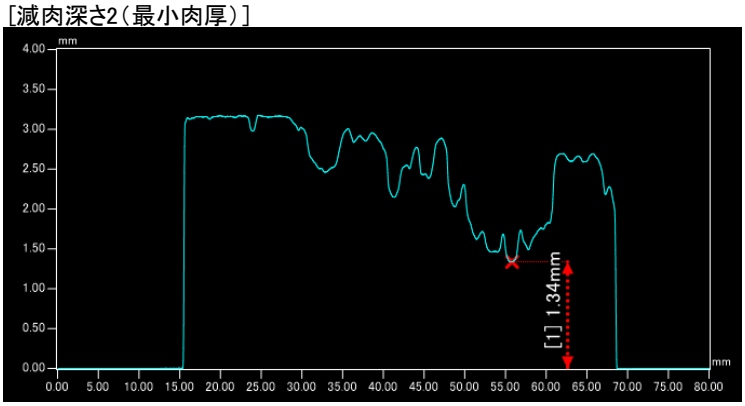


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-108

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.22mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.63mm
最大腐食深さ	0.59mm

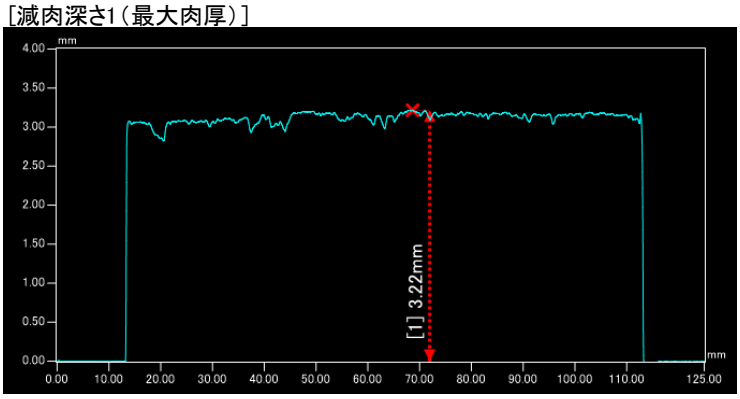
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

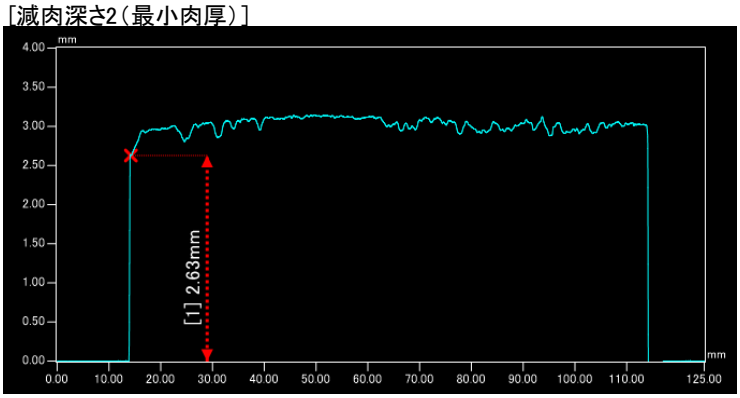
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-109

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.42mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.19mm
最大腐食深さ	1.23mm

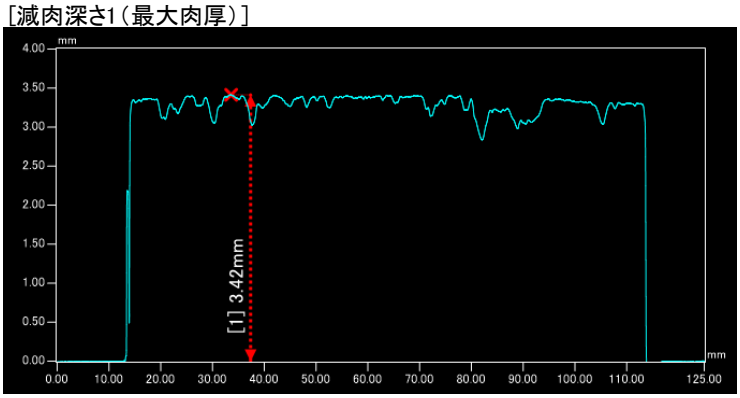
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

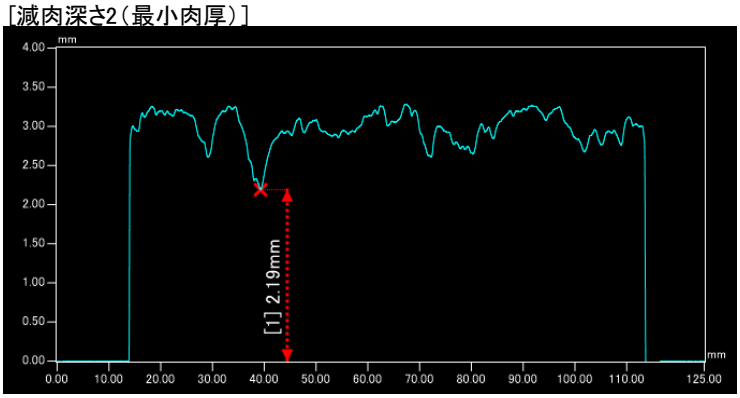
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-116

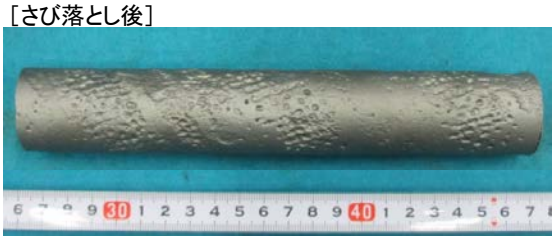
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.08mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.80mm
最大腐食深さ	2.28mm

1. サンプル管の外観

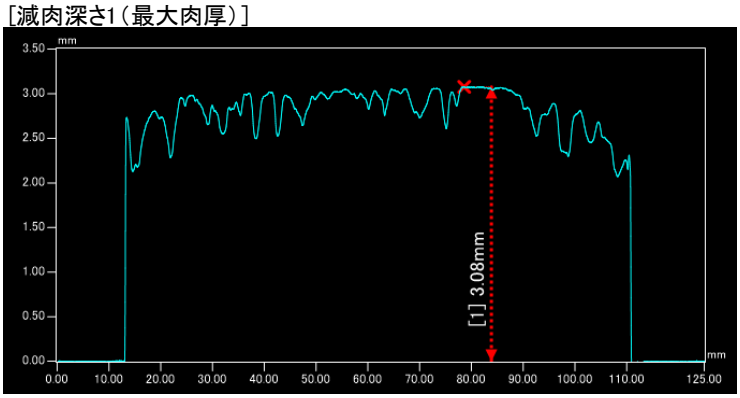
［さび落とし前］

［さび落とし後］

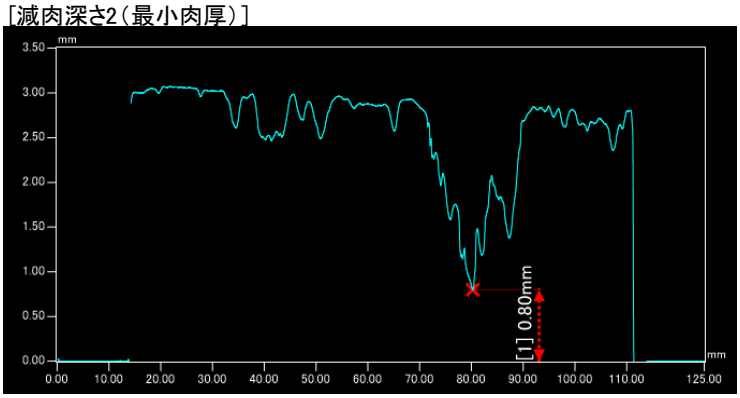


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-118

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	4.16㎜
減肉深さ２（最小肉厚）	0.56㎜
最大腐食深さ	3.60㎜

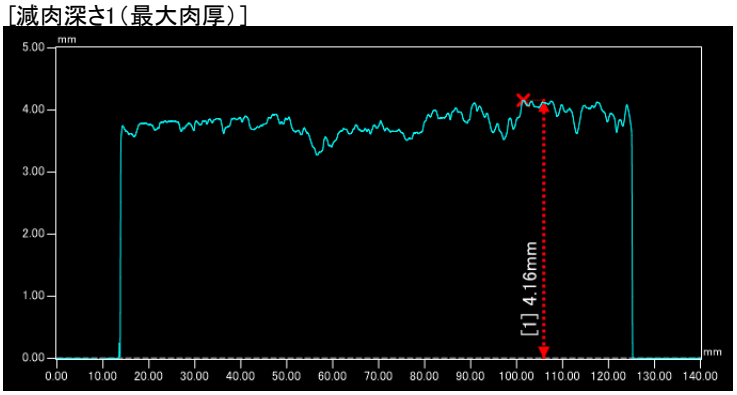
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

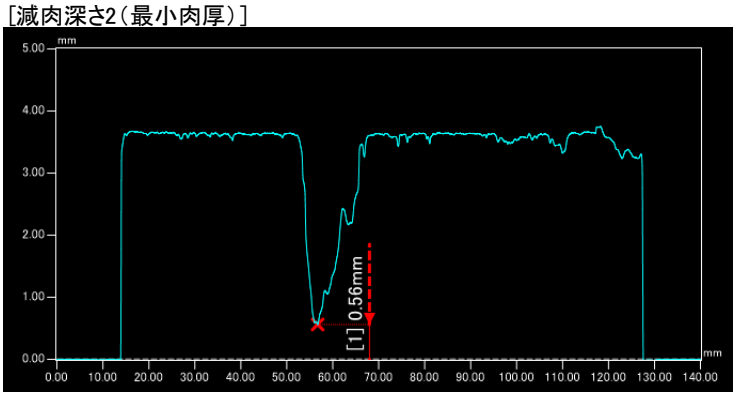
［さび落とし後］

2. 測定結果

[減肉深さ1(最大肉厚)]



[減肉深さ2(最小肉厚)]



認識番号	9-120

ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	4.06mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.48mm
最大腐食深さ	1.58mm

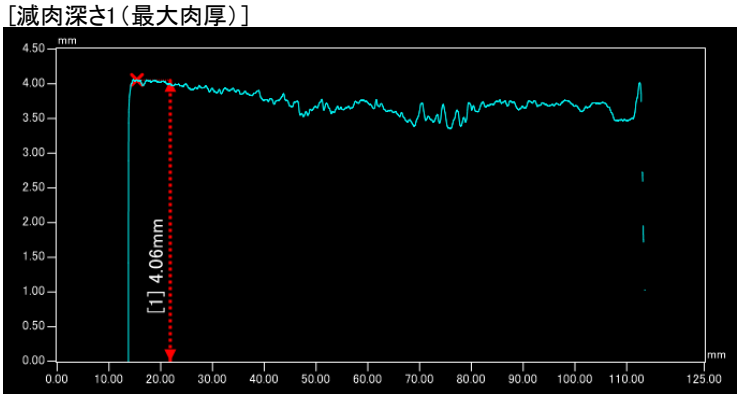
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

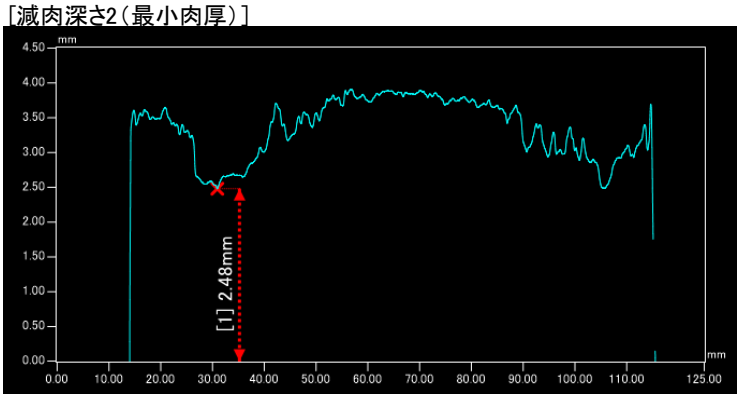
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-122

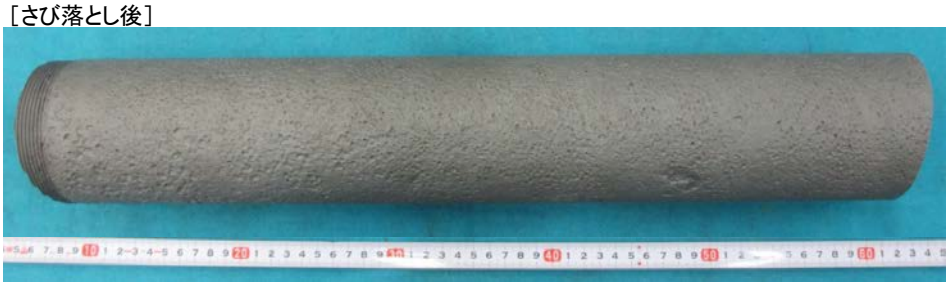
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	80A
管長(短管・長管)	長管(A)
建築物構造	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造

減肉深さ１（最大肉厚）	4.31mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.45mm
最大腐食深さ	2.86mm

1. サンプル管の外観

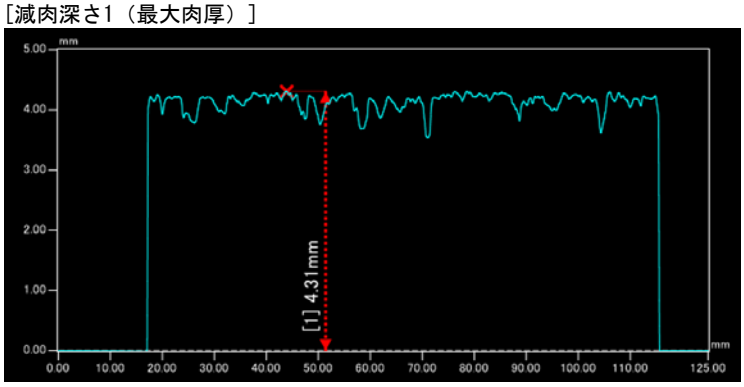
［さび落とし前］

［さび落とし後］

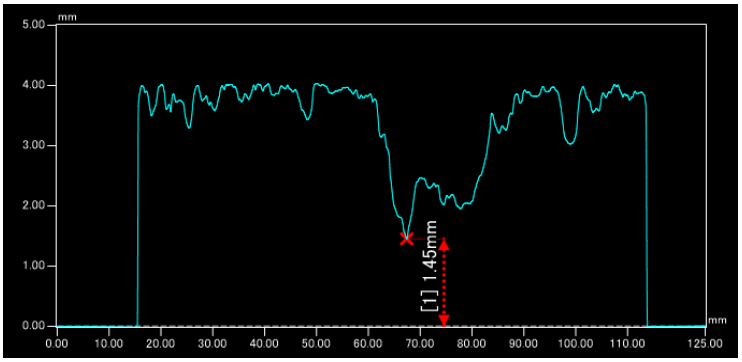


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-125

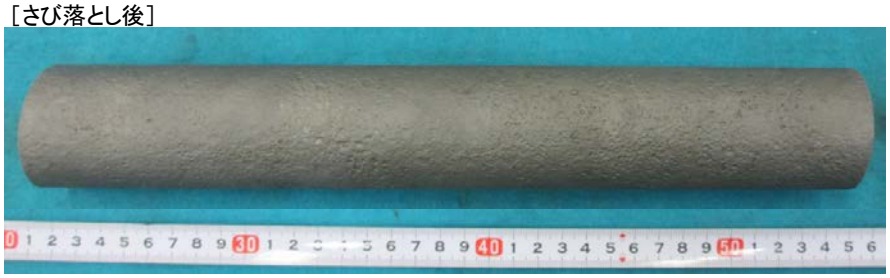
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.57mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.97mm
最大腐食深さ	1.60mm

1. サンプル管の外観

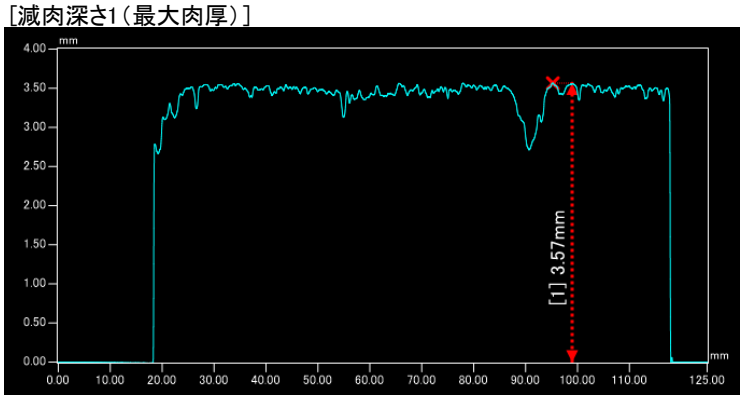
［さび落とし前］

［さび落とし後］

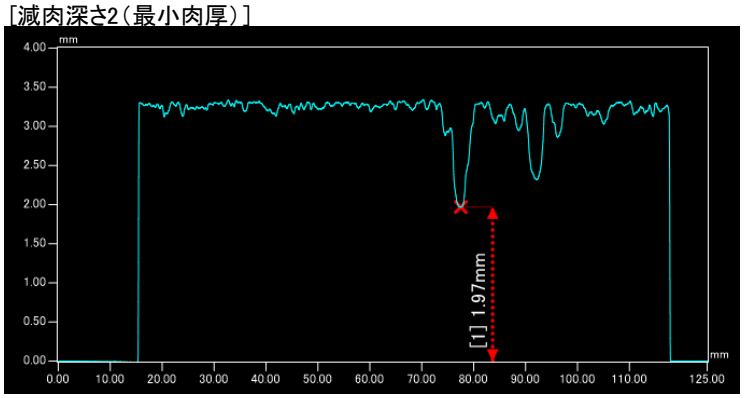


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



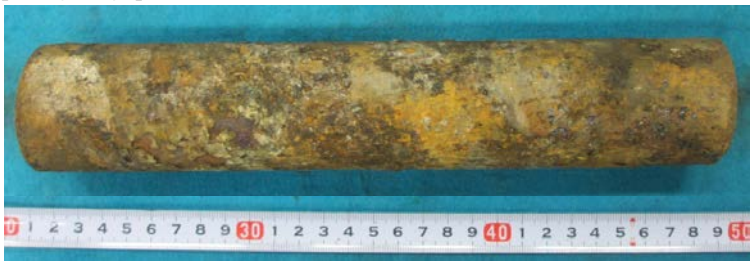
認識番号	9-127

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

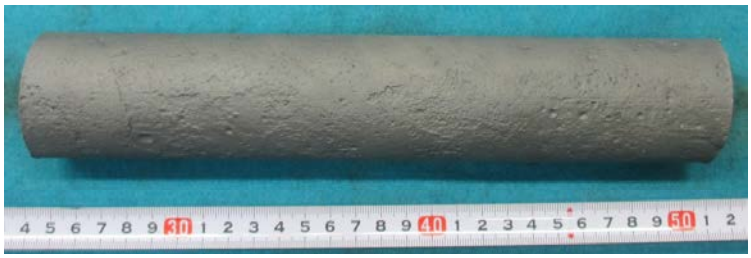
減肉深さ１（最大肉厚）	4.10mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.94mm
最大腐食深さ	3.16mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

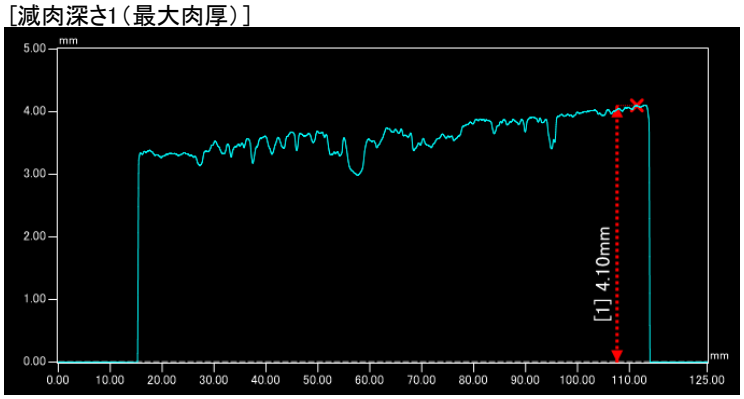


［さび落とし後］

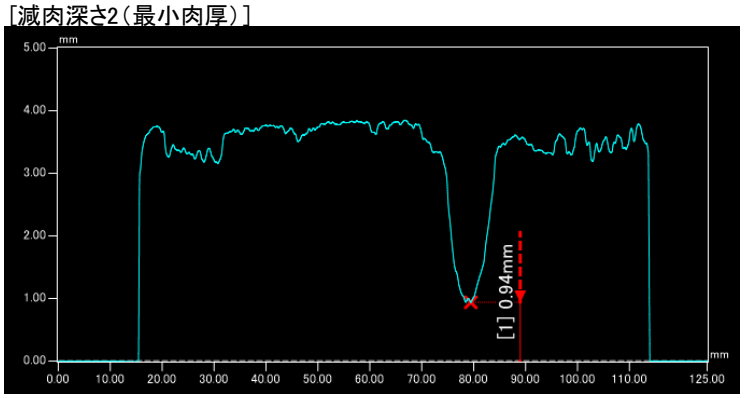


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-128

ガス管の種類	タールピッチ巻
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.38mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.38mm
	貫通

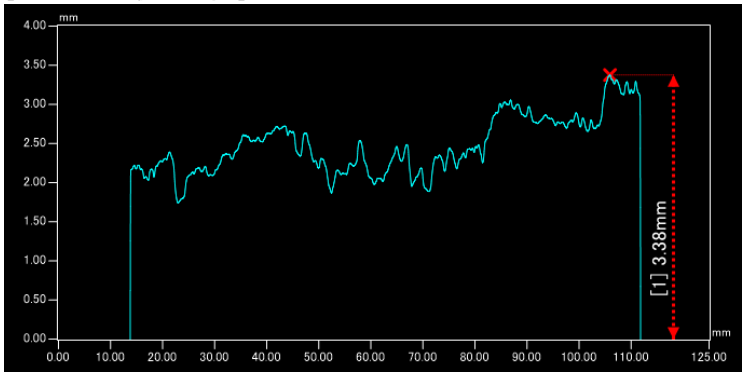
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

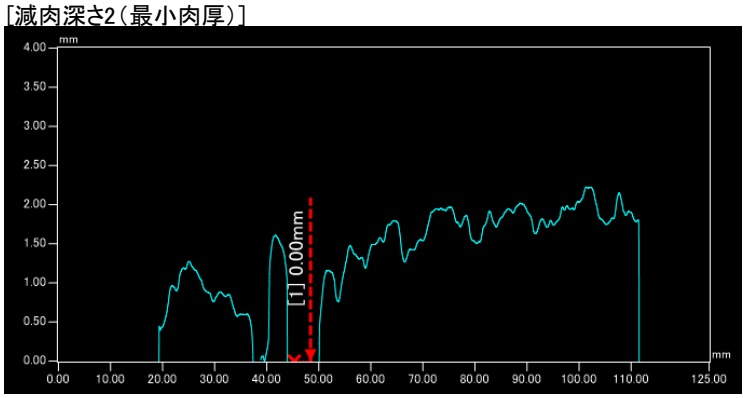
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-129

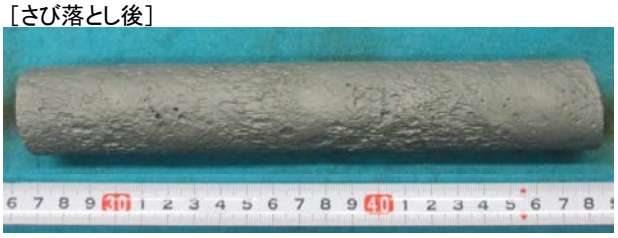
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.51mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.53mm
最大腐食深さ	1.98mm

1. サンプル管の外観

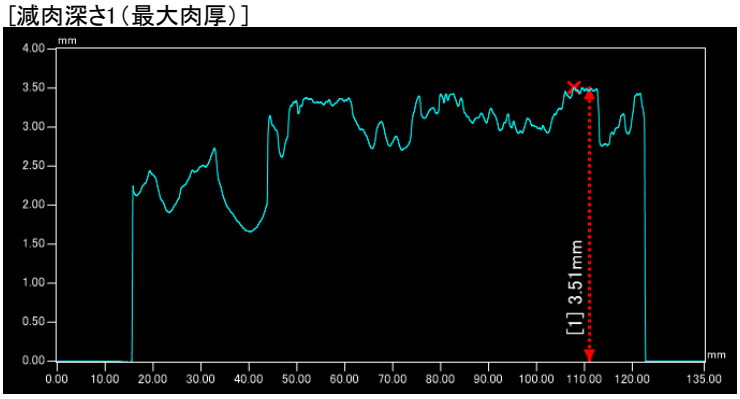
［さび落とし前］

［さび落とし後］

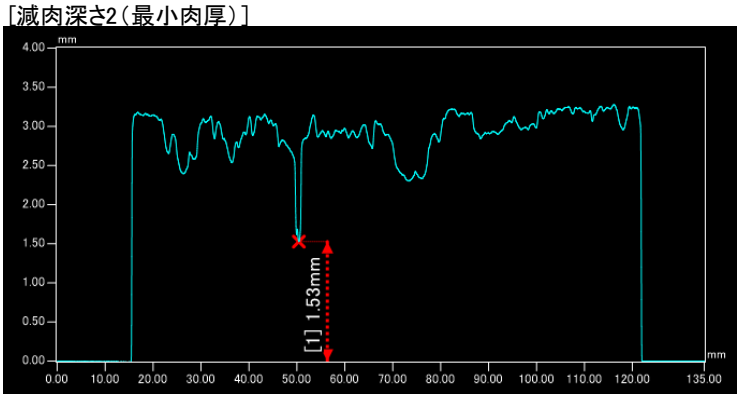


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-131

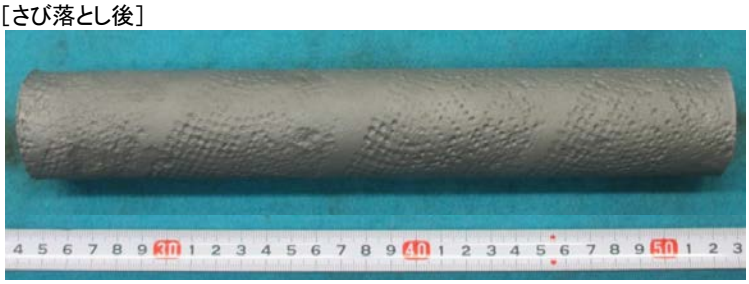
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.63mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.21mm
最大腐食深さ	1.42mm

1. サンプル管の外観

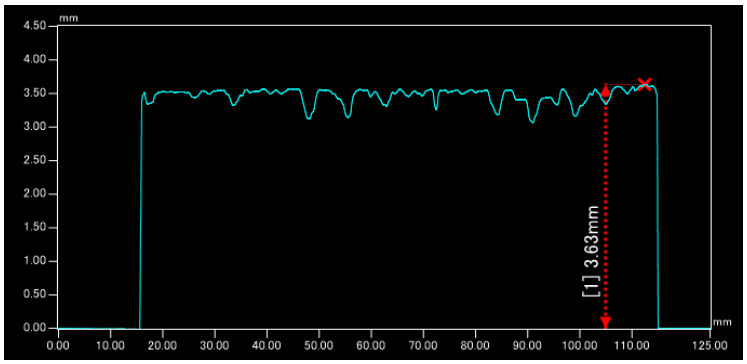
［さび落とし前］

［さび落とし後］

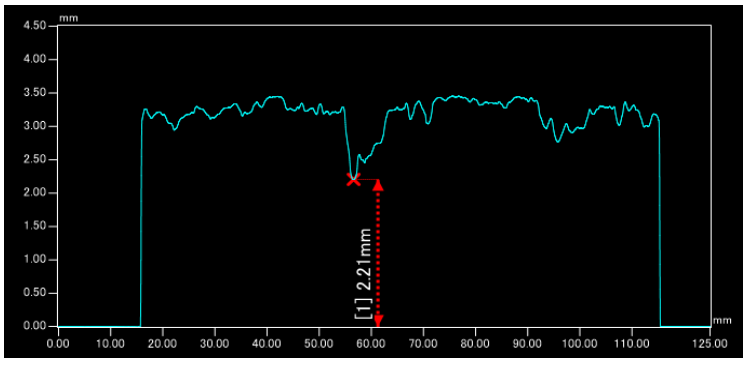


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-133

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.55mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.81mm
最大腐食深さ	0.74mm

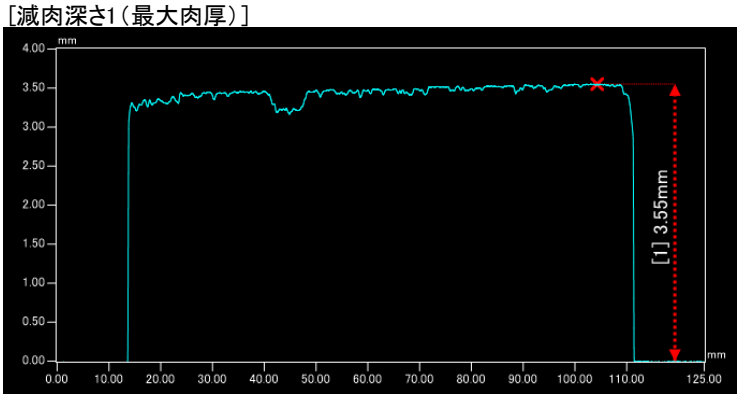
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

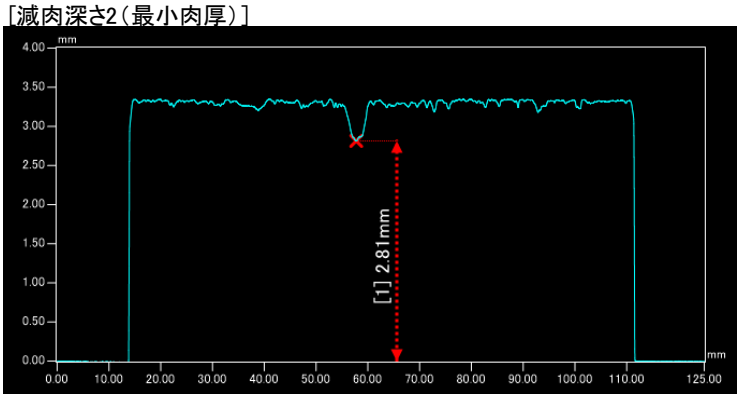
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-134

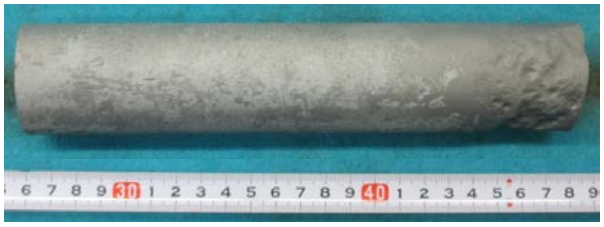
ガス管の種類	タールピッチ巻
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.57mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.57mm
	貫通

1. サンプル管の外観

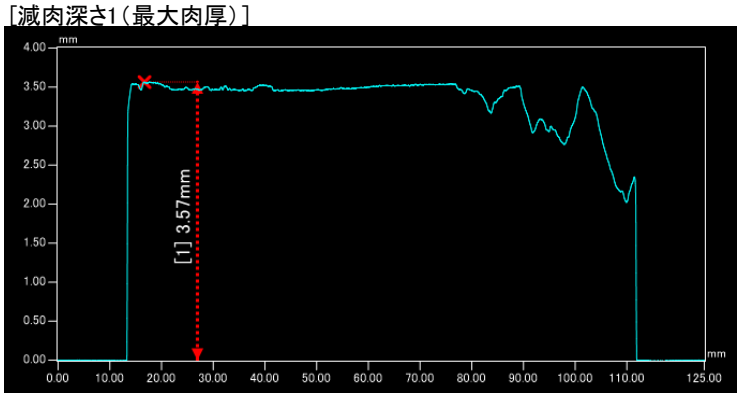
［さび落とし前］

［さび落とし後］

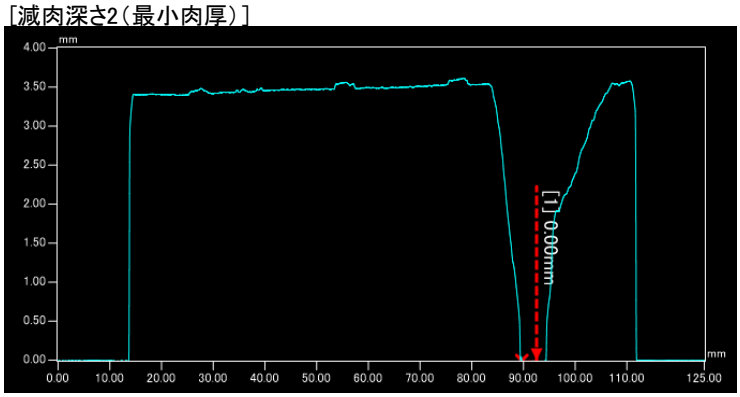


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-137

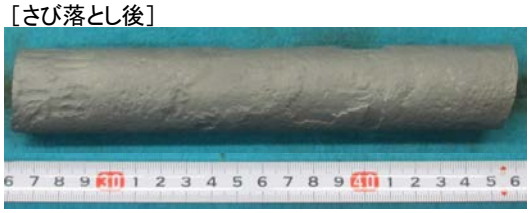
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.30mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.41mm
最大腐食深さ	1.89mm

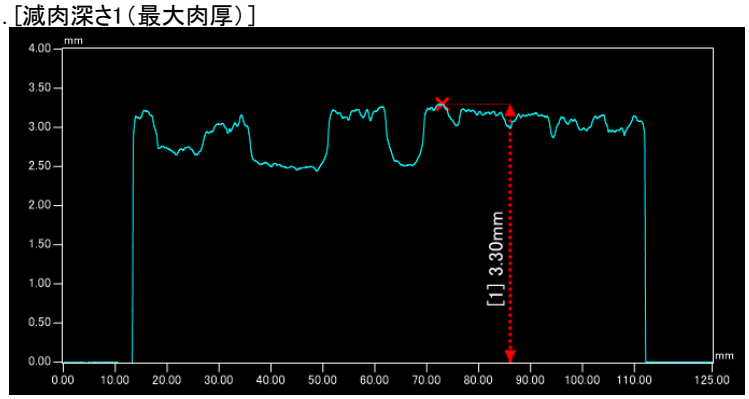
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

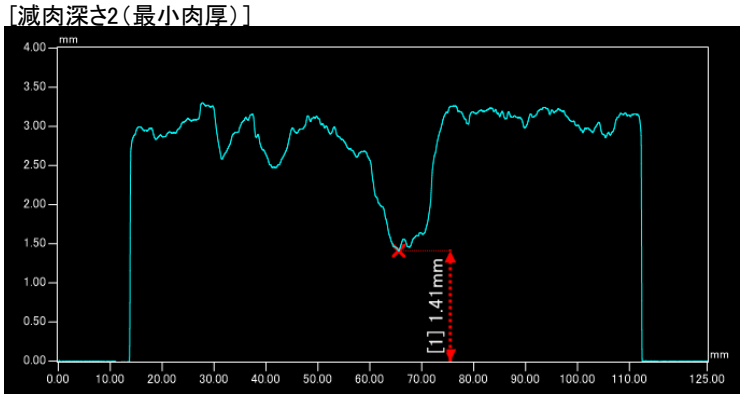
［さび落とし後］



2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



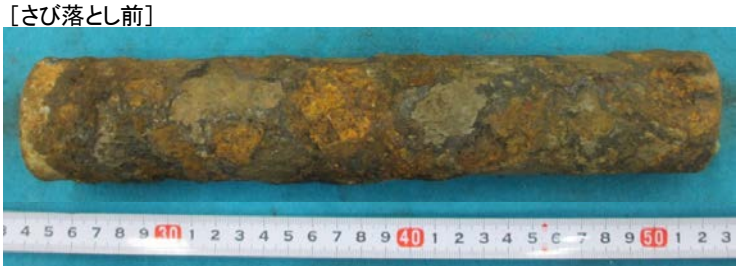
認識番号	9-140

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

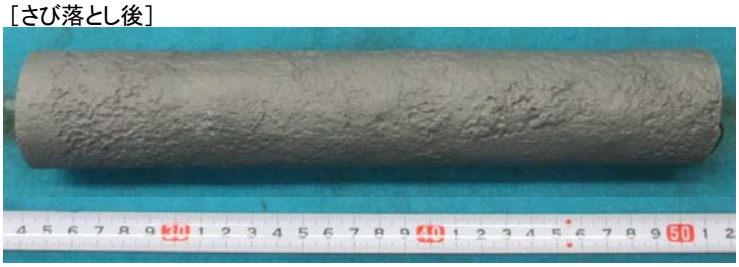
減肉深さ１（最大肉厚）	3.53mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.02mm
最大腐食深さ	1.51mm

1. サンプル管の外観

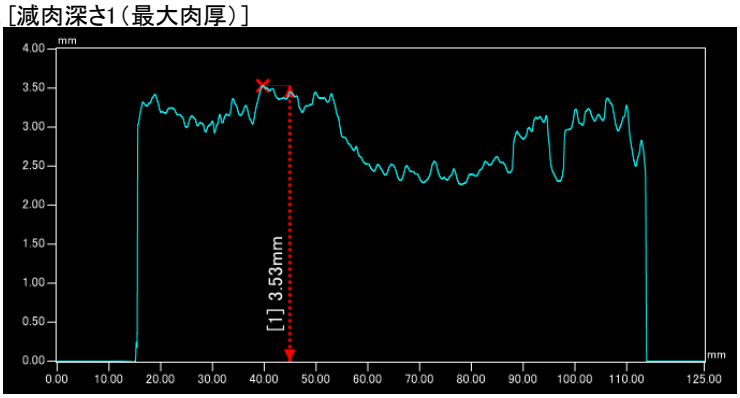
［さび落とし前］



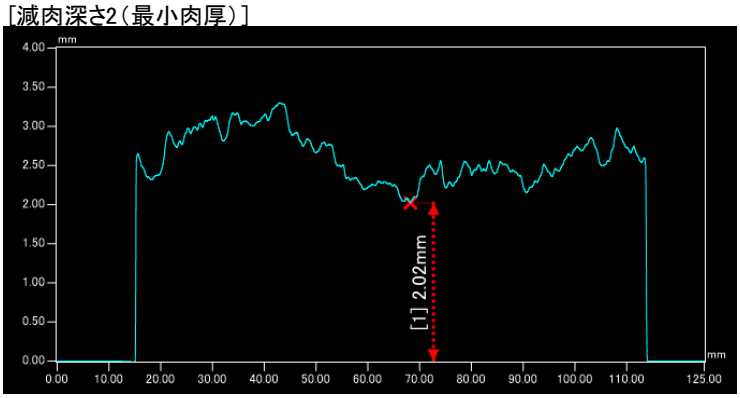
［さび落とし後］



2.［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-142

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

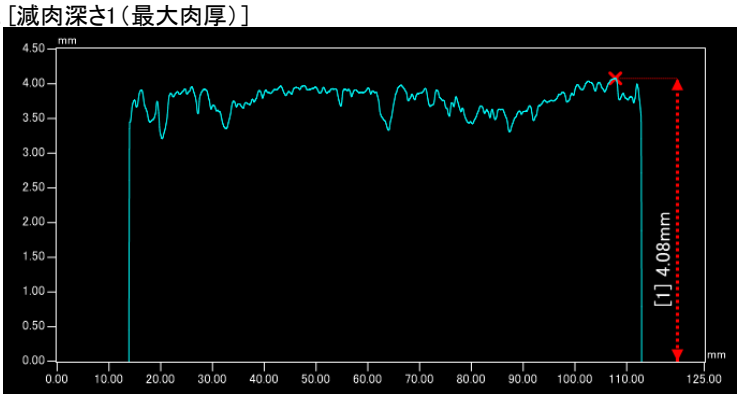
減肉深さ１（最大肉厚）	4.08mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.55mm
最大腐食深さ	1.53mm

1. サンプル管の外観

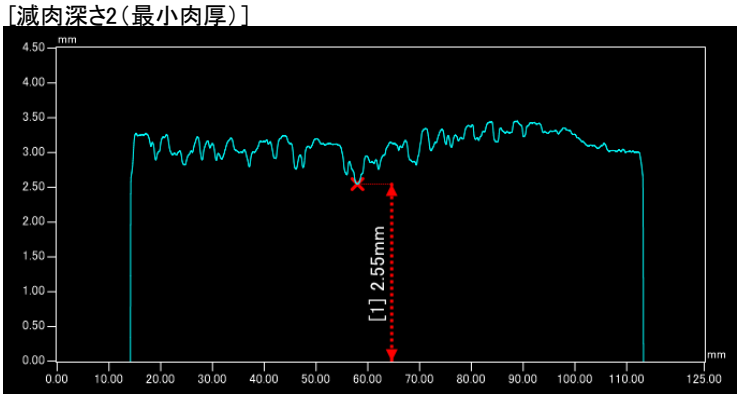
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-143

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

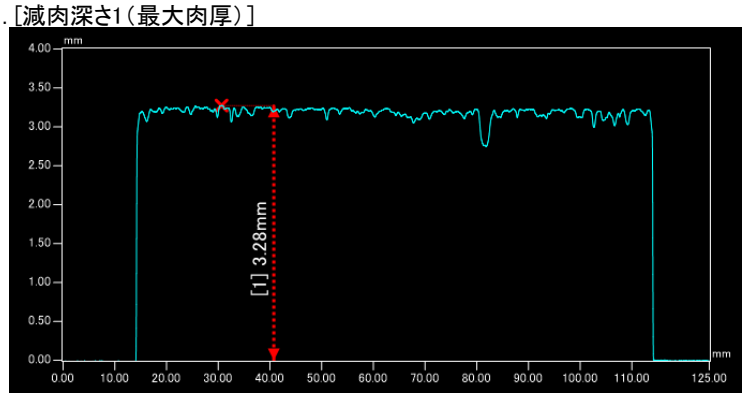
減肉深さ１（最大肉厚）	3.28mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.58mm
最大腐食深さ	0.70mm

1. サンプル管の外観

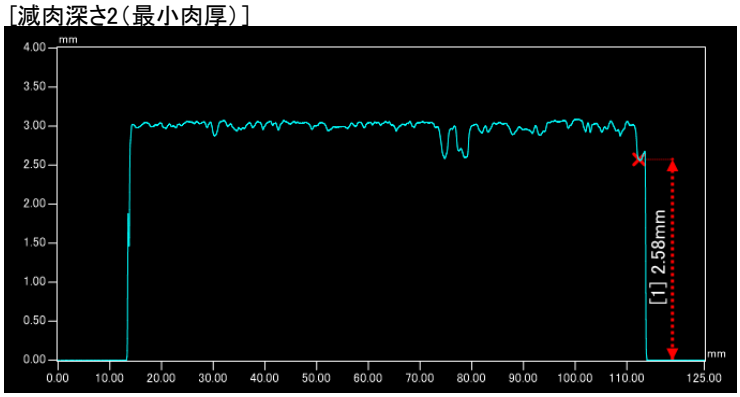
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-145

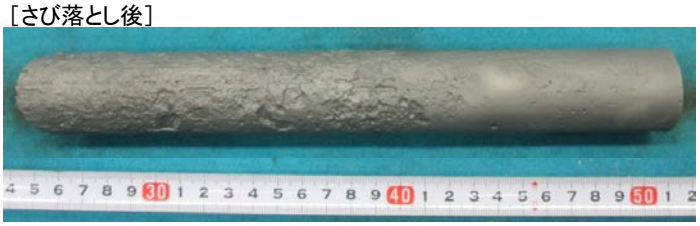
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.58mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.14mm
最大腐食深さ	2.44mm

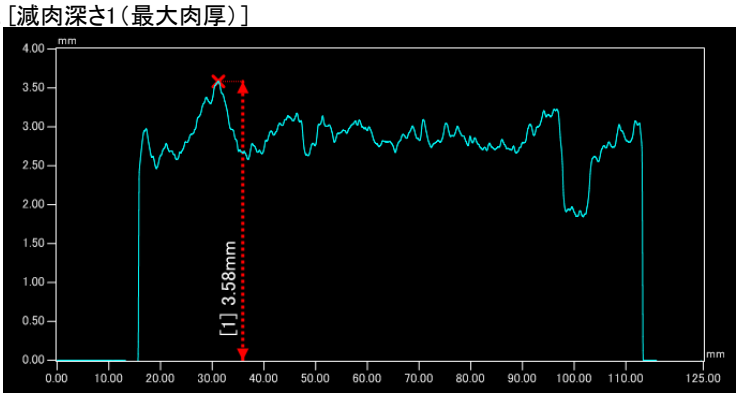
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

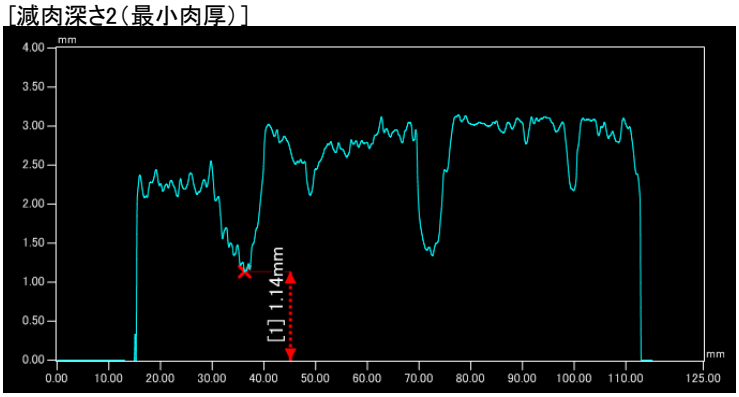
［さび落とし後］



2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-146

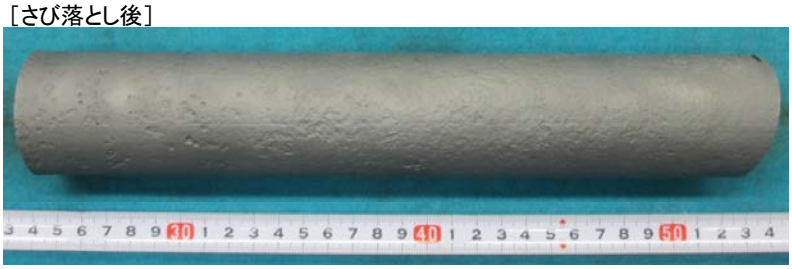
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.71mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.17mm
最大腐食深さ	1.54mm

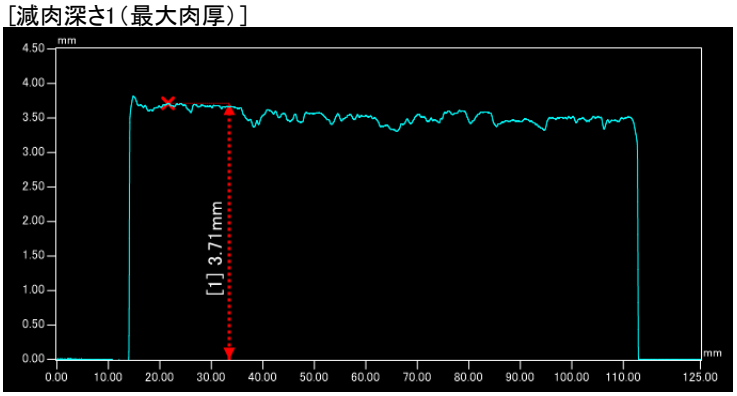
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

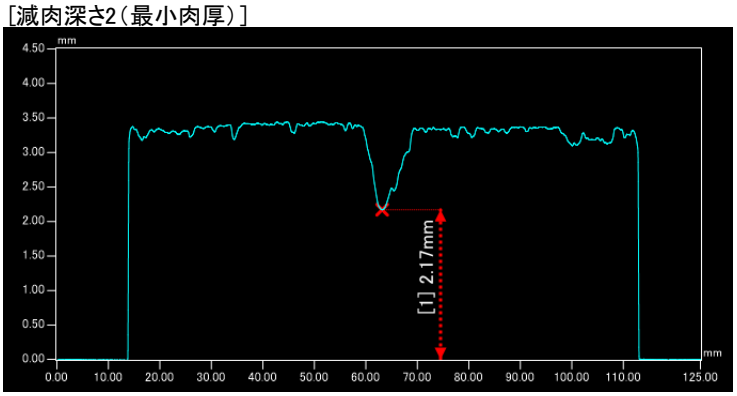
［さび落とし後］



2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-148

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

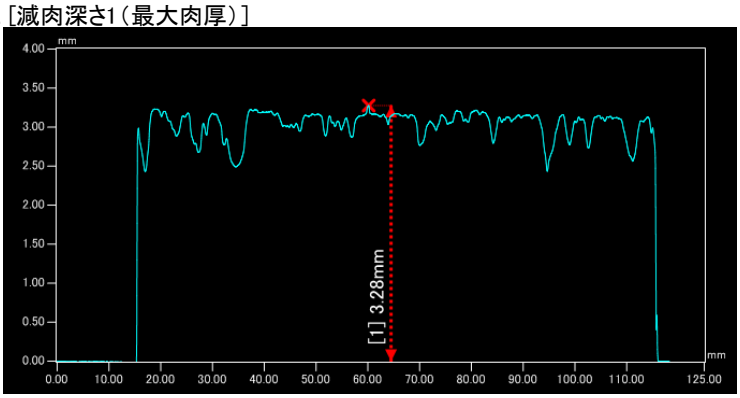
減肉深さ１（最大肉厚）	3.28mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.56mm
最大腐食深さ	1.72mm

1. サンプル管の外観

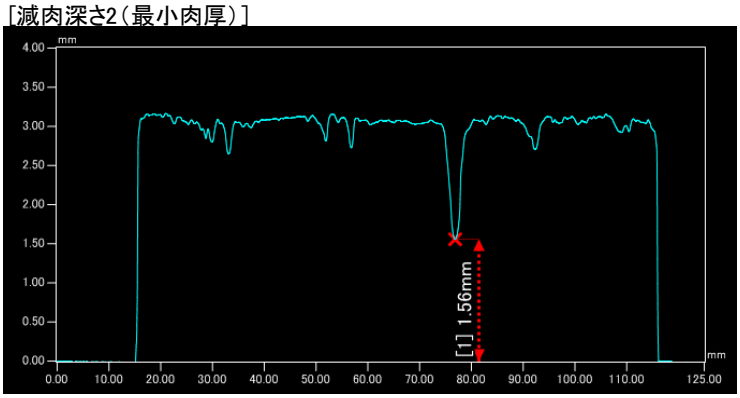
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-150

ガス管の種類	タールピッチ巻(※)
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

※黒管もしくは白管

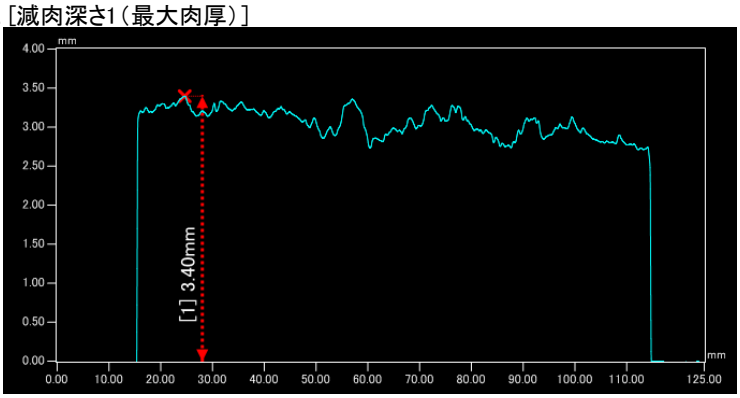
減肉深さ１（最大肉厚）	3.40mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.44mm
最大腐食深さ	1.96mm

1. サンプル管の外観

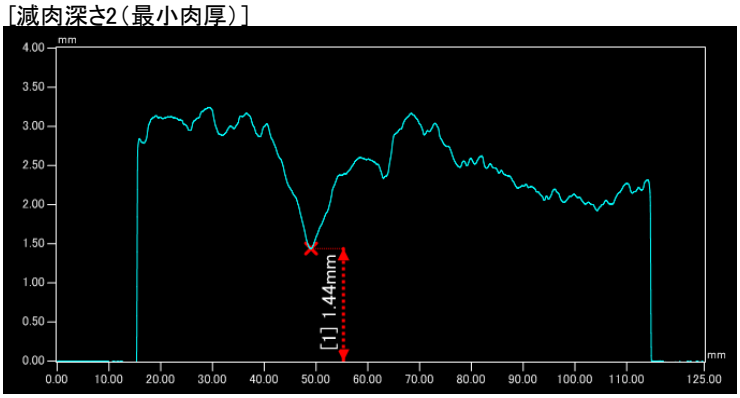
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-152

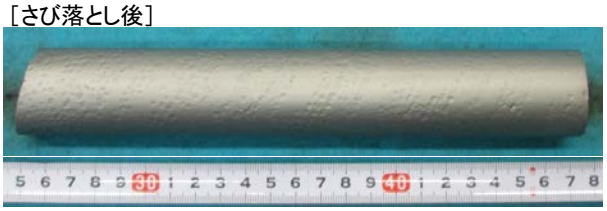
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.43mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.13mm
最大腐食深さ	0.30mm

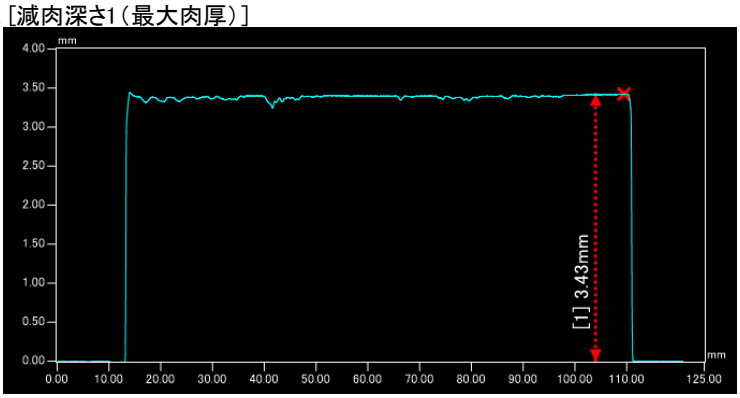
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

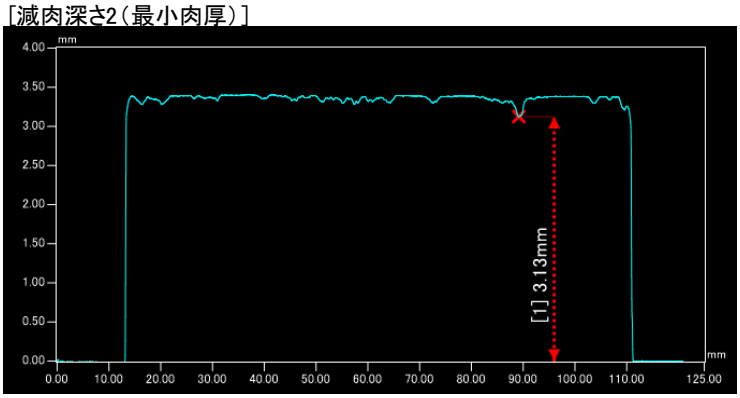
［さび落とし後］



2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-153

ガス管の種類	タールピッチ巻
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

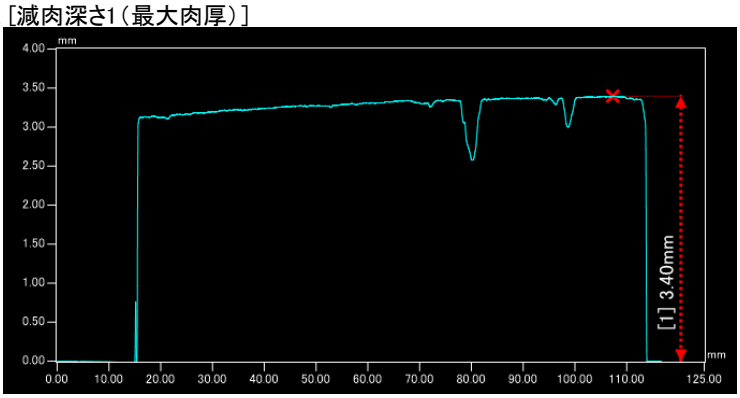
減肉深さ１（最大肉厚）	3.40mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.03mm
最大腐食深さ	1.37mm

1. サンプル管の外観

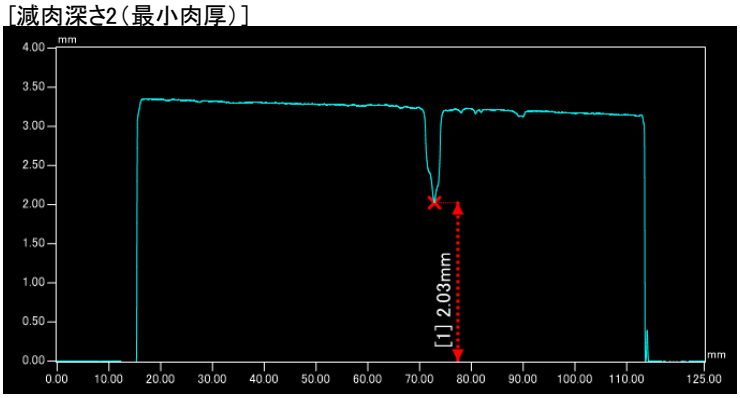
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-154

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

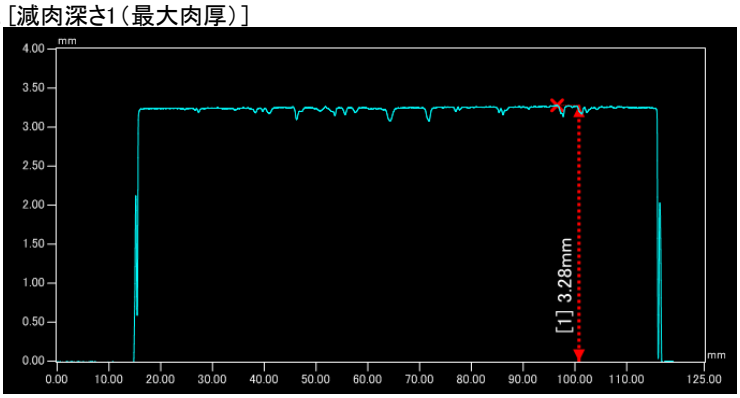
減肉深さ１（最大肉厚）	3.28mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.92mm
最大腐食深さ	0.36mm

1. サンプル管の外観

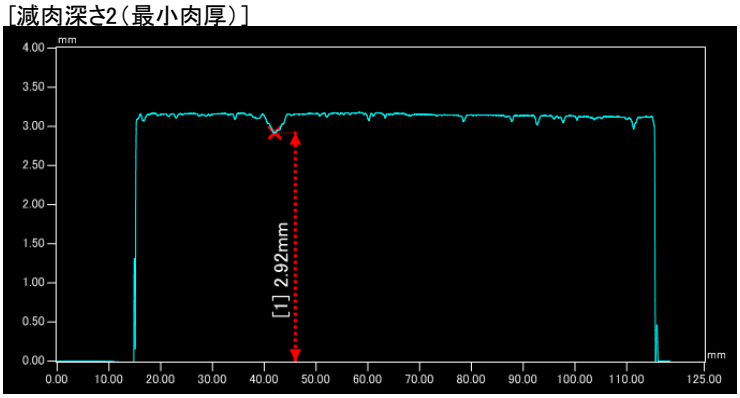
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-156

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

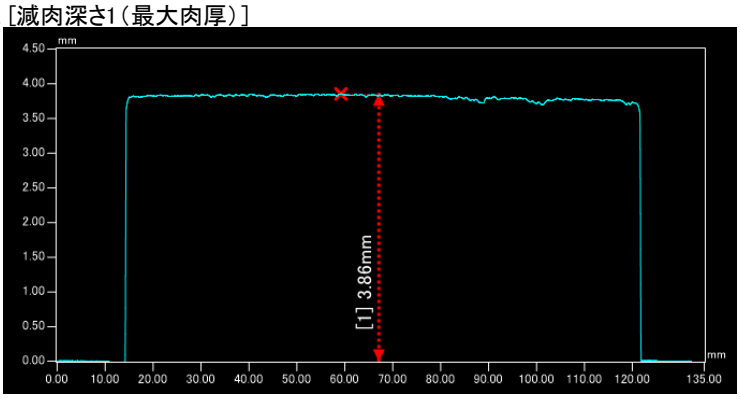
減肉深さ１（最大肉厚）	3.86mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.15mm
最大腐食深さ	0.71mm

1. サンプル管の外観

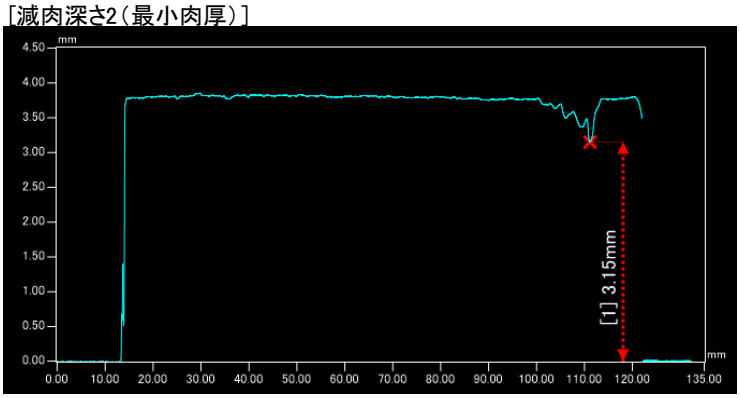
［さび落とし前］

［さび落とし後］

2.［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-157

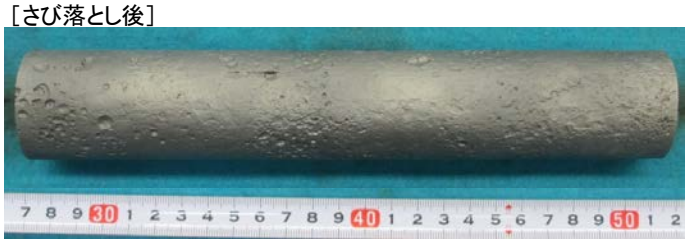
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.52mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.57mm
最大腐食深さ	1.95mm

1. サンプル管の外観

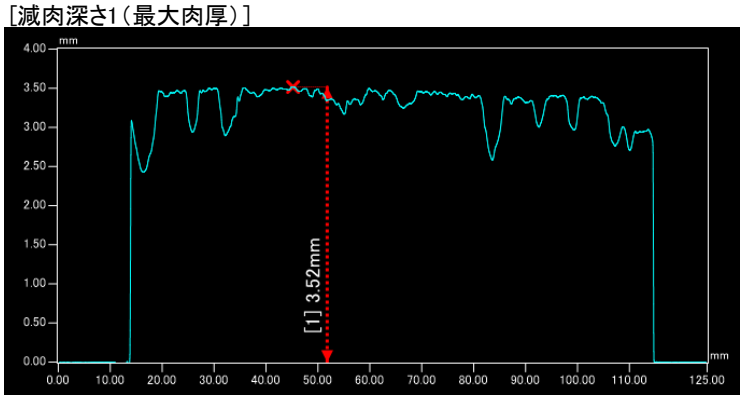
［さび落とし前］

［さび落とし後］

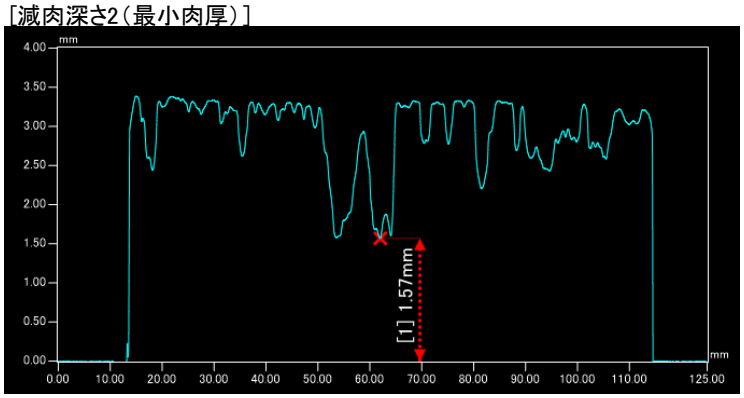


2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-158

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.53mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.00mm
最大腐食深さ	1.53mm

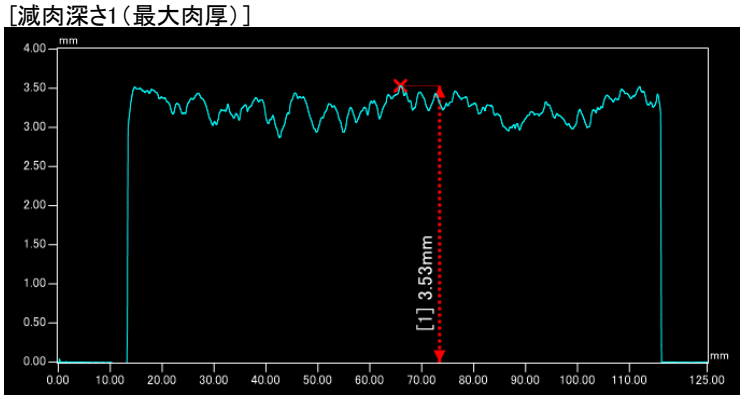
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

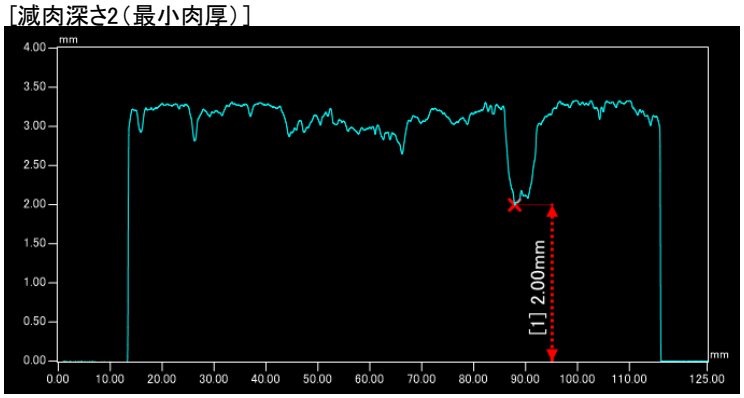
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	9-159

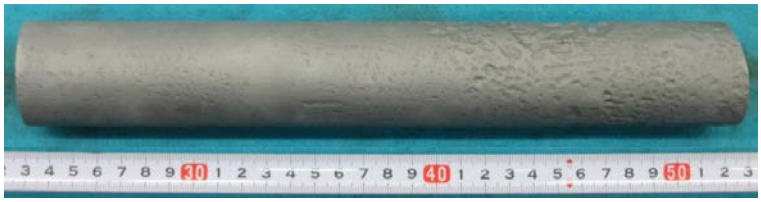
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.51mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.05mm
最大腐食深さ	1.46mm

1. サンプル管の外観

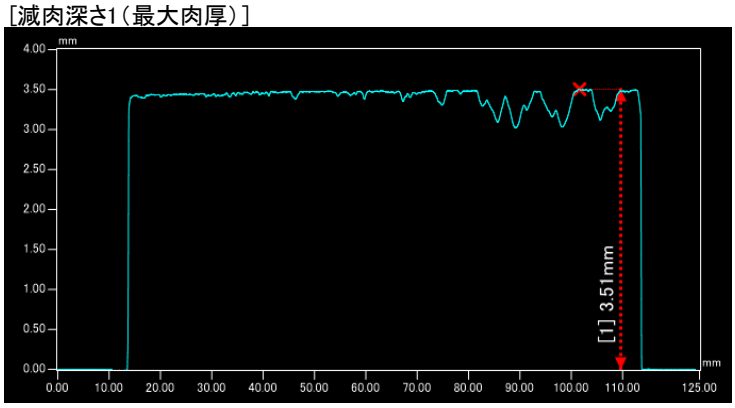
［さび落とし前］

［さび落とし後］

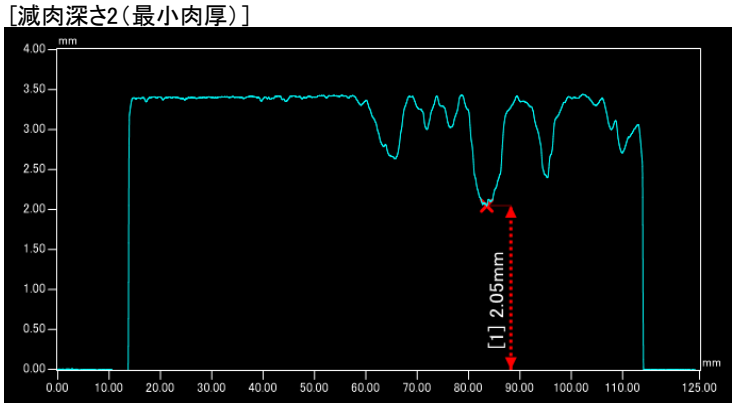


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	9-160

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.57mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.30mm
最大腐食深さ	2.27mm

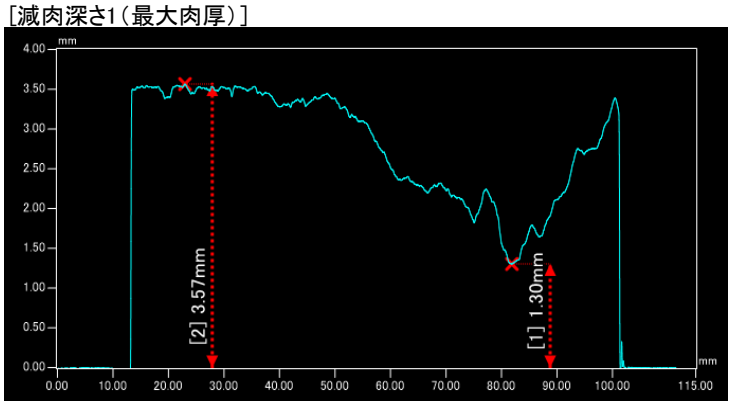
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

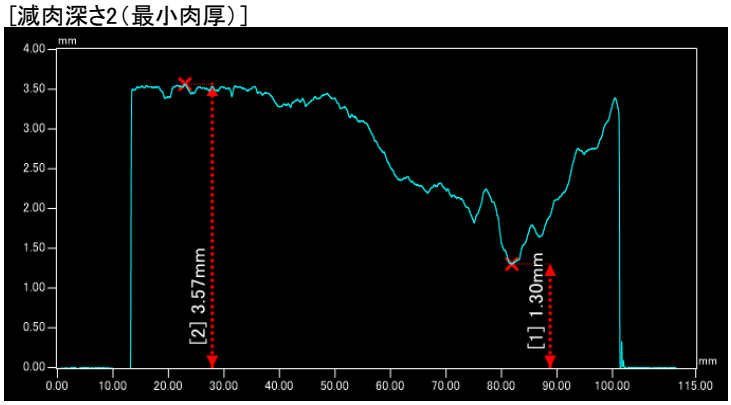
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	10-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.58mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.58mm
	貫通

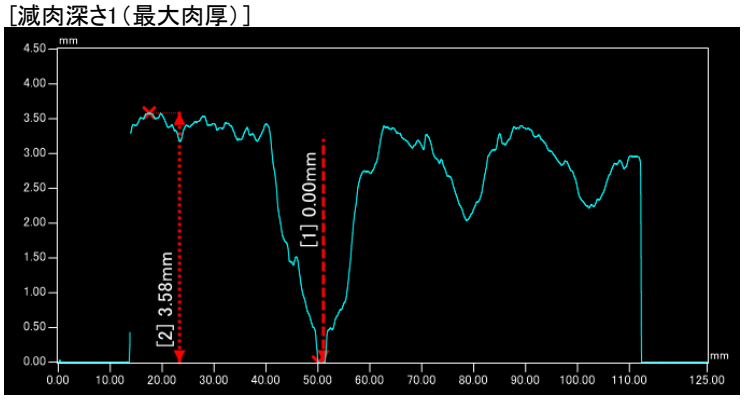
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

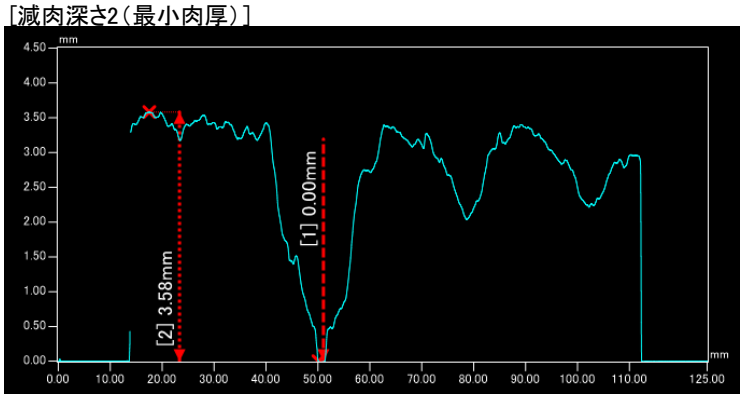
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	10-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(A)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.47mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.80mm
最大腐食深さ	0.67mm

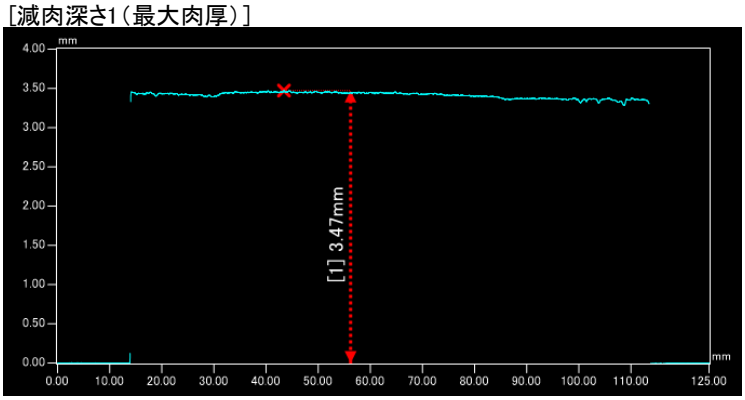
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

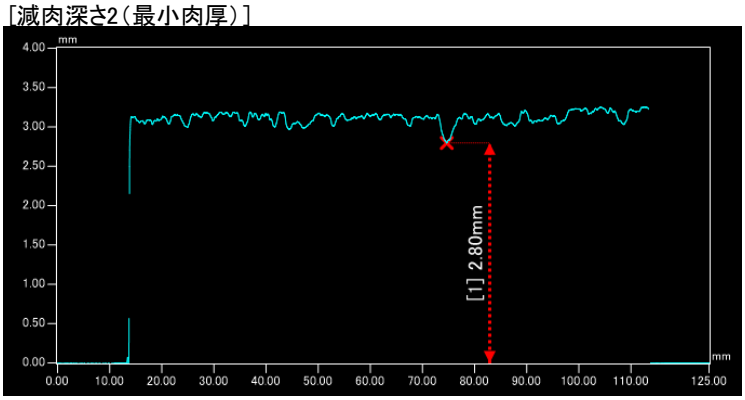
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	10-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋

減肉深さ１（最大肉厚）	3.63mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.98mm
最大腐食深さ	1.65mm

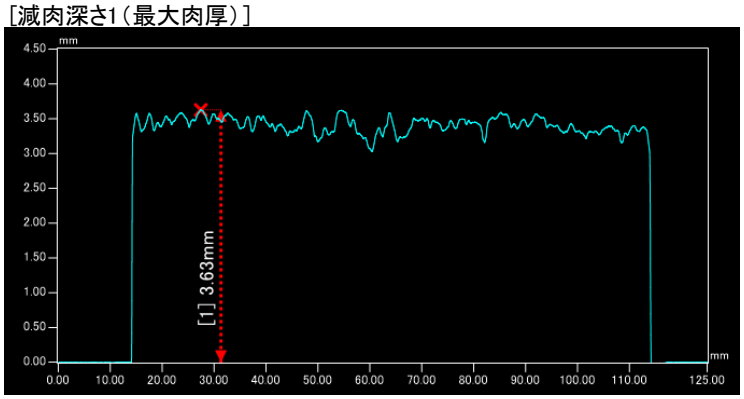
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

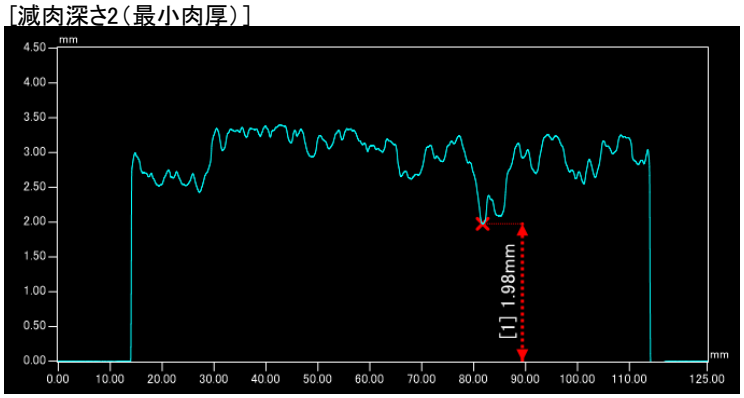
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	10-104

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.63mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.14mm
最大腐食深さ	0.49mm

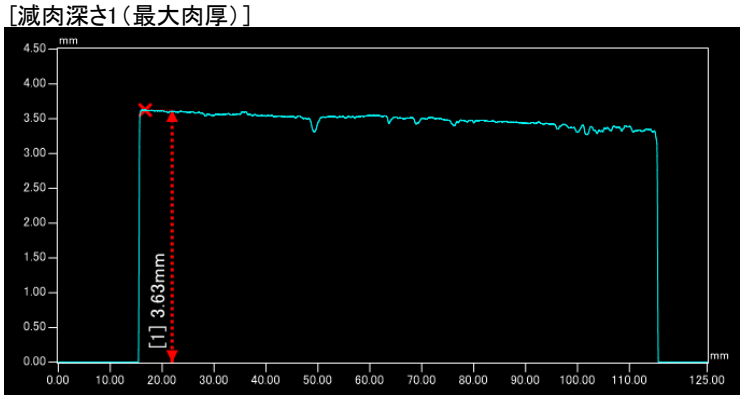
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

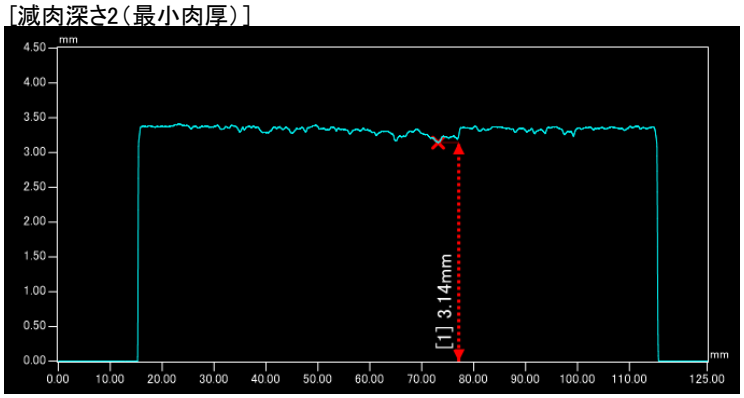
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	10-105

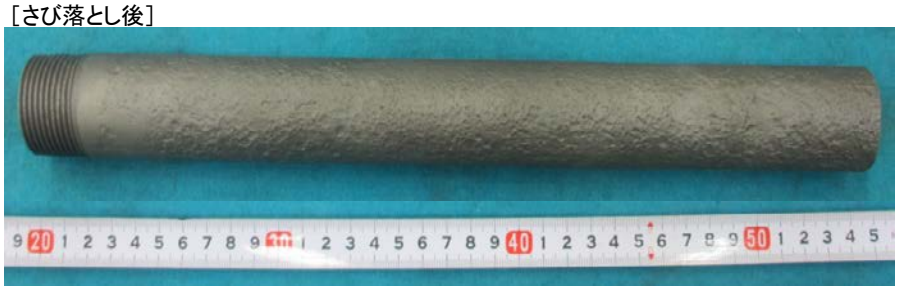
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.34mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.21mm
最大腐食深さ	1.13mm

1. サンプル管の外観

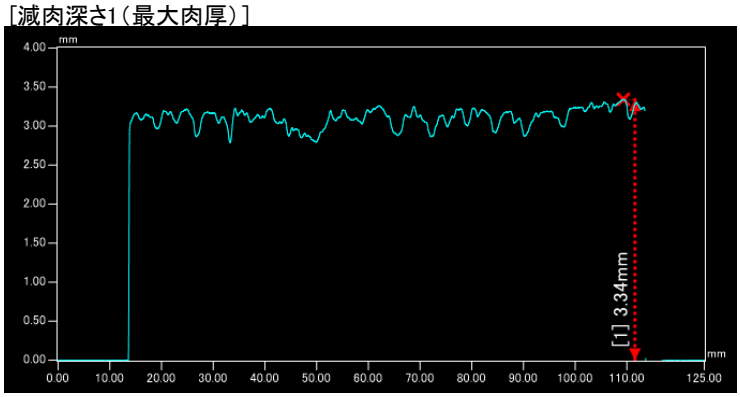
［さび落とし前］

［さび落とし後］

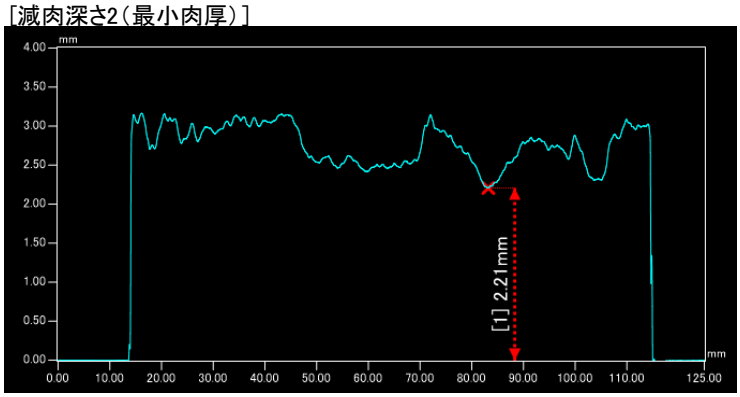


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



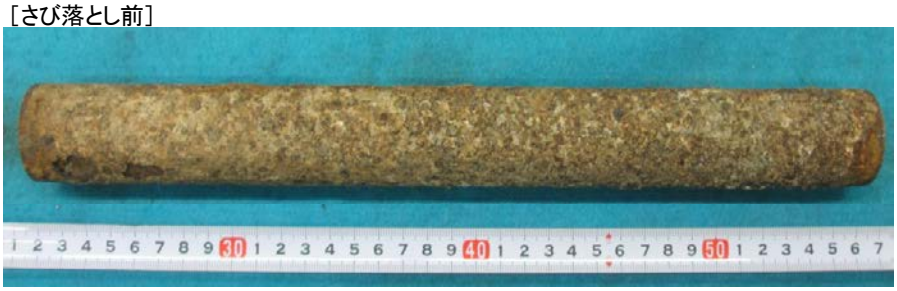
認識番号	10-106

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

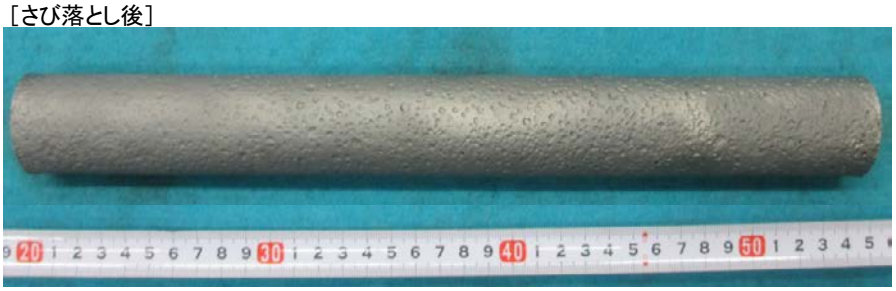
減肉深さ１（最大肉厚）	3.38mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.04mm
最大腐食深さ	1.34mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

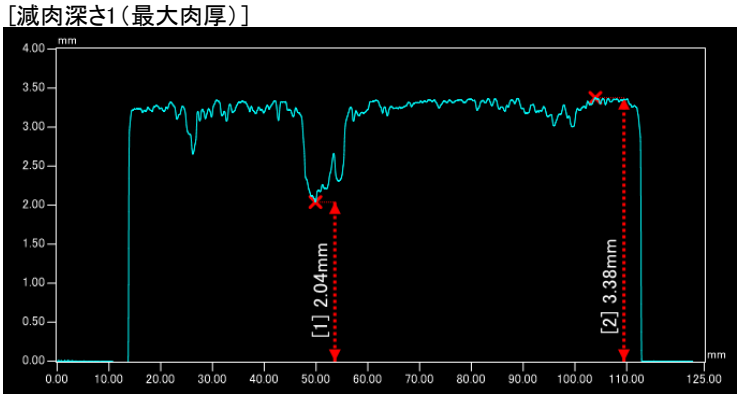


［さび落とし後］

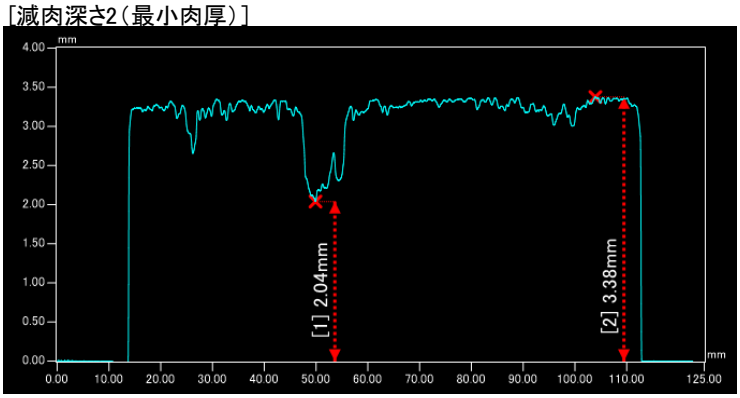


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-101

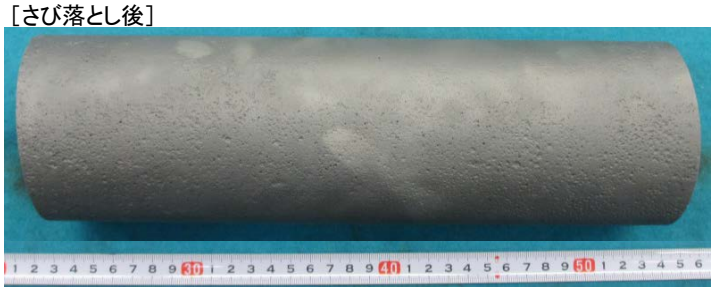
ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	80A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	4.07mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.33mm
最大腐食深さ	0.74mm

1. サンプル管の外観

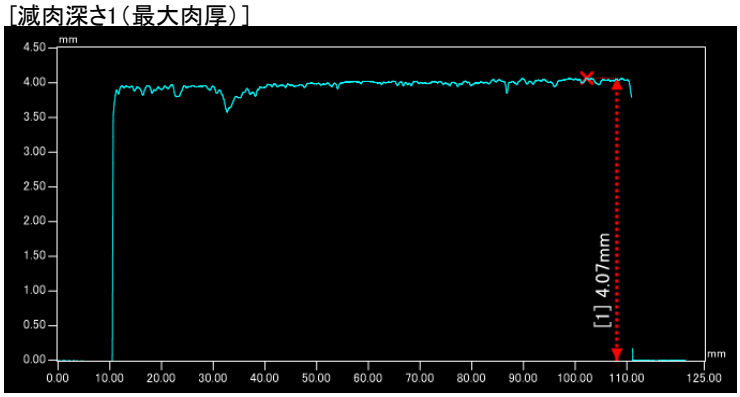
［さび落とし前］

［さび落とし後］

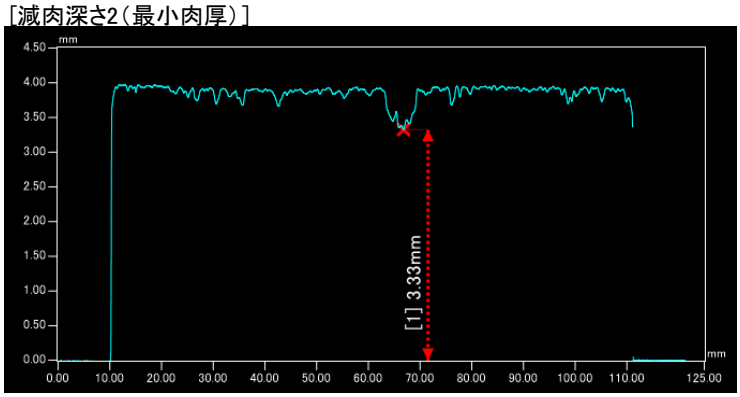


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



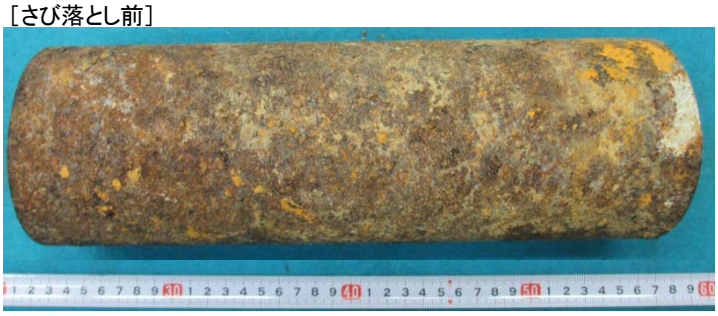
認識番号	11-102

ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	80A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

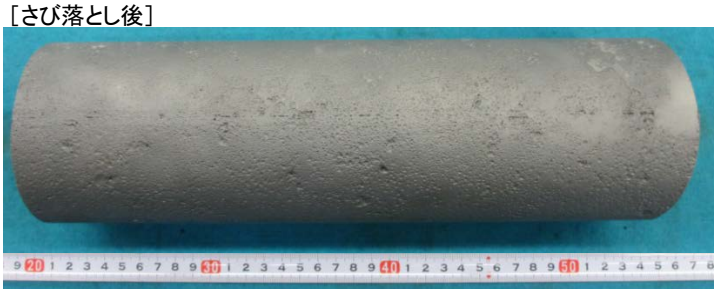
減肉深さ１（最大肉厚）	4.01mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.68mm
最大腐食深さ	2.33mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

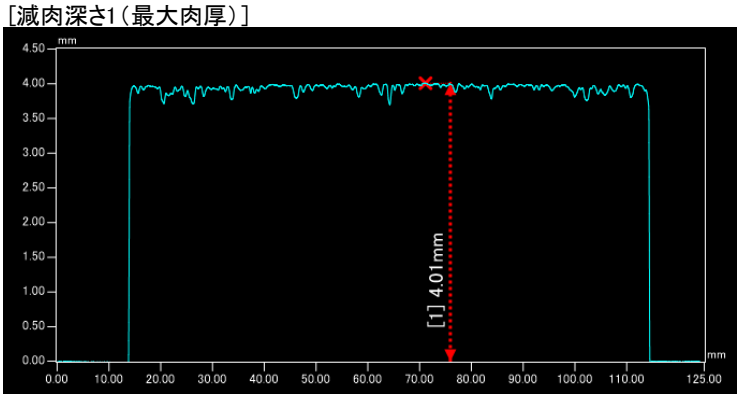


［さび落とし後］

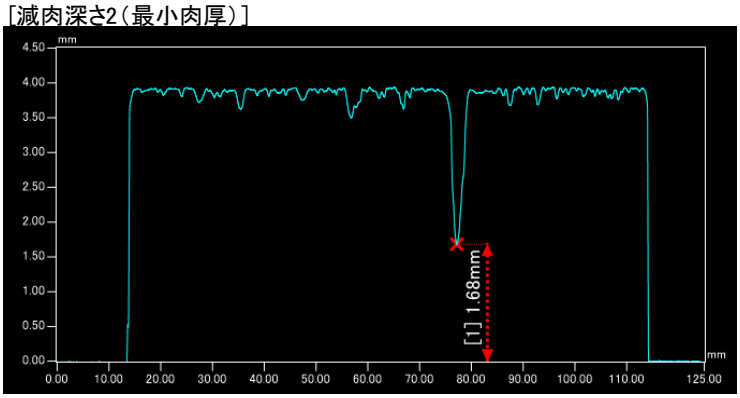


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



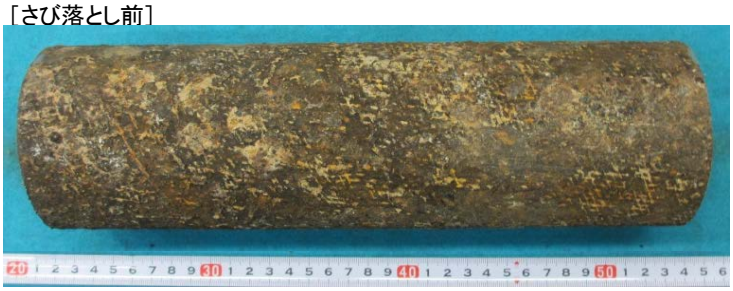
認識番号	11-103

ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	80A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

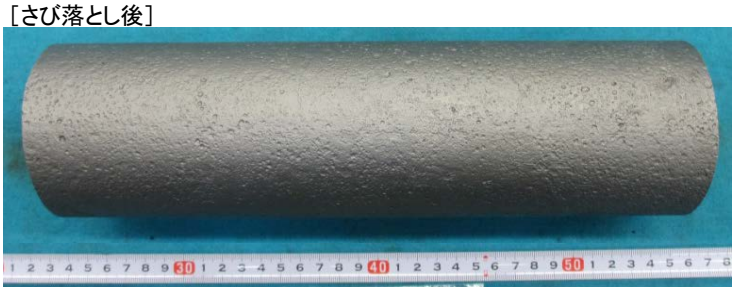
減肉深さ１（最大肉厚）	4.08mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.38mm
最大腐食深さ	0.70mm

1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

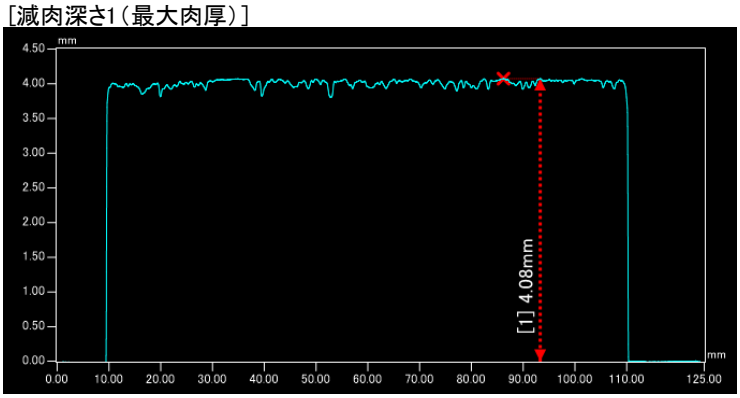


［さび落とし後］

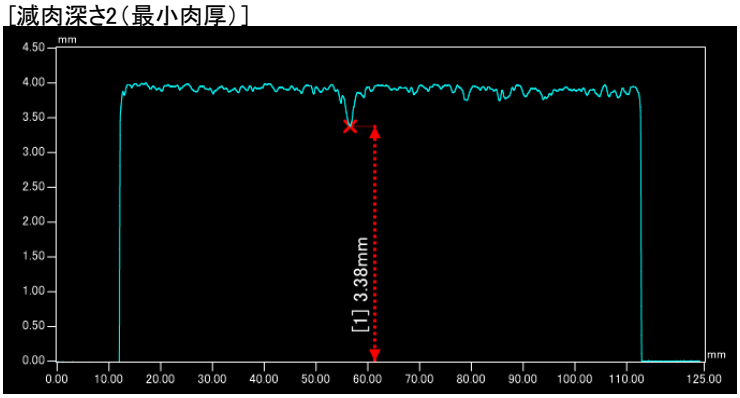


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-105

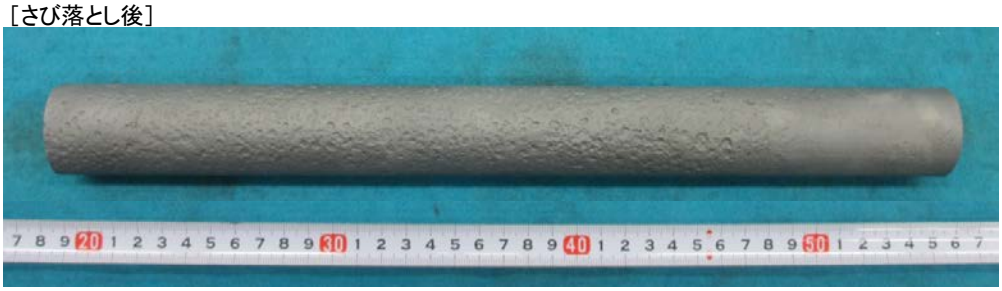
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.31mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.99mm
最大腐食深さ	1.32mm

1. サンプル管の外観

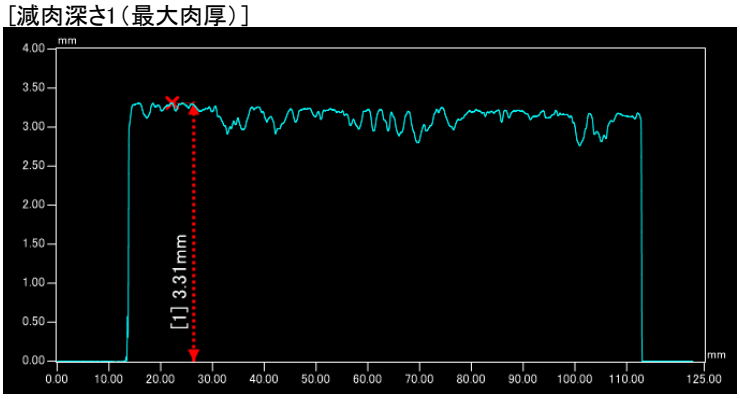
［さび落とし前］

［さび落とし後］

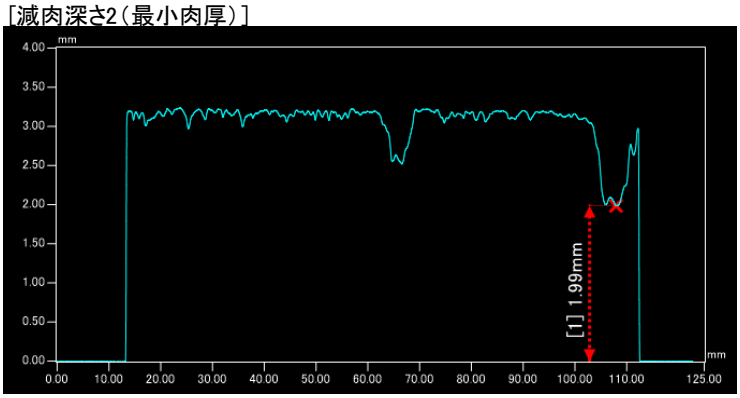


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-107

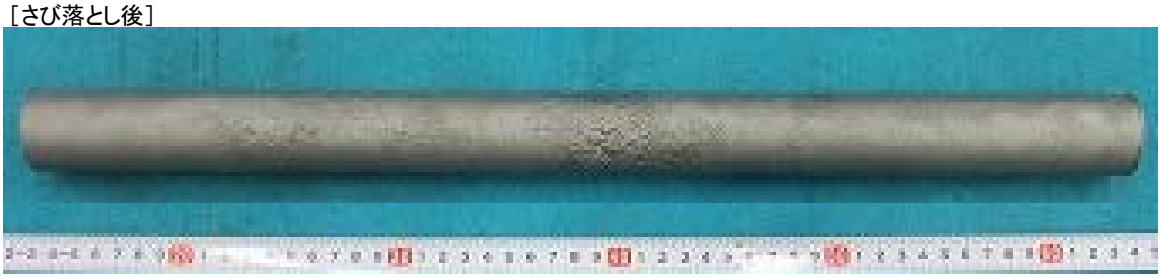
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	長管(B)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.35mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.09mm
最大腐食深さ	1.26mm

1. サンプル管の外観

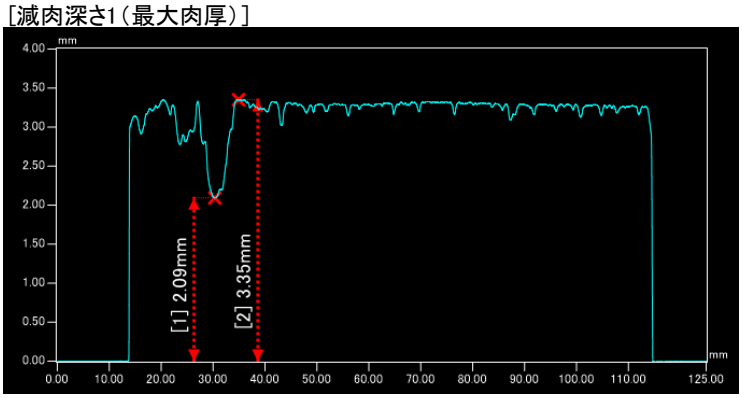
［さび落とし前］

［さび落とし後］

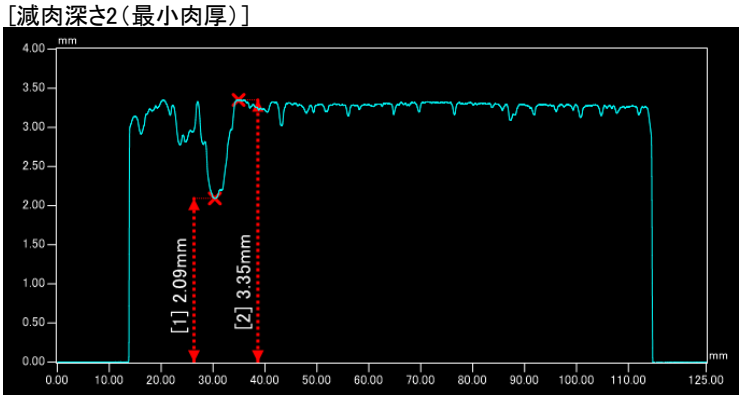


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-108

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	80A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	4.53mm
減肉深さ２（最小肉厚）	3.08mm
最大腐食深さ	1.45mm

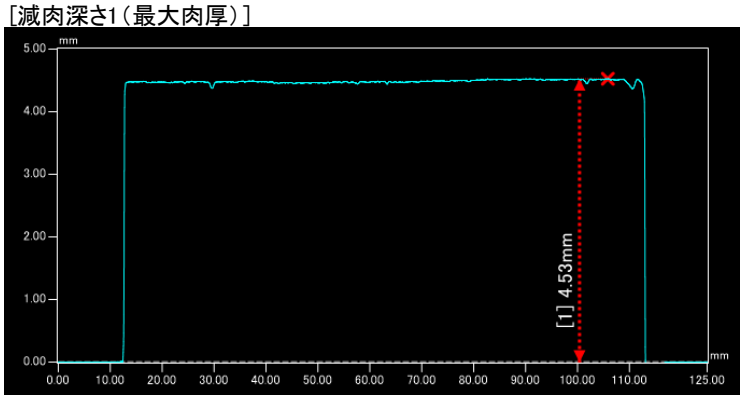
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

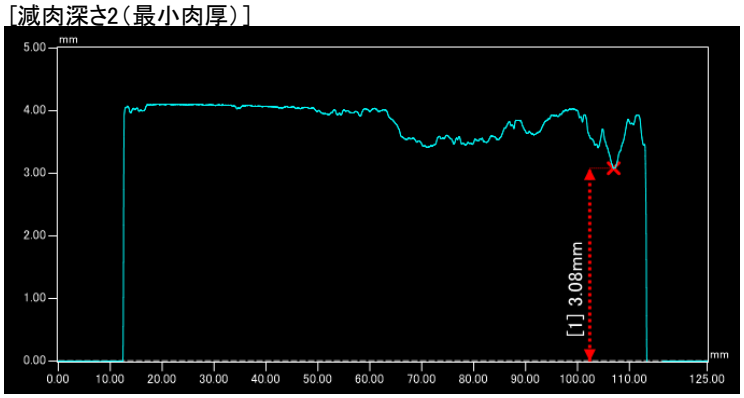
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	11-110

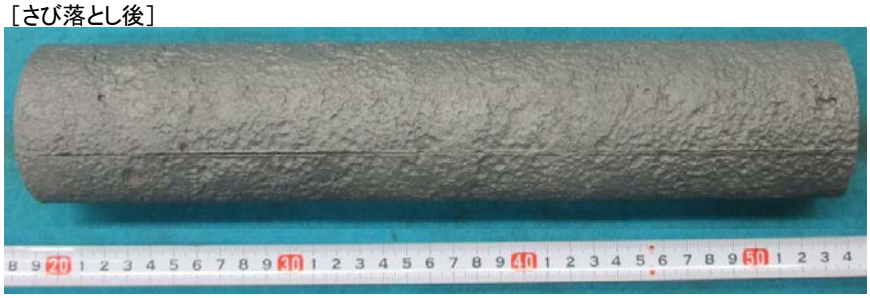
ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	50A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.85mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.60mm
最大腐食深さ	2.25mm

1. サンプル管の外観

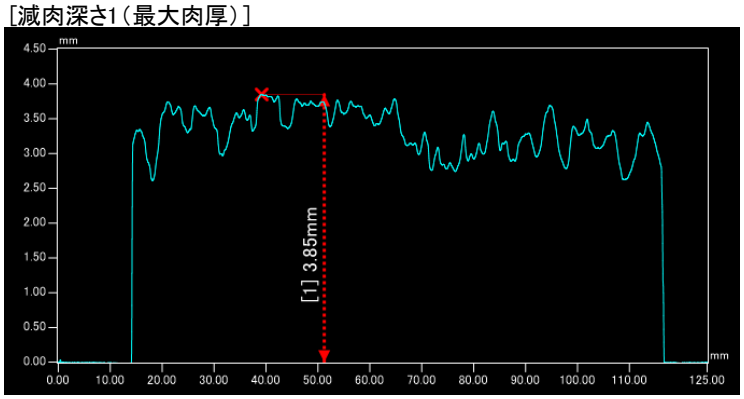
［さび落とし前］

［さび落とし後］

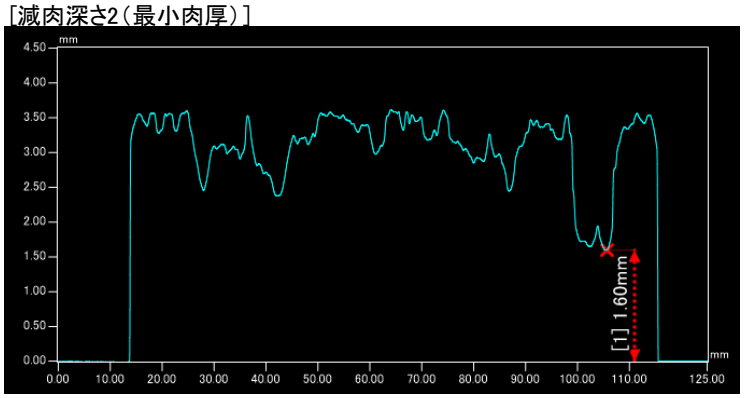


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	11-111

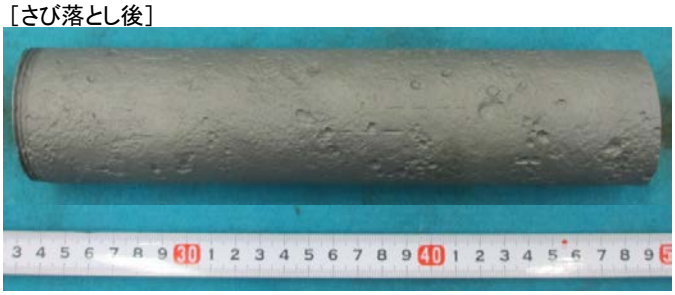
ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.60mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.10mm
最大腐食深さ	1.50mm

1. サンプル管の外観

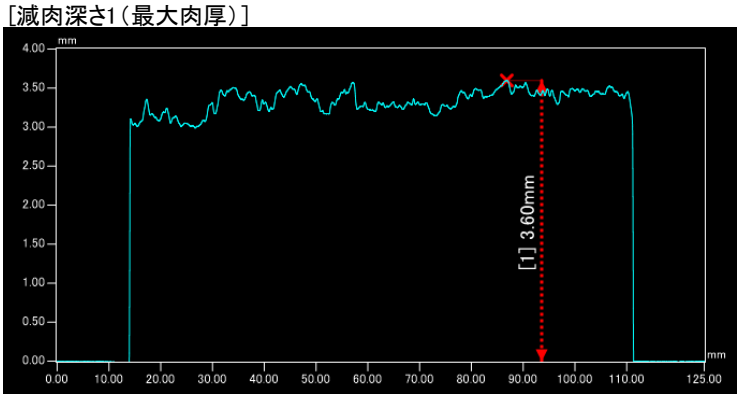
［さび落とし前］

［さび落とし後］

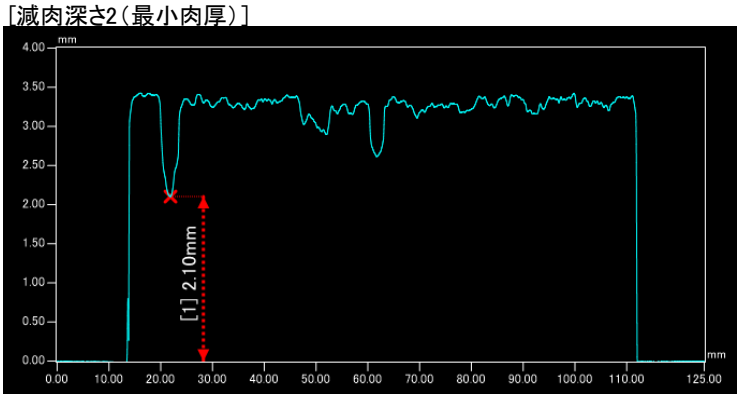


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	11-112

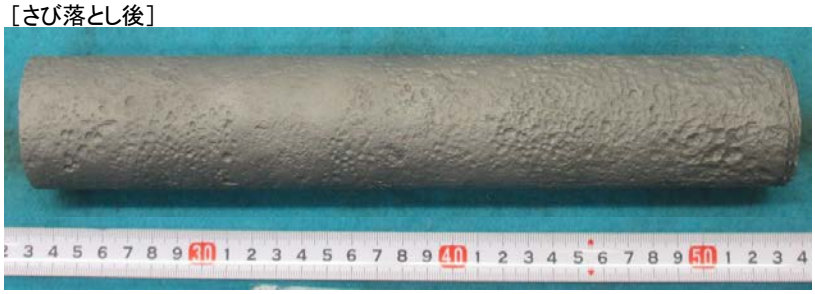
ガス管の種類	アスファルトジュート巻き管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋系

減肉深さ１（最大肉厚）	3.87mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.64mm
最大腐食深さ	2.23mm

