

工業用水道施設
更新・耐震・アセットマネジメント指針

参考資料

平成 25 年 3 月

目 次

参考資料 1 事業者取り組み状況の補足資料

参考資料 2-1 更新指針診断例の補足資料

参考資料 2-2 老朽管更生工法の例

参考資料 3-1 設計地震動の補足資料

参考資料 3-2 耐震計算法の概要

参考資料 3-3 地震リスクマネジメントの検討事例

参考資料 3-4 耐津波対策の整理

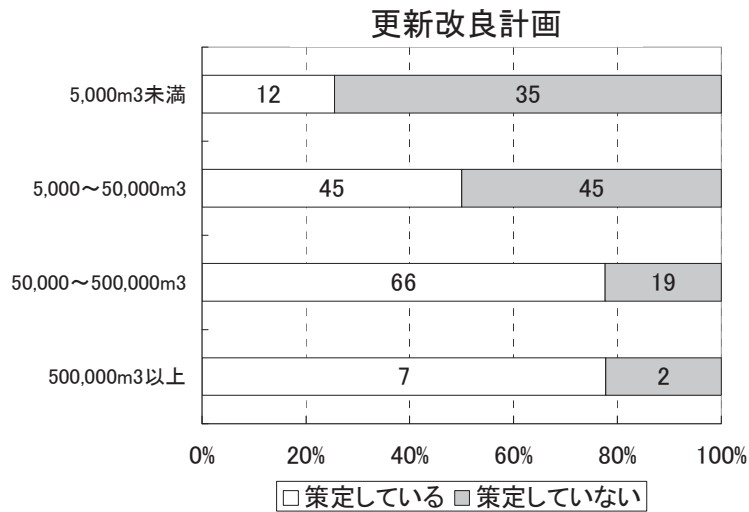
参考資料 4 財政収支見通しの補足資料

参考資料 1 事業者取り組み状況の補足資料

・更新改良計画の策定状況

平成 21 年度工業用水道事業調査「工業用水道施設更新検討調査」報告書（平成 22 年 3 月：社団法人 日本工業用水協会）におけるアンケート調査データから、更新・改良計画の策定状況を集計した。

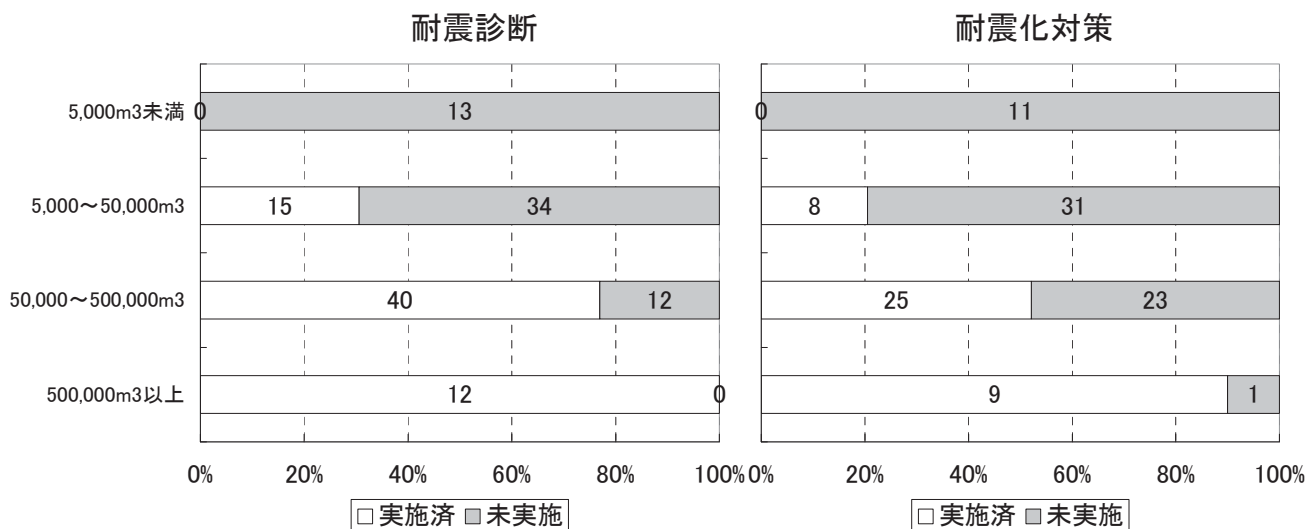
その結果、規模の大きい事業ほど、施設の更新・改良計画を策定している傾向が見られた。



・耐震診断及び対策の実施状況

平成 24 年度工業用水道事業研究大会資料「質問票と回答票」（社団法人 日本工業用水協会）におけるアンケート調査データから、耐震診断及び対策の実施状況を集計した。

施設の更新・改良計画の策定状況と同様に、規模の大きい事業ほど耐震診断やその対策を行っている傾向が見られた。

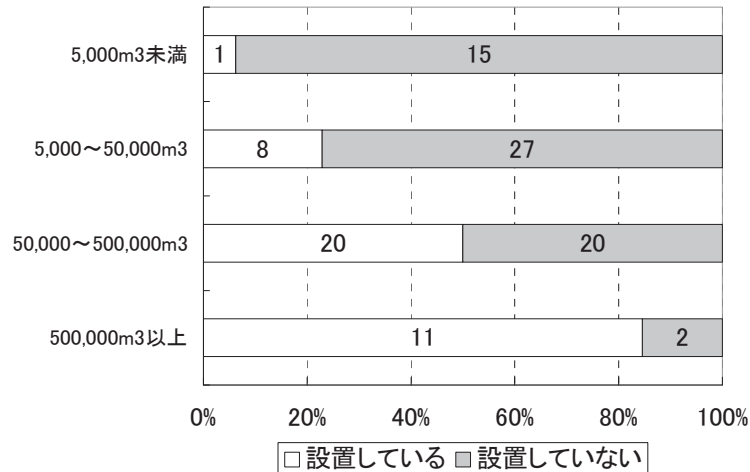


・ユーザー協議会の設置状況

平成 19 年度工業用水道事業研究大会資料「質問票と回答票」（社団法人 日本工業用水協会）におけるアンケート調査データから、ユーザー協議会等の設置状況を集計した。

前項と同様に、規模の大きい事業ほど協議会を設置し、積極的にユーザー企業との意見調整を行っている傾向が見られた。

ユーザー協議会の設置



また、協議会における一般的な運営内容は以下に示すとおりである。

項目	内容
構成	・工業用水道事業者及びユーザー企業
運営方法	・工業用水道事業者もしくはユーザー企業が主催 ・ユーザー企業数が多い場合、年ごとに幹事企業を選出し代表者が参加
開催頻度	・1回/年～随時
協議内容	・事業概要 ・給水実績 ・水質状況 ・当該年度の事業内容(洗管作業計画、沈澱池清掃計画、断水計画) ・決算・予算の状況 ・アセットマネジメントの視点を持った事業運営計画
会議連絡方法	・電話 ・メール ・FAX ・郵送
緊急時における連絡の基準	・突発的な事故による給水障害が想定される場合 ・水質状況が悪化(濁度上昇等)した場合、または予想される場合 ・減断水が発生した場合、または予想される場合

3-5 更新診断の事例

(1) 土木施設・建築施設の更新診断の事例

A 事業の配水池を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。

A 事業の配水池は 1965 年に築造された RC 造の配水池であり、一日最大給水量 245,000m³/日の能力を有している。配水池容量は 11,000m³であり、滞留時間は 1.1 時間分である。

この配水池について、各項目の点数を算出すると以下のようになり、総合評価点数は約 67 点で、評価は「Ⅱ 一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある」となる。総合評価点数が低い主因は、完成後 40 年以上経過しており、老朽度の評価点が低いこと、新たな耐震基準の制定前の築造であるため耐震度の評価点が低いことにある。

① 老朽度点数 (S_Y)

$$S_Y = 100 \times \exp(-0.023 \times T) = 100 \times \exp(-0.023 \times 40) = 39.9 \text{ 点}$$

② コンクリートの中性化度点数 (S_N)

$$T_N = L_2 - L_1 = 45 - 7.4 = 37.6$$

$$S_N = -0.0667 \times T_N^2 + 5.667 \times T_N = -0.0667 \times 37.6^2 + 5.667 \times 37.6 = 100.0 \text{ 点}$$

③ コンクリートの圧縮強度点数 (S_σ)

$$S_{\sigma} = \left[\frac{(S_{\sigma 2} - 18)}{(S_{\sigma 1} - 18)} \right] \times 100$$

$$= \left[\frac{(23.5 - 18)}{(24 - 18)} \right] \times 100 = 91.7 \text{ 点}$$

④ 土木施設からの漏水点数 (S_L)

$$R_L = (Q_L / Q) \times 100 = (0 / 11000) \times 100 = 0$$

$$S_L = 100 \times \exp(-0.139 \times R_L) = 100 \times \exp(-0.139 \times 0) = 100.0 \text{ 点}$$

⑤ 土木施設の耐震度点数 (S_S)

耐震基準制定前の設計で、耐震をほとんど考慮していないため、S_S=25 点

⑥ 土木施設の容量・能力点数 (S_C)

- ・ 配水池容量は現況の供給能力に対し 1.1 時間分確保されている
- ・ 「工業用水道施設設計指針・解説、2004、(社)日本工業用水協会」の標準とする 30 分以上を満足しており、現況の送配水量の時間変動の調整及び補修時の短時間の送水停止にも対応できている

よって、容量・能力点数 (S_C) = 100.0 点

表 3.5.1 A 事業配水池の仕様及びデータ

供給能力 245,000m³/日

項目	仕様及びデータ	備考
構造	RC造、方形、半地下式	
基礎	べた基礎	
容量	11,000m ³	
有効水深	6.00m	
池数	1池	
完成年度	1965年	完成後40年経過
中性化深さ	7.4mm	中性化試験より
鉄筋被り	45mm	設計図書より
設計強度	24N/mm ²	設計図書より
圧縮強度	23.5N/mm ²	シュミットハンマー試験より
漏水状況	なし	日常点検結果より
耐震度	低い	耐震診断より

表 3.5.2 A 事業配水池の更新診断結果

評価項目	評価点	諸元等
老朽度 S _Y	39.9	40年経過
中性化 S _N	100.0	中性化深さL1=7.4mm,鉄筋被りL2=45mm
圧縮強度 S _σ	91.7	設計強度S _{σ1} =24N/mm ² 、圧縮強度S _{σ2} =23.5N/mm ²
漏水 S _L	100.0	なし
耐震度 S _S	25.0	耐震基準制定前
容量、能力 S _C	100.0	供給能力1.1時間分
総合評価点数 S	67.1	一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある

(2)機械・電気・計装設備の更新診断の事例

B事業、C事業の機械・電気・計装設備を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。B事業は、該当する設備一式の全体評価とし、C事業は、取水設備、着水井、凝集沈殿池、薬品注入、排水処理、水質計器、送水設備に7区分して評価を行った。

ここで、物理的評価点（ S_b ）算出に当っては、機械的評価点（P1）～環境的評価点（P5）にそれぞれ重みを付けて荷重平均値として算出するが、この重みは、工業用水の供給における水量の確保の観点から、表 3.3.5 のように重み付けした。なお、「化学的評価（薬品による腐食、塩素による腐食）」については、C事業の“薬品注入設備”以外の設備は該当しなかったため、化学的評価点は100点として扱った。

表 3.5.3 物理的評価点算出における各項目の重み

評価項目	重み
P1 機械的評価点	0.3
P2 電氣的評価点	0.4
P3 化学的評価点	0.1
P4 熱的評価点	0.1
P5 環境的評価点	0.1

評価結果は表 3.5.4 のとおりとなる。

B事業（全体設備）及びC事業の取水設備を除いて他の設備の総合評価点は75点以上で、「I 健全」と評価された。

B事業（全体設備）及びC事業の取水設備は「II 一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある」であり、B事業では機能的評価（制御装置の陳腐化、補修および部品の入手状況、監視制御システムの操作）に関する評価点が低いことが総合評価点を下げている。C事業の取水設備は耐震性評価のうち受変電設備及び配電設備の耐震性が低いことが総合評価点を下げている。