1. サンプル管の外観

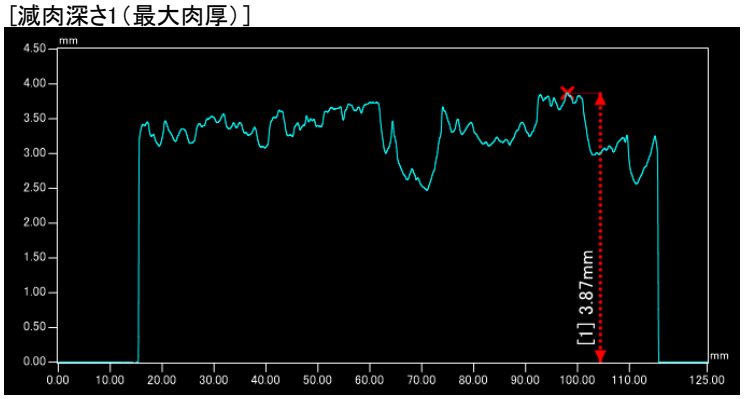
［さび落とし前］

［さび落とし後］

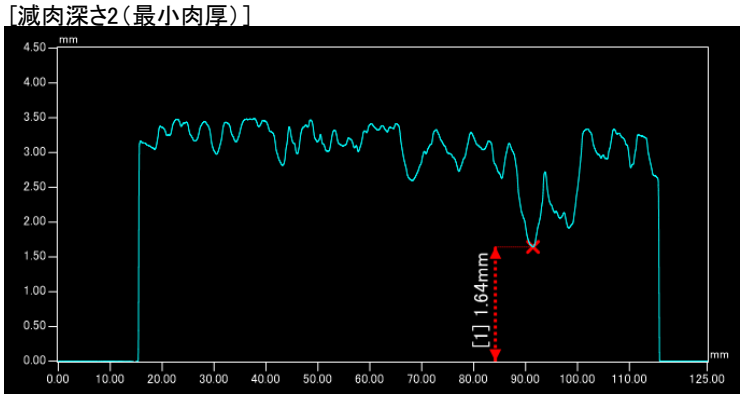


2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	11-113

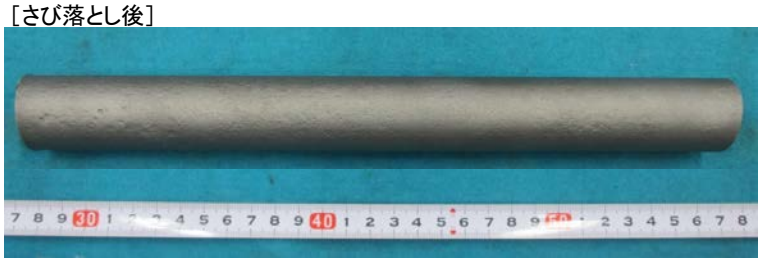
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.55mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.72mm
最大腐食深さ	0.83mm

1. サンプル管の外観

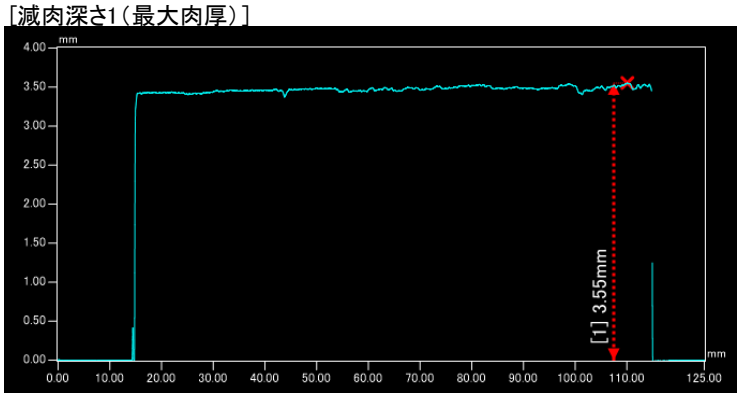
［さび落とし前］

［さび落とし後］

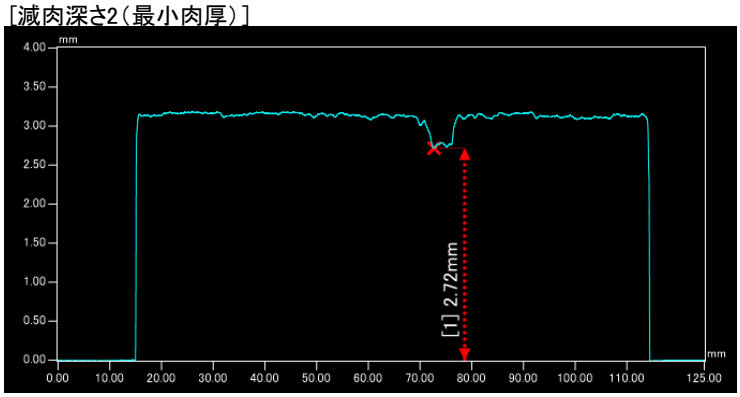


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-114

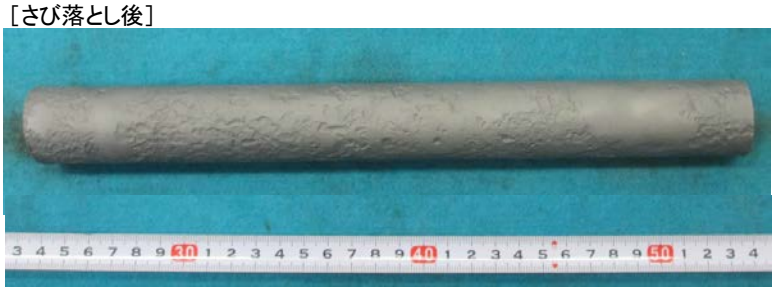
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.26mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.94mm
最大腐食深さ	1.32mm

1. サンプル管の外観

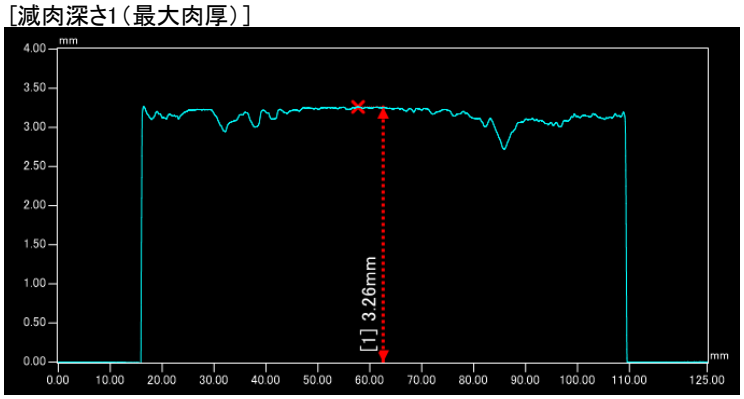
［さび落とし前］

［さび落とし後］

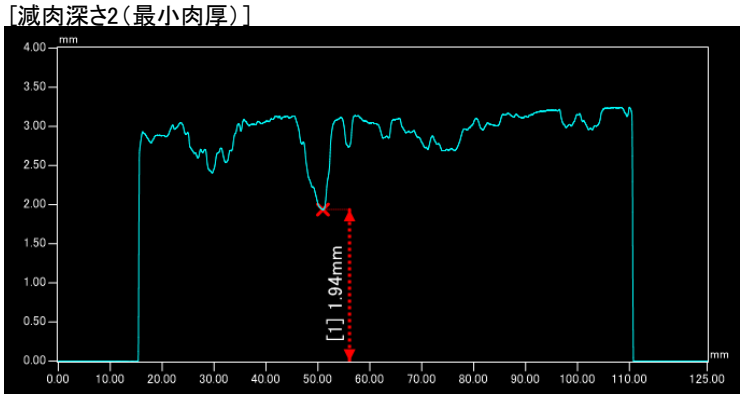


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	11-115

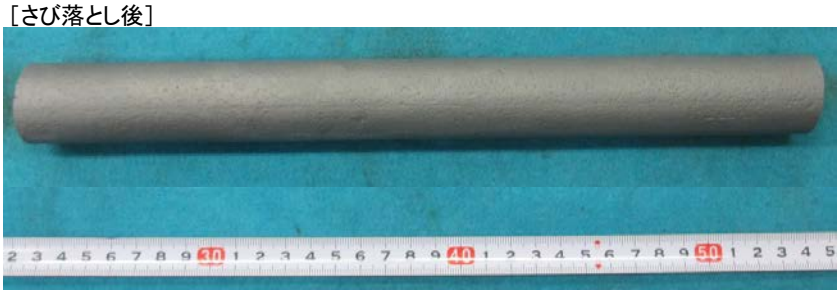
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.42mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.68mm
最大腐食深さ	0.74mm

1. サンプル管の外観

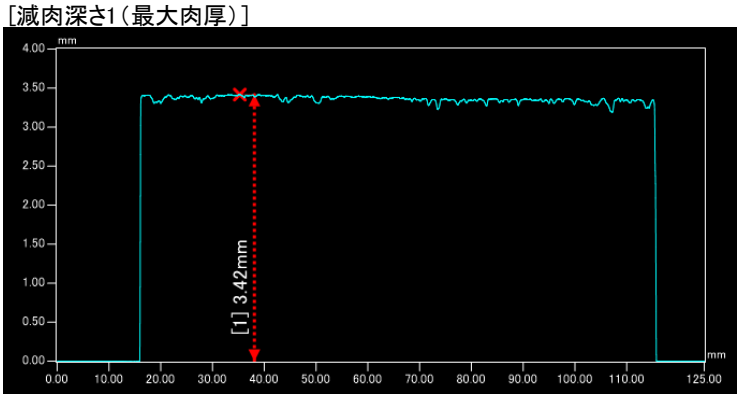
［さび落とし前］

［さび落とし後］

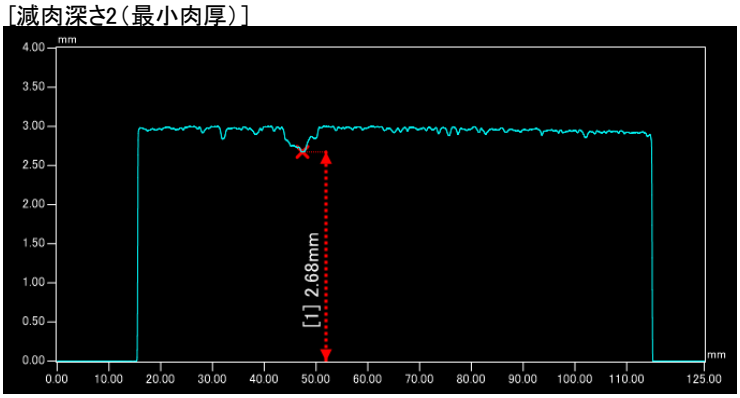


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	12-101

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.24mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.21mm
最大腐食深さ	1.03mm

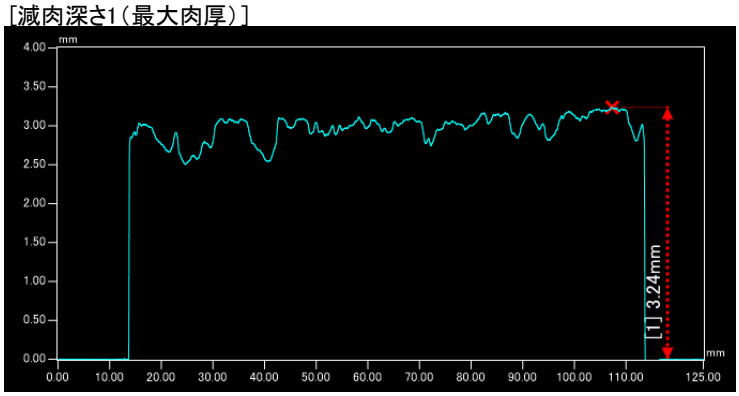
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

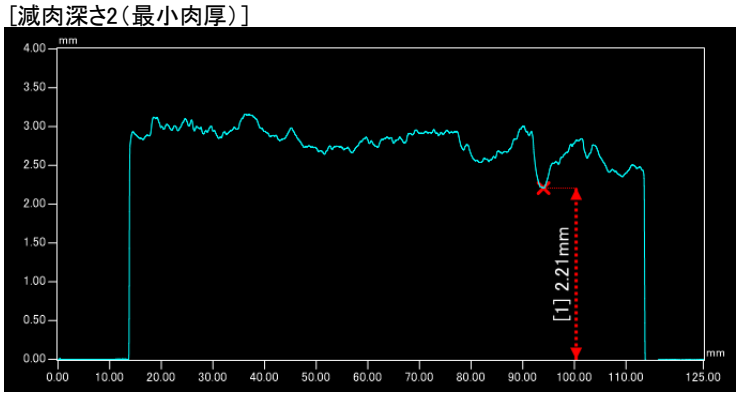
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



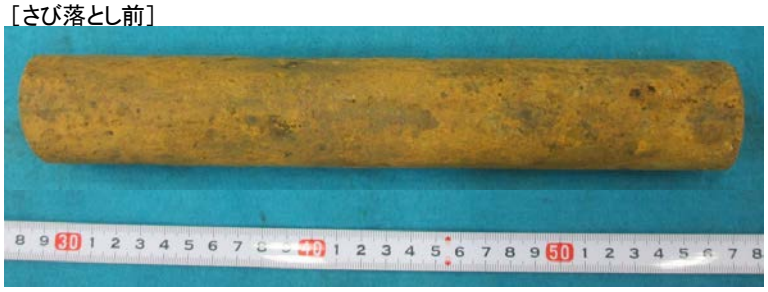
認識番号	12-102

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.59mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.70mm
最大腐食深さ	1.89mm

1. サンプル管の外観

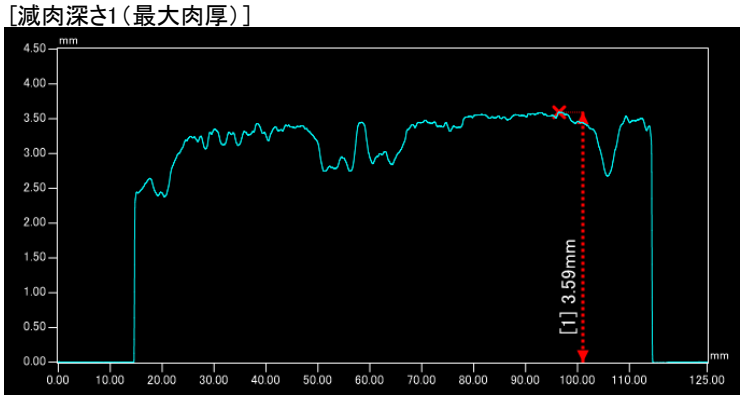
［さび落とし前］



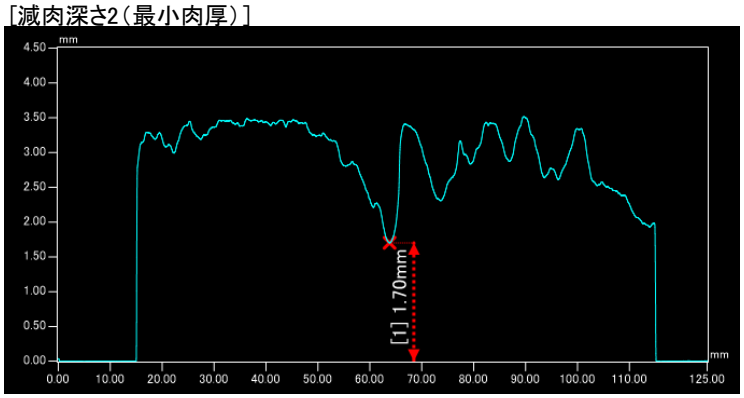
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



認識番号	12-103

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	32A
管長(短管・長管)	長管(B)
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.41mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.34mm
最大腐食深さ	2.07mm

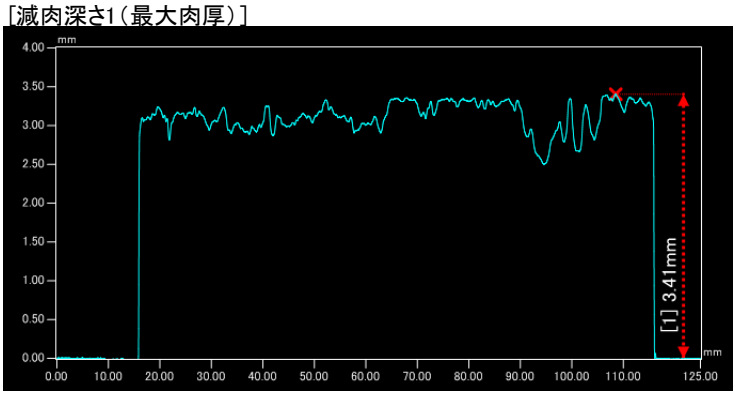
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

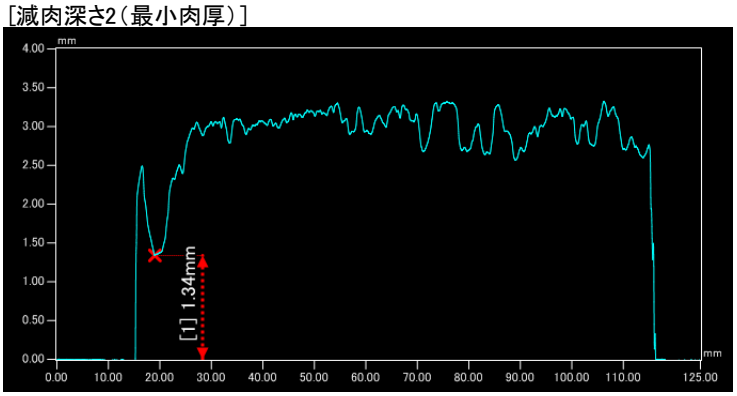
［さび落とし後］

2.測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



認識番号	12-104

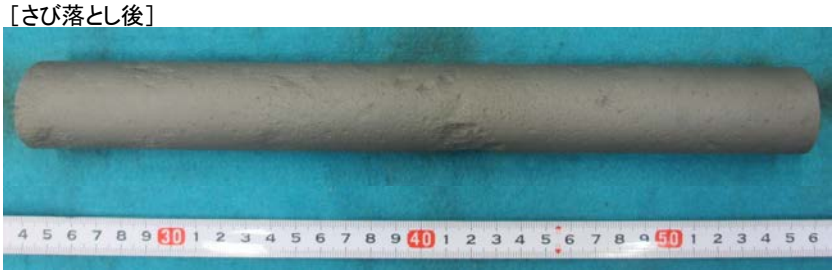
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.34mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.78mm
最大腐食深さ	1.56mm

1. サンプル管の外観

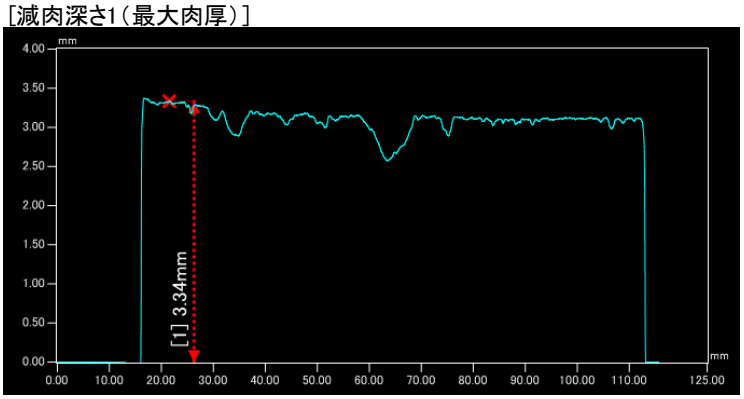
［さび落とし前］

［さび落とし後］

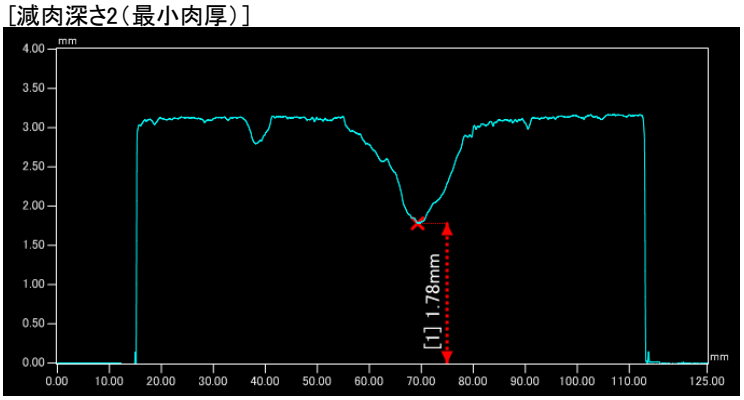


2.測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



第１回委員会報告資料

＜TITLE＞ ＜PAGE＞

別添資料－１

経年埋設ガス管の元厚の採用値について 206

別添資料－２

貫通管データの取扱いについて 207

別添資料－３

腐食発生状況の再調査結果に基づくｻﾝﾌﾟﾙ管の分類 208

平成 29 年 8 月 22 日

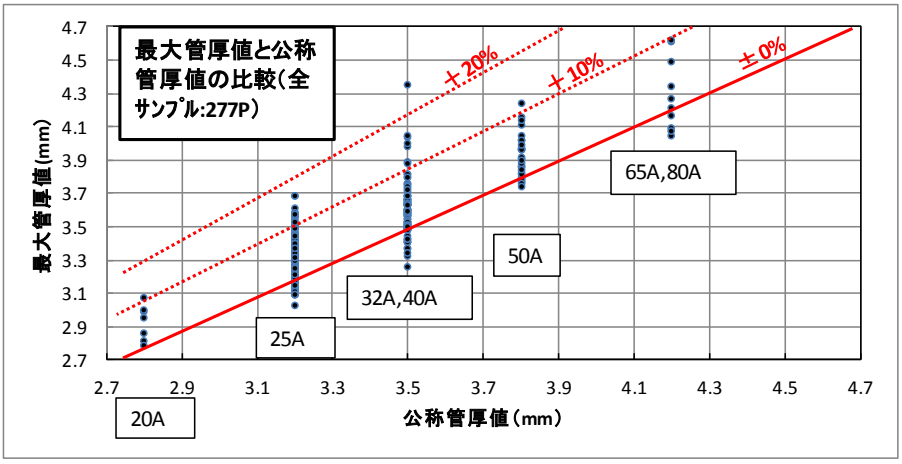
（別添資料-1）

経年埋設ガス管の元厚の採用値について

ガス管の腐食量算出のベースとなる元厚は、H28Fyは公称管厚を採用していたが、今後は最大管厚計測値を採用する。

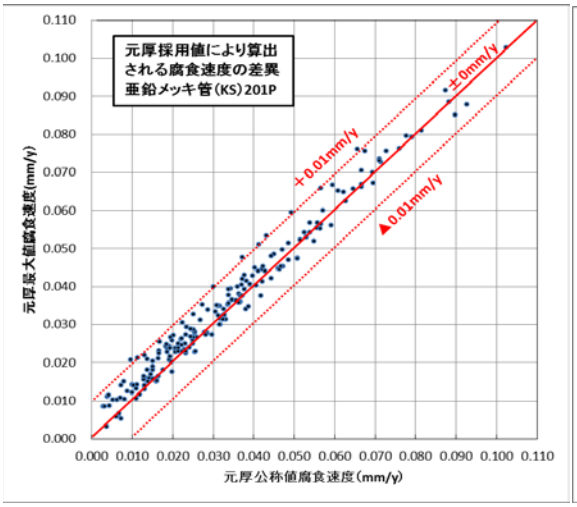
＜理由＞

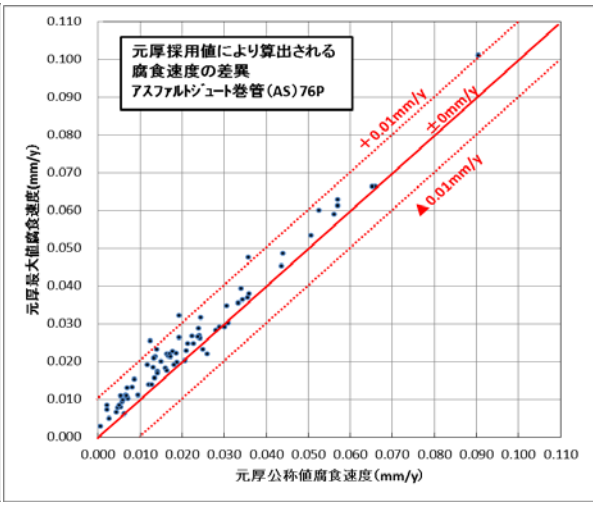
30年以上前のガス管の肉厚は公称肉厚よりも、かなり厚めであるため（下図参照）。



＜元厚採用値の変更による腐食量（腐食速度）の差異＞

ｻﾝﾌﾟﾙ管毎に差異は異なるが、亜鉛メッキ管（201P）、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管（76P）共に、最大で腐食速度が、**＋0.01mm程度、▲0.005mm程度の差異となる**（下図参照）。





以　上

（別添資料-2）

貫通管データの取扱いについて

貫通管の貫通時期が不明であるため、より相関の高い腐食量の統計処理のため、今後貫通管データの取扱いを検討していきたい。

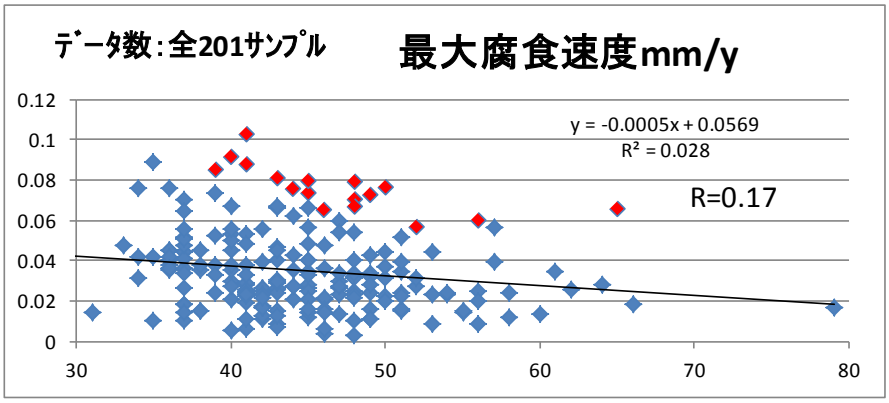
＜貫通管及び統計対象管のサンプル管の数量＞

	A.全数		B.貫通管		C.(A－B)	
	（本）	（%）	（本）	（%）	（本）	（%）
亜鉛メッキ管	201	100%	17	8%	184	92%
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	76	100%	4	5%	72	95%
全ｻﾝﾌﾟﾙ管	277	100%	21	8%	256	92%

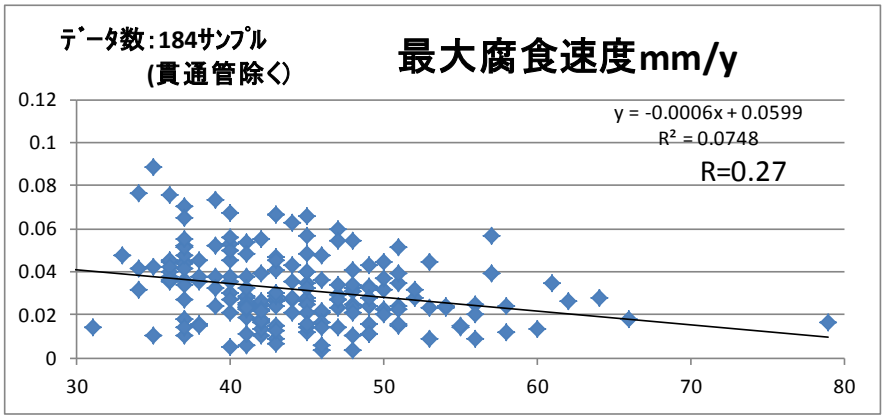
＜腐食速度の相関分析の差異（亜鉛メッキ管の一例）＞

①全数

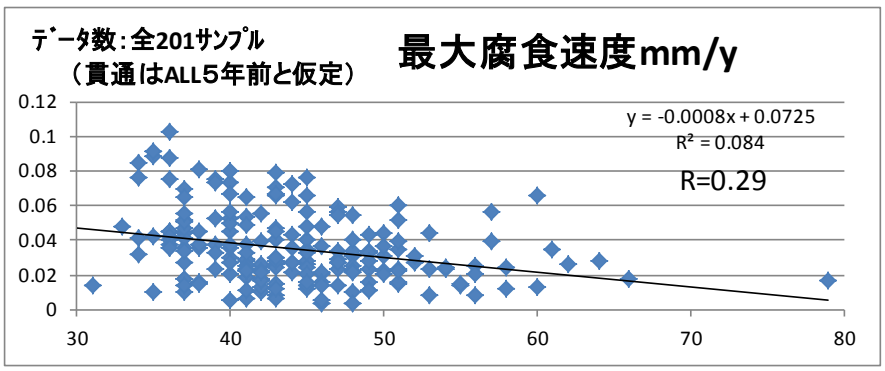
赤ﾏｰｶｰ表示は貫通管ｻﾝﾌﾟﾙ



②貫通管除外



③貫通は5年前と仮定（参考）



以　上

（別添資料-3）

腐食発生状況の再調査結果に基づくｻﾝﾌﾟﾙ管の分類

「供内管腐食対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ」の一般腐食（C/Sﾏｸﾛｾﾙ腐食以外の腐食）の定義に準じて「ミクロセル腐食」と「マクロセル腐食」の分類を行い、夫々の分類で相関分析を行う。

＜「供内管腐食対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ（改訂版）1985.11」での腐食分類概要＞

- 供内管の腐食
  - C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食 ： 陽極部と陰極部が明確に分離され、急速な腐食を引き起こす可能性があるﾏｸﾛｾﾙ腐食（埋設経過年 20 年程度以下を対象）
  - 一般腐食 ： C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食以外の腐食（電食を除く）
    - ﾐｸﾛｾﾙ腐食 ： 陽極部と陰極部が小さく変動するため明確には分離できない腐食
    - ﾏｸﾛｾﾙ腐食 ： C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食以外の異種土壌、異種金属による腐食で、大きな腐食原動力とはならず、現象として明確にとらえられないﾏｸﾛｾﾙ腐食

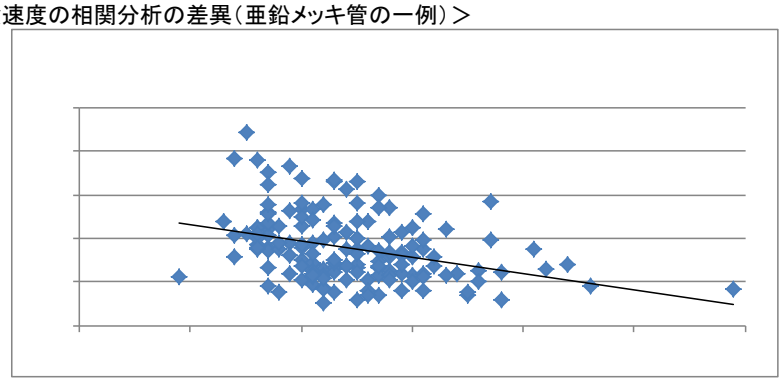
＜H28Fy採取サンプル管の分類結果＞

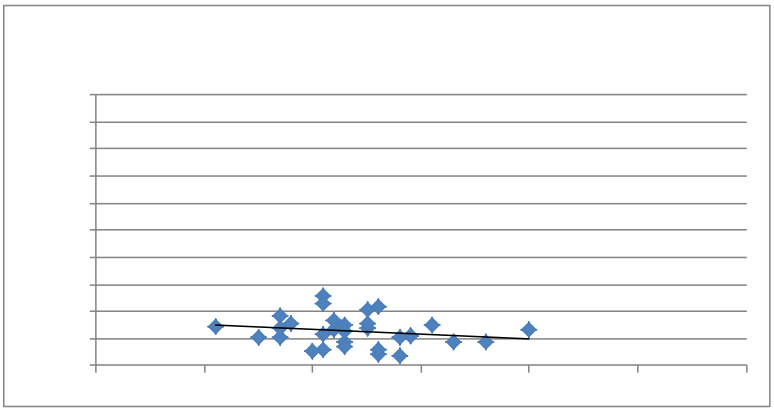
ミクロセル腐食 ： 全周全面均一な腐食 ⇒ 全体の約2割

マクロセル腐食 ： それ以外の腐食（局所的な腐食が存在）⇒ 全体の約8割

	C.統計対象管		D.ﾐｸﾛｾﾙ腐食		E.ﾏｸﾛｾﾙ腐食	
	（本）	（%）	（本）	（%）	（本）	（%）
亜鉛ﾒｯｷ管	184	100%	31	17%	153	83%
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	72	100%	17	24%	55	76%
全ｻﾝﾌﾟﾙ管	256	100%	48	19%	208	81%

＜腐食速度の相関分析の差異（亜鉛メッキ管の一例）＞





以 上

第 2 回委員会報告資料

（資料 No. 2）

＜TITLE＞	＜PAGE＞
１．他分野における腐食現象調査	210～219
２．H28Fy データの再分析	220～239
［添付資料］	
調査資料内容詳細	240～321

平成 29 年 10 月 30 日

１．他分野における腐食現象調査

１．１　調査分野及び資料内容要約

Ａ．日本ｶﾞｽ協会（JGA）

A-1　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（本支管に関する調査）

A-1-1ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S58.3）

・S30 以前埋設のネズミ鋳鉄管の腐食調査結果（埋設年数：28 年～76 年）
・$H=0.25Y^{0.4}$（有意な相関でない）　H：最大腐食深さ，Y：埋設経過年
・腐食は経年と共に腐食はゆるやかに(添付資料 p.1)
・腐食量への相関がある因子は、含水比、土壌比抵抗、硫酸イオン濃度、埋設経過年

A-1-2ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S59.3）

・S20～S40 年代（埋設年数：13～38 年）のﾈｼﾞ接合鋼管が対象
・$\overline{HR}=0.07+0.02Y$（r=0.48 で 5%の危険率で有意）　$\overline{HR}$：10cm 毎の最大腐食深さの平均値
・腐食量は 20~30 年経過の路線で路線により 5 倍程度の大きな差有(添付資料 p.9)
・単相関分析により腐食量と比較的相関が認められた因子は、管対地電位、含水比、塗膜抵抗、細粒分含有量、土質、土壌比抵抗(添付資料 p.9~p.11)
・数量化理論Ⅰ類により腐食量と比較的相関が認められた因子は、管対地電位、塗膜抵抗、含水比(添付資料 p.12~p.13)
・重回帰分析により腐食量と比較的相関が認められた因子は、管対地電位（P/S)、土壌比抵抗（ρ)、含水比で重回帰式の相関（重相関係数：0.87）は高い(添付資料 p.14)

$\overline{H_R}=3.94+4.73\times10^{-3}\times P/S-8.00\times10^{-5}\times\rho-4.53\times10^{-5}\times$含水比

A-2　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（供内管に関する調査）

A-2-1ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S59.3）

・白黒ガス管、アスファルトｼﾞｭｰﾄ巻き管、ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ被覆管の供内管が対象
・埋設時期は、S20 以前から S50 年代
・供内管の年代別、材質別、構造別腐食実態調査
・漏洩事故となった腐食（16 件）は、鉄筋・鉄骨構造物の 10 年以内の短期的な C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食（6 件）と埋設後かなりの年数（15 年以上）を経た腐食（10 件）に分類される
・腐食による故障発生率は、塗覆装別では、白黒ｶﾞｽ管がｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の約 2 倍
・埋設期間が長いと腐食による故障発生率が高い（S20 代は S40 代の約 5 倍）(添付資料 p.17)
・管体診断手法及び評価手法を確立するために必要な調査計画のため腐食の主な支配因子に関する文献を調査(添付資料 p.18)

ﾐｸﾛｾﾙ腐食：土壌比抵抗、腐食電位

ﾏｸﾛｾﾙ腐食：ｱﾉｰﾄﾞとｶｿｰﾄﾞの電位差（P/S 差）とその面積比、土壌比抵抗

・S59 年度実施計画立案（A-2-2）

A-2-2ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S60.3）

・亜鉛メッキ管（66 路線）、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（55 路線）、 ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ被覆管（12 路線）の計 133 路線の供内管が対象(添付資料 p.18)

・埋設時期は S30 年以前～S50 年代（埋設年数：3 年～34 年）

・腐食深さ　：　亜鉛メッキ管　　＞　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管(添付資料 p.21)

鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ建物　＞　木造建物

・埋設年数が多いほど腐食深さが大きい傾向有

・腐食評価量と埋設経過年の相関は低い(添付資料 p.22,p.23)

・単相関分析により腐食量（腐食速度、腐食深さ）と比較的相関が認められた因子は、管対地電位、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流、土壌比抵抗、分極抵抗、含水比(添付資料 p.23,p.24)

・［全建物］数量化理論 I 類により腐食深さ最大値と比較的相関が認められた因子(p.27)

管対地電位＞土壌比抵抗＞埋設年代＞塗覆装＞建物構造　（相関係数：0.590）

・［木造建物］数量化理論 I 類により腐食量と比較的相関が認められた因子　(添付資料 P.28)

土壌比抵抗＞塗覆装＞埋設年代　（相関係数：0.541）

⇒土壌比抵抗だけで腐食量の推定可能

・［全建物］重回帰分析により最大腐食深さと（経過年の 0.5 乗）と管対地電位、土壌比抵抗との重回帰式を設定(添付資料 p.30)

推定値と実測値の相関係数　亜鉛ﾒｯｷ管：0.593

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：0.556

・［木造建物］重回帰分析により最大腐食深さと（経過年の 0.5 乗）と土壌比抵抗との回帰式を設定(添付資料 p.31)

推定値と実測値の相関係数　亜鉛ﾒｯｷ管：0.497

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：0.386

・半理論式（土壌比抵抗、埋設経過年、分極抵抗、管対地電位で算出）と測定データはかなり一致することを検証(添付資料 p.32)

＜半理論式の基本的考え方＞

腐食速度＝ﾐｸﾛｾﾙ腐食速度＋ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度

腐食深さ＝腐食速度×経年指数

＜推定値と実測値の相関係数＞

	ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電位法	ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流法
亜鉛ﾒｯｷ管	0.668	0.667
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	0.564	0.372

・現場へ適用する重回帰式及び半理論式を整理

・重回帰式は、実測値との差異から、標準偏差分だけ加える(添付資料 p.30,p.31)

（半理論式、重回帰式は別紙-1 参照）

A-3（旧）供内管腐食管対策ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ（S60.11）

・埋設管の腐食を「C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食」と「一般腐食」に分類
・埋設後長期間（20 年程度）を経過したものは一般腐食のみを考慮する
・非開削診断法として、A-2-2 での成果を腐食深さ推定式として整理
・診断結果の評価について「腐食度区分」による評価提案有

Ｂ．簡易ｶﾞｽ協会（現日本ｺﾐｭﾆﾃｨｰｶﾞｽ協会(JCGA)）

B-1 簡易ｶﾞｽ導管管理技術調査報告書（S.61.3）

・S30 後半以降に埋設された団地内本支管の亜鉛メッキ管が対象
・共同住宅の腐食が、単独住宅の約 2 倍
・その原因は、管対地電位の差等より、共同住宅の C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の発生と推測(p.42,p.43)

B-2 簡易ｶﾞｽ導管管理技術調査報告書（S.62.3）

B-3 簡易ｶﾞｽ導管管理技術調査報告書（S.63.3）

・C/S ﾏｸﾛｾﾙを含まない単独住宅に限定
・S30 年代後半～S50 年代前半埋設の計 225 路線（水田、畑、丘陵）の腐食を調査・分析
・全体では、埋設年数が増すとともに腐食はやや増加する傾向(添付資料 p.61)
・HM（腐食最大深さ）＝0.140×√Y+0.42　（r=0.131）　(添付資料 p.62)
　相関係数が低いのは、経過年より埋設環境因子の影響が大きいため
・水田の腐食評価量（HM/Y、HM/√Y）と経過年の相関は逆相関(添付資料 p.48)
・腐食評価量と相関の強い因子(p.62~p.64)
　管対地電位（強い）＞ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗＞ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗＞酸化還元電位
・腐食大路線（9 路線）について、腐食原因であると考えられる長距離ﾏｸﾛｾﾙ、中距離ﾏｸﾛｾﾙ、短距離（管周り）ﾏｸﾛｾﾙの土質差ﾏｸﾛｾﾙの発生有無を以下の観点から分析(添付資料 p.59)
・長距離ﾏｸﾛｾﾙは、団地内の管対地電位及び土壌比抵抗の最高値／最低値）と腐食速度の相関により検証したが、相関は認められず
・中距離ﾏｸﾛｾﾙは、約 50m 区間で、同様に相関を検証したが、相関は認められず
・管周りの 4 点で測定した管対地電位と土壌比抵抗でも、同様に相関は認められず
・管周り土壌の観察結果（土質、不均一性、湧水、腐食状況等）から短距離ﾏｸﾛｾﾙと判定
・重回帰分析により腐食量推定式（3 因子、2 因子）を作成(添付資料 p.64~p.66)
　3 因子：管対地電位、土壌比抵抗、ﾚﾄﾞｯｸｽ電位（重相関係数：0.418）
　2 因子：管対地電位、土壌比抵抗　（重相関係数：0.409）
・腐食大路線（土壌比抵抗≦3,000Ω・cm）の推定式を作成添付資料(p.67)
　3 因子：管対地電位、土壌比抵抗、ﾚﾄﾞｯｸｽ電位（重相関係数：0.678）
（重回帰式は別紙-1 参照）

Ｃ．高圧ｶﾞｽ保安協会(KHK)

C-1 埋設管腐食測定器の測定マニュアル

C-2 埋設管保安高度化技術　保安専門技術者研修テキスト

・白ガス管の C/S ﾏｸﾛｾﾙ有無の判定と大きさ及び腐食速度を「埋設管測定器」により判定
・C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食発生個所の最大腐食速度実測データより、腐食速度 0.06mm/y 以上が C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食と規定(添付資料 p.71)
・最大腐食速度 0.06mm／y に相応する通電変化量「10Ω未満」を判定値と設定

Ｄ．水道分野

D-1 農業用管水路における鉄鋼系管材の腐食調査と要因評価について（H25）

・農水管の腐食発生有無を推定するために土質調査等を行いその結果を ANSI，DIN の腐食評価法で検証(添付資料 p.72,p.73)
・DIN の通気差ﾏｸﾛｾﾙ、C/S ﾏｸﾛｾﾙ発生確率と目視検査での腐食有無は比較的合致
・ANSI 評価基準では、腐食発生有無との関連性は見いだせない

D-2 埋設管の腐食環境の解析と腐食予測（S.63）

・埋設管の外面腐食の予測には、DIN，ANSI のような評価法ではなく、精度の高い腐食予測式が必要(添付資料 p.73)
・腐食性の高い海成粘土地盤での最大腐食深さを数量化理論 I 類の手法で土壌環境因子と埋設年数で予測式を展開

Ｅ．核燃料ｻｲｸﾙ開発機構

E-1~E-3 土壌埋設鋼材の長期腐食挙動に関する研究(H3.3~H9.2)

・水道管腐食事例から腐食深さを推定する埋設年数の指数を検討(添付資料 p.75)
・さらに、水道管よりも表面積の大きいｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸ（高ﾚﾍﾞﾙ放射能廃棄物を地層処分する際に地下水と遮断する金属製容器）の腐食深さを極値統計解析で推定

E-4 年度中に埋設された鉄の腐食事例の研究(H12.2)

・JCGA が実施したｶﾞｽ管腐食ﾃﾞｰﾀのうち、ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ類似の淡水性粘土のﾃﾞｰﾀよりｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸの腐食推定式を作成(添付資料 p.77)
・ｶﾞｽ管腐食の分析結果を表面積の大きいｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸに適用するために極値統計解析を適用
・土質環境をある程度均一にした状況での相関分析を実施
・その環境下では、孔食腐食速度は、管対地電位のみと相関有
・腐食モデル式　$H=0.45Y^{0.47}$

Ｆ．米国・ｶﾅﾀﾞにおける最近の研究報告

・米国電力研究所（EPRI）による埋設配管ｻｰﾋﾞｽ性評価に用いる腐食予測に関する報告
・NIST（National Institute of Standards & Technology,旧 NBS）の暴露試験ﾃﾞｰﾀに考察を加え新たな解析を実施（添付資料 p.78~82）
・腐食速度は、土質環境因子とのあまり意味のある相関はない
・その理由は、土の特性値は空間的、時間的にﾊﾞﾗﾂｷが大きく、埋設配管近傍の実際の条件を反映することが困難であるため
・よって、広範な土質ｸﾞﾙｰﾌﾟに対して腐食速度を推定することをリコメンド
・腐食速度は、Pitting Rate は Uniform Thinning Rate の 4～5 倍と大きい
・土質ｸﾞﾙｰﾌﾟ毎の定常腐食速度の解析結果は、対数正規分布が良く適合
・定常腐食速度の基準値（上限値）としては、対数正規分布の 80%確率値を推奨
・土質ｸﾞﾙｰﾌﾟ毎の定常腐食速度基準値(Pitting Rate)は以下の通り

Clay	：	0.163mm/y
Silt Loam	：	0.120mm/y
Loam/Clay Loam	：	0.093mm/y
Sandy Loam	：	0.073mm/y

１．２　今回の調査・研究への活用

今回調査した資料の内、特に以下の資料が、今回の調査・研究に直接的に関係している。

Ａ．JGA 関係資料

① 全く同じ供内管を対象とした腐食予測式（別紙-1）が検討されており、その手法および結果は、今回のデータで検証し、調査・研究されることが望ましい。

② この報告書の対象供内管が埋設経過年約 30 年以下であり、今回の対象供内管（埋設経過年約 30 年以上）は、この報告書の続編的な位置付けとなる。

③ この報告書では、埋設経過年が増せばやや腐食評価量は増すとの結論であるが、バラツキが大きいことも指摘されている。経過年が増せば、このバラツキが更に大きくなることも容易に予想される。

④ 単相関分析結果から得られた、腐食量と相関が認められる（ただし強くない）管対地電位、含水比、細粒分含有率、土質、土壌比抵抗については、今回のデータでの対比、確認を行う必要がある。

⑤ 数量化理論Ⅰ類及び重相関分析の多変量解析手法とその結果は重要な参考資料であり、今回データでも同様の分析を行い、対比、確認を行う必要がある。

⑥ 最終的に推定式の目的変数である最大腐食深さH_Mは、50cmサンプルの最大値であるのに対し、今回は 10cm であることは技術的な対応でﾌｫﾛｰする必要がある。

⑦ このデータ（埋設経過年 30 年まで）と今回のデータ（同 30 年以降）とのﾃﾞｰﾀ補間による相関分析も検討してみる価値がある。

Ｂ．　JCGA／簡易ｶﾞｽ導管管理技術調査報告書

① 団地内の本支管という環境ではあるが、C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食のない一般腐食を対象とした調査研究であり、今回の調査・研究に大いに役立つ。

② 通気差マクロセル（長距離、中距離、短距離）についても調査・研究を実施しており、その内容は興味深い。（ただし、通気差ﾏｸﾛｾﾙ腐食の原因究明には至っていない）

③ 先行する JGA 調査報告書の続編的調査・研究であり、JGA ではできなかったｱﾌﾟﾛｰﾁを行っている。土壌比抵抗で層別する腐食大路線の腐食推定式の提言がその一つ。

Ｅ　原子力分野

① 腐食推定式における経過年数の指数に関する参考資料となる。

② 今回の調査・研究（10cm ｻﾝﾌﾟﾙ管からのデータ取得）を、実ラインへ適用する際に有効な手法と考えられる極値総計解析の参考資料となる。

Ｆ　海外における最近の動向

① 埋設管の腐食予測に対するアプローチとして注目される。

② 土壌分類による腐食量推定の参考資料となる。

別紙-1　JGA及びJCGAの腐食最大深さ推定式

A. JGA 腐食最大深さ推定式（「ｶﾞｽ工作物設置基準調査について S60.3」抜粋）

［特徴］　①　C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食を含む（CS ﾏｸﾛｾﾙ腐食＋一般腐食）
②　亜鉛メッキ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
③　H　：　路線内（堀上管長 0.5m）の腐食深さの最大値
④　半理論式（2 式）と重回帰式

１．腐食診断推定式

１．１　C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食半理論式

＜半理論式＞

①　ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電位差測定法

$$H=\left\{27.3/\overline{R_P}+K_1\times\left(\overline{E_{CORR}}-1.25P/S^{NOB}+7.5\right)^{1.1}/\left(\rho^{MIN}\right)^{-0.5}\right\}\cdot\left(1-e^{-0.1Y}\right)/0.1$$

ただし、$\overline{R_P}$：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗平均値，　$\overline{E_{CORR}}$：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ腐食電位平均値

P/S^{NOB}：管対地電位の最貴値，　ρ^{MIN}：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗最小値

亜鉛メッキ管：K_1=0.05 , ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：K_1=0.06

②　ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流測定法

$$H=\left\{4.42\left(\rho^{MIN}\right)^{-0.5}+K_2\times I_{PR}^{MAX}\right\}\cdot Y^{0.5}$$

ただし、I_{PR}^{MAX}：電流流出個所のﾌﾟﾛｰﾌﾞ最大電流値

亜鉛メッキ管：　K_2=0.8 , ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：　K_2=0.9

＜重回帰式＞

③　簡易測定法（P/S、 ρ 測定法）

$$H=\left\{A+B\cdot P/S^{NOB}+C\cdot\left(\rho^{MIN}\right)^{-0.5}+\right\}\cdot Y^{0.5}$$

亜鉛メッキ管：A=0.62,B=0.00083,C=21.3, ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：A=0.78,B=0.00093,C=8.17

1.2　一般腐食の調査・評価方法（地域単位に実施する手法）

建物単位に調査・評価する場合には、C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食半理論式に準ずる

＜重回帰式＞

$$H=\left\{A+B\cdot\left(\rho^{MIN}\right)^{-0.5}\right\}\cdot Y^{0.5}$$

木造亜鉛メッキ管：A=0.19,B=16.0, 木造ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：A=0.21,B=7.87

B. JCGA 腐食最大深さ推定式（「簡易ｶﾞｽ導管管理技術調査報告書 S63.3」抜粋）

［特徴］ ① C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食を含まない（一般腐食ﾏｸﾛｾﾙ＋一般腐食ﾐｸﾛｾﾙ）

② 亜鉛メッキ管

③ H_M ： 路線内（堀上管長 10m）の腐食深さの最大値

１．腐食診断推定式（全路線対象の推定式）

全ﾃﾞｰﾀ（N=225）対象の推定式

＜3 因子（管対地電位、土壌比抵抗、Redox 電位）の場合＞

$$H_M=(-8.20\times10^{-4}\times P/S\ +5.934\times1/\sqrt{\rho}\ +1.41\times10^{-4}\times Redox+0.651)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数 ： r=0.418

＊95%信頼区間から外れる腐食大路線は、11 路線

＜2 因子（管対地電位、土壌比抵抗）の場合＞

$$H_M=(-8.53\times10^{-4}\times P/S\ +5.767\times1/\sqrt{\rho}\ +0.725)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数 ： r=0.409

＊95%信頼区間から外れる腐食大路線は、12 路線

２．腐食診断推定式（全路線を汎用路線と腐食大路線に層別した推定式）

全ﾃﾞｰﾀ（N=225）の重回帰分析式の 95%信頼区間からはずれる腐食大路線を層別し、95%信頼区間に入る路線を汎用式、はずれる路線を腐食大路線式とした

＜3 因子（管対地電位、土壌比抵抗、Redox 電位）の場合＞

・汎用式

$$H_M=(-8.20\times10^{-4}\times P/S\ +5.934\times1/\sqrt{\rho}\ +1.41\times10^{-4}\times Redox+0.651)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数 ： r=0.418

（全ﾃﾞｰﾀから腐食大 11 路線を差し引いた汎用式対象ﾃﾞｰﾀ数（N=214）での重相関回帰式は、$H_M=(-5.42\times10^{-4}\times P/S\ +4.154\times1/\sqrt{\rho}\ +8.24\times10^{-5}\times Redox+0.491)\times\sqrt{Y}$（重相関係数：r=0.391）となるが、安全サイドの回帰式として、N=225 での回帰式を推奨）

・腐食大路線（水田 $\rho \leqq 3{,}000\,\Omega\cdot cm$）

$$H_M=(-9.90\times10^{-4}\times P/S\ +0.084\times1/\sqrt{\rho}\ +4.59\times10^{-4}\times R+1.231)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数 ： r=0.678

＜2 因子（管対地電位、土壌比抵抗）の場合＞

・汎用式

$$H_M=(-8.53\times10^{-4}\times P/S\ +5.767\times1/\sqrt{\rho}\ +0.725)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数 ： r=0.409

（全ﾃﾞｰﾀから腐食大 12 路線を差し引いた汎用式対象ﾃﾞｰﾀ数（N=213）での重相関回帰式は、$H_M=(-5.59\times10^{-4}\times P/S\ +3.783\times1/\sqrt{\rho}\ +0.536)\times\sqrt{Y}$（重相関：r=0.385）となるが、安全サイドの回帰式として、N=225 での回帰式を推奨）

・腐食大路線（水田　$\rho \leqq 3{,}000\,\Omega\cdot cm$）

$$H_M = (-1.20\times10^{-3}\times P/S \ -0.601\times1/\sqrt{\rho} \ +1.540)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数　：　r=0.679

［腐食大路線の対応］

・団地内ほぼ均等な分布で 10 カ所程の土壌比抵抗を測定し、その最低値が 5,500Ω・cm 以下の場合には要注意路線として取扱う

・団地造成前が水田の場合で、最低土壌比抵抗が 3,000Ω・cm 以下の場合には、特に他工事等による管の露出時または試掘により管の腐食状況を目視あるいは計測により確認することが必要であり、腐食大推定式の適用も考えられる

［診断結果の取扱い］

・診断結果で得られた腐食速度（$H_M/\sqrt{Y}$）だけでなく、腐食指数（H_M/D, D：元厚）的な検討も併せて必要であろう

以上

別紙-2　JGA／JCGA腐食最大深さ推定式の比較

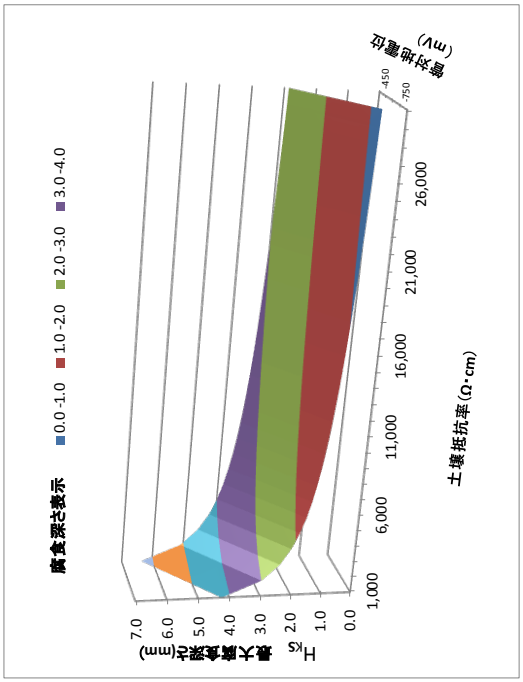
土壌比抵抗による推定式の比較を実施したが、両式はかなり似た推定値を示す。

JGA推定式とJCGA推定式（埋設経過年Y=40年）の比較

1. JGA推定式（亜鉛メッキ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管）

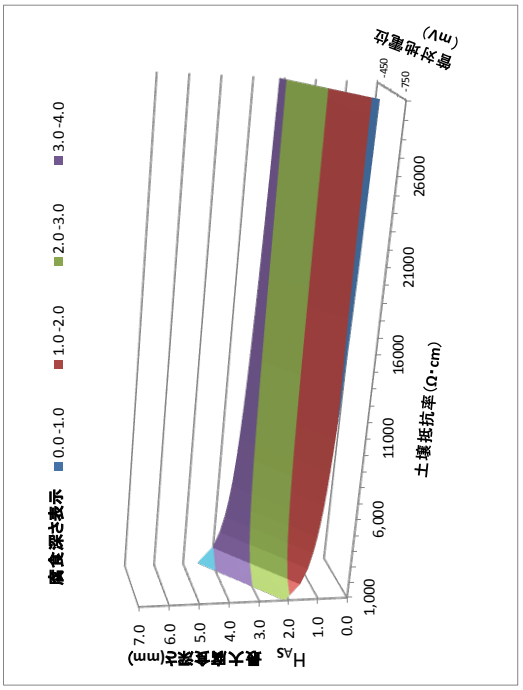
1）亜鉛メッキ管

H＝(0.62＋21.3／√ρ＋0.00083P/S)・√Y　(Y=40年)



2）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管

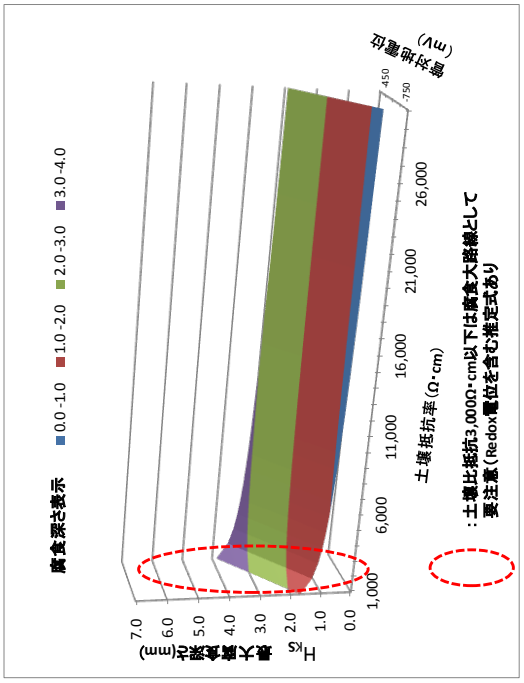
H＝(0.78＋8.17／√ρ＋0.00093E)・√Y　(Y=40年)



2. JCGA推定式（亜鉛メッキ管のみ）

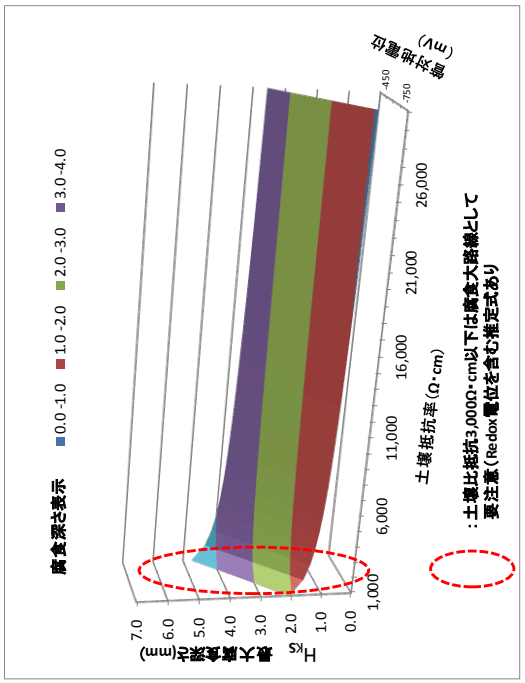
2-1）亜鉛メッキ管

H＝(0.725＋5.767／√ρ−0.000853P/S)・√Y　(Y=40年)



2-2）亜鉛メッキ管（Y=60：参考）

H＝(0.725＋5.767／√ρ−0.000853P/S)・√Y



以上

２．H28Fyデータの再分析

２．１　H28Fy データの再整理

新たに以下の３項目を考慮した。

1)　最大肉厚の元厚への採用

2)　局部腐食と全面腐食と分類

3)　貫通管の取扱い

２．１．１　最大肉厚の元厚への採用

H28Fy 報告書では、腐食速度は JIS に規定された公称管厚を用いて算定している。しかし、図 2.1.1 に示す通り回収したｶﾞｽ管の最大管厚は公称管厚よりも大きい側に分布している。そこで腐食速度の算定にあたり、より妥当性の高い元厚の推定値として、腐食深さ測定時に得られた最大肉厚を採用することとした。

この元厚の考え方の違いによる腐食速度の違いを比較した結果は、図 2.1.2 に示す通りである。

同図より、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管のいずれにおいても、「元厚最大肉厚による腐食速度」は「元厚公称値による腐食速度」比較して、腐食速度は＋0.01mm/y から▲0.005mm/y 程度の範囲となっており、全体的には腐食速度はやや大きくなる結果となっている。

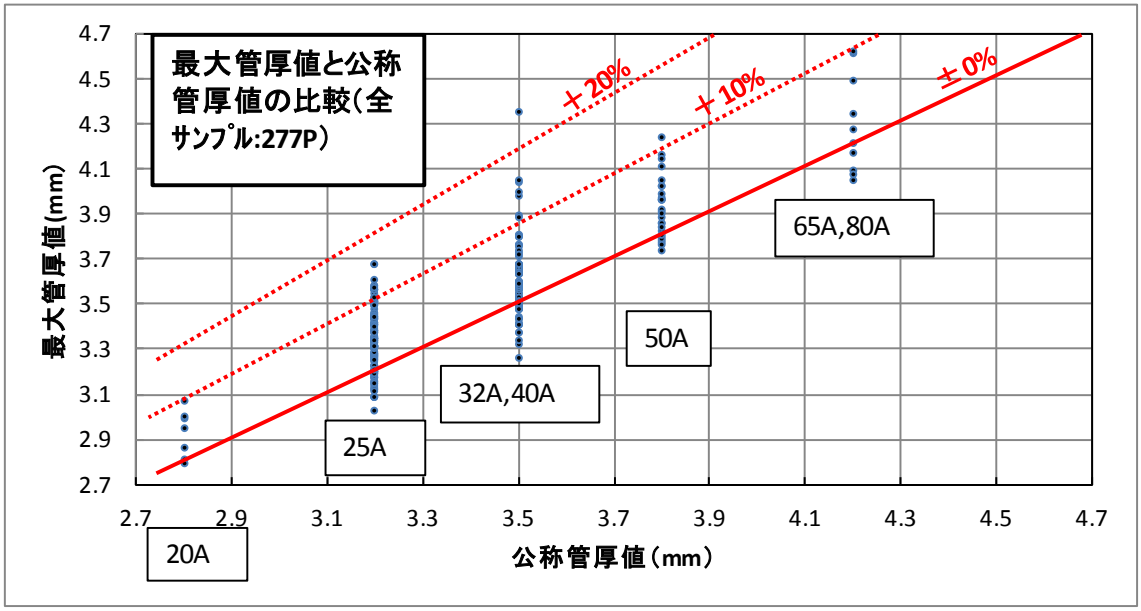
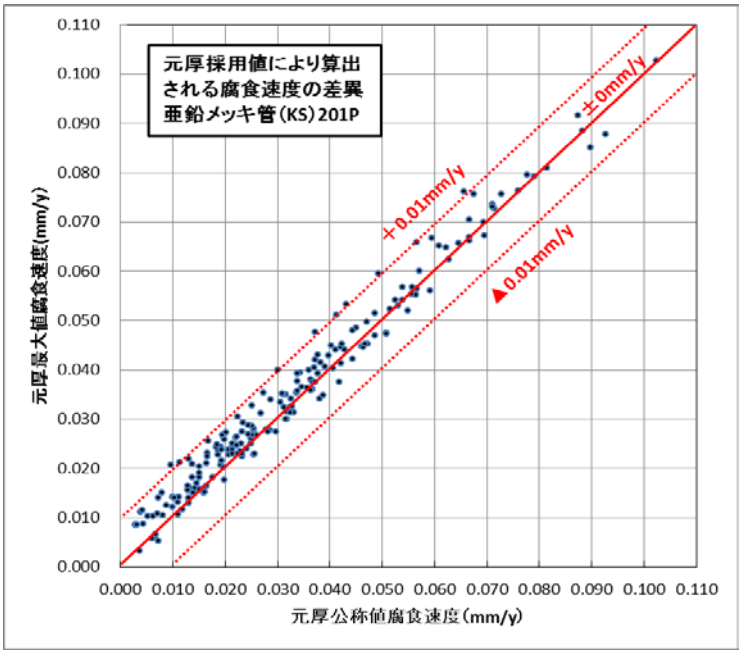
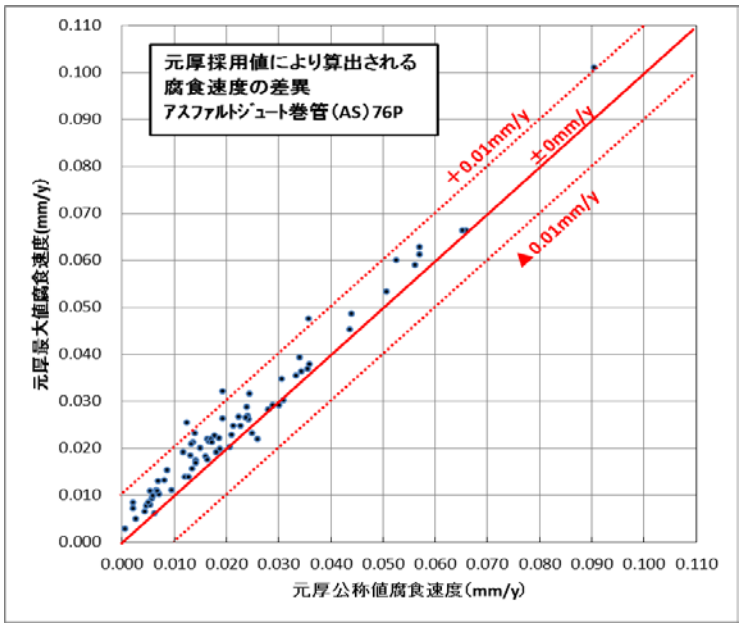


図 2.1.1 最大肉厚値と公称管厚値の比較



(a)亜鉛メッキ管



(b)アスファルトジュート巻き管

図 2.1.2 元厚の違いによる腐食速度の差異

２．１．２　全面腐食と局部腐食の分類

H28Fy 報告書では、「全面腐食と共に小規模ﾏｸﾛｾﾙの形成による局所的な腐食が見受けられ、この局所的な腐食現象が進行している」ことが確認されている。よって、今年度は、腐食形態を再調査し、管の全表面が一様に均一に腐食している全面腐食と、管表面の一部、もしくは局部的に凹凸形状を有する局部腐食とに分類して、夫々について解析を行った。

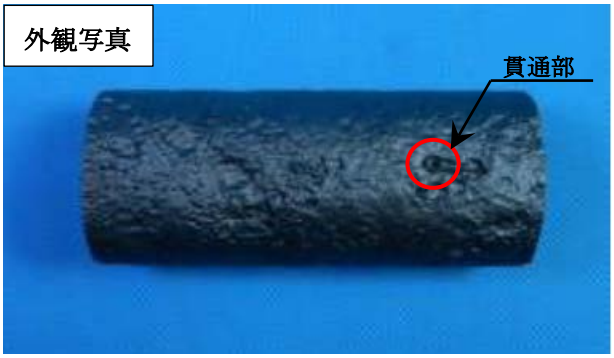
２．１．３　貫通管の取扱い

局部腐食のうち貫通管については、その腐食形態から以下に示す通り 2 種類の貫通管が存在することが確認された。小規模ﾏｸﾛｾﾙによる貫通と考えられる A ﾀｲﾌﾟ（図 2.1.3）の貫通管については、その貫通時期を推定し腐食速度を補正した。また、甚だしい腐食による B ﾀｲﾌﾟ（図 2.1.7）の貫通管は、局部腐食とは異なる原因により貫通したと考えられるため解析ﾃﾞｰﾀより削除した。

表 2.1.1　貫通管の腐食形態と解析時の取扱い

	貫通原因	貫通時期	今後の解析時の取扱い
A タイプ	小規模なﾏｸﾛｾﾙ腐食	堀上時期に比較的近い	貫通時期を補正しﾃﾞｰﾀ活用
B タイプ	C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食	堀上時期のかなり前	解析ﾃﾞｰﾀから削除

＜Aﾀｲﾌﾟ ｻﾝﾌﾟﾙ例＞　亜鉛メッキ管(KS195、32A、埋設経過年 45 年)



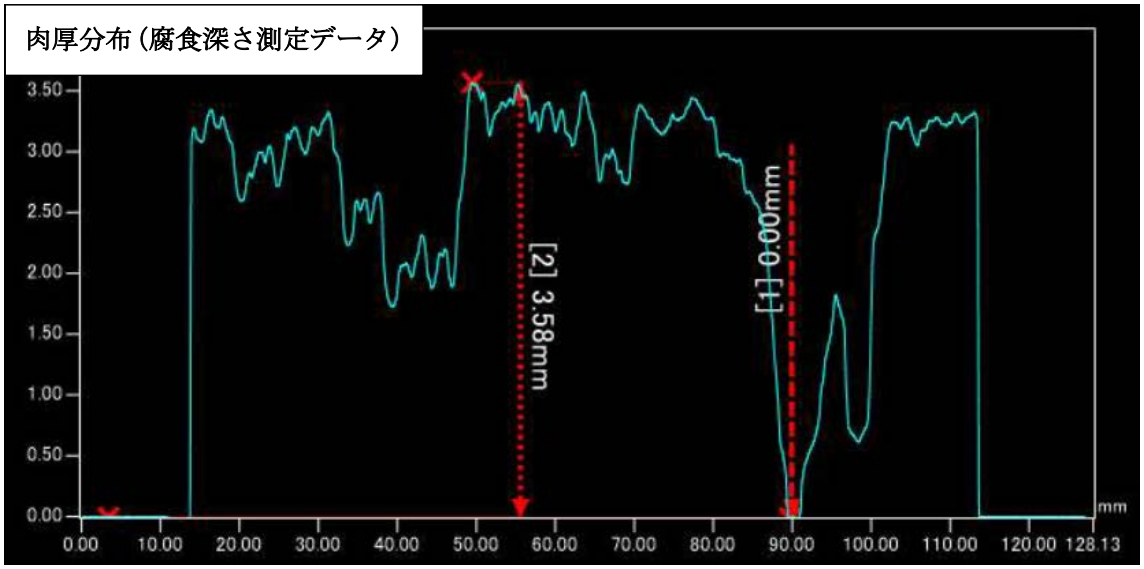


図 2.1.3　貫通管 A タイプの外観及び肉厚分布

（Aタイプ：　貫通孔がすり鉢状でその貫通孔（円形）のサイズも小さいもの）

＜貫通時期補正方法＞

ｉ）貫通管の腐食速度は、図 2.1.4 において、最大肉厚に達する管厚貫通年（C 点）を用いて計算するべきであるが、H28Fy 報告書では管厚を埋設経過年で除して計算（A 点）されているため、実際の腐食速度よりも小さく計算されている。

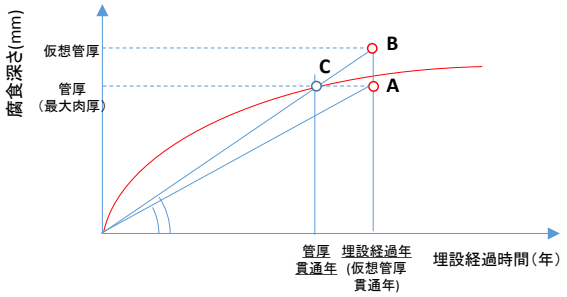


図 2.1.4 腐食深さ－埋設経過時間

ii）そこで、図 2.1.5 に示すように貫通孔の腐食形状から、貫通部の接線に合わせた楕円形の近似腐食孔で仮想管厚を算出した。補正腐食速度は、図 2.1.4 の B 点で計算し、仮想管厚／埋設経過年（＝最大肉厚／管厚貫通年）で計算した。

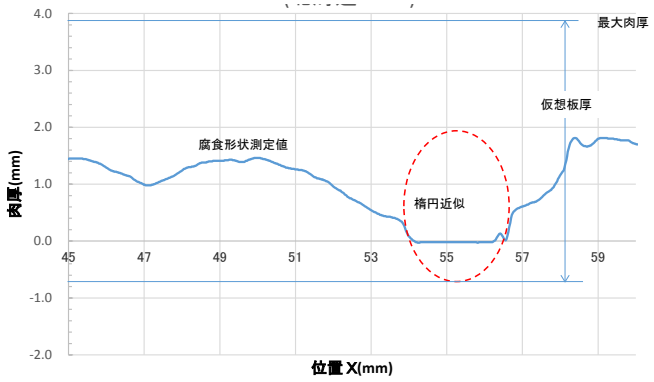


図 2.1.5 仮想管厚の求め方

iii）ｻﾝﾌﾟﾙ例での計算結果

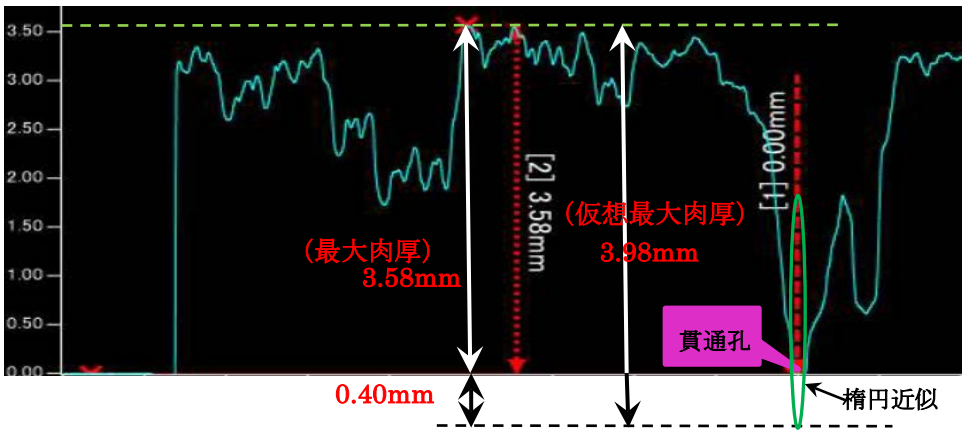


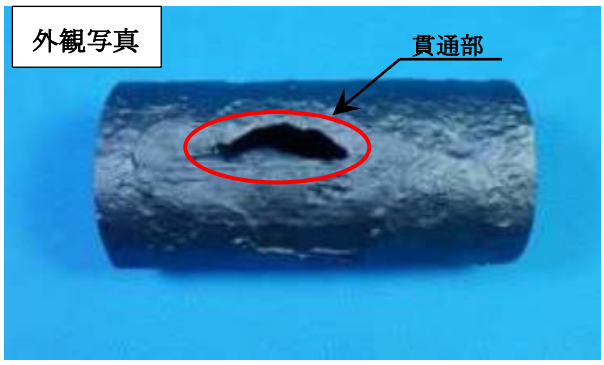
図 2. 1. 6　ｻﾝﾌﾟﾙ例での計算結果（KS195）

ⅳ）Ａタイプ貫通管補正結果総括

表 2.1.2　Ａﾀｲﾌﾟ貫通管腐食速度補正一覧表

管種別	A	B	C	D	E	F	G	H	I	F	J	K
	計算式					計測ﾃﾞｰﾀより	G−E	D×E/F	D−H	E/D	E/H	J−F
	連番	ｻﾝﾌﾟﾙ No.	管径	埋設経過年（年）	最大肉厚			貫通経過年	貫通後経過年	腐食速度		
					最大肉厚（mm）	**仮想最大肉厚（mm）**	差異（mm）	（年）	（年）	補正前（mm/y）	**補正後（mm/y）**	差異（mm/y）
亜鉛ﾒｯｷ管（KS）	1	1	50A	50	3.82	**4.52**	0.70	42	8	0.076	**0.090**	0.014
	2	41	25A	45	3.31	**3.71**	0.40	40	5	0.074	**0.082**	0.009
	3	48	25A	44	3.33	**3.74**	0.41	39	5	0.076	**0.085**	0.009
	4	55	20A	46	3.00	**3.60**	0.60	38	8	0.065	**0.078**	0.013
	5	122	32A	39	3.32	**3.62**	0.30	36	3	0.085	**0.093**	0.008
	6	177	25A	48	3.21	**3.61**	0.40	43	5	0.067	**0.075**	0.008
	7	183	40A	43	3.48	**3.78**	0.30	40	3	0.081	**0.088**	0.007
	8	189	80A	41	4.21	**4.61**	0.40	37	4	0.103	**0.112**	0.010
	9	193	25A	56	3.36	**3.96**	0.60	48	8	0.060	**0.071**	0.011
	10	195	32A	45	3.58	**3.98**	0.40	40	5	0.080	**0.088**	0.009
	平均			45.7	−	−	0.45	40.3	5.4	−	−	0.010
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管（AS）	1	56	25A	49	3.25	**3.79**	0.54	42	7	0.066	**0.077**	0.011
	2	68	25A	56	3.52	**3.73**	0.21	53	3	0.063	**0.067**	0.004
	平均			52.5	−	−	0.38	47.4	5.1	−	−	0.007

＜Ｂﾀｲﾌﾟ ｻﾝﾌﾟﾙ例＞
亜鉛メッキ管
(KS51、40A、
埋設経過年 49 年)



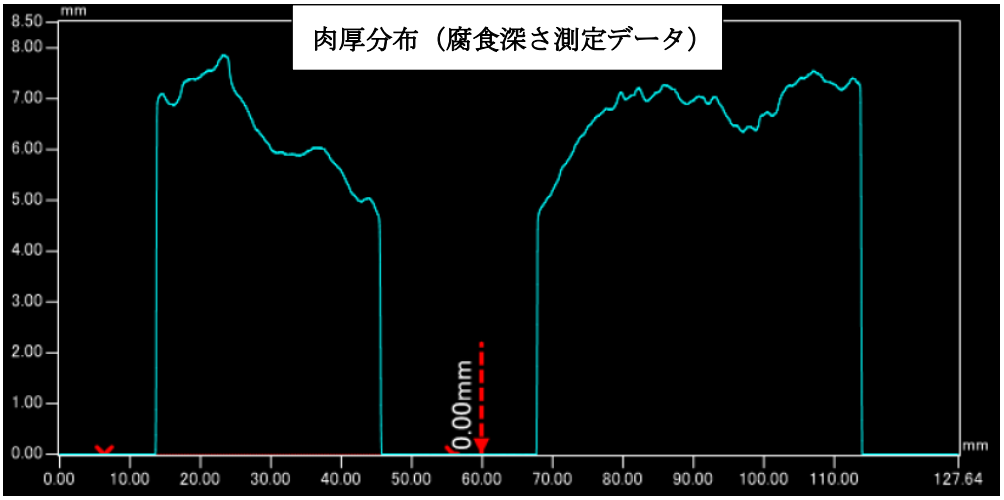


図 2.1.7　貫通管Ｂタイプの外観及び肉厚分布
（Ｂタイプ：貫通孔が長細い形状であり、そのサイズも大きいもの）

２．１．４　新しい分類

2.1.1～2.1.3 の対応で新しい分類における各々のｻﾝﾌﾟﾙ数は表 2.1.3 に示す通りとなる。

表 2.1.1　新しい分類のｻﾝﾌﾟﾙ数

種 類	局部腐食			全面腐食	貫通管（Bタイプ：削除）	合計
	非貫通管	貫通管（Aタイプ:補正）	小計			
亜鉛メッキ管	153	10	163	31	7	201
アスファルトジュート巻き管	55	2	57	17	2	76
計	208	12	220	48	9	277

※A タイプ：貫通孔がすり鉢状でサイズも小さく、小規模ﾏｸﾛｾﾙによる腐食と考えられるもの

B タイプ：貫通孔が長細くはサイズが大きく、C/S ﾏｸﾛｾﾙによる腐食と考えられるもの

２．２　新しい分類における相関分析

新しい分類の局部腐食データにおける腐食評価量と腐食環境因子の相関分析を実施した。腐食評価量である目的変数は、「ガス工作物設置基準調査について（S60.3）」の調査結果（以降「前回の調査結果」と記す）と同様に、最大腐食深さ（H）、腐食速度（H/Y）、及び腐食速度（H/√Y）とした。

２．２．１　腐食評価量と埋設経過年及び土壌環境因子の単相関分析

（１）亜鉛メッキ管

局部腐食単相関分析結果は表 2.2.1 の通りである。亜鉛メッキ管に関しては、腐食評価量（H，H/Y，及び H/√Y）と土壌比抵抗率(ρ)は比較的強い相関が得られている。また、腐食速度（H/Y，H/√Y）と埋設経過年も比較的強い相関が得られているが、腐食深さ（H）と埋設経過年との相関は認められない。

表 2.2.1　亜鉛メッキ管の単相関分析結果

n=163	埋設経過年 Y	最大腐食深さ (mm) H	最大腐食速度 (mm/y) H/Y	最大腐食 √速度 H/√Y	土壌比抵抗 (飽和) Ω・cm	Redox 電位 mV	水分量 含水比 %	飽和透水係数 E-05m/s	砂含量 %	シルト含量 %	粘土含量 %	有効水分保持量 ℓ/㎥	土壌密度 (乾燥) g/cm3	pH (H2O)	pH (H_2O_2)
埋設経過年			−◎	−◎		○	◎		−◎	◎	◎		−◎		
最大腐食深さ	−0.078		◎	◎	−◎				−△	△					○
最大腐食速度	−0.349	0.953		◎	−○	−○									△
最大腐食√速度	−0.227	0.986	0.990		−◎	−△									△
土壌比抵抗 (飽和)	−0.061	−0.218	−0.189	−0.205		○			◎	−○	−◎	◎			−◎
Redox電位	0.166	−0.121	−0.175	−0.151	0.157		△		−◎	◎	△		−◎	−◎	−◎
水分量含水比	0.288	0.112	0.020	0.064	−0.090	0.149		−△	**−◎**	**◎**	◎	◎	**−◎**	−◎	
飽和透水係数	0.098	−0.052	−0.075	−0.065	−0.039	−0.123	−0.137								○
砂含量	−0.295	−0.132	−0.052	−0.090	0.325	−0.204	−0.547	0.083		**−◎**	**−◎**	○	◎	**◎**	
シルト含量	0.299	0.132	0.038	0.083	−0.196	0.217	0.731	−0.076	−0.840		**◎**		**−◎**	**−◎**	
粘土含量	0.213	0.097	0.051	0.072	−0.352	0.138	0.237	−0.067	−0.877	0.475		−◎		**−◎**	−○
有効水分保持量	0.099	−0.054	−0.087	−0.072	0.228	−0.091	0.305	−0.134	0.172	0.126	−0.396		−◎		
土壌密度(乾燥)	−0.296	0.037	0.122	0.083	0.013	−0.207	−0.845	−0.041	0.369	−0.607	−0.059	−0.397		◎	
pH(H2O)	−0.120	−0.037	−0.002	−0.018	−0.010	−0.359	−0.357	0.111	0.539	−0.422	−0.498	0.038	0.238		**◎**
pH(H_2O_2)	0.049	0.162	0.141	0.153	−0.266	−0.315	0.018	0.161	0.112	0.000	−0.182	−0.075	−0.052	0.643	

注1）データ数(n163)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。

◎：危険率 1%で有意（｜r｜≧0.202）

○：危険率 5%で有意（｜r｜≧0.155）

△：危険率10%で有意（｜r｜≧0.130）

特に0.4＜｜r｜については太字表記とする。

注2）印にマイナス符号があるものは逆相関、符号が無いものは正相関を示す。

（２）アスファルトジュート巻き管

局部腐食単相関分析結果は表 2.2.2 の通りである。アスファルトジュート管に関しては、腐食評価量（H，H/Y，及び H/√Y）と相関がある土壌環境因子は認められない。

また、腐食深さ（H）だけでなく、腐食速度（H/Y，H/√Y）と埋設経過年との相関も認められない。

表 2.2.2　アスファルトジュート巻き管の単相関分析結果

n=57	埋設経過年 Y	最大腐食深さ (mm) H	最大腐食速度 (mm/y) H/Y	最大腐食√速度 H/√Y	土壌比抵抗 (飽和) Ω・cm	Redox 電位 mV	水分量 含水比 %	飽和透水係数 E-05m/s	砂含量 %	シルト含量 %	粘土含量 %	有効水分保持量 ℓ/㎥	土壌密度 (乾燥) g/cm3	pH (H2O)	pH (H_2O_2)
埋設経過年					○				○		−○				−○
最大腐食深さ	0.084		◎	◎									△		
最大腐食速度	−0.158	0.961		◎									△		
最大腐食√速度	−0.040	0.990	0.991										△		
土壌比抵抗 (飽和)	0.295	0.042	−0.063	−0.012		◎	−○	○	◎		−◎			−○	−◎
Redox電位	0.078	−0.114	−0.155	−0.137	0.366									−◎	−◎
水分量含水比	0.204	0.011	−0.038	−0.015	−0.316	0.132		−△	−△	○		◎	−○	−△	
飽和透水係数	0.048	−0.068	−0.071	−0.070	0.275	0.011	−0.230								
砂含量	0.278	0.020	−0.044	−0.013	0.370	−0.082	−0.259	0.183		−◎	−◎	◎		○	
シルト含量	−0.226	0.031	0.075	0.054	−0.215	0.138	0.265	−0.120	−0.856		◎	−○		−○	
粘土含量	−0.271	−0.055	0.013	−0.020	−0.412	0.034	0.213	−0.195	−0.938	0.625		−◎		−△	
有効水分保持量	0.342	−0.046	−0.126	−0.088	0.120	0.038	0.429	−0.018	0.528	−0.332	−0.571		−○		
土壌密度(乾燥)	−0.002	0.251	0.250	0.253	0.026	−0.058	−0.331	−0.192	−0.020	0.043	−0.004	−0.311			
pH(H2O)	−0.070	0.000	0.020	0.010	−0.279	−0.495	−0.230	0.031	0.307	−0.305	−0.259	0.062	0.166		◎
pH(H_2O_2)	−0.327	0.068	0.148	0.110	−0.396	−0.429	−0.131	−0.031	0.071	−0.102	−0.044	−0.056	0.035	0.608	

注1） データ数(n57)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。

◎:危険率 1%で有意 （｜r｜≧0.339）

○:危険率 5%で有意 （｜r｜≧0.261）

△:危険率10%で有意 （｜r｜≧0.220）

注2） 印にマイナス符号があるものは逆相関、符号が無いものは正相関を示す。

（3）腐食評価量と今年度調査で着目している土壌環境因子との相関

腐食評価量と、埋設経過年及び今年度調査で着目している土壌環境因子（土壌抵抗率 ρ、$1/\sqrt{\rho}$、Redox 電位、PH（H2O、H2O2））との相関を要約した結果を、表 2.2.3 に示す。

亜鉛メッキ管では、腐食評価量は、埋設経過年と土壌抵抗率との比較的強い相関が認められ、また、Redox 電位でも相関が認められる。ただし、前述の通り、最大腐食深さと埋設経過年との相関は認められない。

一方、アスファルトジュート巻き管では有意な相関は認められない。

表 2.2.3　腐食評価量 H, H/Y, H/√Y と注目している土壌環境因子との相関

種別	亜鉛メッキ管（KS）			アスファルトジュート巻き管（AS）		
データ数	n=163			n=57		
経過年と腐食速度 / 腐食環境因子	H	H/Y	H/√Y	H	H/Y	H/√Y
Y		−◎	−◎			
ρ	−◎	−○	−◎			
$1/\sqrt{\rho}$	◎	○	○			
Redox電位		−○	−△			
pH(H_2O)						
pH(H_2O_2)	○	△	△			

２．２．２　最大腐食深さと埋設経過年の関係

最大腐食深さと埋設経過年の相関が認められない原因を調査するため、以下のような検討を行った。

（1）　最大腐食深さの年代別ヒストグラム

前回の調査では、最大腐食深さの埋設経過年の関係をマクロ的に把握するために、埋設経過年 10 年毎の最大腐食深さの分布ヒストグラムを作成している。（添付資料 p.22）

今回も同様に、埋設経過年 10 年毎の最大腐食深さの分布ヒストグラムを作成した結果を図 2.2.1 に示す。

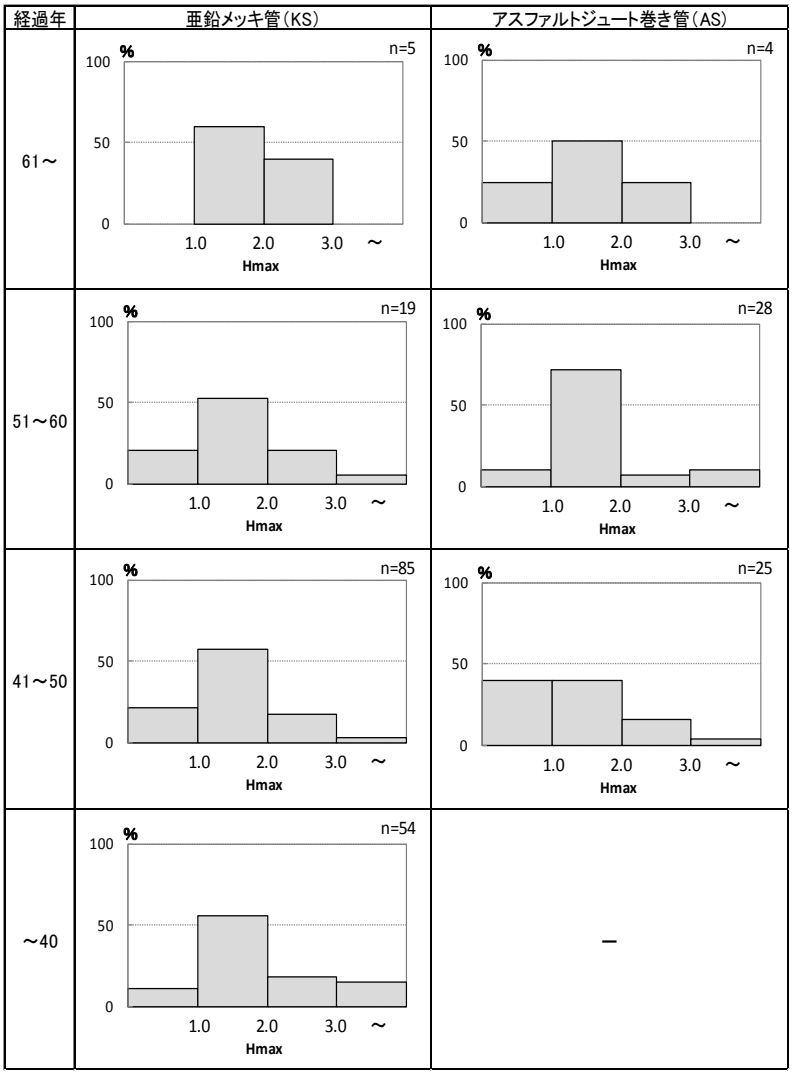


図 2.2.1　最大腐食深さ H(mm)のヒストグラム
（左：亜鉛メッキ管 n=163、右：アスファルトジュート巻き管 n=57）

前回の調査におけるヒストグラム（添付資料 p.22）では、埋設経過年は約 30 年以内の撤去・入替えが行われる前の時代であったため、埋設経過年が増せば（同表の上側の欄ほど）、最大腐食深さが大きくなる傾向が認められている。

しかし、今回得られたデータでは、前回とは異なった傾向となっている。（図 2.2.1）

・埋設経過年が増しても、最大腐食深さが大きくなる傾向は見られない
・特に、埋設経過年 61 年以上では、データ数が少ないことも起因していると思われるが、3mm を超えるデータが皆無であり、腐食量の大きなデータが皆無である

この原因は、前回調査以降、腐食が甚大なガス管は継続的に撤去・入替えが行われており、残存しているガス管は撤去されたものと比較すると比較的腐食量が小さいためであると考えられる。

（2）最大腐食深さと埋設経過年の年代別相関分析

局部腐食の全体と、年代別グループ（埋設経過年 40 年以下、41~50 年、51 年以上の 3 グループ）のそれぞれについて、最大腐食深さと埋設経過年の年代別相関分析を行った結果を図 2.2.2 に示す。

亜鉛ﾒｯｷ管では、グループ別（3 グループ）では、最大腐食深さが埋設経過年とともに大きくなる傾向（回帰直線が右肩上がり）となっているが、すべて有意な相関ではない。

また、有意な相関ではないが、全体では回帰直線は右肩下がりの傾向となっている。

一方、アスファルトジュート巻き管では、有意な相関ではないが、全体では右肩上がり、グループ（2 グループ）では右肩下がりの傾向となっている。

（1）、（2）の検証より、H28Fy 得られたデータの最大腐食深さと埋設経過年とは有意な相関は得られないことが確認された。

前回の調査結果でも、「年代別の腐食深さは埋設年度が古くなるほど大きくなる（添付資料 p.21）傾向があるが、最大腐食深さと埋設経過年との相関係数は低い（添付資料 p.23）」と総括されているが、H28Fy 得られたデータからは、前回の調査結果よりも更に関係が低い結果となっている。

その原因は、前述の通り、腐食が甚大なガス管は継続的に撤去、入れ替えが行われており、比較的腐食量の小さな埋設管のみが残存して入りためだと考えられる。

図 2.2.3 は、腐食速度の大きな環境で、撤去等の理由により埋設後 30 年以降の腐食深さデータが採取できないと仮定した場合に、最大腐食深さ及び最大腐食速度へ与える影響を図式的に説明したものである。

腐食深さへの影響は甚大であるが、腐食速度への影響は決して大きなものではないと考えられる。

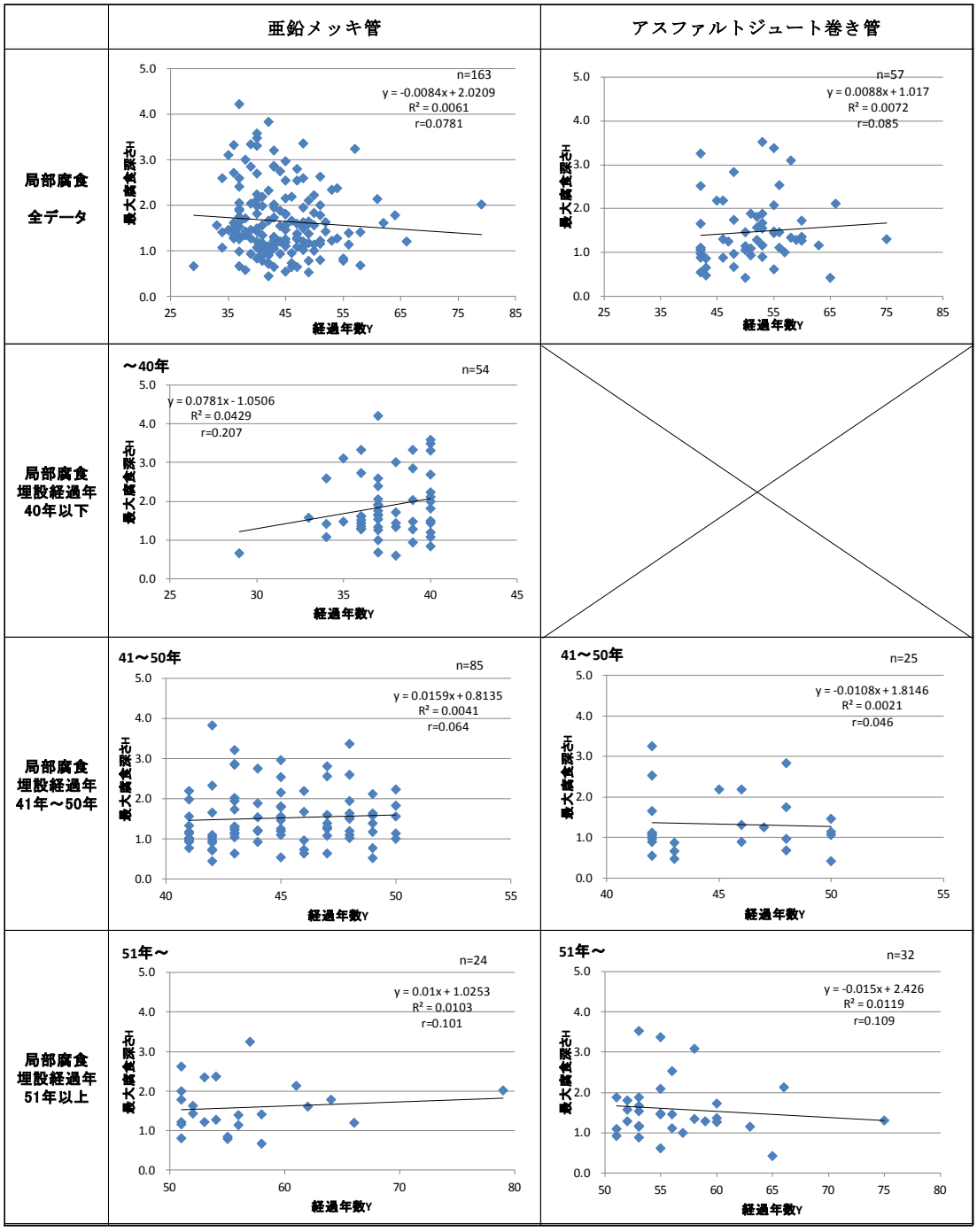


図 2.2.2　経過年数別の最大腐食深さと埋設経過年の年代別相関分析

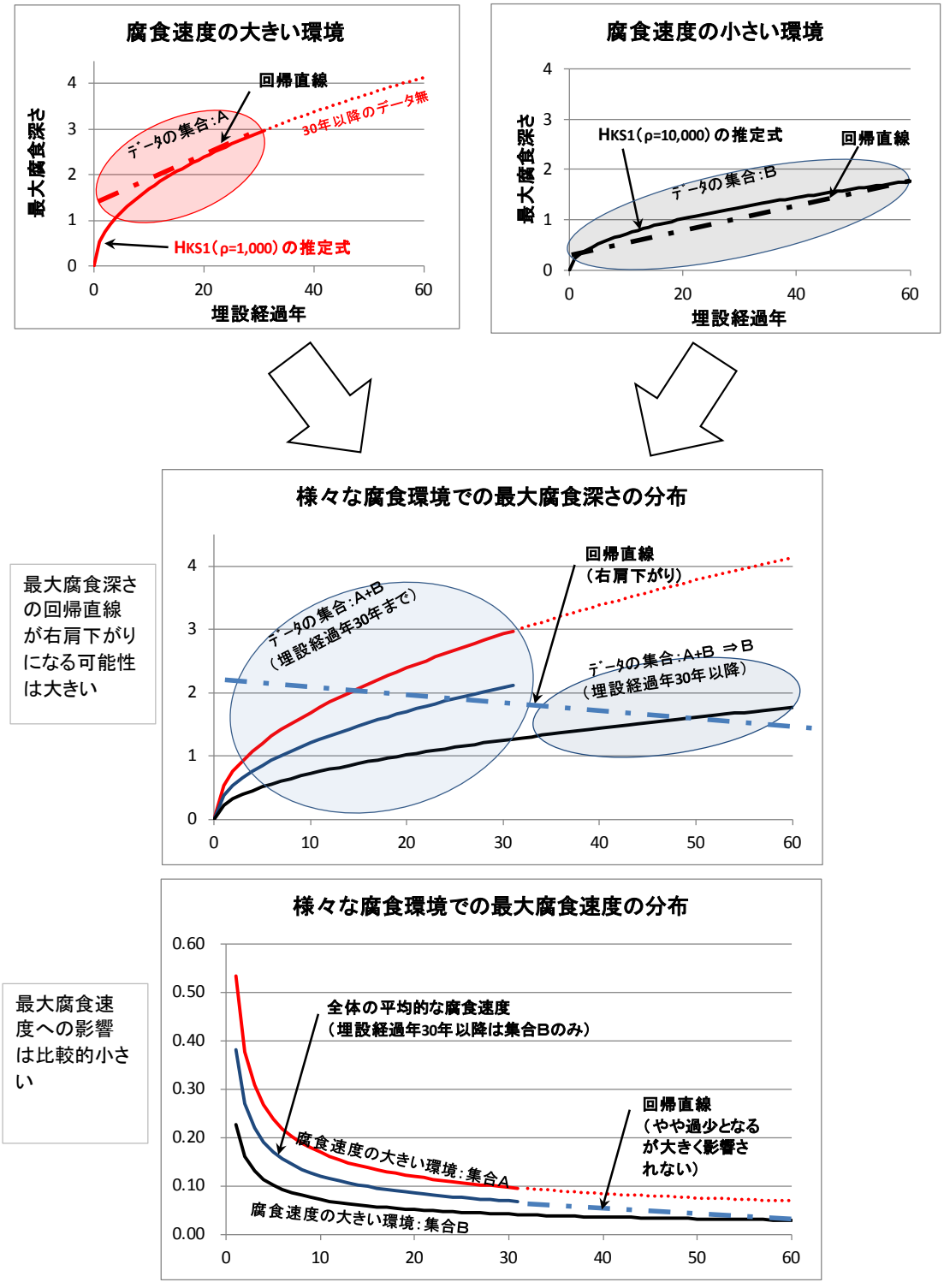


図 2.2.3　腐食速度が大きい環境のﾃﾞｰﾀが得られない場合の腐食評価量への影響

２．２．３　腐食速度と選定した土壌環境因子の相関

（１）腐食速度と土壌抵抗率の相関から求めた腐食深さ推定式

腐食評価量のうち、最大腐食深さに関しては、埋設経過年との相関が低いが、腐食速度に関しては、亜鉛メッキ管で比較的強い相関が確認されている。（表 2.2.3）これは、腐食速度は経年とともに漸減する傾向であるために、腐食速度の統計的な評価は、腐食量の大きな（腐食速度の大きな）データ欠如の影響度が最大腐食深さに比べて少ないためだと考えられる。また、亜鉛メッキ管の腐食速度は、土壌抵抗率と比較的強い相関を有することも確認できている。（表 2.2.1）

前回の調査では、「木造建物は土壌抵抗率により埋設ｶﾞｽ管の腐食量が推定できる」ことを検証しているので、今回のデータでも同様に、亜鉛メッキ管の最大腐食速度（H/√Y）の土壌抵抗率による回帰式から最大腐食深さ推定式を求めた。

採用する亜鉛メッキ管のデータを以下の 2 ケースとして検討を行った。

ケースⅠ　全データ（n=163）

ケースⅡ　土壌抵抗率ρ＞4,000Ω・cm のデータ（n=124）

ケースⅡのデータは、前回の調査で腐食性の強い地盤（添付資料 p.18）と定義された土壌抵抗率ρ≦4,000Ω・cm のデータを削除した腐食速度の比較的小さい地盤を層別したデータである。

腐食評価量（H/√Y）と土壌抵抗率（ρ）及び１／√ρとの相関図を図 2.2.3 に示す。

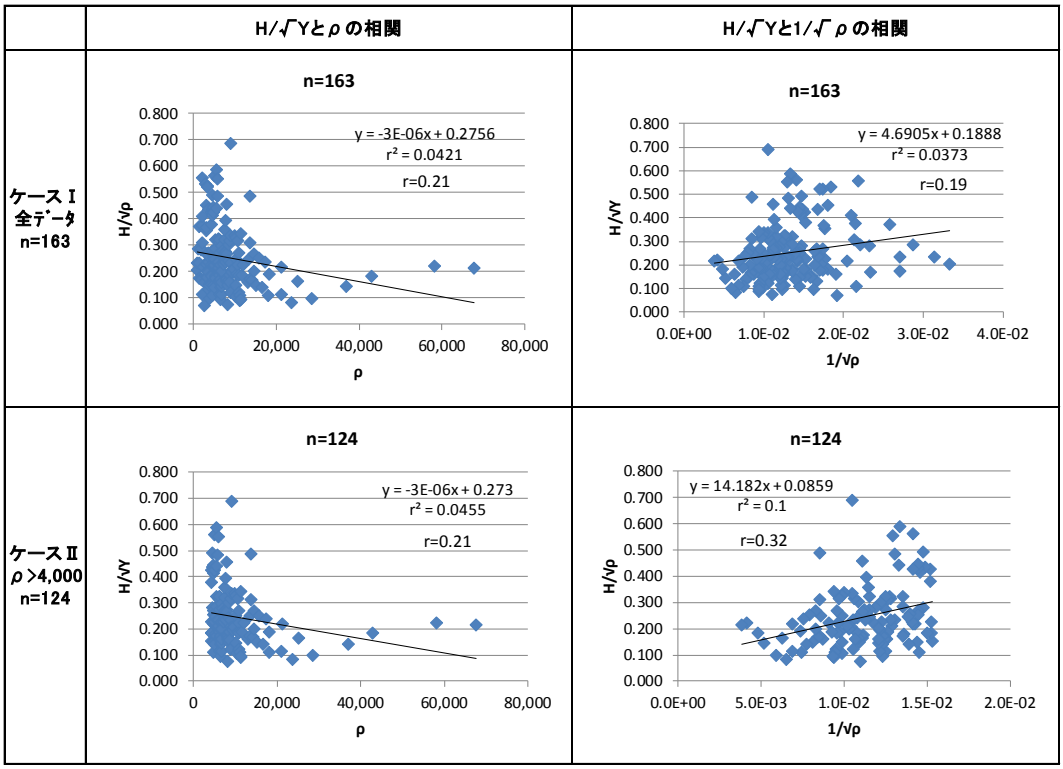


図 2.2.3　最大腐食速度（H/√Y）と土壌抵抗率（ρ、1/√ρ）の相関（亜鉛メッキ管）

同図より、ケースⅡの H/√Y と 1/√ρの相関は相関係数 r=0.32 とり、かなり強い相関を示している。よって、亜鉛メッキ管の土壌比抵抗による腐食深さの推定式としては、以下の式が最も妥当だと考えられる。

$$H_{KS1} = (0.086 + 14.18/\sqrt{\rho}) \cdot \sqrt{Y}$$

この推定式による推定値と実測値の比較結果は図 2.2.4 の通りであり、ほとんどの実測値は推定値の 95%限界域の範囲に収まる。

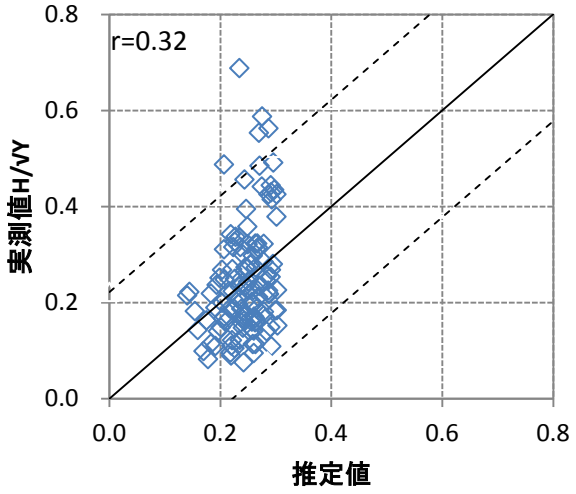


図 2.2.4　H/√Y回帰式による推定値と実測値の関係
注1)　点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

また、ケースⅡにおいては、図 2.2.5 に示すように、H/Y も 1/√ρとかなり強い相関(r=0.30)を有する。この H/Y の回帰式から求めた推定式による推定値と実測値の比較結果は図 2.2.6 の通りであり、ほとんどの実測値は、推定値の 95%限界域の範囲に収まる。

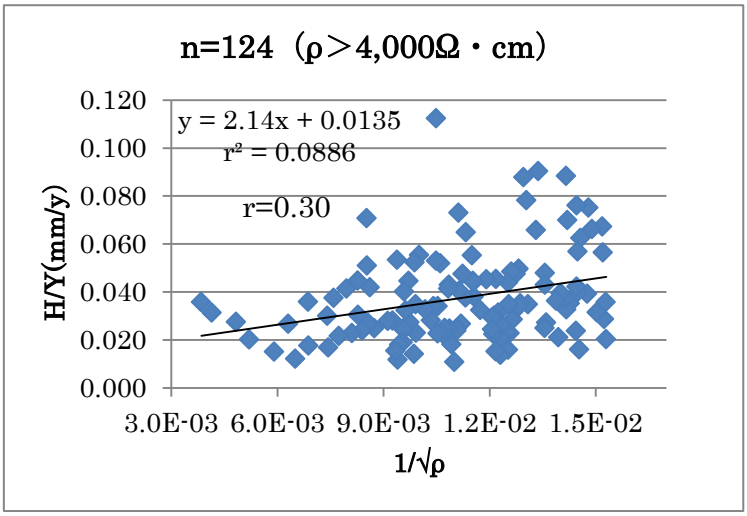


図 2.2.5　最大腐食速度（H/Y）と土壌抵抗率（ρ、1/√ρ）の相関（亜鉛メッキ管）

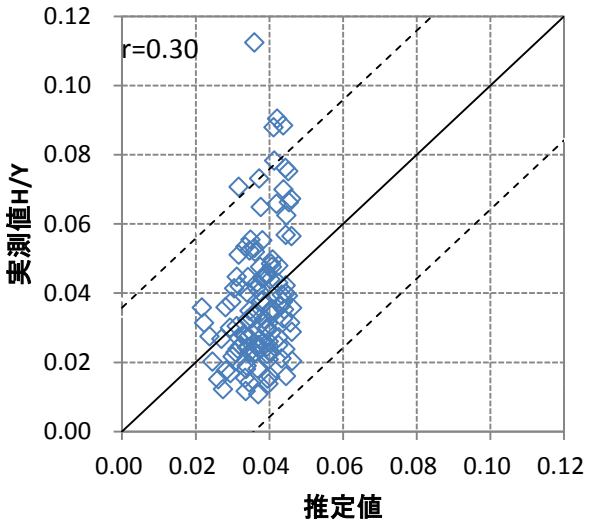


図 2.2.6　H/Y回帰式による推定値と実測値の関係
注2)　点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

（２）腐食速度と土壌抵抗率、Redox 電位の重相関から求めた腐食深さ推定式

亜鉛メッキ管で、土壌抵抗率の次に相関が強かった Redox 電位(R)を加えた 2 因子による重相関分析を行った。重相関式は以下の通りである。

$$H_{KS2}=(0.108+13.98/\sqrt{\rho}-4\times10^{-5}\cdot R)\cdot\sqrt{Y}$$

同式による推定値と実測値の関係を図 2.2.7 に示す。説明変数を増やしたため、僅かではあるが、相関係数は r=0.32 と高くなり、土壌抵抗率の因子のみの推定式より信頼性の高い腐食深さの推定式が得られる。

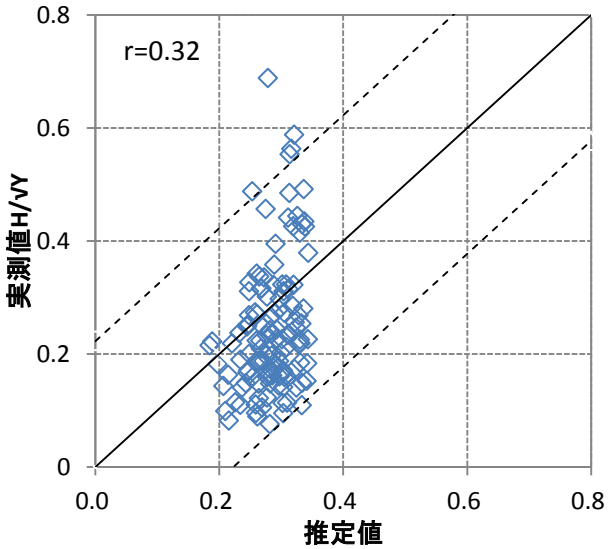


図 2.2.7　重回帰式より求めた推定値と実測値 H/√Y との関係（亜鉛メッキ管）
$H_{KS2}=(0.108+13.98\cdot(\rho)^{-0.5}-4\times10^{-5}\cdot R)\sqrt{Y}$
注 1)　点線は推定値残差の±2σを示す

（３）前回調査結果で得られた最大深さ推定式との比較

前回調査で求められた土壌抵抗率による重回帰式及び推定式（参考資料 p.29，p.37）と今回得られた HKS1 との推定値比較を行った結果を図 2.2.8 に示す。

前回調査で得られた重回帰式 HCAL7 と今回得られた回帰式 HKS1 は比較的良く一致する推定式となっている。

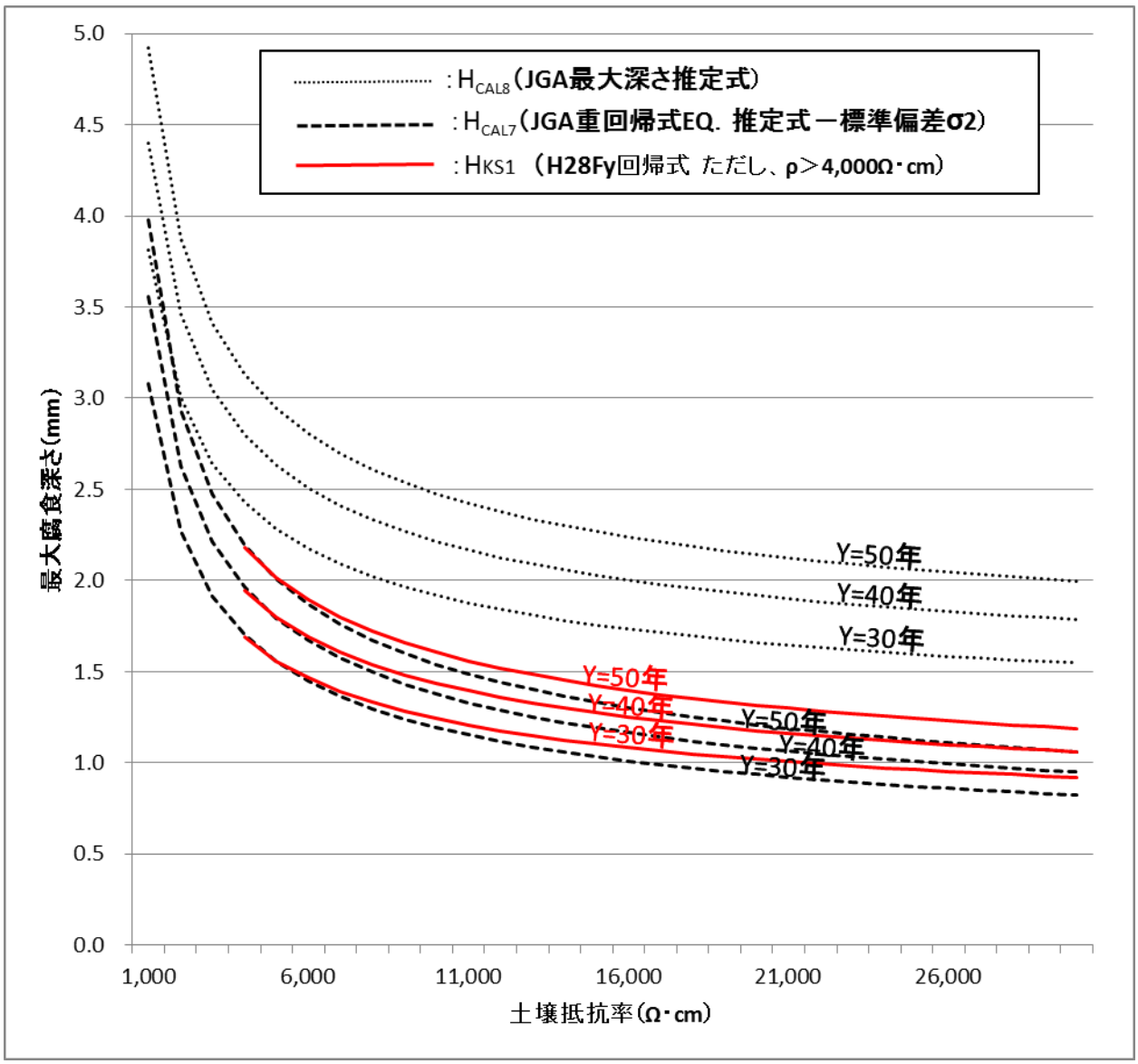


図 2.2.8　重回帰式より求めた推定式と前回調査重回帰式との比較

前回得られた重回帰式　　HCAL7＝（0.058+15.96／√ρ）・√Y

JGA 最大腐食推定式　　HCAL8＝（0.19+16／√ρ）・√Y

２．２．４　数量化理論 I 類による腐食評価量に対する土壌環境因子分析

（1） 3 アイテムによる解析

a. 目的変数

目的変数である腐食評価量としては、腐食最大深さ H を用いた。

b. アイテム

アイテム（説明変数）は、前回調査（添付資料 p.28）と同様に、塗覆装（亜鉛メッキ、アスファルトジュート）、埋設経過年および最も相関が高いと評価される土壌抵抗率 ρ の 3 アイテムを用いた。

c. カテゴリー

各々のアイテムのカテゴリー（分類）は、前回調査を参考としたが、土壌抵抗率 ρ は、小さい側の閾値 3,000Ω・cm をより相関の高い 4,000Ω・cm とした。

d. 解析対象

H28Fy 調査データからミクロ腐食を除く全 220 データ（亜鉛メッキ鋼管:163 データ、アスファルトジュート巻き鋼管：57 データ）を対象とした。

e. 解析結果

① 表 2.2.4 のカテゴリー・スコワのレンジ（最大値－最小値）の大きさから、最大腐食深さ H への影響の大きい順に並べると、土壌抵抗(ρ)＞塗覆装＞埋設経過年となる。これは、前回調査結果と同じであった。

② 塗装に関しては、前回調査結果と同じくアスファルトジュート巻き管よりも亜鉛メッキ管の方が腐食量が多い結果を示した。

③ 埋設年数に関しては、40 年以前ではスコワが高いが、41 年以降ではマイナスのスコワとなった。これは、現実の現象とは異なる結果である。この原因は、埋設経過年が大きく最大腐食量の大きなデータが少なかったことであると考えられる。

④ 土壌抵抗率については、中間レンジ（4,000≦ ρ ＜7,000）で腐食量が大きくなる結果となっており、これまでの知見とは異なる結果となっている。

⑤ 図 2.2.9 の推定値と実測値との関係より、その相関係数は、0.256 という低い数値となった。これは、前回調査結果の相関係数 0.541 よりもかなり小さい値である。これは、埋設経過年、土壌抵抗率のカテゴリー区分のスコワが一様な増加傾向もしくは減少傾向が認められなかったことが原因であると考えられる。

⑥ 以上の結果より、前回調査結果と同様の 3 アイテムによるカテゴリースコアでは、腐食深さの推定は困難である。

表 2.2.4　数量化理論 I 類によるカテゴリー・スコワ

対象物件	H28Fy調査
データ数	220
目的変数	最大腐食深さ
相関係数	0.256
平均	1.603

No.	アイテム	カテゴリー	偏相関係数	カテゴリー・スコワ 値	カテゴリー・スコワ
					−0.4 −0.3 −0.2 −0.1 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4
1	塗覆装	亜鉛メッキ管	0.0753	0.0334	
		アスファルト・ジュート巻き管		−0.0955	
2	埋設年数 Y(year)	40年以下	0.1442	0.2229	
		41年～50年		−0.0643	
		51年以上		−0.0323	
3	土壌抵抗率 ρ（Ω・cm）	＜4,000	0.1949	0.1492	
		4,000=＜　＜7,000		0.1948	
		7,000=＜		−0.1111	

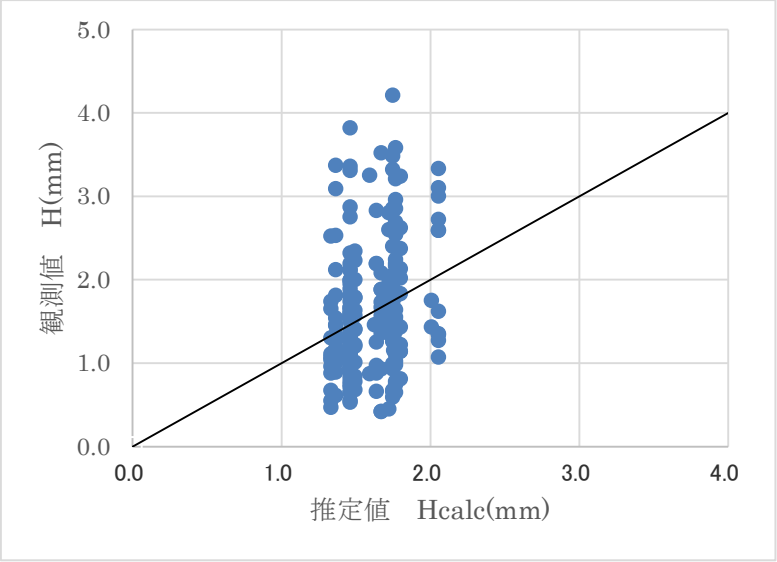


図 2.2.9　数量化理論 I 類で求めた推定値と実測値の関係

(2) 5 アイテムによる解析

a. 目的変数

目的変数である腐食評価量としては、腐食最大深さ H を用いた。

b. アイテム

アイテム（説明変数）は、塗覆装（亜鉛メッキ、アスファルトジュート)、埋設経過年土壌抵抗率 ρ、含水比及び土質の 5 アイテムを用いた。

c. カテゴリー

含水比及び土質は、各カテゴリーのデータ数が均衡するように分類した。

d. 解析対象

H28Fy 調査データからミクロ腐食を除く全 220 データ(亜鉛メッキ鋼管:163 データ、アスファルトジュート巻き鋼管：57 データ）を対象とした。

e. 解析結果

① 表 2.2.5 のカテゴリー・スコワのレンジ（最大値－最小値）の大きさから、最大腐食深さ H への影響の大きい順に並べると、含水比＞土壌抵抗(ρ)＞埋設経過年＞土質＞塗覆装となる。

② 塗装に関しては、差異は小さくなったが、アスファルトジュート巻き管よりも亜鉛メッキ管の方が腐食量が多い結果を示した。

③ 埋設年数に関しては、埋設経過年が小さい方が腐食量が大きい結果を示しており、やはり、現実の現象とは異なる結果である。

④ 土壌抵抗率（ρ）については、ρ が最も小さいカテゴリー（ρ＜4,000）で腐食量が大きくなる結果となっており、これまでの知見と合致する結果となっている。

⑤ 含水比については、その数値が大きいほど腐食量が増す傾向となっている。

⑥ 土質については、腐食量が砂質では大きく、粘性土では小さくなる傾向となっている。

⑦ 図 2.2.10 の推定値と実測値との関係より、その相関係数は、3 アイテムよりも大きな 0.349 まで増加した数値となった。

この数量化理論 I 類による解析においても、H28Fy 得られたデータから求めた最大腐食深さと埋設経過年の関係は、埋設経過年が大きく最大腐食量の大きなデータが少なかったことであると考えられる。

表 2.2.5　数量化理論 I 類（5 カテゴリー）によるカテゴリー・スコワ

対象物件	H28Fy調査
データ数	220
目的変数	最大腐食深さ
相関係数	0.349
平均	1.595

No.	アイテム	カテゴリー	偏相関係数	値	カテゴリー・スコワ
1	塗覆装	亜鉛メッキ管	0.0109	0.0048	
		アスファルト・ジュート巻き管		−0.0137	
2	埋設年数 Y(year)	40年以下	0.1898	0.1329	
		41年～50年		0.1154	
		51年以上		−0.1668	
3	土壌抵抗率 ρ（Ω・cm）	＜4,000	0.2418	0.3231	
		4,000=＜　＜7,000		−0.1265	
		7,000=＜		−0.0631	
4	含水比(%)	＜10	0.1899	−0.4365	
		10=＜　＜20		−0.0677	
		20＝＜　＜40		0.0981	
		40=＜		0.1479	
5	土性	砂質（S,LS）	0.0724	0.1104	
		壌質（SL,L）		−0.0167	
		粘質（SCL,CL）		0.0117	
		強粘質（SC,LiC,HC）		−0.1141	

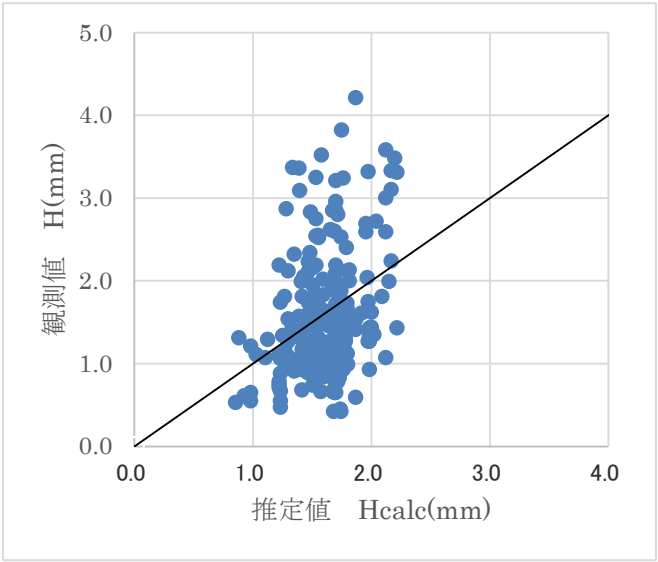


図 2.2.10　数量化理論 I 類（5 カテゴリー）で求めた推定値と実測値の関係

（添付資料）　調査資料内容詳細

A　日本ｶﾞｽ協会

A-1　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S58.3，S59.3）・・・本支管が対象

A-1-1　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S58.3）

①　調査対象管　S30 年以前に埋設された「ねずみ鋳鉄管」

②　調査数量　　30 路線（φ100×18 路線、φ200×12 路線）各 30m 長

③　埋設年数　　27～76 年（平均 45 年）

④　腐食発生状況　*腐食深さ（H）と埋設経過年の関係

*腐食深さ（H）：長手方向 20cm、周方向 4 分割したﾒｯｼｭの最大腐食深さ

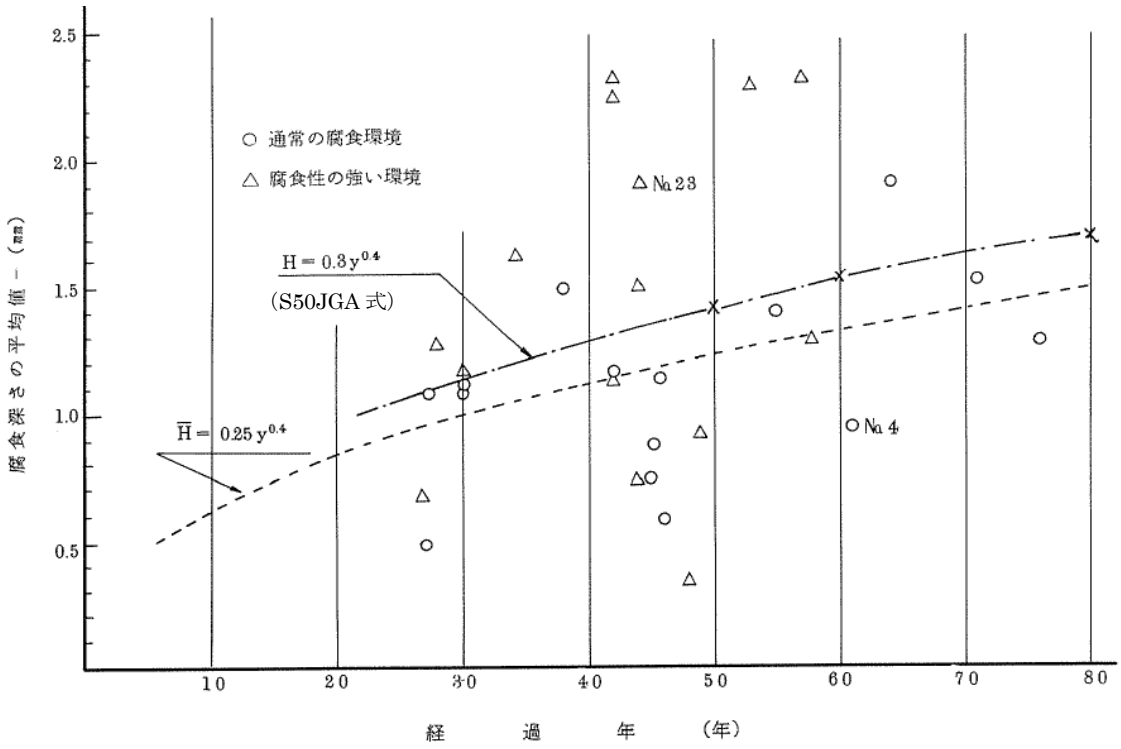


図 4.2.⑥　腐食深さの平均値と経過年

・腐食深さHの平均値の回帰式は、Have=0.25Y$^{0.4}$となるが有意ではない

・経年と共に腐食はゆるやかになる傾向（S50JGA 調査と同様）

・自然腐食（全面腐食）であり、電食等の集中的な腐食はない

⑤　相関分析

・腐食速度と腐食環境因子の単相関では、湧水、管対地電位、蒸発残留分、土質及び硫酸ｲｵﾝ濃度に比較的相関が見られたが、特に卓越した因子はなし

・数量化理論Ⅰ類分析の結果、腐食量への相関は、含水比、土壌比抵抗、硫酸ｲｵﾝ濃度及び埋設経過年の寄与割合が高い。

A-1-2　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S59.3）

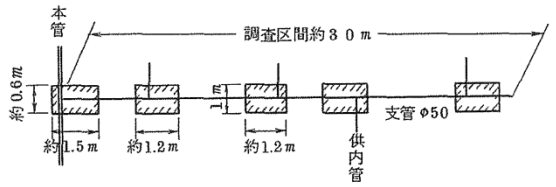
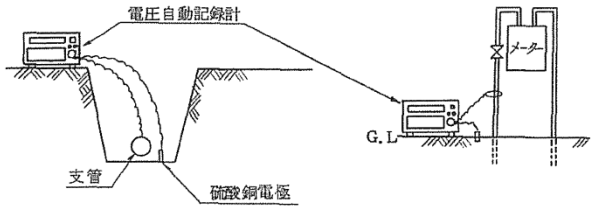
①　調査対象管　「支管（ﾈｼﾞ接合鋼管）」「溶接鋼管」「ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管」
（腐食は「溶接鋼管」「ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管」には認められず、「ﾈｼﾞ接合鋼管）」のみ）

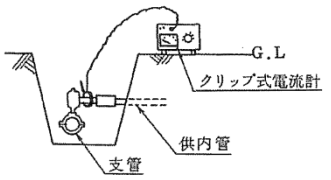
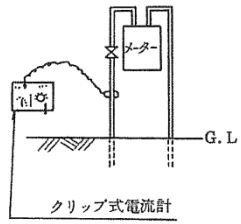
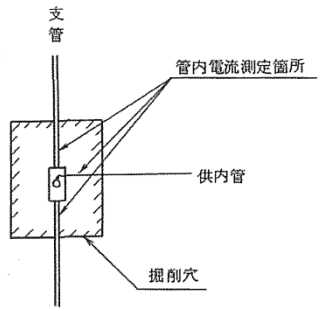
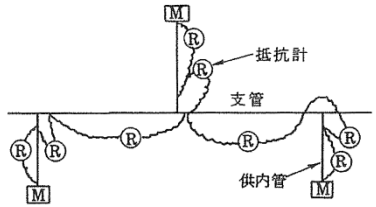
②　調査数量　亜鉛メッキ鋼管　：6 路線
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き鋼管　：12 路線　各路線 30m 長

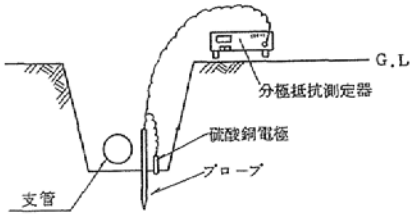
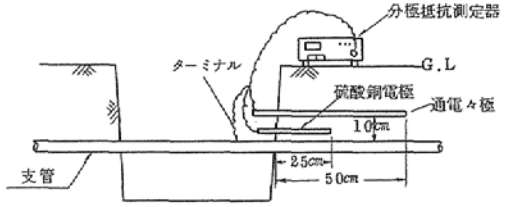
③　埋設年数　13～38 年（平均 25 年）

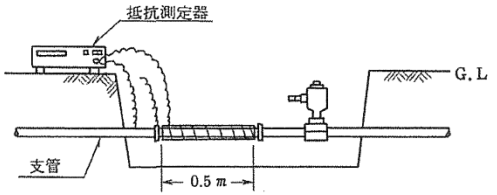
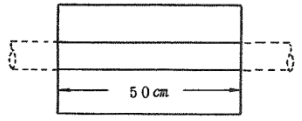
④　調査項目と内容
次ページ以降に記載

⑤　腐食環境因子の定義
次ページ以降に記載

調　査　項　目	調　査　内　容	データ数	備　考
1. 漏洩調査 1.1　ボーリング調査 1.2　石けん水調査	腐食環境調査前にボーリングによる漏洩調査を行う。 調査個所　路線上３ｍピッチ 管体露出時に管の付着土を除去し，石けん水により漏洩の有無，位置，開孔径を配管調査範囲全長にわたり調査記録する。	１１／路線	1.1，1.2ともガス事業者が調査を実施。 石けん水調査は通常ガス圧下で実施。 非通ガス状態の場合，エア等により通常ガス圧をかけて調査する。
2. 腐食環境調査 2.1　管対地電位測定	調査区間内に含まれる支管取出部，供内管取出部は全て試掘し，穴内にて管対地電位を測定記録する。 又，外部取付メーターがある時はメーター部入側でも測定を行う。〔図１，２参照〕	約７／路線	 図－１　調査試掘図 注１）取出箇所が１路線当り５箇所以下の時は直管部を含め最低５箇所を調査する。 注２）取出箇所の間隔が１０ｍ以上離れた場合は中間の直管部を調査箇所に追加する。  図－２ａ）　図－２ｂ） 図－２　管対地電位測定法

調　査　項　目	調　査　内　容	データ数	備　考
2.2　管内電流測定	試掘穴内に露出した管の管内電流を測定する。 外部取付メーターがある時はメーター部入側にても管内電流の測定を行う。〔図－３参照〕	約２０／路線	 図－３ａ  図－３ｂ  図－３ｃ　管内電流測定法及び位置図
2.3　管体抵抗測定	試掘穴～試掘穴間及び試掘穴～メーター部入側間の管体抵抗を測定する。〔図－４参照〕	約６／路線	 図－４　管体抵抗測定法

調　査　項　目	調　査　内　容	データ数	備　考
2.4　プローブ分極抵抗測定 プローブ腐食電位測定 プローブ土壌比抵抗測定	プローブを試掘穴内の管近傍に押し込み分極抵抗測定器によりプローブの分極抵抗，腐食電位及び土壌比抵抗を測定する。 プローブの押し込み方向，位置を変えて3回／1穴 の測定を行う。〔図－5参照〕	約６３／路線 （９／穴）	 図－5　プローブ分極抵抗測定法
2.5　土壌杖土壌比抵抗測定	土壌杖を試掘穴内の管近傍に押し込み，土壌比抵抗計により土壌杖土壌比抵抗を測定する。 土壌杖の押し込み方向，位置を変えて3回/穴の測定を行う。	約２１／路線 （３／穴）	
2.6　管体分極抵抗測定	図６のように試掘穴側面より管に平行に，通電々極と硫酸銅電極を押し込み，分極抵抗測定器により管体の分極抵抗を測定する。	約７／路線 （１／穴）	 注）硫酸銅電極はできるだけ管体に近づける。 図－6　管体分極抵抗測定法
2.7　酸化還元電位測定	白金複合電極を試掘穴内の管近傍に押し込み，酸化還元電位差計により酸化還元電位を測定する。 複合電極の押し込み方向，位置を変えて3回/穴の測定を行う。	約２１／路線 （３／穴）	

調　査　項　目	調　査　内　容	データ数	備　考
2.8　塗膜抵抗測定	試掘穴内で露出した管（亜鉛メッキ管，アスファルトジュート巻管共）を利用し塗膜抵抗を測定する。　〔図－7参照〕	約7／路線 （1／穴）	 図－7　塗膜抵抗測定法 管露出部0.5 m（出来るだけ取出し，盲プラグのない所）に布を巻きつけその上より金属箔等を更に巻きつける。 布は水により湿らせ，管－金属箔間の抵抗を測定する。 湿らせた布の周囲の塗膜はウエス等で良く水分をぬぐい取るか，又はガードリングを取付ける。
2.9　土　壌　分　析	(1)　試掘穴内の湧水の有無，その他特異事項を観察記録。 (2)　試掘穴内より管付近の土壌を約2 ℓづつ採取し，土質，土の色，pH，含水比，細粒分含有率，SO_4^{2-} イオン濃度，Cl^- イオン濃度，硫化物，$KMnO_4$ 消費量を分析するとともに土壌箱により土壌比抵抗を測定する。	約77／路線 （11／穴）	
3.　管体腐食調査 3.1　写　真　撮　影	環境因子調査位置に対応する管体の外観を写真撮影する。 撮影時期 ①　付着土除去後 ②　ショットブラストによる除錆後	約14枚／路線	(1)　②は3.2試験後に実施する。 (2)　撮影法 （片面のみ） （接　写）  (3)　ショットブラストによる除錆後ラッカー等で防錆処理する（約15本／路線）。

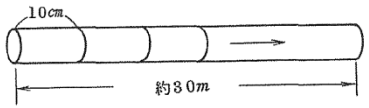
調　査　項　目	調　査　内　容	データ数	備　考
3.2　気密テスト	錆による漏洩防止効果の程度を気密テストにて調査する。	3本／路線	2m長の試験体の両端を防食テープ及びメカニカルジョイント等でシールしたのち水槽に浸漬し，直ちに0.03～1kg/cm² の圧力を段階的に付与し，気泡発生時の圧力を測定する。
3.3　メッシュ分け	ショットブラストした管を管軸方向10cmごとにペンキ等で印をつけ，通しNoを記入する。		 （1路線約300メッシュ）
3.4　管重量測定	環境因子の調査位置に対応する管体部分より，分岐，せん孔部分を含まない管体を切り出し，重量を測定する。	約7／路線	(1)　必要に応じ内面クリーニングを行う。 (2)　管体長は0.4m以上，標準1mとする。 (3)　平均肉厚減少量を算定する。
3.5　管肉厚測定	上記試料の両端切断面の腐食のない部分の管肉厚をマイクロメーターにて測定する。	約14／路線	3.4項に使用した管の両端にて最大肉厚をそれぞれ測定し1路線の平均値を元肉厚データとする。
3.6　最小残肉厚測定	管体を1～2メッシュ単位で切断し，メッシュ毎に最も小さいと思われる残肉厚を3箇所測定し，内最小のものをそのメッシュの最小残肉厚とする。	約300／路線	(1)　マイクロメーターにて計測する。 (2)　最大腐食深さを算定する。 (3)　内面腐食はないものとする。
3.7　腐食生成物の分析	環境因子調査箇所に対応する部分で1路線につき腐食の多い部分2箇所より腐食生成物を各々採取し，X線回折により分析する。	2／路線	(1)　3.1①実施後に採取し，実施する。

表2.3.② 腐 食 環 境 因 子 の 定 義

No	環境因子	単位	略号又は記号	内容	No	環境因子	単位	略号又は記号	内容
1	管対地電位1	mV	P/S1	掘削穴内で測定した支管の管対地電位（銅／硫酸銅電極基準）	12	土壌比抵抗3	Ω·cm	ρ_3	サンプル土壌を土壌箱に入れ測定した土壌比抵抗
2	管対地電位2	mV	P/S2	灯外内管の管対地電位（メーター部）（銅／硫酸銅電極基準）	13	酸化還元電位	mV	Redox	掘削穴内で測定した酸化還元電位（標準水素電極基準）
3	管内電流1	mA	Ip_1	供給管取出部管内電流（ガスの流れと同方向を負とする）	14	土質	−	土質	サンプル土壌を目視観察（砂－1，砂質シルト－2，シルト－3，シルト質粘土－4，粘土－5）
4	管内電流2	mA	Ip_2	メーター立管々内電流（ガスの流れと同方向を負とする）	15	土の色	−	土の色	サンプル土壌を目視観察（茶色－1，灰色－2，黒色－3，青灰色－4）
5	流出入電流密度	mA/m²	ip	支管より土壌に流出入している電流密度で，隣接する2つの掘削穴の管内電流の差を掘削穴間の支管表面積で除したもの（管より流出方向を正とする）	16	pH	−	pH	サンプル土壌のpH
6	塗膜抵抗	Ω·m²	Rc	掘削穴内で測定した支管の塗膜抵抗	17	含水比	%	含水比	サンプル土壌の含水比
7	プローブ自然電位	mV	Ecorr	掘削穴内で測定したプローブの自然腐食電位（銅／硫酸銅電極基準）	18	細粒分含有率	%	細粒分	サンプル土壌に含まれる細粒分（74μ以下）の含有率
8	プローブ腐食速度	mm/Y	$273/Kp_1$	掘削穴内で測定したプローブの分極抵抗（Kp_1）を腐食速度に換算	19	硫酸イオン	mg/kg	SO_4^{2-}	サンプル土壌の抽出水に含まれる硫酸イオン濃度
9	管体腐食速度係数	1/Ω	$1/Kp_2$	掘削穴内で測定した支管々体の分極抵抗の逆数で管体の腐食速度に比例する係数	20	塩素イオン	mg/kg	Cl^-	サンプル土壌の抽出水に含まれる塩素イオン濃度
10	土壌比抵抗1	Ω·cm	ρ_1	掘削穴でプローブにより測定した土壌比抵抗	21	硫化物	−	硫化物	サンプル土壌に含まれる硫化物の有無（無し－1，痕跡－2，検出－3）
11	土壌比抵抗2	Ω·cm	ρ_2	掘削穴内で土壌杖により測定した土壌比抵抗	22	$KMnO_4$消費量	mg/kg	$KMnO_4$	サンプル土壌の抽出水に含まれる有機物の量

注1）「土質」及び「土の色」はねずみ鋳鉄管々体調査に準じ，腐食性の小さい方から順位を付けた。
注2）測定方法等の詳細は，管体診断調査要領を参照のこと。

⑥　腐食発生状況　路線平均腐食深さ**（$\overline{H_R}$）と埋設経過年の関係

**路線平均腐食深さ（$\overline{H_R}$）：路線内の腐食深さ（H'）の平均値

腐食深さ（H'）：長手方向 10cm 毎の最大腐食深さ

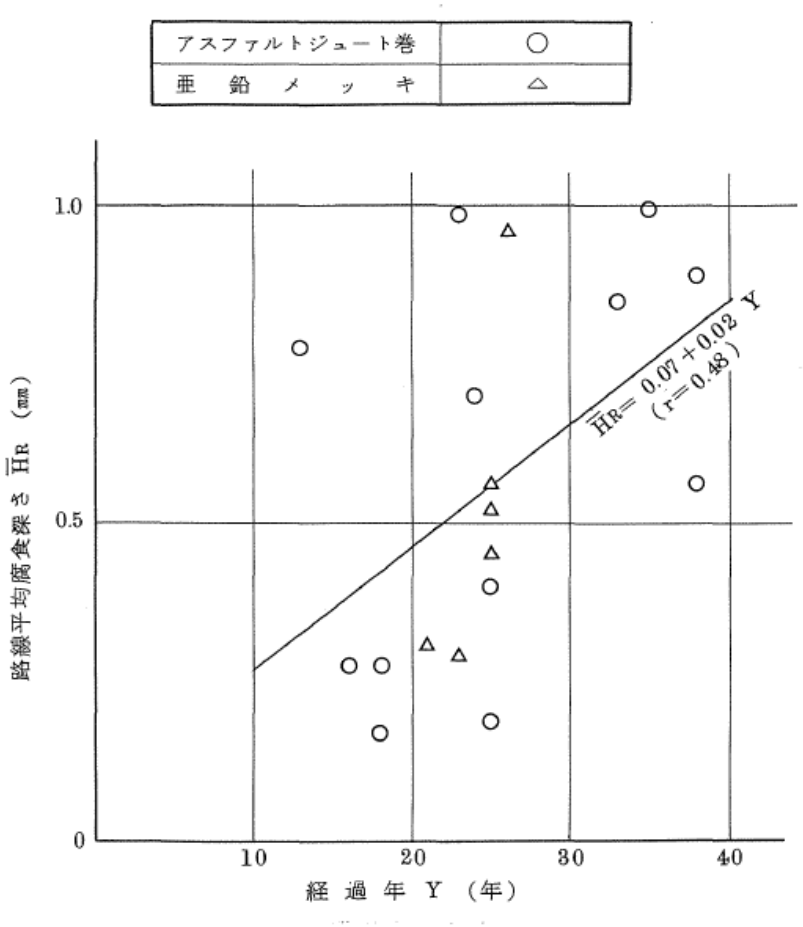


図 2.2.⑪　路線平均腐食深さと経過年の関係

・路線平均腐食深さは、経過年と共に増加する傾向だが、20~30 年経過の路線で路線の腐食環境等の差異により、路線により 5 倍程度の差が認められる

・相関係数が低い（5%の危険率で有意）のは、経過年以外の因子に支配されているため

・亜鉛メッキ管とｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の差異は顕著ではない

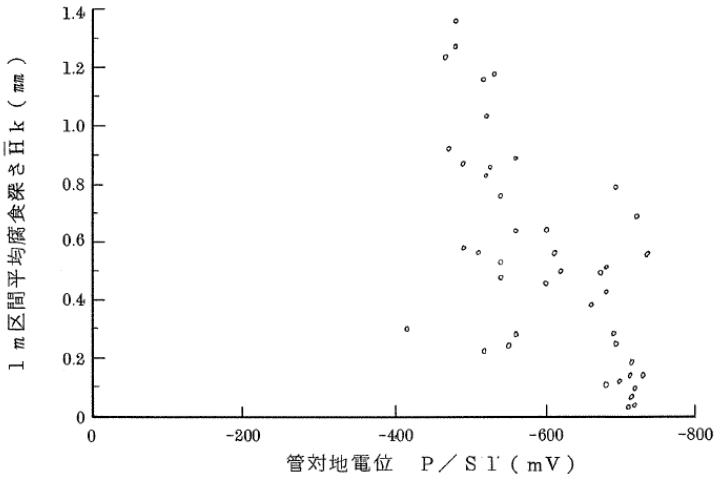
・一般的な自然腐食であり、C/S ﾏｸﾛｾﾙ等の特異な埋設環境はない

・腐食生成物は、αFeOOH，$FeCO_3$等で一般的な埋設生成物で、またﾊﾞｸﾃﾘｱ腐食生成物 FeSx（硫化鉄）は全く認められなかった

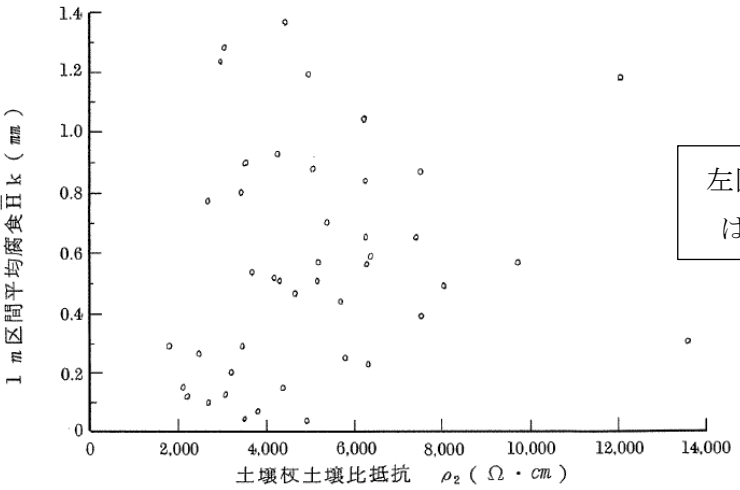
⑦　相関分析

腐食量（1m 区間平均腐食深さ）と腐食環境因子の単相関では、**管対地電位、含水比、塗膜抵抗、 細粒分含有量、土質及び土壌比抵抗**に比較的相関が認められた。

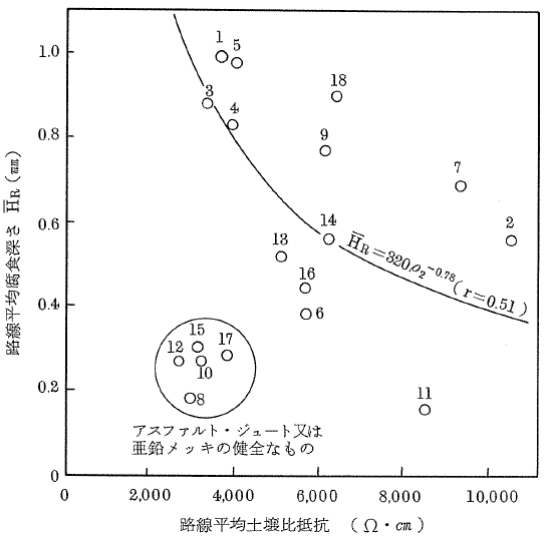
・管対地電位　　S30 年代亜鉛メッキ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの 10 路線での$\overline{H_k}$－P/S1 の相関



・土壌比抵抗　　S30 年代亜鉛メッキ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの 10 路線での$\overline{H_k}$－ρの相関

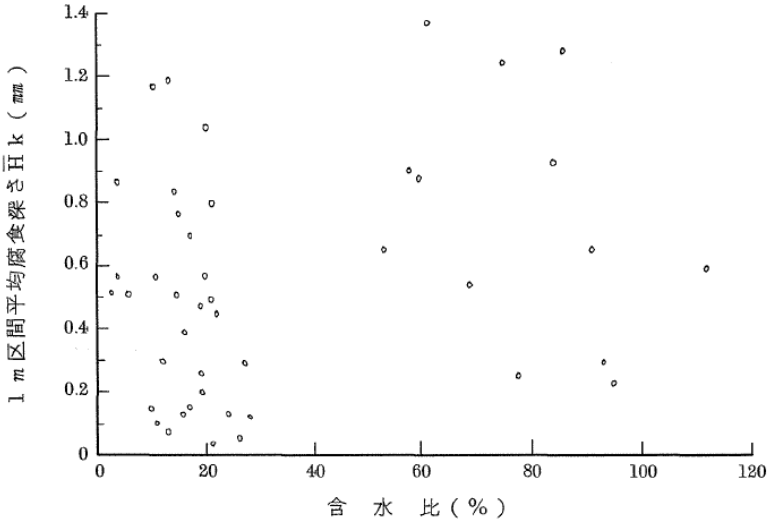


左図では相関関係は認められない

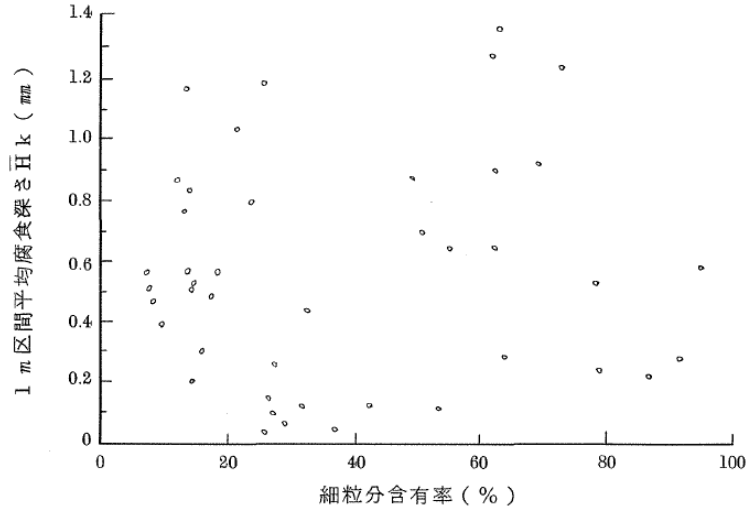


土壌比抵抗は、塗膜が健全な路線を除く場合に相関有

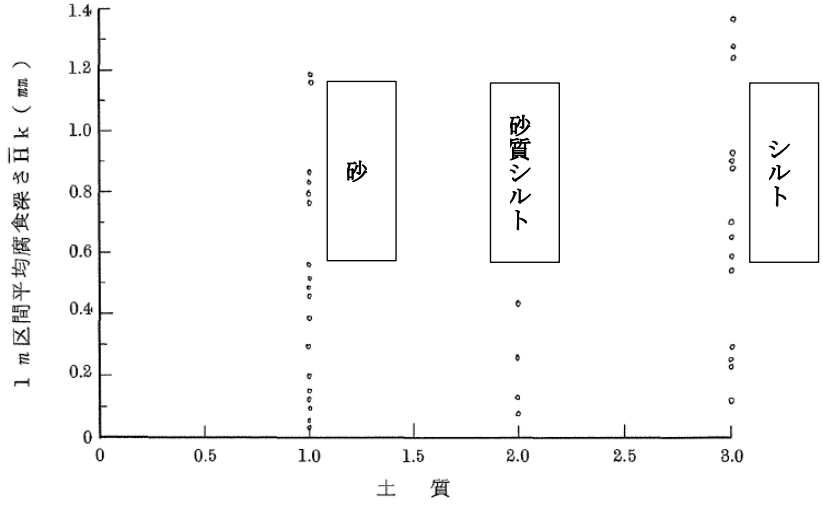
・含水比　　S30 年代亜鉛メッキ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの 10 路線での$\overline{H_k}$－含水比の相関



・細粒分含有量　　S30 年代亜鉛メッキ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの 10 路線での$\overline{H_k}$－細粒分含有率の相関



・土質　　S30 年代亜鉛メッキ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの 10 路線での$\overline{H_k}$－土質の相関



⑧　数量化理論 I 類による分析

・腐食評価量と単相関が比較的認められた 5 環境因子（前述）に埋設年代と現場で測定可能な 3 因子（塗膜抵抗、PH、分極抵抗）を加えた 9 因子について、ｶﾃｺﾞﾘｰ分けを行い、目的変数を「1m 区間平均腐食深さ」及び「1m 区間肉厚減」として解析

・アイテム及びカテゴリー

No.	アイテム	単位	カテゴリー		
			1	2	3
1	埋設年代	−	S20年代	S30年代	S40年代
2	P/S1	mV	＞−510	−510≧ ＞−610	−610≧
3	ρ_2	Ω・cm	＜3,000	3,000≦ ＜7,000	7,000≦
4	土質	−	1，2 （砂，砂質シルト）	3 （シルト）	4 （シルト質粘土）
5	pH	−	＜5.5	5.5≦ ＜7.0	7.0≦
6	1/Kp_2	1/Ω	＜0.025	0.025≦ ＜0.1	0.1≦
7	細粒分	%	＜25	25≦ ＜55	55≦
8	Rc	Ω・m^2	＜13	13≦ ＜37	37≦
9	含水比	%	＜40	40≦ ＜90	90≦

・解析結果（カテゴリー・スコア）

目的変数		$\bar{H}_K$				D_K			
重相関係数（自由度調整済）		0.76 （0.69）				0.52 （0.28）			
データ数		88				88			
平均		0.56				0.10			
カテゴリー / アイテム		カテゴリー・スコア				カテゴリー・スコア			
		1	2	3	レンジ	1	2	3	レンジ
1	埋設年代	0.097	−0.038	−0.026	0.135	0.052	−0.017	−0.021	0.073
2	P/S1	0.199	0.127	−0.182	0.381	0.067	0.006	−0.027	0.094
3	ρ_2	−0.067	0.017	0.028	0.095	0.002	−0.002	0.004	0.006
4	土質	−0.033	0.014	0.121	0.153	0.010	−0.019	0.007	0.029
5	pH	−0.010	−0.080	0.039	0.119	0.020	0.011	−0.008	0.028
6	1/Kp_2	−0.174	0.025	0.120	0.294	−0.009	−0.010	0.019	0.029
7	細粒分	−0.071	−0.010	0.093	0.164	−0.023	−0.011	0.036	0.059
8	Rc	0.119	0.048	−0.260	0.379	0.001	0.001	−0.003	0.004
9	含水比	0.057	−0.074	−0.275	0.332	0.016	−0.020	−0.080	0.096

・1m区間平均腐食深さ（$\overline{H_K}$）への影響の大きい因子

P/S1，Rc＞含水比＞1/Kp2＞細粒分，土質＞埋設年代＞PH，ρ_2

・$\overline{H_K}$に対するカテゴリー・スコアの大小

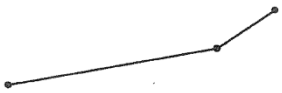
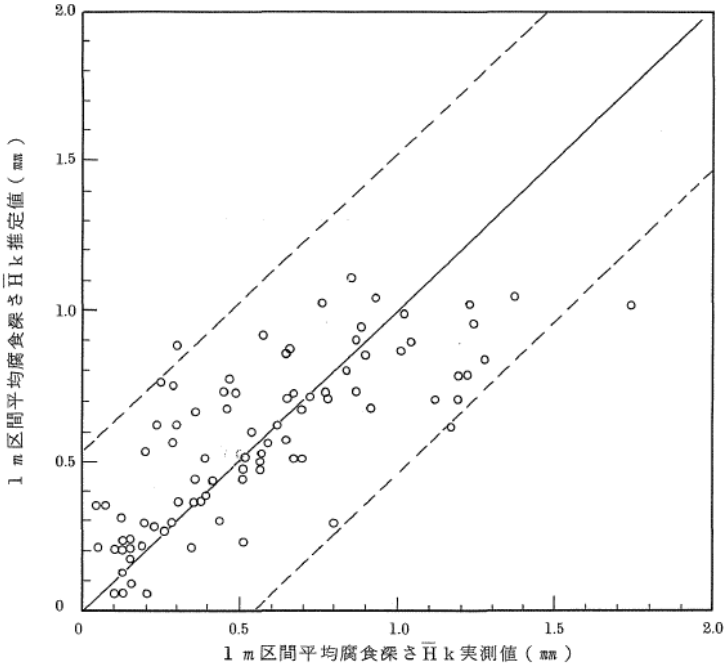
No.	アイテム	カテゴリー	カテゴリー・スコア 腐食小 ← → 腐食大 -0.3 -0.2 -0.1 0 0.1 0.2 0.3 0.4
1	埋設年代	S20年代 S30年代 S40年代	
2	P／S1	＞−510 −510≧ ＞−610 −610≧	
3	ρ_2	＜3,000 3,000≦ ＜7,000 7,000≦	
4	土　質	1,2（砂，砂質シルト） 3（シルト） 4（シルト質粘土）	
5	pH	＜5.5 5.5≦ ＜7.0 7.0≦	
6	$1/K_{p_2}$	＜0.025 0.025≦ ＜0.1 0.1≦	
7	細粒分	＜25 25≦ ＜55 55≦	
8	Rc	＜13 13≦ ＜37 37≦	
9	含水比	＜40 40≦ ＜90 90≦	

図 2.5.②　カテゴリー・スコアの大小（$\overline{H}_K$）

・1m 区間平均腐食深さの推定値と実績値とは R=0.69 の相関があり、実測値は推定値±２σ（95%）の範囲内にほぼ収まる

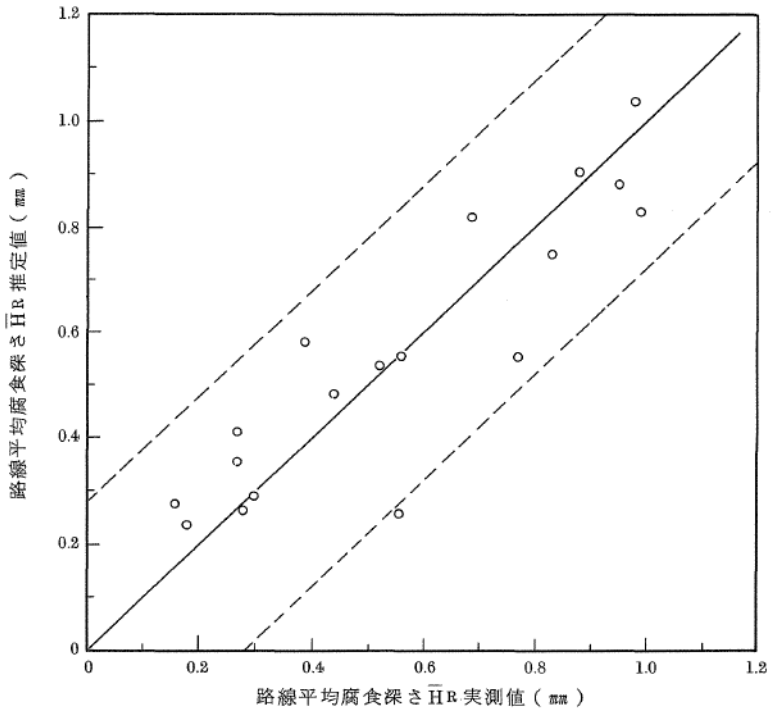


⑨　重回帰分析

・路線平均腐食深さ（$\overline{H_R}$）と最も相関の高い**管対地電位(P/S)、土壌比抵抗（ρ）**及び**含水比**を選んだ重回帰式は、重相関係数 r=0.87 の相関有

＜重回帰式＞

$$\overline{H_R} = 3.94 + 4.73\times10^{-3}\times P/S - 8.00\times10^{-5}\times \rho - 4.53\times10^{-5}\times 含水比$$



A-2　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S59.3，S60.3）

①　調査研究の範囲

低圧鋼管の土中埋設部の腐食対策（供内管が対象）

②　調査研究内容

a)実態調査

導管の設置実態、導管の故障事例及び故障発生率、及び供内管の図面、台帳等の調査

b)腐食診断、対策工法の評価等に関する試験及び調査・研究

導管の腐食診断手法及び対策工法の評価・適用基準の調査・研究

c)導管の評価、管理手法等に関する調査・研究

導管情報管理手法、導管の評価、及び対策手法・検定手法の評価・研究

③ガイドラインの作成

成果品として「供内管腐食対策ガイドライン」を作成、発行

A-2-1　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S59.3）

①調査研究項目（腐食に関する項目のみ記載）

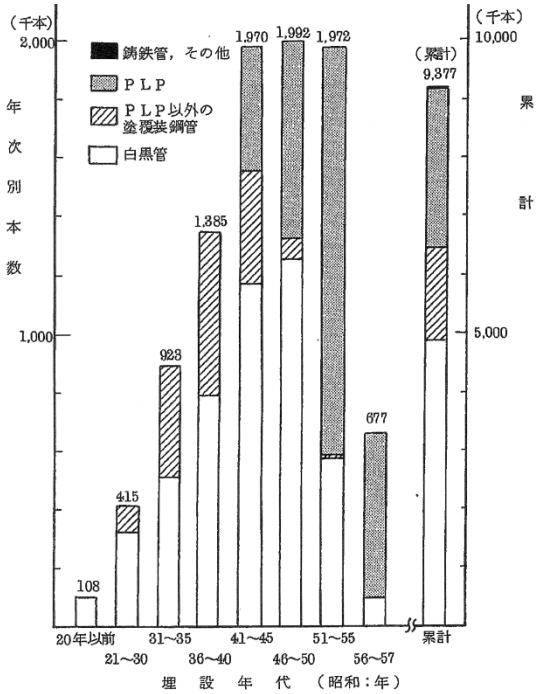
ｉ）供内管の年代別、材質別、構造別腐食実態の調査

ii）腐食に関する文献調査

iii）管体診断手法及び評価基準を確立するために必要な調査計画

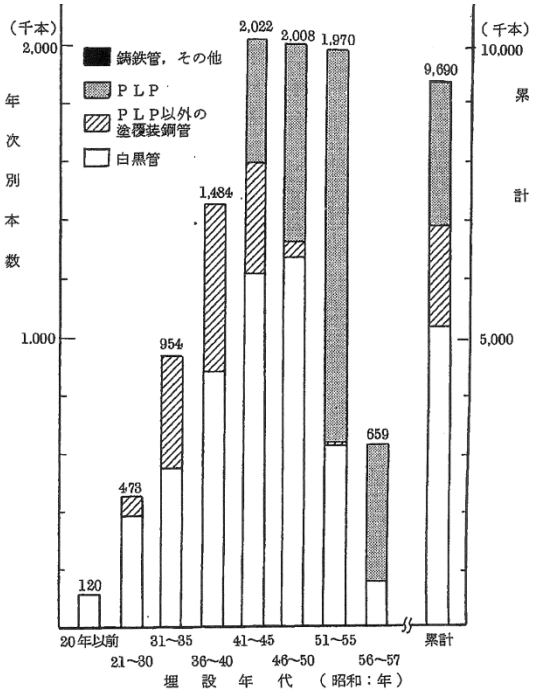
②年代別、材質別設置状況

<u>供給管</u>



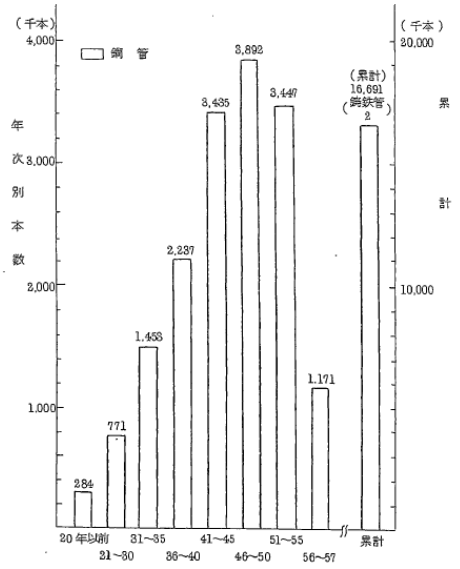
図Ⅲ－２　年次別導管本数（供給管）
昭和５７年度末(184事業者)

<u>灯外内管</u>



図Ⅲ－３　年次別導管本数（灯外内管）
昭和５７年度末(184事業者)

灯内内管



図Ⅲ－４　年次別導管本数（灯内内管）
昭和５７年度末（１８４事業者）

③腐食による事故の内訳（計 17 件）

腐食箇所	設置後の経過年数／埋設物種別	10年未満	10～14年	15～19年	20年以上	不明	計	備考
土中埋設部	木造	0	0	1	*2	0	3	*：1件はアスファルト巻鋼管
	鉄筋・鉄骨コンクリート造り	*6	0	1	2	0	9	*：1件はPLP継手部（テープ巻），その他は白ガス管
	不明	0	0	1	0	0	1	
	（小計）	6	0	3	4	0	13	
露出部	木造	0	0	0	0	0	0	
	鉄筋・鉄骨コンクリート造り	0	0	0	*1	0	1	*：2Fおどり場でほこり等により半分埋っていた。
	不明	0	*1 1	0	0	*1，*2 2	3	*1：側溝内 *2：常時排水がかかっていた。
	（小計）	0	1	0	1	2	4	
合計	木造	0	0	1	2	0	3	
	鉄筋・鉄骨コンクリート造り	6	0	1	3	0	10	
	不明	0	1	1	0	2	4	
	（合計）	6	1	3	5	2	17	

・腐食による事故(漏洩)は、埋設後かなりの件数（15 年以上）を経た導管の腐食（10 件）と鉄筋・鉄骨造り建物に係る 10 年以内の短期腐食（6 件）に大別できる（1 件は不明）

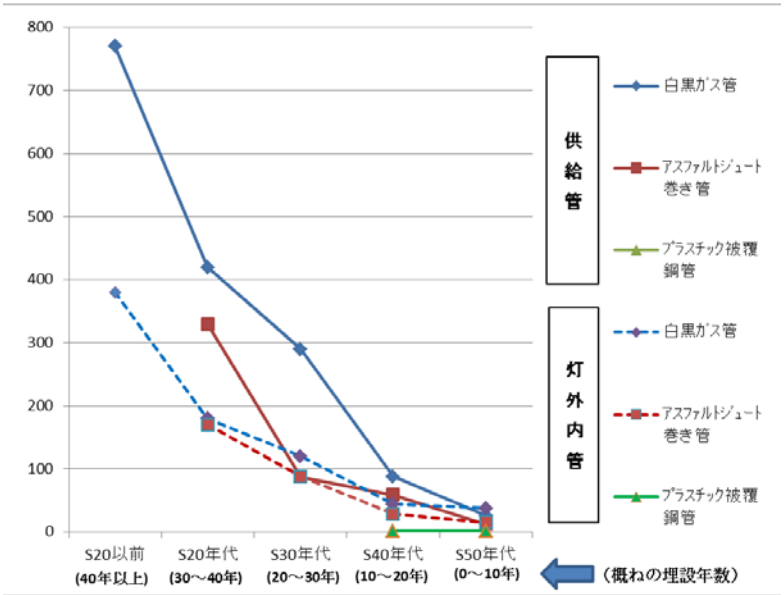
・前者は、経過年数が増加するとともに腐食が進行する可能性有
（よって、適切な対策が行われない場合、今後腐食件数が増加する可能性有）

・後者の短期腐食は、C/S 系ﾏｸﾛｾﾙ腐食と考えられ、その調査手法、評価基準を本委員会で確立し、その対策を講じる（新設は、絶縁接手の使用等の適切な工法の採用、また既設については、点検を行い必要に応じて改善する指示済）

・土中埋設部以外の腐食（4 件）は、埋設部近傍で発生しており、その対策については埋設部の考え方を準用可であると考えられる

⑤　腐食による故障発生率の調査

年代別、材料別故障発生率（供給管平均の故障発生率を 100 とした指数表示）



・腐食による故障発生率は、供給管が灯外内管の約 2 倍の発生率

・塗覆装別では、白黒ガス管がｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の約 2 倍の発生率

・埋設期間の長い方が発生率が高い（ex.S20 年代の埋設管は S40 年代の約 5 倍）

⑥　腐食・防食に関する文献調査

文献調査結果より以下の知見が得られる。

・腐食は、ﾐｸﾛｾﾙ腐食とﾏｸﾛｾﾙ腐食に分類できる

・ﾐｸﾛｾﾙ腐食の主な支配因子は、土壌比抵抗と腐食電位

・ﾐｸﾛｾﾙ腐食の速度は、時間と共に減少する。即ち　$P = KT^n$

P：最大孔食深さ、K：定数、T：時間（年）、n：定数(通常 0.5 前後)

・ﾏｸﾛｾﾙ腐食の主な支配因子は、ｱﾉｰﾄﾞ部とｶｿｰﾄﾞ部の電位差（P/S の差）、その面積比及び土壌比抵抗

調査文献一覧表

No	分類 主分類	分類 関連	著者	件名	誌名	発行年
1	A－1	B	笠原晃明他	埋設鋼管のマクロセル腐食	第８回国際金属腐食会議予稿	1981
2	A－1	C－2	Melvin Romanoff	土壌腐食	ＮＢＳ	1957
3	A－2	－	松島厳他	建物周辺の埋設配管のマクロセル形成状況の調査	「防食技術」	1980
4	A－2	－	佐古光聡	導管の埋設環境と腐食原因について	日本ガス協会技術講演会	1980
5	A－2	－	佐古光聡	各種土壌中の腐食性因子とＰ／Ｓ電位との相関	「材料」	1982
6	A－2	D	朝倉祝治	学校等における配管の腐食事例	第３回防錆防食技術発表会要旨集	1988
7	B	－	朝倉祝治	腐食の電気化学的計測法	日本金属学会会誌	1982
8	B	－	笠原晃明	パイプラインへのモニタリング法の適用	「防錆管理」	1983
9	C－2	－	A.W. Peabody	パイプラインの防食管理	ＮＡＣＥ	1967
10	D	A－2	松島厳	配管の土壌腐食	「防食技術」	1976
11	D	A－2	市野瀬比路実	ビル内外の配管の腐食と防食	「設備と管理」	1968
12－16	C－1	－	－	各国基準類	－	－
17－20	C－2	－	－	ハンドブック類	－	－

A-2-2　ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（S60.3）

①　調査対象管　低圧鋼管（土中埋設部）

②　調査数量　　亜鉛メッキ鋼管　　：　66 路線

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き鋼管　：　55 路線

ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ被覆鋼管　　：　12 路線　計 133 路線

(各路線堀上ｻﾝﾌﾟﾙは 50cm 長)

③　建物、塗覆装、埋設年数ｸﾞﾙｰﾌﾟ毎のｻﾝﾌﾟﾙ数

	鉄骨または鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造り建物								
	亜鉛メッキ管（40A～50A）			ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（40A～50A）			ﾌﾟﾗｽﾁｯｸ被覆管（40A～50A）		
	通常の腐食環境	腐食性の強い環境	小計	通常の腐食環境	腐食性の強い環境	小計	通常の腐食環境	腐食性の強い環境	小計
S.30年以前	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.30年代	7	4	11	4	6	10	0	0	0
S.40年代	7	3	10	6	6	12	0	0	0
S.50年代	4	9	13	0	0	0	2	10	12
計	18	16	34	10	12	22	2	10	12

	木造建物						合計
	亜鉛メッキ管（25A～30A）			ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（25A～30A）			
	通常の腐食環境	腐食性の強い環境	小計	通常の腐食環境	腐食性の強い環境	小計	
S.30年以前	4	6	10	3	8	11	21
S.30年代	4	8	12	6	5	11	44
S.40年代	4	6	10	6	5	11	43
S.50年代	0	0	0	0	0	0	25
計	12	20	32	15	18	33	133

注）腐食性の強い地盤　：　土壌比抵抗　4,000Ω･cm以下の地盤

④ 腐食評価量の定義

表 3.2① 腐食量の評価項目の定義

腐食量の評価項目（腐食評価量）	記　号	単　位	内　　容
腐食深さ最大値	H^{MAX}	mm	１路線中の最大腐食深さ（継手部分も含む）
腐食深さ平均値	$\overline{H}$	mm	１路線を５cm毎の区間に区切り，各区間で測定された最大腐食深さの平均値（継手部も５cm相当の直管部として扱う）
平均肉厚減（重量法）（直管部）	$\overline{D_W}$	mm	腐食による重量減少量より求めた直管部の平均肉厚減 $\overline{D_W} = \left(D_0 - \sqrt{\frac{4W}{7.86\pi\ell} + D_i^2}\right) \times \frac{1}{2}$ 但しW：ブラスト後の管重量〔 g 〕 D_0：健全部外径〔 mm 〕 D_i：管内径　〔 mm 〕 ℓ：管　長　〔 m 〕
平均肉厚減（レーザー法）（直管部）	$\overline{D_L}$	mm	レーザー式管厚自動測定機で求めた直管部の平均肉厚減

⑤ 腐食環境因子の定義

腐食環境因子	記号	単位	内容
管対地電位	P/S^{NOB}	−mV （注1）	各調査箇所（注2）で測定した管対地電位の最高値（最貴値）
	$\overline{P/S}$	−mV （注1）	各調査箇所で測定した管対地電位の平均値
	P/S_{IN}	−mV （注1）	A点切断後の建物側の管対地電位
	P/S_{A-C}	−mV （注1）	A，C点切断後のAC間の供内管の管対地電位
	P/S_{MAIN}	−mV （注1）	C点切断後の本支管の管対地電位
管対地電位勾配	$\triangle P/S$	mV	調査箇所Cの管対地電位から調査箇所Aの管対地電位を引いた値
プローブ電流	I_{PR}^{MAX}	mA	各調査箇所で測定したプローブ（4.76cm^2）からの流出電流の最大値
	$\overline{I_{PR}}$	mA	各調査箇所で測定したプローブ（4.76cm^2）からの流出電流の平均値
管内電流	I_{PIPE}	mA	クリップオン電流計で測定した切断前の管内電流（建物側から本支管方向への電流を＋とする。）
	I_{PIPE}^{A}	mA	ゼロシャント電流計で測定した切断後の管内電流（建物側から本支管方向への電流を＋とする。）
接地抵抗	R_{TOTAL}	Ω	切断前の接地抵抗
	R_{IN}	Ω	A点切断後の建物側の管の接地抵抗
	R_{MAIN}	Ω	C点切断後の本支管の接地抵抗
	$\overline{R_{A-C}}$	$\Omega \cdot m^2$	A，C点切断後のAC間の供内管の単位面積当りの接地抵抗
被覆漏れ抵抗	ω	$\Omega \cdot m^2$	切断後のサンプル管の被覆漏れ抵抗の最小値

腐食環境因子	記号	単位	内容
土壌比抵抗	ρ^{MIN}	Ω·cm	各調査箇所で測定したプローブ土壌比抵抗の最小値
	$\overline{\rho}$	Ω·cm	各調査箇所で測定したプローブ土壌比抵抗の平均値
	ρ_{BOX}^{MIN}	Ω·cm	各調査箇所でサンプリングした土壌の土壌箱による土壌比抵抗の最小値
分極抵抗	R_P^{MIN}	Ω	各調査箇所で測定したプローブ（4.76cm^2）の分極抵抗の最小値
	$\overline{R_P}$	Ω	各調査箇所で測定したプローブ（4.76cm^2）の分極抵抗の平均値
腐食電位	$E_{CORR}^{LESSNOB}$	−mV （注1）	各調査箇所で測定したプローブの腐食電位の最低値（最卑値）
	$\overline{E_{CORR}}$	−mV （注1）	各調査箇所で測定したプローブの腐食電位の平均値
湧水	WATER	−	各調査箇所における湧水の分類コード（0；無，1；有，2；多い）の最大値
土質	SQ	−	各調査箇所における土質分類コード（1；砂，2；砂質シルト，3；シルト，4；シルト質粘土，5；粘土）の最大値
土の色	SCL	−	各調査箇所における土の色の分類コード（1；茶，2；灰，3；黒，4；青灰）の最大値
酸化還元電位	ORP	mV（注3）	各調査箇所で測定した酸化還元電位の最小値
レドックス換算値	RED	mV	（注4）各調査箇所で測定した酸化還元電位のpH補正値の最小値
pH	PH	−	各調査箇所でサンプリングした土壌のpHの最小値
含水比	WR	%	各調査箇所でサンプリングした土壌の含水比の最大値
細粒分	SP	%	各調査箇所でサンプリングした土壌の74μm標準網ふるい通過質量百分率の最大値

（注1）管対地電位，腐食電位は飽和硫酸銅基準。
（注2）各調査箇所とは，建物飛込部(A)，供給管取出部(C)，及びAとCとの中間点(B)の3箇所をいう。
（注3）酸化還元電位は銀−塩化銀電極を使用。
（注4）レドックス換算値＝酸化還元電位＋60×（「pH」−7.0）＋204

⑥ 腐食状況

・全路線で漏洩は認められなかったが、ｼｮｯﾄﾌﾞﾗｽﾄ後貫通孔 2 ケ所発見
（S30 年代鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造り建物、白ガス管）

・亜鉛メッキ管は全面的な腐食、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管は局部的な腐食の傾向有

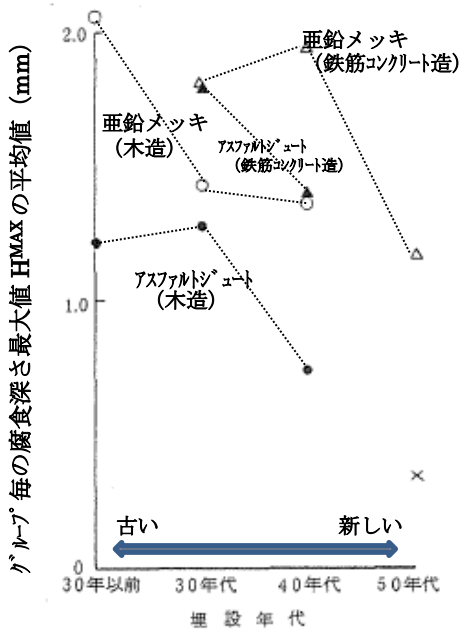
⑦ 腐食評価量に及ぼす建物構造、塗覆装、年代の影響

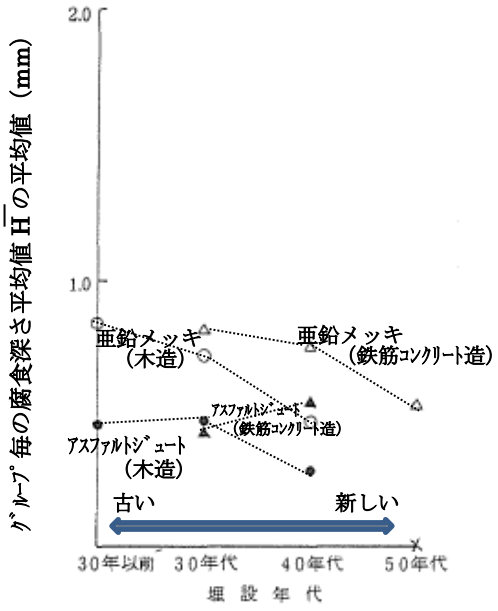
腐食深さ最大値（H^{MAX}:路線中の最大腐食深さ)及び腐食深さ平均値（$\bar{H}$:5cm毎の最大腐食深さの平均値）の年代別分布、腐食深さ最大値のｸﾞﾙｰﾌﾟ毎の平均値及び年代別ヒストグラムより、以下の知見が得られた。

・木造建物の腐食深さは、鉄骨または鉄筋コンクリート造り建物に比べて小さい

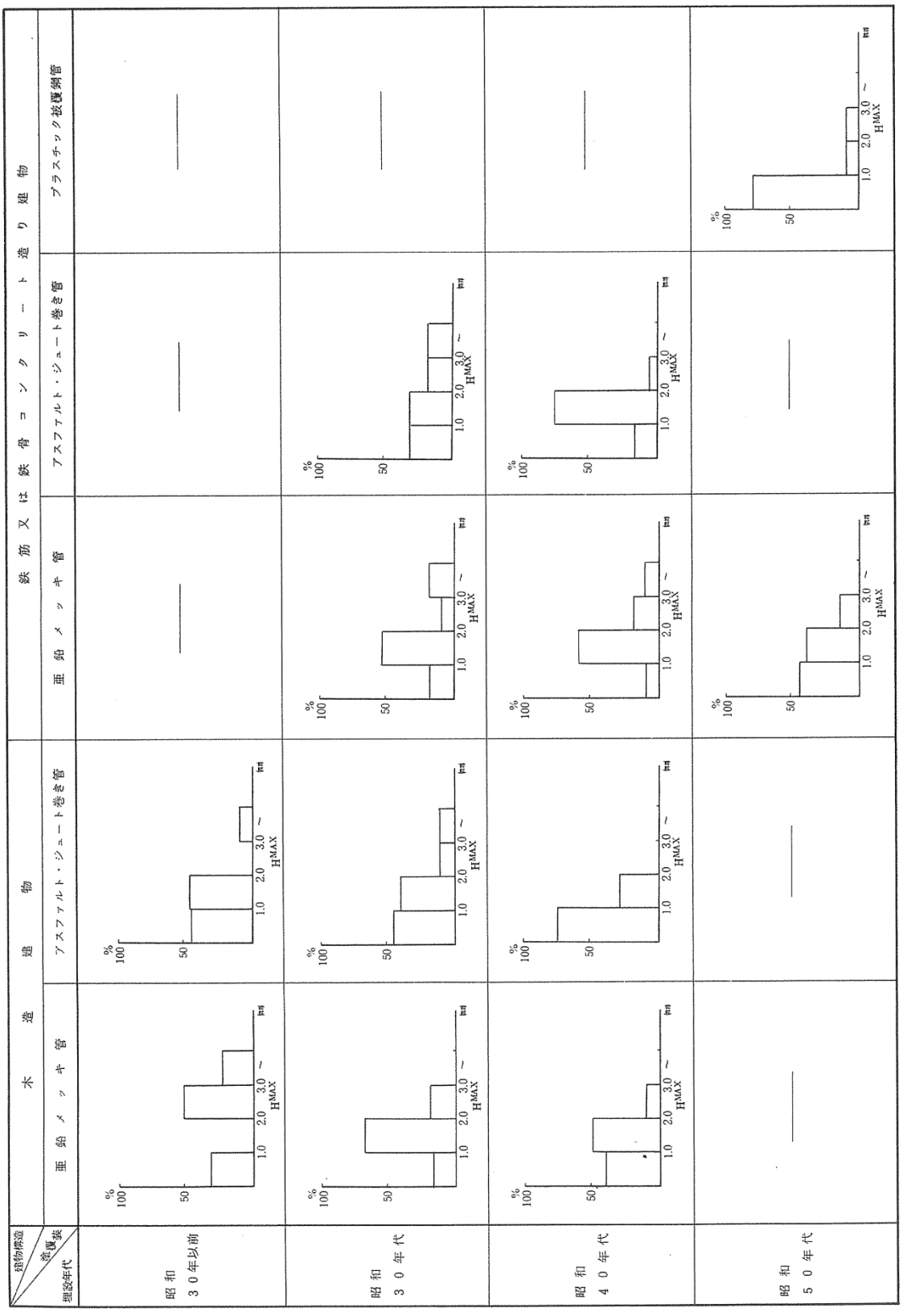
・ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の腐食深さは、亜鉛メッキ管に比べて小さい

・年代別の腐食深さは、埋設年度が古くなるほど大きくなる傾向有
（図中の分布が同ｸﾞﾙｰﾌﾟ内で左上がり）





＜腐食深さ最大値の年代別ヒストグラム＞

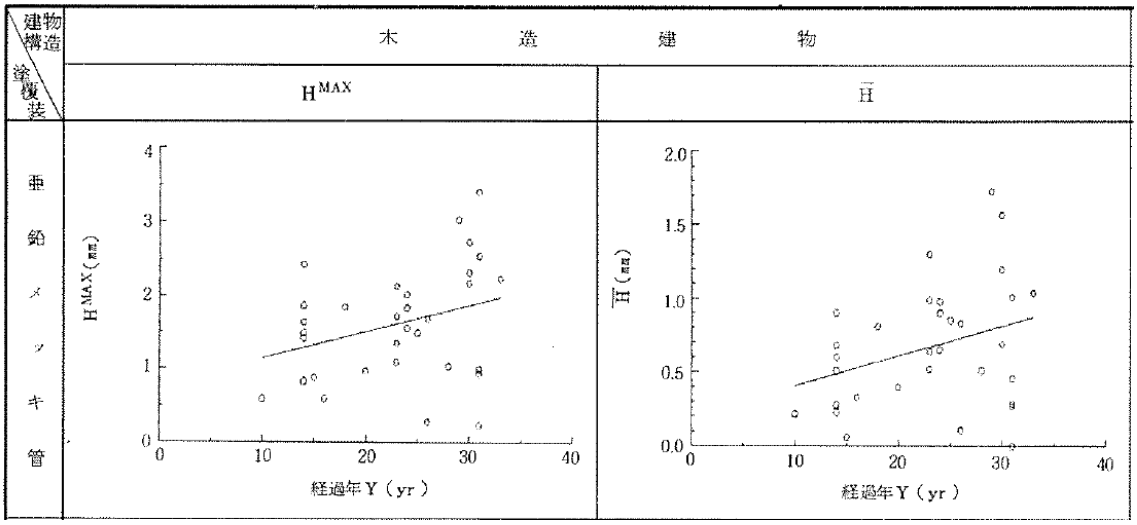


⑧ 腐食評価量と埋設経過年の相関

ｸﾞﾙｰﾌﾟ毎の腐食深さ最大値（H^{MAX})及び腐食深さ平均値（$\overline{H}$）と埋設経過年（10 年～30 年）との相関係数は低い***（r=0.3 程度）

グループ ＼ 腐食評価量			H^{MAX}		$\overline{H}$		データ数
			回帰式	相関係数	回帰式	相関係数	
木造建物	亜鉛メッキ管	WZ	0.036Y＋0.763	0.32	0.020Y＋0.211	0.32	32
	アスファルト・ジュート巻き管	WA	0.034Y＋0.261	0.27	0.014Y＋0.063	0.29	33
鉄筋又は鉄骨コンクリート造り建物	亜鉛メッキ管	CZ	0.041Y＋1.004	0.32	0.024Y＋0.312	0.41	34
	アスファルト・ジュート巻き管	CA	0.049Y＋0.656	0.30	0.005Y＋0.472	0.09	22
	プラスチック被覆鋼管	CP	−0.122Y+1.188	−0.35	−0.004Y+0.037	−0.39	12

＜散布図(例)＞



***相関係数の 5%有意水準内に収まらず相関係数は低い

相関係数有意水準（n=32）　危険率 1%：0.448，危険率 5%：0.349，危険率 10%：0.296

⑨ 腐食評価量と腐食環境因子の相関

・腐食速度に関しては、相関が見られるのは以下の因子

亜鉛メッキ管　　：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流（r=0.47~0.57)、分極抵抗（r=0.26~0.35)、
（ﾃﾞｰﾀ数：66p）　管対地電位（r=0.21~0.29)、土壌比抵抗（r=0.28~0.32)、
含水比（r=0.14~0.34）

相関係数有意水準　危険率 1%：0.315，危険率 5%：0.242，危険率 10%：0.204

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　：管対地電位（r=0.47~0.53）、管内電流（r=0.30~0.42）、
（ﾃﾞｰﾀ数：55p）　ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流（r=0.22~0.35）

相関係数有意水準　危険率 1%：0.344，危険率 5%：0.266，危険率 10%：0.224

・腐食深さに関しては、相関が見られるのは以下の因子（S30，S40 年代）

亜鉛メッキ管　：管対地電位（r=0.47~0.55）、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流（r=0.60~0.62）、
（ﾃﾞｰﾀ数：43p）　分極抵抗（r=0.40~0.48）、土壌比抵抗（r=0.24~0.31）、
含水比（r=0.19~0.36）

相関係数有意水準　危険率 1%：0.388，危険率 5%：0.301，危険率 10%：0.254

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　：管対地電位（r=0.46~0.55）、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流（r=0.27~0.38）、
（ﾃﾞｰﾀ数：44p）　分極抵抗（r=0.25~0.32）、含水比（r=0.21~0.34）

相関係数有意水準　危険率 1%：0.384，危険率 5%：0.297，危険率 10%：0.251

・PH、ﾚﾄﾞｯｸｽ電位については、今回データは測定範囲が狭い範囲に限られており、既知の知見と異なる逆相関（±）となった

・よって、腐食評価量と相関の強い環境因子は以下の５因子

管対地電位、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流、土壌比抵抗、分極抵抗、含水比

	腐食速度（H^{MAX}/Y, $\overline{H}/Y$）		腐食深さ（H^{MAX}, $\overline{H}$）	
	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
	n=66	n=55	n=43	n=44
管対地電位	逆相関	逆相関（強い）	逆相関（強い）	逆相関（強い）
ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流	正相関（強い）	正相関	正相関（強い）	正相関
土壌比抵抗	逆相関	－	逆相関	－
分極抵抗	逆相関（強い）	－	逆相関（強い）	逆相関
含水比	正相関	－	正相関	正相関

⑩ 腐食環境因子による腐食評価量の定量化

腐食評価量（H^{MAX}）を下表に示す腐食環境因子による多変量解析で、推定値と実測値の比較的妥当な相関が得られた。

表 7.1①　腐食環境因子による腐食評価量の定量化の概要

No.	目　　的	解析手法	解析対象物件	腐食評価量	腐食環境因子	備　考
1	供内管の腐食深さの推定及び寄与率の高い腐食環境因子の抽出	数量化理論Ⅰ類	＜全物件＞（プラスチック被覆鋼管を除く）	H^{MAX}	建物構造，塗覆装，埋設年代，管対地電位P/S^{NOB}，土壌抵抗比ρ^{MIN}の５因子	⑪に結果を示す。
			＜木造建物＞	H^{MAX}	塗覆装，埋設年代，土壌比抵抗ρ^{MIN}の３因子	
2	供内管の腐食深さの推定	重回帰分析	＜全物件＞ ・亜鉛メッキ管 ・アスファルト・ジュート巻き管	H^{MAX}	経過年$Y^{0.5}$，管対地電位P/S^{NOB}，土壌比抵抗$(\rho^{MIN})^{-0.5}$の３因子	⑫に結果を示す。
			＜木造建物＞ ・亜鉛メッキ管 ・アスファルト・ジュート巻き管	H^{MAX}	経過年$Y^{0.5}$，土壌比抵抗$(\rho^{MIN})^{-0.5}$の２因子	
3	理論的，経験的に策定されている腐食深さ推定式の妥当性の検証	相関分析	＜全物件＞ ・亜鉛メッキ管 ・アスファルト・ジュート巻き管 ・プラスチック被覆鋼管	H^{MAX}	経過年Y，管対地電位P/S^{NOB}，土壌比抵抗ρ^{MIN}，腐食電位$\overline{E_{CORR}}$，分極抵抗$\overline{R_P}$の５因子	⑬に結果を示す。
			＜全物件＞ ・亜鉛メッキ管 ・アスファルト・ジュート巻き管 ・プラスチック被覆鋼管	H^{MAX}	経過年Y，プローブ電流I_{PR}^{MAX}，土壌比抵抗ρ^{MIN}の３因子	

⑪ 数量化理論 I 類による解析

a) 木造及び鉄筋・鉄骨建物を対象とした解析結果（表 7.2①、図 7.2①）

・腐食深さ最大値（H^{MAX}）に影響の大きい環境因子

管対地電位（P/S^{NOB}）＞土壌比抵抗（ρ^{MIN}）＞埋設年代＞塗覆装＞建物構造

・腐食環境因子の影響は以下の通り一般的に言われている「管対地電位が高いほど、土壌比抵抗が低いほど、そして年代が古いほど腐食が大きくなる」傾向と一致する

（建物、塗覆装の影響が小さいのは、既に管対地電位等に反映されているためである）

・実測値と推定値の間には、0.599 という相関が認められ、この 5 因子から腐食評価量を推定することはある程度可能である

・ただし、推定値が大きくなるほど、実測値は推定値よりも大きくなるので要注意

b) 木造建物を対象とした解析結果（表 7.2②、図 7.2②）

・腐食深さ最大値（H^{MAX}）に影響の大きい環境因子

土壌比抵抗（ρ^{MIN}）＞塗覆装＞埋設年代

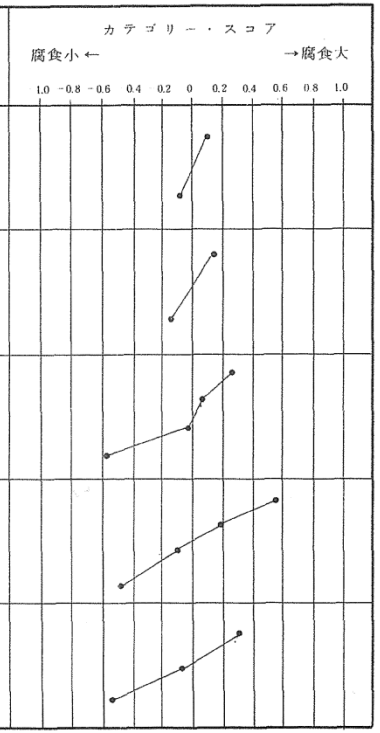
・実測値と推定値の間には、0.541 という相関が認められ、この 3 因子から腐食評価量を推定することはある程度可能である

・ただし、推定値が大きくなるほど、実測値は推定値よりも大きくなるので要注意

表7.2① 数量化理論Ⅰ類によるカテゴリー・スコア（木造および鉄筋・鉄骨建物を対象）

解析No.	77
対象物件	全物件（プラスチック被覆鋼管を除く）
データ数	121
目的変数	H^{MAX}
相関係数	0.590
平均	1.451

No.	アイテム	カテゴリー	カテゴリー・スコア
1	建物構造	鉄筋又は鉄骨コンクリート造り建物	0.093
		木造建物	−0.080
2	塗覆装	亜鉛メッキ管	0.149
		アスファルト・ジュート巻き管	−0.178
3	埋設年代	昭和30年以前	0.265
		昭和30年代	0.072
		昭和40年代	−0.027
		昭和50年代	−0.582
4	管対地電位 P/S^{NOB} (−mV)	＜400	0.543
		400≦ ＜500	0.198
		500≦ ＜600	−0.091
		600≦	−0.507
5	土壌比抵抗 ρ_{MIN} (Ω・cm)	＜3,000	0.313
		3,000≦ ＜7,000	−0.078
		7,000≦	−0.549



（計算例）

推定値 ＝ 平均値＋建物構造＋塗覆装＋埋設年代＋管対地電位＋土壌比抵抗
（H_{CAL1}）　（木造建物）　（亜鉛メッキ）　（昭和30年代）　（−460mV）　（2,000Ω・cm）

2.103mm ＝ 1.451 − 0.080 ＋ 0.149 ＋ 0.072 ＋ 0.198 ＋ 0.313

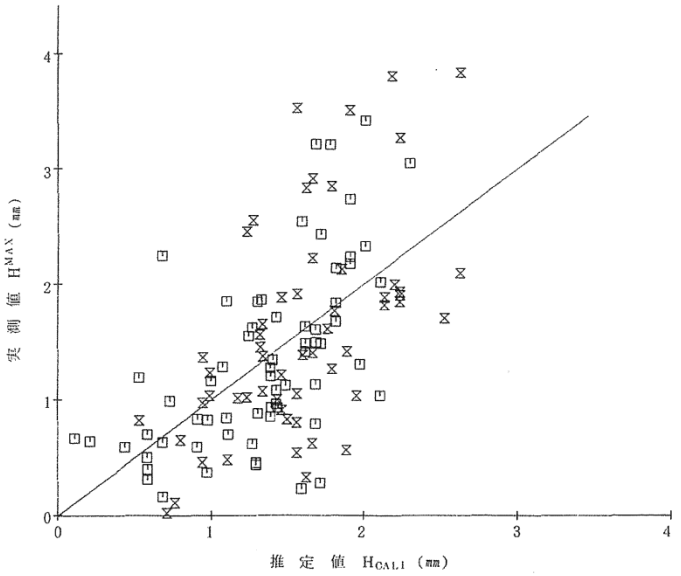


図7.2① カテゴリー・スコアより求めた推定値と実測値との関係

（実線は $H^{MAX}=H_{CAL1}$）

□ 木造建物
⧖ 鉄筋又は鉄骨コンクリート造り建物

図7.2① カテゴリー・スコアより求めた推定値と実測値との関係

表 7.2②　数量化理論Ⅰ類によるカテゴリー・スコア（木造建物を対象）

解析 No	83
対象物件	木造建物
データ数	65
目的変数	H^{MAX}
相関係数	0.541
平均	1.337

No	アイテム	カテゴリー	カテゴリー・スコア
1	塗覆装	亜鉛メッキ管	0.267
		アスファルト・ジュート巻き管	−0.259
2	埋設年代	昭和30年以前	0.226
		昭和30年代	0.013
		昭和40年代	−0.240
3	土壌比抵抗 ρ^{MIN} (Ω・cm)	＜3,000	0.255
		3,000≦ ＜7,000	−0.141
		7,000≦	−0.431

カテゴリー・スコア　腐食小 ← → 腐食大

1.0 −0.8 −0.6 0.4 −0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0

（計算例）

推定値 ＝ 平均値＋塗　覆　装＋埋　設　年　代＋土　壌　比　抵　抗
（H_{CAL2}）　（亜鉛メッキ）　（昭和30年代）　（5,000Ω・cm）

1.476mm＝ 1.337＋ 0.267 ＋ 0.013 — 0.141

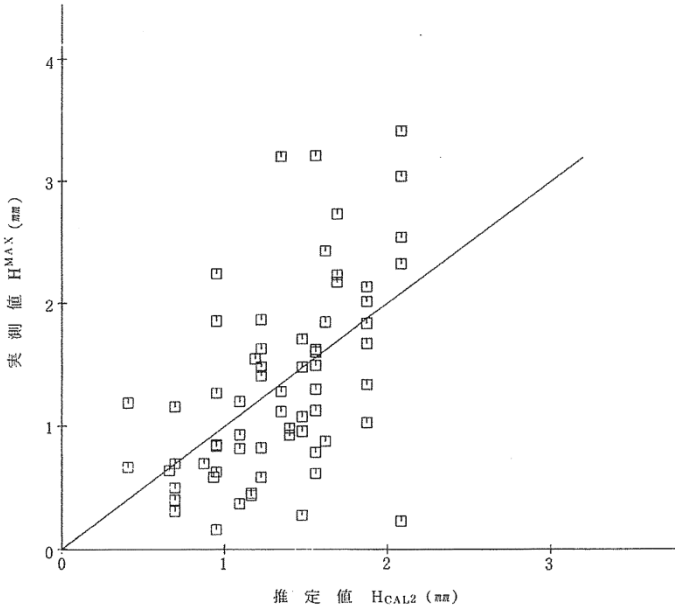


図 7.2(2)　カテゴリー・スコアより求めた推定値と実測値の関係

（実線は $H^{MAX}=H_{CAL2}$）

図 7.2②　カテゴリー・スコアより求めた推定値と実測値の関係

（実線は $H^{MAX}=H_{CAL2}$）

⑫　重回帰分析による解析

a)木造及び鉄筋・鉄骨建物を対象とした解析結果（表 7.3①、図 7.3①）

・目的変数に$H^{MAX}／Y^{0.5}$を、説明変数に管対地電位(P/S^{NOB})と土壌比抵抗の指数関数（$(\rho^{MIN})^{-0.5}$）を用いると、実測値と測定値の間に比較的良い相関が得られた

・その相関は、「管対地電位が高いほど、土壌比抵抗が低いほど腐食が大きくなる」という一般的な傾向値一致している。

・実測値と推定値の間の相関係数は、亜鉛メッキ管で 0.593、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管で 0.556 であり、腐食評価量を、経過年数、管対地電位及び土壌比抵抗である程度推定することは可能である

b)木造建物を対象とした解析結果（表 7.3②、図 7.3②）

・目的変数に$H^{MAX}／Y^{0.5}$を、説明変数に土壌比抵抗の指数関数（$(\rho^{MIN})^{-0.5}$）を用いると、実測値と測定値の間に比較的良い相関が得られた

・実測値と推定値の間の相関係数は、亜鉛メッキ管で 0.497、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管で 0.386 であり、木造建物における腐食評価量を、経過年数と土壌比抵抗の 2 因子だけである程度推定することは可能である

c)最大腐食深さ推定式への展開

・推定値と実測値の関係（差異）から、**最大腐食深さ推定式は、標準偏差分だけ安全側へシフトさせた式（H_{CAL6}，H_{CAL8}）が適当である**（表 7.3③）

表7.3③ 重回帰分析に基づいて策定された最大腐食深さ推定式

解析対象	最大腐食深さ推定式	係数	塗覆装	
			亜鉛メッキ	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ
木造及び鉄筋・鉄骨建物	重回帰式（変形式） $H_{CAL5}=\{A_1+B_1\cdot P/S^{NOB}+C_1\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}\}\cdot Y^{0.5}$	A1	0.447	0.63
		B1	−0.00083	−0.00093
	重回帰式分析結果に標準偏差を加えて変形した式 $H_{CAL6}=\{A_1+B_1\cdot P/S^{NOB}+C_1\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}+\sigma_1\}\cdot Y^{0.5}$	C1	21.33	8.17
		σ1	0.171	0.146
木造建物	重回帰式（変形式） $H_{CAL7}=\{A_2+B_2\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}\}\cdot Y^{0.5}$	A2	0.058	0.076
		B2	15.96	7.87
	重回帰式分析結果に標準偏差を加えて変形した式 $H_{CAL8}=\{A_2+B_2\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}+\sigma_2\}\cdot Y^{0.5}$	−	−	−
		σ2	0.133	0.132

表 7.3①　重回帰分析結果（木造および鉄筋・鉄骨建物を解析対象）

重回帰式；$H^{MAX}/Y^{0.5} = A_1 + B_1 \cdot P/S^{NOB} + C_1 \cdot (\rho^{MIN})^{-0.5}$

解析対象＼回帰係数	A_1	B_1 管対地電位 P/S^{NOB} 〔−mV〕	C_1 土壌比抵抗 $(\rho^{MIN})^{-0.5}$ 〔Ω·cm〕	相関係数	標準偏差 σ_1
全亜鉛メッキ管	0.447	-8.30×10^{-4}	21.33	0.593	0.171
全アスファルト・ジュート巻き管	0.630	-9.30×10^{-4}	8.17	0.556	0.146

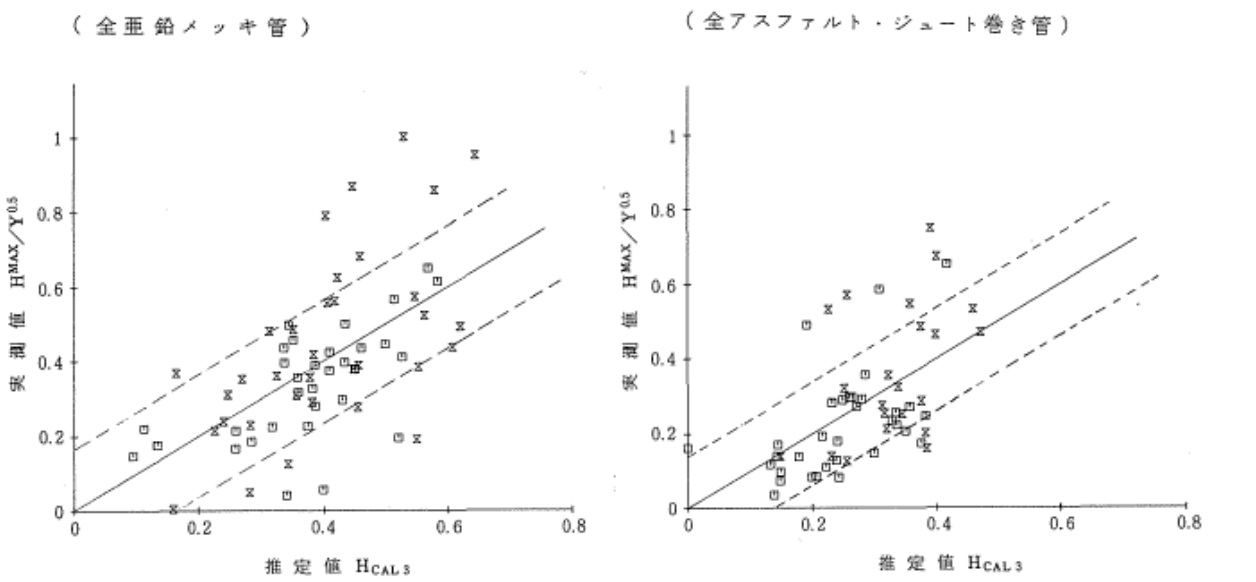


図 7.3①　重回帰式より求めた推定値と実測値との関係

$H_{CAL3} = A_1 + B_1 \cdot P/S^{NOB} + C_1 \cdot (\rho^{MIN})^{-0.5}$

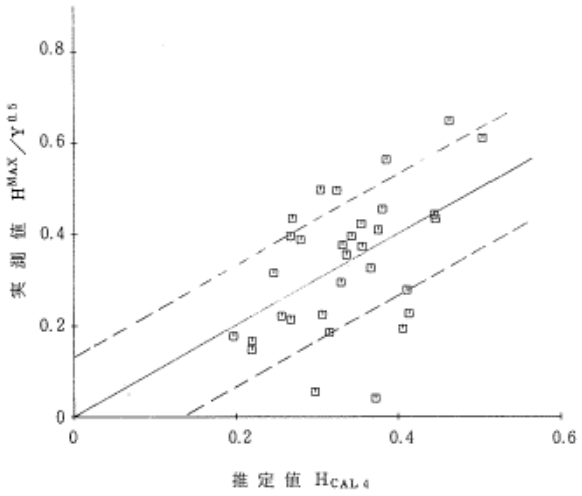
（実線は $H^{MAX}/Y^{0.5} = H_{CAL3}$，破線は $H^{MAX}/Y^{0.5} = H_{CAL3} \pm \sigma_1$）

表 7.3②　重回帰分析結果（木造建物を解析対象）

重回帰式；$H^{MAX}/Y^{0.5} = A_2 + B_2 \cdot (\rho^{MIN})^{-0.5}$

グループ ＼ 回帰係数	A_2	B_2 土壌比抵抗 $(\rho^{MIN})^{-0.5}$ 〔Ω·cm〕	相関係数	標準偏差 σ_2
木造・亜鉛メッキ管	0.058	15.96	0.497	0.133
木造・アスファルト・ジュート巻き管	0.076	7.87	0.386	0.132

（木造・亜鉛メッキ管）



（木造・アスファルト・ジュート巻き管）

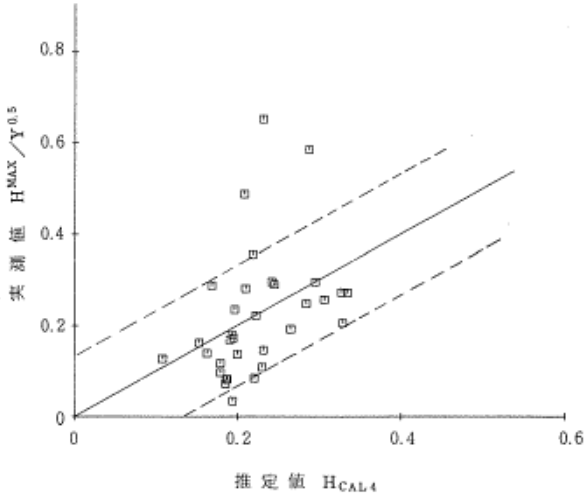


図 7.3②　重回帰式より求めた推定値と実測値との関係

$H_{CAL4} = A_2 + B_2 \cdot (\rho^{MIN})^{-0.5}$

（実線は $H^{MAX}/Y^{0.5} = H_{CAL4}$，破線は $H^{MAX}/Y^{0.5} = H_{CAL4} \pm \sigma_2$ ）

⑬　半理論式の測定データによる検証

a)　半理論式の考え方

・式の形式

腐食速度　＝　ﾐｸﾛｾﾙ腐食速度　＋　ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度

腐食深さ　＝　腐食速度　×　経年指数

・ﾐｸﾛｾﾙ腐食速度（mm/y）

式　1：ﾐｸﾛｾﾙ腐食速度　＝　$27.3/\overline{R_P}$

式　2：ﾐｸﾛｾﾙ腐食速度　＝　$44.2\ (\rho^{MIN})^{-0.5}$

ただし、$\overline{R_P}$：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗平均値，ρ^{MIN}：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗最小値

・ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度（mm/y）

式　1：ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度　＝　$K_1\times(\overline{E_{CORR}}-1.25P/S^{NOB}+7.5)^{1.1}/(\rho^{MIN})^{-0.5}$

式　2：ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度　＝　$K_2\times I_{PR}^{MAX}$

ただし、$\overline{E_{CORR}}$：ﾌﾟﾛｰﾌﾞ腐食電位の平均値，

I_{PR}^{MAX}：電流流出個所のﾌﾟﾛｰﾌﾞ最大電流値，

P/S^{NOB}：管対地電位最貴値，

K_1：亜鉛メッキ管（0.05）、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（0.06）

K_2：亜鉛メッキ管（0.8）、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（0.9）

・経年指数

式　1：経年指数　＝（$1-e^{-0.1Y}$）／0.1

式　2：経年指数　＝　$Y^{0.5}$

・腐食深さ推定式

式　1：

$$H_{CAL9}=\left\{27.3/\overline{R_P}+K_1\times\overline{(E_{CORR}}-1.25P/S^{NOB}+7.5)^{1.1}/(\rho^{MIN})^{-0.5}\right\}\cdot(1-e^{-0.1Y})/0.1$$

式　2：

$$H_{CAL10}=\left\{44.2\ (\rho^{MIN})^{-0.5}+K_2\times I_{PR}^{MAX}\right\}\cdot Y^{0.5}$$

b)　半理論式と今回データとの照合（表 7.4②、図 7.4①）

・亜鉛メッキ管では、両式（提案 1&2）とも推定値と実測値はかなり良い一致

・ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管では、両式とも推定値は実測値よりもかなり大となる

これは、塗覆装の欠陥の程度に左右される要因が大であるためと考えられる

・両式とも実測値で大きな腐食深さを有するものは推定値でも大きく判定しており、診断式として十分実用可能

⑭　腐食評価量の腐食環境因子による定量化検討結果総括

最大腐食深さ推定式一覧表　　：　表 8.1①

最大腐食深さ推定値と実測値の関係　：　図 8.1①

表7.4②　最大腐食深さ推定値（H_{CAL_9}，$H_{CAL_{10}}$）と実測値（H^{MAX}）との関係

グループ			データ数	H_{CAL_9}			$H_{CAL_{10}}$		
建物構造	塗覆装	略称	N	相関係数	回帰係数A	回帰係数B	相関係数	回帰係数A	回帰係数B
木造建物	亜鉛メッキ管	WZ	32	0.469	0.728	0.446	0.590	0.701	0.436
	アスファルト・ジュート巻き管	WA	33	0.626	0.332	0.413	0.490	0.505	0.253
鉄筋コンクリート造り又は鉄骨造り建物	亜鉛メッキ管	CZ	34	0.781	0.533	0.612	0.732	0.785	0.510
	アスファルト・ジュート巻き管	CA	22	0.456	0.648	0.429	0.330	1.111	0.226
	プラスチック被覆鋼管	CP	4	−0.717	2.565	−0.376	−0.591	1.725	−0.147
全亜鉛メッキ管			66	0.668	0.573	0.556	0.667	0.751	0.466
全アスファルト・ジュート巻き管			55	0.564	0.410	0.445	0.372	0.784	0.226
全アスファルト・ジュート巻き，亜鉛メッキ管			121	0.600	0.515	0.496	0.488	0.813	0.322
全物件			125	0.490	0.711	0.372	0.385	0.966	0.231

注）回帰係数A，B　　$H^{MAX} = A + B \times H_{CAL}$

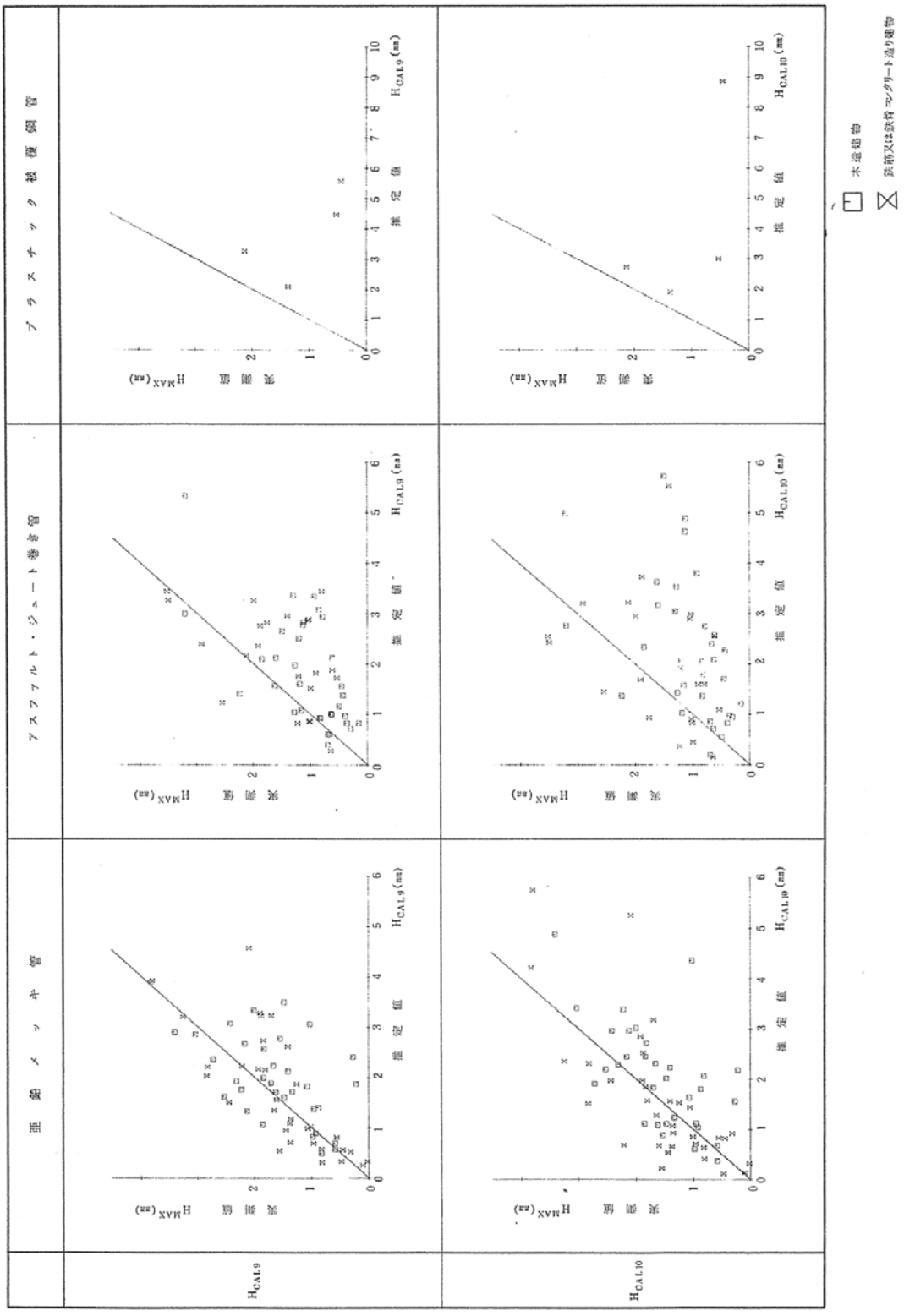
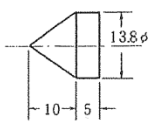


図 7.4① 最大腐食深さ推定値（C_{CAL9}，H_{CAL10}）と実測値（H^{MAX}）との関係

（実線は $H^{MAX} = H_{CAL}$）

表8.1①　最大腐食深さ推定式の一覧表

		測定項目	測定条件	最大腐食深さ推定式	式の策定法	適用範囲 C/S系マクロセル腐食診断	適用範囲 一般腐食診断 地域単位	適用範囲 一般腐食診断 建物単位	確度	注意点
						建物単位				
重回帰式	H_{CAL8}	ρ ：土壌比抵抗の最小値〔Ω・cm〕 Y ：経過年〔yr〕		＜木造・亜鉛メッキ管＞ $H_{CAL8} = (0.19+16.0/\sqrt{\rho})\sqrt{Y}$ ＜木造・アスファルト・ジュート巻き管＞ $H_{CAL8} = (0.21+7.87/\sqrt{\rho})\sqrt{Y}$	・7.3節に示した重回帰分析結果に，標準偏差分を加えて式を変形。	×	○	×	△	・診断確度は低いが，一般腐食の地域単位の診断には適用可能。 ・今回の調査データから最適係数を定めたものであるため，今後データを収集，検証する必要がある。
重回帰式	H_{CAL6}	P/S ：管対地電位の最高値（最貴値）〔mV〕(注) ρ ：土壌比抵抗の最小値〔Ω・cm〕 Y ：経過年〔yr〕	P/S測定には飽和硫酸銅照合電極を使用。	＜亜鉛メッキ管＞ $H_{CAL6} = (0.62+0.00083P/S+213/\sqrt{\rho})\sqrt{Y}$ ＜アスファルト・ジュート巻き管＞ $H_{CAL6} = (0.78+0.00093P/S+8.17/\sqrt{\rho})\sqrt{Y}$	・亜鉛メッキ管，アスファルト・ジュート巻き管については，7.3節に示した重回帰分析結果に標準偏差分を加えて式を変形。	○	×	○	○	・プラスチック被覆鋼管については適用外。 ・今回の調査データから最適係数を定めたものであるため，今後データを収集，検証する必要がある。
半理論式	H_{CAL9}	R_P ：分極抵抗の平均値〔Ω〕 S_P ：分極抵抗測定用プローブの表面積〔cm^2〕 P/S ：管対地電位の最高値（最貴値）〔mV〕(注) ρ ：土壌比抵抗の最小値〔Ω・cm〕 E_{CORR} ：腐食電位の平均値〔mV〕(注) Y ：経過年〔yr〕	P/S，E_{CORR} 測定には飽和硫酸銅照合電極を使用。	$H_{CAL9} = \left\{\frac{130}{R_P \cdot S_P} + K_1 \frac{(-E_{CORR}+1.25P/S+75)^{1.1}}{\rho^{0.6}}\right\} \frac{1-e^{-0.1Y}}{0.1}$ 管種／係数 K_1：亜鉛メッキ管 0.05／アスファルト・ジュート巻き管 0.06／プラスチック被覆鋼管 0.11	・7.4節で検証した半理論式を採用。 ・プラスチック被覆鋼管については，本試験データだけでは検証不可能なため，実績のある係数を転用。	○	×	○	◎	
半理論式	H_{CAL10}	I_{PR} ：プローブ電流の最大値〔mA〕 ρ ：土壌比抵抗の最小値〔Ω・cm〕 Y ：経過年〔yr〕	表面積4.76cm^2，下図の形状のプローブを使用。  	$H_{CAL10} = (4.42/\sqrt{\rho}+K_2 \cdot I_{PR})\sqrt{Y}$ 管種／係数 K_2：亜鉛メッキ管 0.8／アスファルト・ジュート巻き管 0.9／プラスチック被覆鋼管 1.4	・7.4節で検証した半理論式を採用。 ・プラスチック被覆鋼管については，本試験データだけでは検証不可能なため，実績のある係数を転用。	○	×	○	◎	・プローブの表面積，形状が異なると，係数を変更する必要がある。