表 3.5.4(1) 機械・電気・計装設備の物理的評価結果

電気・機械・計装設備の総合評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
物理的評価点(S _a)	85	86	86	85	80	82	80	74
機能的評価点(S _b)	70	85	85	85	85	90	85	65
経済的評価点(S _c)	70	70	70	70	75	70	70	72
社会的評価点(S _d)	70	80	80	80	70	80	75	80
耐震性評価点(S _e)	55	83	83	85	85	88	87	78
機械・電気・計装設備の総合評価点	69	81	81	81	79	82	79	74
評価	許容できる 改良必要	健全	健全	健全	健全	健全	健全	許容できる 改良必要

S_a 物理的評価

評価項目	重み	C事業							B事業
		取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
P1 機械的評価点	0.3	86	89	89	87	76	76	67	66
P2 電氣的評価点	0.4	84	82	82	82	78	84	82	70
P3 化学的評価点	0.1	100	100	100	100	100	100	100	100
P4 熱的評価点	0.1	80	80	80	80	80	80	80	80
P5 環境的評価点	0.1	80	80	80	80	80	80	87	80
物理的評価点(S _b) 100点満点		85	86	86	85	80	82	80	74

P1 機械的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)性能(能力)評価	4	4	4	4	4	3	4	4
(2)強度低下	4	4	4	4	4	4	4	4
(3)事故・故障頻度	5	5	5	5	2	3	3	3
(4)事故・故障の大きさ	5	5	5	5	4	4	3	1
(5)事故・故障の停止継続時間	5	5	5	5	4	4	1	1
(6)腐食、発錆状況	4	4	4	4	4	4	3	4
(7)ポンプ				4	4	4	4	4
(8)プラント配管								
(9)加圧脱水機								
(10)濃縮槽、排泥掻寄機					4			
(11)送風機								4
(12)電動機				4	4	4	4	4
(13)オゾン発生装置								
(14)空気冷却装置								
(15)除湿装置								
(16)損傷、磨耗状況	3	4	4	4	4	4	4	4
評価点合計	30	31	31	39	38	34	30	33
回答項目数	7	7	7	9	10	9	9	10
機械的評価点(P1) 100点満点	86	89	89	87	76	76	67	66

表 3.5.4(2) 機械・電気・計装設備の物理的評価結果

P2 電氣的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)絶縁劣化	4	4	4	4	4	4	4	5
(2)遮断器、断路器等の開閉特性など	4	4	4	4	4	5	4	4
(3)変圧器、コンデンサなど		4	4	4	3		4	4
(4)受配電盤、監視操作盤、コントロールセンタ、機側盤など	4	4	4	4	3	4	4	4
(5)制御装置など		4	4	4			4	3
(6)CRT、プロジェクタなど							4	3
(7)交流無停電電源装置		4	4	4	4	4	4	3
(8)蓄電池		4	4	4	4	4	4	4
(9)自家発電装置		4	4	4	4	4	4	4
(10)ケーブルなど	4	4	4	4	4	4	4	4
(11)事故・故障の大きさ		5	5	5	5	5	5	3
(12)事故・故障の継続時間	5	4	4	4	4	4	4	1
評価点合計	21	45	45	45	39	38	49	42
回答項目数	5	11	11	11	10	9	12	12
電氣的評価点(P2) 100点満点	84	82	82	82	78	84	82	70

P3 化学的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)薬品による腐食・損傷など				5				
(2)液体塩素、塩素ガスによる腐食・損傷など								
評価点合計				5				
回答項目数				1				
化学的評価点(P3) 100点満点				100				

P4 熱的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)蒸気等の熱的影響による腐食・損傷など								
(2)溶接部の影響による腐食・損傷など	4	4	4	4	4	4	4	4
評価点合計	4	4	4	4	4	4	4	4
回答項目数	1	1	1	1	1	1	1	1
熱的評価点(P4) 100点満点	80	80	80	80	80	80	80	80

P5 環境的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)腐食性ガスによる腐食・損傷など	4	4	4	4	4	4	4	
(2)周囲温度、湿度の影響	4	4	4	4	4	4	4	4
(3)高調波の影響	4	4	4	4	4	4	5	4
評価点合計	12	12	12	12	12	12	13	8
回答項目数	3	3	3	3	3	3	3	2
環境的評価点(P5) 100点満点	80	80	80	80	80	80	87	80

表 3.5.4(3) 機械・電気・計装設備の物理的評価結果

S₁ 機能的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)設備・装置・機器容量の過不足	4	4	4	4	4	5	4	4
(2)制御装置の陳腐化		5	5	5	5	4	5	3
(3)補修及び部品の入手状況	3	3	3	3	3	4	3	3
(4)監視制御システムの操作		5	5	5	5	5	5	3
評価点合計	7	17	17	17	17	18	17	13
回答項目数	2	4	4	4	4	4	4	4
機能的評価点(S _k) 100点満点	70	85	85	85	85	90	85	65

S₂ 経済的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)効率的な制御方式や技術進歩による運転動力の状況	4	4	4	4	4	4	4	4
(2)維持管理費、補修費の状況	4	4	4	4	4	4	4	3
(3)部品交換や補修費用の状況	5	5	5	5	5	5	5	2
(4)運転管理費の状況	1	1	1	1	2	1	1	5
(5)ライフサイクルコストの状況								4
評価点合計	14	14	14	14	15	14	14	18
回答項目数	4	4	4	4	4	4	4	5
経済的評価点(S _e) 100点満点	70	70	70	70	75	70	70	72

S₃ 社会的評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)法令の遵守	5	5	5	5	5	5	5	5
(2)テロ等の危機管理の対応	2	4	4	4	2	4	4	3
(3)工業用水の安定供給の確保	5	5	5	5	5	5	4	4
(4)省エネルギーの取り組み	2	2	2	2	2	2	2	4
評価点合計	14	16	16	16	14	16	15	16
回答項目数	4	4	4	4	4	4	4	4
社会的評価点(S _s) 100点満点	70	80	80	80	70	80	75	80