(注) 7.での解析においては絶対値で扱ってきたが，現場への適用においては実データを直接代入できるようにしている。

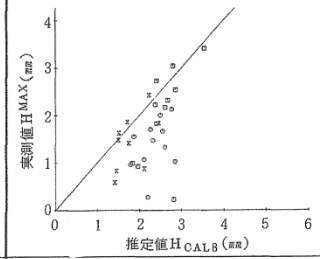
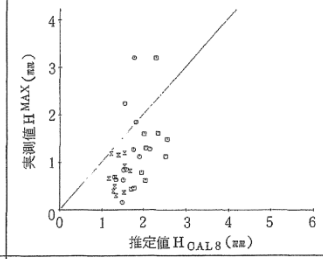
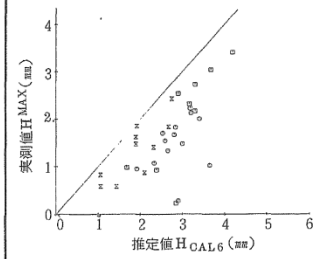
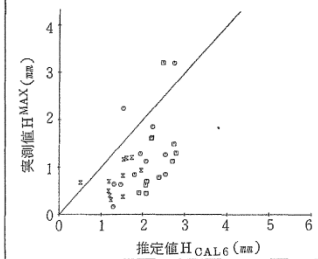
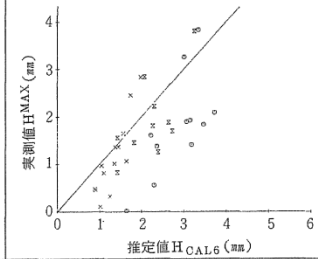
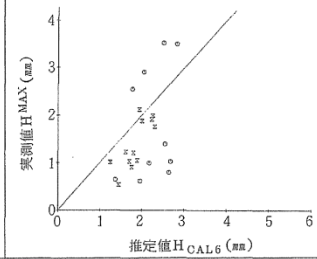
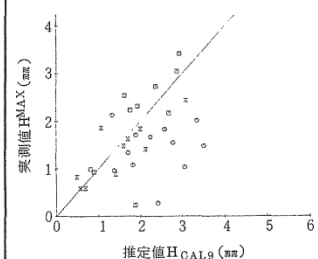
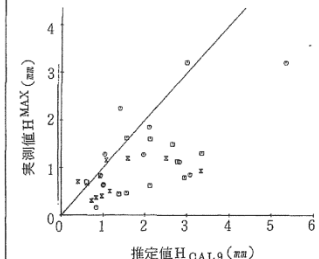
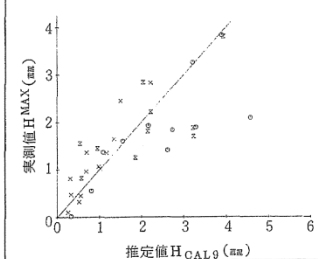
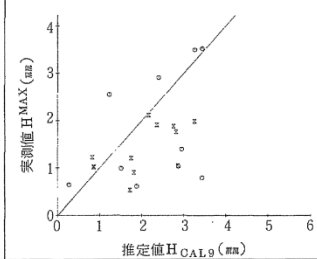
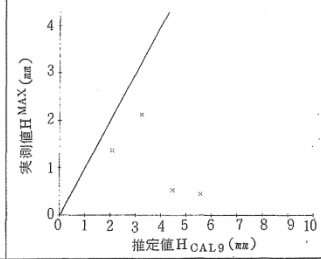
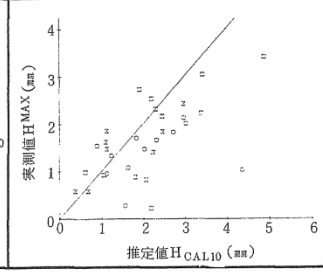
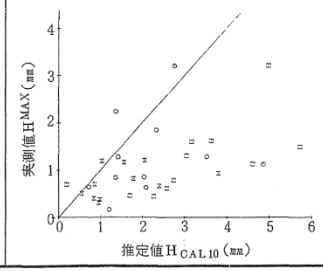
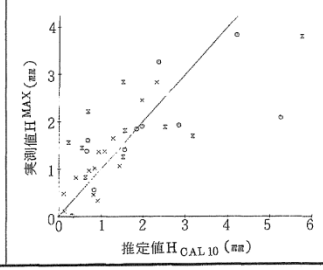
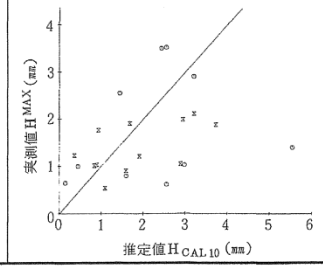
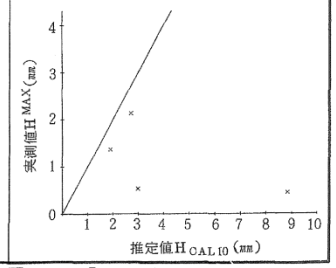
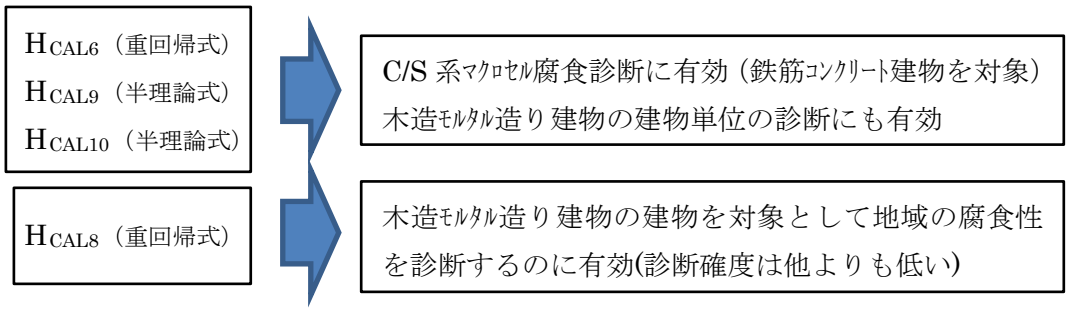
最大腐食深さ推定式 ＼ 建物構造・塗覆装	木造建物		鉄筋，鉄骨コンクリート造り建物		
	亜鉛メッキ管	アスファルト・ジュート巻き管	亜鉛メッキ管	アスファルト・ジュート巻き管	プラスチック被覆鋼管
重回帰式 H_{CAL8}			―	―	―
重回帰式 H_{CAL6}					―
半理論式 H_{CAL9}					
半理論式 H_{CAL10}					

図 8.1① 最大腐食深さの推定値（H_{CAL}）と実測値（H^{MAX}）との関係
（実線は $H^{MAX}=H_{CAL}$）

□ 昭和30年以前　○ 昭和30年代　⧖ 昭和40年代　× 昭和50年代

⑮　本調査結果からの現場への適用

a)最大腐食推定式



＜留意事項＞

・今後データを収集・検証することにより確度を高めることが望ましい

・PH、ﾚﾄﾞｯｸｽ電位の影響が強く表れる「PH≦4（化学工場、温泉等)」、「ﾚﾄﾞｯｸｽ電位≦0（泥炭地、沼地等)」のデータは含まれていないため、別途検証する必要がある

b)適用方法

ⅰ）C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の調査・評価方法（建物単位に実施する手法）

・ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電位差測定法　　H_{CAL9}（半理論式）

$$H_{CAL9}=27.3/R_P+K_1\times(\overline{E_{CORR}}-1.25P/S^{NOB}+7.5)^{1.1}/(\rho^{MIN})^{-0.5}\cdot(1-e^{-0.1Y})/0.1$$

亜鉛メッキ管：K_1=0.05 , ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：K1=0.06

・ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流測定法　　H_{CAL10}（半理論式）

$$H_{CAL10}=44.2(\rho^{MIN})^{-0.5}+K_2\times I_{PR}^{MAX}\cdot Y^{0.5}$$

亜鉛メッキ管：　K_2=0.8 , ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：　K2=0.9

・簡易測定法（P/S、 ρ 測定法）　H_{CAL6}（重回帰式）

$$H_{CAL6}=\left\{A+B\cdot P/S^{NOB}+C\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}\right\}\cdot Y^{0.5}$$

亜鉛メッキ管：A=0.62,B=0.00083,C=21.3, ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：A=0.78,B=0.00093,C=8.17

ⅱ）一般腐食の調査・評価方法（地域単位に実施する手法）

・簡易測定法（ ρ 測定法）　　H_{CAL8}（重回帰式）

$$H_{CAL8}=\left\{A+B\cdot(\rho^{MIN})^{-0.5}\right\}\cdot Y^{0.5}$$

木造亜鉛メッキ管：A=0.19,B=16.0, 木造ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管：A=0.21,B=7.87

・建物単位に調査・評価する場合は、「C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の調査・評価方法」に準じて行う。

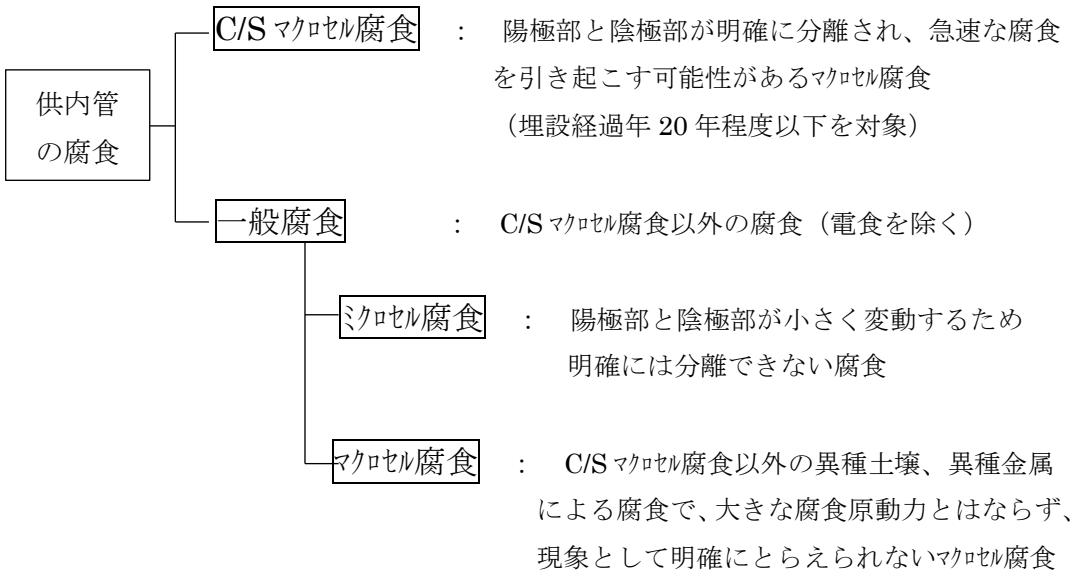
A-3　供給管腐食ガイドライン（S.60.11）

A-1 及び A-2 の調査・研究成果を踏まえて作成されたｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝであり、腐食に対する定量的な分析手法及び診断手法が取り入れられている。

H20.7 発行された改訂版ガイドラインは、旧ガイドラインの考え方を踏襲し、更に新たな知見（特に更生修理工法等）を盛り込んでいるが、腐食に対する定量的な分析手法及び診断手法の記載は省略されている。

1．基本的な考え方

① 腐食の分類



② C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食は、建物と供内管との構造的な関係により発生するため、その診断・評価は個々の供内管毎に行う個別診断・評価を基本とする。
ただし、埋設後長期間（20 年程度）を経過したものは、C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の影響は小さいと考えられるため一般腐食対策のみを考慮する。
一般腐食は、供内管と土壌環境との関係により発生するため、地域の土壌環境、供内管の埋設経過年及び管種・口径等によりまとめて評価する。

2．C/S 系ﾏｸﾛｾﾙ腐食対策

① 診断の方法
非開削診断法或いは開削診断法にて診断を行う。

② 非開削診断法の種類と方法
・ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電位差測定法、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ電流測定法及び簡易測定法の 3 方式がある。
・方式の選定にあたっては、保有する機器及び作業性等を考慮し、適宜方式を選定する。
・PH、ﾚﾄﾞｯｸｽ電位が通常の値でない場合は、別途検討が必要である。

〔非掘削診断法の例〕

方式 ＼ 内容	プローブ電位差測定法	プローブ電流測定法	簡易測定法
測定項目（注1）	分極抵抗（R_P），管対地電位（P/S） 土壌比抵抗（ρ），腐食電位（E_{CORR}）	プローブ電流（I_{PR}） 土壌比抵抗（ρ）	管対地電位（P/S） 土壌比抵抗（ρ）
最大腐食深さ推定式（注2）	$H=\left\{\frac{130}{R_P \cdot S_P}+K_1\frac{(-E_{CORR}+1.25P/S+75)^{1.1}}{\rho^{0.6}}\right\}\times\frac{1-e^{-0.1Y}}{0.1}$	$H=(4.42/\sqrt{\rho}+K_2 \cdot I_{PR})\sqrt{Y}$	$H=(a+b/\sqrt{\rho}+c \cdot P/S)\sqrt{Y}$
必要な計測機器類	分極抵抗測定計 電位差計 土壌比抵抗計 （上記3計器を複合した専用計器有り） 炭素鋼製プローブ 飽和硫酸銅照合電極	電流計 土壌比抵抗計 炭素鋼製プローブ	電位差計 土壌比抵抗計 飽和硫酸銅照合電極
診断の確度	優	優	良
作業性	専用計器を使用すれば良好	良好	良好
適用	亜鉛メッキ管，アスファルトジュート巻き管及びプラスチック被覆鋼管の全て	同左	プラスチック被覆鋼管は適用外 （参考資料II.1に示す管体調査において，プラスチック被覆鋼管の調査対象には腐食が発生していないものが多かったため，推定式を策定することができなかった。）

注1） 各測定項目の定義及び測定方法等は，参考資料I.1に示す。

注2） 最大腐食深さ推定式に用いた記号の定義，単位及び係数等を以下に示す。なおE_{CORR}及びP/Sは飽和硫酸銅電極を用いて測定した値である。

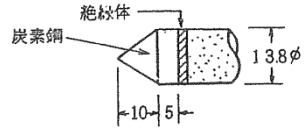
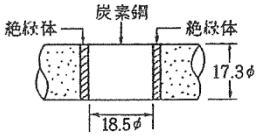
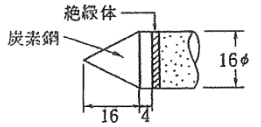
定義〔単位〕

- H ： 最大腐食深さ推定値〔mm〕
- R_P ： 分極抵抗の平均値〔Ω〕
- S_P ： 分極抵抗測定用プローブの表面積〔cm^2〕
- E_{CORR} ： 腐食電位の平均値〔mV〕
- P/S ： 管対地電位の最高値（最貴値）〔mV〕
- ρ ： 土壌比抵抗の最小値〔Ω・cm〕
- I_{PR} ： プローブ電流の最大値〔mA〕
- Y ： 経過年数〔年〕
- K_1，K_2，a，b，c ： 係数

（係数）

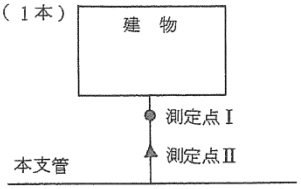
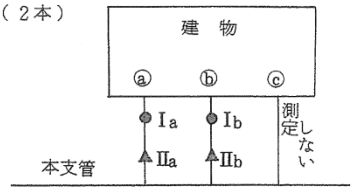
方式	係数	管種 亜鉛メッキ管	アスファルト・ジュート巻き管	プラスチック被覆鋼管*	プローブの型式
プローブ電位差測定法	K_1	0.05	0.06	0.11	—
プローブ電流測定法	K_2	0.8	0.9	1.4	Ⅰ
		1.0	1.1	1.7	Ⅱ
		0.8	0.9	1.4	Ⅲ
簡易測定法	a	0.62	0.78	—	—
	b	21.3	8.17	—	
	c	0.00083	0.00093	—	

（プローブの形状等）

型式	表面積 (cm^2)	形状
Ⅰ	4.8	
Ⅱ	10.0	
Ⅲ	6.5	

③　最大腐食深さの推定

測定値を最大深さの推定式に適用して、下表のように推定値を計算する。

測定本数／方式	（1本）	（2本）
		
プローブ電位差測定法	測定点Ⅰ及びⅡの２点における測定値より ・R_P，E_{CORR}は平均値 ・P／S は最高値（最貴値） ・ρは最小値 を推定式に適用し当該供内管の最大腐食深さ推定値を計算する。	① 測定点I_a，II_a，I_b，II_b の４点における測定値より ・Rp，E_{CORR}は平均値 ・P／S は最高値（最貴値） ・ρは最小値 を推定式に適用。 ② ①で求めた最大腐食深さの推定値を引込管ⓐ，ⓑ及びⓒの共通の推定値とする。
プローブ電流測定法 簡易測定法	測定点Ⅰ及びⅡの２点における測定値より ・ρは最小値 ・I_{PR}は最大値 ・P／S は最高値（最貴値） を推定式に適用し，当該供内管の最大腐食深さ推定値を計算する。	① 測定点I_a，II_aの２点における測定値より ・ρは最小値 ・I_{PR}は最大値 ・P／S は最高値（最貴値） を推定式に適用し，引込管ⓐの最大腐食深さの推定値を計算する。 ② 測定点I_b，II_bの測定値より①と同様の方法で，引込管ⓑの最大腐食深さの推定値を計算する。 ③ 引込管ⓒの最大腐食深さの推定値は，引込管ⓐ又はⓑのいずれか大きな値と同一とみなす。

④　診断結果の評価

・当該供内管の「腐食指数」を算出する

腐食指数　＝　最大腐食深さ／元肉厚

・予め、対策必要性の大小を評価する腐食度区分を腐食指数及び埋設経過年より定める

・腐食度区分により、当該供内管の対策必要性の有無及び大小を判断する

〔腐食度区分の設定例〕

腐食指数＼埋設経過年	５年以下	６～１０	１１～１５	１６～２０
０.９５　以　上	腐食度区分Ａ			
０.９０　～　０.９５（以上　未満）		腐食度区分Ｂ		
０.８０　～　０.９０			腐食度区分Ｃ	
０.７０　～　０.８０				
０.６０　～　０.７０				
０.４０　～　０.６０		腐食度区分Ｄ		
０.４０　未　満				

B　簡易ガス協会（現ｺﾐﾆｭﾃｨｶﾞｽ協会）

S60 年度~S62 年度の 3 年間にわたり、簡易ガス事業分野における埋設本支管の腐食状況の把握、腐食の原因調査、集計分析及び防食方法の評価検討を行ったもの。

B-1　簡易ガス導管管理技術調査報告書（S61.3）

① 調査対象管　S30 年後半以降に埋設された団地内本支管の亜鉛メッキ管（塗覆装無）

② 調査数量　　管径 50A，65A　×　67 路線　各 10m 長

③ 埋設地盤　　水田：24 路線、畑：19 路線、丘陵：24 路線

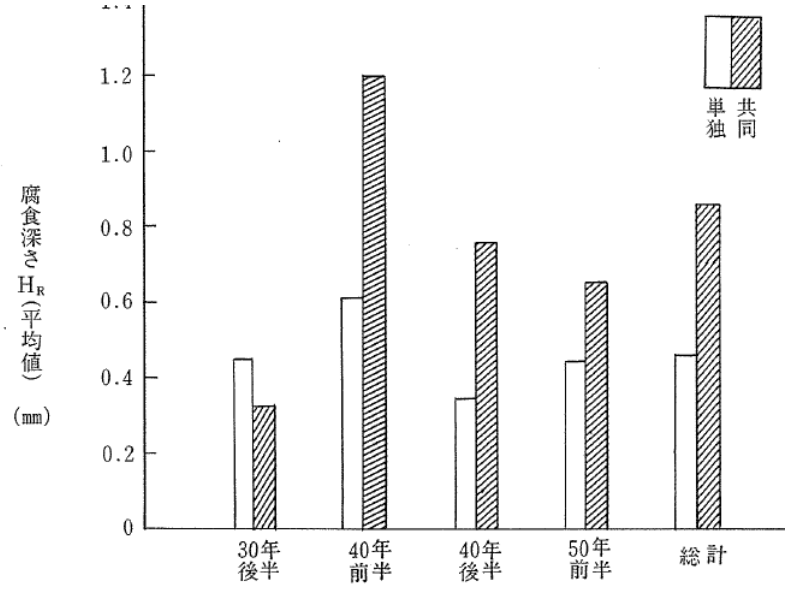
④ 建物種別　　単独住宅：51 路線、共同住宅：16 路線

⑤ 敷設年代　　30 年代後半：　6 路線、40 年代前半：20 路線、
40 年代後半：18 路線、50 年代前半：23 路線

⑥ 腐食状況

・堀上管 10cm 毎の最大腐食深さの平均値

単独住宅：0.46mm、共同住宅：0.86mm



・ｼｮｯﾄﾌﾞﾗｽﾄ後発見された貫通孔

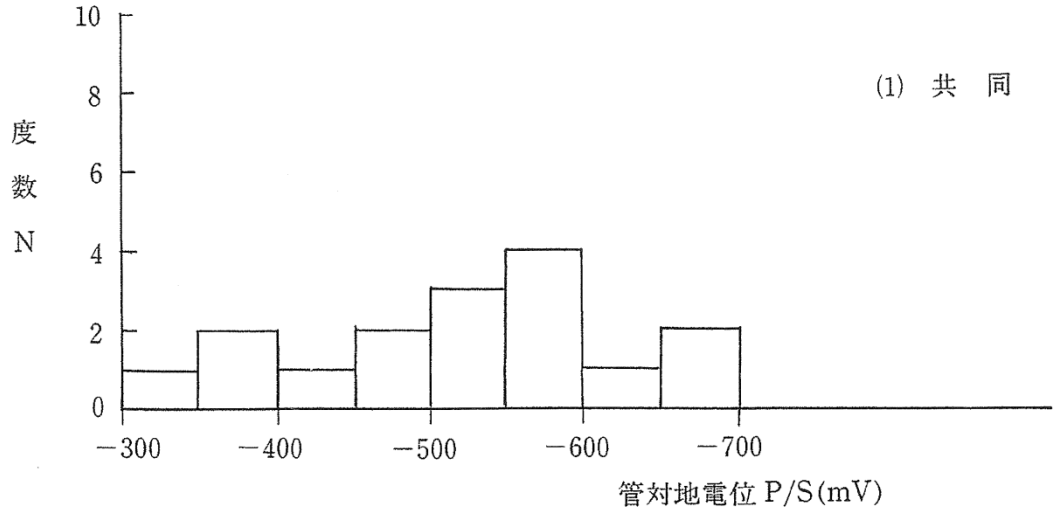
単独住宅：2 路線／51 路線、共同住宅：4 路線／16 路線

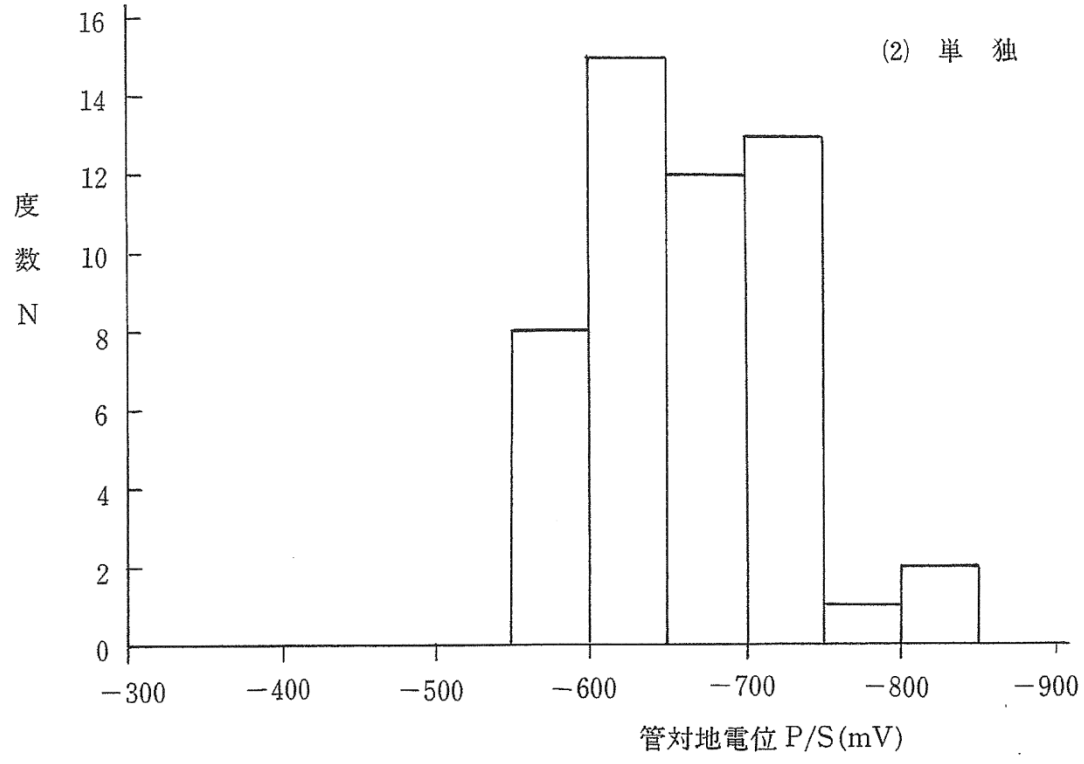
・堀上管の平均腐食速度

単独住宅：0.039mm／Y、共同住宅：0.068mm／Y

⑦ C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の影響

共同住宅における本支管は、供内管を介して C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の影響により腐食、腐食速度が大きいと考えられる。 建物種別管対地電位の測定結果は次ページの通りで、共同住宅（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）と単独住宅（木造）の大きな差異がある。





図Ⅴ．１．２　管対地電位の度数分布(建物種別)

B-2　簡易ガス導管管理技術調査報告書（S62.3）

Ⅰ．単年度調査（S61 年度）

① 調査対象管　本支管の亜鉛ﾒｯｷ管（単独住宅）⇒　C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食のない路線を対象

② 調査数量　　管径 50A　×　120 団地 120 路線　各 10m 長

（それ以外に同一団地内土壌比抵抗の異なる場所 10 団地 20 路線）

③ 埋設地盤　　水田：40 路線、畑：31 路線、丘陵：49 路線

④ 建物種別　　単独住宅のみ：120 路線

⑤ 敷設年代　　30 年代後半：　4 路線、40 年代前半：25 路線、

40 年代後半：51 路線、50 年代前半：40 路線

⑥ 土壌環境調査項目　　ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ腐食電位、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗、

土壌比抵抗（土壌箱、土壌杖）、管対地電位、酸化還元電位、含水比、PH 等

（表Ⅳ.3.1.(1)　非掘削土壌因子の定義、表Ⅳ.3.2.(1)　掘削・腐食環境因子の定義（その１））

⑦ 腐食状況

ⅰ）腐食評価量（定義）

・腐食深さ　10cm 毎の最大深さ

・1m平均腐食深さ（H_K）　　1m区間毎の腐食深さ（H）の平均値

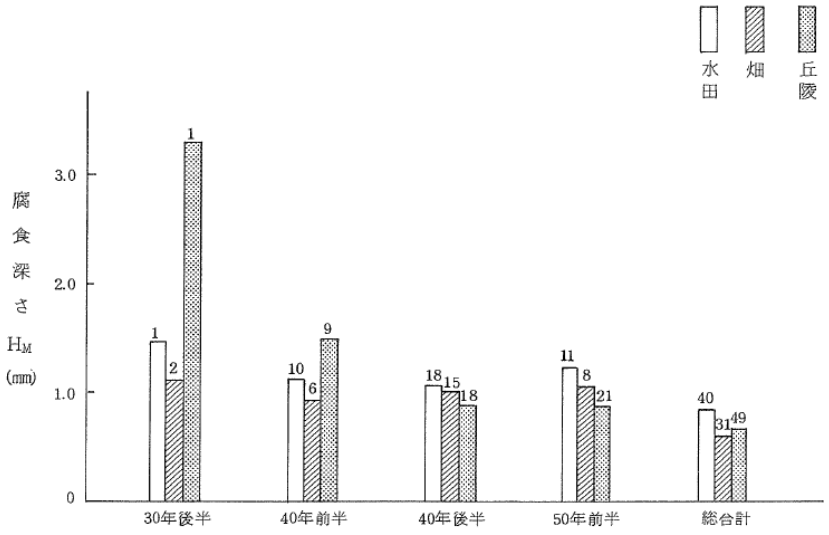
・路線平均腐食深さ（H_R）　　路線内の腐食深さ（H）の平均値

・路線最大腐食深さ（H_M）　　路線内の腐食深さ（H）の最大値

ⅱ）管体腐食状況

・路線平均腐食深さ（H_R）の平均値　　0.36mm

・路線最大腐食深さ（H_M）の平均値　　1.05mm



図Ⅳ. 4. 2　腐食評価量と立地状況との関係

・全面腐食は少なく、亜鉛メッキが残っているか、或いは一部が深く腐食され、残りの表面には亜鉛メッキが残存している形態が多い。

表Ⅳ.3. 1.(1)　非掘削土壌環境因子の定義

No.	環境因子	単位	略語又は記号	内容	備考
1	プローブ腐食速度	mm／y	27.3Kp	試掘穴（１０か所）で測定したプローブ分極抵抗（Ｋｐ）を腐食速度に換算	プローブ（鋼試料）の土中での自然腐食速度の大きさを示すもので，ミクロセル腐食の状況を示す指標と言われている。
2	プローブ分極抵抗	Ω	Ｋｐ	試掘穴（１０か所）で測定したプローブの分極抵抗	プローブの腐食反応抵抗を表わし，ミクロセル腐食の状況を示す指標となると言われている。
3	プローブ自然電位	－mV	Ecorr	試掘穴（１０か所）で測定したプローブの自然腐食電位	プローブと土壌間の電位差でミクロセル腐食を示す指標となるプローブの自然電位は通常－５００～－７００mV（飽和硫酸銅電極基準）である。
4	プローブ土壌比抵抗1	Ω-cm	ρ_1	試掘穴（１０か所）でプローブにより測定した土壌比抵抗	プローブを土壌中に挿入して測定した比抵抗で土壌の電気抵抗の度合を示す。一般的にρが 4,０００Ω—cm以下の土壌は腐食性が強いと言われている。
5	土壌比抵抗２（土壌杖）	Ω-cm	ρ_2	試掘穴（１０か所）で土壌杖により測定した土壌比抵抗	土壌杖を土壌中に挿入して測定した比抵抗で，一般的にρが 4,０００Ω—cm以下の場合は腐食性が強いと言われている。
6	ｐＨ	—	pH	試掘穴（１０か所）で測定した土壌のｐH	酸性，アルカリ性を示す１～１４の指標で，ｐH ４以下の酸性の強い土壌では鉄の腐食は激しいと言われている。
7	酸化還元電位	mV	Redox	試掘穴（１０か所）で測定した酸化還元電位（ｐH補正値）	硫酸塩還元バクテリアによる腐食性を示す指数で，一般的に２００mV以上は軽微，２００～１００mVは中程度，１００mV以下は激しい腐食を生ずると言われている。

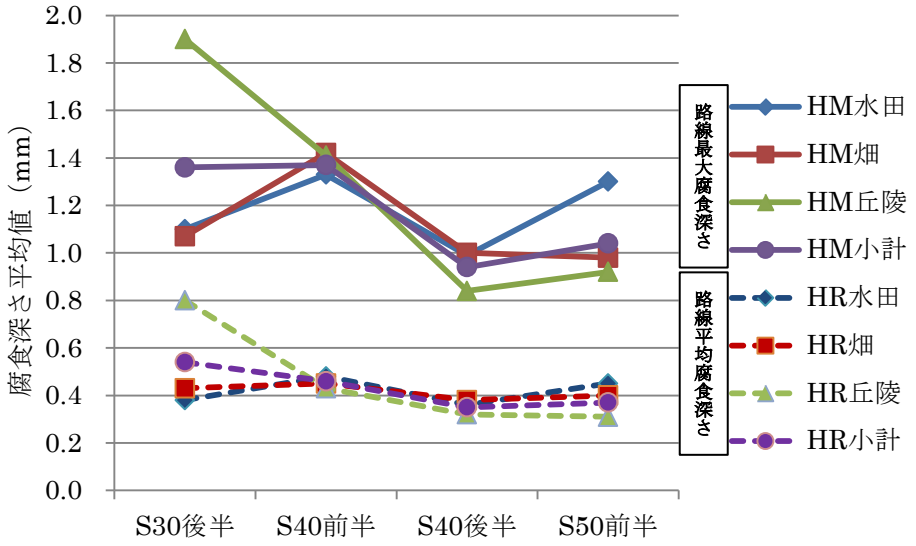
表　Ⅳ. 3. 2(1)　掘削・腐食環境因子の定義（その１）

No.	環境因子	単位	略語又は記号	内容	備考
1	管対地電位	-mV	P／S	試掘穴（２か所）で測定した管対地電位	管と大地間の電位差で既設管では通常－５００～－６００mVが多い。
2	プローブ腐食速度	mm／y	27.3／Kp	試掘穴（２か所）で測定したプローブ分極抵抗（Kp）を腐食速度に換算	プローブ（鋼試料）の土中での自然腐食速度の大きさを示すもので，ミクロセル腐食の状況を示す指標となると言われている。
3	プローブ分極抵抗	Ω	Kp	試掘穴（２か所）で測定したプローブの分極抵抗	プローブの腐食反応抵抗を表わし，ミクロセル腐食の状況を示す指標となる。
4	プローブ自然電位	-mV	Ecorr	試掘穴（２か所）で測定したプローブの自然腐食電位	プローブと土壌間の電位差で，ミクロセル腐食を示す指標となる。プローブの自然電位は通常－５００～－７００mV（飽和硫酸銅電極基準）である。
5	プローブ土壌比抵抗1	Ω-cm	ρ_1	試掘穴（２か所）でプローブにより測定した土壌比抵抗	プローブを土壌中に挿入して測定した比抵抗で土壌の電気抵抗の度合を示す。一般的にρが4,０００Ω-cm以下の土壌は腐食性が強いと言われている。
6	土壌比抵抗２（土杖）	Ω-cm	ρ_2	試掘穴（２か所）で土壌杖により測定した土壌比抵抗	土壌杖を土壌中に挿入して測定した比抵抗で，一般的にρが4,０００Ω-cm以下の土壌は腐食性が強いと言われている。
7	酸化還元電位	mV	Redox	試掘穴（２か所）で測定した酸化還元電位（pH補正値）	硫酸塩還元バクテリアによる腐食性を示す指標で，一般的に２００mV以上は軽微，２００～１００mVは中程度，１００mV以下は激しい腐食を生ずると言われている。
8	pH	-	pH	サンプル土壌のpH	酸性，アルカリ性を示す１～１４の指数を示す。pH４以下の酸性の強い土壌では鉄の腐食は激しいと言われている。
9	含水比	%	含水比	〃　の含水比	土中の水分量を示し，土質によって異なるが，２０～４０%が腐食が最も多いと言われている。
10	細粒分含有率	%	細粒分	サンプル土壌に含まれる細粒分（７４μ以下）	土質材料の７４μ以下の構成分を「細粒分」と言う。土壌の通気性，通水性等の目安となる。
11	土壌箱比抵抗（採取まま）	Ω-cm	ρ_3	サンプル土壌を土壌箱に入れ測定した土壌比抵抗	土壌箱とは，両側に電極を備えた小型の一定寸法の箱で，この中に土を詰め両電極間の抵抗を測定する。
12	土壌箱比抵抗（注水）	Ω-cm	ρ_4	上記にさらに純水を加え測定した土壌比抵抗	上記に純水を加えて測定したもので，一般的には土壌中の電解質が溶出するため採取のままに比べてρは低くなる。
13	硫化物	-	硫化物	サンプル土壌に含まれる硫化物の有無（０－無し　１－こん跡　２－検出）	硫酸塩還元バクテリアによって生成される硫化物を定量することにより土壌の腐食量を推定する。
14	塩素イオン	mg／Kg	$C\ell^-$	サンプル土壌に含まれる塩素イオン濃度	塩素イオンは土中，水中での鋼材の腐食を促進する因子の一つである。このイオンが多ければ土壌，水の比抵抗が低くなる。
15	硫酸イオン	mg／Kg	SO_4^{2-}	サンプル土壌の抽出水に含まれる硫酸イオン濃度	硫酸イオンは土中，水中での鋼材の腐食に関与する因子の一つである。このイオンが多ければpH値が下がり，比抵抗も低くなる。
16	$KMnO_4$消費量	mg／Kg	$KMnO_4$	サンプル土壌に含まれる有機物分	土中の有機物により消費される酸素量を定量分析するもので土中の有機物分の目安になる。

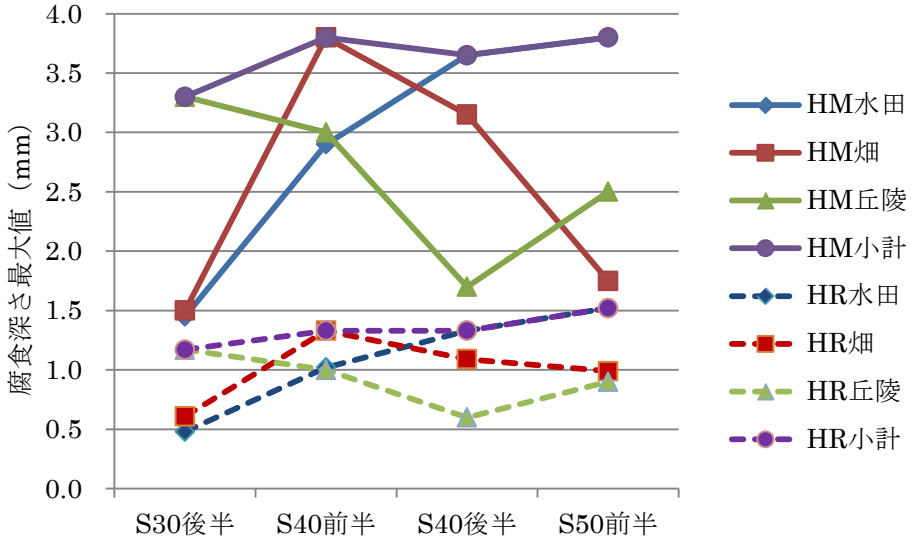
Ⅱ．S60,S61 集計分析（単独住宅 171 路線の 50A 亜鉛メッキ管）

① 路線最大腐食深さ（H_M）及び路線平均腐食深さ（H_R）

水田、畑、丘陵の路線最大腐食深さ及び路線平均腐食深さの平均値は、S30 後半の丘陵を除くと、ほぼ同様の値、年代別傾向（古いほど大きい）を示している。



一方、平均値ではなく、最大値に着目してみると傾向は大きく異なり、年代別傾向は特に見られない。



② 腐食評価量と経過年数の相関

・全体では、経過年数と共に腐食はやや増加する傾向にある

・立地条件別の単相関分析結果では、水田のみ逆相関となり、他は正相関で、相関係数は、丘陵のみ危険率 1~5%で有意となる

表Ⅴ.1.4　腐食評価量と経年数の関係（単相関係数）

項目 / 立地状況	相関係数			
	H_R と Y	H_M と Y	H_R と $\sqrt{Y}$	H_M と $\sqrt{Y}$
水田	－.055	－.015	－.074	－.029
畑	.065	.166	.060	.164
丘陵	◎ .393	◎ .325	◎ .371	○ .302
全体	△ .139	△ .148	.123	△ .135

◎：危険率　１％で有意　　Y：経年数
○：　〃　　５％　〃
△：　〃　１０％　〃

・腐食速度は経年（Y）で減少すると考えられ、また Y と√Y での相関係数の差異がほとんどないことから、解析には√Y を採用する

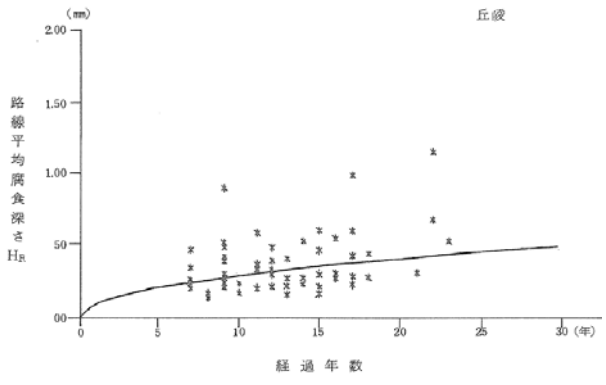
・米国 NBS（National Bureau of Standard）の研究においても、埋設環境での最大孔食深さ（P）と時間（T）と以下のような関係が示されている。

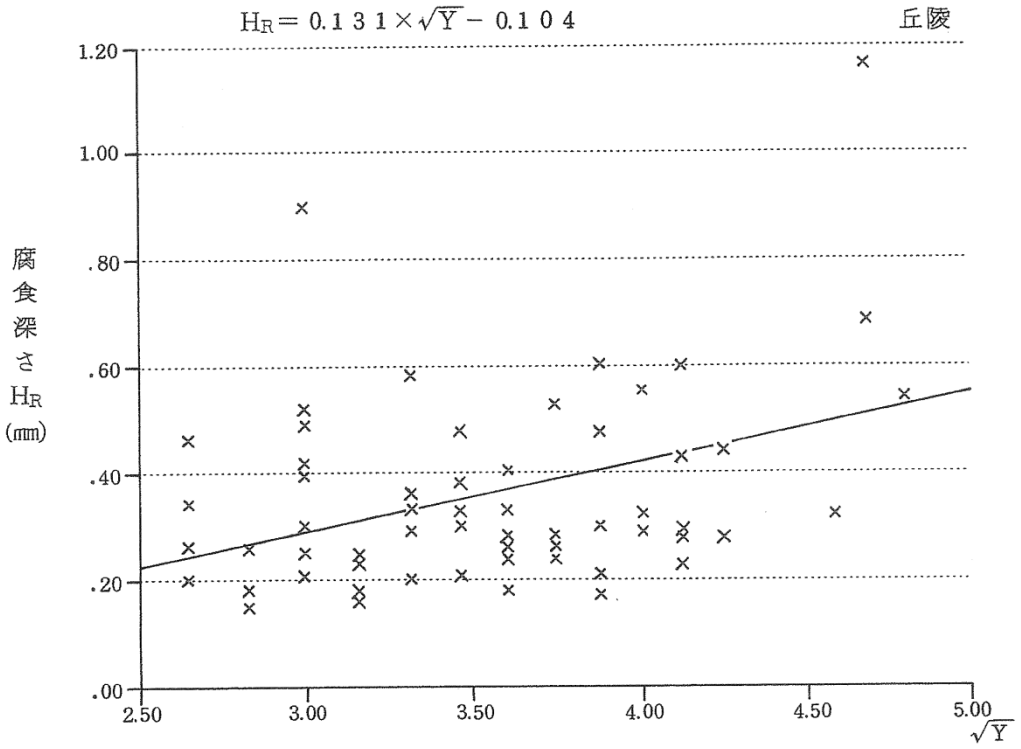
$P = a \cdot T^n$　　n：0.19~0.68（通気性に依存し、通気性不良時は 0.47）

今回のデータで、最適な a，n での回帰式の相関係数は極めて低いが、丘陵の相関係数 n の値は 0.45~0.51 となり、解析は n=0.5（即ち√Y）で近似することが妥当であると考えられる

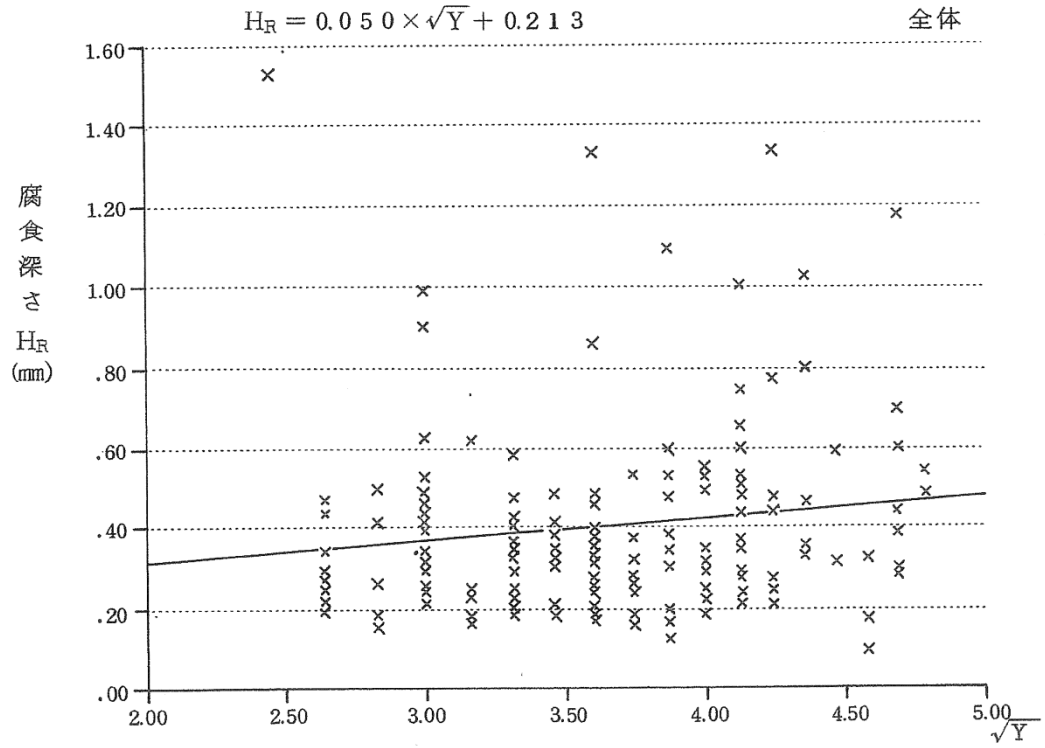
回帰式の a,n とその相関係数

立地状況	腐食	a	n	相関係数
全体	H_R	.22	.17	.115
	H_M	.52	.23	.132
水田	H_R	.47	－.088	－.058
	H_M	.88	.041	.022
畑	H_R	.39	－.033	－.021
	H_M	.67	.13	.082
丘陵	H_R	.089	.51	.358
	H_M	.29	.45	.265





図Ⅴ. 1. 4.(11)　腐食評価量（H_R）と経過年（$\sqrt{Y}$）の関係
（５０A亜鉛メッキ　立地状況別：丘陵）



図Ⅴ. 1. 4.(12)　腐食評価量（H_R）と経過年（$\sqrt{Y}$）の関係
（５０A亜鉛メッキ　立地状況別：全体）

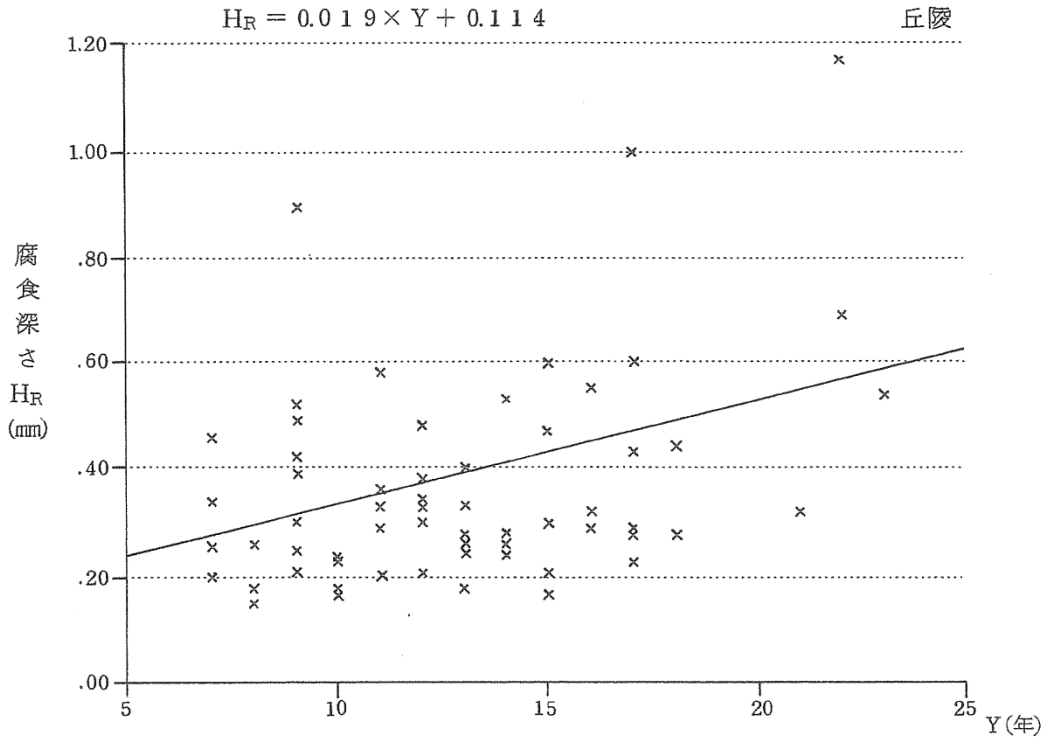


図 V. 1. 4.(3)　腐食評価量 (H_R) と経過年 (Y) の関係
（５０Ａ亜鉛メッキ　立地状況別：丘陵）

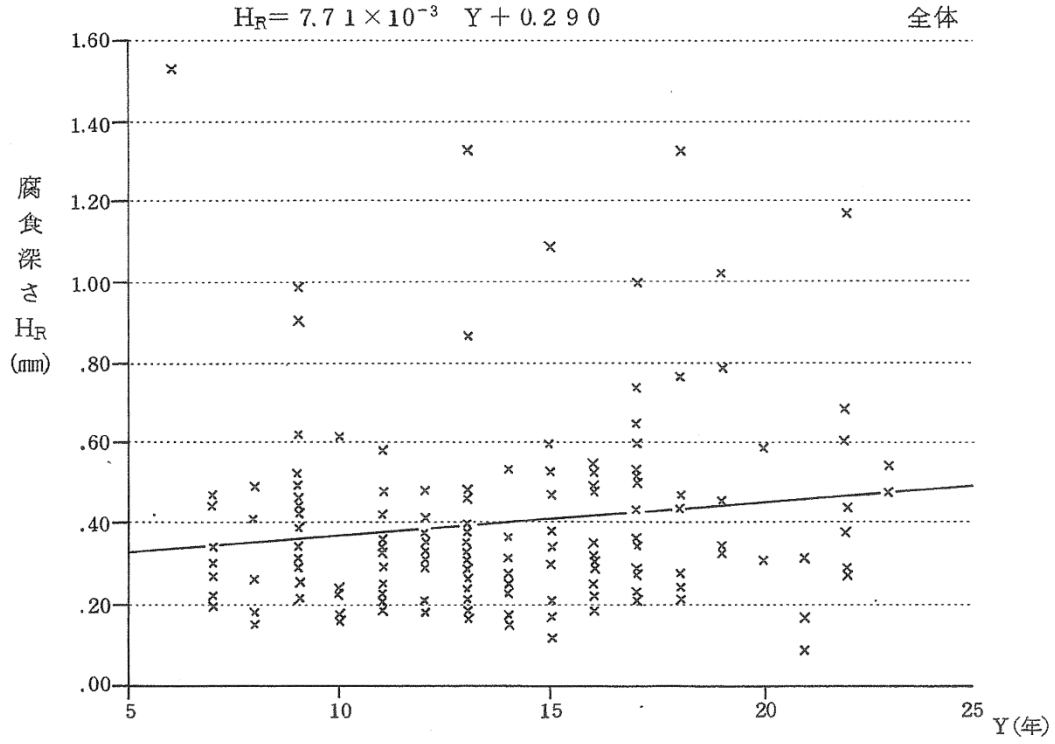
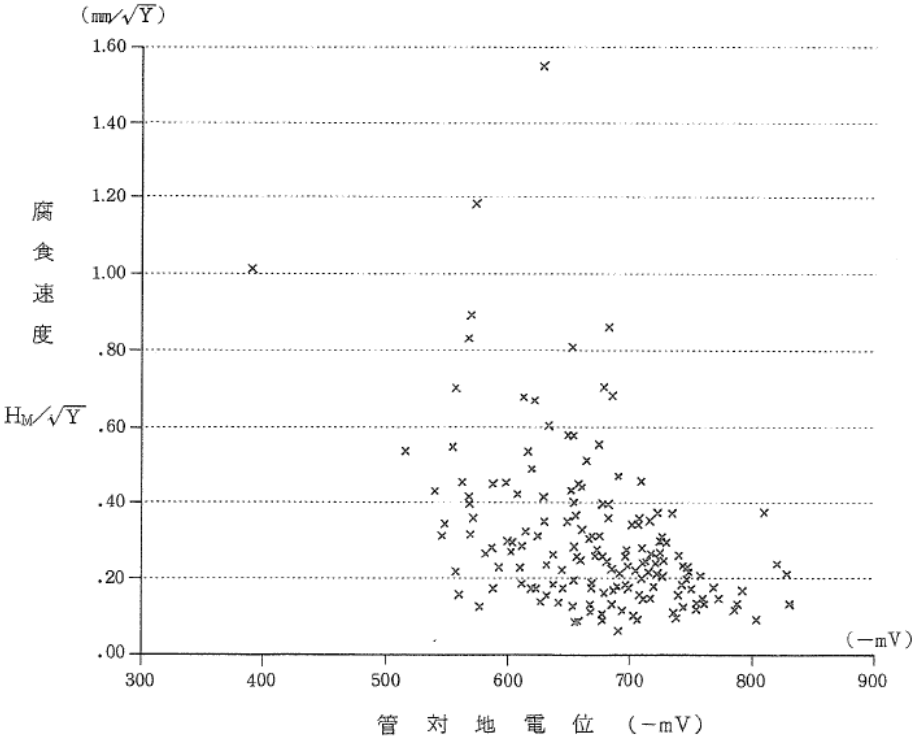


図 V. 1. 4.(4)　腐食評価量 (H_R) と経過年 (Y) の関係
（５０Ａ亜鉛メッキ　立地状況別：全体）

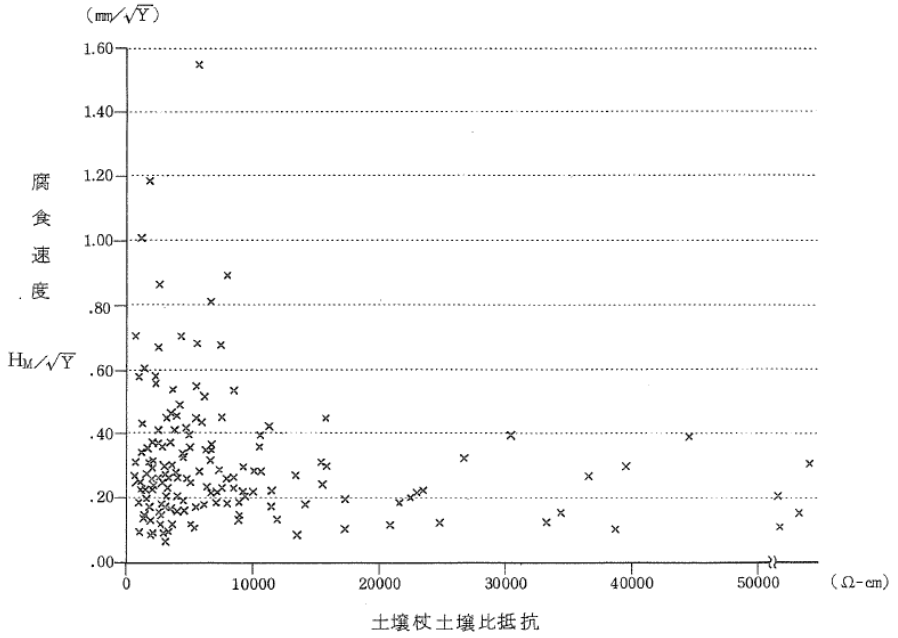
③ 腐食評価量と土壌環境因子の相関

・腐食評価量（$H_R/\sqrt{Y}$と$H_M/\sqrt{Y}$）と管対地電位との間には、極めて高い相関がある

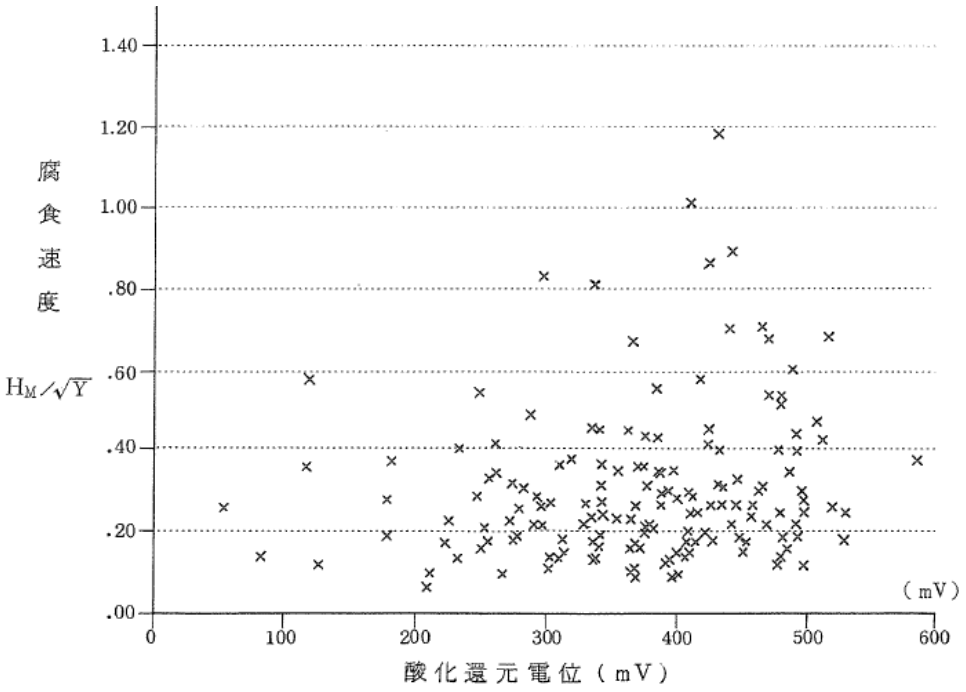
・次いで腐食量と相関のある因子は、土壌比抵抗（特に丘陵）、酸化還元電位等



$H_M/\sqrt{Y}$と管対地電位の相関



$H_M/\sqrt{Y}$と土壌杖土壌比抵抗の相関



$H_M/\sqrt{Y}$と酸化還元電位の相関

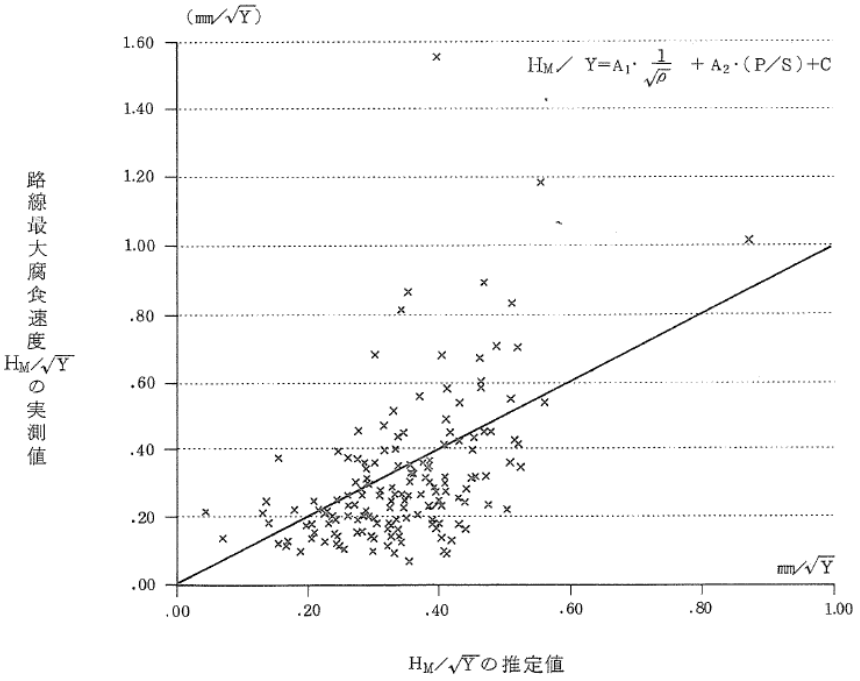
④ 重回帰分析

・土壌比抵抗の関数変換

土壌比抵抗を、ρ、log ρ及び 1／√ ρの 3 指標で相関係数を比較し、腐食評価量との相関係数が高い 1／√ ρを採用

ｉ）管対地電位、土壌比抵抗（２因子）による重相関分析結果

立地	データ数	目的変数 (mm/$\sqrt{Y}$)	重相関係数	回帰係数と説明変数 A1 回帰係数	A1 説明変数	A2 回帰係数	A2 説明変数	定数 C
全体	171	$H_R/\sqrt{Y}$	.426	1,964	土壌比抵抗 $1/\sqrt{\rho}$	-4.32×10^{-4}	管対地電位 p/s	.370
		$H_M/\sqrt{Y}$	.502	6.832	〃	-1.53×10^{-3}	〃	1.226
水田	59	$H_R/\sqrt{Y}$	.420	0.673	〃	-4.58×10^{-4}	〃	.418
		$H_M/\sqrt{Y}$	.507	5.794	〃	-1.68×10^{-3}	〃	1.376
畑	46	$H_R/\sqrt{Y}$	.457	2.920	〃	-4.71×10^{-4}	〃	.381
		$H_M/\sqrt{Y}$	.470	3.995	〃	-1.25×10^{-3}	〃	1.061
丘陵	66	$H_R/\sqrt{Y}$	.433	1.837	〃	-3.86×10^{-4}	〃	.334
		$H_M/\sqrt{Y}$	.537	7.255	〃	-1.54×10^{-3}	〃	1.216
回帰式				$H_R/\sqrt{Y}$, $H_M/\sqrt{Y} = A_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho}} + A_2 \cdot P/S + C$				

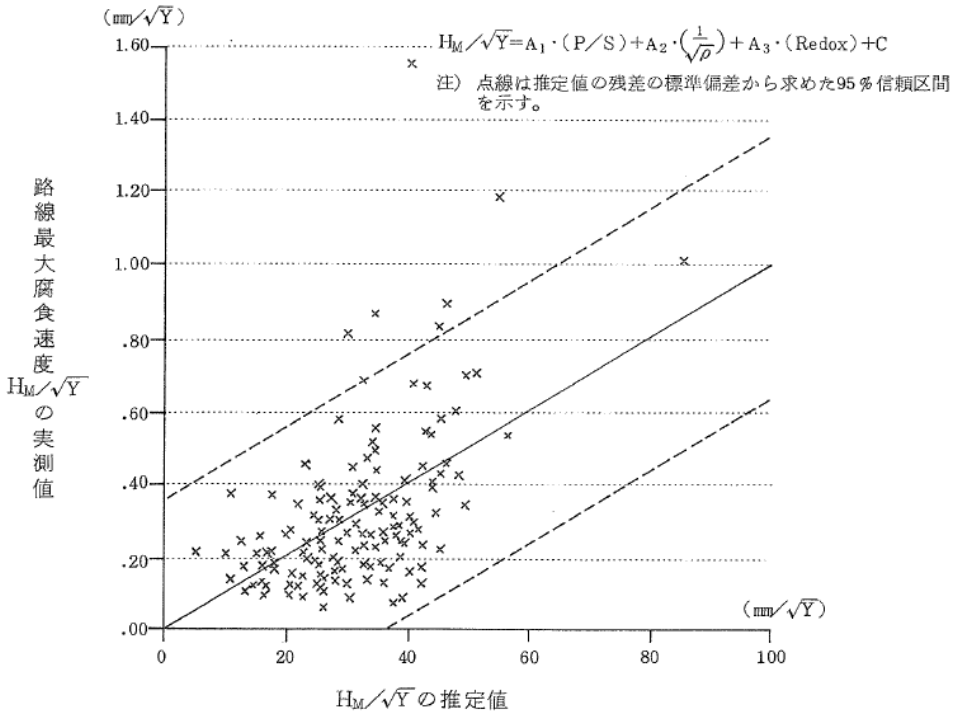


推定値と実測値の関係

ⅱ）管対地電位、土壌比抵抗及び酸化還元電位（3 因子）による重相関分析結果

重相関係数は、2 因子よりも若干大きく、また$H_R/\sqrt{Y}$よりも$H_M/\sqrt{Y}$の方が大きい（腐食評価量としては、$H_M/\sqrt{Y}$を用いる方が望ましい）

立地	データ数	目的変数(㎜)	重相関係数	回帰係数と説明変数						定数 C
				A_1		A_2		A_3		
				回帰係数	説明変数	回帰係数	説明係数	回帰係数	説明変数	
全体	171	$H_R/\sqrt{Y}$	.448	-4.28×10^{-4}	管対地電位 P/S	2.037	土壌比抵抗 $1/\sqrt{\rho}$	1.01×10^{-4}	酸化還元電位 Redox	.329
		$H_M/\sqrt{Y}$	.530	-1.51×10^{-3}	〃	7.106	〃	3.77×10^{-4}	〃	1.072
水田	59	$H_R/\sqrt{Y}$	.488	-4.30×10^{-4}	〃	1.386	〃	2.14×10^{-4}	〃	.316
		$H_M/\sqrt{Y}$	.533	-1.61×10^{-3}	〃	7.784	〃	5.98×10^{-4}	〃	1.089
畑	46	$H_R/\sqrt{Y}$	.492	-5.10×10^{-4}	〃	3.179	〃	1.61×10^{-4}	〃	.340
		$H_M/\sqrt{Y}$	.540	-1.39×10^{-3}	〃	4.933	〃	5.82×10^{-4}	〃	.910
丘陵	66	$H_R/\sqrt{Y}$	.453	-3.83×10^{-4}	〃	1.813	〃	1.99×10^{-5}	〃	.324
		$H_M/\sqrt{Y}$	.555	-1.49×10^{-3}	〃	6.947	〃	2.49×10^{-4}	〃	1.094
重回帰式		$H_R/\sqrt{Y}$, $H_M/\sqrt{Y}=A_1\cdot P/S+A_2\cdot 1/\sqrt{\rho}+A_3\cdot Redox+C$								



・地上で計測可能な 3 因子（管対地電位、土壌比抵抗及び酸化還元電位）による重回帰式は実用的であり、腐食推定式として今後検討、改良すべきである
・2 因子（管対地電位、土壌比抵抗）による診断式も、今後検討すべきである

⑤　数量化理論 I 類による解析

・目的変数　：　路線平均腐食深さ（H_R）、路線最大腐食深さ（H_M）
・説明変数　：　腐食と相関があると一般的に言われる腐食環境 10 因子
（アイテムカテゴリーは表Ⅳ.4.3.(1)）
・解析結果　：　腐食深さへの影響の大きい因子は以下の通り

ⅰ）路線平均腐食深さ（H_R）

管対地電位＞土壌比抵抗＞酸化還元電位＞自然電位＞硫酸ｲｵﾝ＞PH＞土質＞含水比＞細粒分＞経過年数で、上位 3 因子の影響大

ⅱ）路線最大腐食深さ（H_M）

管対地電位＞硫酸ｲｵﾝ＞土壌比抵抗＞自然電位＞酸化還元電位＞経過年数 PH＞土質＞細粒分＞含水比＞で、上位 3 因子の影響大

表Ⅵ. 4. 3. (1) アイテム・カテゴリー表

アイテム		単位	カテゴリー				
			1	2	3	4	5
1	年代	年	30年代後半	40年代前半	40年代後半	50年代前半	—
2	P/S	−mV	＜550	550 ≦ ＜650	650≦ ＜750	750 ≦	—
3	ρ	Ω−cm	＜1000	1000≦ ＜2000	2000≦ ＜4000	4000≦＜10,000	10,000 ＜
4	土質		砂	砂質シルト＋シルト	シルト質粘土	粘土	—
5	pH	pH	＜5.7	5.7 ≦ ＜ 6.6	6.6 ≦ ＜ 7.5	7.5 ＜	—
6	細粒分	%	＜15	15 ≦ ＜ 30	30 ≦ ＜ 50	50 ＜	—
7	含水比	%	＜15	15 ≦ ＜ 30	30 ≦ ＜ 50	50 ＜	—
8	Redox	mV	＜100	100≦ ＜200	200≦ ＜400	400 ＜	—
9	Ecorr	−mV	＜700	700≦ ＜750	750≦ ＜800	800 ＜	—
10	SO_4	mg / kg	＜100	100≦ ＜300	300≦ ＜600	600 ＜	—

表Ⅵ.4.3 (2) カテゴリー・スコアー表

（その1）

路線平均腐食深さ（H_R）					重相関係数 0.5631
アイテム		カテゴリー	スコア	レンジ	腐食小 ← → 腐食大 -0.30 -0.20 -0.10 0 0.10 0.20
年代	1	S.30後半	.0298	.0555	
	2	S.40前半	.0303		
	3	S.40後半	−.0252		
	4	S.50前半	.0017		
管対地電位	1	>-550	.2598	.4057	
	2	-550≧ >-650	.0775		
	3	-650≧ >-750	−.0263		
	4	-750≧	−.1460		
土壌比抵抗	1	< 1000	−.1200	.2100	
	2	1000≦ <2000	.0900		
	3	2000≦ <4000	−.0141		
	4	4000≦ <10000	.0346		
	5	10000<	−.0842		
土質	1	1. 砂	−.0169	.0715	
	2	2.3.砂質シルト, シルト	.0280		
	3	4. シルト質粘土	.0250		
	4	5. 粘土	−.0435		
pH	1	< 57	−.0019	.0857	
	2	5.7≦ <6.6	.0115		
	3	6.6≦ <7.5	−.0268		
	4	7.5 <	.0590		
細粒分	1	< 15	.0129	.0590	
	2	15≦ <35	.0255		
	3	35≦ <50	−.0263		
	4	50 <	−.0335		
含水化	1	< 15	.0015	.0088	
	2	15≦ <35	−.0018		
	3	35< <50	.0004		
	4	50 <	.0070		
酸化還元電位	1	<100	.1550	.1988	
	2	100 ≦ < 200	.0145		
	3	200 ≦ < 400	−.0438		
	4	400<	.0512		
プローブ自然電位	1	<700	−.1039	.1425	
	2	700 ≦ < 750	−.0144		
	3	750 ≦ < 800	.0085		
	4	800<	.0386		
硫酸イオン	1	<100	−.0456	.1004	
	2	100 ≦ < 300	.0351		
	3	300 ≦ < 600	−.0162		
	4	600<	.0548		

表Ⅵ.4.3 (2) カテゴリー・スコアー表

（その２）

路線最大腐食深さ（H_M）					重相関係数 0.6283
アイテム		カテゴリー	スコア	レンジ	腐食小 ← → 腐食大 -0.60 -0.40 -0.20 0 0.20 0.40
年代	1	S.30後半	−.0302	.2025	
	2	S.40前半	.1355		
	3	S.40後半	.0670		
	4	S.50前半	−.0202		
管対地電位	1	＞-550	.7961	1.4206	
	2	-550≧ ＞-650	.3062		
	3	-650≧ ＞-750	−.0852		
	4	-750≧	−.6245		
土壌比抵抗	1	＜1000	−.0390	.4541	
	2	1000≦ ＜2000	.2163		
	3	2000≦ ＜4000	−.0583		
	4	4000≦ ＜10000	.1077		
	5	10000＜	.2378		
土質	1	1. 砂	.0345	.1832	
	2	2.3. 砂質シルト, シルト	.0717		
	3	4. シルト質粘土	.0105		
	4	5. 粘土	−.1115		
pH	1	＜ 5.7	−.0153	.3780	
	2	5.7≦ ＜ 6.6	.0382		
	3	6.6≦ ＜ 7.5	−.1081		
	4	7.5＜	.2698		
細粒分	1	＜15	−.0483	.1580	
	2	15≦ ＜35	.0751		
	3	35≦ ＜50	−.0187		
	4	50＜	−.0829		
含水比	1	＜15	−.0027	.0812	
	2	15≦ 35	−.0061		
	3	35≦ ＜50	−.0201		
	4	50＜	.0612		
酸化還元電位	1	＜100	.2193	.3619	
	2	100≦ ＜200	.0219		
	3	200≦ ＜400	−.1429		
	4	400＜	.1768		
プローブ自然電位	1	＜700	−.2262	.4192	
	2	700≦ ＜750	−.0731		
	3	750≦ ＜800	.0131		
	4	800＜	.1930		
硫酸イオン	1	＜100	−.1175	.5247	
	2	100≦ ＜300	.0293		
	3	300≦ ＜600	−.1386		
	4	600＜	.3861		

B-3　簡易ガス導管管理技術調査報告書（S63.3）

Ⅰ．腐食大・漏洩路線の調査、解析

①　調査対象管　本支管の亜鉛ﾒｯｷ管（単独住宅）⇒C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食のない路線を対象

②　調査数量　管径 50A　×　9 路線　各 10m 長

③　埋設地盤　水田：7 路線、畑：1 路線、丘陵：1 路線

④　建物種別　単独住宅のみ

⑤　敷設年代　40 年代前半：2 路線、40 年代後半：2 路線、50 年代前半：5 路線

⑥　調査内容　長距離ﾏｸﾛｾﾙ腐食調査（約 30m 長で、5m 毎ﾃﾞｰﾀ採取）
短距離ﾏｸﾛｾﾙ腐食調査（目視検査、管対地電位、土壌比抵抗を管周囲 4 点 50cm 毎ﾃﾞｰﾀ採取）

⑦　調査目的　腐食大、漏洩路線の結果は、腐食推定式の重相関係数に強く影響を及ぼすためその原因等を調査

⑧ 管体腐食状況

ⅰ）腐食深さ

・路線平均腐食深さ（H_R）の平均値　1.00mm（S60, S61 全ﾃﾞｰﾀ平均値：0.36mm）

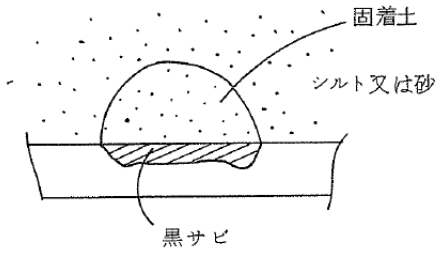
・路線最大腐食深さ（H_M）の平均値　2.75mm（S60, S61 全ﾃﾞｰﾀ平均値：1.05mm）

ⅱ）腐食ﾊﾟﾀｰﾝ（2 ﾊﾟﾀｰﾝに分類可能）

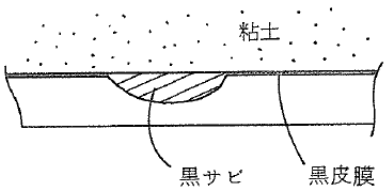
ﾊﾟﾀｰﾝ A：　管全体に亜鉛メッキが残存し、部分的な固着土部に大きな腐食が集中

ﾊﾟﾀｰﾝ B：　管全体に黒色被膜が形成され、その欠陥部に大きな腐食が集中

a）パターンA



b）パターンB



ⅲ）腐食速度

・平均腐食速度（$H_R/\sqrt{Y}$）の 9 路線平均値

0.288mm/y（S60，S61 測定値：0.300mm/y）

vs. S60，S61 全データ平均値：0.110mm/y

・最大腐食速度（$H_M/\sqrt{Y}$）の 9 路線平均値

0.766mm/y（S60，S61 測定値：0.976mm/y）

vs. S60，S61 全データ平均値：0.307mm/y

⑨ 腐食速度と長距離ﾏｸﾛｾﾙ腐食の関係

腐食大 7 路線において、腐食速度と土質差ﾏｸﾛｾﾙ（団地内の管対地電位最高値と最低値の差及び土壌比抵抗の最高値と最低値差）として関係を調査した結果、

・腐食速度と土質差ﾏｸﾛｾﾙの相関は認められない

・腐食速度と土壌比抵抗差の相関も認められない

・腐食ﾊﾟﾀｰﾝに区分しても特定の傾向はない

⑩ 腐食速度と中距離ﾏｸﾛｾﾙ腐食の関係

腐食大 7 路線において、掘削部（10m 長）を中心に前後 5～10m ﾋﾟｯﾁで合計約 50m を対象として調査したが、中距離ﾏｸﾛｾﾙについても明瞭でない。

⑪ 管周り土壌環境因子と腐食との関係

腐食速度と管周り 4 点で測定した管対地電位、土壌比抵抗の最高値と最低値の差との間に特定の関係はない

⑫ 腐食と管周りの土壌の観察結果のまとめ

・管周り土壌の観察結果より、ﾊﾟﾀｰﾝ A，B 共に短距離マクロセルと判断される

・A,B 共通のものとして、水田、不均一土があり、B 特有のものとして、腐植土、湧水、下水、被膜形成がある

		パターンA	パターンB
管周り土（腐食部）	粘　土		◎
	砂～シルト	◎	
不均一土	腐植土	△	○
	土質混在	◎	◎
	土の色混在	◎	◎
	管周り空ゲキあり	○	
湧　水			◎
水　田		○	○
黒化した土			◎
腐食部土壌	固着土下で腐食	◎	
	ルーズな粘土下で腐食		◎
腐食部状況	黒皮膜あり		◎
	すりバチ状腐食		◎
	塩酸滴下　硫化水素臭	○	◎
	管天，管下腐食	○	

◎全部にある
○ほとんどにある
△ほぼ半分にある

⑬　腐食大路線の層別

・管対地電位は、-500～-700mV の範囲にある

・土壌比抵抗は、10,000Ω・cm より小さい

・酸化還元電位は、200～500mV の範囲にある

ただし、すべての範囲は、必要条件であり十分条件ではない。

⑭　腐食大路線の重回帰分析

・路線最大腐食速度（$H_M/\sqrt{Y}$）の実測値と推定値の散布図に腐食大路線を識別してﾌﾟﾛｯﾄすると、腐食大路線の多くが 95%信頼区間外となる

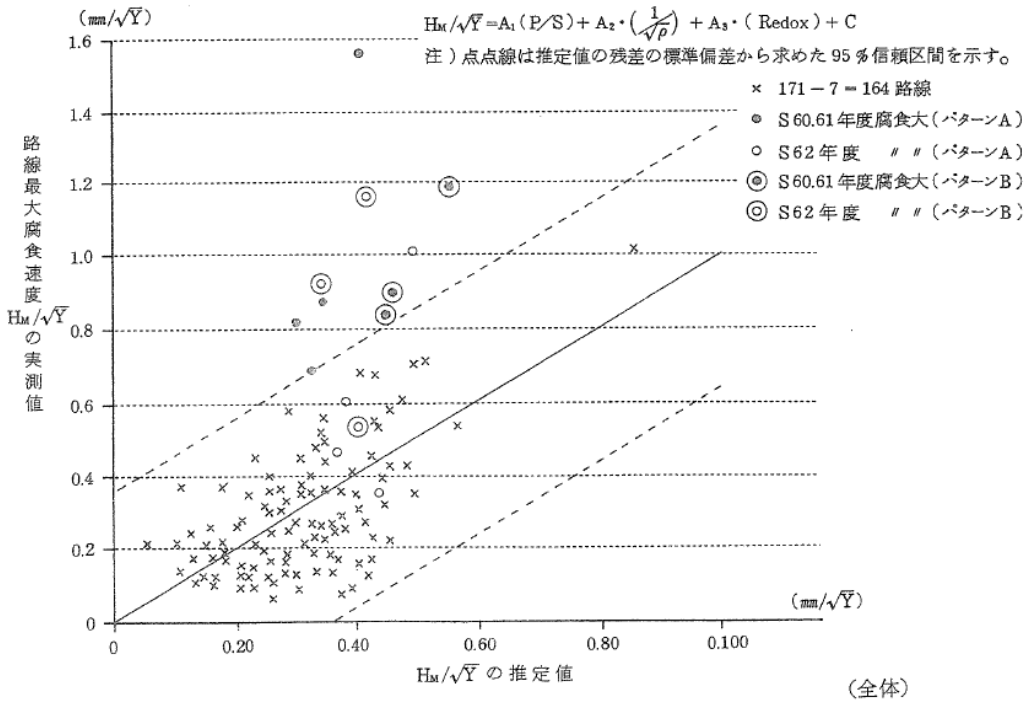


図 3－20　P／S，$1/\sqrt{\rho}$，Redox による重回帰式より求められた実測値と推定値の関係

・腐食大路線の重回帰式の相関は高く、かなりの確度で腐食速度が求められる

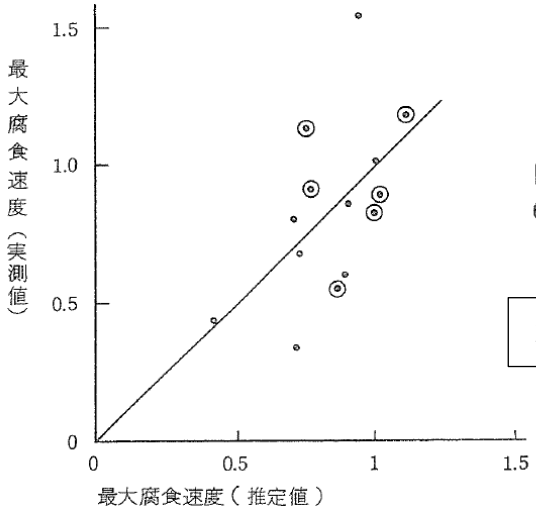


図 3－23
60，61，62年度14路線

重相関係数：**0.556**

Ⅱ　S60，S61，S62 集計分析

調査対象管　：　本支管の亜鉛ﾒｯｷ管（単独住宅）⇒C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食のない路線を対象

調査数量　：　管径 50A　×　225 路線　各 10m（S60，S61），5m 長（S62）

埋設地盤　：　水田：73 路線、畑：60 路線、丘陵：92 路線

建物種別　：　単独住宅のみ

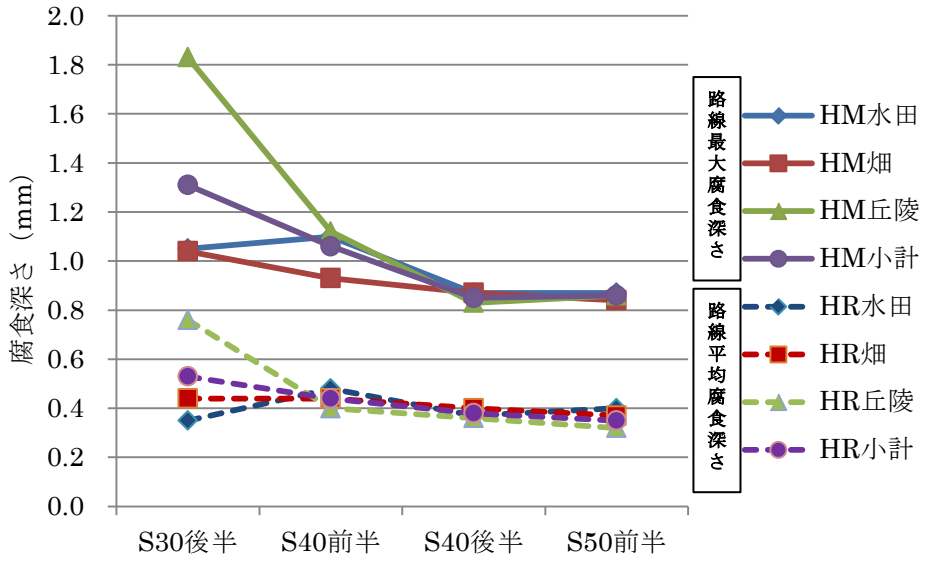
敷設年代　：　30 年代後半：　9 路線、40 年代前半：66 路線

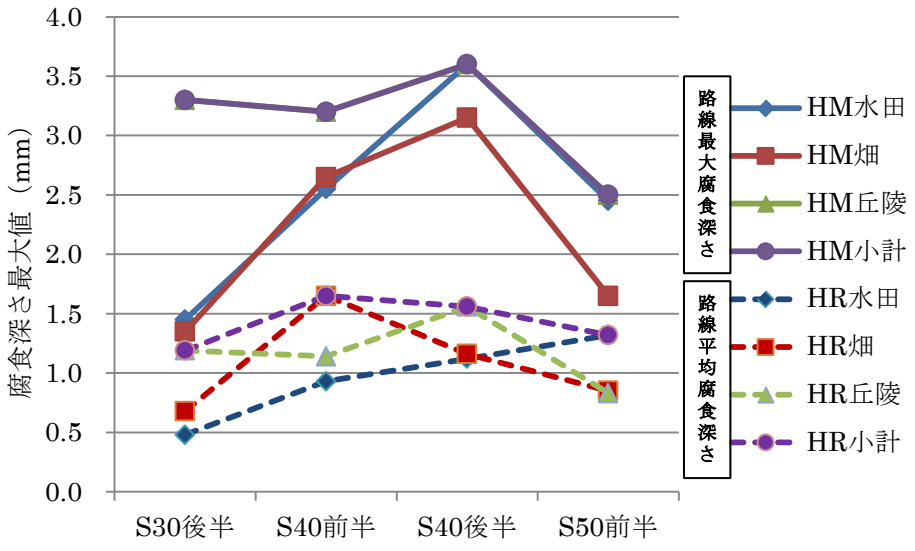
40 年代後半：　82 路線、50 年代前半：68 路線

①路線最大腐食深さ（H_M）及び路線平均腐食深さ（H_R）

・水田、畑、丘陵の路線最大腐食深さ及び路線平均腐食深さの平均値は、年代が古くなるほど大きい傾向を示している

・ただし、最大値についてはその傾向は見られない





② 腐食評価量と経過年数の相関

・腐食深さと経過年数の回帰式

$H_R = 0.066 \times \sqrt{Y} + 0.15$　　（相関係数　r=0.160）

$H_M = 0.140 \times \sqrt{Y} + 0.42$　　（相関係数　r=0.131）

・相関係数が低いのは、経過年数より環境因子の影響が大きいためである

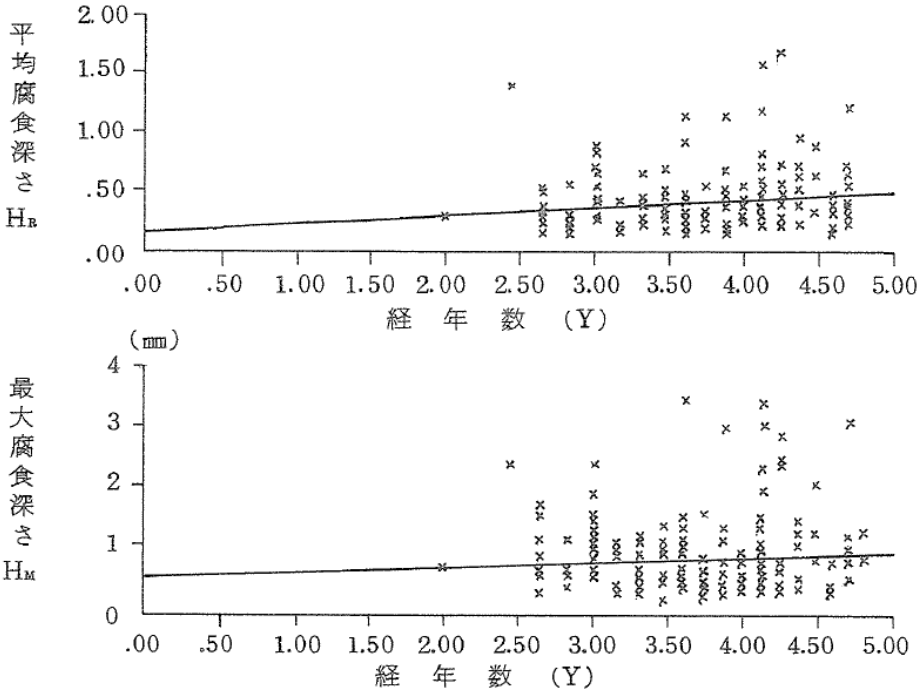
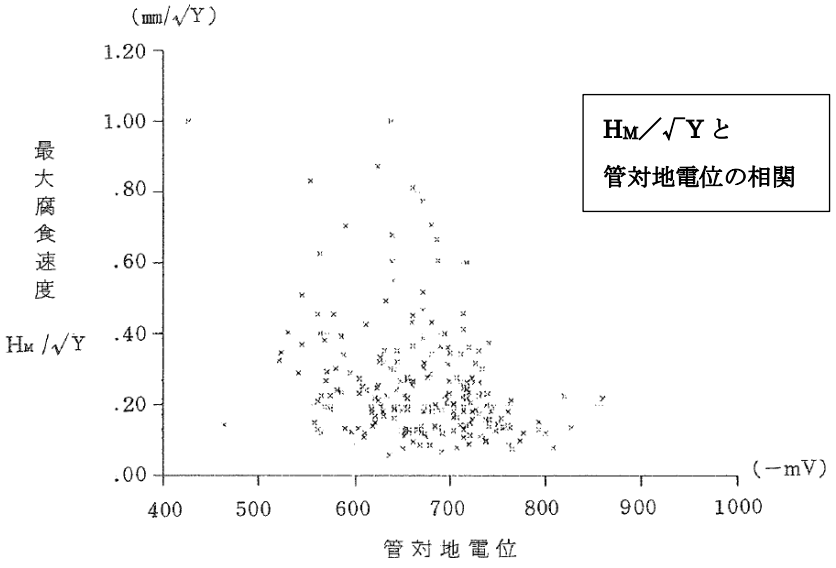


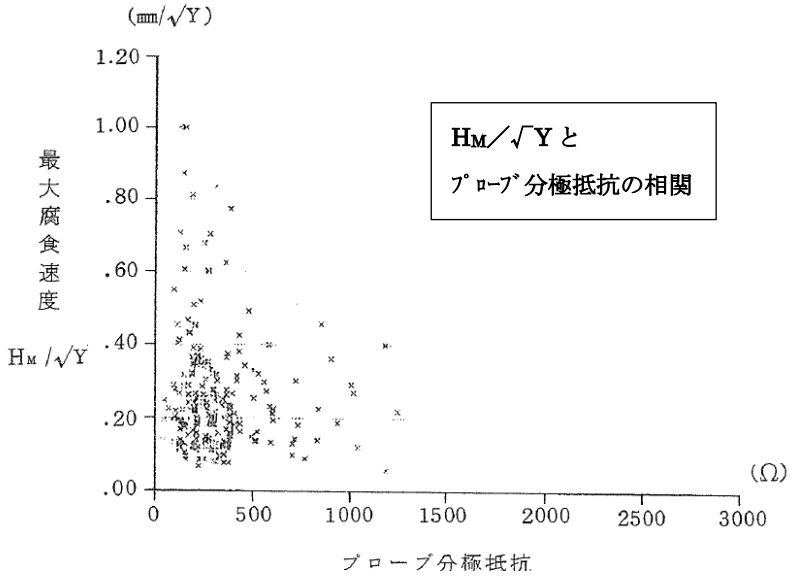
図 1.1 (3) 腐食深さ（H_R, H_M）と経年数（Y）との関係（225路線）

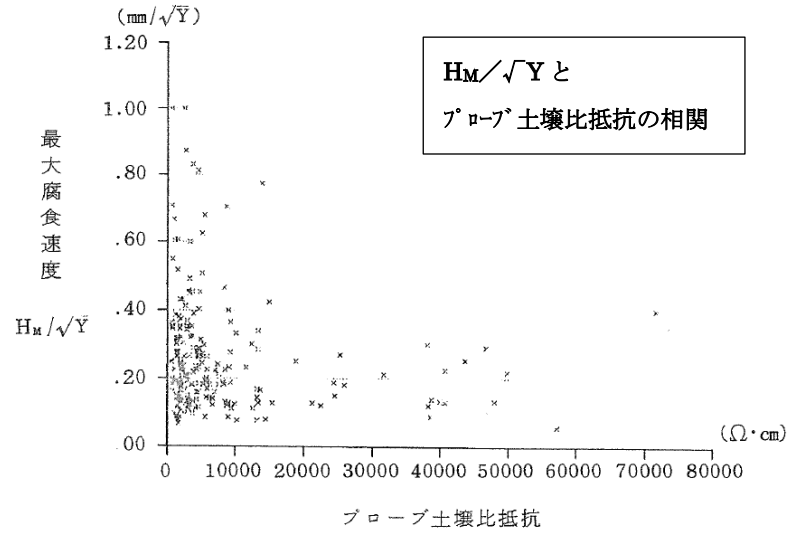
③ 腐食評価量と土壌環境因子の相関

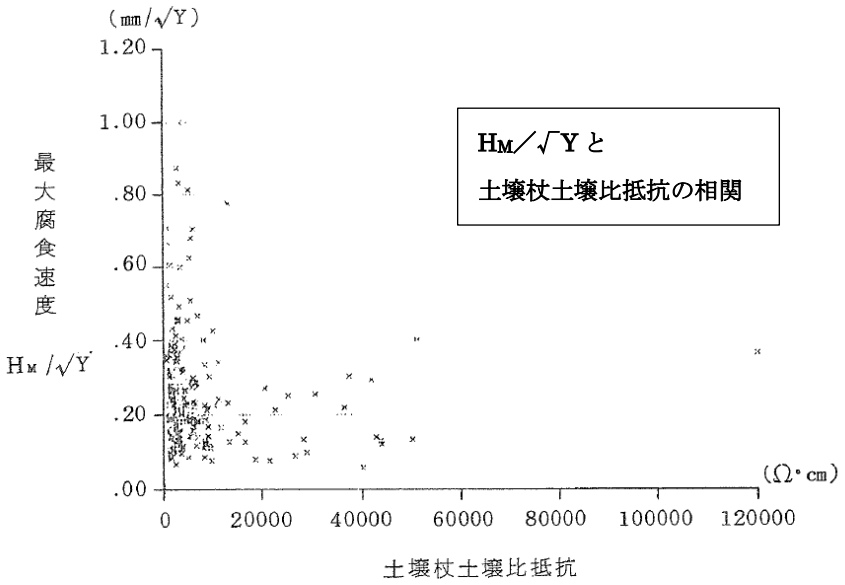
・腐食評価量（$H_R/\sqrt{Y}$、$H_M/\sqrt{Y}$）と相関が強い項目は以下の通り

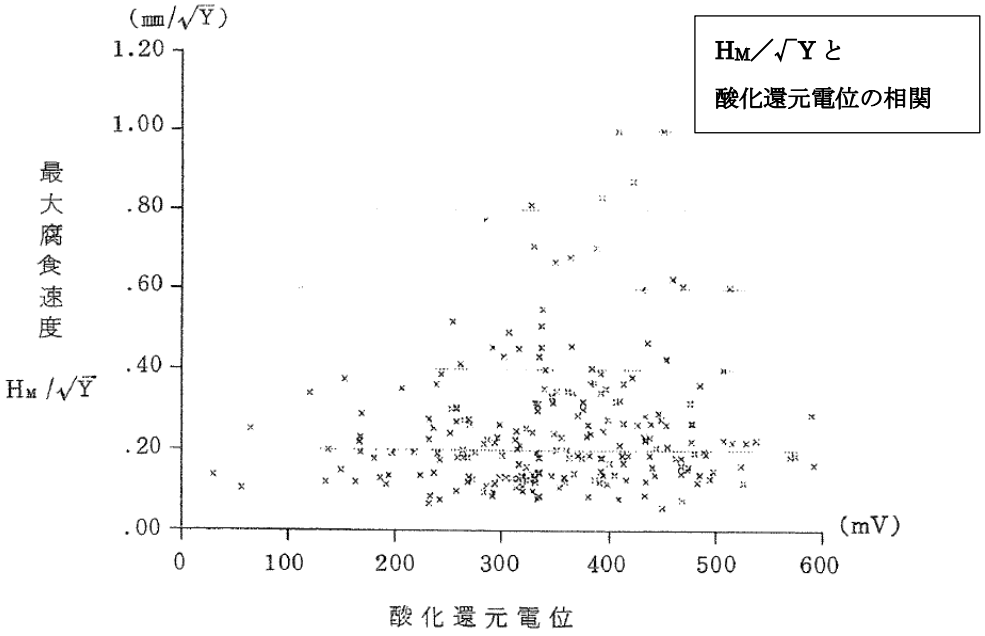
管対地電位（強い相関）＞ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗＞ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗＞酸化還元電位

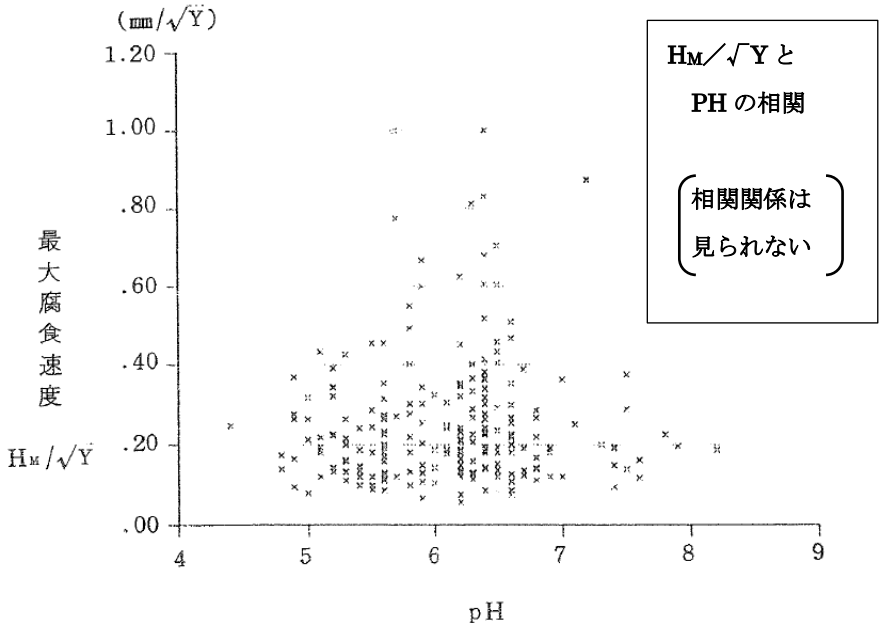



(mm/√Y)
1.20
1.00
.80
.60
.40
.20
.00
最大腐食速度
HM /√Y
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
(Ω)
HM／√Y と
ﾌﾟﾛｰﾌﾞ分極抵抗の相関
プローブ分極抵抗


(mm/√Y)
1.20
1.00
.80
.60
.40
.20
.00
最大腐食速度
HM /√Y
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
70000
80000
(Ω・cm)
HM／√Y と
ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗の相関
プローブ土壌比抵抗


(mm/√Y)
1.20
1.00
.80
.60
.40
.20
.00
最大腐食速度
HM /√Y
0
20000
40000
60000
80000
100000
120000
(Ω・cm)
HM／√Y と
土壌杖土壌比抵抗の相関
土壌杖土壌比抵抗





④　重回帰分析

ｉ）指定 3 因子（管対地電位、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗、酸化還元電位）による重回帰分析

・重回帰式

$H_R = (-2.86\times10^{-4}\times P/S + 1.987\times 1/\sqrt{\rho} + 6.91\times10^{-5}\times R + 0.240)\times\sqrt{Y}$

重相関係数　：　r=0.367

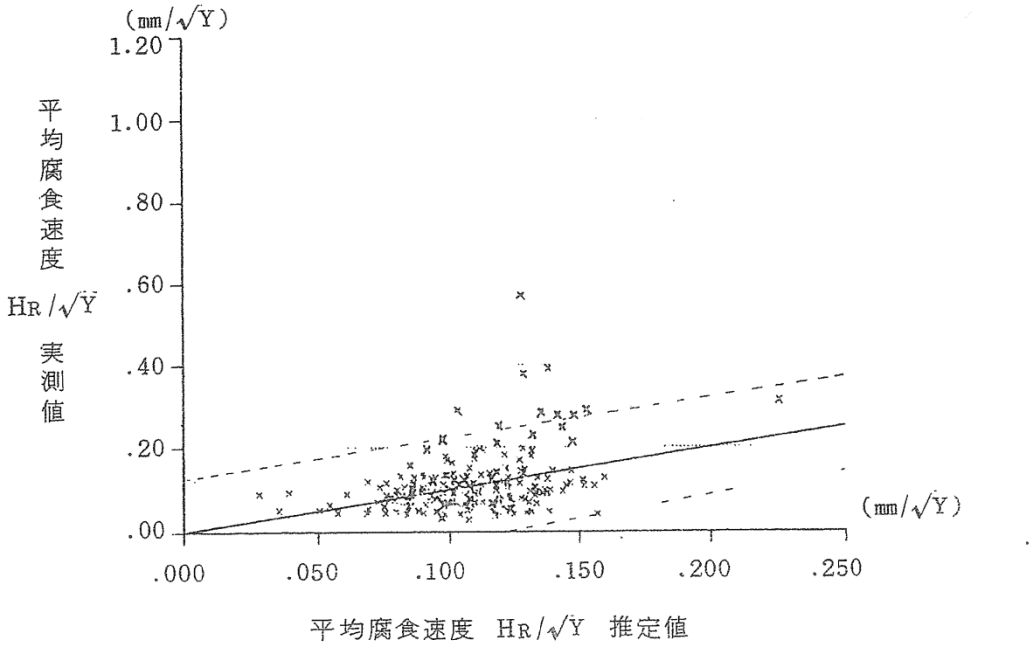
$H_M = (-8.20\times10^{-4}\times P/S + 5.934\times 1/\sqrt{\rho} + 1.41\times10^{-4}\times R + 0.651)\times\sqrt{Y}$

重相関係数　：　r=0.418

・95%信頼区間より外れる腐食大路線は 11 路線

$H_R/\sqrt{y} = -2.86\times10^{-4}\cdot$(管対地電位)$+1.987/\sqrt{}$(土壌比抵抗)$+6.91\times10^{-5}\cdot$(酸化還元電位)$+0.240$

注）点線は推定値の残差の標準偏差から求めた95%信頼区間を示す。



$H_M/\sqrt{y} = -8.20\times10^{-4}\cdot$(管対地電位)$+5.934/\sqrt{}$(土壌比抵抗)$+1\ 41\times10^{-4}\cdot$(酸化還元電位)$+0.651$

注）点線は推定値の残差の標準偏差から求めた95%信頼区間を示す。

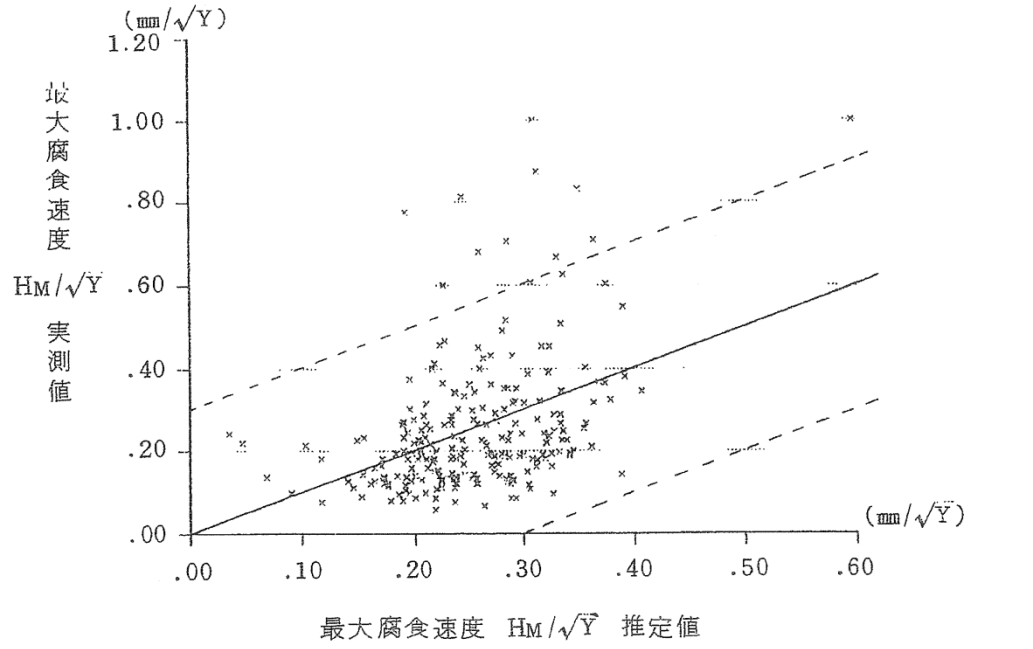


図 2.4 (3)　指定３因子による重回帰分析（N＝225）

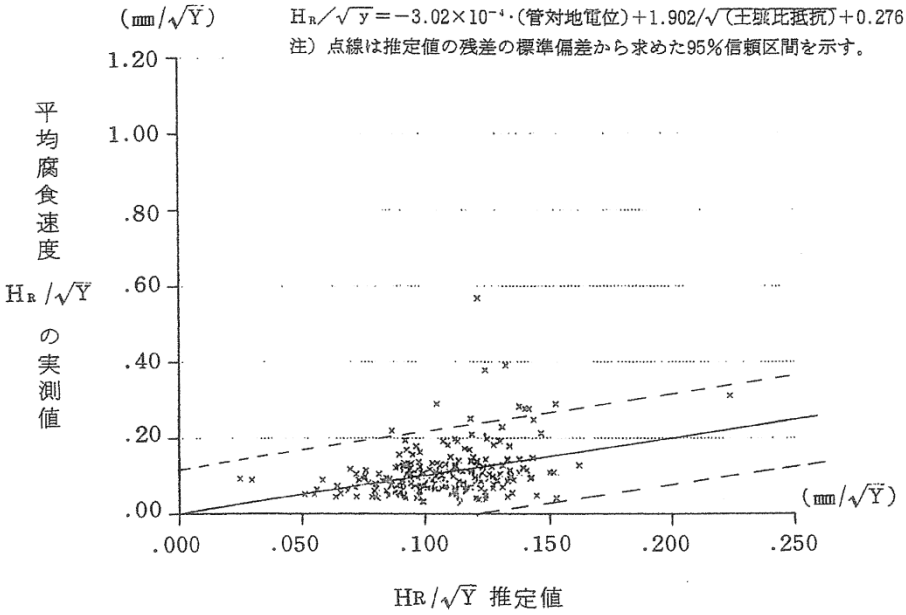
ii）指定 2 因子（管対地電位、ﾌﾟﾛｰﾌﾞ土壌比抵抗）による重回帰分析

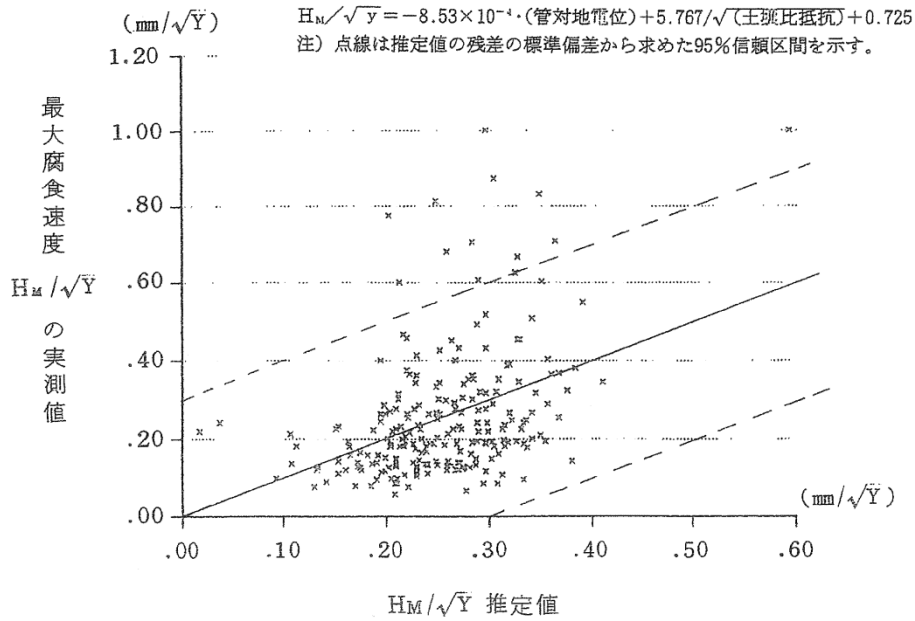
・重回帰式

$H_R = (-3.02\times10^{-4}\times P/S + 1.902\times 1/\sqrt{\rho} + 0.276)\times\sqrt{Y}$ ：r=0.352

$H_M = (-8.53\times10^{-4}\times P/S + 5.767\times 1/\sqrt{\rho} + 0.725)\times\sqrt{Y}$ ：r=0.409

・95%信頼区間より外れる腐食大路線は 12 路線





iii)腐食大路線の層別による解析

・95%信頼区間の外にある路線と内にある路線を層別した重回帰分析

a．3 因子

① 95%の外（11 路線）

$H_M=(-9.90\times10^{-4}\times P/S+0.084\times1/\sqrt{\rho}+4.59\times10^{-4}\times R+1.231)\times\sqrt{Y}$

重相関係数 ： r=0.678

② 95%の内(214 路線)

$H_M=(-5.42\times10^{-4}\times P/S+4.154\times1/\sqrt{\rho}+8.24\times10^{-5}\times R+0.491)\times\sqrt{Y}$

重相関係数 ： r=0.391

b. 2 因子

① 95%の外(12 路線)

$H_M=(-1.20\times10^{-3}\times P/S-0.601\times1/\sqrt{\rho}+1.540)\times\sqrt{Y}$

重相関係数 ： r=0.679

② 95%の内（213 路線）

$H_M=(-5.59\times10^{-4}\times P/S-3.783\times1/\sqrt{\rho}+0.536)\times\sqrt{Y}$

重相関係数 ： r=0.385

・95%信頼区間を外れる路線（腐食の大きな路線）はかなり高い相関係数を示し、95%信頼区間内の路線よりかなり高い腐食深さの推定が可能であると考えられる

iv）土壌環境因子の層別による分析（腐食大路線の特定）

・腐食大路線は土壌環境因子との相関が強く、環境因子の値が特定の範囲を有している可能性があり、土壌環境因子のうち、土壌比抵抗（ρ）で以下の 3 ケースに層別

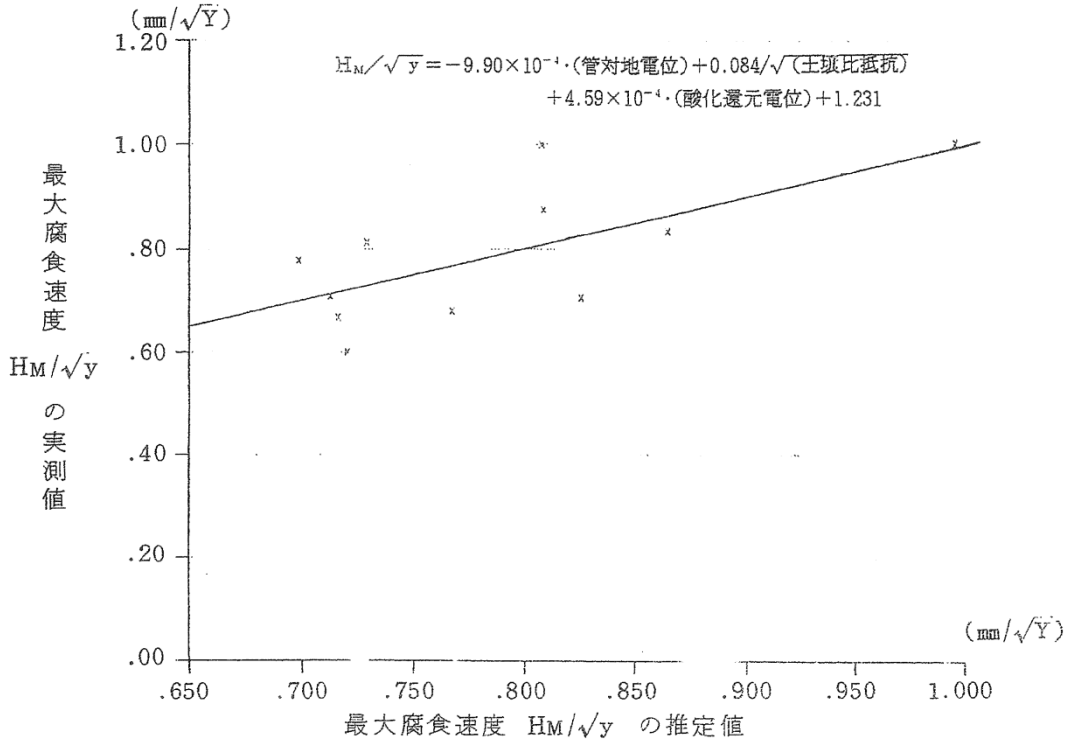
		腐食大路線範囲（広）	腐食大路線範囲（狭）	腐食大路線範囲（特）
環境因子範囲	ρ	10,000Ω・cm 未満	5,500Ω・cm 未満	3,000Ω・cm 以下
	P/S	－700mV 以上		
	ﾚﾄﾞｯｸｽ	300~500mV		
腐食大路線数		10	9	6
その他の路線数		74	54	30
合計路線数		84(全体の 37%)	63(全体の 28%)	36(全体の 16%)

・水田において、腐食大路線の土壌比抵抗が 3,000Ω・cm 以下であった以外に、腐食大路線の土壌環境因子は特定できなかった

・ただし、土壌比抵抗がの水田においても、腐食大路線が 3 路線あるが、腐食小路線も 11 路線含まれる

<3 因子の場合＞

① 95%信頼区間外路線（N＝11）による重回帰 散布図



② 95%信頼区間内路線（N＝214)による重回帰

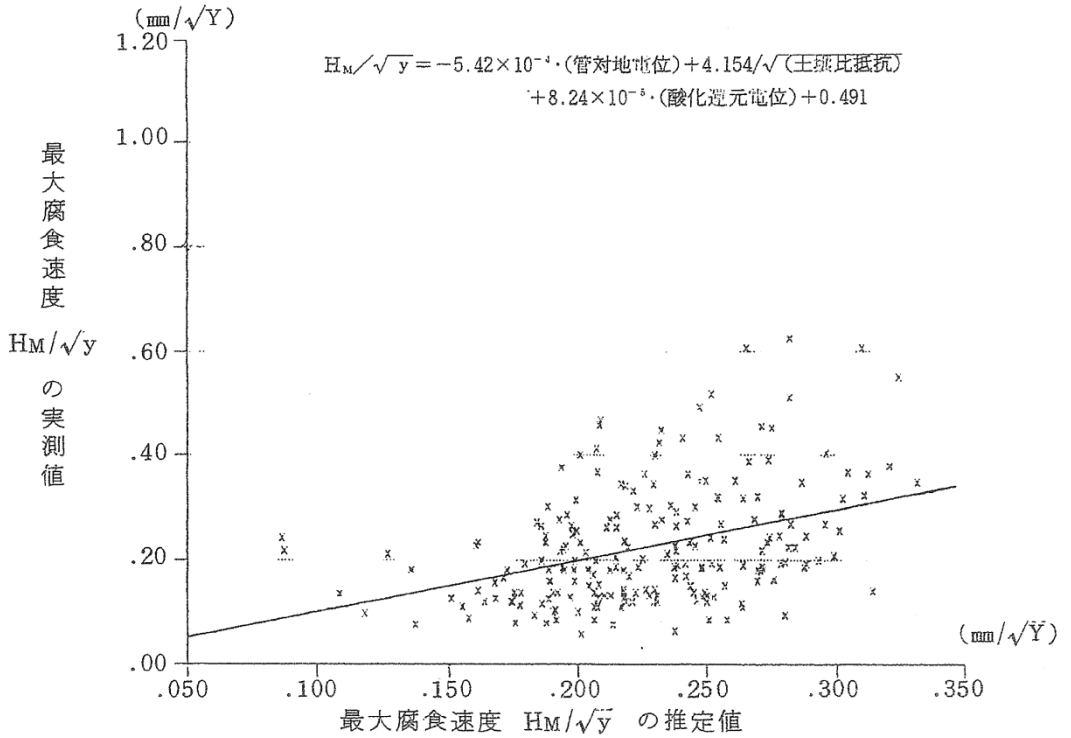
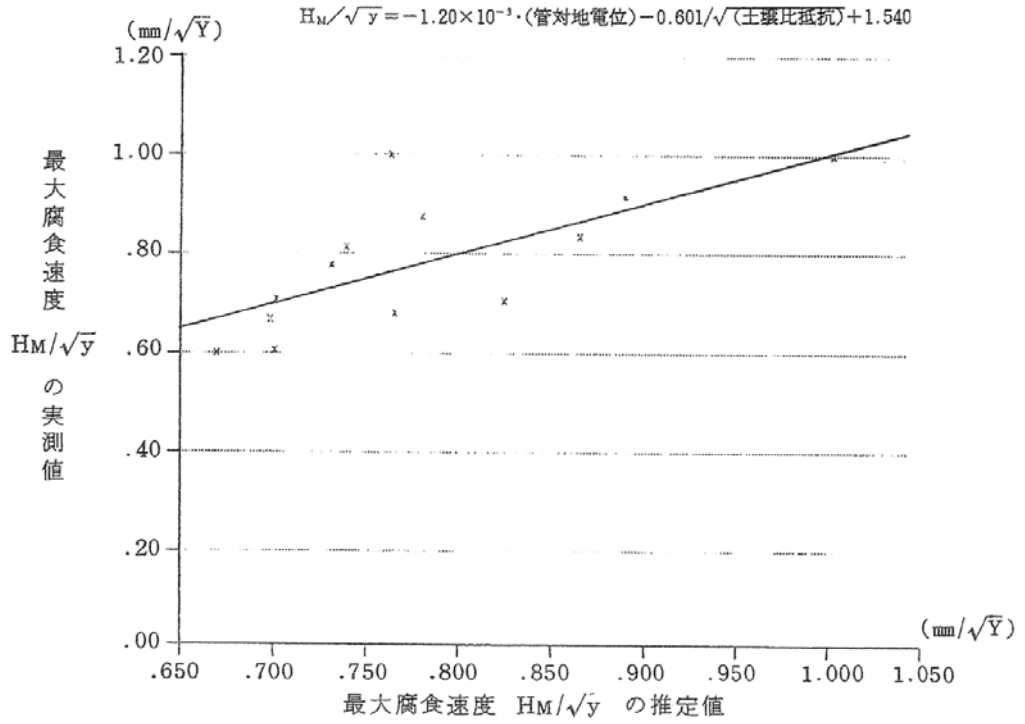


図 2.5.1 (3) 3因子の信頼区間別重回帰分析結果図

＜2 因子の場合＞

① 95%信頼区間外路線（N＝12）による重回帰



② 95%信頼区間内路線（N＝213)による重回帰分析

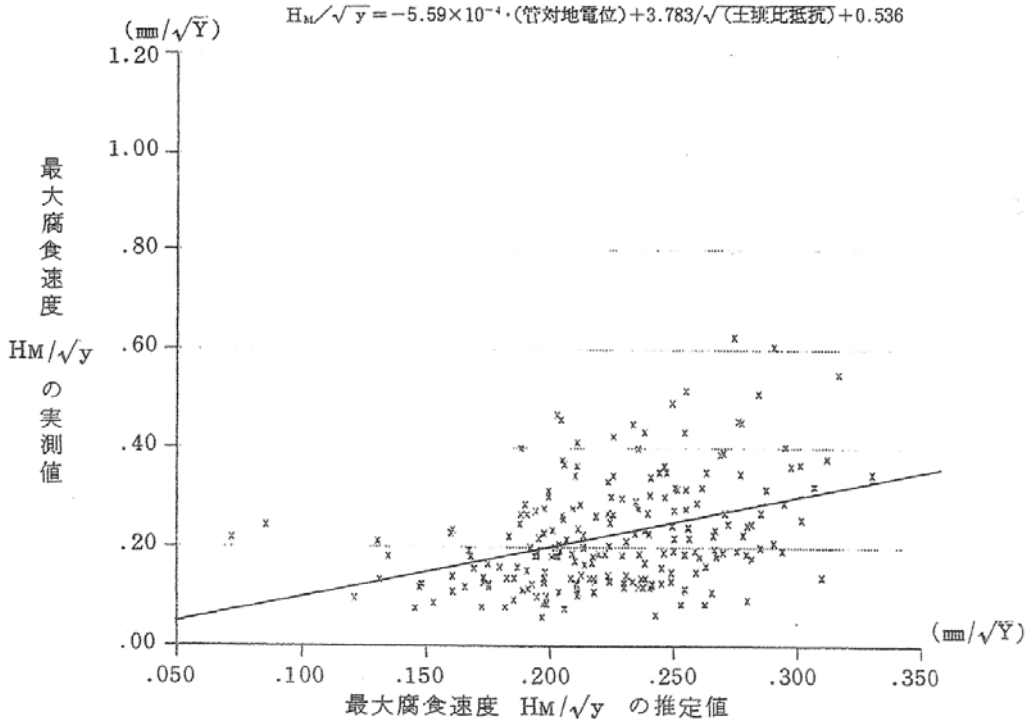


図 2.5.1 (2)　2 因子の信頼区間別重回帰分析結果

⑤　腐食診断推定式（研究結果のまとめ）

＜3 因子の場合＞

汎用式

$$H_M=(-8.20\times10^{-4}\times P/S\ +5.934\times1/\sqrt{\rho}\ +1.41\times10^{-4}\times R+0.651)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数　：　r=0.418

腐食大路線（水田　$\rho \leqq 3{,}000\,\Omega\cdot cm$）

$$H_M=(-9.90\times10^{-4}\times P/S\ +0.084\times1/\sqrt{\rho}\ +4.59\times10^{-4}\times R+1.231)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数　：　r=0.678

＜2 因子の場合＞

汎用式

$$H_M=(-8.53\times10^{-4}\times P/S\ +5.767\times1/\sqrt{\rho}\ +0.725)\times\sqrt{Y}$$

重相関係数　：　r=0.409

［腐食大路線の対応］

・団地内ほぼ均等な分布で 10 カ所程の土壌比抵抗を測定し、その最低値が 5,500Ω・cm 以下の場合には要注意路線として取扱う

・団地造成前が水田の場合で、最低土壌比抵抗が 3,000Ω・cm 以下の場合には、特に他工事等による管の露出時または試掘により管の腐食状況を目視あるいは計測によりかくにんすることが必要であり、腐食大推定式の適用も考えられる

［診断結果の取扱い］

・診断結果で得られた腐食速度（$H_M/\sqrt{Y}$）だけでなく、腐食指数（H_M/D, D：元厚）的な検討も併せて必要であろう

C　高圧ガス保安協会

C-1，C-2 共に、C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食が対象

C-1　埋設管維持管理マニュアル改訂版

① LP ｶﾞｽ販売事業者に対して、埋設管に維持管理方法を分かりやすく解説

② 改訂版では、腐食対策の知識、点検・調査の技術、改善の方法のポイントを追加

③ 腐食の点検・調査における「腐食診断」は「埋設管腐食測定器で通電変化量：10Ω未満は腐食のおそれがある」と判断

C-2　埋設管保安高度化技術　保安専門技術者研修テキスト

① マニュアル改訂版の技術的内容を解説した資料

② ガス管の腐食現象、腐食の基礎知識、防食方法の対策、腐食の痩躯亭調査、埋設管の腐食対策及び埋設管の維持管理について詳細に解説

③ 埋設管測定器により、C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の有無と大きさ、白ガス管腐食速度が測定可能

・実測結果より「C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食速度を 0.06mm/y 以上」と規定

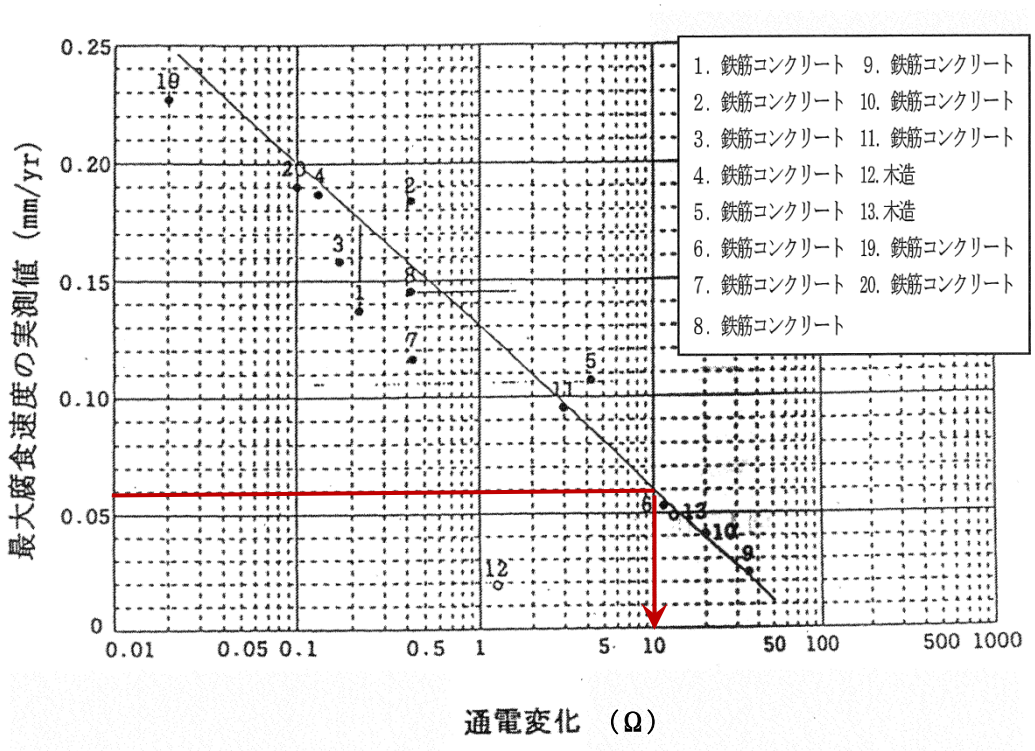
・最大腐食速度と通電変化量との相関グラフより、「通電変化量 10V 未満の場合 C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食と判定」

【 白ガス管の最大腐食速度との関係式 】

$V_{max} = -0.07 \log R + 0.13$

V_{max}＝最大腐食速度（mm／yr）

R　＝通電変化（Ω）



D　水道分野

D-1　農業用水路における鉄鋼系管材の腐食調査と要因評価について

（H25 年度農業農村工学会北海道支部研究発表会講演集、小樽開発建設部）

① 埋設農業用水路の孔食による漏水が発生した路線で腐食発生状況(目視)と土壌環境因子測定を行い、DIN50929 part3 及び ANSI A21.5 により腐食性を評価判定した事例

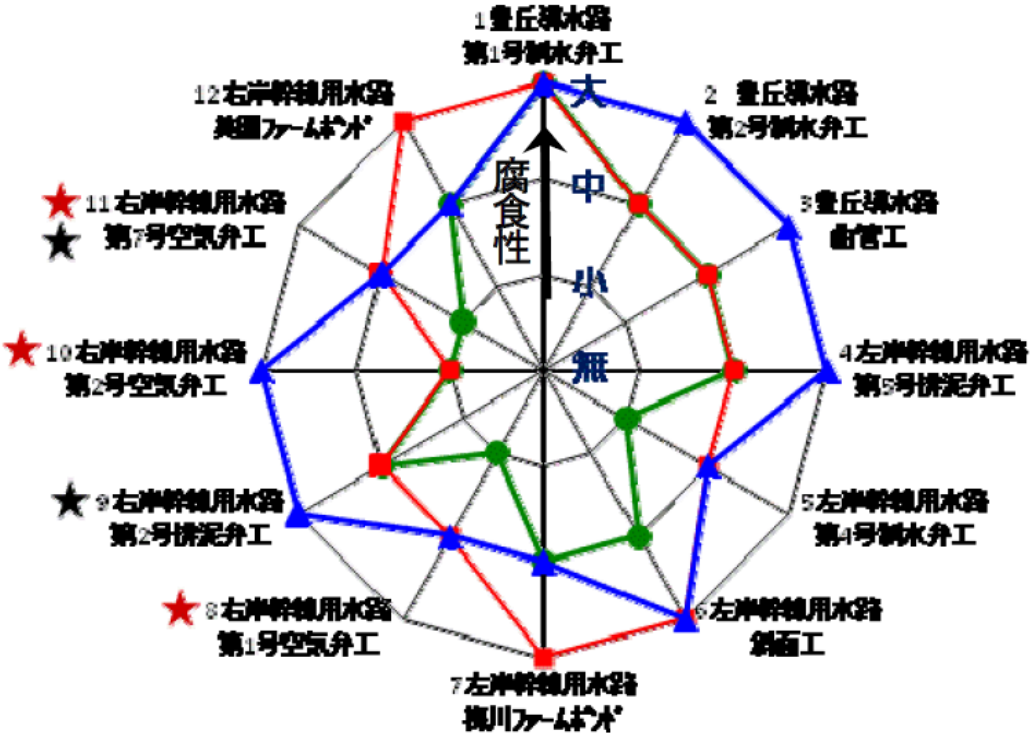
② 目視による腐食有無を確認した 12 ケ所の評価判定結果は以下の通り

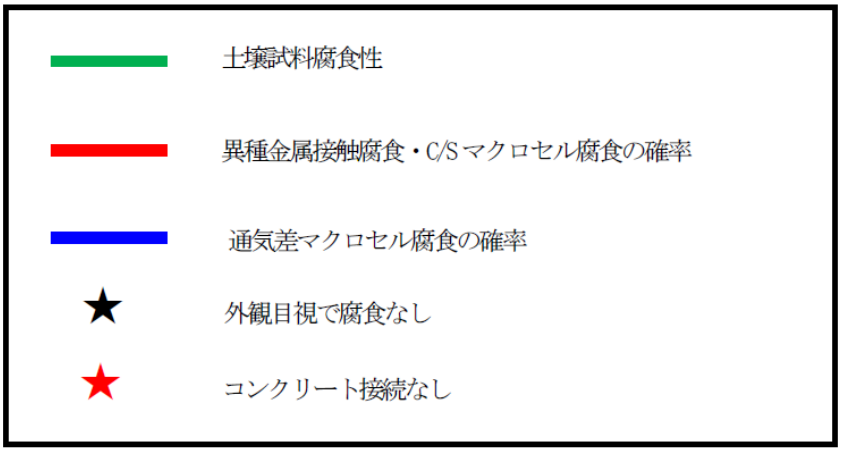
③ 腐食発生状況と DIN 評価結果の対比

・腐食発生個所の通気差ﾏｸﾛｾﾙ腐食の確率は「中」～「大」（青線 ▲――▲）

・腐食発生個所（ｺﾝｸﾘｰﾄ接続箇所）の C/S ﾏｸﾛｾﾙ腐食の確率は「大」（赤線 ●――●）

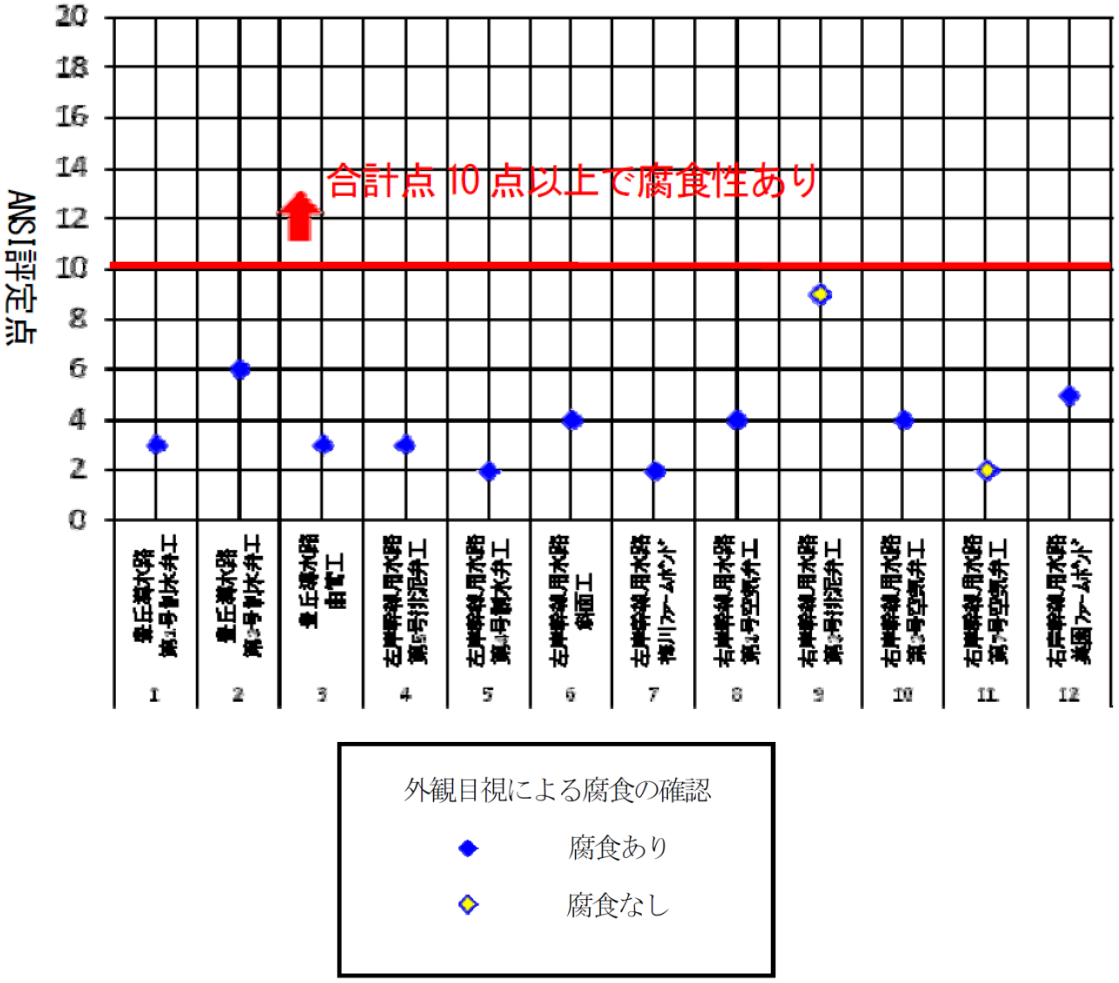
・土壌腐食性と腐食の有無の関係は見いだせない（緑線 ●――●）





④　腐食発生状況と ANSI 評価結果の対比

・合計点と腐食有無の関係は見いだせない



D-2　埋設管の腐食環境の解析と腐食予測　　（1988　防食技術 37，久保田鉄工(株)）

①　埋設管の外面腐食の予測は、土壌環境因子を測定し、ANSI や DIN に示された方法である程度数量化することが可能だが、予防保全にはより精度の高い腐食予測式が必要

②　その具体例として、海生粘土中に埋設された鋳鉄製水道管をサンプルとして精度の高い腐食予測式を統計的手法により導入

③　・目的変数　：最大腐食指数 Yc（Yc＝最大腐食深さ／最大腐食深さの平均値）

・単相関分析：　H_2O_2PH、含水比、ANSI、切土・盛土、REDOX、土壌比抵抗、地下水、土質、硫化物などが高い相関有（Table3）

・環境因子の定量化：説明変数にANSI、土壌比抵抗（ρ_1）H_2O_2PH・地下水、含水比・切土・盛土を選び数量化理論 I 類の手法で解析（Table5）

$Yc = \exp A$　　ただし、$A=(0\cdot\delta_{11}-0.11\cdot\delta_{12})+(0\cdot\delta_{21}-0.09\cdot\delta_{22}-0.28\cdot\delta_{23})+(0\cdot\delta_{31}-0.15\cdot\delta_{32}-0.26\cdot\delta_{33}-0.49\cdot\delta_{34})+(0\cdot\delta_{41}-0.18\cdot\delta_{42}-0.32\cdot\delta_{43}-0.42\cdot\delta_{44})+0.58$　　（δ=1 or 0）

Table 3 Correlation coefficient (r): Sample size is more than 400.,
◎: $|r| \geqq 0.4$, ○: $0.3 \leqq |r| < 0.4$.

Variable	Y_0	H_2O_2pH	Water ratio	ANSI	Cut/ bank	Redox	ρ_5	ρ_1	Ground water	Soil type	Sulfide	ρ_2	SO_4^{2-}	ρ_3	Residue
Y_0		-0.551	0.482	0.442	0.384	-0.378	-0.345	-0.340	0.296	0.292	0.274	-0.226	0.214	-0.214	0.201
H_2O_2pH	◎		-0.476	-0.534	-0.031	0.346	0.520	0.344	-0.249	-0.337	-0.347	0.260	-0.482	0.268	-0.461
Water ratio	◎	◎		0.530	0.048	-0.328	-0.393	-0.467	0.179	0.454	0.384	-0.367	0.305	-0.356	0.320
ANSI	◎	◎	◎		0.075	-0.574	-0.398	-0.579	0.193	0.508	0.546	-0.489	0.459	-0.467	0.464
Cut/bank	○					-0.222	0.030	-0.090	0.047	0.117	0.131	-0.044	-0.120	-0.006	-0.148
Redox	○	○	○	◎			0.126	0.278	-0.169	-0.333	-0.306	0.159	-0.083	0.108	-0.085
ρ_5	○	◎	○	○				0.278	-0.201	-0.303	-0.304	0.515	-0.508	0.598	-0.479
ρ_1	○	○	◎	◎					-0.154	-0.464	-0.323	0.472	-0.215	0.409	-0.218
Ground water										0.153	0.140	-0.111	0.041	-0.105	0.005
Soil type		○	◎	◎		○	○	◎			0.494	-0.458	0.198	-0.405	0.204
Sulfide		○	○	◎		○	○	○		◎		-0.364	0.188	-0.326	0.189
ρ_2			○	◎			◎	◎		◎	○		-0.278	0.951	-0.274
SO_4^{2-}		◎	○	◎			◎							-0.327	0.968
ρ_3			○	◎			◎	◎		◎	○	◎	○		-0.317
Residue		◎	○	◎			◎						◎	○	

Table 5 Results of regression analysis with category data

Item	Category		Category score	Range
ANSI (point)	δ_{11}	10 ≦	0.0	0.11
	δ_{12}	< 10	− 0.11	
ρ_1 (Ω・cm)	δ_{21}	≦ 1000	0.0	0.28
	δ_{22}	1000 < ≦ 1500	− 0.09	
	δ_{23}	1500 <	− 0.28	
H_2O_2pH・ ground water	δ_{31}	< 3 ・ present	0.0	0.49
	δ_{32}	< 3 ・ none	− 0.15	
	δ_{33}	3 ≦ ・ present	− 0.26	
	δ_{34}	3 ≦ ・ none	− 0.49	
Water ratio・ (%) cut/bank	δ_{41}	35 ≦ ・ bank	0.0	0.42
	δ_{42}	< 35 ・ bank	− 0.18	
	δ_{43}	35 ≦ ・ cut	− 0.32	
	δ_{44}	< 35 ・ cut	− 0.42	
Constant			0.58	
Multiple correlation coefficient (R)			0.716	
Coefficient of multiple determination (R^2)			0.51(51%)	

・更に速度因子を考慮して、以下の予測式（Ycp：腐食指数の予測値）を導入

$$Ycp = 0.4 \cdot Yc \cdot t^{0.4}$$

E　原子力分野（核燃料ｻｲｸﾙ開発機構）

・1988～2000 頃にかけて、動燃（その後核燃料ｻｲｸﾙ開発機構）が、ｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸの第一候補である炭素鋼の土壌中（粘土）での長期腐食挙動の調査・研究を実施

・この調査・研究事例は、以下の点において今回の埋設ガス管の腐食評価検討の参考になると思われる

①　水道管（ただし鋳鉄管）、ガス管（JCGA ﾃﾞｰﾀを利用）における経年腐食評価を検討している

②　土壌環境因子と腐食量（腐食速度、腐食深さ）の相関関係を調査・検討している

③　腐食量を実測値だけでなく、極値解析による最大値を求め、その土壌環境因子との相関関係を検討している

・公表されている以下の 4 論文の骨子は以下の通り

E-1　土壌埋設鋼材の長期腐食挙動に関する研究　成果概要（1991 年 3 月）

1-1　埋設年数 27 年（豊島-1）及び 30 年の水道管（豊島－2）（共に片状黒鉛鋳鉄管）を堀上げ、その周辺土壌環境、管の腐食状況を調査

1-2　砂と粘土の境界部（豊島-1）及び粘土の不均一部（豊島-2）に、通気差マクロセル腐食が発生

1-3　豊島-1 の最大孔食深さ、最大腐食速度は夫々3.8mm、0.14mm/y、豊島-2 はそれぞれ 3.2mm、0.11mm/y

1-4　最大孔食深さを極値統計解析手法により推定。豊島-1 の最大孔食深さの最頻値、最大値（信頼確率 99%）は夫々3.2mm、4.6mm、豊島-2 は夫々4.7mm、7.4mm
（極値統計の詳細説明はないが、後続資料より、1m 長さの水道管（0.51m2）から、面積の大きいｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸ（8.07m2）の最大値を求めていると考えられる）

1-5　腐食回帰式

実測最大孔食深さ　$H = 1.100Y^{0.218}$

極値統計（最頻値）　$Hv = 0.345Y^{0.596}$

極値統計（最大値）　$Hm = 0.685Y^{0.523}$

←　Y(埋設年数）の指数は従来文献の≒0.5 で妥当

E-2　土壌埋設鋼材の長期腐食挙動に関する研究（VI）　成果概要（1994 年 2 月）

2-1　埋設年数 30 年（羽沢）及び 66 年の水道管（花咲）（共に片状黒鉛鋳鉄管）を堀上げ、その周辺土壌環境、管の腐食状況を調査

2-2　通気差マクロセル腐食と思われる（花咲）が腐食速度は小さい（腐食生成物による被膜効果だと思われる）

2-3　羽沢の最大孔食深さ、腐食速度は夫々2.3mm、0.077mm/y

2-4　羽沢（1m 長）の実路線（5m 長）での最大孔食深さを極値統計解析手法により推定。最大孔食深さの最頻値、最大値（信頼確率 99%）は夫々3.5mm、5.2m

2-5　腐食回帰式（羽沢含む 5 地点データ）

実測最大孔食深さ　$H=0.529Y^{0.345}$

極値統計（最頻値）　$Hv=0.408Y^{0.477}$

極値統計（最大値）　$Hm=0.723Y^{0.442}$

←　Y(埋設年数）の指数は従来文献の≒0.4 でほぼ妥当

E-3　土壌埋設鋼材の長期腐食挙動に関する研究Ⅸ）　成果概要（1997 年 2 月）

3-1　埋設年数 24 年（すすき野-1）及び（すすき野-2）（共に片状黒鉛鋳鉄管）を堀上げ、その周辺土壌環境、管の腐食状況を調査

3-2　すすき野-1、すすき野-2 の最大孔食深さ及び腐食速度は夫々1.7mm，1.9mm 及び 0.071mm/y，0.079mm/y

3-3　すすき野-2（1m 長，0.51m2）よりｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸ（8.07m2）での最大孔食深さを極値解析手法により推定。最大孔食深さの最頻値、最大値（信頼確率 99%）は夫々3.05mm、4.30mm

E-4　粘土中に埋設された鉄の腐食事例の研究（2000 年 2 月）

4-1　JCGA が実施した埋設鋼管（ｶﾞｽ管）腐食ﾃﾞｰﾀ 171 件のうち、ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ類似の淡水性粘土のﾃﾞｰﾀを抽出活用して、腐食推定式を作成（∵ｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸはﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ環境での設置計画）

4-2　粘土環境下の 46 路線のうち、8 路線は特異な孔食（ｸﾞﾝﾍﾞﾙ分布適応度検定 10%以下）が有るため除外し、38 路線で EVAN Ⅱ による極値解析を実施（ｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸ表面積：8.07m2）

4-3　対象埋設管は、亜鉛メッキ管(27 路線)、裸鋼管（11 路線)。路線中土壌抵抗率が最も低い個所で１０ｍ長を堀上げ

4-4　サンプルは、10m 長の堀上管から 20cm 長を切断し、10cm 長の残存肉厚と元肉厚を計測し、最大孔食深さを求めている

4-5　孔食深さに関する測定＆計算結果（極値統計解析は、ｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸの面積にて計算）

実測最大孔食深さ　0.30～2.50mm（平均　0.87mm）

実測最大孔食腐食速度　0.01～0.28mm/y（平均　0.07mm/y）

実測最大孔食腐食速度　0.07～0.83mm/√y　　（平均　0.25mm/√y）

極値統計最大孔食深さ（最頻値）　0.30～2.49mm（平均　0.93mm）

極値統計最大孔食深さ（最大値）　0.61～4.35mm（平均　1.58mm）

極値統計最大孔食腐食速度（最頻値）　0.02～0.28mm/y（平均　0.08mm/y）

極値統計最大孔食腐食速度（累積確率 99%最大値）　0.03～0.48mm/y（平均　0.13mm/y）

極値統計最大孔食腐食速度（最頻値）　0.07～0.83mm/√y　　（平均　0.26mm/√y）

極値統計最大孔食腐食速度（累積確率 99%最大値）0.13～1.45mm/√y（平均 0.45mm√/y）

4-6　亜鉛メッキ管と裸鋼管の孔食深さ、孔食腐食速度には差がない

4-7　孔食深さ及び孔食腐食速度と土壌環境因子との単相関

①　最大孔食深さ、最大孔食腐食速度と土壌環境因子との相関はない

②　最大孔食深さと最大孔食腐食速度（√y 以外）と管対地電位は、相関有（R：0.31～0.43）

③　土壌抵抗率（土壌杖）と土壌抵抗率（飽和時）は相関無（R＝0.25）

4-8　孔食腐食速度と土壌環境因子との多変量解析

①　最大孔食腐食速度実測値の重回帰分析結果　：　1 番目　管対地電位、　2 番目　ﾌﾟﾙｰﾌﾞ分極抵抗

②　最大孔食腐食速度極値解析値の重回帰分析結果　：　1 番目　管対地電位、　2 番目　ﾌﾟﾙｰﾌﾞ分極抵抗、　3 番目　硫酸塩

4-9　ｵｰﾊﾞｰﾊﾟｯｸ腐食推定式

$$H = 0.45Y^{47}$$

Ｆ．米国，カナダにおける最近の研究

米国電力研究所(ERPI)らのグループは，埋設配管サービス性評価に用いる適切な腐食量予測に関する研究委員会で、NISTの暴露試験データ[1)]に種々の考察を加え以下のような報告[2)]している．

※ERPI: Electric Power Research Institute

1) NIST の暴露データの最大腐食深さと時間との関係はバラツキが大きいことを再確認。
2) 局部腐食の非線形性があることも再確認。
3) NISTのRomanoff（1957）は局部腐食に $Y(t)=at^n$ 式を当てはめて解析を実施している。しかし、腐食速度の計算方法にはTangent rate ($dY(t)/dt$), Secant rate ($Y(t)/t$)の 2 つの計算法があり、今後、どちらを採用していくのかが重要となる。（図 1、図 2）
4) ピット深さの成長はどのようなものであろうかということを考えるとき、線形であるとすると取り扱いは容易であるが、非線形であるとするとピットは何時から発生するのかが解らないし、変化曲線は現場毎に、土質毎に異なるという難しさがある。
5) NBS は 1922-1939 年に n 値と土質特性（比抵抗、湿潤度、pH、酸性度評価、化学成分）との関係を解析しているが意味のある相関はなかったことを報告している。この理由として、土質特性はある時期 1 点の埋設サイトの特性であって、土の化学成分は空間的にバラツイており、季節的には変動している。つまり測定された土質特性値は配管近傍の実際の条件を反映したものではないことを考えた。
6) NIST の Ricker は 2007 年に Romanoff の研究結果を再度、非線形統計解析を実施したが、これでも結果は同じで有用な相関が得られていないと評価。やはり測定された土質特性値は配管近傍の実際の条件を反映したものではないことが原因であると考えた。

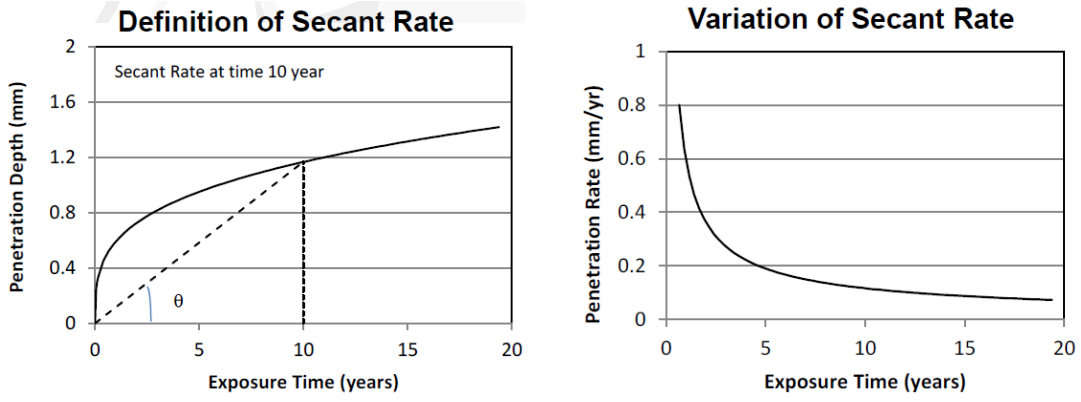


図 1 Secant Rate の定義と変化

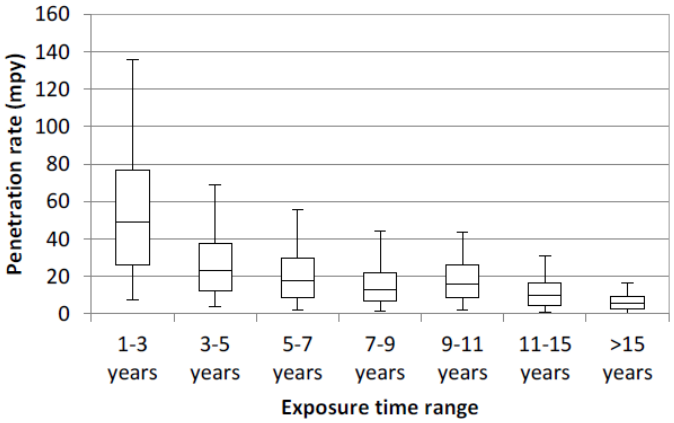


図 2 Secant Rate の変動傾向

7) API581 の Recommended Rates として、腐食速度の基準値が 3 つ示されているが,この値を設定することに十分な議論がされていない。

Sand: 0.025mm/y, Silt: 0.125mm/y, Clay: 0.25mm/y

8) 規格で示す基準値は上限値としては、議論は不十分であるが 80%確率値を用いることを推奨。

9) 再解析における基本的な考え方と結果

（基本的な考え方）

① 局部腐食速度は 5 年以内のデータでは一定の傾向を示さない。

② 維持管理に用いる限界板厚に到る時間を予測するには定常的な腐食状態に基づいたものではならない。

③ 土質特性との相関を確認することに異論はない。しかし、配管近傍の環境は供用中に変動することを念頭にしておく。

④ より良いアプローチは、より広い土質分類 G に対して腐食速度を推定するのが良い。

（結果）

① Site1 の全てのデータに対して、回帰式 $Y(t)=at^n$ を求めた。（図 3）

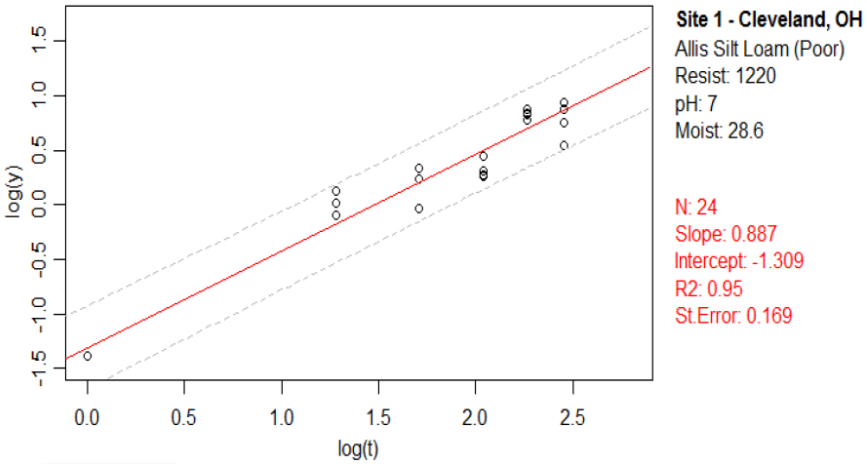


図 3 Site1 データに対する回帰式

② ①で求めた回帰式（赤線）と 5 年以下を無視して 5、10 年の孔食深さを結んだ線から算出した定常腐食速度 0.18mm/y を記載した。（図 4）

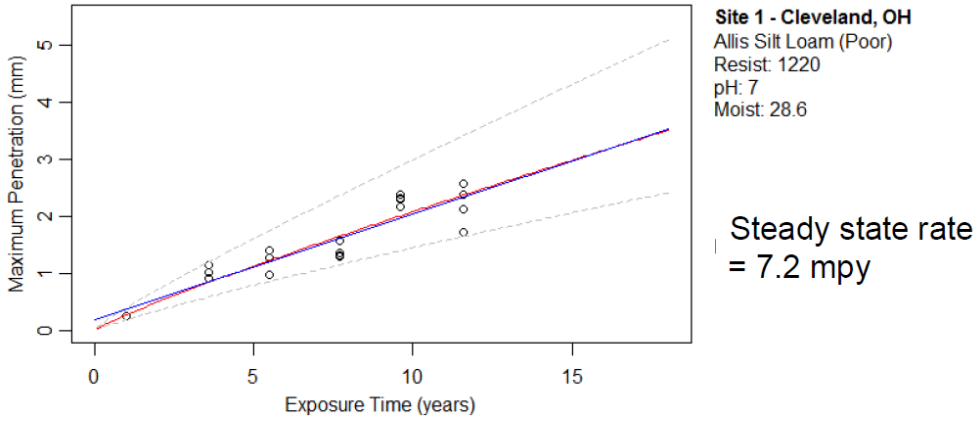


図 4 定常腐食速度評価の例

③ 定常腐食速度は良好な近似であった。それは n<1 で 5 年以上では殆ど直線であった。腐食速度を一定とする取り扱いは安全側である。

④ 土質分類 G に対して、色々の場所からの定常腐食速度を解析した。対数正規分布が良く適合した。（図 5）

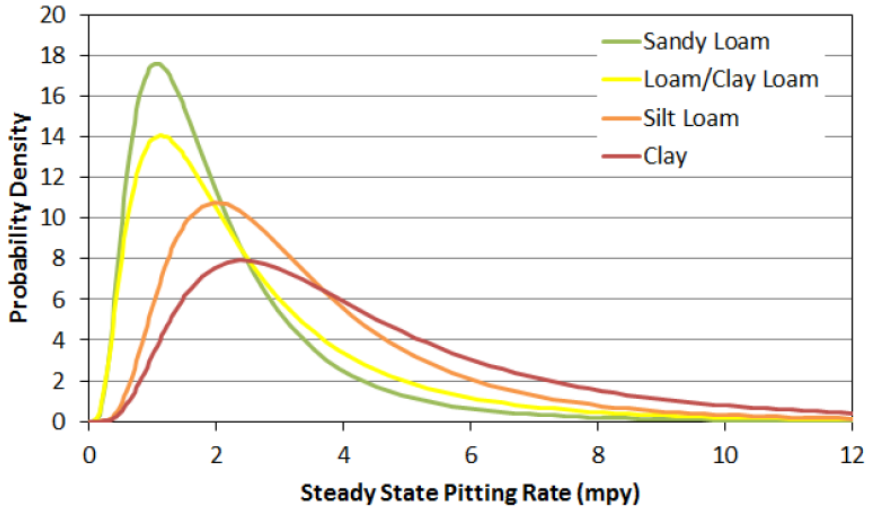


図 5 土質種類毎の腐食速度の統計分布

	Clay	Silt Loam	Loam/ Clay Loam	Sandy Loam
Average	4.6	3.5	2.6	2.1
Median	3.7	2.9	2.0	1.7
%tiles				
80	6.5	4.8	3.7	2.9
90	8.7	6.3	5.2	3.9
95	11.1	7.8	6.8	5.0

図 6 土質種類毎の上限腐食速度値

⑤ 上限の腐食速度として 80%確率値は、ANSI/NACE2010 の値に近い。（図 6）

⑥ 定常腐食速度　　※API581 に幾らか近い値である。（図 6）

Sandy Loam:　　2.9mpy (0.0725mm/y)

Loam/ Clay Loam:　　3.7mpy (0.0925mm/y)

Silt Loam:　　4.8mpy (0.12mm/y)

Clay:　　6.5mpy (0.1625mm/y)

⑦ 孔食腐食速度は、均一腐食速度の 4 から 5 倍大きい。（図 7）

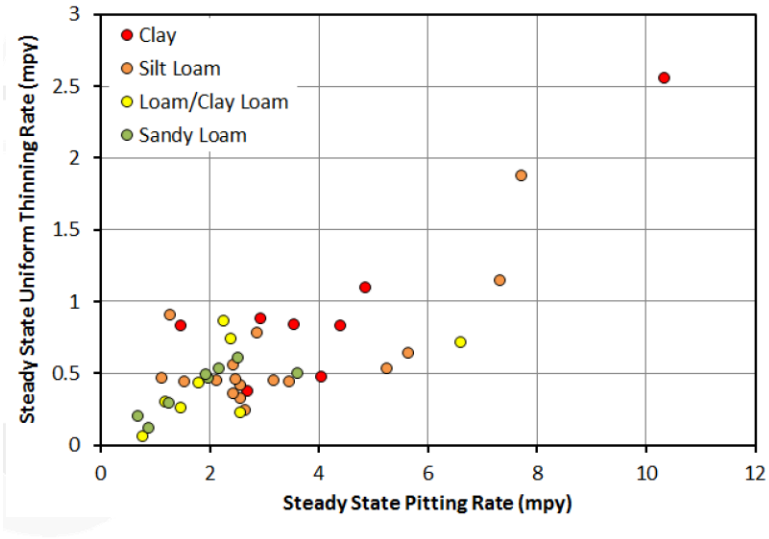


図 7 孔食腐食速度と均一腐食速度

⑧ 土質環境指標（比抵抗、酸性度）との相関分析はあまり良くない。（図 8）

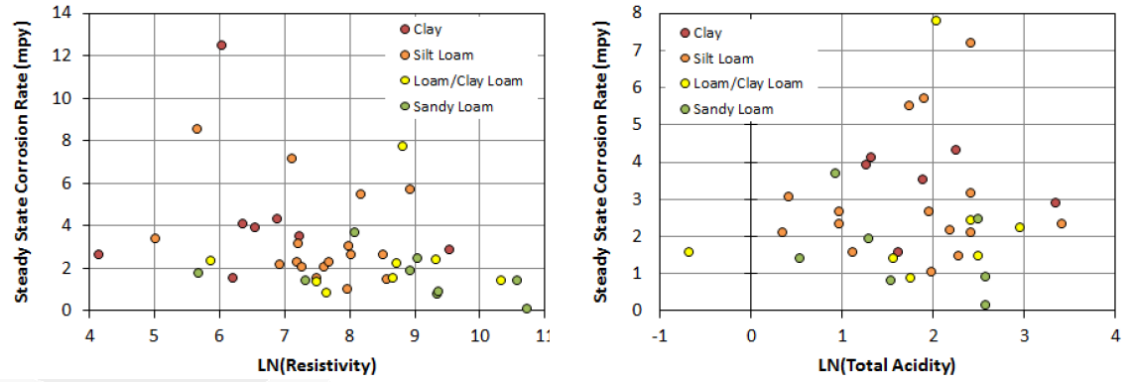


図 8 土質環境指標（比抵抗、酸性度）と腐食速度

⑨ 土質環境指標（塩化物、SO4）との相関分析はあまり良くない。（図 9）

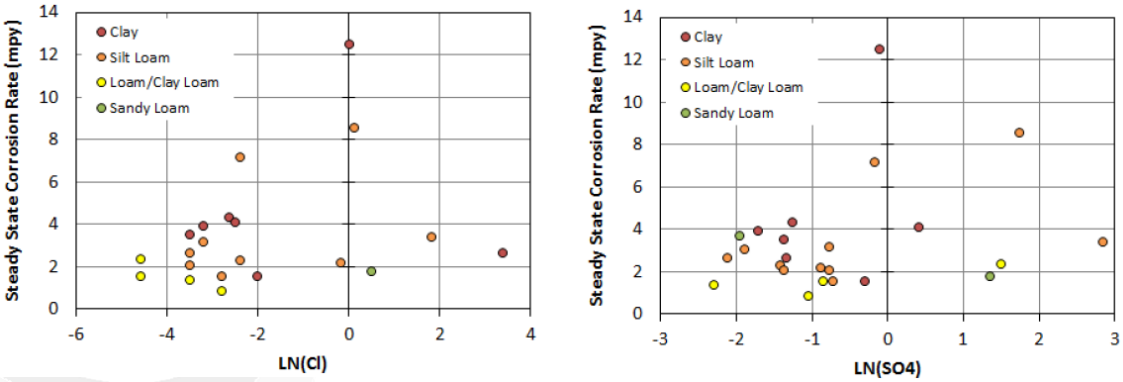


図 9 土質環境指標（塩化物、SO_4）と腐食速度

10) サンプリング工程の影響（図 10）

一つのサイトで、回収された埋設配管は、回収年までそれぞれの腐食進路を進んでいるとして捉える必要がある。

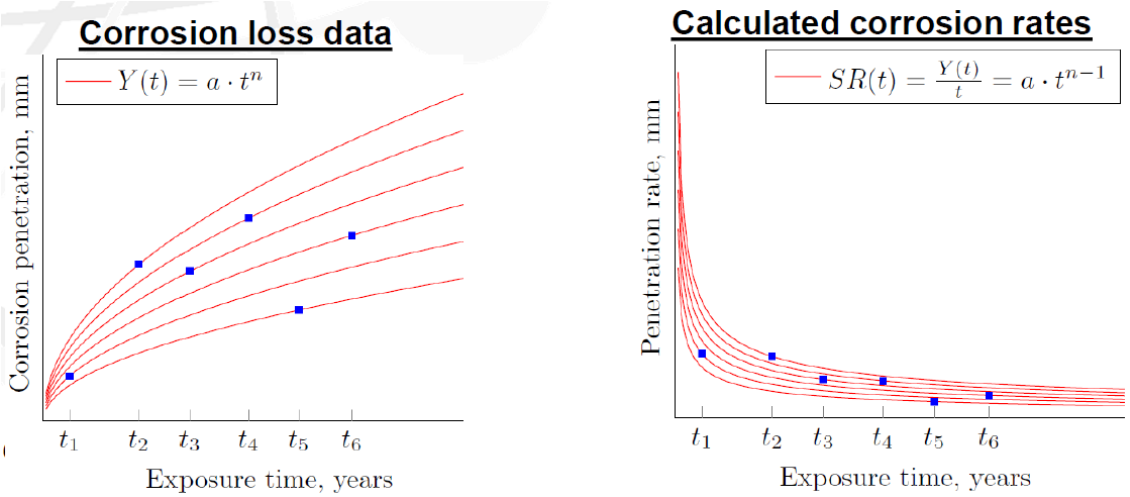


図 10 配管の腐食量と腐食速度の時間変化

以上

参考文献：

1) Analysis of Pipeline Steel Corrosion Data From NBS (NIST) Studies Conducted Between 1922-1940 and Relevance to Pipeline Management, NIST, May 2, 2007.

2) Interim Guidance for Determining Corrosion Rates for Evaluating FFS of Buried Pipe, EPRI/NRC Meeting, Sep. 25, 2014. ※FFS: Fitness-of-service www.nrc.gov/docs/ML1427/ML14279A527.pdfより

第 3 回委員会資料

（資料 No.2　今年度得られたデータの相関分析等報告）

＜TITLE＞	＜PAGE＞
１．H29Fy サンプル管の腐食状況調査	323~330
２．H29Fy サンプル管の腐食状況の分析	330~348
３．前回調査（S60Fy）と合算した腐食状況の分析	349~ 354
４．第 4 回委員会へ向けて	354

［添付資料］（別紙）

① サンプル管採取場所及び環境一覧表
② 土壌環境因子現地調査結果
③ ｻﾝﾌﾟﾙ管外観調査及び管厚測定結果
④ ｻﾝﾌﾟﾙ管肉厚測定結果一覧表
⑤ 現地採取土壌ﾗﾎﾞ試験結果
⑥ H29Fy 統計基本データ一覧表
⑦ 前回調査（昭和 60 年度）データ集
⑧ 現地測定及びラボ測定の土壌抵抗率の比較

平成 30 年 1 月 30 日

１．H29Fy サンプル管の腐食状況調査

１．１　調査概要

調査項目及び方法は、添付資料「平成 29 年度都市ｶﾞｽ事業天然ｶﾞｽ化促進対策調査事業（経年埋設ｶﾞｽ管のﾘｽｸ評価手法・基準開発事業）マニュアル（案)」に記載した通りであり、その概要を表 1.1 に示す。

表 1.1　サンプリング要領概要

項目	要領	実施者
1. ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ候補現場の選定とｶﾞｽ管設置状況の調査・確認	・保安上の重要性を考慮 ・お客様の了解取得 ・口径、埋設年、建物種別（木造、鉄筋・鉄骨)、埋設深さ、表層種類（土、As、Co.）絶縁有無記載	ｶﾞｽ事業者
２．配管位置の確認	・ｶﾞｽ配管立上り位置の確認 ・ﾊﾟｲﾌﾟﾛｹｰﾀｰ調査	ガス事業者、 日本防食工業(株)
３．管対地電位測定	・高抵抗電圧計（EPR）と飽和硫酸銅電極による ・ｶﾞｽ配管立上り箇所より、0m,0.5m,1m,1.5m,2m,3m,4m,5m，10m,20m,30m,40m,50m の位置	ガス事業者、 日本防食工業(株)
４．土壌抵抗率測定	・土壌杖（3 回／箇所）による ・計測深さは、原則 GL-15cm	ガス事業者、 日本防食工業(株)
５．接地抵抗測定	・接地抵抗計による ・立上り部 1 ケ所	ガス事業者、 日本防食工業(株)
６．ｶﾞｽｻﾝﾌﾟﾙ管の切り出し	・短管は約 50cm、長尺管は約 2m ・ｶﾞｽ流れ方向、上下を記載	ガス事業者
７．土壌ｻﾝﾌﾟﾙ採取	・コア、コンテナにｶﾞｽ管近傍土壌を採取（ﾗﾎﾞ試験用）	ガス事業者
８．ｶﾞｽｻﾝﾌﾟﾙ管の外観観察とｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ	・塗装、塗覆装の残存状況確認 ・ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ後、腐食状況確認	日鉄住金ﾃｸﾉﾛｼﾞｰ(株)
９．ｶﾞｽｻﾝﾌﾟﾙ管の腐食深さ測定	・3D ﾚｰｻﾞｰ計測器による ・計測長さ L=10cm	日本ｶﾞｽ機器検査協会
１０．土壌ﾗﾎﾞ試験	・土壌抵抗率（採取、飽和） ・体積密度（乾燥、湿潤） ・酸化還元電位　・PH	(株)クレアテラ

１．２　ガス管サンプリング結果

（１）現地ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ期間　　９月 11 日～12 月 14 日（約４ヶ月）

（２）本数

①　本調査事業

亜鉛ﾒｯｷ管	７４本（うち短管：６２本、長尺管：１２本）
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	３８本（うち短管：３７本、長尺管：　１本）
合計	１１２本（うち短管：９９本、長尺管：１３本）

②　産業技術総合研究所土壌抵抗率測定現場

亜鉛ﾒｯｷ管	２本（長尺管）

（３）ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ記録

添付資料①「サンプル管採取場所及び環境一覧表」に示す。

（４）ｻﾝﾌﾟﾙ管の埋設経過年の分布

ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞの埋設経過年数の偏り有無を確認するために、昨年度（H28Fy）採取したｻﾝﾌﾟﾙ管と今年度採取したｻﾝﾌﾟﾙ管の、埋設経過年数の比較を実施した。

図 1.1 は、亜鉛メッキ管のｻﾝﾌﾟﾙ管の 5 年間隔での分布比率（5 年幅での埋設年数のｻﾝﾌﾟﾙ数が全ｻﾝﾌﾟﾙ数に占める割合）であり、H29Fy 採取ｻﾝﾌﾟﾙ（計 74 本）は、H28Fy 採取ｻﾝﾌﾟﾙ（計 201 本）より平均で 2.5 年古いものとなっているが、両者の埋設経過年の分布は良く合致している。

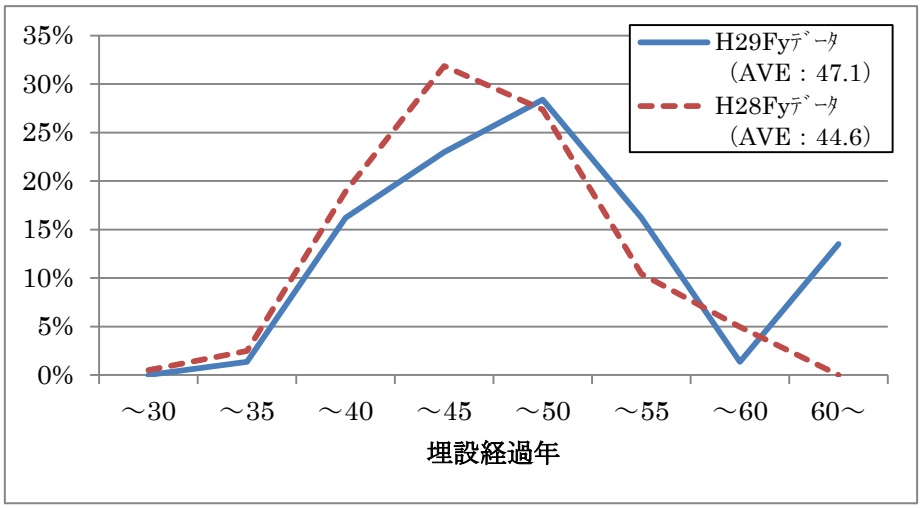


図 1.1　亜鉛ﾒｯｷ管の埋設経過年比較（H29Fy，H28Fy）

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管に関する同様の分布図が、図 1.2 である。H29Fy（計 38 本）のｻﾝﾌﾟﾙ管は H28Fy（計 76 本）に比べると平均値は 2.5 年古い結果となっている。

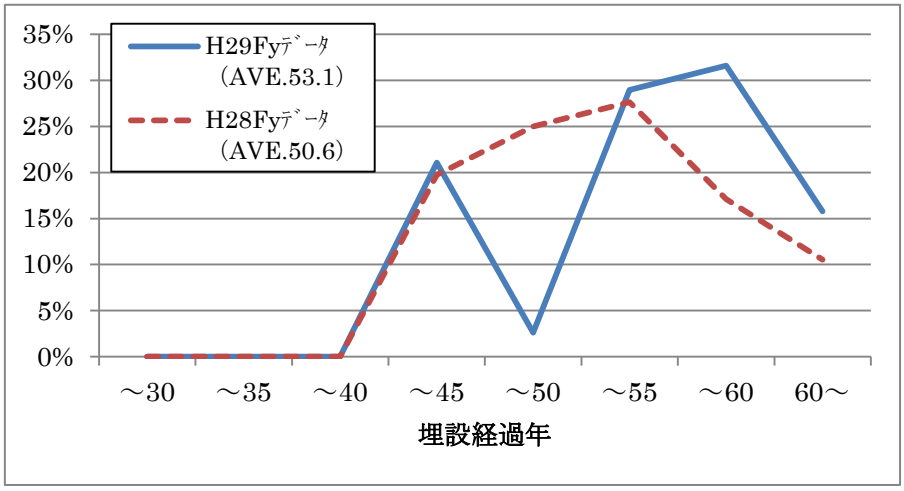


図 1.2　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の埋設経過年比較（H29Fy，H28Fy）

1．3　ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ時の管対地電位及び土壌環境因子の測定結果

現地で測定した管対地電位、土壌抵抗率及び接地抵抗の測定結果を添付資料②「土壌環境因子現地調査結果」に示す。尚、管対地電位測定結果より、04-101、09-152、及び 09-159 の 3 ｻﾝﾌﾟﾙ管は、電気防食による腐食対策が施されており、以下のﾃﾞｰﾀ集約ではこのﾃﾞｰﾀは除外している。（サンプル数：112⇒109）

（1）管対地電位の分布

109 全サンプルの管対地電位測定分布を図 1.3 に示す。

全体の約 92%が、土中（砂地・粘土質等）における鋼材の一般的な自然電位（-600mV～-300mV）を示す一方、自然電位より貴な電位も約 8%存在している。

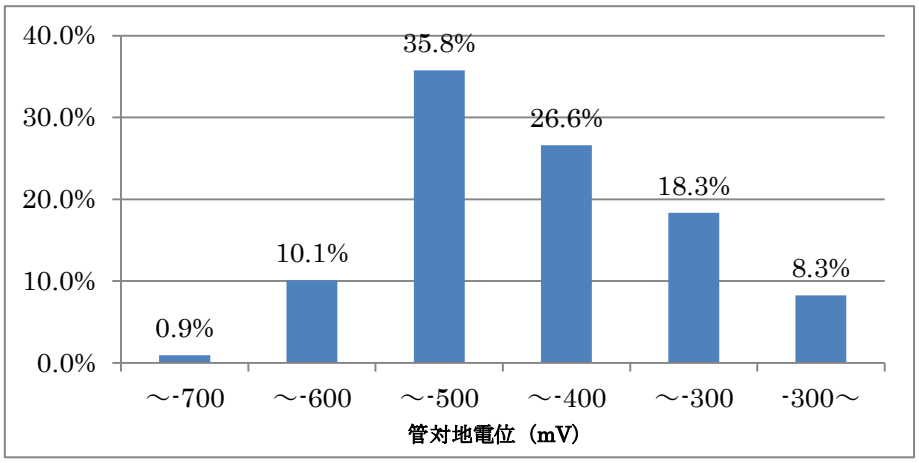


図 1.3　全サンプルの管対地電位分布（109 ﾃﾞｰﾀ）

図 1.4 及び図 1.5 はそれぞれ亜鉛メッキ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の管対地電位測定結果の分布を示している。

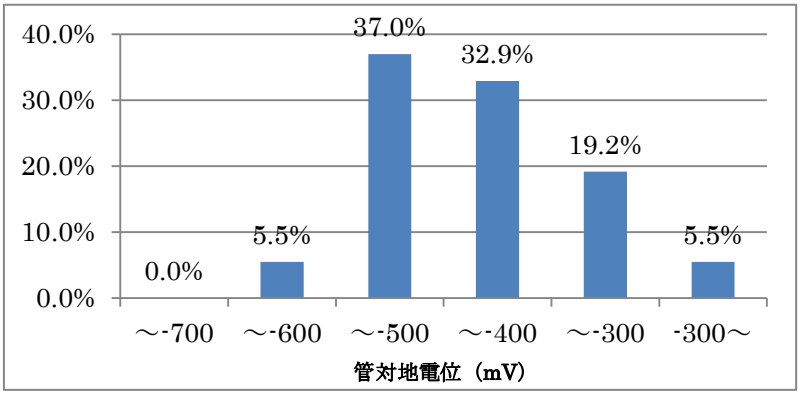


図 1.4　亜鉛ﾒｯｷ管の管対地電位分布（73 ﾃﾞｰﾀ）

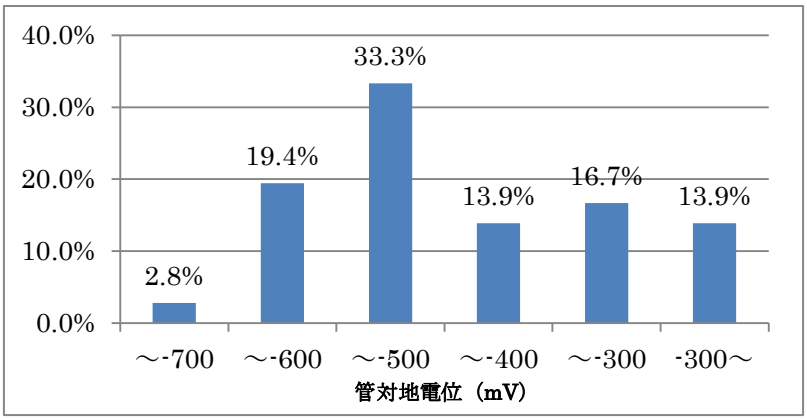


図 1.5　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の管対地電位分布（36 ﾃﾞｰﾀ）

（２）土壌抵抗率

109 全サンプルの土壌抵抗率測定分布を図 1.6 に示す。

全体の約 20%が腐食性大 or 中とされる 5,000Ω・cm 以下の値を示しており、腐食性が小とされる 5,000～10,000Ω・cm が約 30%、腐食性が非常に小さいとされる 10,000Ω・cm を超えるサンプルが残り約 50%を占めている。

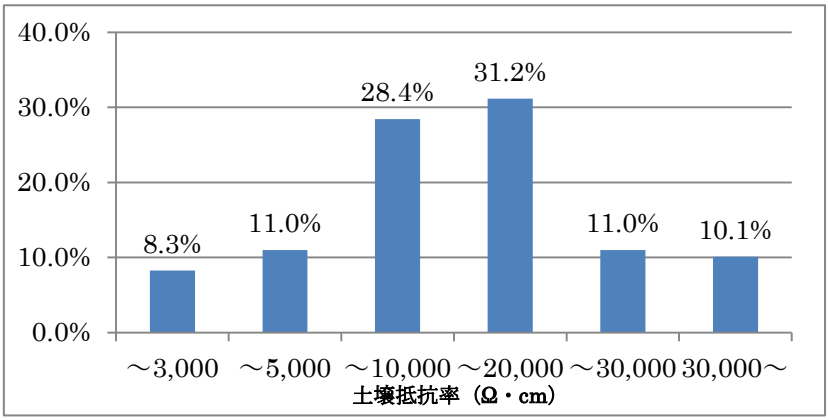


図 1.6　全サンプルの土壌抵抗率分布（109 ﾃﾞｰﾀ）

図 1.7 及び図 1.8 はそれぞれ亜鉛ﾒｯｷ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の土壌抵抗率測定結果の分布を示している。

亜鉛ﾒｯｷ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管は、ともに全体サンプルの分布とほぼ同様の傾向を示している。

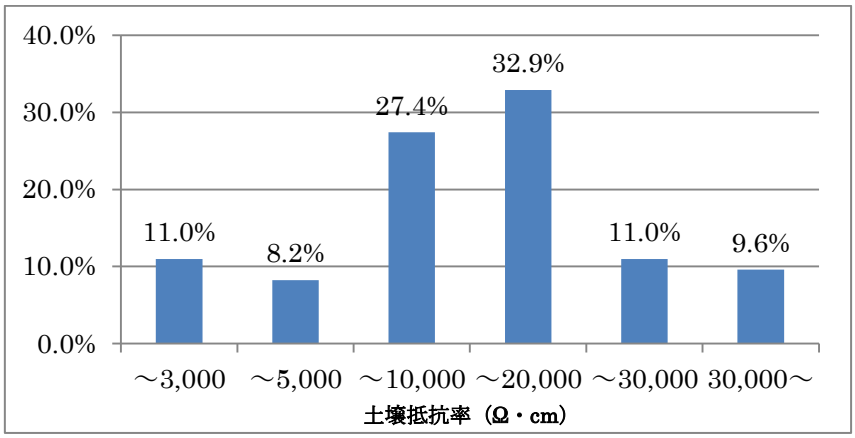


図 1.7　亜鉛ﾒｯｷ管の土壌抵抗率分布（73 ﾃﾞｰﾀ）

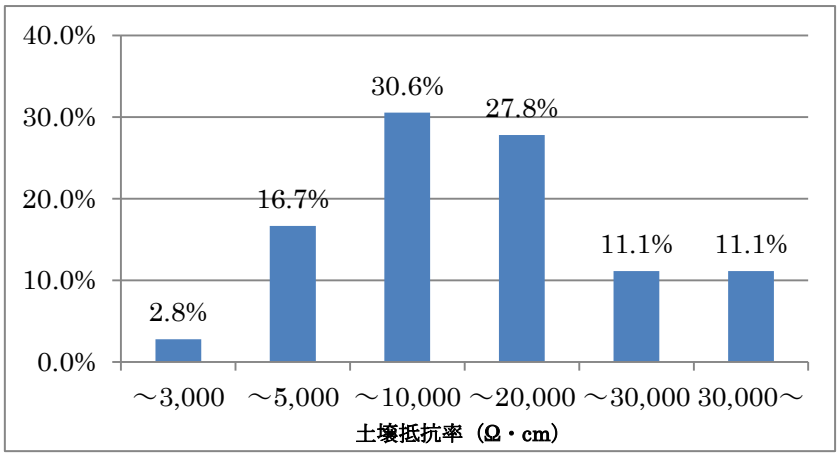


図 1.8　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の土壌抵抗率分布（36 ﾃﾞｰﾀ）

(3) 接地抵抗

全サンプル（109）、亜鉛メッキ管（73）及びｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（36）の接地抵抗測定分布をそれぞれ図 1.9～図 1.11 に示す。

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管については、接地抵抗が小さい値（5Ω未満、41.7%）と大きい値（80Ω以上、30.6%）の比率が、亜鉛メッキ管に比べて、大変大きな結果となっている。

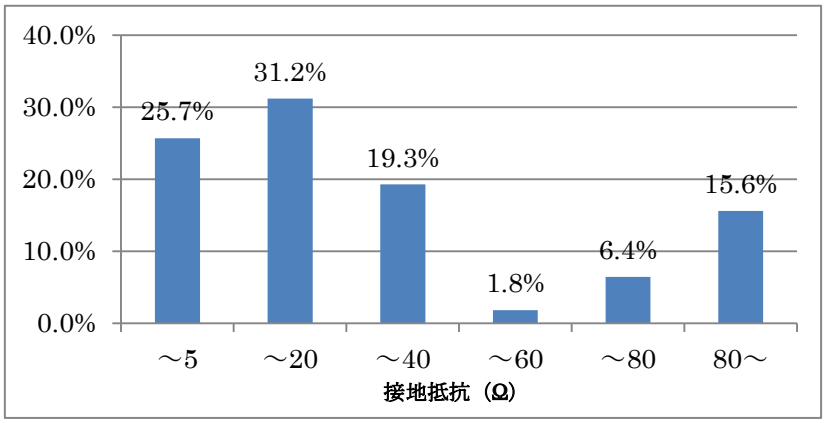


図 1.9　全サンプルの接地抵抗分布（109ﾃﾞｰﾀ）

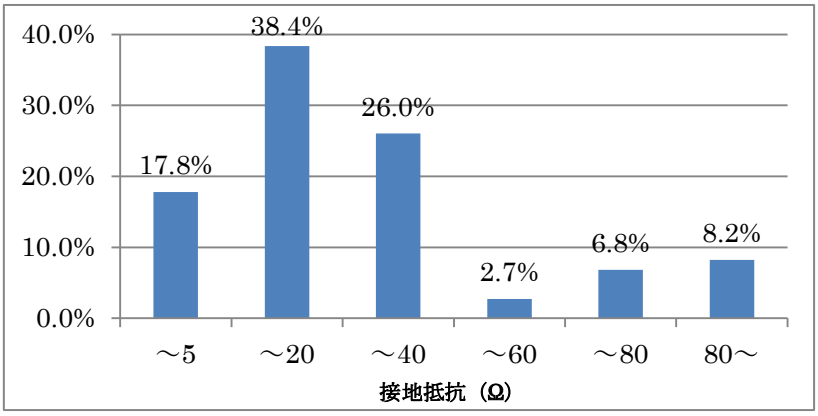


図 1.10　亜鉛ﾒｯｷ管の接地抵抗分布（73ﾃﾞｰﾀ）

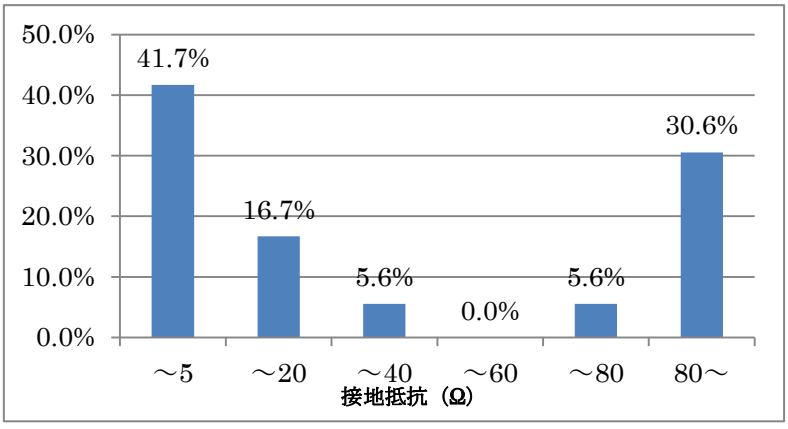


図 1.11　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の接地抵抗分布（36ﾃﾞｰﾀ）

１．４　サンプル管の外観調査及び管厚測定結果

代表的なｻﾝﾌﾟﾙ管の外観写真（ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ前及び後）と管厚測定結果を添付資料③「ｻﾝﾌﾟﾙ管外観調査及び管厚測定結果」に示す。（最終報告書では、全ｻﾝﾌﾟﾙ管の資料を添付）

（１）外観調査結果

亜鉛ﾒｯｷ管に関しては、ほとんどのｻﾝﾌﾟﾙ管が、全面的に腐食しており、外面の亜鉛

ﾒｯｷもほとんどのｻﾝﾌﾟﾙ管では残存していない状態であった。
一方、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管については、半数以上のｻﾝﾌﾟﾙ管でｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄの部分的な残存が認められたが、ほとんどのｻﾝﾌﾟﾙ管で全面的に腐食が進んでいた。
ｻﾝﾌﾟﾙ管は、ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ後、局部腐食を含む腐食の大きい部分（全面腐食のみのｻﾝﾌﾟﾙ管は２ｻﾝﾌﾟﾙのみと数少ない結果）を切り出し、管厚測定した。

（２）管厚測定結果

全サンプル管の最大腐食深さ測定結果を添付資料④「ｻﾝﾌﾟﾙ管肉厚測定結果一覧表」に示す。
図 1.12 は亜鉛メッキ管の最大腐食深さ分布を H28Fy ﾃﾞｰﾀの分布と合わせて図示した。両者は大変よく似た分布となっている。

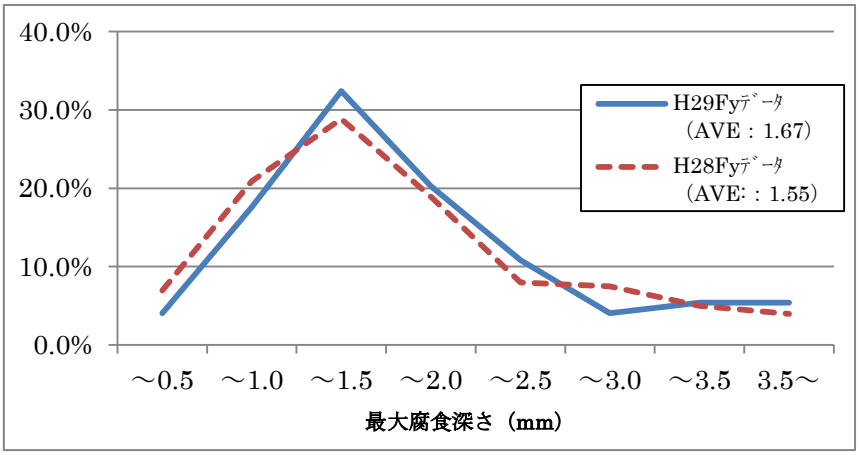


図 1.12　亜鉛メッキ管の最大腐食深さ分布

一方、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管は図 1.13 のように、H29Fy ﾃﾞｰﾀは H28Fy よりも最大腐食深さが平均で 0.4mm 程度大きい結果となっている。

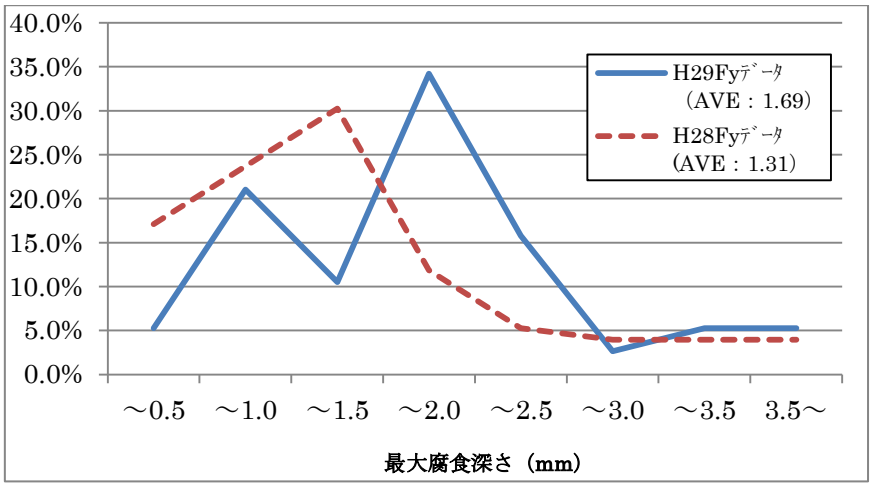


図 1.13　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の最大腐食深さ分布

１．５　サンプル管埋設箇所の土壌分析結果

現地で採取した土壌のﾗﾎﾞ試験結果を添付資料⑤「現地採取土壌ﾗﾎﾞ試験結果」に示す。測定項目のうち、土壌抵抗率については、現地から採取された土壌を、以下の 2 条件で測定した。

ｉ）土壌抵抗率（採取）　ｺﾝﾃﾅ密閉された現地採取土壌を現地で採取したコアの体積密度に合致させた試料で測定した土壌抵抗率。現地採取時の現地測定値に対応すると考えられる。

ii）土壌抵抗率（飽和）　ｉ）の試料の空隙を水で飽和させた状態で測定した土壌抵抗率。雨水や地下水が浸透した腐食に最も不利な状態での値と考えられる。
尚、ANSI 腐食評価では、この飽和時のﾗﾎﾞ測定値を採用している

この２条件のﾗﾎﾞ測定値の比較、さらには現地での土壌杖による計測結果との比較を行った結果が、添付資料⑧「現地測定及びﾗﾎﾞ測定の土壌抵抗率の比較」である。同資料より、以下の知見が得られた。

① ﾗﾎﾞでの土壌抵抗率（採取）と土壌抵抗率（飽和）は、極めて高い相関があり、後者は前者の約６0%の値である。

② 現地測定値とﾗﾎﾞ測定値も高い相関があり、現地測定値はﾗﾎﾞ測定値（採取）とﾗﾎﾞ測定値（飽和）のほぼ中間の値となっている。

２．H29Fy サンプル管の腐食状況の分析

２．１　分析用データの整理

添付資料⑥「H29Fy 統計基本データ一覧表」に今回収集した全基本データを示す。
ただし、統計解析においては、以下のデータの修正を行っている。

① 電気防食有と判断されるサンプル（P/S 測定値≦-1000mV）3 本については、分析用データより除外した。
除外データ：サンプル No.10-104，09-148，09-159

② サンプル No.08-105 については、ラボ測定土壌抵抗率（採取）の値が異常であると判断されるため、土壌抵抗率(採取)に関連する統計解析からは除外した。
（添付資料⑧参照）

尚、貫通管（亜鉛メッキ　6 本、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　2 本）は計 8 本あったが、本資料では第 2 回委員会で報告した貫通補正は行っていない。

２．２　最大腐食深さと埋設経過年の関係

図 2.1 は、最大腐食深さと埋設経過年の相関図である。

亜鉛メッキ管、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管ともに右肩上がりのグラフとなっており、

埋設経過年とともに最大腐食深さは増す傾向がある。

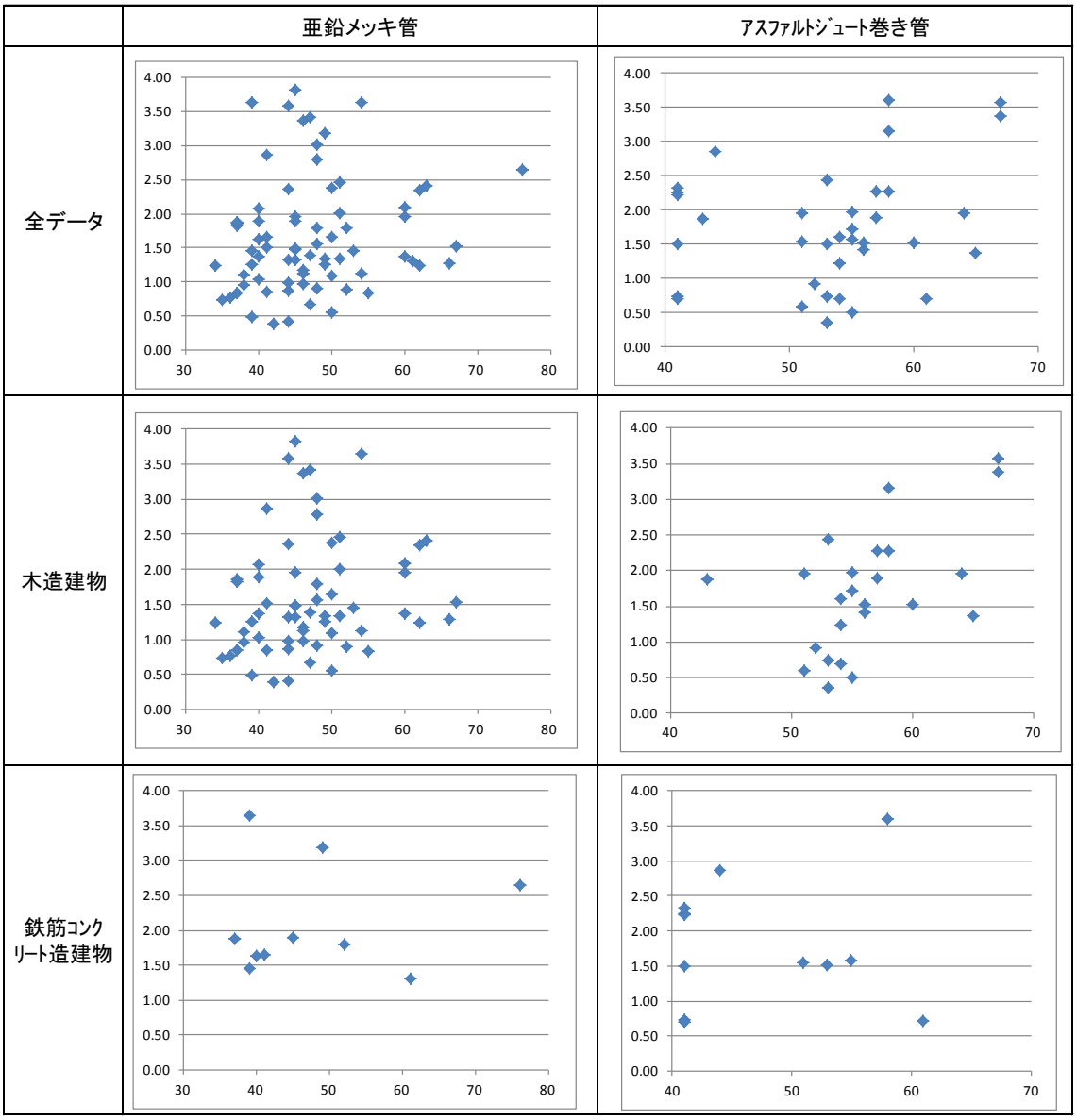


図 2.1 最大腐食深さと埋設経過年の関係

２．３　最大腐食深さと土壌環境因子の単相関分析

（１）亜鉛メッキ管（木造 63、鉄筋コンクリート造 10）

亜鉛メッキ管における最大腐食深さと土壌環境因子の単相関分析結果を表 2.1（全 73 データ)、表 2.2（木造 63 データ）及び表 2.3（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 10 データ）に取りまとめた。これらの結果を要約すると以下の通りである。

① 全体では、最大腐食深さは、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和)と強い相関がある。土壌抵抗率（ρ min 現地及びρ Lab 採取）との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。

② 木造建物では、最大腐食深さは、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和)と相関が有る。土壌抵抗率（ρ min 現地及びρ Lab 採取）との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。

③ 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造建物では、データ数も少ないこともあり、最大腐食深さは、土壌抵抗率との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。
（本報告書では、「危険率 5%を超える相関係数の場合は相関が認められない」と表現する）

（２）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 24、鉄筋コンクリート造 12）

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管における最大腐食深さと土壌環境因子の単相関分析結果を表 2.4（全 36 データ)、表 2.5（木造 24 データ）及び表 2.6（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 12 データ）に取りまとめた。これらの結果を要約すると以下の通りである。

① 全体では、最大腐食深さは、土壌抵抗率（ρ Lab 採取)と相関がある。土壌抵抗率（ρ min 現地及びρ Lab 飽和）との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。

② 木造建物では、最大腐食深さは、土壌抵抗率（ρ Lab 採取)と相関がある。土壌抵抗率（ρ min 現地及びρ Lab 飽和）との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。

③ 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造建物では、データ数も少ないこともあり、最大腐食深さは、土壌抵抗率との相関は認められない。
また、その他の環境因子との相関も認められない。

（３）全サンプル管：亜鉛メッキ管＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造、鉄筋コンクリート造 109）

全サンプル管における最大腐食深さと土壌環境因子の単相関分析結果を表 2.7（全 109 データ)、表 2.8（木造 87 データ）及び表 2.9（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 22 データ）に取りまとめた。

全サンプル（全体）では、亜鉛メッキ管及びｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の相関分析結果を反映して、最大腐食深さは、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和)及び土壌抵抗率（ρ Lab 採取)と強い相関がある。

表 2.1　亜鉛メッキ管（全 73 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管(73)　内訳：　木造(63)+鉄筋コンクリート(10)

n=73	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax								−◎				
P/S直近値	−0.130		◎	◎	−◎			−△				
P/Smax	−0.147	0.947		◎	−◎			−△				
P/Smin	−0.130	0.938	0.921		−◎			−○				
ρ min現地	−0.142	−0.324	−0.314	−0.320			○	◎			−○	
接地抵抗	−0.048	0.045	−0.060	0.024	0.182							
ρ Lab採取	−0.148	−0.172	−0.188	−0.168	0.244	0.059		◎	△			−◎
ρ Lab飽和	−0.310	−0.227	−0.210	−0.241	0.527	0.115	0.696		◎	△		−◎
酸化還元電位	−0.153	−0.062	−0.079	−0.078	0.137	−0.048	0.197	0.349		◎		−◎
Redox電位	−0.102	−0.052	−0.020	−0.037	0.181	−0.014	−0.005	0.194	0.779			
含水比	0.114	−0.079	−0.087	−0.099	−0.251	−0.188	−0.061	−0.141	0.060	−0.105		−△
pH	0.121	0.036	0.102	0.079	0.002	0.060	−0.321	−0.320	−0.647	−0.026	−0.223	

注1）　データ数(n73)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.300）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.231）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.194）

表 2.2　亜鉛メッキ管（木造 63 データ）の単相関分析結果

A-1. 亜鉛メッキ管：　木造(63)

n=63	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax								−○				
P/S直近値	−0.112		◎	◎	−◎			−○				
P/Smax	−0.134	0.942		◎	−○		−△	−△				
P/Smin	−0.121	0.951	0.916		−◎			−○				
ρ min現地	−0.200	−0.342	−0.313	−0.335			○	◎			−○	
接地抵抗	−0.032	0.040	−0.077	0.015	0.205							
ρ Lab採取	−0.130	−0.205	−0.216	−0.181	0.277	0.061		◎				−○
ρ Lab飽和	−0.307	−0.275	−0.240	−0.253	0.611	0.133	0.695		◎		−○	−○
酸化還元電位	−0.124	−0.063	−0.073	−0.062	0.119	−0.047	0.187	0.343		◎		−◎
Redox電位	−0.092	−0.002	0.030	0.015	0.164	−0.010	−0.013	0.189	0.784			
含水比	0.182	−0.034	−0.065	−0.080	−0.315	−0.183	−0.133	−0.291	0.018	−0.145		
pH	0.087	0.100	0.155	0.119	0.010	0.063	−0.316	−0.319	−0.646	−0.032	−0.208	

注1）　データ数(n63)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.323）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.249）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.210）

表 2.3　亜鉛メッキ管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 10 データ）の単相関分析結果

A-2. 亜鉛メッキ管：　鉄筋コンクリート(10)

n=10	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax										−△		
P/S直近値	0.182		◎	◎								
P/Smax	0.120	0.963		◎								
P/Smin	0.071	0.891	0.945							○		
ρ min現地	−0.195	0.026	−0.102	−0.094								
接地抵抗	−0.115	−0.242	−0.163	−0.045	0.406							
ρ Lab採取	−0.468	−0.005	0.005	−0.138	0.194	−0.173		◎			○	
ρ Lab飽和	−0.400	0.038	−0.021	−0.175	0.181	−0.292	0.933				△	
酸化還元電位	−0.523	−0.263	−0.346	−0.421	0.517	−0.222	0.524	0.497		◎		○
Redox電位	−0.577	−0.494	−0.523	−0.645	0.328	0.042	0.347	0.324	0.792			
含水比	−0.276	−0.169	−0.104	−0.128	−0.155	−0.477	0.701	0.579	0.485	0.127		○
pH	0.200	−0.126	−0.025	−0.039	−0.469	0.405	−0.459	−0.442	−0.732	−0.163	−0.642	

注1）　データ数(n10)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.765）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.632）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.549）

表 2.4　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（全 36 データ）の単相関分析結果

B. アスファルトジュート巻き管（36） 内訳： 木造（24） ＋鉄筋コンクリート（12）

n=36	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax					−△		−○					
P/S直近値	−0.071		◎	◎							○	
P/Smax	−0.020	0.952		◎							◎	
P/Smin	−0.032	0.892	0.862								△	
ρ min現地	−0.284	0.054	0.098	0.059		△	◎	◎		△	−○	
接地抵抗	−0.016	0.138	0.203	0.077	0.290							
ρ Lab採取	−0.410	−0.029	−0.034	−0.031	0.513	0.065		◎			−◎	
ρ Lab飽和	−0.144	0.002	−0.045	0.038	0.523	−0.089	0.657				−◎	
酸化還元電位	−0.128	0.076	0.043	0.017	0.157	0.073	0.123	0.110		◎		−◎
Redox電位	−0.170	0.024	−0.019	0.042	0.326	0.081	0.214	0.229	0.848			
含水比	0.227	0.415	0.462	0.299	−0.346	0.265	−0.519	−0.472	−0.083	−0.268		
pH	−0.014	−0.107	−0.109	0.031	0.194	−0.014	0.090	0.137	−0.607	−0.095	−0.247	

注1） データ数(n36)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率 1%で有意 （｜r｜≧0.424）
○：危険率 5%で有意 （｜r｜≧0.329）
△：危険率10%で有意 （｜r｜≧0.279）

表 2.5　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 24 データ）の単相関分析結果

B-1. アスファルトジュート巻き管： 木造（24）

n=24	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax							−○					
P/S直近値	−0.070		◎	◎								
P/Smax	0.061	0.895		◎				−○				
P/Smin	0.053	0.910	0.860									△
ρ min現地	−0.245	−0.154	−0.042	−0.011			○	○		△	−○	
接地抵抗	0.052	−0.178	−0.042	−0.164	0.311							
ρ Lab採取	−0.414	−0.238	−0.284	−0.198	0.433	0.056		◎			−◎	
ρ Lab飽和	−0.138	−0.289	−0.444	−0.166	0.484	−0.158	0.590				−◎	
酸化還元電位	0.004	−0.035	0.046	−0.155	0.113	0.069	0.060	0.019		◎		−◎
Redox電位	−0.022	0.124	0.151	0.101	0.403	0.138	0.210	0.183	0.789			
含水比	0.252	0.103	0.204	−0.008	−0.500	0.164	−0.663	−0.652	−0.085	−0.301		
pH	−0.032	0.196	0.097	0.364	0.274	0.031	0.140	0.176	−0.721	−0.144	−0.203	

注1） データ数(n36)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率 1%で有意 （｜r｜≧0.515）
○：危険率 5%で有意 （｜r｜≧0.404）
△：危険率10%で有意 （｜r｜≧0.344）

表 2.6　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 12 データ）の単相関分析結果

B-2. アスファルトジュート巻き管： 鉄筋コンクリート（12）

n=12	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax											△	
P/S直近値	−0.014		◎	○								−△
P/Smax	−0.029	0.837		○								
P/Smin	−0.110	0.702	0.654									
ρ min現地	−0.378	−0.118	−0.190	−0.210			◎	○			−△	
接地抵抗	−0.003	0.017	−0.082	−0.056	−0.123				○	△		
ρ Lab採取	−0.397	0.134	0.161	0.137	0.725	0.314		◎			−○	
ρ Lab飽和	−0.146	0.016	0.079	0.145	0.602	0.454	0.897				−△	
酸化還元電位	−0.358	0.026	−0.291	0.104	0.211	0.588	0.220	0.305		◎	−△	
Redox電位	−0.374	−0.139	−0.337	−0.043	0.241	0.561	0.226	0.373	0.951		−○	
含水比	0.544	0.235	0.199	0.284	−0.536	−0.376	−0.617	−0.519	−0.539	−0.590		
pH	0.005	−0.515	−0.095	−0.468	0.062	−0.037	−0.016	0.163	−0.308	0.000	−0.072	

注1） データ数(n36)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率 1%で有意 （｜r｜≧0.708）
○：危険率 5%で有意 （｜r｜≧0.576）
△：危険率10%で有意 （｜r｜≧0.497）

表 2.7　全サンプル管（全 109 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル管（109）：内訳　亜鉛メッキ管（73）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（36）

n=109	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax					−△		−◎	−◎				
P/S直近値	−0.098		◎	◎	−△		−△					
P/Smax	−0.088	0.947		◎								
P/Smin	−0.080	0.910	0.875		−△		−○	−△				
ρ min現地	−0.184	−0.171	−0.147	−0.179		○	◎	◎		○	−○	
接地抵抗	−0.038	0.083	0.046	0.046	0.206							
ρ Lab採取	−0.295	−0.178	−0.152	−0.212	0.533	0.130		◎	△	○		
ρ Lab飽和	−0.268	−0.156	−0.147	−0.177	0.514	0.073	0.820		◎	○		−◎
酸化還元電位	−0.149	−0.030	−0.032	−0.093	0.140	−0.020	0.185	0.314		◎		−◎
Redox電位	−0.128	−0.030	−0.022	−0.028	0.223	0.010	0.190	0.204	0.797			
含水比	0.109	−0.001	0.023	−0.071	−0.242	−0.124	−0.030	−0.127	0.106	−0.088		−◎
pH	0.088	0.013	0.027	0.119	0.044	0.043	−0.072	−0.264	−0.663	−0.076	−0.283	

注1）　データ数(n109)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.248）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.190）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.160）

表 2.8　全サンプル管（木造 87 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル管木造（87）：内訳　亜鉛メッキ管（63）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（24）

n=87	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax					−△		−◎	−○				
P/S直近値	−0.068		◎	◎	−○		−◎	−◎				○
P/Smax	−0.055	0.938		◎	−△		−○	−◎				○
P/Smin	−0.041	0.949	0.913		−△		−◎	−○				○
ρ min現地	−0.206	−0.230	−0.196	−0.189		○	◎	◎		△	−◎	
接地抵抗	−0.014	0.024	−0.035	0.001	0.233							
ρ Lab採取	−0.276	−0.284	−0.261	−0.282	0.572	0.146		◎			−△	
ρ Lab飽和	−0.273	−0.279	−0.278	−0.243	0.567	0.075	0.812		◎	△	−◎	−○
酸化還元電位	−0.101	−0.141	−0.121	−0.168	0.095	−0.035	0.158	0.299		◎		−◎
Redox電位	−0.079	−0.010	0.022	−0.002	0.209	0.016	0.176	0.192	0.781			
含水比	0.169	−0.090	−0.094	−0.136	−0.337	−0.149	−0.180	−0.297	0.047	−0.140		−○
pH	0.068	0.215	0.219	0.265	0.092	0.073	−0.046	−0.252	−0.682	−0.076	−0.240	

注1）　データ数(n87)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.275）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.211）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.178）

表 2.9　全サンプル管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 22 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル管鉄筋コンクリート（22）：内訳　亜鉛メッキ管（10）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（12）

n=22	最大腐食深さ Hmax	P/S 直近値	P/S max	P/S min	ρ min現地	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
最大腐食深さHmax							△					
P/S直近値	0.129		◎	◎								−○
P/Smax	0.123	0.898		◎								
P/Smin	−0.019	0.763	0.715									
ρ min現地	−0.162	0.110	0.093	−0.081		○	△		△			−△
接地抵抗	−0.001	0.001	0.145	0.051	0.436							
ρ Lab採取	−0.387	0.108	0.142	0.026	0.400	−0.053		◎			○	
ρ Lab飽和	−0.209	0.118	0.145	−0.018	0.344	−0.120	0.875		△		◎	
酸化還元電位	−0.293	0.074	−0.054	0.007	0.385	0.030	0.326	0.371		◎		−○
Redox電位	−0.337	−0.111	−0.183	−0.130	0.273	0.090	0.250	0.286	0.920			
含水比	−0.020	0.081	0.193	0.006	0.038	−0.198	0.470	0.546	0.283	0.076		−◎
pH	−0.001	−0.431	−0.266	−0.305	−0.372	0.094	−0.273	−0.309	−0.503	−0.124	−0.550	

注1）　データ数(n22)から得られる相関係数rの有意水準は以下の通りである。
◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.537）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.423）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.360）

２．４　腐食速度と土壌環境因子の単相関分析

本報告書では、前回調査(S60Fy)と同様に、腐食速度を Hmax/Y（Hmax：最大腐食深さ、Y：埋設経過年）だけでなく、Hmax/√Y で計算される腐食速度も併せて土壌環境因子との単相関分析を行った。これは、腐食速度が埋設経過年の 0.5 乗則に従って増加するというこれまでの研究成果によるものである。

また、主要な土壌環境因子の一つである土壌抵抗率（ρ）に関しては、これまでの研究成果である「腐食速度と土壌抵抗率は曲線的な相関関係である」ことを考慮し、前回調査(S60Fy)と同様に、土壌抵抗率の平方根の逆数（1／√ρ）との単相関分析も行った。今回得られたデータにおいても、図 2.2 に示すように、腐食速度と土壌抵抗率は、直線回帰よりも曲線回帰の方が相関が高いことが確認された。

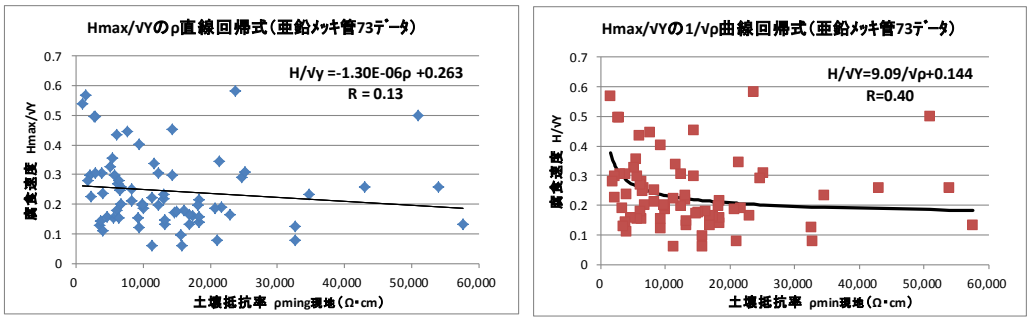


図 2.2　腐食速度と土壌抵抗率との回帰式

（１）亜鉛メッキ管（木造 63、鉄筋コンクリート造 10）

亜鉛メッキ管における腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）と土壌環境因子（管対地電位 P/S 直近値、現地土壌抵抗率 ρ min 現地、1/√ρ min 現地、ラボ測定土壌抵抗率 ρ Lab 採取、1/√ρ Lab 採取）の相関結果を表 2.10（全体）、表 2.11（木造）、表 2.12（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）に示す。

これらの結果を要約すると以下の通りである。

① 全体では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、1/√ρ min 現地、1/√ρ Lab 採取と強い相関がある。また、その他の相関は認められない。

② 木造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、1/√ρ min 現地、1/√ρ Lab 採取と強い相関がある。また、その他の相関は認められない。

③ 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌抵抗率との相関は認められない。また、その他の相関も認められない。

（2）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 24、鉄筋コンクリート造 12）

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管における腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y、Y：埋設経過年）と土壌環境因子（管対地電位 P/S 直近値、現地土壌抵抗率 ρ min 現地、1/√ ρ min 現地、ラボ測定土壌抵抗率 Lab ρ 採取、1/√ ρ Lab 採取）の相関結果を表 2.13（全体）、表 2.14（木造）、表 2.15（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）に示す。これらの結果を要約すると以下の通りである。

① 全体では、腐食速度（Hmax/Y 、Hmax/√Y）は、 ρ Lab 採取と強い相関がある。その他の相関は認められない。

② 木造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、 ρ Lab 採取と相関がある。その他の相関は認められない。

③ 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌環境因子との相関は認められない。

（3）全サンプル管：亜鉛メッキ管＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 109）

全ｻﾝﾌﾟﾙ管における腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y、Y：埋設経過年）と土壌環境因子（管対地電位 P/S 直近値、現地土壌抵抗率 ρ min 現地、1/√ ρ min 現地、ラボ測定土壌抵抗率 Lab ρ 採取、1/√ ρ Lab 採取）の相関結果を表 2.16（全体）、表 2.17（木造）、表 2.18（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造）に示す。これらの結果を要約すると以下の通りである。

① 全体では、腐食速度（Hmax/Y 、Hmax/√Y）は、1/√ ρ min 現地、 ρ Lab 採取及び 1/√ ρ Lab 採取と強い相関がある。その他の相関は認められない。

② 木造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、1/√ ρ min 現地、 ρ Lab 採取及び 1/√ ρ Lab 採取と強い相関がある。また、 ρ min 現地との相関もある。

③ 鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造建物では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌環境因子との相関は認められない。

表 2.10　亜鉛メッキ管（全 73 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管(73)　内訳：　木造(63)+鉄筋コンクリート(10)

n=73	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y					−○			△	
最大腐食深さHmax	0.159		◎	◎			◎		◎
Hmax/Y	−0.156	0.943		◎			◎	−△	◎
Hmax/√Y	−0.006	0.985	0.987				◎		◎
P/S直近値	−0.239	−0.130	−0.043	−0.086		−◎	○		◎
ρ min現地	−0.107	−0.142	−0.109	−0.127	−0.324		−◎	○	−◎
1/√ρ min現地	−0.005	0.393	0.389	0.397	0.275	−0.716		−○	◎
ρ Lab採取	0.197	−0.148	−0.197	−0.177	−0.172	0.244	−0.255		−◎
1/√ρ Lab採取	−0.020	0.372	0.373	0.379	0.315	−0.526	0.723	−0.478	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.300）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.231）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.194）

表 2.11　亜鉛メッキ管（木造 63 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　木造(63)

n=63	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y					−△			△	
最大腐食深さHmax	0.176		◎	◎			◎		◎
Hmax/Y	−0.100	0.956		◎			◎		◎
Hmax/√Y	0.036	0.989	0.989				◎		◎
P/S直近値	−0.225	−0.112	−0.045	−0.080		−◎	○		○
ρ min現地	−0.044	−0.200	−0.209	−0.206	−0.342		−◎	○	−◎
1/√ρ min現地	−0.025	0.494	0.520	0.512	0.254	−0.711		−○	◎
ρ Lab採取	0.225	−0.130	−0.189	−0.163	−0.205	0.277	−0.263		−◎
1/√ρ Lab採取	−0.031	0.399	0.418	0.414	0.307	−0.558	0.730	−0.473	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.323）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.249）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.210）

表 2.12　亜鉛メッキ管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 10 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　鉄筋コンクリート(10)

n=10	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y									
最大腐食深さHmax	0.078		◎	◎					△
Hmax/Y	−0.431	0.854		◎					
Hmax/√Y	−0.224	0.951	0.973						
P/S直近値	−0.320	0.182	0.408	0.319					
ρ min現地	−0.353	−0.195	0.030	−0.073	0.026		−◎		
1/√ρ min現地	0.204	−0.032	−0.178	−0.114	0.020	−0.890			
ρ Lab採取	0.104	−0.468	−0.397	−0.444	−0.005	0.194	−0.372		−◎
1/√ρ Lab採取	0.109	0.615	0.458	0.545	0.224	−0.337	0.429	−0.919	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.765）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.632）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.549）

表 2.13　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（全 36 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管（36）　内訳：　木造（24）　＋鉄筋コンクリート（12）

n=36	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y					◎				
最大腐食深さHmax	0.233		◎	◎		−△	△	−○	○
Hmax/Y	−0.118	0.929		◎	−△	−△	△	−◎	△
Hmax/√Y	0.063	0.983	0.981			−△	△	−◎	△
P/S直近値	0.558	−0.071	−0.290	−0.179					
ρ min現地	0.046	−0.284	−0.282	−0.287	0.054		−◎	◎	−◎
1/√ρ min現地	0.042	0.324	0.285	0.309	−0.024	−0.892		−◎	◎
ρ Lab採取	0.182	−0.410	−0.432	−0.428	−0.029	0.513	−0.513		−◎
1/√ρ Lab採取	0.061	0.360	0.286	0.327	0.146	−0.497	0.598	−0.761	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.424）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.329）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.279）

表 2.14　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 24 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　木造（24）

n=24	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y		○		○					
最大腐食深さHmax	0.512		◎	◎				−○	△
Hmax/Y	0.297	0.969		◎				−○	
Hmax/√Y	0.414	0.993	0.991					−○	△
P/S直近値	−0.029	−0.070	−0.075	−0.072					
ρ min現地	−0.173	−0.245	−0.217	−0.232	−0.154		−◎	○	−○
1/√ρ min現地	0.115	0.343	0.329	0.336	0.032	−0.888		−◎	◎
ρ Lab採取	−0.090	−0.414	−0.425	−0.422	−0.238	0.433	−0.544		−◎
1/√ρ Lab採取	0.267	0.395	0.335	0.368	0.222	−0.511	0.708	−0.773	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.515）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.404）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.344）

表 2.15　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 12 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　鉄筋コンクリート（12）

n=12	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y					○			△	
最大腐食深さHmax	0.041		◎	◎					
Hmax/Y	−0.253	0.942		◎					
Hmax/√Y	−0.110	0.985	0.986						
P/S直近値	0.645	−0.014	−0.270	−0.147					
ρ min現地	0.113	−0.378	−0.331	−0.361	−0.118		−◎	◎	−△
1/√ρ min現地	0.178	0.272	0.167	0.224	0.314	−0.903			
ρ Lab採取	0.570	−0.397	−0.453	−0.432	0.134	0.725	−0.440		−◎
1/√ρ Lab採取	−0.439	0.289	0.293	0.296	0.102	−0.528	0.206	−0.813	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.708）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.576）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.497）

表 2.16　全サンプル管（全 109 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル管（109）：内訳　亜鉛メッキ管（73）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（36）

n=109	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y		△	−△					△	
最大腐食深さHmax	0.182		◎	◎		−△	◎	−◎	◎
Hmax/Y	−0.164	0.929		◎			◎	−◎	◎
Hmax/√Y	0.005	0.981	0.983			−△	◎	−◎	◎
P/S直近値	0.105	−0.098	−0.142	−0.123		−△		−△	○
ρ min現地	−0.067	−0.184	−0.153	−0.171	−0.171		−◎	◎	−◎
1/√ρ min現地	−0.014	0.367	0.367	0.374	0.154	−0.751		−◎	◎
ρ Lab採取	0.083	−0.295	−0.312	−0.310	−0.178	0.533	−0.463		−◎
1/√ρ Lab採取	0.011	0.363	0.347	0.361	0.231	−0.524	0.699	−0.711	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.248）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.190）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.160）

表 2.17　全サンプル管（木造 87 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル管木造（87）：内訳　亜鉛メッキ管（63）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（24）

n=87	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y									
最大腐食深さHmax	0.240		◎	◎		−△	◎	−◎	◎
Hmax/Y	−0.085	0.938		◎		−○	◎	−◎	◎
Hmax/√Y	0.078	0.984	0.984			−○	◎	−◎	◎
P/S直近値	0.060	−0.068	−0.094	−0.083		−○		−◎	○
ρ min現地	−0.019	−0.206	−0.217	−0.214	−0.230		−◎	◎	−◎
1/√ρ min現地	−0.060	0.445	0.493	0.476	0.135	−0.745		−◎	◎
ρ Lab採取	0.027	−0.276	−0.299	−0.293	−0.284	0.572	−0.477		−◎
1/√ρ Lab採取	0.024	0.394	0.400	0.403	0.231	−0.554	0.727	−0.710	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.275）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.211）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.178）

表 2.18　全サンプル管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 22 データ）の単相関分析結果

A+B　全ｻﾝﾌﾟﾙ管鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（22）：内訳　亜鉛ﾒｯｷ管（10）＋ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（12）

n=22	Y	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S 直近値	ρ min現地	1/√ρ min現地	ρ Lab 採取	1/√ρ Lab採取
埋設経過年Y									
最大腐食深さHmax	0.063		◎	◎				−△	△
Hmax/Y	−0.337	0.904		◎				−△	
Hmax/√Y	−0.158	0.972	0.979					−△	
P/S直近値	0.093	0.129	0.114	0.122					
ρ min現地	−0.186	−0.162	−0.024	−0.094	0.110		−◎	△	−○
1/√ρ min現地	0.158	0.060	−0.065	−0.002	0.017	−0.874		−△	
ρ Lab採取	0.284	−0.387	−0.385	−0.397	0.108	0.400	−0.422		−◎
1/√ρ Lab採取	−0.133	0.370	0.317	0.350	0.076	−0.434	0.347	−0.809	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.537）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.423）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.360）

２．５　単相関分析結果取りまとめ

亜鉛メッキ管と、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管及び全サンプル管のそれぞれ全体での腐食評価量(最大腐食深さ及び腐食速度)と土壌環境因子の相関関係は表 2.19 の通りである。

表 2.19　腐食評価量と土壌環境因子との相関

種別 / 経過年と土壌環境因子	亜鉛メッキ管			ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管			全サンプル管		
データ数	n=73			n=36			n=109		
腐食速度	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y	Hmax	Hmax/Y	Hmax/√Y
埋設経過年Y				(○)*1		(○)*1	△	−△	
P/S直近値					−△				
ρ min現地				−△	−△	−△	−△		−△
1/√ρ min現地	◎	◎	◎	△	△	△	◎	◎	◎
ρ Lab採取		−△		−○	−◎	−◎	−◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	◎	◎	◎	○	△	△	◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−◎	−◎	−◎				−◎	−◎	
1/√ρ Lab飽和	◎	◎	◎				◎	◎	

(注) *1:木造のみ

また、図 2.3 及び図 2.4 には、最大腐食深さと腐食速度と主要環境因子の相関図を示す。これらの結果より、以下の知見が得られる。

＜最大腐食深さ＞

① 亜鉛メッキ管の最大腐食深さ(Hmax)は、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和）と強い逆相関が有り、また１／ρ min 現地、１／ρ Lab 採取、１／ρ Lab 飽和と強い正相関の関係にある。

② ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の最大腐食深さ(Hmax)は、土壌抵抗率（ρ Lab 採取）と逆相関の関係にあり、その平方根の逆数（１／√ρ Lab 採取）と正相関がある。木造建物の最大腐食深さ(Hmax)は、埋設経過年（Y）との相関がある。

③ 全サンプル管の最大腐食深さ(Hmax)は、土壌抵抗率（ρ Lab 採取、ρ Lab 飽和）と強い逆相関が有り、また１／ρ min 現地、１／ρ Lab 採取、１／ρ Lab 飽和と強い正相関の関係にある。

＜腐食速度＞

④ 亜鉛メッキ管の腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和）と強い逆相関が有る。また１／√ρ min 現地、１／√ρ Lab 採取、１／√ρ Lab 飽和と強い正相関がある。

⑤ ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌抵抗率（ρ Lab 採取）と強い逆相関がある。

⑥ 全サンプル管では、腐食速度（Hmax/Y、Hmax/√Y）は、土壌抵抗率（ρ Lab 採取）と強い逆相関があり、また１／√ρ min 現地、１／√ρ Lab 採取と強い正相関がある。更に、Hmax/Y は、土壌抵抗率（ρ Lab 飽和）と強い逆相関が有り、また１／ρ Lab 飽和と強い正相関の関係にある。