S₄ 耐震性評価

評価項目	C事業							B事業
	取水設備	着水井	凝集沈殿池	薬品注入	排水処理	水質計器	送水設備	全体
(1)機械・電気・計装設備の共通事項	4	4	4	4	4	4	4	4
(2)水中機械設備		4	4					
(3)ポンプ				4	4		4	4
(4)薬品注入設備				4				
(5)塩素注入設備								
(6)採水設備		3	3					2
(7)貯槽類				4				4
(8)排水処理設備					4			
(9)空気源設備								4
(10)圧油設備								
(11)受変電設備	1	4	4	4	4	4	4	4
(12)自家発電設備		5	5	5	5	5	5	4
(13)配電設備	2	5	5	5	5	5	5	4
(14)監視制御システム					4			4
(15)ケーブル類	4	4	4	4	4	4	4	5
評価点合計	11	29	29	34	34	22	26	39
回答項目数	4	7	7	8	8	5	6	10
耐震性(S _q) 100点満点	55	83	83	85	85	88	87	78

(3)管路の更新診断の事例

C事業の管路（図 3.5.1）を対象に、更新診断を行った例を以下に示す。評価は、管路全体と、系統別または管路ごとに行った。

評価結果は表 3.5.5～表 3.5.8 のとおりであり、評価点をまとめると表 3.5.9 となる。診断結果は、②、④、⑥、⑧、⑨の 5 管路が「D 早急に更新の必要がある」と評価された（図 3.5.2）。

上記の更新対象管路を更新する前と更新後で比較すると、更新前（現状）は全体及び管路個別とも総合評価点が低く、評価は「Ⅲ 良い状態ではなく計画的更新を要する」であった。これは、CIP 及び HP、PCP が多く、事故危険度点数及び耐震性強度点数が 50 点以下と低いことによっている。また、全体の平均使用年数が 34～40 年と長く、経年化係数による影響もある。全体の総合評価点を向上させるためには、このような一部の経年劣化した管路の更新を行うことが効果的と考えられるため、CIP 管路を DCIP（一般継手）に更新した場合の評価を行った。この結果、総合評価点が「Ⅰ 健全」に上がった。

このように、本評価方法により現状の状況が評価できると共に、劣化の程度が高い管路の更新後の状況が評価できることが確認できる。

表 3.5.9 管路の評価結果

更新前		更新後
全体	個別	全体
Ⅲ：27.2 点 （良い状態ではなく計 画的更新を要する）	管路番号 2,4,6,8,9（全 て CIP）はⅣ （きわめて悪い、早急に 更新の必要がある）	CIP を DCIP に更新 （15,414m） Ⅰ：84.3 点 （健全）