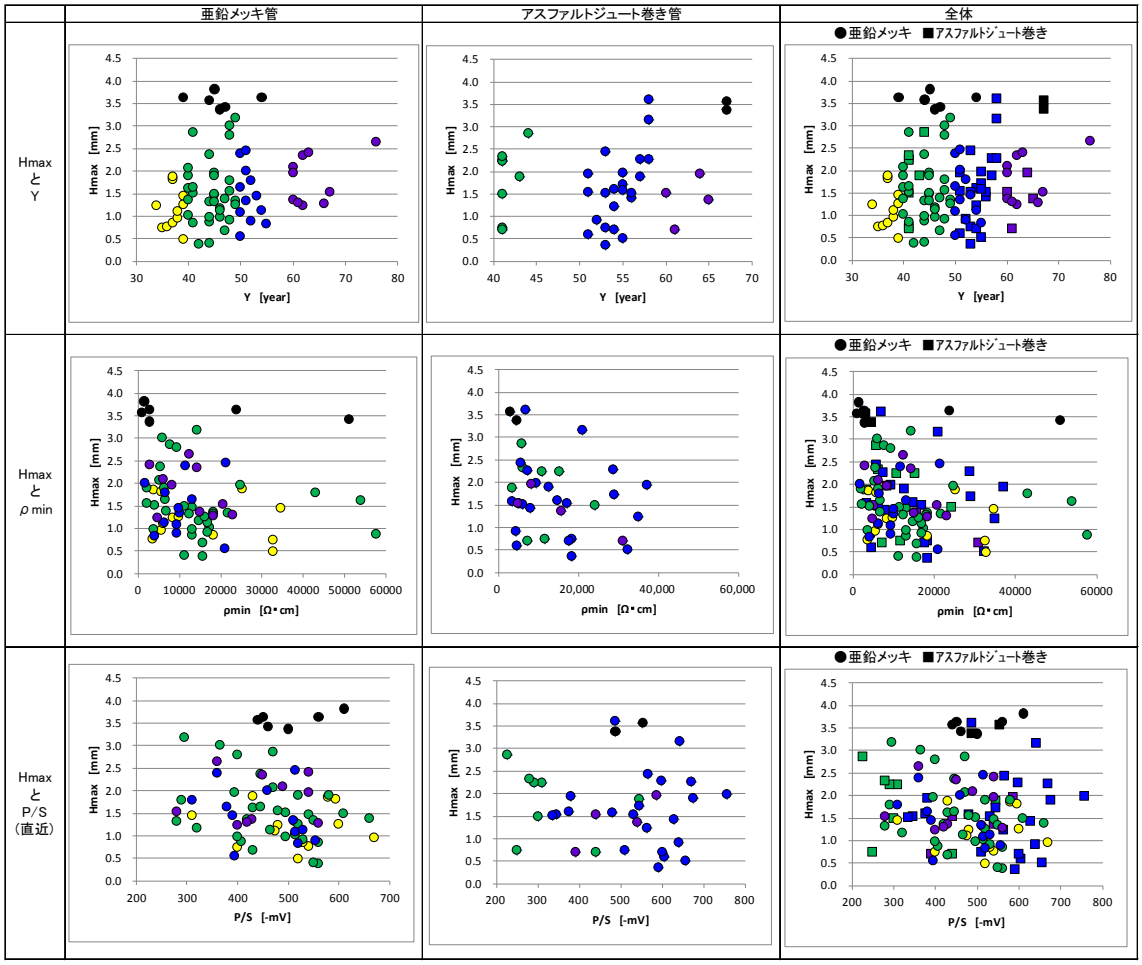


図 2.3　最大腐食深さと主要環境因子の相関図

色分類　　●：埋設経過年　30 年以上 40 年未満

●：埋設経過年　40 年以上 50 年未満

●：埋設経過年　50 年以上 60 年未満

●：埋設経過年　60 年以上

●：貫通管

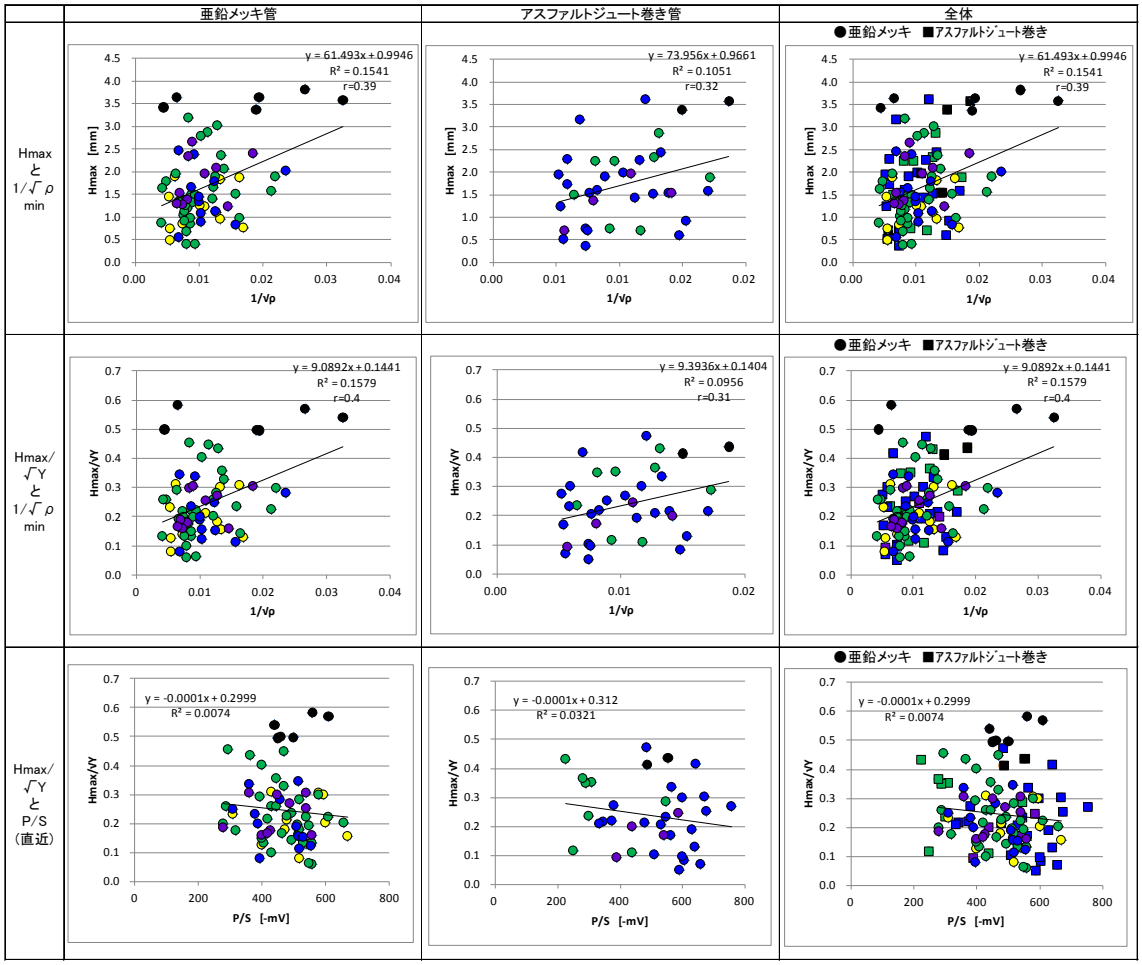


図 2.4　最大腐食深さ・腐食速度と主要環境因子の相関図

色分類　●：埋設経過年　30 年以上 40 年未満

●：埋設経過年　40 年以上 50 年未満

●：埋設経過年　50 年以上 60 年未満

●：埋設経過年　60 年以上

●：貫通管

２．６　数量化理論 I 類による解析

最大腐食深さに対する埋設経過年及び主要な土壌環境因子の相対的な影響度を把握するために数量化理論 I 類による解析を行った。解析方法の概要は以下の通りである。

(1)解析方法

a. 目的変数

目的変数である腐食評価量としては、腐食最大深さ Hmax を用いた。

b. アイテム

説明変数（アイテム）は、５種類とし、塗覆装（亜鉛ﾒｯｷ、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻)、建築物構造（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造及び鉄筋系、木造その他)、埋設経過年 Y、土壌抵抗率（現地測定値：ρmin 現地)、及び管対地電位 P/S（直近値）を用いた。

c. カテゴリー

各々のアイテムの分類（カテゴリー）は、S60Fy 報告書（前回調査）の分類法を参考にし、各カテゴリーに属するｻﾝﾌﾟﾙ数に大きな差が出ないように決定した。

d. 解析対象データ

H29Fy 調査案件、全 112 データから以下の 3 本を除外し、109 本とした。内訳は亜鉛ﾒｯｷ管（73 データ)、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（36 データ）である。

- 電気防食有り 1 本を含む、P/S 測定値≦-1000mV サンプル　3 本については、解析目的に合致しない、および原因不明の何らかの影響を受けているとして対象から除外した。
- 貫通管（亜鉛ﾒｯｷ管　6 本、ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管　2 本）は計 8 本あったが、本資料では貫通補正未実施とした。

(2)解析結果

解析結果を表 2.20 に示す。

① カテゴリー・スコワのレンジ（最大値－最小値）の大きさから、腐食量（最大腐食深さ Hmax）への影響の大きいアイテム順は、以下の通りである。
　土壌抵抗率ρ＞埋設経過年 Y＞建築物構造＞管対地電位 P/S＞塗覆装

② 土壌抵抗率ρに関しては、前回調査と同様に、ρが小さくなると腐食量が大きくなる傾向を示し、大変高い相関となった。

③ 埋設経過年 Y に関しては、経年とともに腐食量が増加する傾向を示した。

④ 建築物構造に関しては、鉄筋コンクリート及び鉄筋系の腐食量が、木造系よりも若干大きい結果となった。

⑤ 管対地電位 P/S に関しては、前回調査と同様に、電位が貴となると腐食量が増加する傾向を示した。

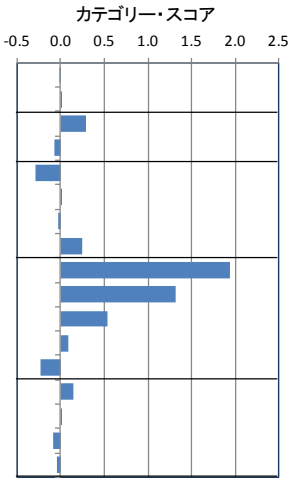
⑥ 塗覆装に関しては、若干ではあるが、亜鉛メッキ管よりもアスファルトジュート管の方が、腐食量が大きい結果となった。

⑦　解析結果をもとに推定値と実測値との関係を図 2.5 に示す。重相関係数は 0.48 で、95%信頼区間を外れるデータ点が多く、最大腐食深さ Hmax の推定式としては精度が良好であるとは言えない。ただし、その約半数は貫通管（■表示）である。

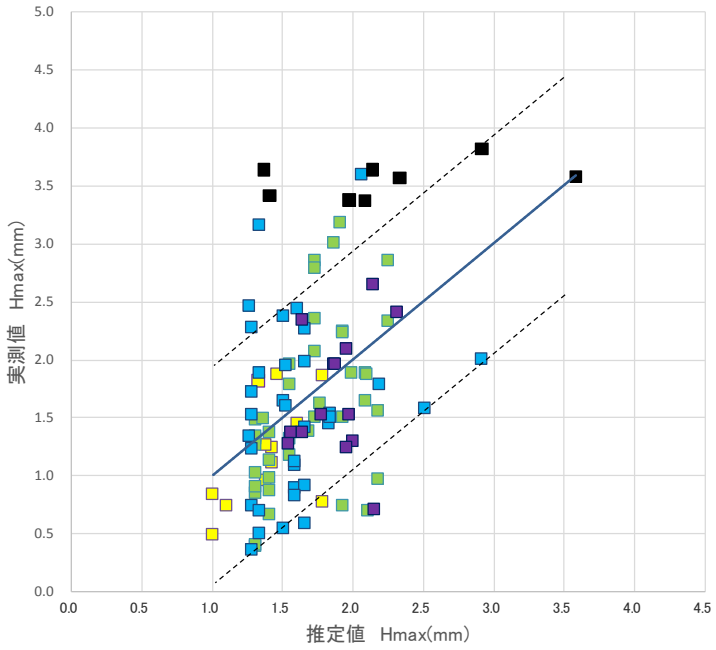
表2．２０　数量化理論Ｉ類によるカテゴリー分類と解析結果

解析対象	H29Fy調査
データ数	109
目的変数	最大腐食深さ

アイテム	No.	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
塗覆装	1	亜鉛ﾒｯｷ	−0.006	0.017	0.010
	2	ｱｽﾌｧﾙﾄ･ｼﾞｭｰﾄ巻	0.011		
建築物構造	1	鉄筋C及び鉄筋系	0.295	0.361	0.168
	2	木造その他	−0.066		
埋設経過年 Y(year)	1	＜40	−0.287	0.533	0.181
	2	40=＜　＜50	0.017		
	3	50=＜　＜60	−0.027		
	4	60=＜	0.246		
土壌抵抗率 ρ(Ωcm)	1	＜1,000	1.934	2.173	0.430
	2	1,000=＜　＜2,000	1.313		
	3	2,000=＜　＜4,000	0.536		
	4	4,000=＜　＜10,000	0.082		
	5	10,000=＜	−0.238		
管対地電位 P/S(−mV)	1	＜400	0.148	0.238	0.110
	2	400＜=　＜500	0.007		
	3	500＜=　＜600	−0.089		
	4	600＜=	−0.037		
定数項			1.694		



重相関係数 = 0.4812
決定係数(重相関係数の二乗)= 0.2316



注1 ）点線は推定値誤差の±2σ（ 95%限界域）を示す。
注2 ）色区分は、埋設経過年を示す。黒色（ ■）は貫通管。

図2．５　数量化理論Ｉ類を用いた推定値と実測値の関係

２．７　重相関分析による解析

H29Fy 得られたデータにより、前回調査と同様に、腐食速度（Hmax／√Y）を目的変数として重回帰分析を実施した。（●表示は貫通管）

２．７．１　Hmax／√Y 回帰式

亜鉛メッキ管及びｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管について、それぞれ以下の 2 種類の方法で Hmax／√Y 回帰式を求めた。

式１：　土壌抵抗率（ρ min 現地）による回帰式

式２：　土壌抵抗率（ρ min 現地）と管対地電位（P/S 直近値）による回帰式

（１）亜鉛メッキ管

式１　：　H_{KS1} ＝　（0.144＋9.09／√ ρ min現地）・√Y

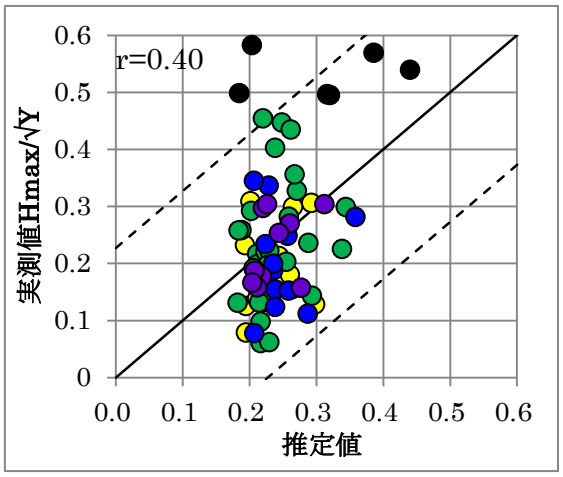


図 2.6　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率による回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

式２　：　H_{KS2} ＝　（0.266＋10.42／√ ρ min現地－3×10^{-4}P/S）・√Y

（※P/S は直近値で-mV）

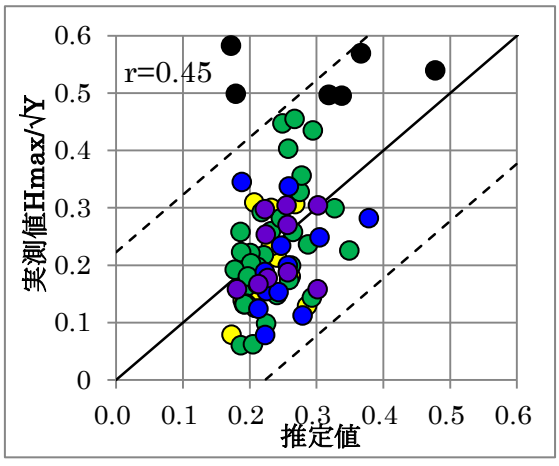


図 2.7　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

（２）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管

式１　：　H_{AS1} ＝　（0.140＋9.39／√ρ min現地）・√Y

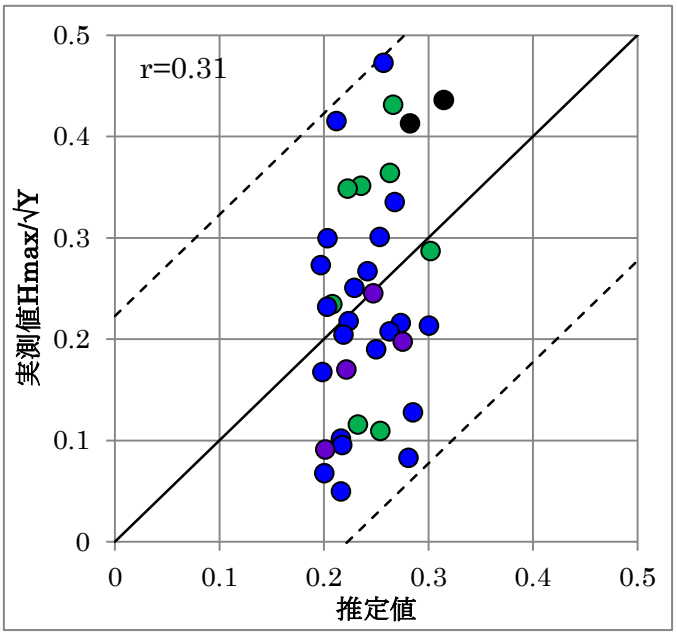


図 2.8　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の土壌抵抗率による回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

式２　：　H_{AS2} ＝　（0.212＋9.27／√ρ min現地－1×10^{-4}P/S）・√Y

（※P/S は直近値で-mV）

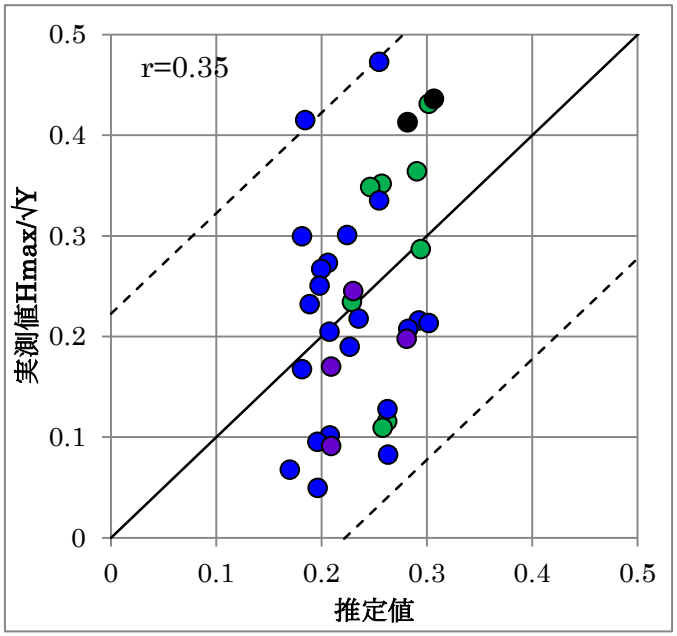


図 2.9　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

２．７．２　Hmax 回帰式

Hmax／√Y 回帰式と同様に土壌抵抗率、管対地電位による Hmax 回帰式を求めた。

（１）亜鉛メッキ管

式２　：　H_{KS3} ＝ 2.01＋72.6／√ρ min現地－2×10^{-3}P/S

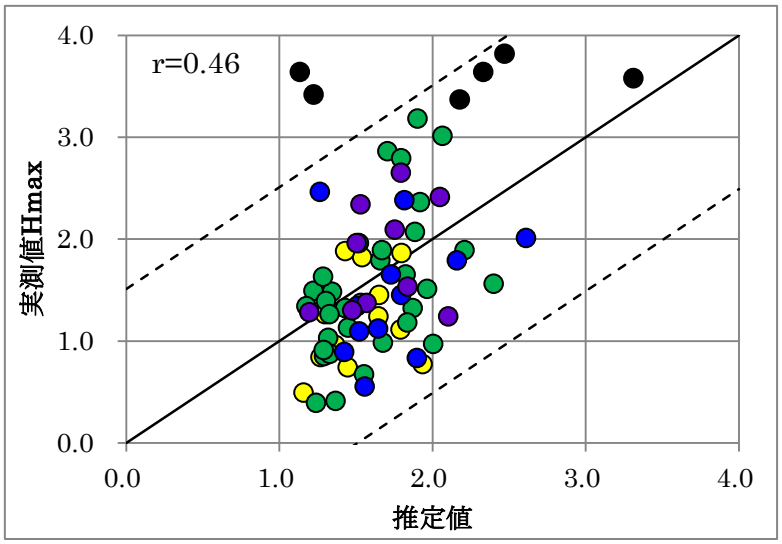


図 2.10　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率、管対地電位による回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

（２）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管

式２　：　H_{AS3} ＝ 0.17＋73.6／√ρ min現地－4×10^{-4}P/S

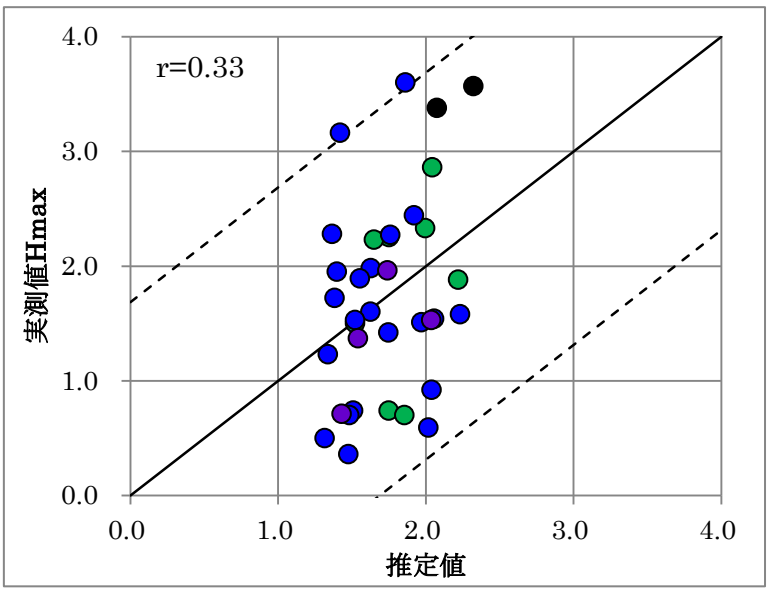


図 2.11　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管の土壌抵抗率、管対地電位による回帰式

注）点線は推定値残差の±２σ（95%限界域）を示す

３．前回調査(昭和 60 年度)と合算した腐食状況の分析

３．１　前回調査と今回調査の関係

「A-2　ｶﾞｽ工作物設置基準調査」（前回調査）では、同じ経年埋設ガス管の腐食調査、分析を行っており、その調査結果は、「供内管腐食対策ガイドライン（昭和 60 年 11 月)」で規定され、その腐食深さ推定式等の成果は、「供内管腐食対策ガイドラインの手引（平成 21 年 3 月)」でも規定されている。

前回調査では、埋設経過年約 30 年までの供内管の腐食状況とその腐食環境因子を調査・分析しており、今回の調査は、この前回調査の後続的な位置付けである。

その見地から、前回調査結果の REVIEW と両者の比較、更には合体を検討・考慮する必要があると考えられる。

３．２　前回調査の REVIEW

（１）今回調査と前回調査の調査方法の比較

今回調査項目に相応する前回調査項目及び方法を対比した結果が表 3.1 である。

腐食深さの測定方法、土壌環境因子の測定方法等で若干の差異はあるが、両者のﾃﾞｰﾀを同等に扱うことには特に問題はないと考えられる。

表 3.1　今回と前回の調査項目、方法の対比

項目			前回調査	今回調査	
			S60Fy	H28Fy	H29Fy
1. 埋設カス管サンプル管の取得方法					
	①建物・塗装種別	木造・亜鉛ﾒｯｷ管	32	―	65
	ｻﾝﾌﾟﾙ管取得	鉄筋，C鉄骨造・亜鉛ﾒｯｷ管	34	―	9
	数量	亜鉛ﾒｯｷ管　計(A)	66	201	74
		木造・ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ管	33	―	26
		鉄筋C，鉄骨造・ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ管	22	―	12
		ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ管　計(B)	55	76	38
		合計(A+B)	121	277	112
	②貫通管比率		2P(1.7%)	21P(7.6%)	8P((7.1%)
	③埋設経過年		3年～33年	29年～79年	34年～76年
	④ｻﾝﾌﾟﾙ管全延長		50cm	30cm～50cm	短管：30cm～50cm 長尺管：200cm
2. サンプル管の肉厚計測方法					
	①計測機器		ﾚｰｻﾞｰ式管厚測定器	ﾚｰｻﾞｰ式管厚測定器	ﾚｰｻﾞｰ式管厚測定器
	②計測対象長さ		50cm 5cm毎に最大値記録 (ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ後)	10cm 最大腐食部選定 (ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ前)	10cm 最大腐食部選定 (ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ後)
3. 土壌環境因子の採取・計測方法					
3. 1　現地計測					
	①管対地電位	計測箇所数	3ケ所 (建物取出部、供給管 取出部及びその中間)	―	3～約10ヶ所 (建物取出部から50cm ピッチの計測可能箇所)
	②土壌抵抗率		ﾌﾟﾛｰﾌﾞ式	―	土壌杖方式
	③ﾚﾄﾞｯｸｽ電位		ﾚﾄﾞｯｸｽ電位計	―	―
3. 2　ラボ計測					
	①土壌抵抗率	現地ｻﾝﾌﾟﾙ管周辺土	土壌箱(採取)	土壌箱(採取，飽和)	土壌箱(採取，飽和)
	②ﾚﾄﾞｯｸｽ電位		―	―	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位計

（2）前回調査データの電子データ化

前回調査報告書「ｶﾞｽ工作物設置基準調査について（昭和 60 年 3 月）社団法人日本ｶﾞｽ協会」に記載された以下の統計基本データを添付資料⑦「前回調査（昭和 60 年度）データ集」に示す。

2.2　路線調査一覧表（P305～P318）

2.3　腐食量の測定データ（P309～P312）

2.4　腐食環境因子の測定データ（P313～P315）

３．３　前回調査(昭和 60 年度)との比較

（1）亜鉛メッキ管

Hmax と Y および Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の関係について、H29Fy と S60fy のデータを比較した結果が図 3.1 である。

同図の左の図は、S60Fy と H29Fy を個別に同一図上に記入したものであり、Hmax と Y の関係は、ともに相関係数は低い（相関は認められない）が、S60fy と並べると、H29fy は傾きが緩やかになっている。これは経年とともに腐食は緩やかになる過去の知見と一致する。

また、右の図は、両者のデータを合体して相関関係を示したものであるが、Hmax と Y の相関は認められない。

また、Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の関係は、Hmax と同様に S60fy の方が H29fy よりも傾きが大きい結果となっている。ともに強い相関があり、両者のデータを合算した回帰式では、相関係数が 0.51 とさらに強い相関が認められた。

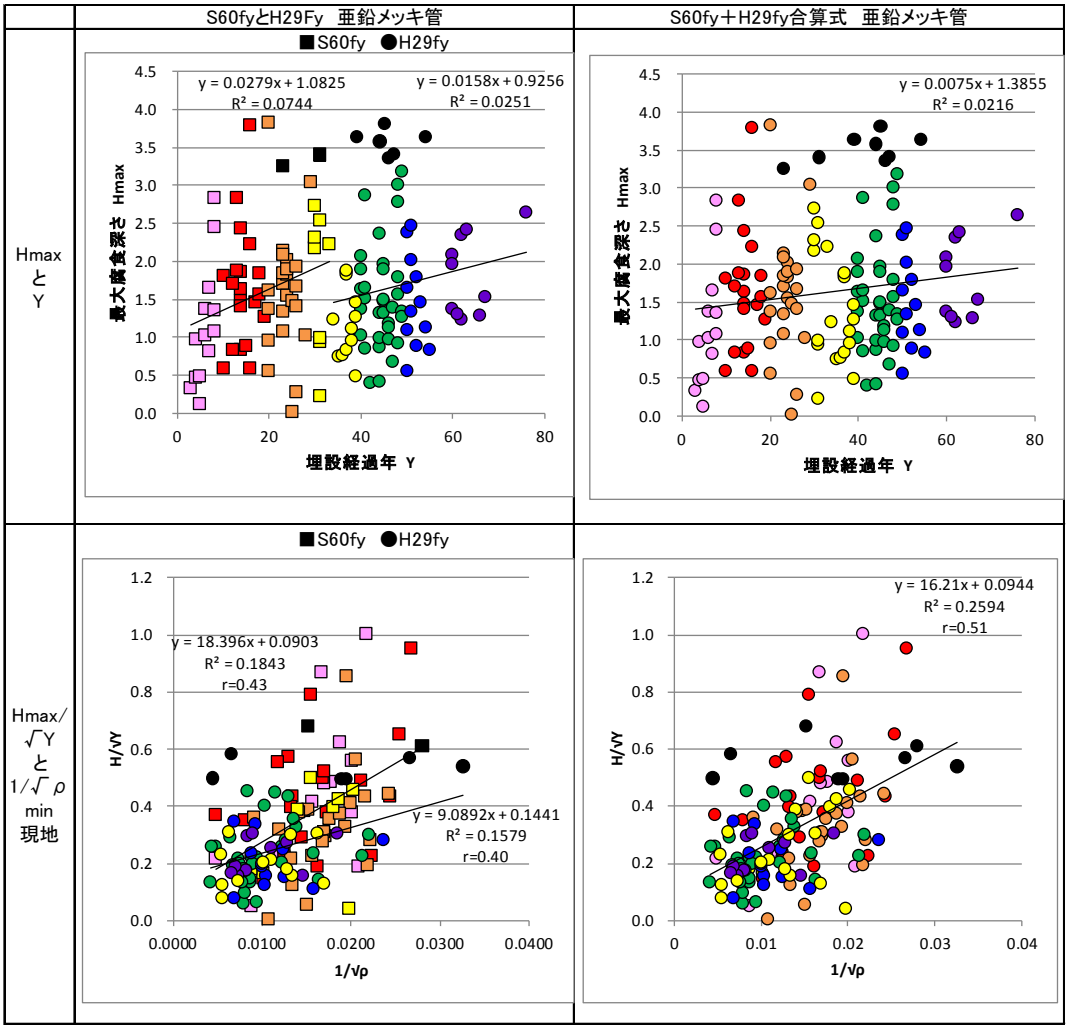


図 3.1　　H29Fy と S60fy データの比較と合体（亜鉛メッキ管）

＜S60fy データと合算した回帰式の算出＞

土壌抵抗率 ρ と P/S の 2 因子による重相関分析を行った結果は以下の通りとなる。

式２：　$H_{KS4} = (0.354 + 18.64 / \sqrt{\rho}\ \mathrm{min}_{現地} - 6 \times 10^{-4} P/S) \cdot \sqrt{Y}$

（重相関係数：0.60）

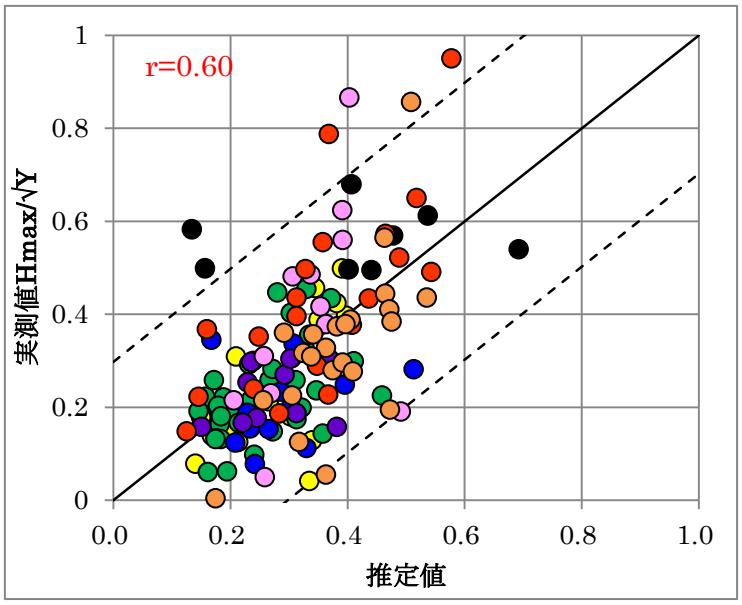


図 3.2　Hmax/√Y（S60fy+H29fy）の推定値と実測値の関係

（亜鉛ﾒｯｷ管）

（2）ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管についても、Hmax と Y および Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の関係について、H29Fy と S60fy を比較した結果が図 3.3 である。

Hmax と Y の関係は、S60fy、H29fy それぞれに相関は認められないが、埋設経過年とともに腐食深さが大きくなる傾向は認められる。

全体データを合算しても相関は認められない。

Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の関係についても、S60fy、H29fy ともに相関は認められない。

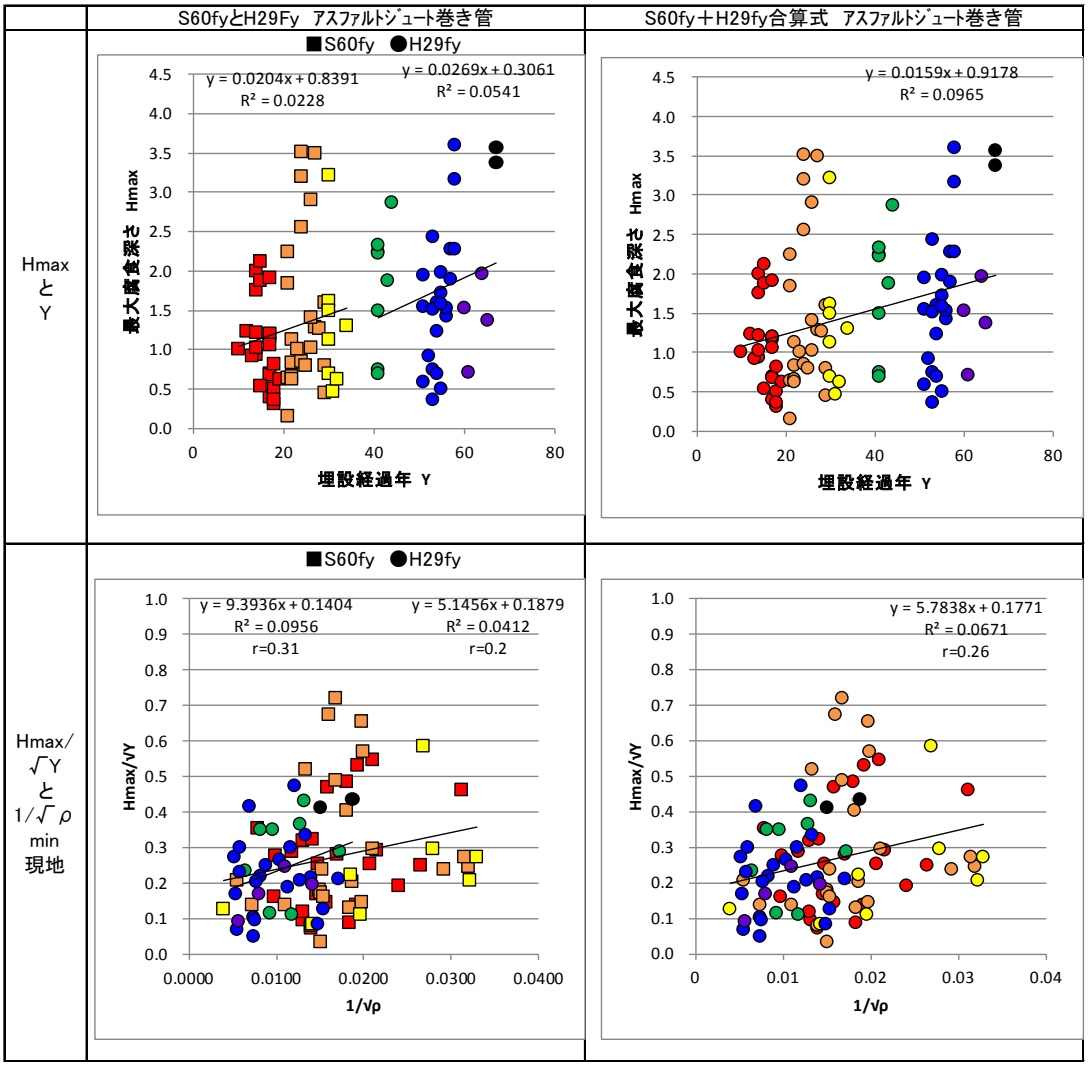


図 3.3　H29Fy と S60fy データの比較と合体（ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管）

＜S60fy データと合算した回帰式の算出＞

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管についても、亜鉛メッキ管と同様に、土壌抵抗率 ρ と P/S の 2 因子による重相関分析を行った結果は以下の通りとなる。

式２：　$H_{AS4} = (0.400 + 7.30/\sqrt{\rho\ \mathrm{min}_{現地}} - 5\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

（重相関係数：0.44）

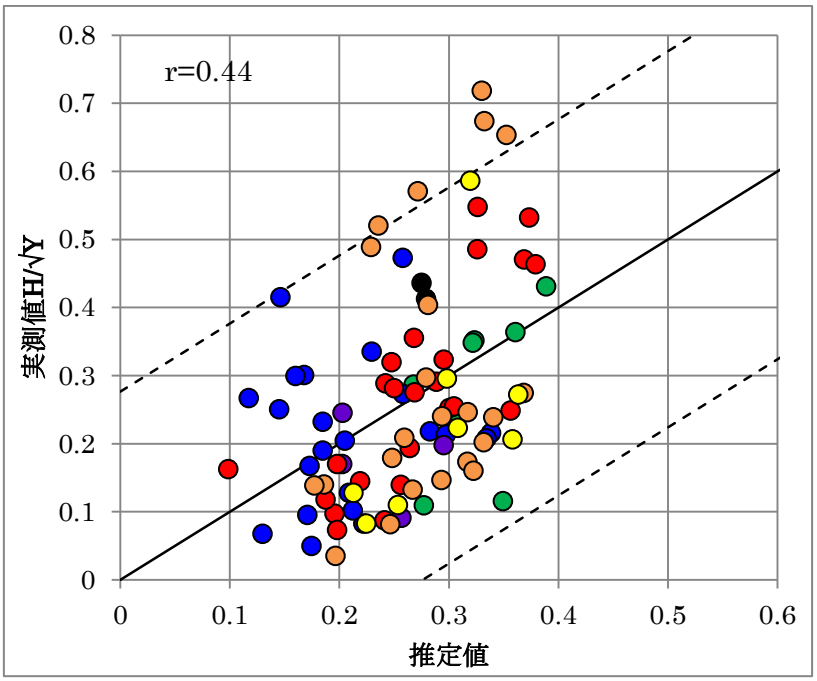


図 3.4　Hmax/√Y（S60fy+H29fy）の推定値と実測値の関係

（ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管）

４．第 4 回委員会へ向けて

今回得られたデータについて、更なる詳細調査を行い、以下の検討を進めていく予定である。

① 管対地電位の腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）に対する影響の調査・検討
② 土壌抵抗率のラボ測定値（飽和、採取）及び現地測定値の腐食深さ推定式への適用方法の検討
③ 腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）と電気伝導度（土壌抵抗率の逆数：１／ρ）の相関関係の調査・検討
④ 腐食深さ推定式に関する検討

以上

添付資料① サンプル管採取場所及び環境一覧表（1／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	建物構造	埋設年（西暦）	埋設経過年	埋設深度（cm）	現場の表層	同穴別穴	絶縁処置の有無	電位測定実施日	サンプリング実施日
1	01-101	北海道	25	木造	1980	37	80	土	同穴	無	11月7日	11月7日
2	01-102	北海道	25	木造	1980	37	80	土	別穴	無	10月20日	10月20日
3	01-103	北海道	25	木造	1973	44	85	土	同穴	無	11月10日	11月10日
4	02-101	仙台	25	木造	1965	52	25	土	別穴	無	9月27日	10月11日
5	02-102	仙台	25	木造	1973	44	30	土	同穴	無	10月23日	10月26日
6	02-103	仙台	25	木造	1970	47	25	土	同穴	無	10月27日	11月2日
7	02-104	仙台	25	木造	1969	48	15	土	同穴	無	11月28日	11月29日
8	03-101	北陸	25	鉄筋	1980	37	13	As	同穴	有	10月18日	10月31日
9	03-103	北陸	25	木造	1970	47	38	Co	同穴	無	11月8日	11月14日
10	03-104	北陸	40	鉄筋	1977	40	31	土	同穴	無	11月9日	11月10日
11	03-202	北陸	25	木造	1972	45	23	Co	別穴	無	11月1日	11月15日
12	03-204	北陸	25	木造	1976	41	20	土	別穴	無	10月30日	10月30日
13	04-101	京葉	25	木造	1977	40	20	土	別穴	有	10月24日	10月24日
14	04-102	京葉	25	木造	1978	39	18	土	同穴	無	10月25日	10月26日
15	04-103	京葉	25	木造	1979	38	13	土	同穴	無	11月10日	11月11日
16	05-101	東京	40	木造	1979	38	30	土	同穴	無	11月28日	12月5日
17	05-102	東京	25	木造	1967	50	40	Co	同穴	無	11月6日	11月7日
18	05-103	東京	25	木造	1957	60	12	Co	同穴	無	10月27日	10月28日
19	05-104	東京	25	木造	1954	63	30	As	同穴	無	11月15日	11月16日
20	05-111	東京	25	木造	1971	46	30	Co	同穴	無	10月24日	10月25日
21	05-112	東京	40	木造	1950	67	25	土	同穴	無	11月27日	12月2日
22	05-121	東京	25	木造	1966	51	27	土	別穴	無	10月18日	10月18日
23	05-122	東京	40	鉄筋	1941	76	43	土	同穴	無	10月30日	10月30日
24	05-123	東京	32	木造	1969	48	35	Co	別穴	無	11月9日	11月9日
25	05-124	東京	25	木造	1967	50	24	土	別穴	無	11月10日	11月10日
26	05-125	東京	25	木造	1955	62	18	土	同穴	無	11月13日	11月13日
27	05-131	東京	40	木造	1963	54	45	土	同穴	無	11月24日	11月24日
28	05-133	東京	32	木造	1967	50	40	土	別穴	無	11月27日	11月27日
29	05-135	東京	25	木造	1972	45	17	土	同穴	無	12月7日	12月7日
30	05-141	東京	32	木造	1972	45	27	土	同穴	無	11月14日	11月14日
31	05-151	東京	25	木造	1971	46	24	土	同穴	無	11月22日	12月5日
32	05-152	東京	25	木造	1967	50	27	土	同穴	無	12月7日	12月8日
33	05-161	東京	32	木造	1966	51	40	Co	同穴	無	9月15日	9月16日
34	05-162	東京	32	鉄筋	1965	52	77	As	同穴	無	10月17日	10月28日
35	05-163	東京	25	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	10月31日	11月16日
36	05-165	東京	40	木造	1976	41	30	土	同穴	無	11月11日	11月13日
37	05-166	東京	25	木造	1963	54	30	Co	同穴	無	11月18日	11月20日
38	06-101	静岡	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	10月5日	10月27日
39	06-102	静岡	25	木造	1973	44	3	土	別穴	無	10月5日	10月20日
40	06-103	静岡	32	木造	1981	36	15	土	同穴	無	10月23日	11月20日
41	07-101	中部	40	木造	1969	48	40	土	同穴	無	10月30日	10月30日
42	07-102	中部	25	木造	1983	34	10	土	同穴	無	11月1日	11月6日
43	07-103	中部	40	鉄筋	1978	39	23	As	同穴	無	11月10日	11月10日
44	08-101	東邦	32	木質系	1971	46	30	土	別穴	無	9月22日	9月22日
45	08-102	東邦	40	木質系	1964	53	55	土	同穴	無	9月27日	9月27日
46	08-103	東邦	50	鉄筋系	1968	49	40～70	土	同穴	無	10月10日	11月1日
47	08-104	東邦	25	木質系	1957	60	35	CO	同穴	無	10月6日	10月6日
48	08-105	東邦	32	木質系	1957	60	12	土	別穴	無	10月13日	10月13日
49	08-106	東邦	32	木質系	1972	45	14	CO	同穴	無	10月19日	10月19日
50	08-107	東邦	32	木質系	1955	62	10	CO	別穴	無	10月24日	10月24日
51	08-108	東邦	32	木質系	1975	42	24	土	同穴	無	10月27日	10月27日
52	08-109	東邦	32	木質系	1966	51	35	土	別穴	無	10月31日	10月31日
53	08-110	東邦	25	木質系	1977	40	35	土	別穴	無	11月7日	11月7日
54	08-111	東邦	32	木質系	1980	37	40	土	別穴	無	11月9日	11月10日
55	08-112	東邦	32	木質系	1973	44	40	CO	同穴	無	11月15日	11月15日
56	08-113	東邦	50	鉄筋系	1972	45	55	CO	同穴	無	11月24日	11月24日

添付資料① サンプル管採取場所及び環境一覧表（2／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	建物構造	埋設年（西暦）	埋設経過年	埋設深度（cm）	現場の表層	同穴別穴	絶縁処置の有無	電位測定実施日	サンプリング実施日
57	08-114	東邦	32	木質系	1976	41	10	土	別穴	無	12月1日	12月1日
58	08-115	東邦	32	木質系	1951	66	35～50	土	別穴	無	12月8日	12月8日
59	09-101	大阪	25	木造	1962	55	25	土	同穴	無	9月19日	9月20日
60	09-104	大阪	25	木造	1965	52	32	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
61	09-105	大阪	25	木造	1974	43	40	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
62	09-108	大阪	25	木造	1966	51	70	Co	同穴	無	10月5日	10月5日
63	09-109	大阪	25	木造	1963	54	42	Co	同穴	無	10月13日	10月13日
64	09-116	大阪	25	木造	1959	58	22	Co	同穴	無	10月18日	10月19日
65	09-118	大阪	50	鉄筋系	1959	58	65	Co	同穴	無	10月18日	10月18日
66	09-120	大阪	50	鉄筋系	1962	55	60	Co	同穴	無	10月23日	10月23日
67	09-122	大阪	80	鉄筋	1973	44	60	Co	同穴	無	10月25日	10月25日
68	09-125	大阪	40	木造	1963	54	40	土	同穴	無	11月2日	11月2日
69	09-127	大阪	40	木造	1959	58	28	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
70	09-128	大阪	25	木造	1950	67	30	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
71	09-129	大阪	25	木造	1962	55	26	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
72	09-131	大阪	32	木造	1961	56	15	Co	同穴	無	11月9日	11月11日
73	09-133	大阪	32	木造	1964	53	13	土	同穴	無	11月9日	11月10日
74	09-134	大阪	32	木造	1950	67	160	土	同穴	無	11月14日	11月24日
75	09-137	大阪	25	木造	1960	57	40	Co	同穴	無	11月16日	11月16日
76	09-140	大阪	50	鉄骨	1964	53	17	Co	同穴	無	11月21日	11月21日
77	09-142	大阪	25	木造	1961	56	27	土	同穴	無	11月21日	11月27日
78	09-143	大阪	25	木造	1963	54	24	土	同穴	無	11月21日	11月27日
79	09-145	大阪	25	木造	1964	53	26	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
80	09-146	大阪	40	鉄骨	1966	51	19	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
81	09-148	大阪	25	木造	1962	55	46	土	同穴	無	11月27日	11月27日
82	09-150	大阪	25	木造	1953	64	20	Co	同穴	無	11月30日	11月30日
83	09-152	大阪	25	木造	1962	55	45	土	同穴	無	12月1日	12月1日
84	09-153	大阪	25	木造	1952	65	29	Co	同穴	無	12月6日	12月6日
85	09-154	大阪	25	木造	1964	53	21	土	同穴	無	12月6日	12月11日
86	09-156	大阪	50	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	12月8日	12月8日
87	09-157	大阪	32	木造	1966	51	19	Co	同穴	無	12月12日	12月12日
88	09-158	大阪	32	木造	1957	60	45	Co	同穴	無	12月13日	12月14日
89	09-159	大阪	32	木造	1970	47	43	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
90	09-160	大阪	32	木造	1960	57	65	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
91	10-101	広島	25	木造	1973	44	13	土	別穴	無	9月13日	11月2日
92	10-102	広島	25	木造	1970	47	20	土	同穴	無	9月20日	9月20日
93	10-103	広島	32	鉄筋	1976	41	40	Co	同穴	無	10月2日	10月10日
94	10-104	広島	32	木造	1978	39	27	土	別穴	無	10月13日	10月13日
95	10-105	広島	25	木造	1971	46	12	土	同穴	無	10月18日	10月27日
96	10-106	広島	25	木造	1968	49	40	土	同穴	無	11月28日	11月28日
97	11-101	四国	80	鉄筋系	1976	41	11	土	別穴	無	11月22日	12月6日
98	11-102	四国	80	鉄筋系	1976	41	22	土	別穴	無	11月22日	12月8日
99	11-103	四国	80	鉄筋系	1976	41	15	土	別穴	無	11月22日	12月11日
100	11-105	四国	25	木造	1973	44	13	土	同穴	無	12月12日	12月13日
101	11-107	四国	25	木造	1968	49	10	Co	同穴	無	9月11日	9月11日
102	11-108	四国	80	鉄筋系	1978	39	26	土	別穴	無	10月12日	10月30日
103	11-110	四国	50	鉄筋系	1976	41	60	土	同穴	無	11月10日	11月16日
104	11-111	四国	40	鉄筋系	1976	41	40	土	同穴	無	11月10日	11月16日
105	11-112	四国	40	鉄筋系	1976	41	35	土	同穴	無	11月10日	11月16日
106	11-113	四国	25	木造	1962	55	30	土	同穴	無	10月18日	10月18日
107	11-114	四国	25	木造	1972	45	10	土	同穴	無	11月17日	11月21日
108	11-115	四国	25	木造	1982	35	22	土	別穴	無	11月27日	11月27日
109	12-101	西部	25	木造	1977	40	16	土	同穴	無	10月4日	10月5日
110	12-102	西部	32	木造	1977	40	20	土	同穴	無	10月4日	10月11日
111	12-103	西部	32	木造	1977	40	10～26	土	同穴	無	11月7日	11月10日
112	12-104	西部	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	11月28日	12月2日

添付資料② 土壌環境因子現地調査結果（1／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径(A)	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位（mV）				土壌抵抗率（Ω・cm）			接地抵抗（Ω）	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値（N=3 平均値）	最小値（全測定）	平均値		
1	01-101	北海道	25	長管C	4、5m	-577、-580	-562	-575	-590	3,767	3,500	5,089	2.8	
2	01-102	北海道	25	長管A	10m	-595	-540	-570	-597	5,667	4,100	6,833	84.5	
3	01-103	北海道	25	短管	27.5m	-407	-350	-364	-407	57,667	40,000	69,444	79.3	
4	02-101	仙台	25	長管D	5m	-555	-555	-582	-620	9,327	6,280	12,321	3.8	
5	02-102	仙台	25	短管	1.0m	-550	-540	-546	-550	11,300	10,900	12,512	35.0	
6	02-103	仙台	25	短管	3.6m	-660	-660	-664	-670	6,743	6,350	8,858	14.1	
7	02-104	仙台	25	短管	1.0m	-530	-515	-523	-530	16,900	15,500	22,217	48.0	
8	03-101	北陸	25	長管C	8～10m	-420～440	-370	-408	-440	25,167	13,500	83,295	6.0	
9	03-103	北陸	25	短管	1m	-460	-455	-461	-475	51,000	49,000	60,222	31.0	
10	03-104	北陸	40	短管	2、2.5m	-420、-440	-365	-419	-445	54,000	53,000	68,278	18.0	
11	03-202	北陸	25	短管	2、2.5m	-390、-400	-390	-420	-450	24,667	23,000	52,000	18.5	
12	03-204	北陸	25	短管	3m	-470	-460	-468	-475	7,667	7,000	28,788	20.0	
13	04-101	京葉	25	短管	0.5m	-1280	-1270	-1274	-1280	3,333	2,900	3,483	82.0	電防有(現地確認)
14	04-102	京葉	25	短管	2m	-580～620	-580	-624	-650	9,800	9,500	10,650	9.8	
15	04-103	京葉	25	短管	4m	-670	-665	-669	-670	5,617	5,400	6,892	26.0	
16	05-101	東京	40	短管	0.5～5m	-470～480	-400	-476	-550	6,133	4,600	8,844	2.8	
17	05-102	東京	25	短管	2m	-360	-270	-342	-400	11,567	11,200	11,567	—	
18	05-103	東京	25	短管	7m	-490	-440	-464	-490	6,167	4,800	10,750	8.0	
19	05-104	東京	25	短管	5m付近	-540	-530	-555	-570	2,933	2,700	5,380	8.5	
20	05-111	東京	25	短管	6.5m	-500	-400	-430	-500	2,800	2,400	4,767	1.9	
21	05-112	東京	40	短管	0m	-280	-270	-287	-300	20,667	18,000	41,667	4.7	
22	05-121	東京	25	長管A	7m	-510	-450	-488	-515	10,000	8,000	16,200	3.5	
23	05-122	東京	40	短管	2m	-360	-325	-396	-450	12,333	10,000	16,750	1.8	
24	05-123	東京	32	短管	10～13m	-340～390	-190	-300	-390	6,000	5,000	8,667	7.5	
25	05-124	東京	25	短管	1m	-380	-340	-373	-400	13,000	12,000	20,750	17.0	
26	05-125	東京	25	短管	1.5m	-450	-430	-438	-450	14,333	14,000	15,000	9.0	
27	05-131	東京	40	短管	3m	-530	-510	-550	-630	6,333	5,000	12,111	7.0	
28	05-133	東京	32	短管	12m付近	-510～520	-510	-515	-520	9,300	8,500	9,900	25.0	
29	05-135	東京	25	短管	0m	-540	-465	-503	-540	13,000	11,000	17,778	80.0	
30	05-141	東京	32	短管	1m	-610	-580	-593	-610	11,333	10,000	13,000	10.0	
31	05-151	東京	25	短管	4m	-320	-260	-294	-320	14,667	12,000	20,333	17.5	
32	05-152	東京	25	短管	5m	-395	-380	-402	-420	21,000	18,000	24,083	10.0	
33	05-161	東京	32	短管	2m付近	-460	-450	-469	-500	1,800	1,800	3,900	3.2	
34	05-162	東京	32	短管	26m	-310	-310	-364	-420	6,533	5,800	8,742	4.0	
35	05-163	東京	25	短管	1m	-420	-420	-434	-460	23,000	21,000	25,000	2.0	
36	05-165	東京	40	短管	22.5m	-480～510	-450	-475	-510	4,000	3,000	8,100	70.0	
37	05-166	東京	25	短管	0.5m	-450	-440	-444	-450	2,667	2,400	2,667	68.0	
38	06-101	静岡	25	長管A	0～2m	-260～320	-260	-310	-350	43,000	31,000	124,000	166.0	
39	06-102	静岡	25	短管	1m	-400	-340	-381	-400	13,167	8,500	21,417	25.0	
40	06-103	静岡	32	短管	5～8m	-535～545	-515	-537	-555	3,500	3,100	16,457	57.3	
41	07-101	中部	40	長管C	10m	-400	-370	-400	-450	9,333	7,000	30,833	24.0	
42	07-102	中部	25	短管	1.5m	-480	-460	-474	-490	8,333	8,100	18,667	10.0	
43	07-103	中部	40	短管	1.5m	-560	-540	-561	-600	23,667	22,000	32,667	28.0	
44	08-101	東邦	32	短管	2、2.5m	-490、-500	-460	-483	-500	3,730	3,400	8,253	5.3	
45	08-102	東邦	40	短管	2、2.5m	-380、-400	-380	-396	-420	9,950	8,800	10,817	23.0	
46	08-103	東邦	50	長管③	0.3～3m	-290～300	-255	-289	-300	14,333	11,000	26,189	17.0	
47	08-104	東邦	25	短管	2.5m	-540	-540	-550	-560	8,300	7,600	9,133	37.0	
48	08-105	東邦	32	短管	1、1.5m	-415、-440	-360	-414	-470	15,000	13,000	33,144	27.0	
49	08-106	東邦	32	短管	4m	-610	-590	-612	-630	1,417	1,300	3,617	9.8	
50	08-107	東邦	32	短管	1、1.5m	-390、-410	-380	-401	-410	4,700	3,800	6,050	72.0	
51	08-108	東邦	32	短管	0.5m	-560	-540	-548	-560	15,733	14,600	20,308	30.0	
52	08-109	東邦	32	短管	2、2.5m	-510、-520	-490	-510	-520	21,333	18,000	27,667	70.0	
53	08-110	東邦	25	短管	4m	-420	-360	-396	-440	18,333	11,000	29,111	20.0	
54	08-111	東邦	32	短管	1.5m	-530	-500	-527	-545	18,333	16,000	21,333	7.0	
55	08-112	東邦	32	短管	4.5、5m	-430、-460	-430	-471	-480	5,467	4,200	7,400	2.5	
56	08-113	東邦	50	短管	0.5m	-520	-520	-539	-580	6,300	5,700	7,958	11.0	

添付資料② 土壌環境因子現地調査結果（2／2）

連番	サンプルNo.	事業者	口径(A)	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位（mV）				土壌抵抗率（Ω・cm）			接地抵抗（Ω）	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値(N=3平均値)	最小値(全測定)	平均値		
57	08-114	東邦	32	短管	2m	−560	−500	−543	−570	13,167	10,500	18,611	8.7	
58	08-115	東邦	32	長管④	3m	−560	−520	−548	−570	18,333	16,000	30,567	23.0	
59	09-101	大阪	25	短管	3m	−656	−656	−659	−662	32,333	31,000	45,333	1.2	
60	09-104	大阪	25	短管	1m	−640	−540	−572	−594	4,267	3,400	4,967	1.2	
61	09-105	大阪	25	短管	0、0.5m	−530、−560	−530	−545	−560	3,367	3,100	5,600	—	
62	09-108	大阪	25	短管	2.6m	−604	−526	−575	−604	4,567	4,300	6,317	7.0	
63	09-109	大阪	25	短管	0.5m	−562	−556	−565	−580	35,000	32,000	46,500	1.2	
64	09-116	大阪	25	短管	1m	−598	−540	−565	−598	28,667	28,000	28,667	—	
65	09-118	大阪	50	短管	4m	−486	−380	−455	−582	6,867	6,600	7,500	0.6	
66	09-120	大阪	50	短管	1.5m	−480	−446	−468	−480	3,433	2,900	6,333	3.4	
67	09-122	大阪	80	長延長80A+	0.5m	−226	−218	−274	−350	5,800	5,000	11,067	0.4	
68	09-125	大阪	40	短管	1.5m	−375	−350	−366	−375	14,667	13,500	19,167	35.0	
69	09-127	大阪	40	短管	1m	−642	−604	−643	−698	21,000	17,000	21,000	0.7	
70	09-128	大阪	25	短管	0m	−486	−486	−497	−514	4,467	4,100	4,467	—	
71	09-129	大阪	25	短管	2m	−756	−738	−763	−796	9,400	9,000	9,400	—	
72	09-131	大阪	32	短管	5m	−628	−522	−569	−628	7,883	6,900	16,082	9.1	
73	09-133	大阪	32	短管	0m	−510	−504	−507	−510	18,333	16,000	23,500	15.0	
74	09-134	大阪	32	短管	5m付近	−552	−536	−552	−562	2,867	2,800	15,733	0.9	
75	09-137	大阪	25	短管	2.5m	−675	−625	−686	−800	12,667	11,000	13,667	2.5	
76	09-140	大阪	50	短管	0.5m	−335	−335	−358	−390	6,167	5,700	6,167	—	
77	09-142	大阪	25	短管	0.5m	−530	−520	−530	−540	17,000	14,000	19,000	250.0	
78	09-143	大阪	25	短管	20m	−600	−480	−586	−615	17,667	16,000	26,467	7.7	
79	09-145	大阪	25	短管	0、0.5m	−550、−580	−550	−565	−580	5,667	5,400	5,667	—	
80	09-146	大阪	40	短管	2m	−345	−345	−466	−615	5,133	4,600	5,133	—	
81	09-148	大阪	25	短管	1m	−545	−515	−540	−560	29,000	26,000	31,833	510.0	
82	09-150	大阪	25	短管	1m	−585	−575	−584	−595	8,333	7,000	8,833	—	
83	09-152	大阪	25	短管	2m	−1120	−1010	−1,042	−1120	9,400	9,000	11,867	—	電防有（P/Sより）
84	09-153	大阪	25	短管	1.4m	−540	−400	−458	−540	15,667	14,000	15,667	8.3	
85	09-154	大阪	25	短管	1m	−590	−580	−588	−595	18,333	14,000	20,167	69.0	
86	09-156	大阪	50	短管	14.8m	−390	−320	−374	−500	31,000	29,000	64,048	2.5	
87	09-157	大阪	32	短管	4m	−380	−380	−439	−520	37,000	35,000	37,000	—	
88	09-158	大阪	32	短管	3m	−440	−360	−437	−460	4,967	4,600	8,817	38.0	
89	09-159	大阪	32	短管	1m	−1060	−900	−990	−1060	7,133	6,900	7,133	2.0	電防有（P/Sより）
90	09-160	大阪	32	短管	2.5m	−670	−640	−654	−670	7,367	6,600	7,367	67.0	
91	10-101	広島	25	短管	0.5m	−440	−415	−436	−450	945	925	7,949	23.0	
92	10-102	広島	25	長管A	0.5m	−430	−430	−437	−445	15,667	15,500	29,667	25.0	
93	10-103	広島	32	短管	0.5m	−445	−420	−452	−490	6,667	6,000	10,333	11.5	
94	10-104	広島	32	短管	14m	−520	−435	−483	−520	32,733	32,000	63,683	20.0	
95	10-105	広島	25	短管	0.5m	−465	−465	−474	−495	16,833	16,500	31,750	13.5	
96	10-106	広島	25	短管	7m	−550	−430	−504	−560	21,667	20,000	37,333	760.0	
97	11-101	四国	80	短管	1m	−250	−170	−303	−430	11,667	11,000	24,067	0.9	
98	11-102	四国	80	短管	1m	−280	−140	−306	−380	6,133	6,000	18,720	6.0	
99	11-103	四国	80	短管	1m	−440	−300	−440	−530	7,267	6,900	15,893	0.2	
100	11-105	四国	25	短管	7m	−280	−260	−284	−330	18,167	18,000	34,278	34.0	
101	11-107	四国	25	長管A	8m付近	−520	−470	−512	−540	16,167	16,000	18,167	31.0	
102	11-108	四国	80	短管	20m	−310	−310	−345	−430	34,667	34,500	41,400	100.0	
103	11-110	四国	50	短管	2.5m	−310	−260	−308	−370	10,833	10,500	11,444	1.0	
104	11-111	四国	40	短管	2.5m	−300	−240	−285	−330	24,167	24,000	26,833	0.6	
105	11-112	四国	40	短管	2.5m	−290	−160	−267	−340	15,167	15,000	25,944	1.1	
106	11-113	四国	25	短管	15m付近	−520	−485	−506	−520	4,050	4,000	6,104	5.8	
107	11-114	四国	25	短管	5m	−512	−512	−591	−662	12,333	12,000	20,042	1.6	
108	11-115	四国	25	短管	14.5m付近	−400	−390	−409	−440	32,667	32,500	49,033	7.6	
109	12-101	西部	25	短管	0.5m	−515	−480	−490	−515	17,333	15,000	24,167	12.0	
110	12-102	西部	32	短管	2m	−580	−530	−562	−600	2,067	1,500	3,283	1.7	
111	12-103	西部	32	長管B	1m付近	−470	−435	−456	−470	5,167	2,900	13,056	5.4	
112	12-104	西部	25	短管	4m	−480	−440	−469	−480	2,200	1,700	2,850	8.2	

添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（１／６）

認識番号	5-152

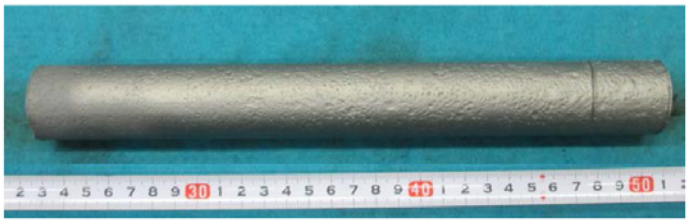
ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.25mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.70mm
最大腐食深さ	0.55mm

1．サンプル管の外観

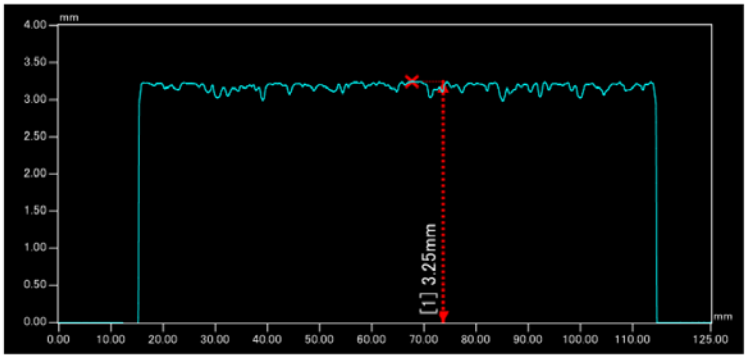
［さび落とし前］

［さび落とし後］

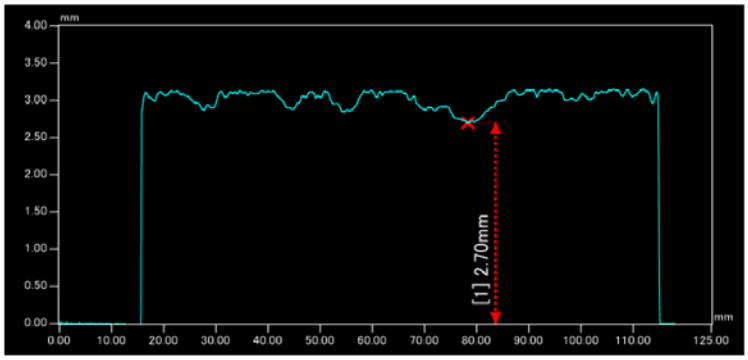


2．測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（２／６）

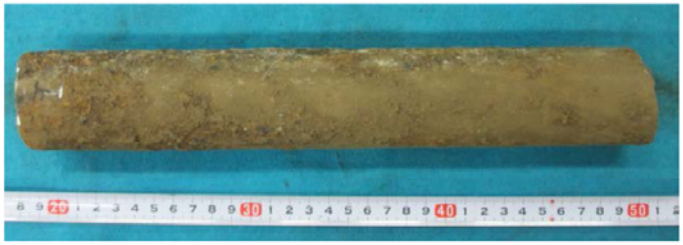
認識番号	5-122

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	40A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	鉄筋コンクリート造

減肉深さ１（最大肉厚）	4.22mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.57mm
最大腐食深さ	2.65mm

1．サンプル管の外観

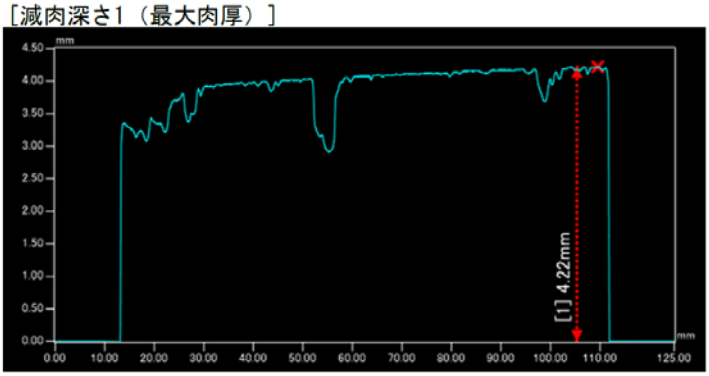
［さび落とし前］



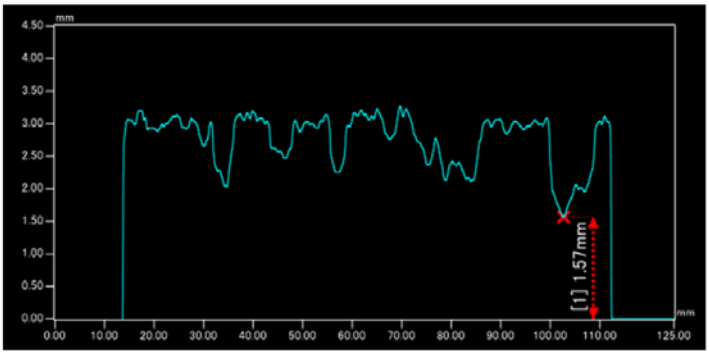
［さび落とし後］

2．測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（３／６）

認識番号	5-111

ガス管の種類	亜鉛メッキ管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造
	貫通

減肉深さ１（最大肉厚）	3.37mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.37mm

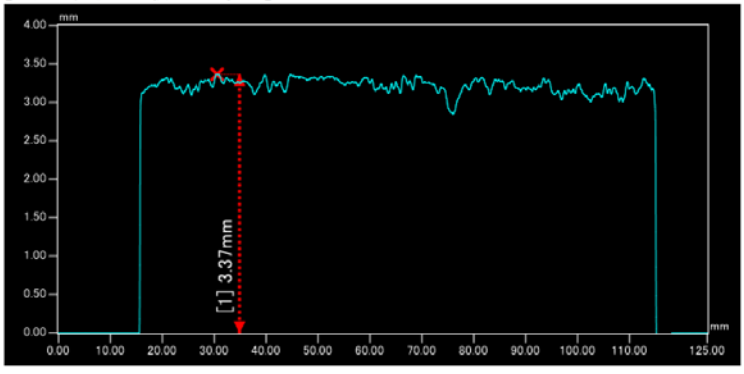
1. サンプル管の外観

［さび落とし前］

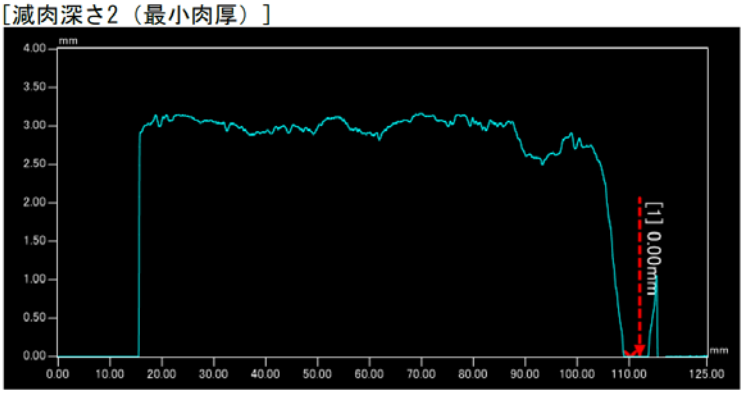
［さび落とし後］

2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（４／６）

認識番号	9-131

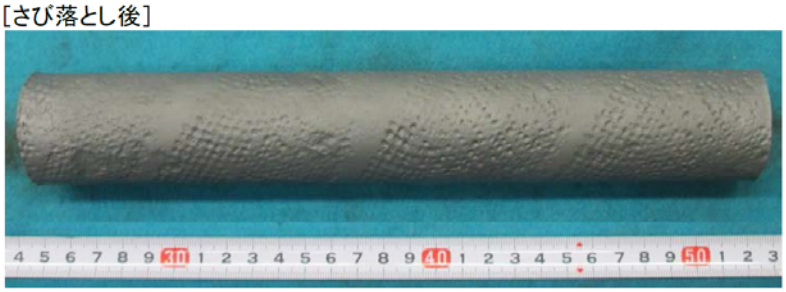
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	32A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.63mm
減肉深さ２（最小肉厚）	2.21mm
最大腐食深さ	1.42mm

1. サンプル管の外観

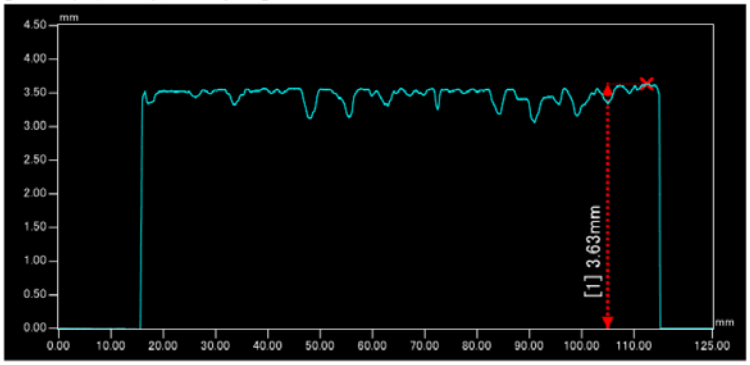
［さび落とし前］

［さび落とし後］

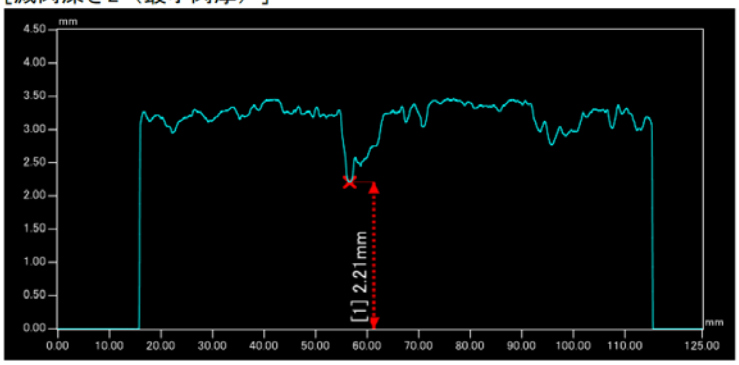


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（５／６）

認識番号	9-122

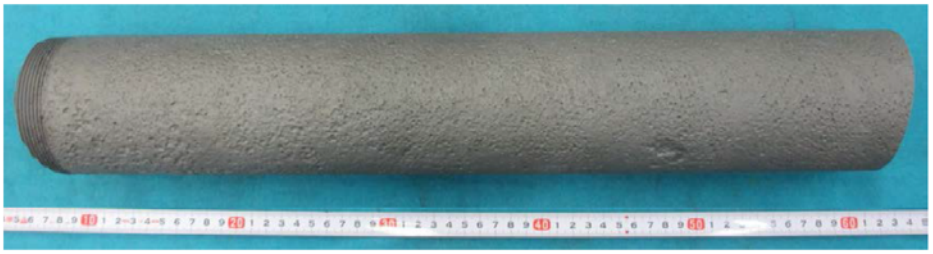
ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	80A
管長(短管・長管)	長管(A)
建築物構造	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造

減肉深さ１（最大肉厚）	4.31mm
減肉深さ２（最小肉厚）	1.45mm
最大腐食深さ	2.86mm

1. サンプル管の外観

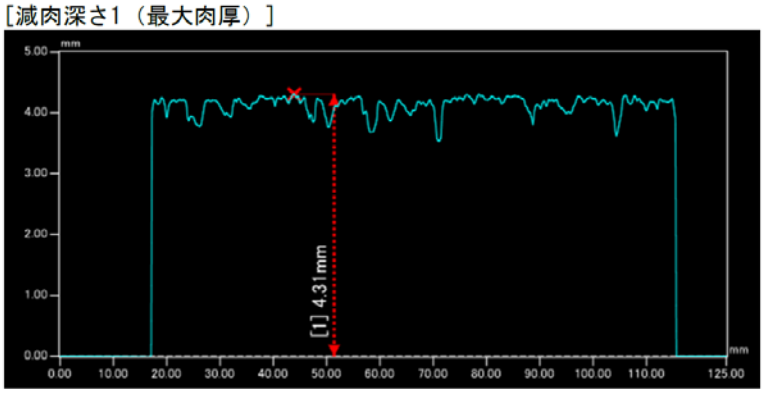
［さび落とし前］

［さび落とし後］

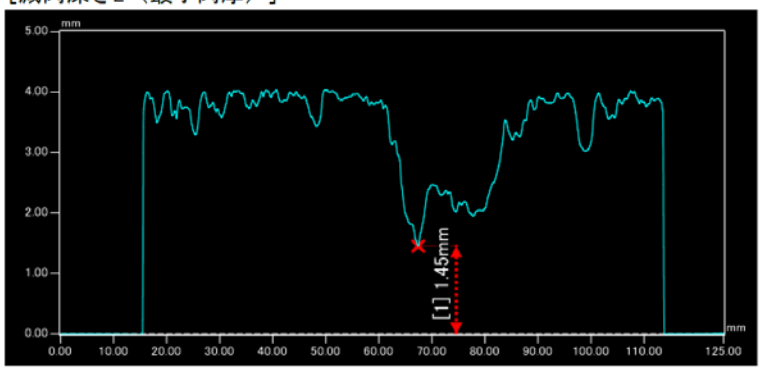


2. 測定結果

［減肉深さ1（最大肉厚）］



［減肉深さ2（最小肉厚）］



添付資料③　サンプル管外観調査及び管厚測定結果（６／６）

認識番号	9-128

ガス管の種類	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管
口径	25A
管長(短管・長管)	短管
建築物構造	木造

減肉深さ１（最大肉厚）	3.38mm
減肉深さ２（最小肉厚）	0.00mm
最大腐食深さ	3.38mm
	貫通

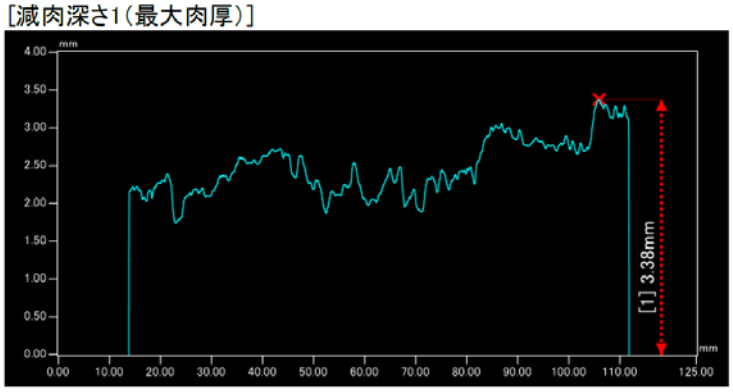
1．サンプル管の外観

［さび落とし前］

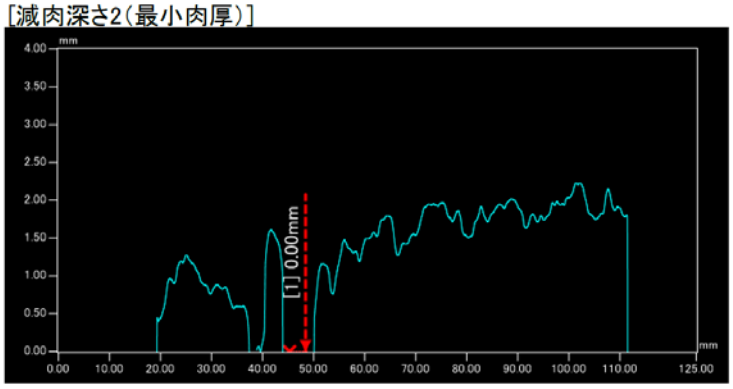
［さび落とし後］

2．測定結果

［減肉深さ1(最大肉厚)］



［減肉深さ2(最小肉厚)］



添付資料④　サンプル管肉厚測定結果一覧表（ １ ／２ ）

By JIA　　2018/1/10

No.	事業者	ｻﾝﾌﾟﾙNo.	種類	口径	測定結果(mm)		
					最大肉厚	最小肉厚	最大腐食深さ（減肉量）
1	北海道ガス	01-101C-5	長延長	25A	3.28	1.42	1.86
2	北海道ガス	01-102A-4	長延長	25A	3.28	1.46	1.82
3	北海道ガス	01-103-2	短管	25A	3.46	2.59	0.87
4	仙台市ガス局	02-101D-2	長延長	25A	3.67	2.78	0.89
5	仙台市ガス局	02-102-2	短管	25A	3.55	3.14	0.41
6	仙台市ガス局	02-103-3	短管	25A	3.95	2.56	1.39
7	仙台市ガス局	02-104-2	短管	25A	3.92	3.01	0.91
8	北陸ガス	03-101C-2	長延長	25A	3.57	1.69	1.88
9	北陸ガス	03-103-2	短管	25A	3.42	0.00	3.42
10	北陸ガス	03-104-3	短管	40A	3.61	1.98	1.63
11	北陸ガス	03-202-2	短管	25A	3.21	1.25	1.96
12	北陸ガス	03-204-1	短管	25A	3.33	0.47	2.86
13	京葉ガス	04-101-1	短管	25A	3.34	2.14	1.20
14	京葉ガス	04-102-1	短管	25A	3.45	2.19	1.26
15	京葉ガス	04-103-1	短管	25A	3.21	2.25	0.96
16	東京ガス	05-101-3	短管	25A	3.22	2.11	1.11
17	東京ガス	05-102-2	短管	25A	3.40	1.02	2.38
18	東京ガス	05-103-4	短管	25A	3.24	1.15	2.09
19	東京ガス	05-104-2	短管	25A	3.35	0.94	2.41
20	東京ガス	05-111-5	短管	25A	3.37	0.00	3.37
21	東京ガス	05-112-4	短管	40A	3.45	1.92	1.53
22	東京ガス	05-121A-4	長延長	25A	3.52	2.18	1.34
23	東京ガス	05-122-1	短管	40A	4.22	1.57	2.65
24	東京ガス	05-123-1	短管	32A	3.41	0.40	3.01
25	東京ガス	05-124-1	短管	25A	3.39	1.74	1.65
26	東京ガス	05-125-1	短管	25A	3.83	1.49	2.34
27	東京ガス	05-131-2	短管	40A	3.70	2.58	1.12
28	東京ガス	05-133-1	短管	32A	3.76	2.67	1.09
29	東京ガス	05-135-2	短管	25A	3.48	2.00	1.48
30	東京ガス	05-141-1	短管	32A	3.32	1.83	1.49
31	東京ガス	05-151-2	短管	25A	3.34	2.16	1.18
32	東京ガス	05-152-2	短管	25A	3.25	2.70	0.55
33	東京ガス	05-161-1	短管	32A	3.34	1.33	2.01
34	東京ガス	05-162-2	短管	32A	3.54	1.75	1.79
35	東京ガス	05-163-1	短管	25A	3.64	2.34	1.30
36	東京ガス	05-165-1	短管	40A	3.76	2.25	1.51
37	東京ガス	05-166-3	短管	25A	3.64	0.00	3.64
38	静岡ガス	06-101A-3	長延長	25A	3.14	1.35	1.79
39	静岡ガス	06-102-1	短管	25A	3.20	2.22	0.98
40	静岡ガス	06-103-2	短管	32A	4.07	3.30	0.77
41	中部ガス	07-101C-3	長延長	40A	4.01	1.22	2.79
42	中部ガス	07-102-1	短管	25A	3.33	2.09	1.24
43	中部ガス	07-103-3	短管	40A	3.64	0.00	3.64
44	東邦ガス	08-101-2	短管	32A	3.38	2.41	0.97
45	東邦ガス	08-102-1	短管	40A	3.91	2.46	1.45
46	東邦ガス	08-103C-4	長延長	50A	4.04	0.86	3.18
47	東邦ガス	08-104-1	短管	25A	3.47	1.51	1.96
48	東邦ガス	08-105-2	短管	32A	3.49	2.12	1.37
49	東邦ガス	08-106-1	短管	32A	3.82	0.00	3.82
50	東邦ガス	08-107-1	短管	32A	3.54	2.30	1.24
51	東邦ガス	08-108-1	短管	32A	3.78	3.39	0.39
52	東邦ガス	08-109-3	短管	32A	3.45	0.99	2.46
53	東邦ガス	08-110-3	短管	25A	3.30	1.93	1.37
54	東邦ガス	08-111-2	短管	32A	3.64	2.80	0.84
55	東邦ガス	08-112-2	短管	32A	3.70	1.34	2.36
56	東邦ガス	08-113-2	短管	50A	3.68	1.79	1.89

ｻﾝﾌﾟﾙNo.　短管（例） 01-103-2　　**長延長（例） 01-101C-5**

補足説明　事業者番号－整理番号－管位置番号　　事業者番号－整理番号・切出短管番号－管位置番号

添付資料④　サンプル管肉厚測定結果一覧表（ ２ ／２ ）

By JIA　　2018/1/10

No.	事業者	ｻﾝﾌﾟﾙNo.	種類	口径	測定結果(mm)		
					最大肉厚	最小肉厚	最大腐食深さ（減肉量）
57	東邦ガス	08-114-1	短管	32A	3.51	2.66	0.85
58	東邦ガス	08-115D-2	長延長	32A	3.85	2.57	1.28
59	大阪ガス	09-101-2	短管	25A	3.24	2.74	0.50
60	大阪ガス	09-104-1	短管	25A	3.73	2.81	0.92
61	大阪ガス	09-105-1	短管	25A	3.22	1.34	1.88
62	大阪ガス	09-108-1	短管	25A	3.22	2.63	0.59
63	大阪ガス	09-109-1	短管	25A	3.42	2.19	1.23
64	大阪ガス	09-116枝番無	短管	25A	3.08	0.80	2.28
65	大阪ガス	09-118-1	短管	50A	4.16	0.56	3.60
66	大阪ガス	09-120-4	短管	50A	4.06	2.48	1.58
67	大阪ガス	09-122A-4	長延長	80A	4.31	1.45	2.86
68	大阪ガス	09-125-1	短管	40A	3.57	1.97	1.60
69	大阪ガス	09-127-2	短管	40A	4.10	0.94	3.16
70	大阪ガス	09-128-1	短管	25A	3.38	0.00	3.38
71	大阪ガス	09-129-2	短管	25A	3.51	1.53	1.98
72	大阪ガス	09-131-2	短管	32A	3.63	2.21	1.42
73	大阪ガス	09-133-4	短管	32A	3.55	2.81	0.74
74	大阪ガス	09-134-2	短管	32A	3.57	0.00	3.57
75	大阪ガス	09-137-2	短管	25A	3.30	1.41	1.89
76	大阪ガス	09-140-2	短管	50A	3.53	2.02	1.51
77	大阪ガス	09-142-2	短管	25A	4.08	2.55	1.53
78	大阪ガス	09-143-2	短管	25A	3.28	2.58	0.70
79	大阪ガス	09-145-1	短管	25A	3.58	1.14	2.44
80	大阪ガス	09-146-2	短管	40A	3.71	2.17	1.54
81	大阪ガス	09-148-1	短管	25A	3.28	1.56	1.72
82	大阪ガス	09-150-2	短管	25A	3.40	1.44	1.96
83	大阪ガス	09-152-2	短管	25A	3.43	3.13	0.30
84	大阪ガス	09-153-2	短管	25A	3.40	2.03	1.37
85	大阪ガス	09-154D-1	短管	25A	3.28	2.92	0.36
86	大阪ガス	09-156-2	短管	50A	3.86	3.15	0.71
87	大阪ガス	09-157-1	短管	32A	3.52	1.57	1.95
88	大阪ガス	09-158-1	短管	32A	3.53	2.00	1.53
89	大阪ガス	09-159-2	短管	32A	3.51	2.05	1.46
90	大阪ガス	09-160-2	短管	32A	3.57	1.30	2.27
91	広島ガス	10-101-3	短管	25A	3.58	0.00	3.58
92	広島ガス	10-102A-3	長延長	25A	3.47	2.80	0.67
93	広島ガス	10-103-1	短管	32A	3.63	1.98	1.65
94	広島ガス	10-104-1	短管	32A	3.63	3.14	0.49
95	広島ガス	10-105-3	短管	25A	3.34	2.21	1.13
96	広島ガス	10-106-3	短管	25A	3.38	2.04	1.34
97	四国ガス	11-101-1	短管	80A	4.07	3.33	0.74
98	四国ガス	11-102-2	短管	80A	4.01	1.68	2.33
99	四国ガス	11-103-1	短管	80A	4.08	3.38	0.70
100	四国ガス	11-105-3	短管	50A	3.31	1.99	1.32
101	四国ガス	11-107A-1	長延長	25A	3.35	2.09	1.26
102	四国ガス	11-108-3	短管	80A	4.53	3.08	1.45
103	四国ガス	11-110-3	短管	50A	3.85	1.60	2.25
104	四国ガス	11-111-2	短管	40A	3.60	2.10	1.50
105	四国ガス	11-112-3	短管	40A	3.87	1.64	2.23
106	四国ガス	11-113-3	短管	25A	3.55	2.72	0.83
107	四国ガス	11-114-3	短管	25A	3.26	1.94	1.32
108	四国ガス	11-115-2	短管	25A	3.42	2.68	0.74
109	西部ガス	12-101-2	短管	25A	3.24	2.21	1.03
110	西部ガス	12-102-1	短管	32A	3.59	1.70	1.89
111	西部ガス	12-103B-3	長延長	32A	3.41	1.34	2.07
112	西部ガス	12-104-2	短管	25A	3.34	1.78	1.56
産総研	仙台市	A-3	長長延長		3.54	2.39	1.15
		B-2	長長延長		3.64	2.57	1.07

添付資料⑤ 現地採取土壌ラボ試験結果（1／2）

連番	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）Ω・cm	土壌抵抗率（飽和）Ω・cm	酸化還元電位 mV	含水比 %	pH （H2O）	体積密度（乾燥） g/cm3	体積密度（湿潤） g/cm3
1	01-101 ①	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,391	2,367	671	40.4	6.8	1.25	1.75
	01-101 ②	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,774	2,763	548	34.9	7.3	1.37	1.85
2	01-102	三角州性低地	粘土堆積物	灰色低地土	6,262	6,194	693	22.8	6.8	1.57	1.93
3	01-103	石狩湾岸低地	砂堆積物	砂丘未熟土	73,903	34,668	698	14.9	6.4	1.24	1.42
4	02-101 ①	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	5,955	5,794	635	26.8	7.8	1.43	1.81
	02-101 ②	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	6,981	6,067	618	32.4	8.2	1.33	1.76
5	02-102	砂礫台地	礫砂堆積物	褐色森林土	16,398	11,039	642	9.4	7.9	1.44	1.58
6	02-103	丘陵地（人工改変地）	火山性堆積物（集塊岩）	褐色森林土	7,980	7,520	649	31.7	7.9	1.27	1.68
7	02-104	砂礫台地（人工改変地）	礫砂シルト堆積物	赤黄色土	24,219	5,972	570	23.6	8.3	0.92	1.14
8	03-101 ①	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	51,400	35,766	627	60.3	7.6	1.27	2.03
	03-101 ②	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	26,352	19,459	588	16.3	7.8	1.57	1.82
9	03-103	低地（被覆砂丘）	砂丘砂堆積物	砂丘未熟土	23,416	12,356	624	9.3	9.0	1.51	1.65
10	03-104	三角州低地（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	12,406	8,783	690	17.0	7.2	1.39	1.63
11	03-202	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	18,387	7,730	419	15.5	9.0	1.39	1.60
12	03-204	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	13,038	11,468	686	25.1	7.2	1.34	1.67
13	04-101	埋立地	埋立地堆積物	灰色低地土	2,716	1,877	557	26.0	8.8	1.24	1.57
14	04-102	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	3,024	1,787	599	24.0	8.0	1.33	1.65
15	04-103	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	7,236	6,616	613	24.1	8.4	1.35	1.68
16	05-101	谷底低地（人工改変地）	砂礫沖積層	灰色低地土	14,021	5,992	623	25.6	7.9	1.00	1.26
17	05-102	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,628	7,959	557	20.9	8.5	1.48	1.80
18	05-103	砂州低地	砂堆積物	灰色低地土	7,754	4,283	548	43.9	8.3	0.81	1.17
19	05-104	谷底低地（人工改変地）	泥沖積層	灰色低地土	5,590	5,195	611	29.3	8.2	1.35	1.75
20	05-111	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	2,442	1,845	530	44.6	7.4	0.86	1.25
21	05-112	下末吉段丘（人工改変地）	下末吉ローム層	黒ボク土	66,183	21,271	643	72.9	7.2	0.59	1.02
22	05-121 ①	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	6,339	6,342	596	34.6	7.7	1.40	1.89
	05-121 ②	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	7,703	7,522	597	37.1	7.5	1.29	1.77
23	05-122	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,676	5,066	620	59.4	7.3	0.79	1.27
24	05-123	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,694	2,204	686	57.1	6.6	0.67	1.05
25	05-124	立川段丘台地（人工改変地）	立川ローム層	黒ボク土	6,942	4,851	627	34.4	7.6	1.06	1.43
26	05-125	下末吉段丘面台地	下末吉ローム層	黒ボク土	72,054	13,994	617	45.2	7.9	0.70	1.01
27	05-131	干拓地埋立地	砂沖積層	造成土	1,447	1,290	597	35.8	7.9	1.15	1.57
28	05-133	谷底平野後背湿地（人工改変地）	砂沖積層	灰色低地土	4,694	4,608	617	34.3	7.8	1.34	1.80
29	05-135	干拓地（人工改変地）	黒土沖積層	造成土	13,138	9,917	603	37.8	8.1	1.12	1.55
30	05-141	砂礫台地（切土）	ローム層	黒ボク土	5,770	5,689	644	92.8	7.0	0.76	1.46
31	05-151	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	12,227	7,447	675	72.2	6.5	0.71	1.22
32	05-152	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	21,926	14,669	618	55.3	7.3	0.85	1.32
33	05-161	盛土（人工改変地）	泥堆積物	灰色低地土	1,415	1,355	590	70.2	7.3	0.91	1.54
34	05-162	盛土地（人工改変地）	泥砂堆積物	褐色森林土	10,258	5,194	586	49.2	8.1	0.79	1.18
35	05-163	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	57,928	25,726	679	94.3	7.2	0.48	0.94
36	05-165	自然堤防（人工改変地）	砂堆積物	灰色低地土	3,879	3,108	629	38.9	7.1	1.06	1.47
37	05-166	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	2,019	1,968	469	49.3	7.5	1.13	1.69
38	06-101 ①	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	50,468	38,935	744	12.9	5.8	1.52	1.72
	06-101 ②	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	42,648	31,142	699	12.5	6.3	1.51	1.70
39	06-102	低地（古期砂堆地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	6,313	5,733	685	25.0	5.9	1.27	1.59
40	06-103	三角州性低地	砂堆積物	灰色低地土	36,885	11,538	409	12.4	9.0	1.46	1.64
41	07-101 ①	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	27,706	16,350	626	20.3	8.1	1.56	1.88
	07-101 ②	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	16,572	9,575	596	15.5	7.9	1.36	1.57
42	07-102	中位段丘	礫層堆積物	灰色台地土	12,211	9,282	666	24.7	7.9	1.29	1.60
43	07-103	上位段丘	礫層堆積物	灰色低地土	6,190	2,619	530	13.5	8.0	1.40	1.59
44	08-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	黄色土	6,389	5,563	763	21.4	4.9	1.49	1.81
45	08-102	上位段丘	礫粘土堆積物	褐色森林土	8,877	7,432	649	21.5	7.3	1.46	1.78
46	08-103 ①	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	8,829	7,678	632	13.6	8.2	1.66	1.89
	08-103 ②	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	12,089	8,795	592	20.8	8.5	1.47	1.77
47	08-104	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	6,096	6,034	709	28.2	6.4	1.54	1.97
48	08-105	丘陵地	砂泥互層堆積物	褐色森林土	324,086	42,107	706	16.7	5.2	0.94	1.09
49	08-106	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	1,834	1,833	582	36.8	7.8	1.28	1.75
50	08-107	盛土（人工改変地）	砂泥堆積物	陸成未熟土	9,359	6,656	479	19.0	8.8	1.41	1.68
51	08-108	段丘（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	黄色土	62,882	42,625	760	23.1	6.1	1.32	1.63
52	08-109	谷底平野（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	7,134	6,379	629	18.6	7.5	1.52	1.80
53	08-110	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	16,037	13,219	694	14.2	7.0	1.59	1.82
54	08-111	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	23,406	19,923	632	11.5	7.3	1.64	1.83
55	08-112	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	16,129	11,398	605	17.6	8.3	1.38	1.62
56	08-113	上位段丘（人工改変地）	礫堆積物	褐色森林土	7,485	7,349	586	18.9	8.1	1.73	2.06

添付資料⑤ 現地採取土壌ラボ試験結果（2／2）

連番	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取）Ω・cm	土壌抵抗率（飽和）Ω・cm	酸化還元電位 mV	含水比 %	pH (H2O)	体積密度（乾燥）g/cm3	体積密度（湿潤）g/cm3
57	08-114	段丘（人工改変地）	礫堆積物	黄色土	10,397	9,148	584	14.9	8.4	1.68	1.93
58	08-115 ①	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	22,975	15,971	655	16.0	7.3	1.43	1.66
	08-115 ②	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	23,057	21,396	666	24.5	7.1	1.46	1.81
59	09-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	灰色台地土	3,590	3,119	615	19.3	8.3	1.57	1.88
60	09-104	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	8,422	7,482	613	25.1	7.4	1.46	1.83
61	09-105	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,110	4,725	384	34.6	8.4	1.35	1.82
62	09-108	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	4,197	3,879	422	29.7	7.8	1.37	1.78
63	09-109	旧河道	礫砂堆積物	灰色低地土	17,999	9,313	635	28.4	7.9	1.07	1.37
64	09-116	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	20,766	18,181	531	14.0	8.8	1.85	2.11
65	09-118	天井川自然堤防	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	5,194	5,119	477	20.4	7.5	1.76	2.12
66	09-120	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	14,163	7,304	613	13.1	8.5	1.25	1.41
67	09-122 ①	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	9,441	6,687	581	14.3	8.6	1.61	1.84
	09-122 ②	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	6,582	5,598	381	13.9	8.7	1.82	2.07
68	09-125	三角州低地砂礫台地	泥礫堆積物	灰色低地土	15,517	14,222	766	15.5	5.0	1.70	1.96
69	09-127	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,666	8,396	529	16.4	8.5	1.32	1.53
70	09-128	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,052	502	26.0	8.2	1.47	1.85
71	09-129	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	6,426	6,287	626	18.4	7.7	1.70	2.01
72	09-131	谷底平野氾濫原	泥砂礫堆積物	灰色低地土	5,117	4,915	550	23.2	8.4	1.51	1.87
73	09-133	自然堤防	泥砂礫堆積物	灰色低地土	24,899	10,834	554	16.3	8.5	1.28	1.49
74	09-134	砂礫台地（人工改変地）	礫がち堆積物	灰色台地土	1,590	1,574	657	26.7	7.3	1.50	1.90
75	09-137	谷底平野氾濫原	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	10,464	10,239	496	19.6	9.1	1.72	2.06
76	09-140	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	10,866	3,602	334	17.8	8.6	1.15	1.35
77	09-142	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	19,241	4,201	574	22.6	7.7	0.88	1.08
78	09-143	沿岸砂丘	礫砂泥堆積物	灰色低地土	28,894	18,938	581	11.8	8.7	1.66	1.86
79	09-145	三角州性低地	泥砂堆積物	灰色低地土	10,361	6,575	596	34.5	7.9	0.93	1.25
80	09-146	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	12,023	9,145	549	17.6	8.7	1.39	1.63
81	09-148	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,241	7,038	595	24.8	8.4	1.25	1.56
82	09-150	沿岸低地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	7,353	5,740	675	37.9	7.0	1.12	1.55
83	09-152	砂礫台地	低位礫堆積物	灰色台地土	8,432	6,698	649	25.8	7.2	1.34	1.68
84	09-153	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	41,808	19,132	558	12.4	8.4	1.57	1.77
85	09-154	扇状地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	57,388	6,282	608	10.5	7.8	1.18	1.31
86	09-156	低地（人工改変地）	砂礫がち堆積物	造成土	57,351	16,552	617	9.9	8.1	1.32	1.45
87	09-157	沿岸砂州	礫砂堆積物	灰色低地土	31,534	18,824	519	10.8	8.8	1.49	1.65
88	09-158	砂礫台地	礫堆積物	灰色台地土	5,305	4,481	538	23.3	8.6	1.53	1.89
89	09-159	砂礫台地	礫堆積物	グライ土	4,835	4,812	156	20.7	7.1	1.77	2.14
90	09-160	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,558	649	24.7	7.2	1.72	2.14
91	10-101	山麓傾斜面	花崗岩堆積物	残積性未熟土	1,677	1,093	607	16.6	7.7	1.54	1.80
92	10-102 ①	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	20,297	12,236	605	16.3	8.3	1.38	1.61
	10-102 ②	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	26,418	12,055	638	15.7	7.5	1.32	1.53
93	10-103	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	9,524	5,326	584	11.5	8.3	1.55	1.73
94	10-104	三角州性低地	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	19,157	13,095	534	16.6	8.7	1.52	1.77
95	10-105	丘陵地（人工改変地）	花崗岩安山岩堆積物	陸成未熟土	8,806	6,573	585	14.2	8.5	1.51	1.72
96	10-106	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	31,976	14,431	572	12.5	8.1	1.37	1.55
97	11-101	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	7,090	4,476	634	12.9	8.2	1.55	1.75
98	11-102	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	13,765	8,306	655	13.3	7.9	1.82	2.06
99	11-103	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	4,182	1,496	622	15.7	7.4	1.71	1.98
100	11-105	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,019	10,039	604	15.2	8.3	1.46	1.68
101	11-107 ①	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	12,229	8,639	946	17.1	5.0	1.47	1.73
	11-107 ②	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	2,512	1,124	771	8.1	7.5	1.68	1.82
102	11-108	三角州性低地臨海低地	粘土シルト堆積物	灰色低地土	15,411	5,823	593	10.9	8.3	1.47	1.63
103	11-110	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	6,465	5,884	562	15.2	8.4	1.65	1.90
104	11-111	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	13,366	6,301	535	12.7	8.7	1.41	1.59
105	11-112	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	8,165	6,744	580	18.0	8.7	1.40	1.65
106	11-113	三角州性低地（冠水）	礫砂泥堆積物	グライ土	5,238	2,939	674	38.8	7.0	0.75	1.04
107	11-114	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	15,490	11,631	616	16.6	7.2	1.59	1.86
108	11-115	三角州性低地（冠水地域）	花崗岩破砕堆積物	未熟土	60,638	44,728	714	9.1	6.5	1.63	1.78
109	12-101	砂礫台地谷底平野	砂泥礫堆積物	灰色低地土	2,955	1,535	225	14.8	8.3	1.49	1.71
110	12-102	丘陵（人工改変地）	砂岩シルト岩	褐色森林土	3,061	3,304	568	49.5	5.3	1.15	1.73
111	12-103 ①	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	5,710	2,240	606	13.3	7.9	1.35	1.53
	12-103 ②	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	23,971	14,153	591	17.9	7.9	1.34	1.58
112	12-104	丘陵地	砂岩シルト岩堆積物	褐色森林土	4,231	3,939	724	32.8	6.2	1.28	1.70
産総研	02-101 延長	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	7,235	6,880	635	22.6	7.9	1.58	1.93

添付資料⑥ H29Fy統計基本データ一覧表（1／2）

A 重袖メッキ管（74） 内訳： 木造（64）+鉄筋コンクリート（10）

グループ	No	サンプルNo.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	内厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	-mV	-mV	-mV	Ω・cm	Ω	Ω・cm	Ω・cm	mV	mV	%	-
WZ30	1	07-102	25	1983	34	3.33	2.09	1.24	480	460	490	8,333	10	12,211	9,282	666	925	24.7	7.9
	2	11-115	25	1982	35	3.42	2.68	0.74	400	390	440	32,667	8	60,638	44,728	714	887	9.1	6.5
	3	06-103	25	1981	36	4.07	3.30	0.77	540	515	555	3,500	57	36,885	11,538	409	733	12.4	9.0
	4	01-101	25	1980	37	3.28	1.42	1.86	579	562	590	3,767	3	2,582	2,565	610	815	37.6	7.0
	5	01-102	25	1980	37	3.28	1.46	1.82	595	540	597	5,667	85	6,262	6,194	693	884	22.8	6.8
	6	08-111	32	1980	37	3.64	2.80	0.84	530	500	545	18,333	7	23,406	19,923	632	852	11.5	7.3
	7	04-103	25	1979	38	3.21	2.25	0.96	670	665	670	5,617	26	7,236	6,616	613	902	24.1	8.4
	8	05-101	40	1979	38	3.22	2.11	1.11	475	400	550	6,133	3	14,021	5,992	623	881	25.6	7.9
	9	04-102	25	1978	39	3.45	2.19	1.26	600	580	650	9,800	10	3,024	1,787	599	865	24.0	8.0
	10	10-104	32	1978	39	3.63	3.14	0.49	520	435	520	32,733	20	19,157	13,095	534	839	16.6	8.7
WZ40	1	04-101	25	1977	40	3.34	2.14	1.20	1,280	1,270	1,280	3,333	82	2,716	1,877	557	870	26.0	8.8
	2	08-110	25	1977	40	3.30	1.93	1.37	420	360	440	18,333	20	16,037	13,219	694	900	14.2	7.0
	3	12-101	25	1977	40	3.24	2.21	1.03	515	480	515	17,333	12	2,955	1,535	225	506	14.8	8.3
	4	12-102	32	1977	40	3.59	1.70	1.89	580	530	600	2,067	2	3,061	3,304	568	668	49.5	5.3
	5	12-103	32	1977	40	3.41	1.34	2.07	470	435	470	5,167	5	14,840	8,197	599	856	15.6	7.9
	6	03-204	25	1976	41	3.33	0.47	2.86	470	460	475	7,667	20	13,038	11,468	686	901	25.1	7.2
	7	05-165	40	1976	41	3.76	2.25	1.51	495	450	510	4,000	70	3,879	3,108	629	837	38.9	7.1
	8	08-114	32	1976	41	3.51	2.66	0.85	560	500	570	13,167	9	10,397	9,148	584	873	14.9	8.4
	9	08-108	32	1975	42	3.78	3.39	0.39	560	540	560	15,733	30	62,882	42,625	760	909	23.1	6.1
	10	01-103	25	1973	44	3.46	2.59	0.87	407	350	407	57,667	79	73,903	34,668	698	867	14.9	6.4
	11	02-102	25	1973	44	3.55	3.14	0.41	550	540	550	11,300	35	16,398	11,039	642	899	9.4	7.9
	12	06-102	25	1973	44	3.20	2.22	0.98	400	340	400	13,167	25	6,313	5,733	685	823	25.0	5.9
	13	08-112	32	1973	44	3.70	1.34	2.36	445	430	480	5,467	3	16,129	11,398	605	888	17.6	8.3
	14	10-101	25	1973	44	3.58	0.00	3.58	440	415	450	945	23	1,677	1,093	607	850	16.6	7.7
	15	11-105	25	1973	44	3.31	1.99	1.32	280	260	330	18,167	34	14,019	10,039	604	884	15.2	8.3
	16	03-202	25	1972	45	3.21	1.25	1.96	395	390	450	24,667	19	18,387	7,730	419	742	15.5	9.0
	17	05-135	25	1972	45	3.48	2.00	1.48	540	465	540	13,000	80	13,138	9,917	603	874	37.8	8.1
	18	05-141	32	1972	45	3.32	1.83	1.49	610	580	610	11,333	10	5,770	5,689	644	849	92.8	7.0
	19	08-106	32	1972	45	3.82	0.00	3.82	610	590	630	1,417	10	1,834	1,833	582	834	36.8	7.8
	20	11-114	32	1972	45	3.26	1.94	1.32	512	512	662	12,333	2	15,490	11,631	616	834	16.6	7.2
	21	05-111	25	1971	46	3.37	0.00	3.37	500	400	500	2,800	2	2,442	1,845	530	755	44.6	7.4
	22	05-151	25	1971	46	3.34	2.16	1.18	320	260	320	14,667	18	12,227	7,447	675	850	72.2	6.5
	23	08-101	32	1971	46	3.38	2.41	0.97	495	460	500	3,730	5	6,389	5,563	763	840	21.4	4.9
	24	10-105	25	1971	46	3.34	2.21	1.13	465	465	495	16,833	14	8,806	6,573	585	878	14.2	8.5
	25	02-103	25	1970	47	3.95	2.56	1.39	660	660	670	6,743	14	7,980	7,520	649	908	31.7	7.9
	26	03-103	25	1970	47	3.42	0.00	3.42	460	455	475	51,000	31	23,416	12,356	624	949	9.3	9.0
	27	10-102	25	1970	47	3.47	2.80	0.67	430	430	445	15,667	25	23,358	12,146	622	878	16.0	7.9
	28	02-104	25	1969	48	3.92	3.01	0.91	530	515	530	16,900	48	24,219	5,972	570	850	23.6	8.3
	29	05-123	32	1969	48	3.41	0.40	3.01	365	190	390	6,000	8	6,694	2,204	686	864	57.1	6.6
	30	06-101	25	1969	48	3.14	1.35	1.79	290	260	350	43,000	166	46,558	35,039	722	869	12.7	6.1
	31	12-104	32	1969	48	3.34	1.78	1.56	480	440	480	2,200	8	4,231	3,939	724	877	32.8	6.2
	32	07-101	32	1969	48	4.01	1.22	2.79	400	370	450	9,333	24	22,139	12,963	611	876	17.9	8.0
	33	10-106	25	1968	49	3.38	2.04	1.34	550	430	560	21,667	760	31,976	14,431	572	841	12.5	8.1
	34	11-107	25	1968	49	3.35	2.09	1.26	520	470	540	16,167	31	7,370	4,882	859	1,016	12.6	6.2
WZ50	1	05-102	25	1967	50	3.40	1.02	2.38	360	270	400	11,567	-	9,628	7,959	557	849	20.9	8.5
	2	05-124	25	1967	50	3.39	1.74	1.65	380	340	400	13,000	17	6,942	4,851	627	869	34.4	7.6
	3	05-133	32	1967	50	3.76	2.67	1.09	515	510	520	9,300	25	4,694	4,608	617	871	34.3	7.8
	4	05-152	25	1967	50	3.25	2.70	0.55	395	380	420	21,000	10	21,926	14,669	618	842	55.3	7.3
	5	05-121	25	1966	51	3.52	2.18	1.34	510	450	515	10,000	4	7,021	6,932	597	837	35.9	7.6
	6	05-161	32	1966	51	3.34	1.33	2.01	460	450	500	1,800	3	1,415	1,355	590	811	70.2	7.3
	7	08-109	32	1966	51	3.45	0.99	2.46	515	490	520	21,333	70	7,134	6,379	629	860	18.6	7.5
	8	02-101	25	1965	52	3.67	2.78	0.89	555	555	620	9,327	4	6,468	5,931	627	890	29.6	8.0
	9	08-102	40	1964	53	3.91	2.46	1.45	390	380	420	9,950	23	8,877	7,432	649	872	21.5	7.3
	10	05-131	40	1963	54	3.70	2.58	1.12	530	510	630	6,333	7	1,447	1,290	597	852	35.8	7.9
	11	05-166	25	1963	54	3.64	0.00	3.64	450	440	450	2,667	68	2,019	1,968	469	702	49.3	7.5
	12	11-113	25	1962	55	3.55	2.72	0.83	520	485	520	4,050	6	5,238	2,939	674	877	38.8	7.0
WZ60	1	05-103	25	1957	60	3.24	1.15	2.09	490	440	490	6,167	8	7,754	4,283	548	828	43.9	8.3
	2	08-104	25	1957	60	3.47	1.51	1.96	540	540	560	8,300	37	6,096	6,034	709	879	28.2	6.4
	3	08-105	32	1957	60	3.49	2.12	1.37	428	360	470	15,000	27	324,086	42,107	706	802	16.7	5.2
	4	05-125	25	1955	62	3.83	1.49	2.34	450	430	450	14,333	9	72,054	13,994	617	873	45.2	7.9
	5	08-107	32	1955	62	3.54	2.30	1.24	400	380	410	4,700	72	9,359	6,656	479	791	19.0	8.8
	6	05-104	25	1954	63	3.35	0.94	2.41	540	530	570	2,933	9	5,590	5,195	611	889	29.3	8.2
	7	08-115	32	1951	66	3.85	2.57	1.28	560	520	570	18,333	23	23,016	18,684	661	876	20.3	7.2
	8	05-112	40	1950	67	3.45	1.92	1.53	280	270	300	20,667	5	66,183	21,271	643	859	72.9	7.2
OZ30	1	03-101	25	1980	37	3.57	1.69	1.88	430	370	440	25,167	6	38,876	27,613	608	854	38.3	7.7
	2	07-103	40	1978	39	3.64	0.00	3.64	560	540	600	23,667	28	6,190	2,619	530	793	13.5	8.0
	3	11-108	80	1978	39	4.53	3.08	1.45	310	310	430	34,667	100	15,411	5,823	593	875	10.9	8.3
OZ40	1	03-104	40	1977	40	3.61	1.98	1.63	430	365	445	54,000	18	12,406	8,783	690	903	17.0	7.2
	2	10-103	32	1976	41	3.63	1.98	1.65	445	420	490	6,667	12	9,524	5,326	584	868	11.5	8.3
	3	08-113	50	1972	45	3.68	1.79	1.89	520	520	580	6,300	11	7,485	7,349	586	857	18.9	8.1
	4	08-103	50	1968	49	4.04	0.86	3.18	295	255	300	14,333	17	10,459	8,237	612	896	17.2	8.3
OZ50	1	05-162	32	1965	52	3.54	1.75	1.79	310	310	420	6,533	4	10,258	5,194	586	854	49.2	8.1
OZ60	1	05-163	32	1956	61	3.64	2.34	1.30	420	420	460	23,000	2	57,928	25,726	679	894	94.3	7.2
OZ70	1	05-122	40	1941	76	4.22	1.57	2.65	360	325	450	12,333	2	6,676	5,066	620	840	59.4	7.3