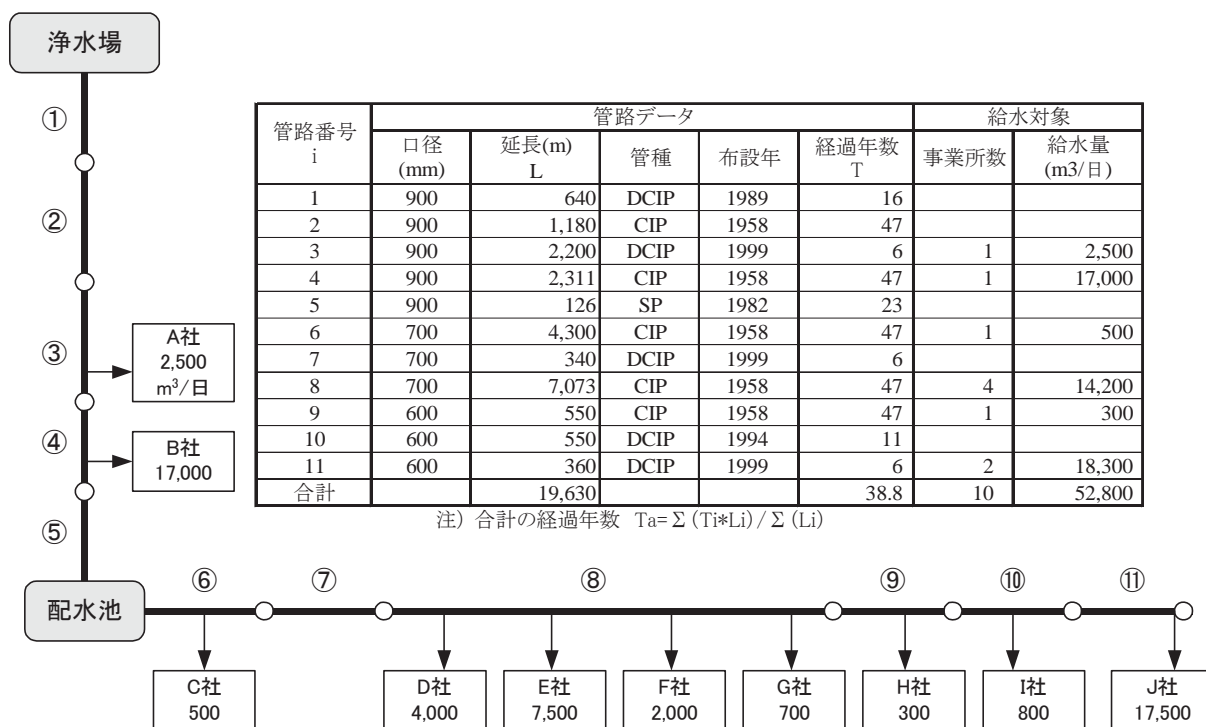


図 3.5.1 C 事業の管網図及び管路データ

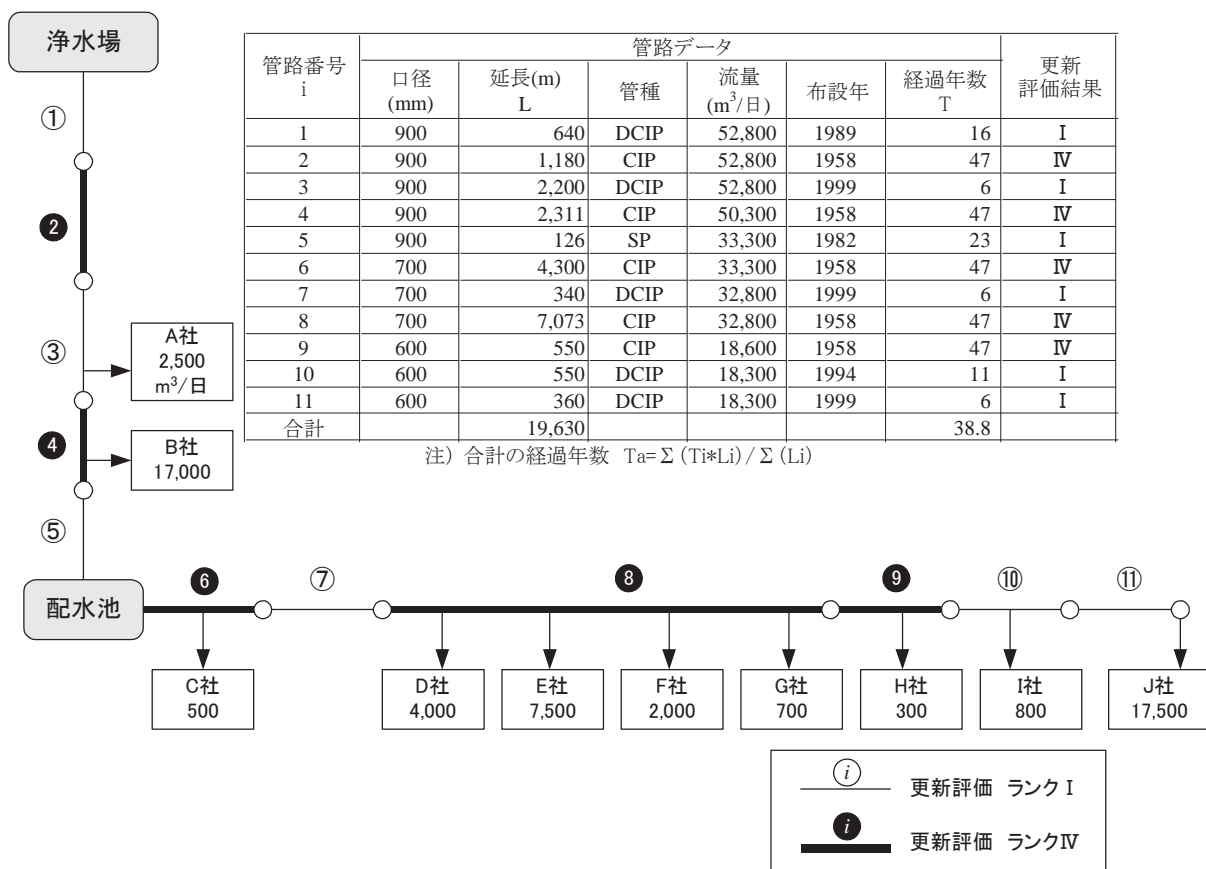


図 3.5.2 C 事業の管路の更新診断結果による更新対象管路

表 3.5.5 C 事業の管路の評価結果（全体、更新前）

評価判定項目	管路・給水情報	係数等	データ	評価指標R	経年化係数 C _y	更新前点数S
管路の老朽度	T:管路の使用年数(年)		38.8		0.9302	
管路の事故危険度	管種 DCIP CIP SP 合計	危険度係数C _F 0.02 0.20 0.02	延長(m) 4,090 15,414 126 19,630	危険度R _F		事故危険度点数S _F 29.4
管路の漏水	R _E :直近の有効率 (H13実績有収率)		95.0	0.1613		有効率点数S _E 71.5
管路の水理条件	管種 DCIP CIP SP 合計	水理機能係数C _H 1.0 0.1 1.0	延長(m) 4,090 15,414 126 19,630	水理機能指標R _H		水理機能点数S _H 15.7
管路の耐震度	管種 DCIP CIP SP 口径 φ900以上 φ500～800 合計	補正係数C _p ,C _d 0.3 1.0 0.3 0.2 0.5	延長(m) 4,090 15,414 126 6,457 13,173 19,630	耐震性強度R _S		耐震性強度点数S _S 38.4
管路における水質劣化	管種 DCIP CIP SP 合計	水質保持機能係数C _Q 1.0 0.1 1.0	延長(m) 4,090 15,414 126 19,630	水質保持機能指標R _Q		水質保持機能点数S _Q 16.9
総合点数	$(S_F * S_E * S_H * S_S * S_Q)^{1/5} * C_y$					
管路の総合物理的評価	良い状態ではなく、計画的更新を要する					
	27.2					

表 3.5.6 C 事業の管路の物理的評価結果（全体、更新後）

評価判定項目	管路・給水情報	係数等	データ	評価指標R	経年化係数 C _y	更新後点数S	
管路の老朽度	T:管路の使用年数(年)		2.6		0.9952		
管路の事故危険度	管種 DCIP CIP SP 合計	危険度係数C _F 0.02 0.20 0.02	延長(m) 19,504 0 126 19,630	危険度R _F		事故危険度点数S _F	
管路の漏水	R _E :直近の有効率 (H13実績有収率)		98.0	0.0200		100.0 有効率点数S _E 100.0	
管路の水力条件	管種 DCIP CIP SP 合計	水力機能係数C _H 1.0 0.1 1.0	延長(m) 19,504 0 126 19,630	水力機能指標R _H		水力機能点数S _H 100.0	
管路の耐震度	管種 DCIP CIP SP 口径 φ900以上 φ500～800 合計	補正係数C _p ,C _d 0.3 1.0 0.3 0.2 0.5	延長(m) 19,504 0 126 6,457 13,173 19,630	耐震性強度R _S		耐震性強度点数S _S 43.7	
管路における水質劣化	管種 DCIP CIP SP 合計	水質保持機能係数C _Q 1.0 0.1 1.0	延長(m) 19,504 0 126 19,630	水質保持機能指標R _Q		水質保持機能点数S _Q 100.0	
総合点数	(SF*SE*SH*SS*SQ) ^{1/5} × CY						100.0
管路の総合物理的評価	健全						84.3

表 3.5.7 C 事業の管路の評価結果（管路別、更新前）

C事業 管路別(更新前)

評価判定項目	係数等										
	管路1	管路2	管路3	管路4	管路5	管路6	管路7	管路8	管路9	管路10	管路11
管路の老朽度	φ900 640m DCIP 16年	φ900 1,180m CIP 47年	φ900 2,200m DCIP 6年	φ900 2,311m CIP 47年	φ900 126m SP 23年	φ700 4,300m CIP 47年	φ700 340m DCIP 6年	φ700 7,073m CIP 47年	φ600 550m CIP 47年	φ600 550m DCIP 11年	φ600 360m DCIP 6年
管路の事故危険度	0.9712	0.8563	0.9892	0.8563	0.9586	0.8563	0.9892	0.8563	0.8563	0.9802	0.9892
経年化係数 C_Y	0.02	0.20	0.02	0.20	0.02	0.20	0.02	0.20	0.20	0.02	0.02
危険度係数 C_F	0.02	0.20	0.02	0.20	0.02	0.20	0.02	0.20	0.20	0.02	0.02
危険度 R_F	100.0	21.0	100.0	21.0	100.0	21.0	100.0	21.0	21.0	100.0	100.0
事故危険度点数 S_F	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
R_E : 直近の有効率	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5	71.5
有効率点数 S_E	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水理機能係数 C_H	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水理機能指標 R_H	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水理機能点数 S_H	100.0	9.2	100.0	9.2	100.0	9.2	100.0	9.2	9.2	100.0	100.0
管路の耐震度	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0	1.0	0.3	0.3
補正係数 C_p	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
補正係数 C_d	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0
耐震性強度 R_s	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	24.3	100.0	24.3	24.3	100.0	100.0
耐震性強度点数 S_s	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水質保持機能係数 C_Q	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水質保持機能指標 R_Q	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	1.0	1.0
水質保持機能点数 S_Q	100.0	10.1	100.0	10.1	100.0	10.1	100.0	10.1	10.1	100.0	100.0
総合点数	90.8	23.0	92.5	23.0	89.6	17.3	92.5	17.3	17.3	91.7	92.5
$(S_F * S_E * S_H * S_S * S_Q)^{1/5} * C_Y$	I	IV	I	IV	I	IV	I	IV	IV	I	I
管路の総合物理的評価											

表 3.5.8 C 事業の管路の評価結果（管路別、更新後）

C事業 管路別(更新後)

評価判定項目	係数等										
	管路1	管路2	管路3	管路4	管路5	管路6	管路7	管路8	管路9	管路10	管路11
管路の老朽度	φ900 640m DCIP 16年	φ900 1,180m DCIP 1年	φ900 2,200m DCIP 6年	φ900 2,311m DCIP 1年	φ900 126m SP 23年	φ700 4,300m DCIP 1年	φ700 340m DCIP 6年	φ700 7,073m DCIP 1年	φ600 550m DCIP 1年	φ600 550m DCIP 11年	φ600 360m DCIP 6年
管路の事故危険度	経年化係数 C_Y 危険度係数 C_F 危険度 R_F 事故危険度点数 S_F										
管路の漏水	R_E : 直近の有効率 有効率点数 S_E										
管路の水力条件	水力機能係数 C_H 水力機能指標 R_H 水力機能点数 S_H										
管路の耐震度	補正係数 C_p 補正係数 C_d 耐震性強度 R_s 耐震性強度点数 S_s										
管路における水質劣化	水質保持機能係数 C_Q 水質保持機能指標 R_Q 水質保持機能点数 S_Q										
総合点数	$(S_F * S_E * S_H * S_S * S_Q)^{1/5} * C_Y$										
管路の総合物理的評価	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

参考資料 2-2 老朽管更生工法の例

工業用水道施設更新指針（案）2007、p. 90～94より転載

資料-3 老朽管更生工法の例

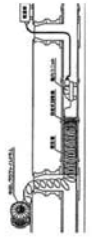

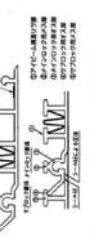


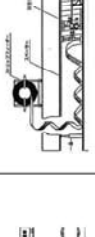


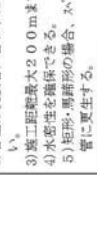




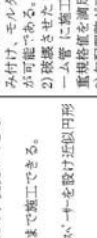
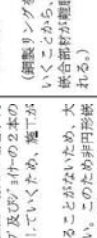

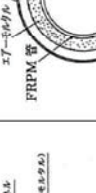

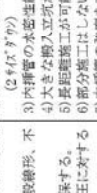
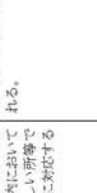
老朽管更生工法については、「工業用水」2006年4月号～2006年12月号において、以下の12工法が紹介されている。

工業用水(号)	工法名	協会名等
2006年4月号	SPR 工法	日本 SPR 工法協会、積水化学工業(株)
2006年5月号	インフォシチュフフォーム工法	日本インフォシチュフフォーム協会
2006年5月号	ICP ブリース工法	ICP ブリース協会
2006年6月号	SD ライナー工法	SD ライナー工法協会
2006年6月号	オールライナー工法	オールライナー協会
2006年7月号	ダンビー工法	EX・ダンビー協会
2006年7月号	オールライナー／ オールライナーZ 工法	オールライナー協会
2006年8月号	ホースライニング工法	パルテム技術協会
2006年8月号	3S セグメント工法	3S セグメント協会
2006年9月号	GROW(グロー)工法	グロー工法協会
2006年11月号	EX 工法	EX・ダンビー協会
2006年12月号	パルテム・フローリング工法	パルテム技術協会

また、日本 SPR 工法協会が、以下の10工法について、施工概要等を取りまとめた資料を次ページ以降に示す。

- SPR 工法
- ダンビー工法
- パルテム・フローリング工法
- 巻き込み鋼板によるパイプインパイプ工法
- パイプインパイプ工法
- オメガライナー工法
- インフォシチュフフォーム工法
- EX 工法
- ICP ブリース工法
- オールライナー工法

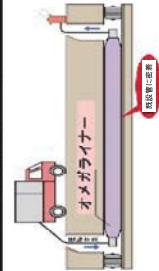
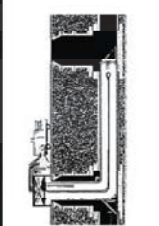
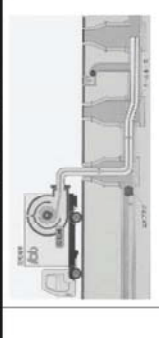
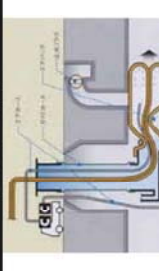
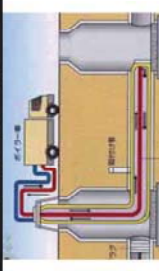
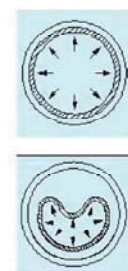