添付資料⑥ H29Fy統計基本データ一覧表(2／2)

B. アスファルトジュート巻き管(38) 内訳: 木造(26) ＋鉄筋コンクリート(12)

グループ	No	サンプル No.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	肉厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	-mV	-mV	-mV	Ω･cm	Ω	Ω･cm	Ω･cm	mV	mV	%	–
WA40	1	09-105	25	1974	43	3.22	1.34	1.88	545	530	560	3,367	–	5,110	4,725	384	674	34.6	8.4
	2	09-159	32	1970	47	3.51	2.05	1.46	1,060	900	1,060	7,133	2	4,835	4,812	156	367	20.7	7.1
WA50	1	09-108	25	1966	51	3.22	2.63	0.59	604	526	604	4,567	7	4,197	3,879	422	675	29.7	7.8
	2	09-157	32	1966	51	3.52	1.57	1.95	380	380	520	37,000	–	31,534	18,824	519	832	10.8	8.8
	3	09-104	25	1965	52	3.73	2.81	0.92	640	540	594	4,267	1	8,422	7,482	613	842	25.1	7.4
	4	09-133	32	1964	53	3.55	2.81	0.74	510	504	510	18,333	15	24,899	10,834	554	850	16.3	8.5
	5	09-145	25	1964	53	3.58	1.14	2.44	565	550	580	5,667	–	10,361	6,575	596	852	34.5	7.9
	6	09-154	25	1964	53	3.28	2.92	0.36	590	580	595	18,333	69	57,388	6,282	608	859	10.5	7.8
	7	09-109	25	1963	54	3.42	2.19	1.23	562	556	580	35,000	1	17,999	9,313	635	893	28.4	7.9
	8	09-125	40	1963	54	3.57	1.97	1.60	375	350	375	14,667	35	15,517	14,222	766	851	15.5	5.0
	9	09-143	25	1963	54	3.28	2.58	0.70	600	480	615	17,667	8	28,894	18,938	581	884	11.8	8.7
	10	09-101	25	1962	55	3.24	2.74	0.50	656	656	662	32,333	1	3,590	3,119	615	895	19.3	8.3
	11	09-129	25	1962	55	3.51	1.53	1.98	756	738	796	9,400	–	6,426	6,287	626	871	18.4	7.7
	12	09-148	25	1962	55	3.28	1.56	1.72	545	515	560	29,000	510	14,241	7,038	595	882	24.8	8.4
	13	09-152	25	1962	55	3.43	3.13	0.30	1,120	1,010	1,120	9,400	–	8,432	6,698	649	864	25.8	7.2
	14	09-131	32	1961	56	3.63	2.21	1.42	628	522	628	7,883	9	5,117	4,915	550	839	23.2	8.4
	15	09-142	25	1961	56	4.08	2.55	1.53	530	520	540	17,000	250	19,241	4,201	574	822	22.6	7.7
	16	09-137	25	1960	57	3.30	1.41	1.89	675	625	800	12,667	3	10,464	10,239	496	826	19.6	9.1
	17	09-160	32	1960	57	3.57	1.30	2.27	670	640	670	7,367	67	5,583	5,558	649	867	24.7	7.2
	18	09-116	25	1959	58	3.08	0.80	2.28	598	540	598	28,667	–	20,766	18,181	531	841	14.0	8.8
	19	09-127	40	1959	58	4.10	0.94	3.16	642	604	698	21,000	1	9,666	8,396	529	825	16.4	8.5
WA60	1	09-158	32	1957	60	3.53	2.00	1.53	440	360	460	4,967	38	5,305	4,481	538	835	23.3	8.6
	2	09-150	25	1953	64	3.40	1.44	1.96	585	575	595	8,333	–	7,353	5,740	675	878	37.9	7.0
	3	09-153	25	1952	65	3.40	2.03	1.37	540	400	540	15,667	8	41,808	19,132	558	847	12.4	8.4
	4	09-128	25	1950	67	3.38	0.00	3.38	486	486	514	4,467	–	5,583	5,052	502	779	26.0	8.2
	5	09-134	32	1950	67	3.57	0.00	3.57	552	536	562	2,867	1	1,590	1,574	657	881	26.7	7.3
OA40	1	11-110	50	1976	41	3.85	1.60	2.25	310	260	370	10,833	1	6,465	5,884	562	852	15.2	8.4
	2	11-111	40	1976	41	3.60	2.10	1.50	300	240	330	24,167	1	13,366	6,301	535	838	12.7	8.7
	3	11-112	40	1976	41	3.87	1.64	2.23	290	160	340	15,167	1	8,165	6,744	580	884	18.0	8.7
	4	11-101	80	1976	41	4.07	3.33	0.74	250	170	430	11,667	1	7,090	4,476	634	909	12.9	8.2
	5	11-102	80	1976	41	4.01	1.68	2.33	280	140	380	6,133	6	13,765	8,306	655	914	13.3	7.9
	6	11-103	80	1976	41	4.08	3.38	0.70	440	300	530	7,267	0	4,182	1,496	622	848	15.7	7.4
	7	09-122	80	1973	44	4.31	1.45	2.86	226	218	350	5,800	0	8,012	6,143	481	782	14.1	8.6
OA50	1	09-146	40	1966	51	3.71	2.17	1.54	345	345	615	5,133	–	12,023	9,145	549	856	17.6	8.7
	2	09-140	50	1964	53	3.53	2.02	1.51	335	335	390	6,167	–	10,866	3,602	334	634	17.8	8.6
	3	09-120	50	1962	55	4.06	2.48	1.58	480	446	480	3,433	3	14,163	7,304	613	907	13.1	8.5
	4	09-118	50	1959	58	4.16	0.56	3.60	486	380	582	6,867	1	5,194	5,119	477	712	20.4	7.5
OA60	1	09-156	50	1956	61	3.86	3.15	0.71	390	320	500	31,000	3	57,351	16,552	617	884	9.9	8.1

(グループ記号)

W:木造(建物)

O:鉄筋コンクリート造／鉄骨造(建物)

Z:亜鉛メッキ管

A:アスファルトジュート巻き管

数字(30～70):埋設経過年10年区分

(着色データ)

0.00	(肉厚測定値Min)	: 貫通管(本資料では貫通補正未実施)
1,280他	(P/S測定値)	: 電気防食有(腐食統計より除外)
324,086	(土壌抵抗率異常値)	: 土壌抵抗率に関する統計から除外

添付資料⑦　前回調査（昭和 60 年度）データ集（１／２）

A. 亜鉛メッキ管 ［前回（S60Fy）調査　木造（32）＋鉄筋コンクリート（34）］

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度（昭和）	埋設経過年 Y	最大腐食深さ Hmax (mm)	管対地電位 P/Snob (-mV)	土壌抵抗率 ρmin (Ω･cm)	土壌抵抗率 ρBOX (Ω･cm)	酸化還元電位 ORP (mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位 RED (mV)
WZ１０	1	東部	25	49	10	0.59	612	3,800	3,750	60	258
	2	東部	25	45	14	0.83	724	6,410	4,480	165	399
	3	東京	25	45	14	1.63	476	5,610	4,390	190	436
	4	東京	25	45	14	1.48	471	5,750	*4,350*	270	468
	5	東京	25	45	14	1.41	440	3,360	4,360	200	422
	6	東京	25	45	14	1.86	556	3,540	4,080	190	424
	7	東京	25	45	14	2.43	508	1,550	2,900	280	486
	8	東京	25	44	15	0.88	661	2,010	2,660	*230*	398
	9	北海道	25	43	16	0.59	686	9,690	4,480	240	490
	10	北海道	25/32	41	18	1.84	609	1,690	3,750	300	498
WZ２０	1	東京	25	39	20	0.96	565	5,730	4,180	220	*424*
	2	東京	25	36	23	1.08	559	4,070	4,870	180	444
	3	仙台	25	36	23	2.13	561	1,700	3,450	100	316
	4	仙台	25	36	23	1.34	643	2,040	3,130	220	350
	5	東京	25	36	23	1.71	557	3,250	*3,950*	*180*	438
	6	東京	25	35	24	2.01	418	2,510	1,360	150	382
	7	東邦	25	35	24	1.55	412	7,060	*3,350*	220	466
	8	東京	25	35	24	1.83	527	2,850	1,970	140	348
	9	東京	25	34	25	1.48	461	3,420	1,350	280	426
	10	東邦	25	33	26	0.28	446	4,390	1,530	270	552
	11	東京	25	33	26	1.67	577	2,670	2,100	290	488
	12	東京	25	31	28	1.03	473	2,100	4,000	190	402
	13	東京	25	30	29	3.04	450	2,360	4,020	280	448
WZ３０	1	東京	25	29	30	2.73	415	4,140	4,230	220	381
	2	東京	25	29	30	2.17	477	3,110	3,780	260	464
	3	東京	20	29	30	2.32	526	2,870	4,410	180	378
	4	西部	25	28	31	0.93	488	9,660	5,200	210	438
	5	西部	25	28	31	0.99	602	13,100	4,000	240	404
	6	西部	25	28	31	0.23	635	2,570	3,000	400	634
	7	西部	25	28	31	2.54	636	2,430	2,600	210	432
	8	西部	25	28	31	3.41	555	1,280	1,500	200	410
	9	東京	25	26	33	2.23	434	5,100	2,230	220	416
CZ００	1	北陸	40	56	3	0.33	413	2,300	2,000	80	200
	2	東部	50	55	4	0.46	506	6,950	4,090	120	378
	3	京葉	40	55	4	0.97	569	3,200	2,370	110	396
	4	北陸	40	54	5	0.48	391	42,500	9,400	160	334
	5	北陸	40	54	5	0.11	424	13,000	20,000	120	350
	6	仙台	50/40	53	6	1.02	478	4,100	5,080	140	390
	7	京葉	50	53	6	1.37	551	2,490	1,340	190	464
	8	京葉	50	52	7	0.82	676	3,500	1,340	120	402
	9	京葉	40	52	7	1.65	512	2,850	1,430	100	378
	10	京葉	50	51	8	2.83	460	2,120	1,410	50	284
	11	仙台	50/40	51	8	2.45	431	3,570	4,110	140	452
	12	京葉	40	51	8	1.36	597	3,470	1,290	100	364
	13	東部	50	51	8	1.07	599	2,480	3,070	60	250
CZ１０	1	東京	40	49	10	1.81	212	6,020	3,550	200	470
	2	東京	50	47	12	0.83	569	6,440	4,000	190	484
	3	東京	40	47	12	1.70	337	2,230	3,400	140	350
	4	東京	40	46	13	1.88	297	3,490	2,490	260	462
	5	東京	40	46	13	2.84	450	4,180	3,190	210	462
	6	東京	40	43	16	2.22	351	7,310	3,000	220	468
	7	西部	50	43	16	3.80	451	1,400	1,400	180	480
	8	西部	50	42	17	1.45	418	15,600	3,400	180	486
	9	西部	50	41	18	1.56	464	44,000	12,000	210	478
	10	東京	50	40	19	1.26	452	4,790	2,770	170	374
CZ２０	1	東京	40	39	20	1.38	547	3,450	2,600	180	462
	2	西部	50	39	20	1.61	380	12,100	2,400	140	494
	3	北陸	50	39	20	0.56	470	5,560	4,600	180	432
	4	西部	50	39	20	3.83	344	2,620	2,200	190	496
	5	東京	40	36	23	2.09	360	2,160	3,770	210	444
	6	東京	40	36	23	3.26	376	4,380	3,790	220	472
	7	東京	40	36	23	1.84	251	4,620	5,200	180	420
	8	東京	40	35	24	1.90	380	4,330	3,730	230	398
	9	北陸	50	34	25	0.02	625	8,580	5,400	80	362
	10	東京	50	33	26	1.93	363	4,990	4,200	140	368
	11	東京	50	33	26	1.41	423	3,550	2,600	180	402

添付資料⑦　前回調査（昭和 60 年度）データ集（２／２）

B. アスファルトジュート管　[前回(S60Fy)調査　木造(33)+鉄筋コンクリート(22)]

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度（昭和）	埋設経過年 Y	最大腐食深さ Hmax (mm)	管対地電位 P/Snob (-mV)	土壌抵抗率 ρmin (Ω･cm)	土壌抵抗率 ρBOX (Ω･cm)	酸化還元電位 ORP (mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位 RED (mV)
WA１０	1	大阪	32	45	14	0.93	500	1,430	1,800	120	390
	2	大阪	32	42	17	0.70	651	4,720	1,410	-110	124
	3	大阪	25	42	17	1.19	514	7,270	*6,000*	220	424
	4	大阪	25	42	17	0.67	786	10,600	8,800	230	446
	5	大阪	40	42	17	1.16	579	3,450	3,600	260	538
	6	大阪	25	42	17	0.40	633	5,840	2,590	230	472
	7	大阪	25	42	17	1.20	567	2,160	1,430	-60	216
	8	大阪	25	41	18	0.37	618	2,970	8,000	140	446
	9	大阪	25	41	18	0.82	657	1,730	1,840	*-10*	224
	10	大阪	25	41	18	0.31	641	5,160	2,000	*3*	117
	11	大阪	25	41	18	0.50	650	5,870	4,200	260	386
	12	大阪	25	40	19	0.63	625	4,030	*2,920*	*210*	372
WA２０	1	大阪	25	38	21	2.24	620	3,550	1,470	100	238
	2	大阪	25	38	21	0.64	621	8,310	7,200	190	350
	3	大阪	40	38	21	0.16	661	4,430	2,860	120	348
	4	大阪	25	38	21	1.85	530	3,060	3,800	30	162
	5	大阪	25	37	22	0.84	551	4,460	2,800	150	*450*
	6	大阪	32	37	22	1.12	576	1,170	1,800	220	382
	7	東邦	25	35	24	3.20	404	2,570	2,530	220	436
	8	東邦	25	35	24	0.85	408	4,390	1,740	140	212
	9	東邦	25	32	27	1.28	667	981	1,560	200	398
	10	大阪	25	31	28	1.27	460	4,280	*2,000*	190	478
	11	大阪	25	30	29	0.44	540	5,100	6,600	220	520
	12	大阪	25	30	29	1.60	580	2,250	2,370	10	166
	13	大阪	25	30	29	0.79	530	2,560	1,330	190	364
WA３０	1	大阪	25	29	30	0.70	457	62,300	11,200	330	552
	2	大阪	25/32	29	30	1.62	644	1,290	1,440	180	342
	3	大阪	25	29	30	1.49	584	925	1,440	-100	128
	4	大阪	32	29	30	1.13	584	968	2,370	140	308
	5	大阪	25	29	30	3.21	583	1,390	1,390	100	376
	6	大阪	25	28	31	0.46	589	4,970	3,000	220	474
	7	大阪	25	27	32	0.62	611	2,610	4,000	250	400
	8	大阪	25	25	34	1.30	480	2,900	4,200	170	356
CA１０	1	大阪	50	49	10	1.01	523	5,870	4,400	190	520
	2	大阪	40	47	12	1.23	400	16,200	1,610	290	594
	3	大阪	50	46	13	0.91	437	4,620	2,600	110	374
	4	大阪	40	45	14	1.99	354	2,680	1,710	210	510
	5	大阪	40	45	14	1.03	429	10,300	5,600	170	476
	6	大阪	40	45	14	1.76	310	4,000	1,900	210	474
	7	大阪	40	45	14	1.21	438	5,060	1,580	70	346
	8	大阪	40	44	15	2.12	479	2,270	3,600	170	470
	9	大阪	40	44	15	1.88	434	3,080	3,400	180	486
	10	大阪	40	44	15	0.54	598	2,740	2,000	-100	162
	11	大阪	40	42	17	1.05	520	2,340	1,410	180	414
	12	大阪	40	42	17	1.91	524	1,030	1,330	170	452
CA２０	1	大阪	50	37	22	0.65	583	18,700	4,800	90	354
	2	大阪	50	37	22	0.62	564	2,970	2,200	160	364
	3	大阪	40	36	23	1.00	383	32,300	5,600	210	474
	4	大阪	50	35	24	3.52	406	3,570	1,420	120	414
	5	大阪	50	35	24	2.55	552	5,660	2,270	180	462
	6	東邦	50	34	25	0.80	400	4,250	2,280	-20	154
	7	東邦	50	33	26	1.40	552	1,010	1,800	100	370
	8	東邦	50	33	26	1.03	432	2,870	2,600	-80	208
	9	大阪	50	33	26	2.91	578	2,520	2,600	230	506
	10	大阪	50	32	27	3.50	390	3,890	3,200	260	512

（グループ記号）

W:木造（建物）

C:鉄筋コンクリート造／鉄骨造（建物）

Z:亜鉛メッキ管

A:アスファルトジュート巻き管

数字（00～30）:埋設経過年10年区分

添付資料⑧　現地測定及びﾗﾎﾞ測定の土壌抵抗率の比較

土壌抵抗率の測定値（Ω・cm）　1/2

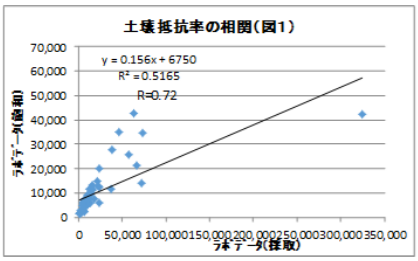
ｻﾝﾌﾟﾙNo	ﾗﾎﾞ（採取）	ﾗﾎﾞ（飽和）	現地（土壌杖）
01-101	2,582	2,565	3,767
01-102	6,262	6,194	5,667
01-103	73,903	34,668	57,667
02-101	6,468	5,931	9,327
02-102	16,398	11,039	11,300
02-103	7,980	7,520	6,743
02-104	24,219	5,972	16,900
03-101	38,876	27,613	25,167
03-103	23,416	12,356	51,000
03-104	12,406	8,783	54,000
03-202	18,387	7,730	24,667
03-204	13,038	11,468	7,667
04-101	2,716	1,877	3,333
04-102	3,024	1,787	9,800
04-103	7,236	6,616	5,617
05-101	14,021	5,992	6,133
05-102	9,628	7,959	11,567
05-103	7,754	4,283	6,167
05-104	5,590	5,195	2,933
05-111	2,442	1,845	2,800
05-112	66,183	21,271	20,667
05-121	7,021	6,932	10,000
05-122	6,676	5,066	12,333
05-123	6,694	2,204	6,000
05-124	6,942	4,851	13,000
05-125	72,054	13,994	14,333
05-131	1,447	1,290	6,333
05-133	4,694	4,608	9,300
05-135	13,138	9,917	13,000
05-141	5,770	5,689	11,333
05-151	12,227	7,447	14,667
05-152	21,926	14,669	21,000
05-161	1,415	1,355	1,800
05-162	10,258	5,194	6,533
05-163	57,928	25,726	23,000
05-165	3,879	3,108	4,000
05-166	2,019	1,968	2,667
06-101	46,558	35,039	43,000
06-102	6,313	5,733	13,167
06-103	36,885	11,538	3,500
07-101	22,139	12,963	9,333
07-102	12,211	9,282	8,333
07-103	6,190	2,619	23,667
08-101	6,389	5,563	3,730
08-102	8,877	7,432	9,950
08-103	10,459	8,237	14,333
08-104	6,096	6,034	8,300
08-105	324,086	42,107	15,000
08-106	1,834	1,833	1,417
08-107	9,359	6,656	4,700
08-108	62,882	42,625	15,733
08-109	7,134	6,379	21,333
08-110	16,037	13,219	18,333
08-111	23,406	19,923	18,333
08-112	16,129	11,398	5,467
08-113	7,485	7,349	6,300
08-114	10,397	9,148	13,167

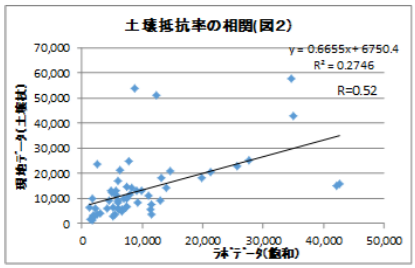
土壌抵抗率の測定値（Ω・cm）　2/2

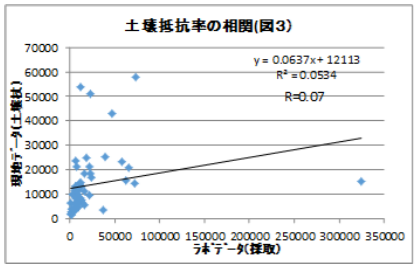
ｻﾝﾌﾟﾙNo	ﾗﾎﾞ（採取）	ﾗﾎﾞ（飽和）	現地（土壌杖）
08-115	23,016	18,684	18,333
09-101	3,590	3,119	32,333
09-104	8,422	7,482	4,267
09-105	5,110	4,725	3,367
09-108	4,197	3,879	4,567
09-109	17,999	9,313	35,000
09-116	20,766	18,181	28,667
09-118	5,194	5,119	6,867
09-120	14,163	7,304	3,433
09-122	8,012	6,143	5,800
09-125	15,517	14,222	14,667
09-127	9,666	8,396	21,000
09-128	5,583	5,052	4,467
09-129	6,426	6,287	9,400
09-131	5,117	4,915	7,883
09-133	24,899	10,834	18,333
09-134	1,590	1,574	2,867
09-137	10,464	10,239	12,667
09-140	10,866	3,602	6,167
09-142	19,241	4,201	17,000
09-143	28,894	18,938	17,667
09-145	10,361	6,575	5,667
09-146	12,023	9,145	5,133
09-148	14,241	7,038	29,000
09-150	7,353	5,740	8,333
09-152	8,432	6,698	9,400
09-153	41,808	19,132	15,667
09-154	57,388	6,282	18,333
09-156	57,351	16,552	31,000
09-157	31,534	18,824	37,000
09-158	5,305	4,481	4,967
09-159	4,835	4,812	7,133
09-160	5,583	5,558	7,367
10-101	1,677	1,093	945
10-102	23,358	12,146	15,667
10-103	9,524	5,326	6,667
10-104	19,157	13,095	32,733
10-105	8,806	6,573	16,833
10-106	31,976	14,431	21,667
11-101	7,090	4,476	11,667
11-102	13,765	8,306	6,133
11-103	4,182	1,496	7,267
11-105	14,019	10,039	18,167
11-107	7,370	4,882	16,167
11-108	15,411	5,823	34,667
11-110	6,465	5,884	10,833
11-111	13,366	6,301	24,167
11-112	8,165	6,744	15,167
11-113	5,238	2,939	4,050
11-114	15,490	11,631	12,333
11-115	60,638	44,728	32,667
12-101	2,955	1,535	17,333
12-102	3,061	3,304	2,067
12-103	14,840	8,197	5,167
12-104	4,231	3,939	2,200
平均値	18,154	9,319	13,729
平均値（除＊）	15,398	9,023	13,717

＊

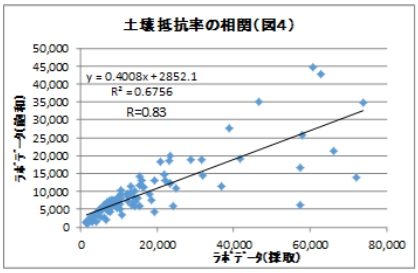
＜全サンプルでの相関（ﾃﾞｰﾀ数：112）＞

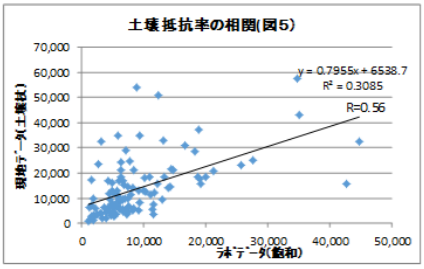


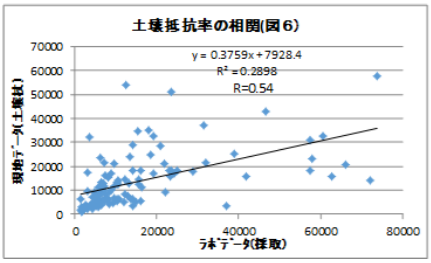




＜特異値08－105を除外した相関（ﾃﾞｰﾀ数：111）＞







＜考察＞

① 08-105のﾗﾎﾞ値（採取）は、他と比較して非常に大きく（図1，図3）、現地測定値との相関にも大きな悪影響を与えている（図3）。
　他のデータにおける採取ー飽和の関係とも明らかに違いが見られる。
　よってこの08-105のﾗﾎﾞ値（採取）は、特異値として除外すべきであると考えられる。
（以降08-105を除外した119データを対象）

② ﾗﾎﾞ採取と飽和の値には、大変高い相関が見られる。（相関係数：0.83）
　平均値は、採取と飽和で、それぞれ「15,398Ω・cm」、「9,023Ω・cm」となり、飽和時は採取時の約60%の値を示している（過去の測定結果より妥当な比率だと思われる）

③ 現地測定値とﾗﾎﾞ計測値（採取、飽和とも）には、かなり高い相関が見られる。
　（相関係数：0.54,0.56）
　現地測定の平均値は、「13,717Ω・cm」となり、ﾗﾎﾞ採取と飽和の中間の値を示している。

以上

第 4 回委員会資料

（資料No.3 今年度得られたデータの相関分析等報告その２）

＜TITLE＞	＜PAGE＞
１．1/ρを説明変数に加えた腐食評価量の単相関分析	375～380
１．１　H29Fy データの単相関分析	
１．２　S60Fy データの単相関分析	
１．３　H29Fy＋S60Fy データの単相関分析	
２．重回帰分析による最大腐食深さの回帰式	381~389
２．１　解析のケース分類	
２．２　土壌抵抗率による回帰式	
２．３　土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式	
２．４　回帰式の計算結果の比較・検証	
３．最大腐食深さの極値統計による分析	390~391
４.今年度事業の成果	392～394
５．H30 年度検討課題	394～397

［添付資料］
① H29Fy データ単相関分析結果（1/3～3/3）
② S60Fy データ単相関分析結果（1/3～3/3）
③ H29Fy＋S60Fy データ単相関分析結果（1/3～3/3）
④ 長尺管最大腐食深さの極値分布（1/4～4/4）

平成 30 年 2 月 26 日

１．1/ρを説明変数に加えた腐食評価量の単相関分析

「腐食評価量としては、埋設経過年とともに腐食速度が低減する物理的意味合いを持つ Hmax/√Y、土壌抵抗率としては、物理的にも意味があり、かつ正相関となる電気伝導度（κ=1/ρ）を用いる方が妥当である（第 3 回委員会)」ことから、新たに 1/ρを説明変数に加えた単相関分析を、H29Fy データ、S60Fy データ、及び H29Fy+S60Fy データについて実施した。

１．１　H29Fy データの単相関分析

添付資料①表 1.1～表 1.9 は、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管、及び全サンプル管（全データ、木造データ、鉄筋コンクリート造データ別）での、腐食評価量（Hmax、Hmax/Y、Hmax/√Y：計 3 種類）と土壌抵抗率（ρmin 現地、 ρLab 採取、1/ρLab 飽和及び各々の逆数、各々の平方根の逆数：計 9 種類）の単相関分析結果である。

表 1.1 は、それらの単相関結果から、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管及び全サンプル管の全データ（木造、鉄筋コンクリートを含む）での Hmax/√Y と 1/ρmin 現地、1/ρLab 採取、1/ρLab 飽和の単相関分析結果を抽出した。

表 1.1　Hmax/√Y と 1/ρmin 現地、1/ρLab 採取、1/ρLab 飽和の単相関分析結果

腐食評価量		Hmax/√Y		
データ数		n=73	n=36	n=109
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
1/ρmin現地	相関係数	0.441	0.302	0.403
	有意性	◎	△	◎
1/ρLab採取	相関係数	0.365	0.289	0.345
	有意性	◎	△	◎
1/ρLab飽和	相関係数	0.399	0.036	0.309
	有意性	◎	－	◎
◎:危険率　1%で有意		|r|≧0.300	|r|≧0.424	|r|≧0.248
○:危険率　5%で有意		|r|≧0.231	|r|≧0.329	|r|≧0.190
△:危険率10%で有意		|r|≧0.194	|r|≧0.279	|r|≧0.160

同表より、以下の知見が得られる。

① 亜鉛メッキ管、全サンプル管では、Hmax/√Y は、すべての土壌抵抗率と強い相関があり、特に 1/ρmin 現地との相関が強い。

② アスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρmin 現地、1/ρLab 採取と相関がある。（危険率 10%で有意）

これまでの報告書では、Hmax/√Y の回帰分析には 1/√ρ を採用していたので、今回新たに採用する 1/ρ との相関図、回帰式（相関係数）の差異を比較した。
図 1.1 及び図 1.2 は、それぞれ全サンプル管（109 全データ）における Hmax/√Y と 1/ρ min 現地、及び 1/√ρ min 現地の相関図、回帰式である。
H29Fy データでは、1/√ρ よりも、1/ρ を採用した方が、Hmax/√Y との相関係数が大きくなり、相関係数の面からも改善されていることがわかる。

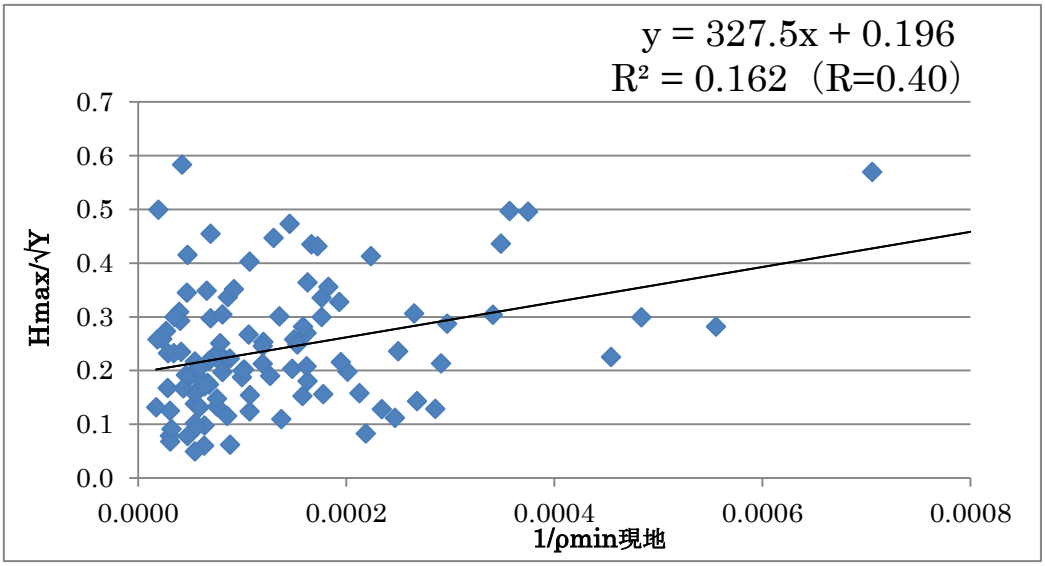


図 1.1　Hmax/√Y と 1/ρ min 現地の相関図、回帰式（H29Fy：全サンプル管）

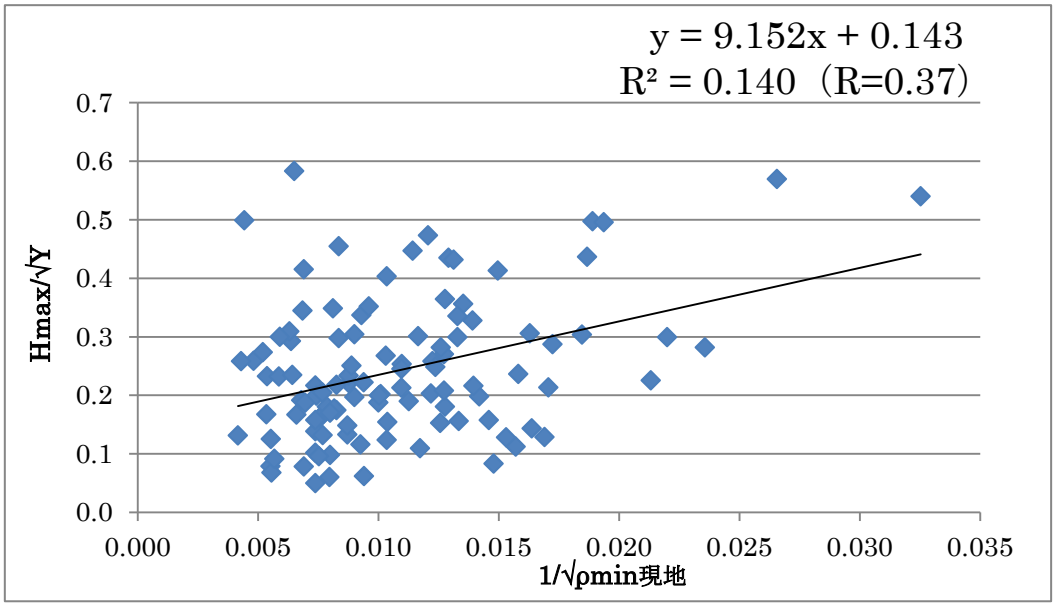


図 1.2　Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の相関図、回帰式（H29Fy）

１．２　S60Fy データの単相関分析

H29Fy データとの合算を目的として、S60Fy データについても、新たに 1/ρ を加えた単相関分析を実施した。

添付資料②表 2.1～表 2.9 は、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管、及び全サンプル管（全データ、木造データ、鉄筋コンクリート造データ別）での、腐食評価量（Hmax、Hmax/Y、Hmax/√Y：計 3 種類）と土壌抵抗率（ρ min 現地、ρ Lab 採取、及び各々の逆数、各々の平方根の逆数：計 6 種類）の単相関分析結果である。

表 1.2 は、それらの単相関結果から、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管及び全サンプル管の全データ（木造、鉄筋コンクリートを含む）での Hmax/√Y と 1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取の単相関分析結果を抽出した。

表 1.2　Hmax/√Y と 1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取の単相関分析結果（S60Fy）

腐食評価量		Hmax/√Y		
	データ数	n=66	n=55	n=121
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
1/ρ min現地	相関係数	0.434	0.160	0.211
	有意性	◎	－	○
1/ρ Lab採取	相関係数	0.343	0.288	0.240
	有意性	◎	○	◎
1/ρ Lab飽和	相関係数	－	－	－
	有意性	－	－	－
◎:危険率　1%で有意		|r| ≧0.316	|r| ≧0.345	|r| ≧0.237
○:危険率　5%で有意		|r| ≧0.243	|r| ≧0.266	|r| ≧0.181
△:危険率10%で有意		|r| ≧0.205	|r| ≧0.224	|r| ≧0.153

同表より、以下の知見が得られる。

① 亜鉛メッキ管、全サンプル管では、Hmax/√Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と強い相関或いは相関がある。

② アスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρ Lab 採取と相関がある。

S60Fy についても、H29Fy と同様に、Hmax/√Y の 1/ρ（新たな説明変数）と 1/√ρ（S60Fy で採用していたの説明変数）の相関図、回帰式（相関係数）の差異を比較した。
図 1.3 及び図 1.4 は、全サンプル管（121 全データ）における Hmax/√Y と 1/ρ min 現地及び 1/√ρ min 現地の相関図、回帰式である。
S60Fy データでは、1/√ρ min 現地の方が、1/ρ min 現地よりも Hmax/√Y との相関係数が若干大きくなる。その統計的な利点から 1/√ρ min 現地を採用していたと考えられる。

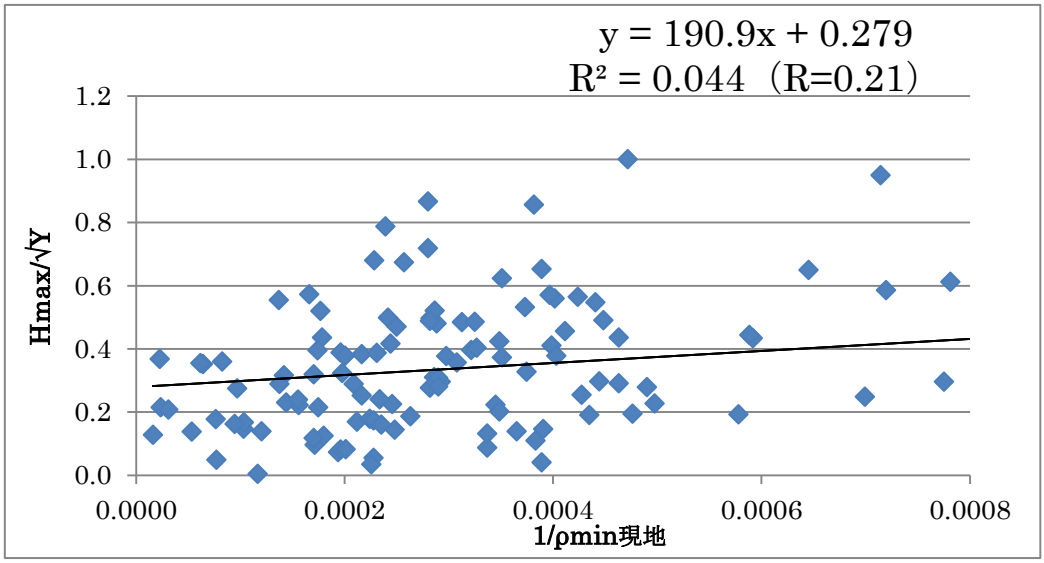


図 1.3　Hmax/√Y と 1/ρ min 現地の相関図、回帰式（S60Fy：全サンプル管）

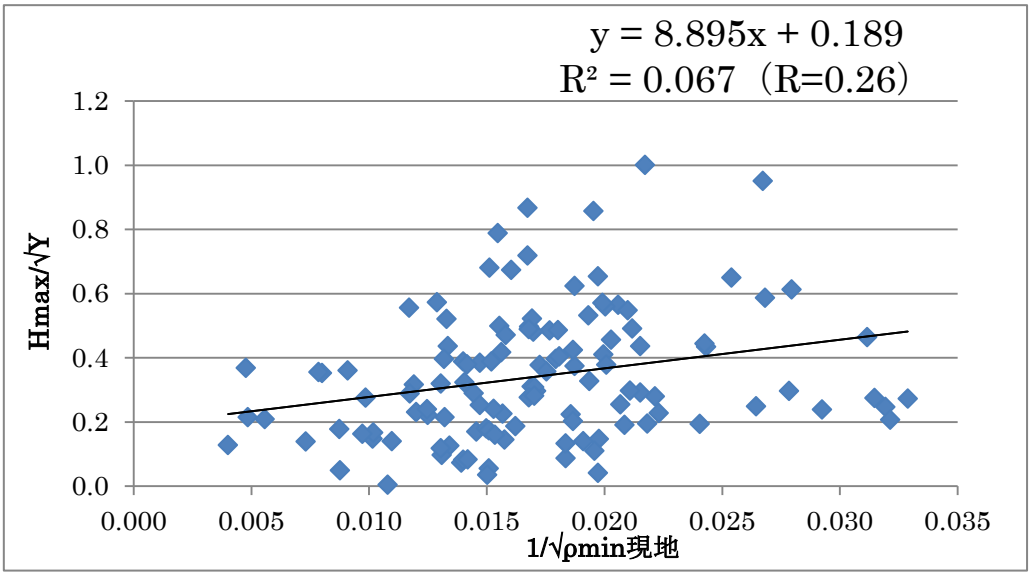


図 1.4　Hmax/√Y と 1/√ρ min 現地の相関図、回帰式（S60Fy：全サンプル管）

１．３　H29Fy データ＋S60Fy データの単相関分析

H29Fy データと S60Fy データを合算したデータについて、新たに 1/ρ と管対地電位（P/Smax）を加えた単相関分析を実施した。

添付資料③表 3.1～表 3.9 は、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管、及び全サンプル管（全データ、木造データ、鉄筋コンクリート造データ別）での、腐食評価量（Hmax、Hmax/Y、Hmax/√Y：計 3 種類）と土壌抵抗率（ρ min 現地、ρ Lab 採取、及び各々の逆数、各々の平方根の逆数：計 6 種類）の単相関分析結果である。

表 1.3 は、それらの単相関結果から、亜鉛メッキ管、アスファルトジュート巻き管、及び全サンプル管の全データ（木造、鉄筋コンクリートを含む）での Hmax/√Y と 1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取の単相関分析結果を抽出した。

表 1.3　Hmax/√Y と P/Smax、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取の単相関分析結果（H29Fy＋S60Fy）

腐食評価量		Hmax/√Y		
データ数		n=139	n=91	n=230
土壌抵抗率	管　種	亜鉛メッキ管	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管	全サンプル管
P/Smax	相関係数	−0.121	−0.237	−0.183
	有意性	ー	ー○	-◎
1/ρ min現地	相関係数	0.513	0.214	0.350
	有意性	◎	○	◎
1/ρ Lab採取	相関係数	0.478	0.302	0.375
	有意性	◎	◎	◎
◎:危険率　1%で有意		|r| ≧0.220	|r| ≧0.269	|r| ≧0.170
○:危険率　5%で有意		|r| ≧0.168	|r| ≧0.206	|r| ≧0.130
△:危険率10%で有意		|r| ≧0.142	|r| ≧0.174	|r| ≧0.109

同表より、以下の知見が得られる。

① 全サンプル管では、Hmax/√Y は、P/Smax と強い相関がある。（図 1.5）
アスファルトジュート巻き管も、Hmax/√Y は、P/Smax と相関がある。

② 全サンプル管、亜鉛メッキ管及びアスファルトジュート巻き管では、Hmax/√Y は、1/ρ min 現地、1/ρ Lab 採取と強い相関或いは相関がある。（図 1.6）

H29Fy＋S60Fy データでは、1/ρ min 現地と 1/ρ Lab 採取の相関係数の値に大きな差異は認められないが、今後の運用における現地測定の優位性を考慮し、1/ρ min 現地を用いて回帰分析を行う。

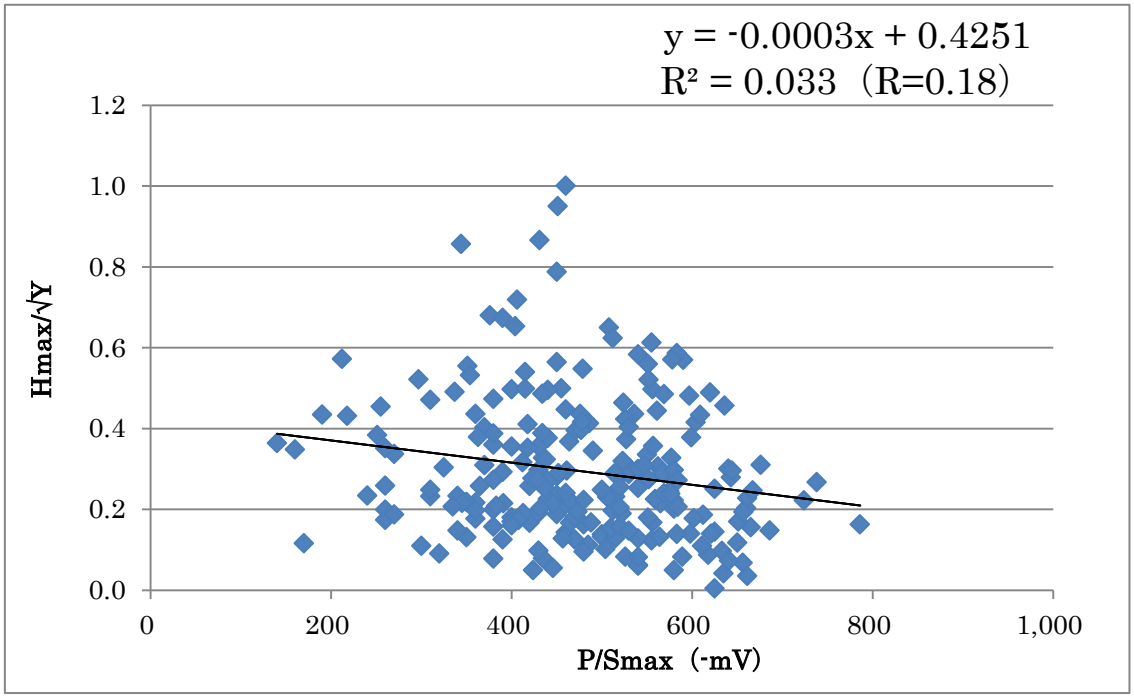


図 1.5　Hmax/√Y と P/Smax の相関図、回帰式
（H29Fy+S60Fy:全サンプル管）

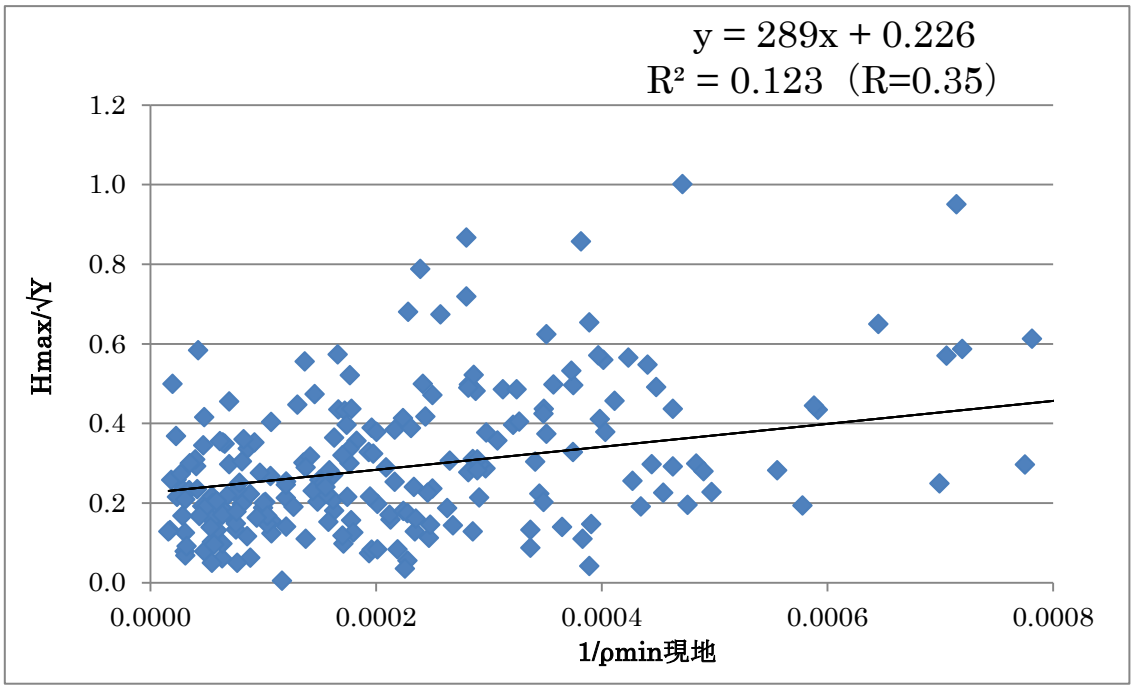


図 1.6　Hmax/√Y と 1/ρ min 現地の相関図、回帰式
（H29Fy+S60Fy:全サンプル管）

2　重回帰分析による最大腐食深さの回帰式（H29Fy＋S60Fy データ）

2．1　解析のケース分類

式番号		（式１）	（式２）
説明変数		1/ρ min 現地	1/ρ min 現地＋P/Smax
管種	全サンプル管	H_{ALL1}	H_{ALL2}
	亜鉛メッキ管	H_{KS1}	H_{KS2}
	ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	H_{AS1}	H_{AS2}

2．2　土壌抵抗率による回帰式

（１）　全サンプル管

（式１）　$H_{ALL1} = (0.226+289/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

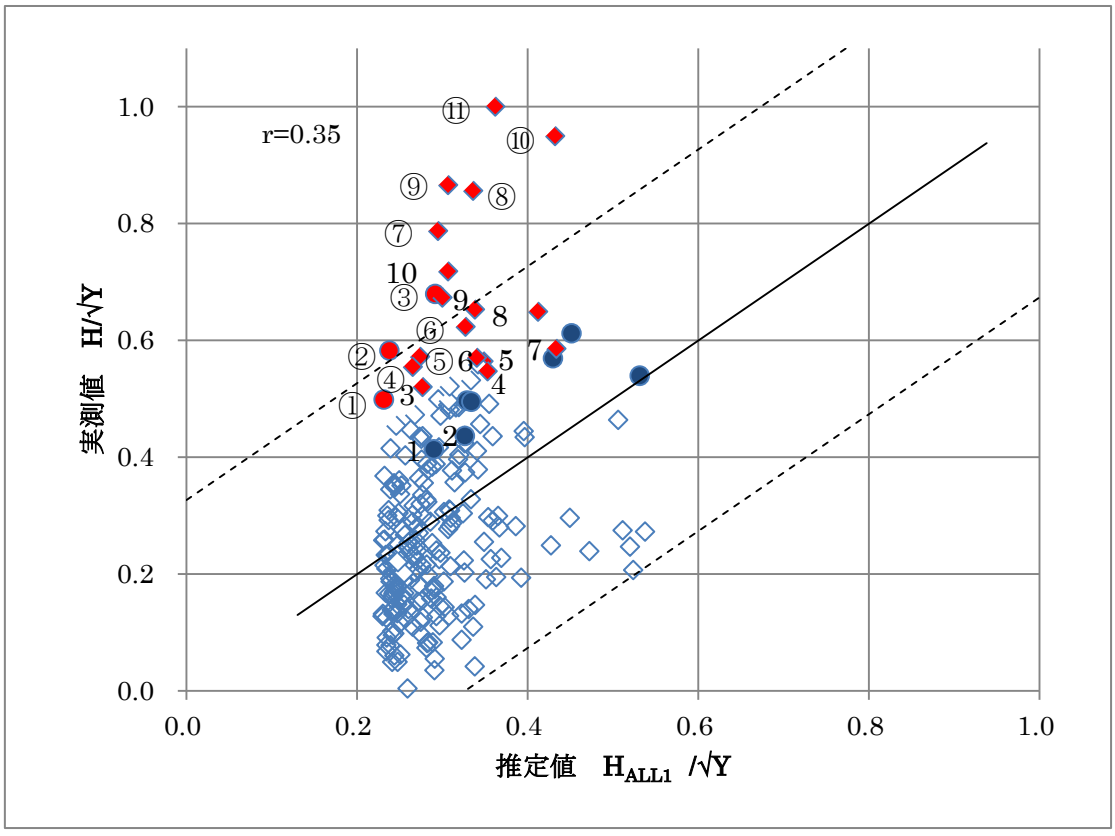


図 2.1　全サンプル管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点]

同図中の番号（①~⑪）は、図 2.2 亜鉛メッキ管のデータ番号を、また、番号（1~10）は同じく図 2.3 アスファルトジュート巻き管のデータ番号を示す。

（２）　亜鉛メッキ管

（式１）　$H_{KS1} = (0.200+524/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

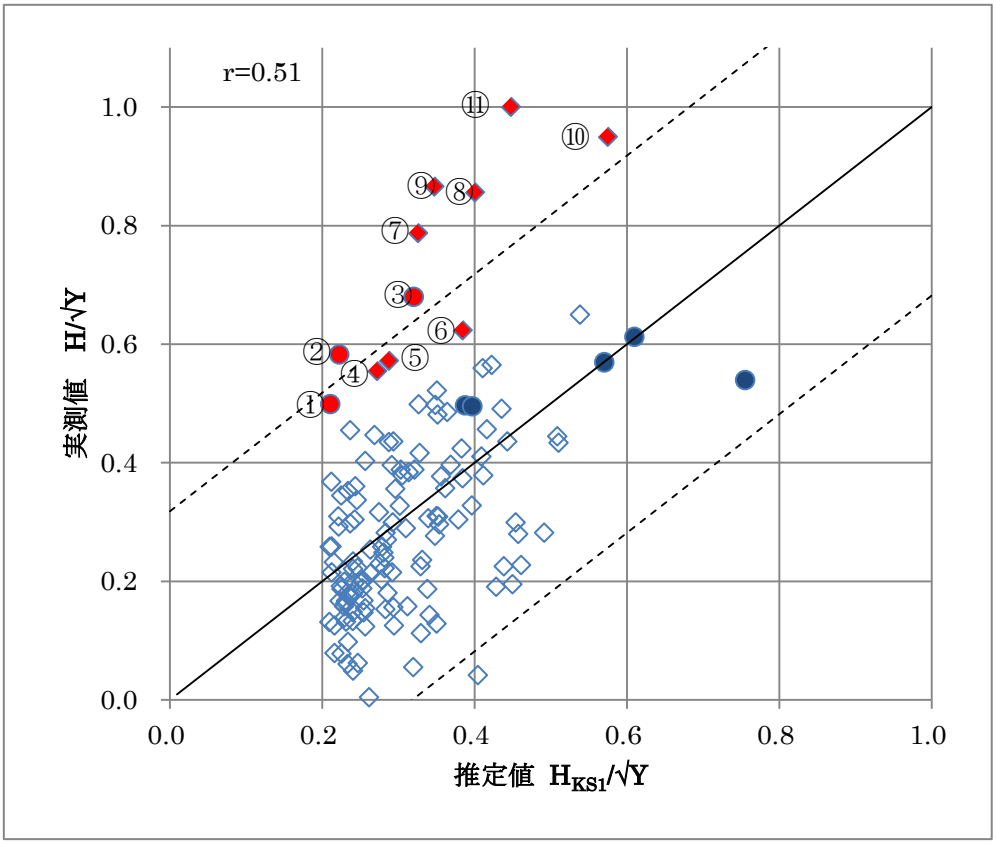


図 2.2　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点]　①~③の貫通管及び④~⑪の腐食速度が大変早い S60Fy データ（当時の C/S マクロセル腐食等と考えられる）は、今回対象としている腐食現象とは異なる特異点であると考えられる。

①●(貫通)：H29FyデータNo.WZ40-26（腐食速度：Hmax/Y=(0.073mm/Y)、埋設 47 年）

②●(貫通)：H29FyデータNo.CZ30-2（腐食速度：Hmax/Y=(0.093mm/Y)、埋設 39 年）

③●(貫通)：S60FyデータNo.CZ20-6（腐食速度：Hmax/Y=(0.142mm/Y)、埋設 23 年）

④■：S60Fy データ No.CZ10- 6（腐食速度：Hmax/Y=0.139mm/Y、埋設 16 年）

⑤■：S60Fy データ No.CZ10- 1（腐食速度：Hmax/Y=0.181mm/Y、埋設 10 年）

⑥■：S60Fy データ No.CZ00- 9（腐食速度：Hmax/Y=0.236mm/Y、埋設 7 年）

⑦■：S60Fy データ No.CZ10- 5（腐食速度：Hmax/Y=0.218mm/Y、埋設 13 年）

⑧■：S60Fy データ No.CZ20- 4（腐食速度：Hmax/Y=0.192mm/Y、埋設 20 年）

⑨■：S60Fy データ No.CZ00-1 1（腐食速度：Hmax/Y=0.306mm/Y、埋設 8 年）

⑩■：S60Fy データ No.CZ10- 7（腐食速度：Hmax/Y=0.238mm/Y、埋設 16 年）

⑪■：S60Fy データ No.CZ00-10（腐食速度：Hmax/Y=0.354mm/Y、埋設 8 年）

（3） アスファルトジュート巻き管

（式 1） $H_{AS1} = (0.228+131/\rho)\cdot\sqrt{Y}$

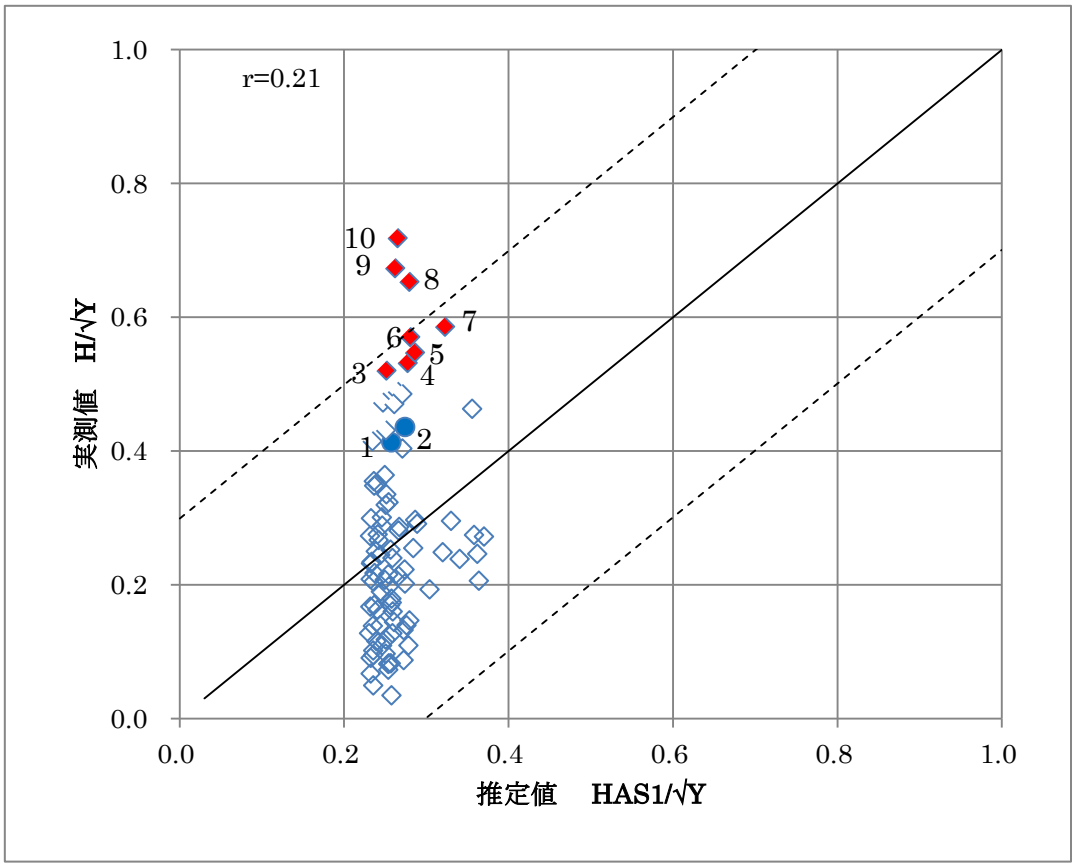


図 2.3 アスファルトジュート巻き管の土壌抵抗率による回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点] 1~2 の貫通管及び 3~10 の腐食速度が大変早い S60Fy データ（当時の C/S マクロセル腐食等と考えられる）は、今回対象としている腐食現象とは異なる特異点であると考えられる。

1（貫通）：H29FyデータNo.WA60-4（腐食速度：Hmax/Y=(0.050mm/Y)、埋設 67 年）

2（貫通）：H29FyデータNo.WA60- 5（腐食速度：Hmax/Y=(0.053mm/Y)、埋設 67 年）

3 ： S60Fy データ No.CA20- 5（腐食速度：Hmax/Y=(0.106mm/Y)、埋設 24 年）

4 ： S60Fy データ No.CA10- 4（腐食速度：Hmax/Y=(0.142mm/Y)、埋設 14 年）

5 ： S60Fy データ No.CA10-8（腐食速度：Hmax/Y=(0.141mm/Y)、埋設 15 年）

6 ： S60Fy データ No.CA20-9（腐食速度：Hmax/Y=(0.112mm/Y)、埋設 26 年）

7 ： S60Fy データ No.WA30-5（腐食速度：Hmax/Y=(0.107mm/Y)、埋設 30 年）

8 ： S60Fy データ No.WA20-7（腐食速度：Hmax/Y=(0.133mm/Y)、埋設 24 年）

9 ： S60Fy データ No.CA20-10（腐食速度：Hmax/Y=(0.130mm/Y)、埋設 27 年）

10 ： S60Fy データ No.CA20-4（腐食速度：Hmax/Y=(0.147mm/Y)、埋設 24 年）

２．３　土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（１）　全サンプル管

（式２）　$H_{ALL_2} = (0.427+360/\rho - 4.6\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

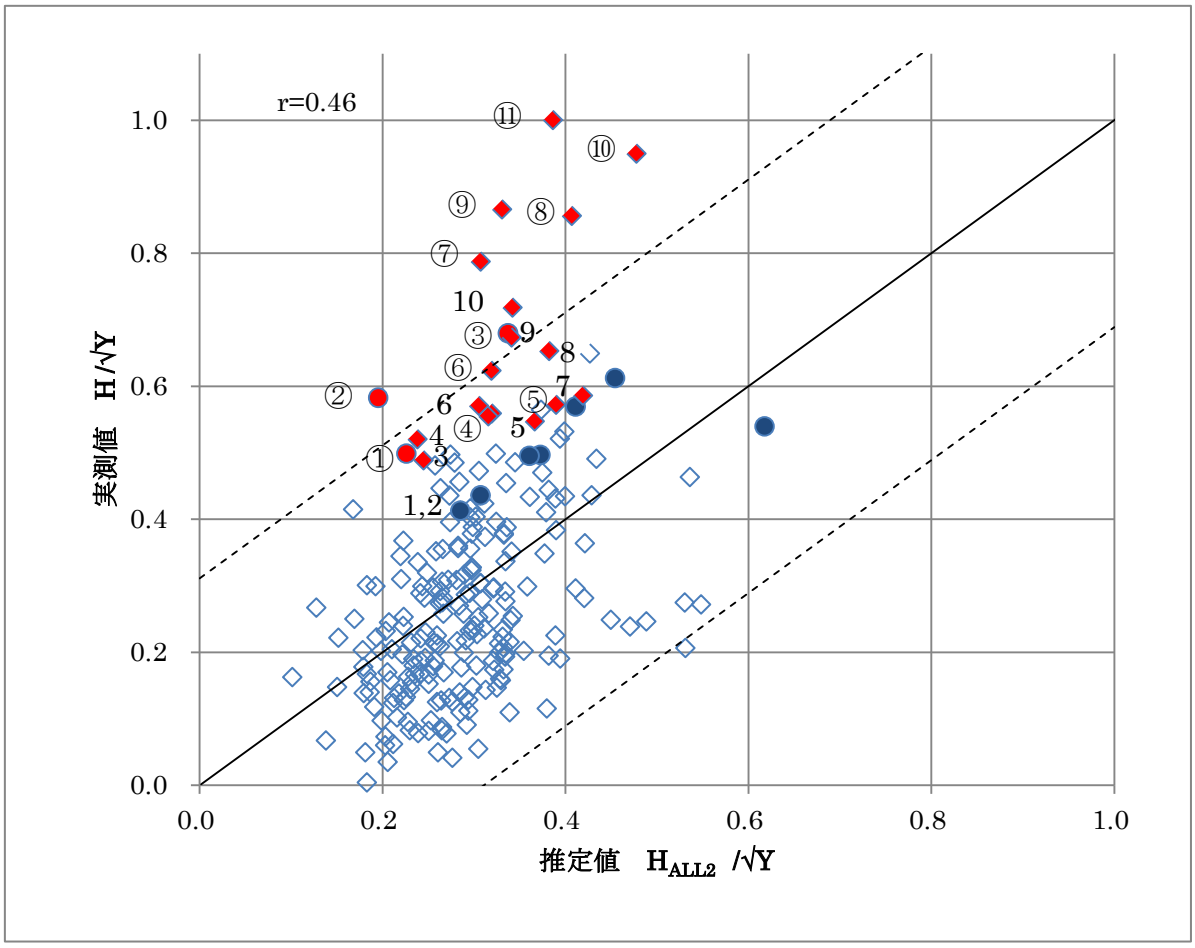


図 2.4　全サンプル管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点]

同図中の番号（①~⑪）は、図 2.5 亜鉛メッキ管のデータ番号を、また、番号（1~10）は同じく図 2.6 アスファルトジュート巻き管のデータ番号を示す。

（２）　亜鉛メッキ管

（式２）　H_{KS_2} ＝（0.409+599 / ρ －4.9×10^{-4}P/S）・√Y

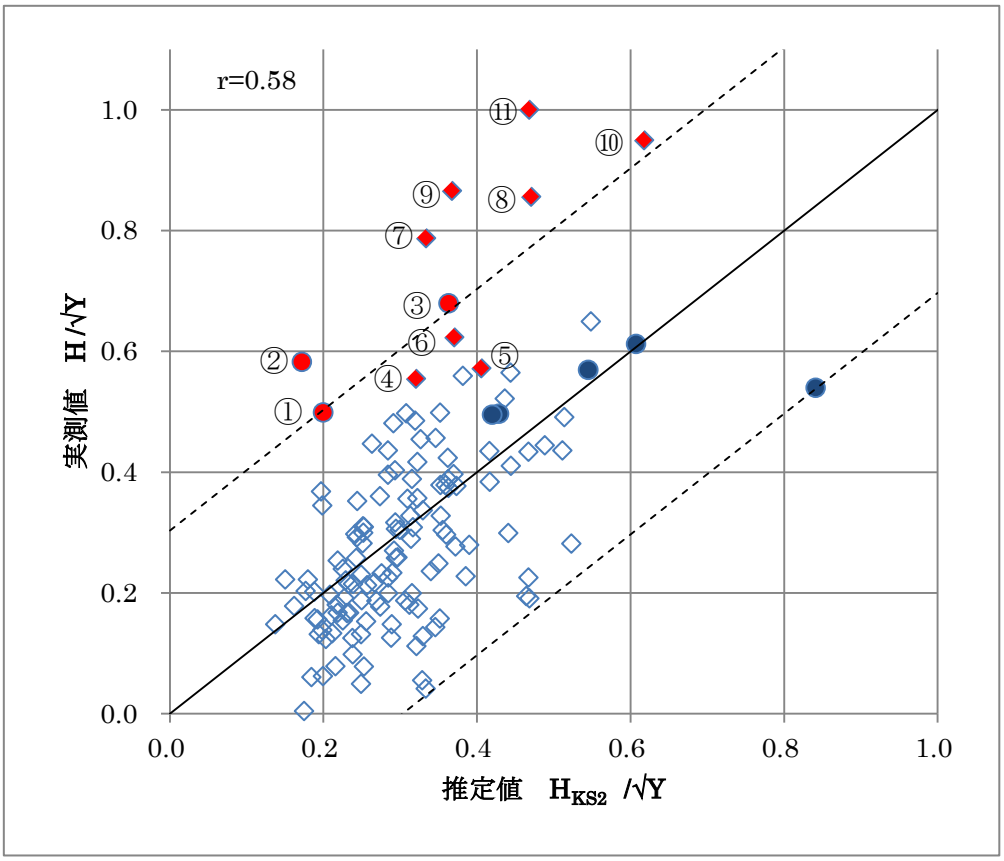


図 2.5　亜鉛メッキ管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点]　①~③の貫通管及び④~⑪の腐食速度が大変早い S60Fy データ（当時の C/S マクロセル腐食等と考えられる）は、今回対象としている腐食現象とは異なる特異点であると考えられる。

① ●(貫通)：H29FyデータNo.WZ40-26（腐食速度：Hmax/Y=(0.073mm/Y) 埋設 47 年）
② ●(貫通)：H29FyデータNo.CZ30- 2（腐食速度：Hmax/Y=(0.093mm/Y)、埋設 39 年）
③ ●(貫通)：S60FyデータNo.CZ20- 6（腐食速度：Hmax/Y=(0.142mm/Y)、埋設 23 年）
④ ■：S60Fy データ No.CZ10- 6（腐食速度：Hmax/Y=0.139mm/Y、埋設 16 年）
⑤ ■：S60Fy データ No.CZ10- 1（腐食速度：Hmax/Y=0.181mm/Y、埋設 10 年）
⑥ ■：S60Fy データ No.CZ00- 9（腐食速度：Hmax/Y=0.236mm/Y、埋設 7 年）
⑦ ■：S60Fy データ No.CZ10- 5（腐食速度：Hmax/Y=0.218mm/Y、埋設 13 年）
⑧ ■：S60Fy データ No.CZ20- 4（腐食速度：Hmax/Y=0.192mm/Y、埋設 20 年）
⑨ ■：S60Fy データ No.CZ00-1 1（腐食速度：Hmax/Y=0.306mm/Y、埋設 8 年）
⑩ ■：S60Fy データ No.CZ10- 7（腐食速度：Hmax/Y=0.238mm/Y、埋設 16 年）
⑪ ■：S60Fy データ No.CZ00-10（腐食速度：Hmax/Y=0.354mm/Y、埋設 8 年）

（3） アスファルトジュート巻き管

（式２） $H_{AS_2} = (0.401+184/\rho - 3.8\times10^{-4}P/S)\cdot\sqrt{Y}$

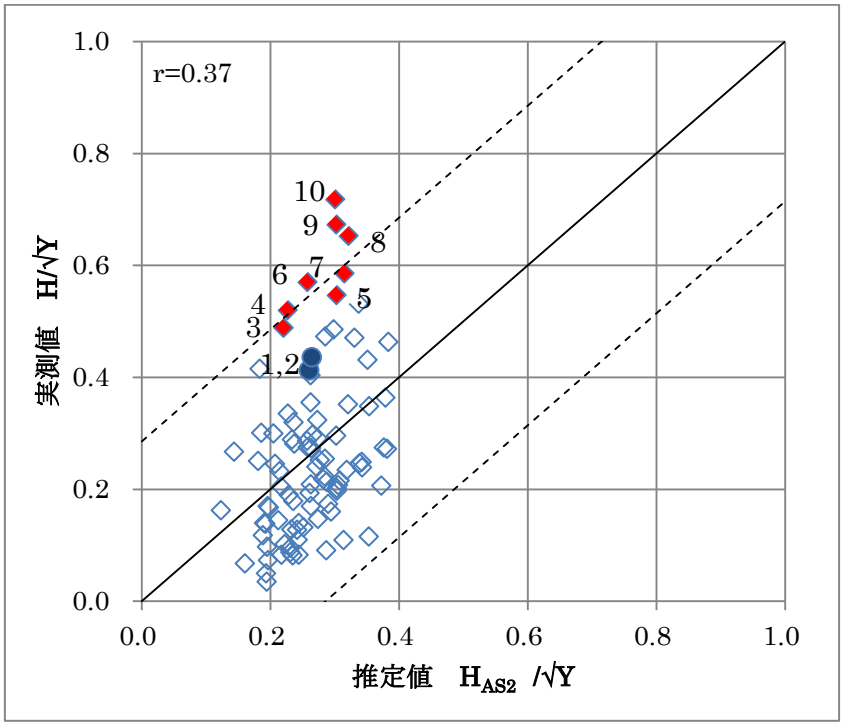


図 2.6 アスファルトジュート巻き管の土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（注）点線は推定値残差の±2σ（95%限界域）を示す

[特異点] 1~2 の貫通管及び 3~10 の腐食速度が大変早い S60Fy データ（当時の C/S マクロセル腐食等と考えられる）は、今回対象としている腐食現象とは異なる特異点であると考えられる。

1 ●（貫通）：H29FyデータNo.WA60-4（腐食速度：Hmax/Y=(0.050mm/Y) 、埋設 67 年）

2 ●（貫通）：H29FyデータNo.WA60- 5（腐食速度：Hmax/Y=(0.053mm/Y)、埋設 67 年）

3 ■ ： S60Fy データ No.WA20- 1（腐食速度：Hmax/Y=(0.107mm/Y)、埋設 21 年）

4 ■ ： S60Fy データ No.CA20- 5（腐食速度：Hmax/Y=(0.106mm/Y)、埋設 24 年）

5 ■ ： S60Fy データ No.CA10-8（腐食速度：Hmax/Y=(0.141mm/Y)、埋設 15 年）

6 ■ ： S60Fy データ No.CA20-9（腐食速度：Hmax/Y=(0.112mm/Y)、埋設 26 年）

7 ■ ： S60Fy データ No.WA30-5（腐食速度：Hmax/Y=(0.107mm/Y)、埋設 30 年）

8 ■ ： S60Fy データ No.WA20-7（腐食速度：Hmax/Y=(0.133mm/Y)、埋設 24 年）

9 ■ ： S60Fy データ No.CA20-10（腐食速度：Hmax/Y=(0.130mm/Y)、埋設 27 年）

10 ■ ： S60Fy データ No.CA20-4（腐食速度：Hmax/Y=(0.147mm/Y)、埋設 24 年）

２．４　回帰式の計算結果の比較・検証

図 2.7 及び図 2.8 は、それぞれ全サンプル管を対象とした（式１：説明変数 1/ρ のみ）及び（式２：説明変数 1/ρ と P/S、ただし P/S=-470mV）により計算される、埋設経過年 50 年の場合の最大腐食深さを図示した。

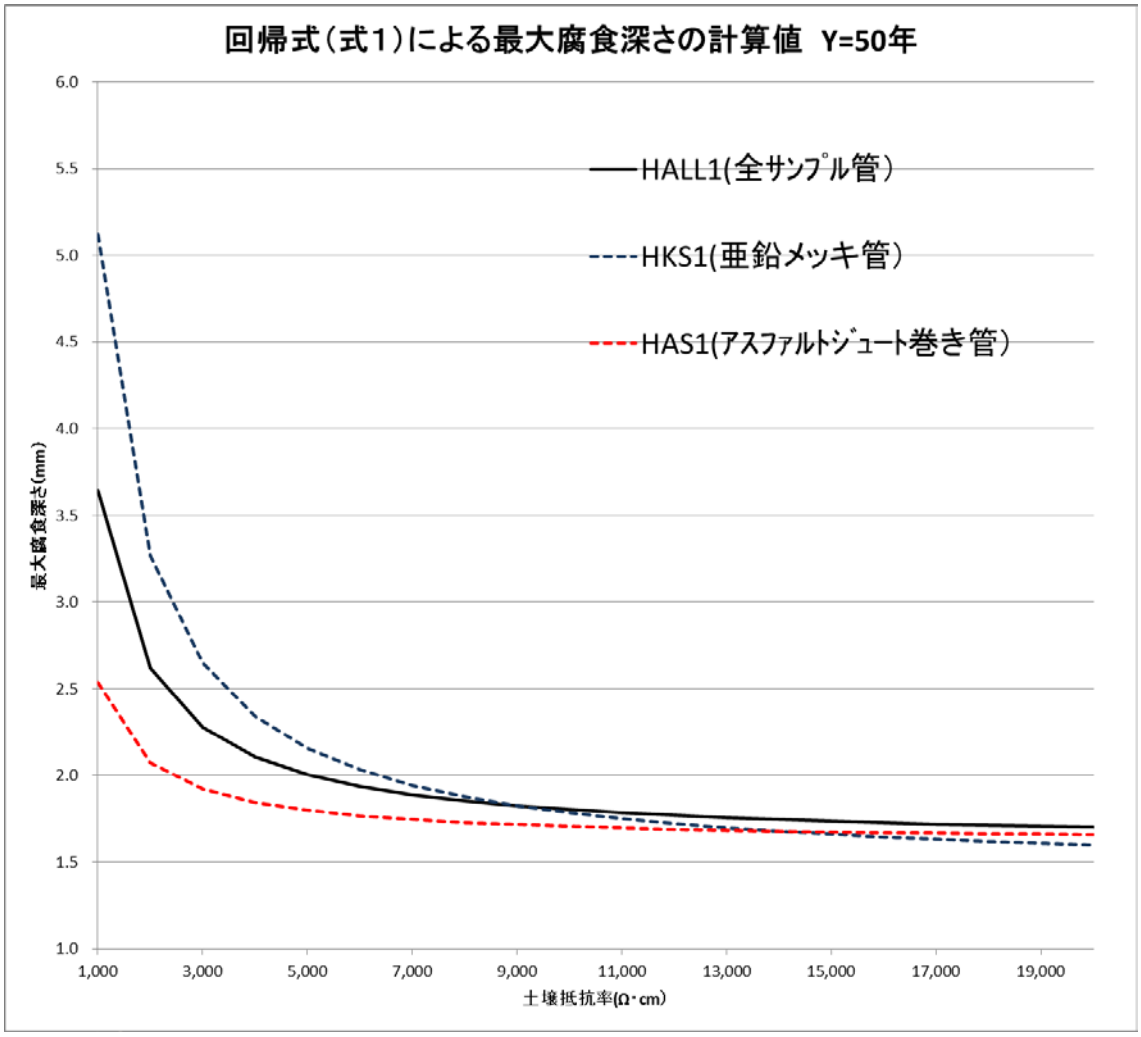


図 2.7　回帰式（式１）による最大腐食深さの計算値(Y=50 年)

同図より以下の知見が得られる。

① 土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度を超えると、最大腐食深さは 1.6mm～1.8mm でほぼ一定となる。

② 土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度までの腐食しやすい環境では、亜鉛メッキ管は、アスファルトジュート巻き管よりもかなり大きな最大腐食深さを示す。土壌抵抗率が 1,000，3,000，5,000Ω・cm の時、亜鉛メッキ管の最大腐食深さは、アスファルトジュート巻き管の約 2.0 倍、1.4 倍、1.2 倍である。

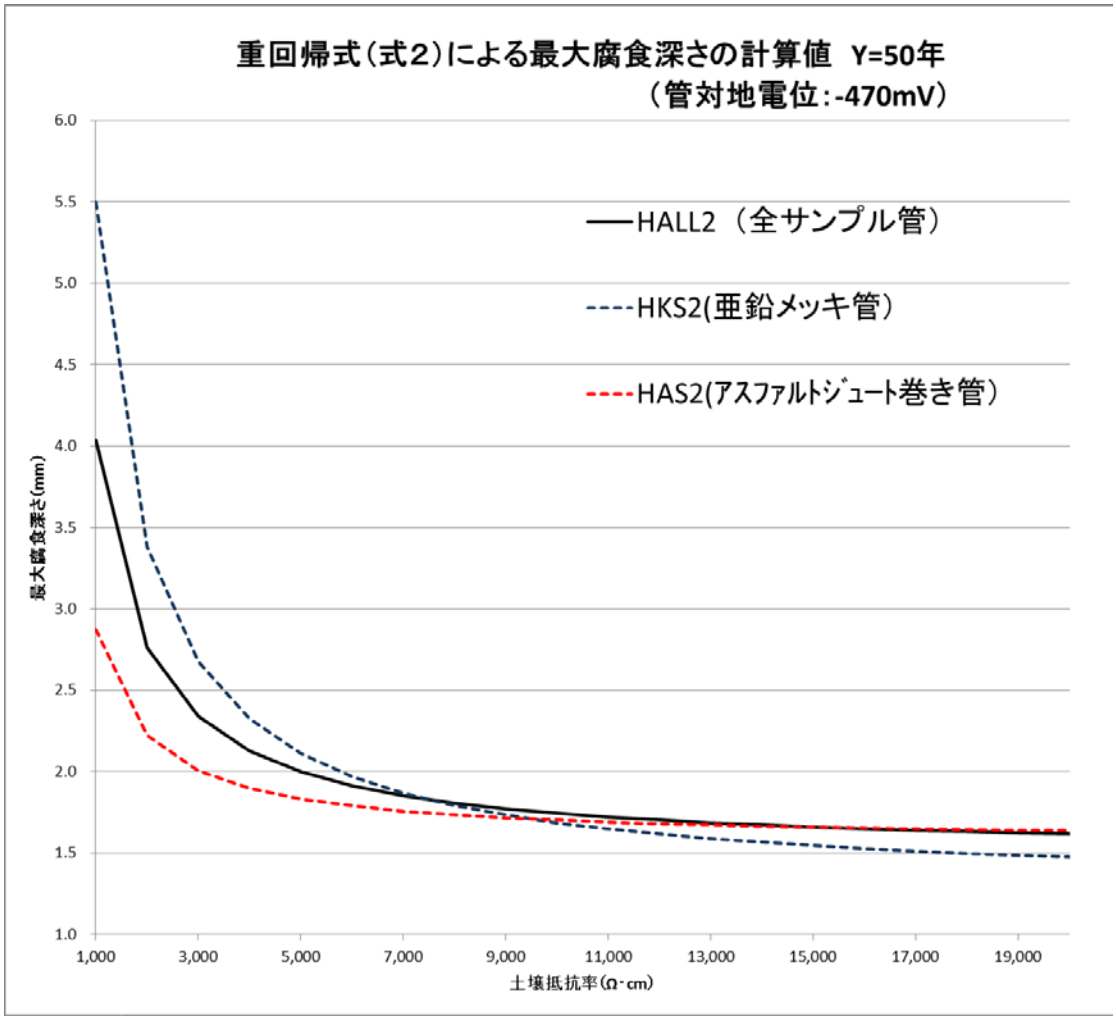


図 2.8　土壌比抵抗と管対地電位による重回帰式(式２)から求めた最大腐食深さ
（Y=50 年、管対地電位：-470mV）

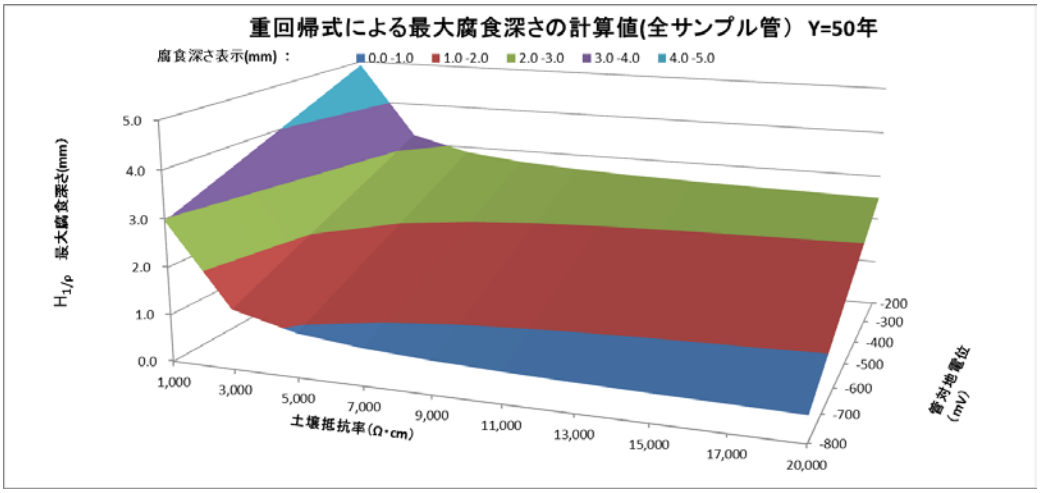
同図より以下の知見が得られる。

① 管対地電位約-470mV（得られた管対地電位のほぼ平均値）の場合、式 1(図 2.7)とほぼ同等の回帰式が得られる。

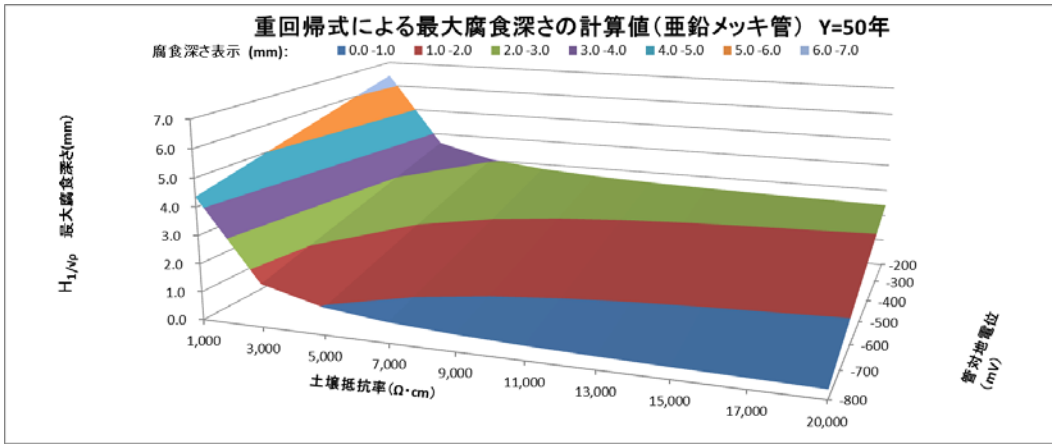
② 式 1(図 2.7)と同様に、土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度を超えると、最大腐食深さは 1.4mm～1.7mm でほぼ一定となる。最大腐食深さの値は、式 1 より約 0.1～0.2mm 小さいが、これは管対地電位の値の影響によるものである。
図 2.9 に示すように、最大腐食深さは、管対地電位の影響を大きく受ける。

② 式 1(図 2.7)と同様に、土壌抵抗率 10,000Ω・cm 程度までの腐食しやすい環境では、亜鉛メッキ管は、アスファルトジュート巻き管よりもかなり大きな最大腐食深さを示す。土壌抵抗率が 1,000，3,000，5,000Ω・cm の時、亜鉛メッキ管の最大腐食深さは、アスファルトジュート巻き管の約 1.9 倍、1.4 倍、1.2 倍で、式 1 の場合とほぼ同率である。

ｉ）全サンプル管



ⅱ）亜鉛メッキ管



ⅲ）アスファルトジュート巻き管

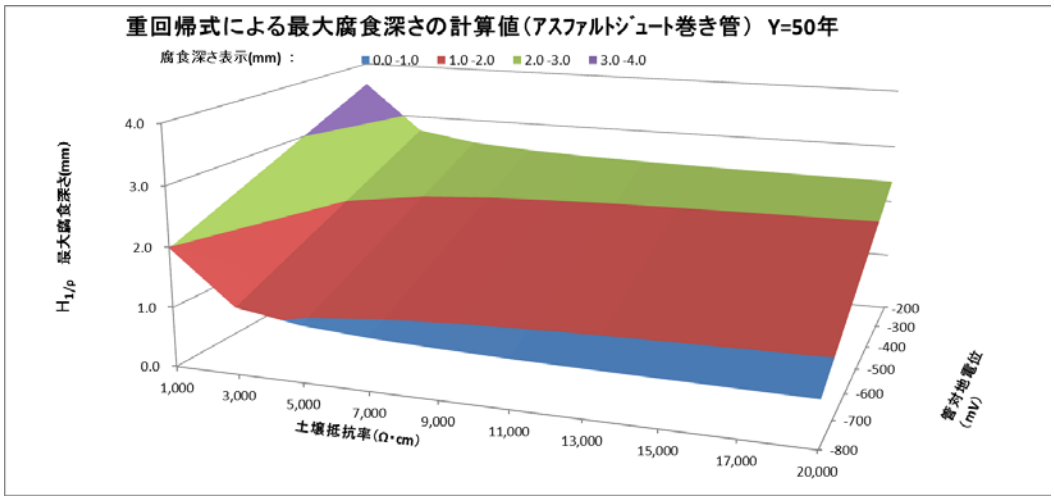


図 2.9　重回帰式による最大腐食深さの計算値

3．最大腐食深さの極値統計による分析

H29Fy は，長尺管 13 サンプル管は，管長約 50cm×4 本＝200cm を採取した。
この各 4 本のサンプル管のうち､外観検査で最も腐食が激しいと思われる 1 本(約 50cm)をサンドブラスト後 10cm に分割切断し，そのすべての分割切断管（10cm）について最大腐食深さを測定した。
その測定結果を表 3.1 に示す。分割切断管数は、n=4～n=6 である。

表 3.1　長尺管の最大腐食深さ測定結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	埋設経過年(年)	土壌抵抗 ρ(Ωcm)	最大腐食深さ(mm)						最大値 Hmax(mm)
			n1	n2	n3	n4	n5	n6	
01-102	37	6,194	0.51	0.27	0.23	1.82	1.76		1.82
03-101	37	27,613	1.72	1.88	1.41	1.11			1.88
12-103	40	4,882	2.07	1.81	2.1	1.76			2.10
01-101	44	2,565	1.68	1.34	1.68	1.52	1.86		1.86
09-122	44	8,197	2.49	2.07	2.29	2.86	2.19		2.86
10-102	47	6,143	0.6	0.55	0.67	0.43	0.5	0.42	0.67
07-101	48	12,963	1.55	2.51	2.79	1.66	1.32		2.79
06-101	48	35,039	1.09	1.05	1.79	1.21			1.79
08-103	49	8,237	1.6	2.29	1.59	3.18	2.4		3.18
11-107	49	12,146	1.26	1.34	0.91	0.79	0.36		1.34
05-121	51	5,992	1.02	1.17	1.35	1.34	1.25		1.35
02-101	52	5,931	0.95	0.89	0.91	0.44			0.95
08-115	66	18,684	0.87	1.28	1	0.97	0.61		1.28

表 3.1 の最大腐食深さの各データ群に対し極値統計解析プログラム EVAN-Ⅱを用いて、一般化極値分布（generalized extreme value distribution, GEV）による解析を行い、Gumbel 分布による最大値分布解析を行った。
分布パラメータ（α、λ）の算定は MVLUE 法によった。
計算結果は表 3.2 に示すとおりである。

表 3.2　極値統計解析結果

ｻﾝﾌﾟﾙNo.	有意性 確率紙(簡易)	分布パラメータ		Hex(mm)					
		α	λ	1m(T=10)	Hex/Hmax	5m(T=50)	Hex/Hmax	10m(T=100)	Hex/Hmax
01-102	×	0.6081	0.5461	1.91	1.05	2.92	1.60	3.34	1.84
03-101	○	0.4074	1.1755	2.09	1.11	2.77	1.47	3.05	1.62
12-103	○	0.1778	1.7785	2.18	1.17	2.47	1.33	2.60	1.40
01-101	○	0.2032	1.5087	1.97	0.94	2.30	**1.10**	2.44	**1.16**
09-122	○	0.2515	2.2282	2.79	0.98	3.21	1.12	3.39	1.18
10-102	○	0.0913	0.4999	0.71	1.05	0.86	1.28	0.92	1.37
07-101	×	0.5332	1.6489	2.85	**1.02**	3.73	1.34	4.10	1.47
06-101	×	0.2480	1.0530	1.61	0.90	2.02	1.13	2.19	1.23
08-103	×	0.5319	1.8907	3.09	0.97	3.97	1.25	4.34	1.36
11-107	○	0.4188	0.7132	1.66	1.24	2.35	1.75	2.64	1.97
05-121	○	0.1500	1.1496	1.49	**1.10**	1.73	**1.29**	1.84	**1.36**
02-101	×	0.3238	0.5250	1.25	1.32	1.79	1.88	2.01	2.12
08-115	○	0.2431	0.8159	1.36	1.06	1.76	1.38	1.93	1.51

表 3.2 中の Hex は，再起期間（T）の考え方に基づき，対象区間長さを長く設定した 3 ケース（L=1m、5m 及び 10m）での最大腐食深さの推定値を示している。

今回は、各データ群のデータ数が大変少ないので、有意性の確認は、添付資料④長尺管最大腐食深さの極値分布の各図における確率紙（線上からの離隔）をチェックし、13 サンプル中 8 サンプルを有意性があると判断した。

対象区間長さが長い場合の最大腐食深さの割増率（Hex／Hmax）をこの 8 サンプルの平均値として求めると以下のようになる。

対象区間長さ　1m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.08
対象区間長さ　5m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.34
対象区間長さ 10m の場合　：　割増率（Hex／Hmax）=1.45

このような考え方を採用することにより、定尺サンプル管の最大腐食深さから、入替対象埋設延長区間内の最大腐食深さの推定を行うことが可能となる。

４．今年度事業の成果

（１）他分野における腐食現象調査事例等の調査

① 文献調査した主な過去の経年埋設管の調査・研究

ⅰ）日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（本支管） S58.3，S59.3

ⅱ）日本ガス協会：ガス工作物設置基準調査について（供内管）

ⅲ）日本ガス協会：供給管腐食対策ガイドライン S60.11

ⅳ）簡易ガス協会：簡易ガス導管管理技術調査報告書 S61.3，S62.3，S63.3

ⅴ）高圧ガス保安協会：埋設管腐食測定器の測定マニュアル

ⅵ）高圧ガス保安協会：埋設管保安高度化技術保安専門技術者研修テキスト

ⅶ）水道分野：農業用管水路における鉄鋼系管材の腐食調査と要因評価について（H25）

ⅷ）水道分野：埋設管の腐食環境の解析と腐食予測 S63

ⅸ）核燃料サイクル機構：土壌埋設鋼材の長期腐食居層に関する研究（H3.3～H9.2）

ⅹ）粘土中に埋設された鉄の腐食事例の研究(H12.2)

ⅹⅰ）米国技術研究所（EPRI）：埋設配管ｻｰﾋﾞｽ性評価に用いる腐食予測に関する報告

② 確認された技術的検証

・高圧ガス保安協会では、LP 埋設管の C/S マクロセル腐食に対し通電変化量を測定する測定器により判定している。（腐食速度が速く、原因も明確であり、予測は比較的容易）

・水道分野では、ANSI 評価基準による埋設管の腐食量予測を試みているが、実際の腐食量の予測はできていない。

・原子力分野では、サンプル管等での腐食測定結果から、極値統計解析手法により、地中表面積のより大きな容器の最大腐食深さの予測を継続的に研究している。

・EPRI では、これまでの米国内埋設管の腐食データを再分析し、腐食速度は、土壌環境因子とあまり意味のある相関はないとしている。

・ガス管と同様に、水道分野では、鋳鉄管を対象として、腐食深さ、腐食速度と埋設経過年、土壌環境因子の相関関係から求めた回帰式を提案している。

・ガス管の分野では、S58～S63 頃に、経年埋設管の腐食に関する調査、研究が精力的に実施された。ただし、この当時埋設経過年は高々30 年程度である。対策の対象は主に C/S マクロセル腐食であるが、C/S マクロセル腐食、一般腐食（マクロセル腐食、ミクロセル腐食）も含めた腐食深さ予測式が提案されている。

・統計解析手法としては、単相関分析以外に、数量化理論Ⅰ類、重回帰分析が採用されている。

・腐食深さ及び腐食速度の影響を与える主な土壌環境因子は、管対地電位、土壌比抵抗、含水比、酸化還元電位、pH 及び埋設経過年などであるが、ばらつきが大きく相関係数はさほど大きくない。

・日本ガス協会の「ガス工作物設置基準調査について（供内管）」は、今回の目的と同じ目的をもった大いに参考となる過去の調査・研究である。

（２）H28Fy 事業で得られた各種データの高度解析

① 解析に際して、経年埋設ガス管の元厚は計測された最大肉厚（昨年度は公称値を採用）と再定義し、最大腐食深さの値を修正した。

② H28Fy 得られたサンプル管を再調査し、報告書で指摘された「局部腐食」のあるサンプル管と「全面腐食のみ」のサンプル管の分類を実施した。

③ また、貫通管には、明らかに C/S マクロセル腐食に起因すると思われるタイプのものとそうでないものを分類し、後者は貫通孔の形状より貫通までの経過年数を推定した。②及び③の考え方で、H28Fy 再分析のサンプル管数は、以下の通りとした。

亜鉛メッキ管　：201（全数）－31（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）＝163 データ

ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻管：76（全数）－17（全面腐食のみ）－7（C/S 貫通）＝ 57 データ

④ 単相関分析結果

・亜鉛メッキ管の最大腐食深さ、腐食速度は、土壌抵抗率と強い相関がある。

・最大腐食深さと埋設経過年には優意な相関は認められない。

（これは、腐食速度の大きなガス管は既に撤去・取替えされていることも一因）

⑤ 回帰分析結果

・腐食評価量は、腐食速度が経年とともに減少することを考慮した「Hmax/√Y」を採用し回帰式を求めた。土壌抵抗率は、S60Fy と同じく、最も相関係数が大きくなる 1/√ρ を採用した。

・Hmax/√Y－1/√ρ の回帰式は、亜鉛メッキ全データ（163）では、r=0.19（危険率 5%で有意）であり、腐食の厳しい環境（ρ≦4,000Ω・cm）を除くデータ（124）では、r=0.32（危険率 1%で有意）となる。

⑥ 数量化理論 I 類により、最大腐食深さと塗覆装、埋設経過年、土壌抵抗率、含水比、及び土性の 5 アイテムで分析を行った。最大腐食深さに影響度が大きい順は、

含水比＞土壌抵抗率＞埋設経過年＞土性＞塗覆装

となったが、「埋設経過年は古い方が腐食深さは浅い」という矛盾のある結果となり、有意な解析結果は得られていない。

（３）管対地電位測定を利用した新規サンプルガス管の腐食状況の調査と分析

① H29 年度 9/11～12/14 の間（約４ケ月）に以下のサンプル管を採取した。

亜鉛メッキ管	７４本（うち短管：６２本、長尺管：１２本）
ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管	３８本（うち短管：３７本、長尺管：　１本）
合計	１１２本（うち短管：９９本、長尺管：１３本）

② 現地測定項目及び測定結果

・管対地電位 ： 全体の約 92%が、真砂土や砂地における一般的な鋼材の自然電位（-600mV～-300mV）を示し、特に亜鉛メッキの残存を示すような小さな値は測定されなかった。（掘り上げたサンプル管でも、亜鉛メッキはほとんど全面的に溶出された状態を確認した。）

・土壌抵抗率 ： 全体の約 20%が腐食性大 or 中とされる 5,000Ω・cm 以下の値を示しており、腐食性が小とされる 5,000～10,000Ω・cm が約 30%、腐食性が非常に小さいとされる 10,000Ω・cm を超えるサンプルが残り約 50%を占めていた。

・接地抵抗 ： 測定値にばらつきが見られ、腐食深さとは弱い相関を得た。これは、供内管と支管の間の絶縁継手の有無に起因するものと考えられる。

③ 単相関分析結果

・採取されたサンプル管の埋設経過年は、34 年～76 年と広範囲に分布し、平均値は亜鉛メッキ管 47.1 年、アスファルトジュート巻き管 53.1 年であった。

・最大腐食深さと埋設経過年には、相関あると言えるほどではないが、年数が増えるともにやや最大腐食深さが増える傾向が伺える。

・腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）は、土壌抵抗率と強い相関がある。

・腐食評価量（最大腐食深さ、腐食速度）は、管対地電位との相関は弱かった。

④ 数量化理論 I 類により、最大腐食深さと塗覆装、建築物構造、埋設経過年、土壌抵抗率、管対地電位、の 5 アイテムで分析を行った。最大腐食深さに影響度が大きい順は、以下の通りとなり、その内容は定性的な傾向を満足するものである。

土壌抵抗率＞埋設経過年＞建築物構造＞管対地電位＞塗覆装

⑤ H29Fy データ＋S60Fy データによる単相関分析、回帰分析結果

両データの統合、合算が有意義であることを確認したうえで、この H29Fy データ＋S60Fy データによる腐食評価量と土壌環境因子（土壌抵抗率、管対地電位）の単相関分析と重回帰分析を実施した。

腐食評価量は Hmax/√Y、土壌抵抗率は 1/ρ（=κ：電気伝導度）、管対地電位は P/Smax を採用した。

単相関分析により、Hmax/√Y は 1/ρmin 現地および P/Smax との相関を有していることを確認し、回帰式、重回帰式を求めた。

（式１）土壌抵抗率のみによる回帰式

（式２）土壌抵抗率、管対地電位による重回帰式

（４）埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判定基準の検討

① （３）で求められた回帰式による最大腐食深さ計算を行い、（式１）及び（式２）

の計算結果の比較・検証を行った。

② 長尺管の測定データを使用して極値統計解析を行い、長延長時の最大腐食深さの推定手法を検討した。

５．H30 年度検討課題

本事業の継続となる H30 年度事業においては、実現場での適用を考慮した腐食量推定式の導出を行うことが必要であると考えられる。そのため、ベースとなる回帰式の精度向上に関する検討および説明変数として採用する支配因子についての不確定性に関する影響評価等を行い、腐食量推定式を構築する。

５．１　回帰式精度向上

（１） H29Fy データの精査

・個々のデータを精査し、特異点となるデータ等についてその原因・背景等を調査・解析を行い、解析対象として採用するデータの取捨選択を行う。

・特に長尺管においては管対地電位の分布と腐食減肉深さの分布を精査する。

（２） S60Fy データの精査

・S60Fy の個々のデータを精査し、H29Fy と異なる腐食メカニズム・データを除外したデータを活用することにより、回帰式の精度向上に資するか検討する。

（３）　土壌抵抗率の現場測定特性の把握と推定式への適用

５．２（１）に示すように、現場測定により求められる土壌抵抗率の測定誤差（季節、気候等も考慮）特性を把握し、推定式の精度向上を計る。

（４）管延長の影響評価（極値統計解析の活用検討）

・H29Fy 長尺サンプル管（未ブラスト分）を用いて極値統計解析を行い、入替対象埋設管延長内に存在する最大減肉深さを想定した腐食量推定式を検討する。

（５）亜鉛めっきの有効期間およびアスファルト塗覆装の耐用期間の検討

・塗装および塗覆装の耐用期間を考慮することにより、腐食速度が大きくなる傾向が得られることから、これら耐用期間の活用を検討する。

（６）説明変数に関する詳細検討

・回帰式および推定式で使用する説明変数（土壌抵抗率、管対地電位）を腐食現象の直接的な支配因子である腐食電流への換算等を検討し、腐食評価量の説明変数としての優位性を検証する。

５．２ 支配因子の影響調査および現地測定法の評価

（１） 土壌抵抗率の変動影響調査

・土質、土被り、気候（温度、降水量等）により土壌抵抗率がどの程度影響を受けるかを全国数カ所（富津および全国ガス会社 2～5 社の敷地内）で長期モニタリングを実施する。

・あわせて通常現場で使用される土壌杖での測定も実施する。

・得られたデータを元に腐食量推定式への反映を検討する。

（２） 腐食生成物が管対地電位に及ぼす影響調査

・H29Fy データでは Hmax/√Y と管対地電位（P/Smax）の相関係数は、R=0.14（109 データ）であり、S60Fy データ R=0.35(121 データ)と比較すると、かなり小さな値となった。これは、H29Fy データでは、管全面を覆う腐食生成物の影響で、全体的に管対地電位が高く計測されたためである考えられる。即ち、管対地電位は、長期埋設されているガス管の現在の腐食状況の程度を示す指標であると考えられる。したがって、管対地電位は腐食量の予測だけでなく、管の腐食状況を予測できる可能性がある。

しかし、このような全面的に錆で覆われた埋設管における管対地電位と腐食量の関係はこれまで明らかにされていない。

そこで、今回得られたサンプル管を再調査するとともに、腐食深さと腐食生成物が固着した埋設環境下での埋設管の管対地電位の定量的な関係を確認するために、以下の評価試験を行う。（下記試験においては、５．２（１）の土壌抵抗率の長期モニタリングと併せて実施し、気象等の影響も評価する。）

①H29Fy サンプル管残管（長尺管）の管表面電位と腐食状況の関係調査

H29Fy サンプル管残管（未サンドブラスト長尺管：1.5mL×13 本）の管表面電位を詳細に計測し、その後ブラスト処理・減肉深さ測定を行い、管表面電位と腐食状況との関係を詳細に調査する。

②長尺管の長期埋設試験による管対地電位と腐食状況の関係調査

①の長尺管のうち、選別した数本をラボで管表面電位計測後、土壌抵抗率長期モニタリングと併せて、再度埋設し、気象等の条件も含めた管対地電位を定期的に測定する。

長期埋設（約 6 ヶ月）後、長尺管を堀上げ、管表面の電位測定後、ブラスト処理・減肉深さ測定を行う。これにより、埋設時の管対地電位と腐食状況との関係を明らかにする。

③試験片を用いた対地電位と腐食状況の関係調査

①及び②の現象を定量的にバックアップするために、土壌抵抗率の長期モニタリングに合わせて試験片（研き鋼）を埋設し、試験片対地電位と腐食状況の関係を調査・評価する。

試験片の埋設、試験環境は以下の２種類とする。

ⅰ）埋設後自然電位をモニタリングし、自然電位の貴化に与える土質および土被りの影響を評価する

ⅱ）通電による強制腐食（加速試験）を行い、試験片対地電位と腐食量・深さ等との関係を評価する。

④試験管を用いた長期埋設評価

②の現象を定量的にバックアップするために、土壌抵抗率の長期モニタリングに合わせて試験管（鋼管短管）を埋設し、通電による強制腐食（加速試験）を行い、管対地電位と腐食状況の関係を調査・評価する。

５．３　埋設ガス管の腐食に関する総合分析及び評価方法・判定基準の検討

５．１回帰式精度向上及び５．２支配因子の影響調査および現地測定法の評価支配因子の影響調査および現地測定法の評価を実施したうえで、埋設ガス管の最大腐食深さの推定式を確立する。

更に、ガス管の種類、管径毎の肉厚の違い及び現地での土壌環境因子の測定方法によるばらつきも考慮した経年ガス埋設管の最大腐食深さに関する総合評価方法と、その判断基準を提言することとする。

以上

添付資料①　H29Fy データ単相関分析結果（1/3）

表 1.1　亜鉛メッキ管（全 73 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管(73)　内訳：　木造(63)+鉄筋コンクリート(10)

n=73	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎		◎	◎	−○	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/Y	0.943		◎		◎	◎	−○	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.985	0.987			◎	◎	−○	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.142	−0.109	−0.127		−◎	−◎	◎	−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.393	0.389	0.397	−0.716		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.430	0.436	0.441	−0.551	0.964		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.252	−0.281	−0.272	0.540	−0.456	−0.367		−◎	−◎	◎	−◎	◎
1/√ρ Lab採取	0.371	0.365	0.374	−0.535	0.726	0.697	−0.701		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.364	0.353	0.365	−0.458	0.723	0.725	−0.537	0.969		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.310	−0.309	−0.315	0.527	−0.473	−0.388	0.864	−0.678	−0.540		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.399	0.406	0.410	−0.484	0.671	0.657	−0.649	0.937	0.911	−0.717		◎
1/ρ Lab飽和	0.388	0.396	0.399	−0.412	0.662	0.683	−0.520	0.911	0.931	−0.570	0.975	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.300）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.231）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.194）

表 1.2　亜鉛メッキ管（木造 63 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　木造(63)

n=63	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎		◎	◎	−△	◎	◎	−○	◎	◎
Hmax/Y	0.956		◎		◎	◎	−○	◎	◎	−○	◎	◎
Hmax/√Y	0.989	0.989			◎	◎	−○	◎	◎	−○	◎	◎
ρ min現地	−0.200	−0.209	−0.206		−◎	−◎	◎	−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.494	0.520	0.512	−0.711		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.520	0.549	0.541	−0.555	0.967		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.236	−0.278	−0.262	0.620	−0.472	−0.378		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.401	0.412	0.411	−0.566	0.733	0.699	−0.699		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.409	0.413	0.416	−0.478	0.726	0.722	−0.543	0.972		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.307	−0.318	−0.317	0.611	−0.497	−0.404	0.854	−0.676	−0.548		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.411	0.425	0.423	−0.535	0.698	0.676	−0.640	0.944	0.923	−0.707		◎
1/ρ Lab飽和	0.407	0.422	0.420	−0.447	0.681	0.695	−0.517	0.915	0.937	−0.566	0.977	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.323）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.249）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.210）

表 1.3　亜鉛メッキ管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 10 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　鉄筋コンクリート(10)

n=10	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎					△	○		△	○
Hmax/Y	0.854		◎								△	○
Hmax/√Y	0.951	0.973							△		△	○
ρ min現地	−0.195	0.030	−0.073		−◎	−◎						
1/√ρ min現地	−0.032	−0.178	−0.114	−0.890		◎						
1/ρ min現地	−0.100	−0.208	−0.162	−0.833	0.993							
ρ Lab採取	−0.468	−0.397	−0.444	0.194	−0.372	−0.390		−◎	−◎	◎	−◎	−○
1/√ρ Lab採取	0.615	0.458	0.545	−0.337	0.429	0.423	−0.919		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.658	0.485	0.579	−0.364	0.412	0.397	−0.851	0.988		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.400	−0.308	−0.362	0.181	−0.343	−0.361	0.933	−0.895	−0.835		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.583	0.554	0.586	−0.192	0.224	0.222	−0.790	0.862	0.857	−0.884		◎
1/ρ Lab飽和	0.638	0.644	0.663	−0.159	0.135	0.126	−0.675	0.790	0.809	−0.771	0.979	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.765）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.632）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.549）

添付資料①　H29Fy データ単相関分析結果（2/3）

表 1.4　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（全 36 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管（36）　内訳：　木造（24）　＋鉄筋コンクリート（12）

n=36	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎	−△	△	△	−○	○	○			
Hmax/Y	0.929		◎	−△	△		−◎	△				
Hmax/√Y	0.983	0.981		−△	△	△	−◎	△	△			
ρ min現地	−0.284	−0.282	−0.287		−◎	−◎	◎	−◎	−○	◎	−○	○
1/√ρ min現地	0.324	0.285	0.309	−0.892		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.324	0.270	0.302	−0.815	0.987		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.410	−0.432	−0.428	0.513	−0.513	−0.478		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.360	0.286	0.327	−0.497	0.598	0.607	−0.761		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.341	0.230	0.289	−0.406	0.554	0.591	−0.587	0.960		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.144	−0.164	−0.155	0.523	−0.516	−0.486	0.657	−0.710	−0.602		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.084	0.041	0.062	−0.420	0.481	0.483	−0.536	0.812	0.803	−0.824		◎
1/ρ Lab飽和	0.067	0.008	0.036	−0.351	0.430	0.445	−0.447	0.775	0.805	−0.689	0.976	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.424）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.329）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.279）