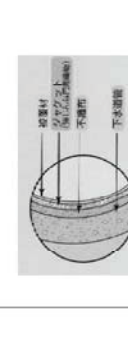
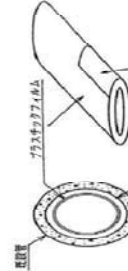



老朽管更生工法 詳細工法比較 (その1)

	SPR工法	ダンヒ工法	バルテムフローリング工法	巻き込み鋼板によるパイプラインパイプ工法	パイプラインパイプ工法 (参考)
施工概要					
仕上がり形状					
材料形状・構造					
工法概要	<p>両端に結合部を有する硬質強化ビニル製のプロファイル用成形機に供給し、既設管内でスライラール巻に巻きながら連続した管体を形成させ、その後、既設管との間隙にSPR材を充填し、その後、既設管と一体となった断面な複合管を築造する。</p>	<p>背面にトリップを有する硬質強化ビニル製のストリップとジョイナーを既設管内で人力又は吊製機で嵌合させ、スライラールからの連続した管体を作り、事前に既設管内に設置したが一歩かからストリップと既設管の間隙にSPR材を注入し一体化させる。</p>	<p>管内で組み立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン樹脂を嵌合させた下水管管底の管底の間隙にモルタルを充填して下水管管底の更生を行う。</p>	<p>鋼板を更径より適度まで巻き込み、旧管内に投入し、管内で鋼管・溶接後、旧管との間隙にグラウト注入する。</p>	<p>管納入立坑を構築し、既設管径の2/3程度のFRP管を立坑内に投入し、人力または吊入車によって既設管内を運搬し、管を接続する。既設管との間隙にはゴキワリを注入する。</p>
工法の特徴	<ol style="list-style-type: none"> 1) あらゆる断面の管路を更生できる 2) 管径が自由に設定できる 3) 水密性に優れている 4) 立坑設置なく施工できる 5) 長距離施工ができる 6) 部分施工ができる 7) 強度低減元ができる 8) 用水を通水しながら施工できる(管径の1/3まで) 9) 更生後の断面縮小が少ない 10) 作業工程が少なく、効率的である 11) 金具補強材の使用により、既設管の強度増強の仕様が更に対応できる 12) 50年相当の耐久性がある 13) 節電型、省工費である <p>※ 機械で構築に自動装置で、1本のプロフィール管でも自動で装置が可能、施工が容易で確実。</p> <p>※ 円形管でも自動で装置が可能。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 流下性能が向上する。 2) 管径は既設管に合わせたため、変更ができない。 3) 施工距離最大200mまで施工できる。 4) 水密性を確保できる。 5) 矩形・馬蹄形の場合、水・土を掛け近似円形管に更生する。 6) 強度低減元ができる。 7) 20cm程度の通水径であれば、施工できる場合がある。 <p>※ 管内断面に貼り付け付けた樹脂で施工を行うため、管内の空室や凹凸の激しい場合、対応が困難。また、スリッパ及びSPR材の2本の材料を交互に層状巻きしていくため、施工が複雑。</p> <p>※ 金具補強材を嵌合することがないため、大径な断面にはできない。このため円形管底、特に短径では、内部内径を広くするために、更生断面の縮小が大き。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) ヒューム管内で特別な設置装置を用いずに、鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組み付け、モルタル注入をする管更生工法の施工が可能である。 2) 現場で鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 3) 鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 4) 鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 5) 鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 6) 鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 7) 鋼製リングの組立、嵌合部材及び表面部材の組立・組付けを行う。 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 円形形状で更生(2/3径程度) 2) 管径は内径管の管径 3) 内径管の水密性能を有する 4) 大きな吊入立坑が必要 5) 長距離施工が可能 6) 部分施工はしない 7) 内径管の強度を有する 8) 通水しながらの施工不可能 <p>1) 円形、および、馬蹄形状で更生 2) 既設管に対して100mm-200mm径で更生できる。 3) 現場での切断加工により管径の布設形状、不備・損傷の状況に合わせられる。 4) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 5) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 6) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 7) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 8) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 円形、および、馬蹄形状で更生 2) 既設管は内径管の管径(2/3径程度) 3) 内径管の水密性能を有する 4) 大きな吊入立坑が必要 5) 長距離施工が可能 6) 部分施工はしない 7) 内径管の強度を有する 8) 通水しながらの施工不可能 <p>1) 円形、および、馬蹄形状で更生 2) 既設管に対して100mm-200mm径で更生できる。 3) 現場での切断加工により管径の布設形状、不備・損傷の状況に合わせられる。 4) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 5) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 6) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 7) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。 8) 鋼板の溶接後により水密性を確保する。</p>
その他特記事項					

老朽管更生工法 詳細工法比較 (その2)