表 1.5　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 24 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　木造（24）

n=24	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎			△	−○	△	△			
Hmax/Y	0.969		◎			△	−○					
Hmax/√Y	0.993	0.991				△	−○	△	△			
ρ min現地	−0.245	−0.217	−0.232		−◎	−◎	○	−○	−○	○	−○	−△
1/√ρ min現地	0.343	0.329	0.336	−0.888		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.366	0.354	0.360	−0.814	0.988		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.414	−0.425	−0.422	0.433	−0.544	−0.535		−◎	−◎	◎	−◎	−○
1/√ρ Lab採取	0.395	0.335	0.368	−0.511	0.708	0.740	−0.773		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.398	0.317	0.360	−0.439	0.663	0.718	−0.609	0.964		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.138	−0.111	−0.125	0.484	−0.557	−0.548	0.590	−0.702	−0.612		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.249	0.175	0.214	−0.435	0.615	0.655	−0.537	0.877	0.891	−0.852		◎
1/ρ Lab飽和	0.301	0.212	0.259	−0.380	0.589	0.648	−0.472	0.876	0.939	−0.721	0.974	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.515）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.404）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.344）

表 1.6　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 12 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　鉄筋コンクリート（12）

n=12	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎									
Hmax/Y	0.942		◎									
Hmax/√Y	0.985	0.986										
ρ min現地	−0.378	−0.331	−0.361		−◎	−◎	◎	−△		○		
1/√ρ min現地	0.272	0.167	0.224	−0.903		◎						
1/ρ min現地	0.216	0.102	0.162	−0.826	0.987							
ρ Lab採取	−0.397	−0.453	−0.432	0.725	−0.440	−0.337		−◎	−○	◎	−△	
1/√ρ Lab採取	0.289	0.293	0.296	−0.528	0.206	0.089	−0.813		◎	−◎	◎	○
1/ρ Lab採取	0.214	0.198	0.209	−0.432	0.135	0.024	−0.690	0.981		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.146	−0.177	−0.165	0.602	−0.327	−0.227	0.897	−0.849	−0.775		−◎	−○
1/√ρ Lab飽和	−0.235	−0.226	−0.234	−0.353	0.157	0.077	−0.528	0.761	0.799	−0.801		◎
1/ρ Lab飽和	−0.314	−0.304	−0.314	−0.277	0.119	0.050	−0.408	0.691	0.757	−0.692	0.985	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.708）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.576）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.497）

添付資料①　H29Fy データ単相関分析結果（3/3）

表 1.7　全サンプル管（全 109 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル（109）

n=109	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎	−△	◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/Y	0.929		◎		◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.981	0.983		−△	◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.184	−0.153	−0.171		−◎	−◎	◎	−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.367	0.367	0.374	−0.751		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.388	0.402	0.403	−0.582	0.960		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.295	−0.312	−0.310	0.533	−0.463	−0.373		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.363	0.347	0.361	−0.524	0.699	0.675	−0.711		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.350	0.328	0.345	−0.444	0.691	0.701	−0.542	0.967		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.268	−0.264	−0.271	0.514	−0.464	−0.383	0.820	−0.668	−0.534		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.311	0.319	0.321	−0.468	0.633	0.624	−0.622	0.909	0.888	−0.720		◎
1/ρ Lab飽和	0.297	0.308	0.309	−0.396	0.618	0.644	−0.499	0.882	0.906	−0.572	0.974	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.248）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.190）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.160）

表 1.8　全サンプル管（木造 87 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：木造（87）

n=87	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎	−△	◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/Y	0.938		◎	−○	◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.984	0.984		−○	◎	◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.206	−0.217	−0.214		−◎	−◎	◎	−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.445	0.493	0.476	−0.745		◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.467	0.525	0.504	−0.584	0.963		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.276	−0.299	−0.293	0.572	−0.477	−0.388		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.394	0.400	0.403	−0.554	0.727	0.695	−0.710		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.398	0.400	0.405	−0.471	0.716	0.716	−0.552	0.970		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.273	−0.275	−0.279	0.567	−0.487	−0.403	0.812	−0.669	−0.547		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.368	0.386	0.383	−0.513	0.685	0.671	−0.619	0.929	0.917	−0.715		◎
1/ρ Lab飽和	0.372	0.394	0.389	−0.433	0.670	0.692	−0.503	0.903	0.934	−0.571	0.975	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.275）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.211）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.178）

表 1.9　全サンプル管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 22 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：鉄筋コンクリート（22）

n=22	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取	ρ Lab飽和	1/√ρ Lab飽和	1/ρ Lab飽和
Hmax		◎	◎				−△	△				
Hmax/Y	0.904		◎				−△					
Hmax/√Y	0.972	0.979					−△					
ρ min現地	−0.162	−0.024	−0.094		−◎	−◎	△	−○	−△			
1/√ρ min現地	0.060	−0.065	−0.002	−0.874		◎	−△			−△		
1/ρ min現地	0.022	−0.093	−0.036	−0.794	0.986		−△					
ρ Lab採取	−0.387	−0.385	−0.397	0.400	−0.422	−0.373		−◎	−◎	◎	−◎	−○
1/√ρ Lab採取	0.370	0.317	0.350	−0.434	0.347	0.266	−0.861		◎	−◎	◎	◎
1/ρ Lab採取	0.322	0.260	0.296	−0.409	0.297	0.212	−0.751	0.980		−◎	◎	◎
ρ Lab飽和	−0.209	−0.183	−0.202	0.344	−0.375	−0.336	0.875	−0.809	−0.721		−◎	−◎
1/√ρ Lab飽和	0.042	0.071	0.059	−0.297	0.242	0.190	−0.651	0.809	0.826	−0.773		◎
1/ρ Lab飽和	−0.052	−0.006	−0.029	−0.243	0.180	0.132	−0.497	0.719	0.775	−0.613	0.971	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.537）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.423）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.360）

添付資料②　S60Fy データ単相関分析結果（1/3）

表 2.1　亜鉛メッキ管（全 66 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管(66)　内訳：　木造(32)+鉄筋コンクリート(34)

n=66	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−◎	◎	◎	−○	○	○
Hmax/Y	0.516		◎		◎	○	−○	◎	◎
Hmax/√Y	0.863	0.873		−△	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.257	−0.166	−0.236		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.452	0.317	0.429	−0.708		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.467	0.310	0.434	−0.576	0.979		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.307	−0.278	−0.328	0.595	−0.521	−0.445		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.266	0.377	0.359	−0.460	0.526	0.490	−0.758		◎
1/ρ Lab採取	0.235	0.380	0.343	−0.380	0.481	0.458	−0.658	0.988	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.316）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.243）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.205）

表 2.2　亜鉛メッキ管（木造 32 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　木造(32)

n=32	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−○	◎	◎			
Hmax/Y	0.715		◎	−○	○	○			
Hmax/√Y	0.932	0.919		−◎	◎	◎			
ρ min現地	−0.428	−0.403	−0.453		−◎	−◎	○	−△	−△
1/√ρ min現地	0.493	0.432	0.505	−0.885		◎	−○	○	△
1/ρ min現地	0.501	0.438	0.512	−0.809	0.988		−○	○	△
ρ Lab採取	−0.201	0.001	−0.115	0.425	−0.447	−0.433		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.177	−0.038	0.082	−0.348	0.360	0.351	−0.968		◎
1/ρ Lab採取	0.168	−0.046	0.073	−0.321	0.330	0.323	−0.944	0.997	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.449）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.349）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.296）

表 2.3　亜鉛メッキ管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 34 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　鉄筋コンクリート(34)

n=34	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎		◎	◎	−○	△	
Hmax/Y	0.560		◎		◎	◎	−○	◎	◎
Hmax/√Y	0.888	0.875		−△	◎	◎	−○	◎	◎
ρ min現地	−0.255	−0.285	−0.299		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.443	0.535	0.543	−0.759		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.469	0.546	0.565	−0.619	0.975		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.363	−0.416	−0.433	0.602	−0.606	−0.533		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.319	0.549	0.485	−0.545	0.683	0.660	−0.780		◎
1/ρ Lab採取	0.278	0.550	0.464	−0.463	0.643	0.639	−0.668	0.985	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.436）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.339）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.287）

添付資料②　S60Fy データ単相関分析結果（2/3）

表 2.4　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（全 55 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管（55）　内訳：　木造（33）　＋鉄筋コンクリート（22）

n=55	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎		△		−○	○	○
Hmax/Y	0.854		◎				−○	○	△
Hmax/√Y	0.966	0.959					−○	○	○
ρ min現地	−0.189	−0.179	−0.192		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.261	0.127	0.203	−0.598		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.223	0.083	0.160	−0.448	0.976		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.304	−0.288	−0.308	0.646	−0.555	−0.469		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.301	0.270	0.297	−0.463	0.578	0.532	−0.905		◎
1/ρ Lab採取	0.293	0.260	0.288	−0.409	0.566	0.532	−0.848	0.992	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.345）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.266）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.224）

表 2.5　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 33 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　木造（33）

n=33	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎		○	○	−△	○	○
Hmax/Y	0.919		◎		△		−△	△	△
Hmax/√Y	0.981	0.978			○	△	−△	○	○
ρ min現地	−0.182	−0.206	−0.197		−◎	−○	◎	−◎	−○
1/√ρ min現地	0.408	0.304	0.363	−0.543		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.376	0.258	0.324	−0.397	0.980		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.329	−0.305	−0.324	0.675	−0.621	−0.520		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.374	0.333	0.361	−0.461	0.634	0.578	−0.909		◎
1/ρ Lab採取	0.378	0.334	0.363	−0.402	0.618	0.574	−0.851	0.992	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.442）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.344）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.291）

表 2.6　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 22 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　鉄筋コンクリート（22）

n=22	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎						
Hmax/Y	0.799		◎						
Hmax/√Y	0.957	0.939							
ρ min現地	−0.287	−0.306	−0.313		−◎	−◎	◎	−○	−○
1/√ρ min現地	0.214	0.160	0.205	−0.744		◎	−◎	○	○
1/ρ min現地	0.151	0.091	0.136	−0.578	0.969		−○	○	○
ρ Lab採取	−0.213	−0.203	−0.224	0.627	−0.570	−0.486		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.178	0.198	0.203	−0.491	0.530	0.491	−0.954		◎
1/ρ Lab採取	0.171	0.202	0.201	−0.444	0.513	0.489	−0.921	0.995	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.537）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.423）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.360）

添付資料②　S60Fy データ単相関分析結果（3/3）

表 2.7　全サンプル管（全 121 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル（121）

n=121	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−○	◎	◎	−◎	○	○
Hmax/Y	0.619		◎		△		−○	○	○
Hmax/√Y	0.902	0.893		−○	◎	○	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.218	−0.150	−0.204		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.314	0.163	0.259	−0.636		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.276	0.115	0.211	−0.482	0.973		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.274	−0.216	−0.271	0.596	−0.524	−0.438		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.234	0.232	0.254	−0.450	0.561	0.520	−0.811		◎
1/ρ Lab採取	0.214	0.229	0.240	−0.385	0.535	0.507	−0.732	0.990	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.237）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.181）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.153）

表 2.8　全サンプル管（木造 65 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：木造（65）

n=65	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−△	◎	◎	−○		
Hmax/Y	0.827		◎	−△	○	△			
Hmax/√Y	0.960	0.951		−△	◎	○	−△		
ρ min現地	−0.214	−0.221	−0.228		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.373	0.282	0.345	−0.545		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.333	0.232	0.298	−0.414	0.980		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.247	−0.163	−0.218	0.638	−0.571	−0.495		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.201	0.073	0.149	−0.389	0.552	0.522	−0.890		◎
1/ρ Lab採取	0.187	0.053	0.131	−0.330	0.528	0.508	−0.833	0.993	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.318）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.245）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.206）

表 2.9　全サンプル管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 56 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：鉄筋コンクリート（56）

n=56	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−○	○	○	−○	○	△
Hmax/Y	0.565		◎	−△	○	△	−○	◎	◎
Hmax/√Y	0.891	0.874		−○	◎	○	−○	◎	○
ρ min現地	−0.263	−0.253	−0.288		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.335	0.324	0.368	−0.727		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.294	0.262	0.313	−0.559	0.965		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.306	−0.290	−0.336	0.583	−0.528	−0.437		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.263	0.355	0.348	−0.526	0.612	0.563	−0.783		◎
1/ρ Lab採取	0.234	0.359	0.335	−0.456	0.585	0.554	−0.688	0.988	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.341）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.263）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.222）

添付資料③　H29Fy＋S60Fy データ単相関分析結果（1/3）

表 3.1　亜鉛メッキ管（全 139 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管(139)　内訳：　木造(95)+鉄筋コンクリート(44)

n=139	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−◎	−△	◎	◎	−△	◎	◎
Hmax/Y	0.408		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.789	0.872			−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.254	0.002	−0.121		−◎	◎	◎	◎	◎	◎
ρ min現地	−0.147	−0.299	−0.289	−0.302		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.349	0.468	0.509	0.301	−0.752		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.392	0.443	0.513	0.264	−0.617	0.973		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.166	−0.333	−0.326	−0.254	0.588	−0.515	−0.432		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.234	0.535	0.490	0.296	−0.602	0.733	0.684	−0.700		◎
1/ρ Lab採取	0.228	0.530	0.478	0.263	−0.520	0.694	0.666	−0.556	0.974	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.220）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.168）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.142）

表 3.2　亜鉛メッキ管（木造 95 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　木造(95)

n=95	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−△	−△	◎	◎	−△	◎	◎
Hmax/Y	0.630		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.896	0.907			−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.183	0.144	−0.010		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.185	−0.374	−0.318	−0.383		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.430	0.597	0.580	0.357	−0.740		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.467	0.586	0.593	0.303	−0.611	0.974		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.185	−0.349	−0.306	−0.345	0.675	−0.520	−0.432		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.288	0.452	0.424	0.342	−0.626	0.735	0.687	−0.710		◎
1/ρ Lab採取	0.292	0.404	0.398	0.267	−0.530	0.697	0.672	−0.564	0.973	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.263）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.202）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.170）

表 3.3　亜鉛メッキ管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 44 データ）の単相関分析結果

A. 亜鉛メッキ管：　鉄筋コンクリート(44)

n=44	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax			◎	−○						
Hmax/Y	0.370		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.773	0.864			−○	◎	◎	−○	◎	◎
P/Smax	−0.366	0.143	−0.102						○	◎
ρ min現地	−0.090	−0.384	−0.319	−0.177		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.182	0.622	0.535	0.211	−0.799		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.232	0.636	0.570	0.191	−0.670	0.975		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.106	−0.406	−0.349	−0.170	0.470	−0.531	−0.469		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.115	0.663	0.526	0.383	−0.611	0.775	0.749	−0.683		◎
1/ρ Lab採取	0.106	0.660	0.514	0.412	−0.538	0.735	0.732	−0.545	0.977	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.384）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.297）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.251）

添付資料③　H29Fy＋S60Fy データ単相関分析結果（2/3）

表 3.4　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（全 91 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管（91）　内訳：　木造（57）　＋鉄筋コンクリート（34）

n=91	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−○						
Hmax/Y	0.600		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.874	0.910		−○	−○	○	○	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.263	−0.174	−0.237			◎	◎	−△	○	○
ρ min現地	−0.106	−0.315	−0.250	−0.161		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.077	0.337	0.259	0.270	−0.713		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.058	0.278	0.214	0.271	−0.554	0.969		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.106	−0.367	−0.282	−0.195	0.534	−0.506	−0.408		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.033	0.464	0.308	0.260	−0.577	0.724	0.657	−0.714		◎
1/ρ Lab採取	0.039	0.451	0.302	0.245	−0.522	0.714	0.666	−0.601	0.983	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.269）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.206）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.174）

表 3.5　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（木造 57 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　木造（57）

n=57	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−△						
Hmax/Y	0.626		◎		−○	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.898	0.904				○	○	−△	○	○
P/Smax	−0.225	−0.068	−0.164		−△			−○	△	△
ρ min現地	−0.024	−0.308	−0.185	−0.229		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.055	0.432	0.280	0.188	−0.705		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.061	0.388	0.262	0.179	−0.550	0.971		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.061	−0.353	−0.232	−0.302	0.519	−0.560	−0.458		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.014	0.450	0.264	0.258	−0.601	0.781	0.707	−0.739		◎
1/ρ Lab採取	0.034	0.451	0.276	0.222	−0.545	0.764	0.712	−0.624	0.983	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.339）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.261）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.220）

表 3.6　ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ巻き管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 34 データ）の単相関分析結果

B．アスファルトジュート巻き管：　鉄筋コンクリート（34）

n=34	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎							
Hmax/Y	0.582		◎		−○	○	△	−○	◎	◎
Hmax/√Y	0.869	0.905			−○	△		−△	○	○
P/Smax	−0.181	0.216	0.049		−△	◎	◎	−△	◎	◎
ρ min現地	−0.268	−0.395	−0.379	−0.336		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.139	0.369	0.307	0.523	−0.762		◎	−○	◎	◎
1/ρ min現地	0.082	0.298	0.237	0.497	−0.597	0.967		−△	◎	◎
ρ Lab採取	−0.149	−0.413	−0.335	−0.330	0.580	−0.404	−0.319		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.029	0.547	0.361	0.562	−0.520	0.616	0.570	−0.660		◎
1/ρ Lab採取	0.021	0.524	0.342	0.528	−0.474	0.619	0.589	−0.549	0.985	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.436）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.339）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.283）

添付資料③　H29Fy＋S60Fy データ単相関分析結果（3/3）

表 3.7　全サンプル管（全 230 データ）の単相関分析結果

A+B　全サンプル（230）

n=230	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−◎	−△	◎	◎	−○	○	△
Hmax/Y	0.456		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.817	0.874		−◎	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.268	−0.075	−0.183		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.125	−0.283	−0.264	−0.244		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.216	0.381	0.384	0.297	−0.732		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.215	0.330	0.350	0.280	−0.580	0.968		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.133	−0.316	−0.293	−0.236	0.568	−0.503	−0.410		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.133	0.459	0.389	0.294	−0.591	0.732	0.671	−0.697		◎
1/ρ Lab採取	0.128	0.445	0.375	0.271	−0.520	0.707	0.669	−0.564	0.978	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.170）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.130）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.109）

表 3.8　全サンプル管（木造 152 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：木造（152）

n=152	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−◎		◎	◎		△	△
Hmax/Y	0.632		◎		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.898	0.906			−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.237	0.027	−0.114		−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
ρ min現地	−0.114	−0.341	−0.258	−0.308		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.246	0.504	0.430	0.309	−0.721		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.252	0.466	0.412	0.275	−0.577	0.971		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.124	−0.327	−0.259	−0.350	0.606	−0.521	−0.426		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.143	0.412	0.321	0.348	−0.609	0.759	0.700	−0.704		◎
1/ρ Lab採取	0.144	0.377	0.303	0.295	−0.531	0.733	0.698	−0.570	0.977	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.209）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.159）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.134）

表 3.9　全サンプル管（鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造 78 データ）の単相関分析結果

A+B　全種：鉄筋コンクリート（78）

n=78	Hmax	Hmax /Y	Hmax /√Y	P/S max	ρ min現地	1/√ρ min現地	1/ρ min現地	ρ Lab採取	1/√ρ Lab採取	1/ρ Lab採取
Hmax		◎	◎	−○						
Hmax/Y	0.400		◎	△	−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
Hmax/√Y	0.790	0.866			−◎	◎	◎	−◎	◎	◎
P/Smax	−0.272	0.188	−0.011		−△	◎	◎	−○	◎	◎
ρ min現地	−0.141	−0.329	−0.304	−0.209		−◎	−◎	◎	−◎	−◎
1/√ρ min現地	0.159	0.456	0.409	0.355	−0.760		◎	−◎	◎	◎
1/ρ min現地	0.149	0.402	0.369	0.346	−0.597	0.964		−◎	◎	◎
ρ Lab採取	−0.123	−0.363	−0.328	−0.237	0.497	−0.472	−0.385		−◎	−◎
1/√ρ Lab採取	0.076	0.549	0.437	0.457	−0.568	0.700	0.647	−0.673		◎
1/ρ Lab採取	0.067	0.540	0.422	0.454	−0.507	0.681	0.649	−0.547	0.980	

◎：危険率　1%で有意　（｜r｜≧0.290）
○：危険率　5%で有意　（｜r｜≧0.223）
△：危険率10%で有意　（｜r｜≧0.188）

添付資料④　長尺管最大腐食深さの極値分布（1/4）

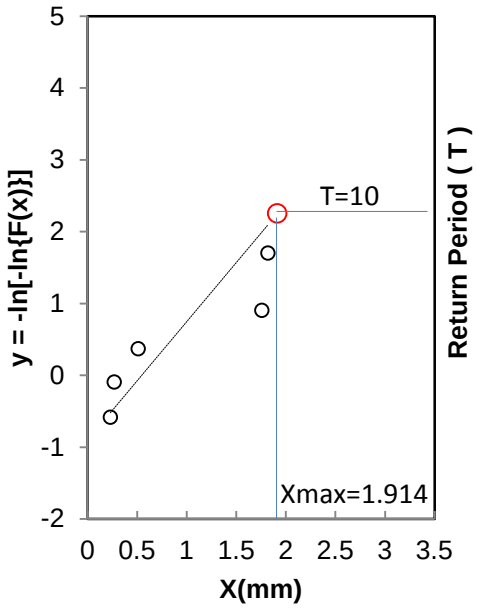


図 7.1 極値統計解析結果 No.01-102

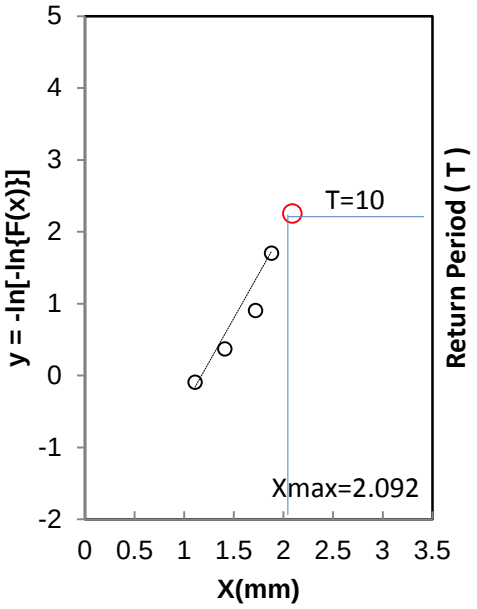


図 7.2 極値統計解析 No.03-101

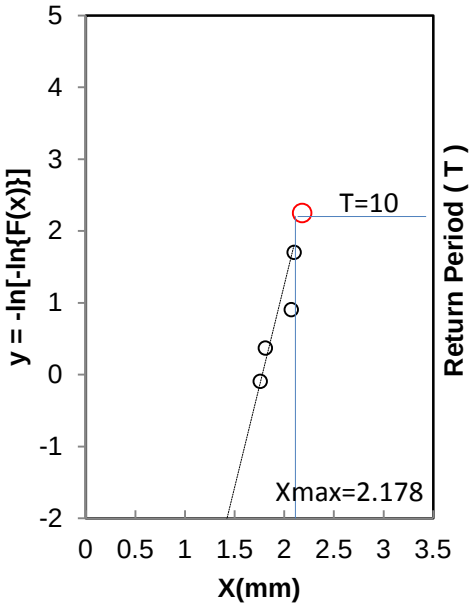


図 7.3 極値統計解析結果 No.12-103

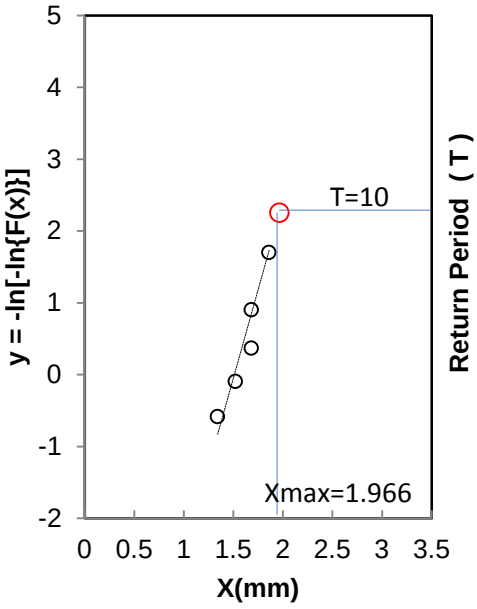


図 7.4 極値統計解析結果 No.01-101

添付資料④　長尺管最大腐食深さの極値分布（2/4）

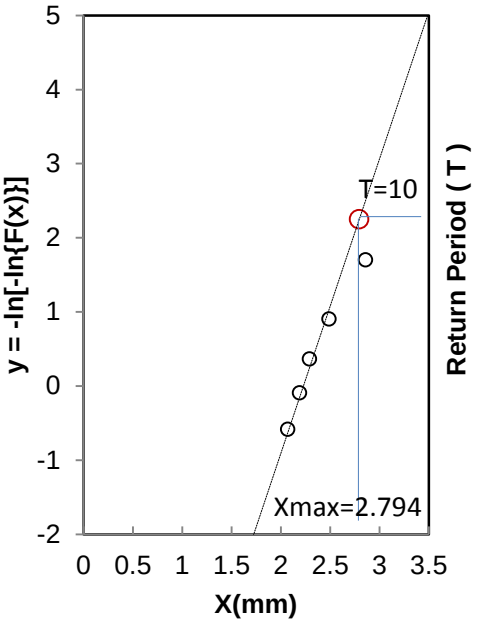


図 7.5 極値統計解析結果 No.09-122

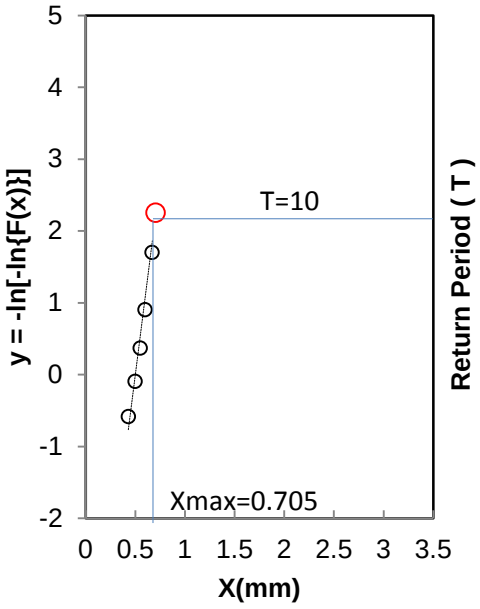


図 7.6 極値統計解析結果 No.10-102

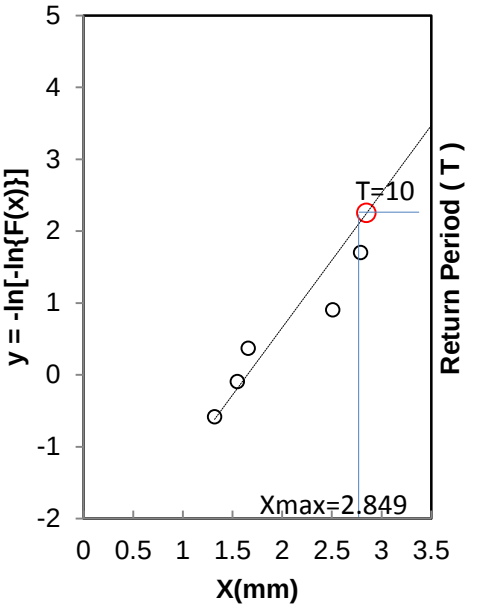


図 7.7 極値統計解析結果 No.07-101

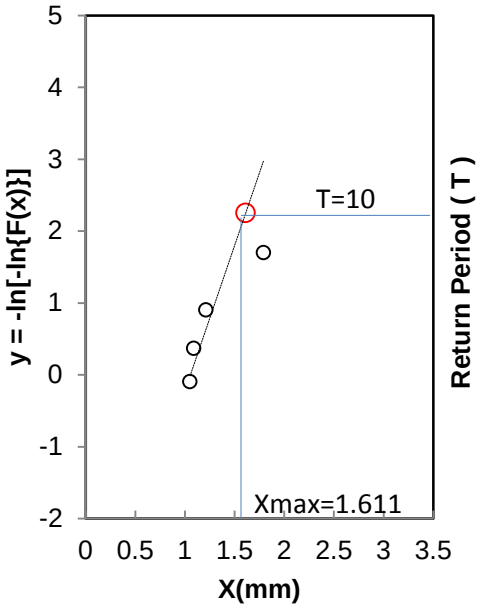


図 7.8 極値統計解析結果 No.06-101

添付資料④　長尺管最大腐食深さの極値分布（3/4）

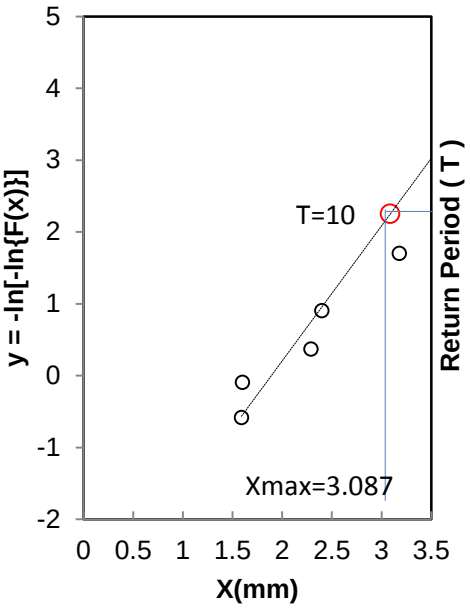


図 7.9 極値統計解析結果 No.08-103

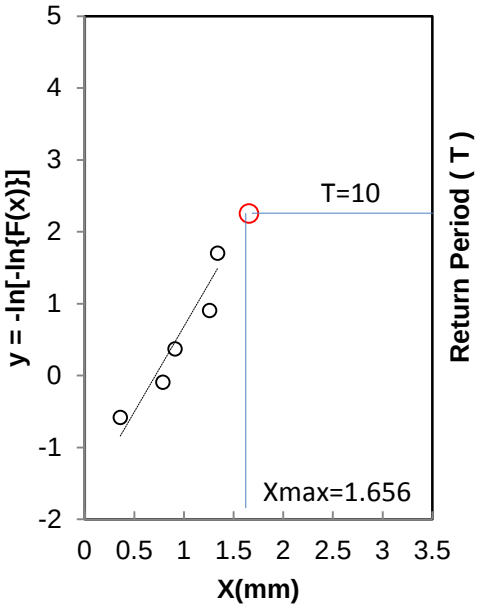


図 7.10 極値統計解析結果 No.11-107

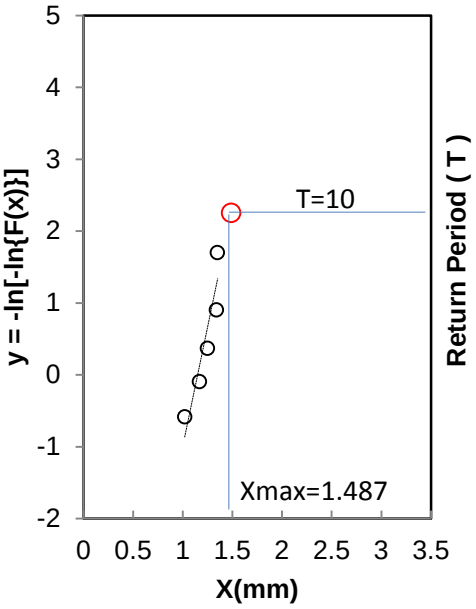


図 7.11 極値統計解析結果 No.05-121

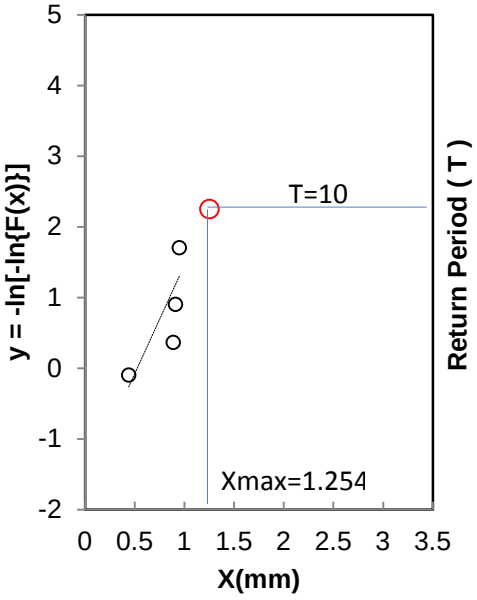


図 7.12 極値統計解析結果 No.02-101

添付資料④　長尺管最大腐食深さの極値分布（4/4）

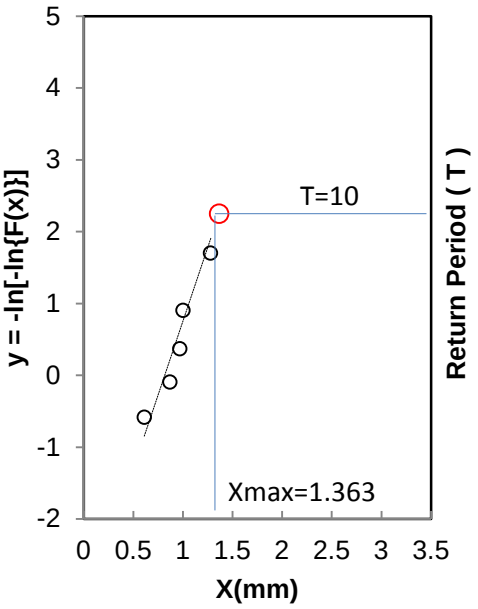


図 7.13 極値統計解析結果 No.08-115

電子データ資料リスト

＜TITLE＞

別表1 サンプル管採取場所及び環境一覧表

別表2　土壌環境因子現地調査結果

別表3　現地採取土壌ラボ試験結果

別表4 サンプル管肉厚測定結果一覧表

別表5 H29Fy統計基本データ一覧表

別表6　S60Fy統計基本データ一覧表

別表1　サンプル管採取場所及び環境一覧表

連番	サンプルNo.	事業者	口径（A）	建物構造	埋設年（西暦）	埋設経過年	埋設深度（cm）	現場の表層	同穴別穴	絶縁処置の有無	電位測定実施日	サンプリング実施日
1	01-101	北海道	25	木造	1980	37	80	土	同穴	無	11月7日	11月7日
2	01-102	北海道	25	木造	1980	37	80	土	別穴	無	10月20日	10月20日
3	01-103	北海道	25	木造	1973	44	85	土	同穴	無	11月10日	11月10日
4	02-101	仙台	25	木造	1965	52	25	土	別穴	無	9月27日	10月11日
5	02-102	仙台	25	木造	1973	44	30	土	同穴	無	10月23日	10月26日
6	02-103	仙台	25	木造	1970	47	25	土	同穴	無	10月27日	11月2日
7	02-104	仙台	25	木造	1969	48	15	土	同穴	無	11月28日	11月29日
8	03-101	北陸	25	鉄筋	1980	37	13	As	同穴	有	10月18日	10月31日
9	03-103	北陸	25	木造	1970	47	38	Co	同穴	無	11月8日	11月14日
10	03-104	北陸	40	鉄筋	1977	40	31	土	同穴	無	11月9日	11月10日
11	03-202	北陸	25	木造	1972	45	23	Co	別穴	無	11月1日	11月15日
12	03-204	北陸	25	木造	1976	41	20	土	別穴	無	10月30日	10月30日
13	04-101	京葉	25	木造	1977	40	20	土	別穴	有	10月24日	10月24日
14	04-102	京葉	25	木造	1978	39	18	土	同穴	無	10月25日	10月26日
15	04-103	京葉	25	木造	1979	38	13	土	同穴	無	11月10日	11月11日
16	05-101	東京	40	木造	1979	38	30	土	同穴	無	11月28日	12月5日
17	05-102	東京	25	木造	1967	50	40	Co	同穴	無	11月6日	11月7日
18	05-103	東京	25	木造	1957	60	12	Co	同穴	無	10月27日	10月28日
19	05-104	東京	25	木造	1954	63	30	As	同穴	無	11月15日	11月16日
20	05-111	東京	25	木造	1971	46	30	Co	同穴	無	10月24日	10月25日
21	05-112	東京	40	木造	1950	67	25	土	同穴	無	11月27日	12月2日
22	05-121	東京	25	木造	1966	51	27	土	別穴	無	10月18日	10月18日
23	05-122	東京	40	鉄筋	1941	76	43	土	同穴	無	10月30日	10月30日
24	05-123	東京	32	木造	1969	48	35	Co	別穴	無	11月9日	11月9日
25	05-124	東京	25	木造	1967	50	24	土	別穴	無	11月10日	11月10日
26	05-125	東京	25	木造	1955	62	18	土	同穴	無	11月13日	11月13日
27	05-131	東京	40	木造	1963	54	45	土	同穴	無	11月24日	11月24日
28	05-133	東京	32	木造	1967	50	40	土	別穴	無	11月27日	11月27日
29	05-135	東京	25	木造	1972	45	17	土	同穴	無	12月7日	12月7日
30	05-141	東京	32	木造	1972	45	27	土	同穴	無	11月14日	11月14日
31	05-151	東京	25	木造	1971	46	24	土	同穴	無	11月22日	12月5日
32	05-152	東京	25	木造	1967	50	27	土	同穴	無	12月7日	12月8日
33	05-161	東京	32	木造	1966	51	40	Co	同穴	無	9月15日	9月16日
34	05-162	東京	32	鉄筋	1965	52	77	As	同穴	無	10月17日	10月28日
35	05-163	東京	25	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	10月31日	11月16日
36	05-165	東京	40	木造	1976	41	30	土	同穴	無	11月11日	11月13日
37	05-166	東京	25	木造	1963	54	30	Co	同穴	無	11月18日	11月20日
38	06-101	静岡	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	10月5日	10月27日
39	06-102	静岡	25	木造	1973	44	3	土	別穴	無	10月5日	10月20日
40	06-103	静岡	32	木造	1981	36	15	土	同穴	無	10月23日	11月20日
41	07-101	中部	40	木造	1969	48	40	土	同穴	無	10月30日	10月30日
42	07-102	中部	25	木造	1983	34	10	土	同穴	無	11月1日	11月6日
43	07-103	中部	40	鉄筋	1978	39	23	As	同穴	無	11月10日	11月10日
44	08-101	東邦	32	木質系	1971	46	30	土	別穴	無	9月22日	9月22日
45	08-102	東邦	40	木質系	1964	53	55	土	同穴	無	9月27日	9月27日
46	08-103	東邦	50	鉄筋系	1968	49	40～70	土	同穴	無	10月10日	11月1日
47	08-104	東邦	25	木質系	1957	60	35	CO	同穴	無	10月6日	10月6日
48	08-105	東邦	32	木質系	1957	60	12	土	別穴	無	10月13日	10月13日
49	08-106	東邦	32	木質系	1972	45	14	CO	同穴	無	10月19日	10月19日
50	08-107	東邦	32	木質系	1955	62	10	CO	別穴	無	10月24日	10月24日
51	08-108	東邦	32	木質系	1975	42	24	土	同穴	無	10月27日	10月27日
52	08-109	東邦	32	木質系	1966	51	35	土	別穴	無	10月31日	10月31日
53	08-110	東邦	25	木質系	1977	40	35	土	別穴	無	11月7日	11月7日
54	08-111	東邦	32	木質系	1980	37	40	土	別穴	無	11月9日	11月10日
55	08-112	東邦	32	木質系	1973	44	40	CO	同穴	無	11月15日	11月15日

56	08-113	東邦	50	鉄筋系	1972	45	55	CO	同穴	無	11月24日	11月24日
57	08-114	東邦	32	木質系	1976	41	10	土	別穴	無	12月1日	12月1日
58	08-115	東邦	32	木質系	1951	66	35～50	土	別穴	無	12月8日	12月8日
59	09-101	大阪	25	木造	1962	55	25	土	同穴	無	9月19日	9月20日
60	09-104	大阪	25	木造	1965	52	32	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
61	09-105	大阪	25	木造	1974	43	40	Co	同穴	無	10月3日	10月3日
62	09-108	大阪	25	木造	1966	51	70	Co	同穴	無	10月5日	10月5日
63	09-109	大阪	25	木造	1963	54	42	Co	同穴	無	10月13日	10月13日
64	09-116	大阪	25	木造	1959	58	22	Co	同穴	無	10月18日	10月19日
65	09-118	大阪	50	鉄筋系	1959	58	65	Co	同穴	無	10月18日	10月18日
66	09-120	大阪	50	鉄筋系	1962	55	60	Co	同穴	無	10月23日	10月23日
67	09-122	大阪	80	鉄筋	1973	44	60	Co	同穴	無	10月25日	10月25日
68	09-125	大阪	40	木造	1963	54	40	土	同穴	無	11月2日	11月2日
69	09-127	大阪	40	木造	1959	58	28	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
70	09-128	大阪	25	木造	1950	67	30	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
71	09-129	大阪	25	木造	1962	55	26	Co	同穴	無	11月8日	11月8日
72	09-131	大阪	32	木造	1961	56	15	Co	同穴	無	11月9日	11月11日
73	09-133	大阪	32	木造	1964	53	13	土	同穴	無	11月9日	11月10日
74	09-134	大阪	32	木造	1950	67	160	土	同穴	無	11月14日	11月24日
75	09-137	大阪	25	木造	1960	57	40	Co	同穴	無	11月16日	11月16日
76	09-140	大阪	50	鉄骨	1964	53	17	Co	同穴	無	11月21日	11月21日
77	09-142	大阪	25	木造	1961	56	27	土	同穴	無	11月21日	11月27日
78	09-143	大阪	25	木造	1963	54	24	土	同穴	無	11月21日	11月27日
79	09-145	大阪	25	木造	1964	53	26	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
80	09-146	大阪	40	鉄骨	1966	51	19	Co	同穴	無	11月22日	11月22日
81	09-148	大阪	25	木造	1962	55	46	土	同穴	無	11月27日	11月27日
82	09-150	大阪	25	木造	1953	64	20	Co	同穴	無	11月30日	11月30日
83	09-152	大阪	25	木造	1962	55	45	土	同穴	無	12月1日	12月1日
84	09-153	大阪	25	木造	1952	65	29	Co	同穴	無	12月6日	12月6日
85	09-154	大阪	25	木造	1964	53	21	土	同穴	無	12月6日	12月11日
86	09-156	大阪	50	鉄筋	1956	61	30	土	同穴	無	12月8日	12月8日
87	09-157	大阪	32	木造	1966	51	19	Co	同穴	無	12月12日	12月12日
88	09-158	大阪	32	木造	1957	60	45	Co	同穴	無	12月13日	12月14日
89	09-159	大阪	32	木造	1970	47	43	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
90	09-160	大阪	32	木造	1960	57	65	Co	同穴	無	12月14日	12月14日
91	10-101	広島	25	木造	1973	44	13	土	別穴	無	9月13日	11月2日
92	10-102	広島	25	木造	1970	47	20	土	同穴	無	9月20日	9月20日
93	10-103	広島	32	鉄筋	1976	41	40	Co	同穴	無	10月2日	10月10日
94	10-104	広島	32	木造	1978	39	27	土	別穴	無	10月13日	10月13日
95	10-105	広島	25	木造	1971	46	12	土	同穴	無	10月18日	10月27日
96	10-106	広島	25	木造	1968	49	40	土	同穴	無	11月28日	11月28日
97	11-101	四国	80	鉄筋系	1976	41	11	土	別穴	無	11月22日	12月6日
98	11-102	四国	80	鉄筋系	1976	41	22	土	別穴	無	11月22日	12月8日
99	11-103	四国	80	鉄筋系	1976	41	15	土	別穴	無	11月22日	12月11日
100	11-105	四国	25	木造	1973	44	13	土	同穴	無	12月12日	12月13日
101	11-107	四国	25	木造	1968	49	10	Co	同穴	無	9月11日	9月11日
102	11-108	四国	80	鉄筋系	1978	39	26	土	別穴	無	10月12日	10月30日
103	11-110	四国	50	鉄筋系	1976	41	60	土	同穴	無	11月10日	11月16日
104	11-111	四国	40	鉄筋系	1976	41	40	土	同穴	無	11月10日	11月16日
105	11-112	四国	40	鉄筋系	1976	41	35	土	同穴	無	11月10日	11月16日
106	11-113	四国	25	木造	1962	55	30	土	同穴	無	10月18日	10月18日
107	11-114	四国	25	木造	1972	45	10	土	同穴	無	11月17日	11月21日
108	11-115	四国	25	木造	1982	35	22	土	別穴	無	11月27日	11月27日
109	12-101	西部	25	木造	1977	40	16	土	同穴	無	10月4日	10月5日
110	12-102	西部	32	木造	1977	40	20	土	同穴	無	10月4日	10月11日
111	12-103	西部	32	木造	1977	40	10～26	土	同穴	無	11月7日	11月10日
112	12-104	西部	25	木造	1969	48	20	土	別穴	無	11月28日	12月2日

別表2　土壌環境因子現地調査結果

連番	サンプルNo.	事業者	口径 （A）	長・短	サンプル採取位置	現地測定								備考
						管対地電位（mV）				土壌抵抗率（Ω・cm）			接地抵抗（Ω）	
						直近値	最大値	平均値	最小値	最小値（N=3平均	最小値（全測定）	平均値		
1	01-101	北海道	25	長管C	4、5m	-577、-580	-562	-575	-590	3,767	3,500	5,089	2.8	
2	01-102	北海道	25	長管A	10m	-595	-540	-570	-597	5,667	4,100	6,833	84.5	
3	01-103	北海道	25	短管	27.5m	-407	-350	-364	-407	57,667	40,000	69,444	79.3	
4	02-101	仙台	25	長管D	5m	-555	-555	-582	-620	9,327	6,280	12,321	3.8	
5	02-102	仙台	25	短管	1.0m	-550	-540	-546	-550	11,300	10,900	12,512	35.0	
6	02-103	仙台	25	短管	3.6m	-660	-660	-664	-670	6,743	6,350	8,858	14.1	
7	02-104	仙台	25	短管	1.0m	-530	-515	-523	-530	16,900	15,500	22,217	48.0	
8	03-101	北陸	25	長管C	8～10m	-420～440	-370	-408	-440	25,167	13,500	83,295	6.0	
9	03-103	北陸	25	短管	1m	-460	-455	-461	-475	51,000	49,000	60,222	31.0	
10	03-104	北陸	40	短管	2、2.5m	-420、-440	-365	-419	-445	54,000	53,000	68,278	18.0	
11	03-202	北陸	25	短管	2、2.5m	-390、-400	-390	-420	-450	24,667	23,000	52,000	18.5	
12	03-204	北陸	25	短管	3m	-470	-460	-468	-475	7,667	7,000	28,788	20.0	
13	04-101	京葉	25	短管	0.5m	-1280	-1270	-1274	-1280	3,333	2,900	3,483	82.0	電防有(現地確認)
14	04-102	京葉	25	短管	2m	-580～620	-580	-624	-650	9,800	9,500	10,650	9.8	
15	04-103	京葉	25	短管	4m	-670	-665	-669	-670	5,617	5,400	6,892	26.0	
16	05-101	東京	40	短管	0.5～5m	-470～480	-400	-476	-550	6,133	4,600	8,844	2.8	
17	05-102	東京	25	短管	2m	-360	-270	-342	-400	11,567	11,200	11,567	—	
18	05-103	東京	25	短管	7m	-490	-440	-464	-490	6,167	4,800	10,750	8.0	
19	05-104	東京	25	短管	5m付近	-540	-530	-555	-570	2,933	2,700	5,380	8.5	
20	05-111	東京	25	短管	6.5m	-500	-400	-430	-500	2,800	2,400	4,767	1.9	
21	05-112	東京	40	短管	0m	-280	-270	-287	-300	20,667	18,000	41,667	4.7	
22	05-121	東京	25	長管A	7m	-510	-450	-488	-515	10,000	8,000	16,200	3.5	
23	05-122	東京	40	短管	2m	-360	-325	-396	-450	12,333	10,000	16,750	1.8	
24	05-123	東京	32	短管	10～13m	-340～390	-190	-300	-390	6,000	5,000	8,667	7.5	
25	05-124	東京	25	短管	1m	-380	-340	-373	-400	13,000	12,000	20,750	17.0	
26	05-125	東京	25	短管	1.5m	-450	-430	-438	-450	14,333	14,000	15,000	9.0	
27	05-131	東京	40	短管	3m	-530	-510	-550	-630	6,333	5,000	12,111	7.0	
28	05-133	東京	32	短管	12m付近	-510～520	-510	-515	-520	9,300	8,500	9,900	25.0	
29	05-135	東京	25	短管	0m	-540	-465	-503	-540	13,000	11,000	17,778	80.0	
30	05-141	東京	32	短管	1m	-610	-580	-593	-610	11,333	10,000	13,000	10.0	
31	05-151	東京	25	短管	4m	-320	-260	-294	-320	14,667	12,000	20,333	17.5	
32	05-152	東京	25	短管	5m	-395	-380	-402	-420	21,000	18,000	24,083	10.0	
33	05-161	東京	32	短管	2m付近	-460	-450	-469	-500	1,800	1,800	3,900	3.2	
34	05-162	東京	32	短管	26m	-310	-310	-364	-420	6,533	5,800	8,742	4.0	
35	05-163	東京	25	短管	1m	-420	-420	-434	-460	23,000	21,000	25,000	2.0	
36	05-165	東京	40	短管	22.5m	-480～510	-450	-475	-510	4,000	3,000	8,100	70.0	
37	05-166	東京	25	短管	0.5m	-450	-440	-444	-450	2,667	2,400	2,667	68.0	
38	06-101	静岡	25	長管A	0～2m	-260～320	-260	-310	-350	43,000	31,000	124,000	166.0	
39	06-102	静岡	25	短管	1m	-400	-340	-381	-400	13,167	8,500	21,417	25.0	
40	06-103	静岡	32	短管	5～8m	-535～545	-515	-537	-555	3,500	3,100	16,457	57.3	
41	07-101	中部	40	長管C	10m	-400	-370	-400	-450	9,333	7,000	30,833	24.0	
42	07-102	中部	25	短管	1.5m	-480	-460	-474	-490	8,333	8,100	18,667	10.0	
43	07-103	中部	40	短管	1.5m	-560	-540	-561	-600	23,667	22,000	32,667	28.0	
44	08-101	東邦	32	短管	2、2.5m	-490、-500	-460	-483	-500	3,730	3,400	8,253	5.3	
45	08-102	東邦	40	短管	2、2.5m	-380、-400	-380	-396	-420	9,950	8,800	10,817	23.0	
46	08-103	東邦	50	長管③	0.3～3m	-290～300	-255	-289	-300	14,333	11,000	26,189	17.0	
47	08-104	東邦	25	短管	2.5m	-540	-540	-550	-560	8,300	7,600	9,133	37.0	
48	08-105	東邦	32	短管	1、1.5m	-415、-440	-360	-414	-470	15,000	13,000	33,144	27.0	
49	08-106	東邦	32	短管	4m	-610	-590	-612	-630	1,417	1,300	3,617	9.8	
50	08-107	東邦	32	短管	1、1.5m	-390、-410	-380	-401	-410	4,700	3,800	6,050	72.0	
51	08-108	東邦	32	短管	0.5m	-560	-540	-548	-560	15,733	14,600	20,308	30.0	
52	08-109	東邦	32	短管	2、2.5m	-510、-520	-490	-510	-520	21,333	18,000	27,667	70.0	
53	08-110	東邦	25	短管	4m	-420	-360	-396	-440	18,333	11,000	29,111	20.0	
54	08-111	東邦	32	短管	1.5m	-530	-500	-527	-545	18,333	16,000	21,333	7.0	
55	08-112	東邦	32	短管	4.5、5m	-430、-460	-430	-471	-480	5,467	4,200	7,400	2.5	
56	08-113	東邦	50	短管	0.5m	-520	-520	-539	-580	6,300	5,700	7,958	11.0	
57	08-114	東邦	32	短管	2m	-560	-500	-543	-570	13,167	10,500	18,611	8.7	
58	08-115	東邦	32	長管④	3m	-560	-520	-548	-570	18,333	16,000	30,567	23.0	
59	09-101	大阪	25	短管	3m	-656	-656	-659	-662	32,333	31,000	45,333	1.2	
60	09-104	大阪	25	短管	1m	-640	-540	-572	-594	4,267	3,400	4,967	1.2	
61	09-105	大阪	25	短管	0、0.5m	-530、-560	-530	-545	-560	3,367	3,100	5,600	—	
62	09-108	大阪	25	短管	2.6m	-604	-526	-575	-604	4,567	4,300	6,317	7.0	
63	09-109	大阪	25	短管	0.5m	-562	-556	-565	-580	35,000	32,000	46,500	1.2	
64	09-116	大阪	25	短管	1m	-598	-540	-565	-598	28,667	28,000	28,667	—	
65	09-118	大阪	50	短管	4m	-486	-380	-455	-582	6,867	6,600	7,500	0.6	
66	09-120	大阪	50	短管	1.5m	-480	-446	-468	-480	3,433	2,900	6,333	3.4	
67	09-122	大阪	80	長延長80AA	0.5m	-226	-218	-274	-350	5,800	5,000	11,067	0.4	
68	09-125	大阪	40	短管	1.5m	-375	-350	-366	-375	14,667	13,500	19,167	35.0	
69	09-127	大阪	40	短管	1m	-642	-604	-643	-698	21,000	17,000	21,000	0.7	
70	09-128	大阪	25	短管	0m	-486	-486	-497	-514	4,467	4,100	4,467	—	
71	09-129	大阪	25	短管	2m	-756	-738	-763	-796	9,400	9,000	9,400	—	
72	09-131	大阪	32	短管	5m	-628	-522	-569	-628	7,883	6,900	16,082	9.1	
73	09-133	大阪	32	短管	0m	-510	-504	-507	-510	18,333	16,000	23,500	15.0	
74	09-134	大阪	32	短管	5m付近	-552	-536	-552	-562	2,867	2,800	15,733	0.9	
75	09-137	大阪	25	短管	2.5m	-675	-625	-686	-800	12,667	11,000	13,667	2.5	
76	09-140	大阪	50	短管	0.5m	-335	-335	-358	-390	6,167	5,700	6,167	—	
77	09-142	大阪	25	短管	0.5m	-530	-520	-530	-540	17,000	14,000	19,000	250.0	
78	09-143	大阪	25	短管	20m	-600	-480	-586	-615	17,667	16,000	26,467	7.7	

79	09-145	大阪	25	短管	0、0.5m	-550、-580	-550	-565	-580	5,667	5,400	5,667	—	
80	09-146	大阪	40	短管	2m	-345	-345	-466	-615	5,133	4,600	5,133	—	
81	09-148	大阪	25	短管	1m	-545	-515	-540	-560	29,000	26,000	31,833	510.0	
82	09-150	大阪	25	短管	1m	-585	-575	-584	-595	8,333	7,000	8,833	—	
83	09-152	大阪	25	短管	2m	-1120	-1010	-1,042	-1120	9,400	9,000	11,867	—	電防有(P/Sより)
84	09-153	大阪	25	短管	1.4m	-540	-400	-458	-540	15,667	14,000	15,667	8.3	
85	09-154	大阪	25	短管	1m	-590	-580	-588	-595	18,333	14,000	20,167	69.0	
86	09-156	大阪	50	短管	14.8m	-390	-320	-374	-500	31,000	29,000	64,048	2.5	
87	09-157	大阪	32	短管	4m	-380	-380	-439	-520	37,000	35,000	37,000	—	
88	09-158	大阪	32	短管	3m	-440	-360	-437	-460	4,967	4,600	8,817	38.0	
89	09-159	大阪	32	短管	1m	-1060	-900	-990	-1060	7,133	6,900	7,133	2.0	電防有(P/Sより)
90	09-160	大阪	32	短管	2.5m	-670	-640	-654	-670	7,367	6,600	7,367	67.0	
91	10-101	広島	25	短管	0.5m	-440	-415	-436	-450	945	925	7,949	23.0	
92	10-102	広島	25	長管A	0.5m	-430	-430	-437	-445	15,667	15,500	29,667	25.0	
93	10-103	広島	32	短管	0.5m	-445	-420	-452	-490	6,667	6,000	10,333	11.5	
94	10-104	広島	32	短管	14m	-520	-435	-483	-520	32,733	32,000	63,683	20.0	
95	10-105	広島	25	短管	0.5m	-465	-465	-474	-495	16,833	16,500	31,750	13.5	
96	10-106	広島	25	短管	7m	-550	-430	-504	-560	21,667	20,000	37,333	760.0	
97	11-101	四国	80	短管	1m	-250	-170	-303	-430	11,667	11,000	24,067	0.9	
98	11-102	四国	80	短管	1m	-280	-140	-306	-380	6,133	6,000	18,720	6.0	
99	11-103	四国	80	短管	1m	-440	-300	-440	-530	7,267	6,900	15,893	0.2	
100	11-105	四国	25	短管	7m	-280	-260	-284	-330	18,167	18,000	34,278	34.0	
101	11-107	四国	25	長管A	8m付近	-520	-470	-512	-540	16,167	16,000	18,167	31.0	
102	11-108	四国	80	短管	20m	-310	-310	-345	-430	34,667	34,500	41,400	100.0	
103	11-110	四国	50	短管	2.5m	-310	-260	-308	-370	10,833	10,500	11,444	1.0	
104	11-111	四国	40	短管	2.5m	-300	-240	-285	-330	24,167	24,000	26,833	0.6	
105	11-112	四国	40	短管	2.5m	-290	-160	-267	-340	15,167	15,000	25,944	1.1	
106	11-113	四国	25	短管	15m付近	-520	-485	-506	-520	4,050	4,000	6,104	5.8	
107	11-114	四国	25	短管	5m	-512	-512	-591	-662	12,333	12,000	20,042	1.6	
108	11-115	四国	25	短管	14.5m付近	-400	-390	-409	-440	32,667	32,500	49,033	7.6	
109	12-101	西部	25	短管	0.5m	-515	-480	-490	-515	17,333	15,000	24,167	12.0	
110	12-102	西部	32	短管	2m	-580	-530	-562	-600	2,067	1,500	3,283	1.7	
111	12-103	西部	32	長管B	1m付近	-470	-435	-456	-470	5,167	2,900	13,056	5.4	
112	12-104	西部	25	短管	4m	-480	-440	-469	-480	2,200	1,700	2,850	8.2	

別表3　現地採取土壌ラボ試験結果

連番	サンプルNo.	地形	表層地質	土壌種類	土壌抵抗率（採取） Ω・cm	土壌抵抗率（飽和） Ω・cm	酸化還元電位 mV	含水比 %	pH (H20)	体積密度（乾燥） g/cm3	体積密度（湿潤） g/cm3
1	01-101 ①	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,391	2,367	671	40.4	6.8	1.25	1.75
	01-101 ②	扇状地性低地	礫層堆積物	灰色低地土	2,774	2,763	548	34.9	7.3	1.37	1.85
2	01-102	三角州性低地	粘土堆積物	灰色低地土	6,262	6,194	693	22.8	6.8	1.57	1.93
3	01-103	石狩湾岸低地	砂堆積物	砂丘未熟土	73,903	34,668	698	14.9	6.4	1.24	1.42
4	02-101 ①	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	5,955	5,794	635	26.8	7.8	1.43	1.81
	02-101 ②	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	6,981	6,067	618	32.4	8.2	1.33	1.76
5	02-102	砂礫台地	礫砂堆積物	褐色森林土	16,398	11,039	642	9.4	7.9	1.44	1.58
6	02-103	丘陵地（人工改変地）	火山性堆積物（集塊岩）	褐色森林土	7,980	7,520	649	31.7	7.9	1.27	1.68
7	02-104	砂礫台地（人工改変地）	礫砂シルト堆積物	赤黄色土	24,219	5,972	570	23.6	8.3	0.92	1.14
8	03-101 ①	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	51,400	35,766	627	60.3	7.6	1.27	2.03
	03-101 ②	三角州性低地	泥シルト堆積物	褐色低地土	26,352	19,459	588	16.3	7.8	1.57	1.82
9	03-103	低地（被覆砂丘）	砂丘砂堆積物	砂丘未熟土	23,416	12,356	624	9.3	9.0	1.51	1.65
10	03-104	三角州低地（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	12,406	8,783	690	17.0	7.2	1.39	1.63
11	03-202	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	18,387	7,730	419	15.5	9.0	1.39	1.60
12	03-204	谷底平野	泥がち堆積物	灰色低地土	13,038	11,468	686	25.1	7.2	1.34	1.67
13	04-101	埋立地	埋立地堆積物	灰色低地土	2,716	1,877	557	26.0	8.8	1.24	1.57
14	04-102	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	3,024	1,787	599	24.0	8.0	1.33	1.65
15	04-103	盛土（人工改変地）	埋立地堆積物	灰色低地土	7,236	6,616	613	24.1	8.4	1.35	1.68
16	05-101	谷底低地（人工改変地）	砂礫沖積層	灰色低地土	14,021	5,992	623	25.6	7.9	1.00	1.26
17	05-102	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,628	7,959	557	20.9	8.5	1.48	1.80
18	05-103	砂州低地	砂堆積物	灰色低地土	7,754	4,283	548	43.9	8.3	0.81	1.17
19	05-104	谷底低地（人工改変地）	泥沖積層	灰色低地土	5,590	5,195	611	29.3	8.2	1.35	1.75
20	05-111	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	2,442	1,845	530	44.6	7.4	0.86	1.25
21	05-112	下末吉段丘（人工改変地）	下末吉ローム層	黒ボク土	66,183	21,271	643	72.9	7.2	0.59	1.02
22	05-121 ①	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	6,339	6,342	596	34.6	7.7	1.40	1.89
	05-121 ②	後背湿地低地（人工改変地）	沖積層	灰色低地土	7,703	7,522	597	37.1	7.5	1.29	1.77
23	05-122	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,676	5,066	620	59.4	7.3	0.79	1.27
24	05-123	武蔵野段丘台地	武蔵野ローム層	黒ボク土	6,694	2,204	686	57.1	6.6	0.67	1.05
25	05-124	立川段丘台地（人工改変地）	立川ローム層	黒ボク土	6,942	4,851	627	34.4	7.6	1.06	1.43
26	05-125	下末吉段丘面台地	下末吉ローム層	黒ボク土	72,054	13,994	617	45.2	7.9	0.70	1.01
27	05-131	干拓地埋立地	砂沖積層	造成土	1,447	1,290	597	35.8	7.9	1.15	1.57
28	05-133	谷底平野後背湿地（人工改変地）	砂沖積層	灰色低地土	4,694	4,608	617	34.3	7.8	1.34	1.80
29	05-135	干拓地（人工改変地）	黒土沖積層	造成土	13,138	9,917	603	37.8	8.1	1.12	1.55
30	05-141	砂礫台地（切土）	ローム層	黒ボク土	5,770	5,689	644	92.8	7.0	0.76	1.46
31	05-151	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	12,227	7,447	675	72.2	6.5	0.71	1.22
32	05-152	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	21,926	14,669	618	55.3	7.3	0.85	1.32
33	05-161	盛土（人工改変地）	泥堆積物	灰色低地土	1,415	1,355	590	70.2	7.3	0.91	1.54
34	05-162	盛土地（人工改変地）	泥砂堆積物	褐色森林土	10,258	5,194	586	49.2	8.1	0.79	1.18
35	05-163	武蔵野段丘	武蔵野ローム層	黒ボク土	57,928	25,726	679	94.3	7.2	0.48	0.94
36	05-165	自然堤防（人工改変地）	砂堆積物	灰色低地土	3,879	3,108	629	38.9	7.1	1.06	1.47
37	05-166	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	2,019	1,968	469	49.3	7.5	1.13	1.69
38	06-101 ①	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	50,468	38,935	744	12.9	5.8	1.52	1.72
	06-101 ②	三角州性低地	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	42,648	31,142	699	12.5	6.3	1.51	1.70
39	06-102	低地（古期砂堆地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	6,313	5,733	685	25.0	5.9	1.27	1.59
40	06-103	三角州性低地	砂堆積物	灰色低地土	36,885	11,538	409	12.4	9.0	1.46	1.64
41	07-101 ①	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	27,706	16,350	626	20.3	8.1	1.56	1.88
	07-101 ②	中位段丘砂礫台地	砂礫堆積物	黄色土	16,572	9,575	596	15.5	7.9	1.36	1.57
42	07-102	中位段丘	礫層堆積物	灰色台地土	12,211	9,282	666	24.7	7.9	1.29	1.60
43	07-103	上位段丘	礫層堆積物	灰色低地土	6,190	2,619	530	13.5	8.0	1.40	1.59
44	08-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	黄色土	6,389	5,563	763	21.4	4.9	1.49	1.81
45	08-102	上位段丘	礫粘土堆積物	褐色森林土	8,877	7,432	649	21.5	7.3	1.46	1.78
46	08-103 ①	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	8,829	7,678	632	13.6	8.2	1.66	1.89
	08-103 ②	自然堤防低地	砂層堆積物	褐色低地土	12,089	8,795	592	20.8	8.5	1.47	1.77
47	08-104	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	6,096	6,034	709	28.2	6.4	1.54	1.97
48	08-105	丘陵地	砂泥互層堆積物	褐色森林土	324,086	42,107	706	16.7	5.2	0.94	1.09
49	08-106	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	1,834	1,833	582	36.8	7.8	1.28	1.75
50	08-107	盛土（人工改変地）	砂泥堆積物	陸成未熟土	9,359	6,656	479	19.0	8.8	1.41	1.68
51	08-108	段丘（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	黄色土	62,882	42,625	760	23.1	6.1	1.32	1.63
52	08-109	谷底平野（人工改変地）	泥砂礫互層堆積物	灰色低地土	7,134	6,379	629	18.6	7.5	1.52	1.80

53	08-110	谷底平野（盛土）	砂泥堆積物	灰色低地土	16,037	13,219	694	14.2	7.0	1.59	1.82
54	08-111	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	23,406	19,923	632	11.5	7.3	1.64	1.83
55	08-112	段丘（人工改変地）	礫層堆積物	黄色土	16,129	11,398	605	17.6	8.3	1.38	1.62
56	08-113	上位段丘（人工改変地）	礫堆積物	褐色森林土	7,485	7,349	586	18.9	8.1	1.73	2.06
57	08-114	段丘（人工改変地）	礫堆積物	黄色土	10,397	9,148	584	14.9	8.4	1.68	1.93
58	08-115 ①	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	22,975	15,971	655	16.0	7.3	1.43	1.66
	08-115 ②	盛土（人工改変地）	泥砂堆積物	灰色低地土	23,057	21,396	666	24.5	7.1	1.46	1.81
59	09-101	砂礫台地	礫粘土堆積物	灰色台地土	3,590	3,119	615	19.3	8.3	1.57	1.88
60	09-104	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	8,422	7,482	613	25.1	7.4	1.46	1.83
61	09-105	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,110	4,725	384	34.6	8.4	1.35	1.82
62	09-108	砂礫台地	礫泥堆積物	灰色低地土	4,197	3,879	422	29.7	7.8	1.37	1.78
63	09-109	旧河道	礫砂堆積物	灰色低地土	17,999	9,313	635	28.4	7.9	1.07	1.37
64	09-116	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	20,766	18,181	531	14.0	8.8	1.85	2.11
65	09-118	天井川自然堤防	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	5,194	5,119	477	20.4	7.5	1.76	2.12
66	09-120	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	14,163	7,304	613	13.1	8.5	1.25	1.41
67	09-122 ①	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	9,441	6,687	581	14.3	8.6	1.61	1.84
	09-122 ②	扇状地谷底低地	礫がち堆積物	灰色低地土	6,582	5,598	381	13.9	8.7	1.82	2.07
68	09-125	三角州低地砂礫台地	泥礫堆積物	灰色低地土	15,517	14,222	766	15.5	5.0	1.70	1.96
69	09-127	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	9,666	8,396	529	16.4	8.5	1.32	1.53
70	09-128	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,052	502	26.0	8.2	1.47	1.85
71	09-129	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	6,426	6,287	626	18.4	7.7	1.70	2.01
72	09-131	谷底平野氾濫原	泥砂礫堆積物	灰色低地土	5,117	4,915	550	23.2	8.4	1.51	1.87
73	09-133	自然堤防	泥砂礫堆積物	灰色低地土	24,899	10,834	554	16.3	8.5	1.28	1.49
74	09-134	砂礫台地（人工改変地）	礫がち堆積物	灰色台地土	1,590	1,574	657	26.7	7.3	1.50	1.90
75	09-137	谷底平野氾濫原	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	10,464	10,239	496	19.6	9.1	1.72	2.06
76	09-140	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	10,866	3,602	334	17.8	8.6	1.15	1.35
77	09-142	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	19,241	4,201	574	22.6	7.7	0.88	1.08
78	09-143	沿岸砂丘	礫砂泥堆積物	灰色低地土	28,894	18,938	581	11.8	8.7	1.66	1.86
79	09-145	三角州性低地	泥砂堆積物	灰色低地土	10,361	6,575	596	34.5	7.9	0.93	1.25
80	09-146	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	12,023	9,145	549	17.6	8.7	1.39	1.63
81	09-148	沿岸低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,241	7,038	595	24.8	8.4	1.25	1.56
82	09-150	沿岸低地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	7,353	5,740	675	37.9	7.0	1.12	1.55
83	09-152	砂礫台地	低位礫堆積物	灰色台地土	8,432	6,698	649	25.8	7.2	1.34	1.68
84	09-153	三角州性低地	泥堆積物	灰色低地土	41,808	19,132	558	12.4	8.4	1.57	1.77
85	09-154	扇状地	礫砂粘土堆積物	灰色低地土	57,388	6,282	608	10.5	7.8	1.18	1.31
86	09-156	低地（人工改変地）	砂礫がち堆積物	造成土	57,351	16,552	617	9.9	8.1	1.32	1.45
87	09-157	沿岸砂州	礫砂堆積物	灰色低地土	31,534	18,824	519	10.8	8.8	1.49	1.65
88	09-158	砂礫台地	礫堆積物	灰色台地土	5,305	4,481	538	23.3	8.6	1.53	1.89
89	09-159	砂礫台地	礫堆積物	グライ土	4,835	4,812	156	20.7	7.1	1.77	2.14
90	09-160	谷底平野氾濫原	泥堆積物	灰色低地土	5,583	5,558	649	24.7	7.2	1.72	2.14
91	10-101	山麓傾斜面	花崗岩堆積物	残積性未熟土	1,677	1,093	607	16.6	7.7	1.54	1.80
92	10-102 ①	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	20,297	12,236	605	16.3	8.3	1.38	1.61
	10-102 ②	山麓地（人工改変地）	花崗岩質堆積物	陸成未熟土	26,418	12,055	638	15.7	7.5	1.32	1.53
93	10-103	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	9,524	5,326	584	11.5	8.3	1.55	1.73
94	10-104	三角州性低地	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	19,157	13,095	534	16.6	8.7	1.52	1.77
95	10-105	丘陵地（人工改変地）	花崗岩安山岩堆積物	陸成未熟土	8,806	6,573	585	14.2	8.5	1.51	1.72
96	10-106	谷底平野氾濫原	砂粘土礫堆積物	灰色低地土	31,976	14,431	572	12.5	8.1	1.37	1.55
97	11-101	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	7,090	4,476	634	12.9	8.2	1.55	1.75
98	11-102	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	13,765	8,306	655	13.3	7.9	1.82	2.06
99	11-103	丘陵地	花崗閃緑岩堆積物	黄色土	4,182	1,496	622	15.7	7.4	1.71	1.98
100	11-105	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	14,019	10,039	604	15.2	8.3	1.46	1.68
101	11-107 ①	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	12,229	8,639	946	17.1	5.0	1.47	1.73
	11-107 ②	干拓地埋立地	砂堆積物（海成層）	灰色低地土	2,512	1,124	771	8.1	7.5	1.68	1.82
102	11-108	三角州性低地(旧海低地)	粘土シルト堆積物	灰色低地土	15,411	5,823	593	10.9	8.3	1.47	1.63
103	11-110	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	6,465	5,884	562	15.2	8.4	1.65	1.90
104	11-111	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	13,366	6,301	535	12.7	8.7	1.41	1.59
105	11-112	扇状地性低地	泥がち堆積物	灰色低地土	8,165	6,744	580	18.0	8.7	1.40	1.65
106	11-113	三角州性低地（冠水）	礫砂泥堆積物	グライ土	5,238	2,939	674	38.8	7.0	0.75	1.04
107	11-114	三角州性低地	礫砂泥堆積物	灰色低地土	15,490	11,631	616	16.6	7.2	1.59	1.86
108	11-115	三角州性低地（冠水地域）	花崗岩破砕堆積物	未熟土	60,638	44,728	714	9.1	6.5	1.63	1.78
109	12-101	砂礫台地谷底平野	砂泥礫堆積物	灰色低地土	2,955	1,535	225	14.8	8.3	1.49	1.71
110	12-102	丘陵（人工改変地）	砂岩シルト岩	褐色森林土	3,061	3,304	568	49.5	5.3	1.15	1.73

111	12-103 ①	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	5,710	2,240	606	13.3	7.9	1.35	1.53
	12-103 ②	砂礫台地（人工改変地）	花崗岩堆積物	褐色森林土	23,971	14,153	591	17.9	7.9	1.34	1.58
112	12-104	丘陵地	砂岩シルト岩堆積物	褐色森林土	4,231	3,939	724	32.8	6.2	1.28	1.70
産総研	02-101 延長	砂礫台地	泥岩砂岩	褐色森林土	7,235	6,880	635	22.6	7.9	1.58	1.93

別表4　サンプル管肉厚測定結果一覧表

No.	事業者	ｻﾝﾌﾟﾙNo.	種類	口径	測定結果(mm)		
					最大肉厚	最小肉厚	最大腐食深さ(減肉量)
1	北海道ガス	01-101C-5	長延長	25A	3.28	1.42	1.86
2	北海道ガス	01-102A-4	長延長	25A	3.28	1.46	1.82
3	北海道ガス	01-103-2	短管	25A	3.46	2.59	0.87
4	仙台市ガス局	02-101D-2	長延長	25A	3.67	2.78	0.89
5	仙台市ガス局	02-102-2	短管	25A	3.55	3.14	0.41
6	仙台市ガス局	02-103-3	短管	25A	3.95	2.56	1.39
7	仙台市ガス局	02-104-2	短管	25A	3.92	3.01	0.91
8	北陸ガス	03-101C-2	長延長	25A	3.57	1.69	1.88
9	北陸ガス	03-103-2	短管	25A	3.42	0.00	3.42
10	北陸ガス	03-104-3	短管	40A	3.61	1.98	1.63
11	北陸ガス	03-202-2	短管	25A	3.21	1.25	1.96
12	北陸ガス	03-204-1	短管	25A	3.33	0.47	2.86
13	京葉ガス	04-101-1	短管	25A	3.34	2.14	1.20
14	京葉ガス	04-102-1	短管	25A	3.45	2.19	1.26
15	京葉ガス	04-103-1	短管	25A	3.21	2.25	0.96
16	東京ガス	05-101-3	短管	25A	3.22	2.11	1.11
17	東京ガス	05-102-2	短管	25A	3.40	1.02	2.38
18	東京ガス	05-103-4	短管	25A	3.24	1.15	2.09
19	東京ガス	05-104-2	短管	25A	3.35	0.94	2.41
20	東京ガス	05-111-5	短管	25A	3.37	0.00	3.37
21	東京ガス	05-112-4	短管	40A	3.45	1.92	1.53
22	東京ガス	05-121A-4	長延長	25A	3.52	2.18	1.34
23	東京ガス	05-122-1	短管	40A	4.22	1.57	2.65
24	東京ガス	05-123-1	短管	32A	3.41	0.40	3.01
25	東京ガス	05-124-1	短管	25A	3.39	1.74	1.65
26	東京ガス	05-125-1	短管	25A	3.83	1.49	2.34
27	東京ガス	05-131-2	短管	40A	3.70	2.58	1.12
28	東京ガス	05-133-1	短管	32A	3.76	2.67	1.09
29	東京ガス	05-135-2	短管	25A	3.48	2.00	1.48
30	東京ガス	05-141-1	短管	32A	3.32	1.83	1.49
31	東京ガス	05-151-2	短管	25A	3.34	2.16	1.18
32	東京ガス	05-152-2	短管	25A	3.25	2.70	0.55
33	東京ガス	05-161-1	短管	32A	3.34	1.33	2.01
34	東京ガス	05-162-2	短管	32A	3.54	1.75	1.79
35	東京ガス	05-163-1	短管	25A	3.64	2.34	1.30
36	東京ガス	05-165-1	短管	40A	3.76	2.25	1.51
37	東京ガス	05-166-3	短管	25A	3.64	0.00	3.64
38	静岡ガス	06-101A-3	長延長	25A	3.14	1.35	1.79
39	静岡ガス	06-102-1	短管	25A	3.20	2.22	0.98
40	静岡ガス	06-103-2	短管	32A	4.07	3.30	0.77
41	中部ガス	07-101C-3	長延長	40A	4.01	1.22	2.79
42	中部ガス	07-102-1	短管	25A	3.33	2.09	1.24
43	中部ガス	07-103-3	短管	40A	3.64	0.00	3.64
44	東邦ガス	08-101-2	短管	32A	3.38	2.41	0.97
45	東邦ガス	08-102-1	短管	40A	3.91	2.46	1.45
46	東邦ガス	08-103C-4	長延長	50A	4.04	0.86	3.18
47	東邦ガス	08-104-1	短管	25A	3.47	1.51	1.96
48	東邦ガス	08-105-2	短管	32A	3.49	2.12	1.37
49	東邦ガス	08-106-1	短管	32A	3.82	0.00	3.82
50	東邦ガス	08-107-1	短管	32A	3.54	2.30	1.24
51	東邦ガス	08-108-1	短管	32A	3.78	3.39	0.39
52	東邦ガス	08-109-3	短管	32A	3.45	0.99	2.46
53	東邦ガス	08-110-3	短管	25A	3.30	1.93	1.37
54	東邦ガス	08-111-2	短管	32A	3.64	2.80	0.84
55	東邦ガス	08-112-2	短管	32A	3.70	1.34	2.36
56	東邦ガス	08-113-2	短管	50A	3.68	1.79	1.89
57	東邦ガス	08-114-1	短管	32A	3.51	2.66	0.85
58	東邦ガス	08-115D-2	長延長	32A	3.85	2.57	1.28
59	大阪ガス	09-101-2	短管	25A	3.24	2.74	0.50
60	大阪ガス	09-104-1	短管	25A	3.73	2.81	0.92
61	大阪ガス	09-105-1	短管	25A	3.22	1.34	1.88
62	大阪ガス	09-108-1	短管	25A	3.22	2.63	0.59
63	大阪ガス	09-109-1	短管	25A	3.42	2.19	1.23
64	大阪ガス	09-116枝番無	短管	25A	3.08	0.80	2.28
65	大阪ガス	09-118-1	短管	50A	4.16	0.56	3.60

66	大阪ガス	09-120-4	短管	50A	4.06	2.48	1.58
67	大阪ガス	09-122A-4	長延長	80A	4.31	1.45	2.86
68	大阪ガス	09-125-1	短管	40A	3.57	1.97	1.60
69	大阪ガス	09-127-2	短管	40A	4.10	0.94	3.16
70	大阪ガス	09-128-1	短管	25A	3.38	0.00	3.38
71	大阪ガス	09-129-2	短管	25A	3.51	1.53	1.98
72	大阪ガス	09-131-2	短管	32A	3.63	2.21	1.42
73	大阪ガス	09-133-4	短管	32A	3.55	2.81	0.74
74	大阪ガス	09-134-2	短管	32A	3.57	0.00	3.57
75	大阪ガス	09-137-2	短管	25A	3.30	1.41	1.89
76	大阪ガス	09-140-2	短管	50A	3.53	2.02	1.51
77	大阪ガス	09-142-2	短管	25A	4.08	2.55	1.53
78	大阪ガス	09-143-2	短管	25A	3.28	2.58	0.70
79	大阪ガス	09-145-1	短管	25A	3.58	1.14	2.44
80	大阪ガス	09-146-2	短管	40A	3.71	2.17	1.54
81	大阪ガス	09-148-1	短管	25A	3.28	1.56	1.72
82	大阪ガス	09-150-2	短管	25A	3.40	1.44	1.96
83	大阪ガス	09-152-2	短管	25A	3.43	3.13	0.30
84	大阪ガス	09-153-2	短管	25A	3.40	2.03	1.37
85	大阪ガス	09-154D-1	短管	25A	3.28	2.92	0.36
86	大阪ガス	09-156-2	短管	50A	3.86	3.15	0.71
87	大阪ガス	09-157-1	短管	32A	3.52	1.57	1.95
88	大阪ガス	09-158-1	短管	32A	3.53	2.00	1.53
89	大阪ガス	09-159-2	短管	32A	3.51	2.05	1.46
90	大阪ガス	09-160-2	短管	32A	3.57	1.30	2.27
91	広島ガス	10-101-3	短管	25A	3.58	0.00	3.58
92	広島ガス	10-102A-3	長延長	25A	3.47	2.80	0.67
93	広島ガス	10-103-1	短管	32A	3.63	1.98	1.65
94	広島ガス	10-104-1	短管	32A	3.63	3.14	0.49
95	広島ガス	10-105-3	短管	25A	3.34	2.21	1.13
96	広島ガス	10-106-3	短管	25A	3.38	2.04	1.34
97	四国ガス	11-101-1	短管	80A	4.07	3.33	0.74
98	四国ガス	11-102-2	短管	80A	4.01	1.68	2.33
99	四国ガス	11-103-1	短管	80A	4.08	3.38	0.70
100	四国ガス	11-105-3	短管	50A	3.31	1.99	1.32
101	四国ガス	11-107A-1	長延長	25A	3.35	2.09	1.26
102	四国ガス	11-108-3	短管	80A	4.53	3.08	1.45
103	四国ガス	11-110-3	短管	50A	3.85	1.60	2.25
104	四国ガス	11-111-2	短管	40A	3.60	2.10	1.50
105	四国ガス	11-112-3	短管	40A	3.87	1.64	2.23
106	四国ガス	11-113-3	短管	25A	3.55	2.72	0.83
107	四国ガス	11-114-3	短管	25A	3.26	1.94	1.32
108	四国ガス	11-115-2	短管	25A	3.42	2.68	0.74
109	西部ガス	12-101-2	短管	25A	3.24	2.21	1.03
110	西部ガス	12-102-1	短管	32A	3.59	1.70	1.89
111	西部ガス	12-103B-3	長延長	32A	3.41	1.34	2.07
112	西部ガス	12-104-2	短管	25A	3.34	1.78	1.56
産総研	仙台市	A-3	長長延長		3.54	2.39	1.15
		B-2	長長延長		3.64	2.57	1.07

ｻﾝﾌﾟﾙNo. **短管(例)01-103-2** **長延長(例)01-101C-5**

補足説明 事業者番号ー整理番号ー管位置番号 事業者番号ー整理番号･切出短管番号ー管位置番号

別表5　H29Fy統計基本データー覧表

A. 亜鉛メッキ管(74)　内訳:　木造(64)+鉄筋コンクリート(10)

グループ	No	サンプル No.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	肉厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	-mV	-mV	-mV	Ω・cm	Ω	Ω・cm	Ω・cm	mV	mV	%	-
WZ30	1	07-102	25	1983	34	3.33	2.09	1.24	480	460	490	8,333	10	12,211	9,282	666	925	24.7	7.9
	2	11-115	25	1982	35	3.42	2.68	0.74	400	390	440	32,667	8	60,638	44,728	714	887	9.1	6.5
	3	06-103	25	1981	36	4.07	3.30	0.77	540	515	555	3,500	57	36,885	11,538	409	733	12.4	9.0
	4	01-101	25	1980	37	3.28	1.42	1.86	579	562	590	3,767	3	2,582	2,565	610	815	37.6	7.0
	5	01-102	25	1980	37	3.28	1.46	1.82	595	540	597	5,667	85	6,262	6,194	693	884	22.8	6.8
	6	08-111	32	1980	37	3.64	2.80	0.84	530	500	545	18,333	7	23,406	19,923	632	852	11.5	7.3
	7	04-103	25	1979	38	3.21	2.25	0.96	670	665	670	5,617	26	7,236	6,616	613	902	24.1	8.4
	8	05-101	40	1979	38	3.22	2.11	1.11	475	400	550	6,133	3	14,021	5,992	623	881	25.6	7.9
	9	04-102	25	1978	39	3.45	2.19	1.26	600	580	650	9,800	10	3,024	1,787	599	865	24.0	8.0
	10	10-104	32	1978	39	3.63	3.14	0.49	520	435	520	32,733	20	19,157	13,095	534	839	16.6	8.7
WZ40	1	04-101	25	1977	40	3.34	2.14	1.20	1,280	1,270	1,280	3,333	82	2,716	1,877	557	870	26.0	8.8
	2	08-110	25	1977	40	3.30	1.93	1.37	420	360	440	18,333	20	16,037	13,219	694	900	14.2	7.0
	3	12-101	25	1977	40	3.24	2.21	1.03	515	480	515	17,333	12	2,955	1,535	225	506	14.8	8.3
	4	12-102	32	1977	40	3.59	1.70	1.89	580	530	600	2,067	2	3,061	3,304	568	668	49.5	5.3
	5	12-103	32	1977	40	3.41	1.34	2.07	470	435	470	5,167	5	14,840	8,197	599	856	15.6	7.9
	6	03-204	25	1976	41	3.33	0.47	2.86	470	460	475	7,667	20	13,038	11,468	686	901	25.1	7.2
	7	05-165	40	1976	41	3.76	2.25	1.51	495	450	510	4,000	70	3,879	3,108	629	837	38.9	7.1
	8	08-114	32	1976	41	3.51	2.66	0.85	560	500	570	13,167	9	10,397	9,148	584	873	14.9	8.4
	9	08-108	32	1975	42	3.78	3.39	0.39	560	540	560	15,733	30	62,882	42,625	760	909	23.1	6.1
	10	01-103	25	1973	44	3.46	2.59	0.87	407	350	407	57,667	79	73,903	34,668	698	867	14.9	6.4
	11	02-102	25	1973	44	3.55	3.14	0.41	550	540	550	11,300	35	16,398	11,039	642	899	9.4	7.9
	12	06-102	25	1973	44	3.20	2.22	0.98	400	340	400	13,167	25	6,313	5,733	685	823	25.0	5.9
	13	08-112	32	1973	44	3.70	1.34	2.36	445	430	480	5,467	3	16,129	11,398	605	888	17.6	8.3
	14	10-101	25	1973	44	3.58	0.00	3.58	440	415	450	945	23	1,677	1,093	607	850	16.6	7.7
	15	11-105	25	1973	44	3.31	1.99	1.32	280	260	330	18,167	34	14,019	10,039	604	884	15.2	8.3
	16	03-202	25	1972	45	3.21	1.25	1.96	395	390	450	24,667	19	18,387	7,730	419	742	15.5	9.0
	17	05-135	25	1972	45	3.48	2.00	1.48	540	465	540	13,000	80	13,138	9,917	603	874	37.8	8.1
	18	05-141	32	1972	45	3.32	1.83	1.49	610	580	610	11,333	10	5,770	5,689	644	849	92.8	7.0
	19	08-106	32	1972	45	3.82	0.00	3.82	610	590	630	1,417	10	1,834	1,833	582	834	36.8	7.8
	20	11-114	32	1972	45	3.26	1.94	1.32	512	512	662	12,333	2	15,490	11,631	616	834	16.6	7.2
	21	05-111	25	1971	46	3.37	0.00	3.37	500	400	500	2,800	2	2,442	1,845	530	755	44.6	7.4
	22	05-151	25	1971	46	3.34	2.16	1.18	320	260	320	14,667	18	12,227	7,447	675	850	72.2	6.5
	23	08-101	32	1971	46	3.38	2.41	0.97	495	460	500	3,730	5	6,389	5,563	763	840	21.4	4.9
	24	10-105	25	1971	46	3.34	2.21	1.13	465	465	495	16,833	14	8,806	6,573	585	878	14.2	8.5
	25	02-103	25	1970	47	3.95	2.56	1.39	660	660	670	6,743	14	7,980	7,520	649	908	31.7	7.9
	26	03-103	25	1970	47	3.42	0.00	3.42	460	455	475	51,000	31	23,416	12,356	624	949	9.3	9.0
	27	10-102	25	1970	47	3.47	2.80	0.67	430	430	445	15,667	25	23,358	12,146	622	878	16.0	7.9
	28	02-104	25	1969	48	3.92	3.01	0.91	530	515	530	16,900	48	24,219	5,972	570	850	23.6	8.3
	29	05-123	32	1969	48	3.41	0.40	3.01	365	190	390	6,000	8	6,694	2,204	686	864	57.1	6.6
	30	06-101	25	1969	48	3.14	1.35	1.79	290	260	350	43,000	166	46,558	35,039	722	869	12.7	6.1
	31	12-104	32	1969	48	3.34	1.78	1.56	480	440	480	2,200	8	4,231	3,939	724	877	32.8	6.2
	32	07-101	32	1969	48	4.01	1.22	2.79	400	370	450	9,333	24	22,139	12,963	611	876	17.9	8.0
	33	10-106	25	1968	49	3.38	2.04	1.34	550	430	560	21,667	760	31,976	14,431	572	841	12.5	8.1
	34	11-107	25	1968	49	3.35	2.09	1.26	520	470	540	16,167	31	7,370	4,882	859	1,016	12.6	6.2
WZ50	1	05-102	25	1967	50	3.40	1.02	2.38	360	270	400	11,567	-	9,628	7,959	557	849	20.9	8.5
	2	05-124	25	1967	50	3.39	1.74	1.65	380	340	400	13,000	17	6,942	4,851	627	869	34.4	7.6
	3	05-133	32	1967	50	3.76	2.67	1.09	515	510	520	9,300	25	4,694	4,608	617	871	34.3	7.8
	4	05-152	25	1967	50	3.25	2.70	0.55	395	380	420	21,000	10	21,926	14,669	618	842	55.3	7.3
	5	05-121	25	1966	51	3.52	2.18	1.34	510	450	515	10,000	4	7,021	6,932	597	837	35.9	7.6
	6	05-161	32	1966	51	3.34	1.33	2.01	460	450	500	1,800	3	1,415	1,355	590	811	70.2	7.3
	7	08-109	32	1966	51	3.45	0.99	2.46	515	490	520	21,333	70	7,134	6,379	629	860	18.6	7.5
	8	02-101	25	1965	52	3.67	2.78	0.89	555	555	620	9,327	4	6,468	5,931	627	890	29.6	8.0
	9	08-102	40	1964	53	3.91	2.46	1.45	390	380	420	9,950	23	8,877	7,432	649	872	21.5	7.3
	10	05-131	40	1963	54	3.70	2.58	1.12	530	510	630	6,333	7	1,447	1,290	597	852	35.8	7.9
	11	05-166	25	1963	54	3.64	0.00	3.64	450	440	450	2,667	68	2,019	1,968	469	702	49.3	7.5
	12	11-113	25	1962	55	3.55	2.72	0.83	520	485	520	4,050	6	5,238	2,939	674	877	38.8	7.0
WZ60	1	05-103	25	1957	60	3.24	1.15	2.09	490	440	490	6,167	8	7,754	4,283	548	828	43.9	8.3
	2	08-104	25	1957	60	3.47	1.51	1.96	540	540	560	8,300	37	6,096	6,034	709	879	28.2	6.4
	3	08-105	32	1957	60	3.49	2.12	1.37	428	360	470	15,000	27	324,086	42,107	706	802	16.7	5.2
	4	05-125	25	1955	62	3.83	1.49	2.34	450	430	450	14,333	9	72,054	13,994	617	873	45.2	7.9
	5	08-107	32	1955	62	3.54	2.30	1.24	400	380	410	4,700	72	9,359	6,656	479	791	19.0	8.8
	6	05-104	25	1954	63	3.35	0.94	2.41	540	530	570	2,933	9	5,590	5,195	611	889	29.3	8.2
	7	08-115	32	1951	66	3.85	2.57	1.28	560	520	570	18,333	23	23,016	18,684	661	876	20.3	7.2
	8	05-112	40	1950	67	3.45	1.92	1.53	280	270	300	20,667	5	66,183	21,271	643	859	72.9	7.2
CZ30	1	03-101	25	1980	37	3.57	1.69	1.88	430	370	440	25,167	6	38,876	27,613	608	854	38.3	7.7
	2	07-103	40	1978	39	3.64	0.00	3.64	560	540	600	23,667	28	6,190	2,619	530	793	13.5	8.0
	3	11-108	80	1978	39	4.53	3.08	1.45	310	310	430	34,667	100	15,411	5,823	593	875	10.9	8.3
CZ40	1	03-104	40	1977	40	3.61	1.98	1.63	430	365	445	54,000	18	12,406	8,783	690	903	17.0	7.2
	2	10-103	32	1976	41	3.63	1.98	1.65	445	420	490	6,667	12	9,524	5,326	584	868	11.5	8.3
	3	08-113	50	1972	45	3.68	1.79	1.89	520	520	580	6,300	11	7,485	7,349	586	857	18.9	8.1
	4	08-103	50	1968	49	4.04	0.86	3.18	295	255	300	14,333	17	10,459	8,237	612	896	17.2	8.3
CZ50	1	05-162	32	1965	52	3.54	1.75	1.79	310	310	420	6,533	4	10,258	5,194	586	854	49.2	8.1
CZ60	1	05-163	32	1956	61	3.64	2.34	1.30	420	420	460	23,000	2	57,928	25,726	679	894	94.3	7.2
CZ70	1	05-122	40	1941	76	4.22	1.57	2.65	360	325	450	12,333	2	6,676	5,066	620	840	59.4	7.3

B. アスファルトジュート巻き管（38） 内訳： 木造（26） ＋鉄筋コンクリート（12）

グループ	No	サンプル No.	口径	埋設年	埋設経過年 Y	肉厚測定値		最大腐食深さ Hmax	現地測定環境因子					ラボ測定環境因子					
						Max	Min		P/S 直近値	P/S Max	P/S Min	ρ Min(ave.)	接地抵抗	ρ Lab 採取	ρ Lab 飽和	酸化還元電位	Redox 電位	含水比	pH
			A	西暦	年	mm	mm	mm	−mV	−mV	−mV	Ω・cm	Ω	Ω・cm	Ω・cm	mV	mV	%	−
WA40	1	09−105	25	1974	43	3.22	1.34	1.88	545	530	560	3,367	−	5,110	4,725	384	674	34.6	8.4
	2	09−159	32	1970	47	3.51	2.05	1.46	1,060	900	1,060	7,133	2	4,835	4,812	156	367	20.7	7.1
WA50	1	09−108	25	1966	51	3.22	2.63	0.59	604	526	604	4,567	7	4,197	3,879	422	675	29.7	7.8
	2	09−157	32	1966	51	3.52	1.57	1.95	380	380	520	37,000	−	31,534	18,824	519	832	10.8	8.8
	3	09−104	25	1965	52	3.73	2.81	0.92	640	540	594	4,267	1	8,422	7,482	613	842	25.1	7.4
	4	09−133	32	1964	53	3.55	2.81	0.74	510	504	510	18,333	15	24,899	10,834	554	850	16.3	8.5
	5	09−145	25	1964	53	3.58	1.14	2.44	565	550	580	5,667	−	10,361	6,575	596	852	34.5	7.9
	6	09−154	25	1964	53	3.28	2.92	0.36	590	580	595	18,333	69	57,388	6,282	608	859	10.5	7.8
	7	09−109	25	1963	54	3.42	2.19	1.23	562	556	580	35,000	1	17,999	9,313	635	893	28.4	7.9
	8	09−125	40	1963	54	3.57	1.97	1.60	375	350	375	14,667	35	15,517	14,222	766	851	15.5	5.0
	9	09−143	25	1963	54	3.28	2.58	0.70	600	480	615	17,667	8	28,894	18,938	581	884	11.8	8.7
	10	09−101	25	1962	55	3.24	2.74	0.50	656	656	662	32,333	1	3,590	3,119	615	895	19.3	8.3
	11	09−129	25	1962	55	3.51	1.53	1.98	756	738	796	9,400	−	6,426	6,287	626	871	18.4	7.7
	12	09−148	25	1962	55	3.28	1.56	1.72	545	515	560	29,000	510	14,241	7,038	595	882	24.8	8.4
	13	09−152	25	1962	55	3.43	3.13	0.30	1,120	1,010	1,120	9,400	−	8,432	6,698	649	864	25.8	7.2
	14	09−131	32	1961	56	3.63	2.21	1.42	628	522	628	7,883	9	5,117	4,915	550	839	23.2	8.4
	15	09−142	25	1961	56	4.08	2.55	1.53	530	520	540	17,000	250	19,241	4,201	574	822	22.6	7.7
	16	09−137	25	1960	57	3.30	1.41	1.89	675	625	800	12,667	3	10,464	10,239	496	826	19.6	9.1
	17	09−160	32	1960	57	3.57	1.30	2.27	670	640	670	7,367	67	5,583	5,558	649	867	24.7	7.2
	18	09−116	25	1959	58	3.08	0.80	2.28	598	540	598	28,667	−	20,766	18,181	531	841	14.0	8.8
	19	09−127	40	1959	58	4.10	0.94	3.16	642	604	698	21,000	1	9,666	8,396	529	825	16.4	8.5
WA60	1	09−158	32	1957	60	3.53	2.00	1.53	440	360	460	4,967	38	5,305	4,481	538	835	23.3	8.6
	2	09−150	25	1953	64	3.40	1.44	1.96	585	575	595	8,333	−	7,353	5,740	675	878	37.9	7.0
	3	09−153	25	1952	65	3.40	2.03	1.37	540	400	540	15,667	8	41,808	19,132	558	847	12.4	8.4
	4	09−128	25	1950	67	3.38	0.00	3.38	486	486	514	4,467	−	5,583	5,052	502	779	26.0	8.2
	5	09−134	32	1950	67	3.57	0.00	3.57	552	536	562	2,867	1	1,590	1,574	657	881	26.7	7.3
CA40	1	11−110	50	1976	41	3.85	1.60	2.25	310	260	370	10,833	1	6,465	5,884	562	852	15.2	8.4
	2	11−111	40	1976	41	3.60	2.10	1.50	300	240	330	24,167	1	13,366	6,301	535	838	12.7	8.7
	3	11−112	40	1976	41	3.87	1.64	2.23	290	160	340	15,167	1	8,165	6,744	580	884	18.0	8.7
	4	11−101	80	1976	41	4.07	3.33	0.74	250	170	430	11,667	1	7,090	4,476	634	909	12.9	8.2
	5	11−102	80	1976	41	4.01	1.68	2.33	280	140	380	6,133	6	13,765	8,306	655	914	13.3	7.9
	6	11−103	80	1976	41	4.08	3.38	0.70	440	300	530	7,267	0	4,182	1,496	622	848	15.7	7.4
	7	09−122	80	1973	44	4.31	1.45	2.86	226	218	350	5,800	0	8,012	6,143	481	782	14.1	8.6
CA50	1	09−146	40	1966	51	3.71	2.17	1.54	345	345	615	5,133	−	12,023	9,145	549	856	17.6	8.7
	2	09−140	50	1964	53	3.53	2.02	1.51	335	335	390	6,167	−	10,866	3,602	334	634	17.8	8.6
	3	09−120	50	1962	55	4.06	2.48	1.58	480	446	480	3,433	3	14,163	7,304	613	907	13.1	8.5
	4	09−118	50	1959	58	4.16	0.56	3.60	486	380	582	6,867	1	5,194	5,119	477	712	20.4	7.5
CA60	1	09−156	50	1956	61	3.86	3.15	0.71	390	320	500	31,000	3	57,351	16,552	617	884	9.9	8.1

（グループ記号）

W:木造（建物）
C:鉄筋コンクリート造／鉄骨造（建物）
Z:亜鉛メッキ管
A:アスファルトジュート巻き管
数字（30～70）:埋設経過年10年区分

（着色データ）

0.00	（肉厚測定値Min）	： 貫通管（本資料では貫通補正未実施）
1280他	（P/S測定値）	： 電気防食有（腐食統計より除外）
324,086	（土壌抵抗率異常値）	： 土壌抵抗率に関する統計から除外

別表6　S60Fy統計基本データー覧表（1／2）

A. 亜鉛メッキ管　［前回（S60Fy）調査　木造（32）＋鉄筋コンクリート（34）］

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度（昭和）	埋設経過年 Y	最大腐食深さ Hmax (mm)	管対地電位 P/Snob (-mV)	土壌抵抗率 ρmin (Ω･cm)	土壌抵抗率 ρBOX (Ω･cm)	酸化還元電位　ORP (mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位 RED (mV)
WZ１０	1	東部	25	49	10	0.59	612	3,800	3,750	60	258
	2	東部	25	45	14	0.83	724	6,410	4,480	165	399
	3	東京	25	45	14	1.63	476	5,610	4,390	190	436
	4	東京	25	45	14	1.48	471	5,750	*4,350*	270	468
	5	東京	25	45	14	1.41	440	3,360	4,360	200	422
	6	東京	25	45	14	1.86	556	3,540	4,080	190	424
	7	東京	25	45	14	2.43	508	1,550	2,900	280	486
	8	東京	25	44	15	0.88	661	2,010	2,660	*230*	398
	9	北海道	25	43	16	0.59	686	9,690	4,480	240	490
	10	北海道	25/32	41	18	1.84	609	1,690	3,750	300	498
WZ２０	1	東京	25	39	20	0.96	565	5,730	4,180	220	*424*
	2	東京	25	36	23	1.08	559	4,070	4,870	180	444
	3	仙台	25	36	23	2.13	561	1,700	3,450	100	316
	4	仙台	25	36	23	1.34	643	2,040	3,130	220	350
	5	東京	25	36	23	1.71	557	3,250	*3,950*	*180*	438
	6	東京	25	35	24	2.01	418	2,510	1,360	150	382
	7	東邦	25	35	24	1.55	412	7,060	*3,350*	220	466
	8	東京	25	35	24	1.83	527	2,850	1,970	140	348
	9	東京	25	34	25	1.48	461	3,420	1,350	280	426
	10	東邦	25	33	26	0.28	446	4,390	1,530	270	552
	11	東京	25	33	26	1.67	577	2,670	2,100	290	488
	12	東京	25	31	28	1.03	473	2,100	4,000	190	402
	13	東京	25	30	29	3.04	450	2,360	4,020	280	448
WZ３０	1	東京	25	29	30	2.73	415	4,140	4,230	220	381
	2	東京	25	29	30	2.17	477	3,110	3,780	260	464
	3	東京	20	29	30	2.32	526	2,870	4,410	180	378
	4	西部	25	28	31	0.93	488	9,660	5,200	210	438
	5	西部	25	28	31	0.99	602	13,100	4,000	240	404
	6	西部	25	28	31	0.23	635	2,570	3,000	400	634
	7	西部	25	28	31	2.54	636	2,430	2,600	210	432
	8	西部	25	28	31	3.41	555	1,280	1,500	200	410
	9	東京	25	26	33	2.23	434	5,100	2,230	220	416
CZ００	1	北陸	40	56	3	0.33	413	2,300	2,000	80	200
	2	東部	50	55	4	0.46	506	6,950	4,090	120	378
	3	京葉	40	55	4	0.97	569	3,200	2,370	110	396
	4	北陸	40	54	5	0.48	391	42,500	9,400	160	334
	5	北陸	40	54	5	0.11	424	13,000	20,000	120	350
	6	仙台	50/40	53	6	1.02	478	4,100	5,080	140	390
	7	京葉	50	53	6	1.37	551	2,490	1,340	190	464
	8	京葉	50	52	7	0.82	676	3,500	1,340	120	402
	9	京葉	40	52	7	1.65	512	2,850	1,430	100	378
	10	京葉	50	51	8	2.83	460	2,120	1,410	50	284
	11	仙台	50/40	51	8	2.45	431	3,570	4,110	140	452
	12	京葉	40	51	8	1.36	597	3,470	1,290	100	364
	13	東部	50	51	8	1.07	599	2,480	3,070	60	250
CZ１０	1	東京	40	49	10	1.81	212	6,020	3,550	200	470
	2	東京	50	47	12	0.83	569	6,440	4,000	190	484
	3	東京	40	47	12	1.70	337	2,230	3,400	140	350
	4	東京	40	46	13	1.88	297	3,490	2,490	260	462
	5	東京	40	46	13	2.84	450	4,180	3,190	210	462
	6	東京	40	43	16	2.22	351	7,310	3,000	220	468
	7	西部	50	43	16	3.80	451	1,400	1,400	180	480
	8	西部	50	42	17	1.45	418	15,600	3,400	180	486

	9	西部	50	41	18	1.56	464	44,000	12,000	210	478
	10	東京	50	40	19	1.26	452	4,790	2,770	170	374
CZ２０	1	東京	40	39	20	1.38	547	3,450	2,600	180	462
	2	西部	50	39	20	1.61	380	12,100	2,400	140	494
	3	北陸	50	39	20	0.56	470	5,560	4,600	180	432
	4	西部	50	39	20	3.83	344	2,620	2,200	190	496
	5	東京	40	36	23	2.09	360	2,160	3,770	210	444
	6	東京	40	36	23	3.26	376	4,380	3,790	220	472
	7	東京	40	36	23	1.84	251	4,620	5,200	180	420
	8	東京	40	35	24	1.90	380	4,330	3,730	230	398
	9	北陸	50	34	25	0.02	625	8,580	5,400	80	362
	10	東京	50	33	26	1.93	363	4,990	4,200	140	368
	11	東京	50	33	26	1.41	423	3,550	2,600	180	402

B. ｱｽﾌｧﾙﾄｼﾞｭｰﾄ管 ［前回(S60Fy)調査　木造(33)＋鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(22)］

グループ	NO.	事業者	口径A	埋設年度(昭和)	埋設経過年Y	最大腐食深さHmax(mm)	管対地電位P/Snob(-mV)	土壌抵抗率ρmin(Ω･cm)	土壌抵抗率ρBOX(Ω･cm)	酸化還元電位　ORP(mV)	ﾚﾄﾞｯｸｽ電位RED(mV)
WA１０	1	大阪	32	45	14	0.93	500	1,430	1,800	120	390
	2	大阪	32	42	17	0.70	651	4,720	1,410	-110	124
	3	大阪	25	42	17	1.19	514	7,270	*6,000*	220	424
	4	大阪	25	42	17	0.67	786	10,600	8,800	230	446
	5	大阪	40	42	17	1.16	579	3,450	3,600	260	538
	6	大阪	25	42	17	0.40	633	5,840	2,590	230	472
	7	大阪	25	42	17	1.20	567	2,160	1,430	-60	216
	8	大阪	25	41	18	0.37	618	2,970	8,000	140	446
	9	大阪	25	41	18	0.82	657	1,730	1,840	*-10*	224
	10	大阪	25	41	18	0.31	641	5,160	2,000	*3*	117
	11	大阪	25	41	18	0.50	650	5,870	4,200	260	386
	12	大阪	25	40	19	0.63	625	4,030	*2,920*	*210*	372
WA２０	1	大阪	25	38	21	2.24	620	3,550	1,470	100	238
	2	大阪	25	38	21	0.64	621	8,310	7,200	190	350
	3	大阪	40	38	21	0.16	661	4,430	2,860	120	348
	4	大阪	25	38	21	1.85	530	3,060	3,800	30	162
	5	大阪	25	37	22	0.84	551	4,460	2,800	150	*450*
	6	大阪	32	37	22	1.12	576	1,170	1,800	220	382
	7	東邦	25	35	24	3.20	404	2,570	2,530	220	436
	8	東邦	25	35	24	0.85	408	4,390	1,740	140	212
	9	東邦	25	32	27	1.28	667	981	1,560	200	398
	10	大阪	25	31	28	1.27	460	4,280	*2,000*	190	478
	11	大阪	25	30	29	0.44	540	5,100	6,600	220	520
	12	大阪	25	30	29	1.60	580	2,250	2,370	10	166
	13	大阪	25	30	29	0.79	530	2,560	1,330	190	364
WA３０	1	大阪	25	29	30	0.70	457	62,300	11,200	330	552
	2	大阪	25/32	29	30	1.62	644	1,290	1,440	180	342
	3	大阪	25	29	30	1.49	584	925	1,440	-100	128
	4	大阪	32	29	30	1.13	584	968	2,370	140	308
	5	大阪	25	29	30	3.21	583	1,390	1,390	100	376
	6	大阪	25	28	31	0.46	589	4,970	3,000	220	474
	7	大阪	25	27	32	0.62	611	2,610	4,000	250	400
	8	大阪	25	25	34	1.30	480	2,900	4,200	170	356
CA１０	1	大阪	50	49	10	1.01	523	5,870	4,400	190	520
	2	大阪	40	47	12	1.23	400	16,200	1,610	290	594
	3	大阪	50	46	13	0.91	437	4,620	2,600	110	374
	4	大阪	40	45	14	1.99	354	2,680	1,710	210	510
	5	大阪	40	45	14	1.03	429	10,300	5,600	170	476
	6	大阪	40	45	14	1.76	310	4,000	1,900	210	474
	7	大阪	40	45	14	1.21	438	5,060	1,580	70	346
	8	大阪	40	44	15	2.12	479	2,270	3,600	170	470

	9	大阪	40	44	15	1.88	434	3,080	3,400	180	486
	10	大阪	40	44	15	0.54	598	2,740	2,000	-100	162
	11	大阪	40	42	17	1.05	520	2,340	1,410	180	414
	12	大阪	40	42	17	1.91	524	1,030	1,330	170	452
CA20	1	大阪	50	37	22	0.65	583	18,700	4,800	90	354
	2	大阪	50	37	22	0.62	564	2,970	2,200	160	364
	3	大阪	40	36	23	1.00	383	32,300	5,600	210	474
	4	大阪	50	35	24	3.52	406	3,570	1,420	120	414
	5	大阪	50	35	24	2.55	552	5,660	2,270	180	462
	6	東邦	50	34	25	0.80	400	4,250	2,280	-20	154
	7	東邦	50	33	26	1.40	552	1,010	1,800	100	370
	8	東邦	50	33	26	1.03	432	2,870	2,600	-80	208
	9	大阪	50	33	26	2.91	578	2,520	2,600	230	506
	10	大阪	50	32	27	3.50	390	3,890	3,200	260	512

（グループ記号）

W：木造（建物）

C：鉄筋コンクリート造／鉄骨造（建物）

Z：亜鉛メッキ管

A：アスファルトジュート巻き管

数字（00～30）：埋設経過年10年区分

平成29年度
地方都市ガス事業天然ガス化促進対策調査事業

（経年埋設ガス管のリスク評価手法・基準開発事業）
報告書

平成30年3月発行

一般財団法人日本ガス機器検査協会

東京都港区赤坂1丁目4番10号

ＴＥＬ　03(5570)5981（代表）

― 不許複製・禁無断転載 ―