	SPR工法	ダンピー工法	バルテムフロローリング工法	巻き込み鋼板による パイプインパイプ工法	パイプインパイプ工法 (参考)
材料の構成	1) アロファイブ 硬質強化ビニル製の「ビーム」 連続体 2) ステアール補強材 (大口径管、高内圧管、 矩形管形状標準に適合) 3) 巻き込め材 高強度ポリマーモルタル SPR巻き込め材1号~3号	1) ストリップ 表面に「Tリブ」を有する硬質 強化ビニル製の帯板 2) ジョイントナー ストリップ接合用嵌合部材 3) 巻き込め材 高強度モルタル ダンピー1号~2号	1) 鋼製リング 2) PE嵌合部材 3) PE表面部材 4) モルタル	1) ロール成型した鋼板 2) エアモルタル	1) 繊維強化プラスチック 複合管 2) 巻き込め材 エアモルタル
口径	(標準) Φ800~Φ3000 (最大Φ5000まで対応可能)	Φ800~Φ2000	Φ800~Φ5000	Φ800~Φ5000	Φ500~2600
施工延長	最大500m (管内に注入中間ストリップ等を用いる ことで、更に長距離の施工が可能)	最大200m (それ以上は中間入孔必要)	注入ポンプ能力で左右される	注入ポンプ能力で左右される	標準 200m
適用 範囲					
地下条件	C 影響されにくい	C 影響されにくい	C 影響されにくい	C 影響されにくい	C 影響されにくい
段差	◎ 段差：20~100mmまで	C 段差：50mmまで	? 不明 (段差により有効断面が小さくなった部分での 鋼製リング材の設置や部材の接合が困難と 考えられる。)	C 影響されにくい	C 影響されにくい
曲線施工	◎ 溝管使用：屈曲角10°以下 曲線用PE使用：屈曲角20°以下 切断+Tリブ材使用による仕上げ ：屈曲角30°以上も施工可能	C 屈曲角：6°まで 曲線半径25mまで	◎ 45°程度でも可能	△ 曲管継手を使用	△ 曲管継手を使用
耐薬品性	C 硬質強化ビニル管と同等	C 硬質強化ビニル管と同等	C 高密度PE相当	△ 表面腐蝕状態に左右される。	C 耐酸・耐塩性に優れる
耐摩耗性・ 耐久性	C 硬質強化ビニル管と同等	C 硬質強化ビニル管と同等	C 高密度PE相当	C 鋼管と同等	C 強化プラスチック管同等
水質工	◎ 管径1/3までは不要	△ 20caまで不要	△ 15caまで不要	△ にしみ程度まで施工可能	△ にしみ程度は施工可能
部分施工	C 可能	C 可能	C 可能	C 不可能	C 不可能
水理性能	C 相対係数が改善するため 膨脹管の流量と同等流量を確保 (標準)	C 同左	C 同左	C 同左	C 同左
内水圧性能	◎ 内水圧：4.0 kgf/cm ² まで (運用アワールの要項により、 10.0kgf/cm ² まで対応可能)	△ 内水圧：1.0kgf/cm ² まで	? 複合管としてデータ不明	C 内挿管及び現場溶接部の内圧性能	C 内挿管自体の内圧性能
外圧強度	◎ 本構の耐力復元が可能 (原管破壊強度の1.4~1.6倍)	C 耐力復元が可能 (原管破壊強度の1.1倍)	C 耐力復元が可能 (原管破壊強度の1.1~1.3倍)	C 内挿管自体で強度を確保	C 外圧強度の向上は 期待できない
主要工程	1. 管内洗浄工 2. 管内調査工 3. 製管工 4. 管内支保工 5. 巻き込め注入工 6. 管口仕上げ工	1. 管内洗浄工 2. 管内調査工 3. 鋼製リング取り付け 4. エアリブ材の部材嵌合 5. 管内支保工 6. 巻き込め注入工 7. 管口仕上げ工	1. 管内洗浄・調査 2. 管内調査工 3. 鋼製リング取り付け 4. エアリブ材の部材嵌合 5. 管内支保工 6. 巻き込め注入工 7. 仕上げ工	1. 立坑築造 2. 管内洗浄 3. 巻き込め鋼管製造 4. 巻き込め鋼管挿入 5. 巻き込め鋼管圧着 6. 巻き込め鋼管溶接 7. グラウト注入 8. 現場保護 9. 立坑撤去	1. 搬入立坑設置 2. 管内立坑搬入 3. 台車への設置 4. 管内搬送 5. 内面接合 6. 巻き込め注入工 7. 仕上げ工
施工人員	8名	8~10名	不明	5~6名	6名
作業スペース	製作時 ：3×20m 巻き込め注入時：3×36m (4t又は2tトラックを縦列駐車するのみ)	3×2.5m	不明	幅：管口径+1.2m 長さ：管長+2.0m	15×20mの管搬入立坑
工期 (φ1000 更生工のみ 延長50m当り)	8日	9日	不明	9日	7日 (立坑設置日数により異なる)
備考					

管構築養生工事 工法比較 (その3)

	オメガライナー工法	インジュフォーム工法	ホースライニング工法	ICPブリース工法	オールライナー工法
施工概要					
仕上がり形状	 形状記憶部  拡張部				
材料形状・構造	硬質強化ビニル樹脂 (赤球記憶部と樹脂)			ポリエスチレン樹脂FRP (ガラス繊維FRPも有)	ガラス繊維・不織布FRP
工法概要	断面を折り畳んだ硬質強化ビニル製オメガライナーを既設管内に引き込み、蒸気加熱により断面が膨張して既設管の内径に追随し、管内の空気を押し出すことで、既設管内に密着する工法。取付も同様に硬質強化ビニル製オメガライナーをマス側から引き込んで養生し、本管と一体化させる。	熱硬化性樹脂を含まない樹脂を人孔から水田により既設管内に反転投入し、その後オメガライナー内の水を加熱沸騰させて樹脂を硬化させ、管内内に内張りし、既設管と一体化させる。	1) 既設管の内面形状に基づいた形状になる。 2) 管径は既設管径で規制されるため変更不可。 3) 蒸気硬化しないため耐熱性を発現しない。 4) 立戻り距離が短いため、掘削を要する。 5) 掘削距離が長い場合は、掘削に熱線を要する。 6) 部分施工は不可能。 7) 1/2インチ厚を敷くことが可能だが材料費高くなる。 8) 通水しながらの施工不可。	1) ポリエスチレン樹脂の田筒状の樹脂に硬化性樹脂を含ませておき、厚みを容易に変えることができる。 2) 耐熱性・耐水性・耐腐蝕性に優れている。 3) 導入水・漏水・水根の浸入を防止。 4) 既設管への応力が低減され、曲げ目のないあっても施工可能。 5) 内面が滑らかなので摩擦抵抗が少なく、継ぎ目のない継ぎ目となるので流下能力が向上。 6) 施工設備がコンパクトで掘削も簡単。	1) 管径・管種・管形状を問わず施工可能。 2) 自立管として耐用強度に匹敵したライナー厚が可能。 3) 必要に応じて曲げりでも清らか仕上がり(硬直有り)。 4) 新しい品質管理により高信頼度の材料を提供(現場強化のため施工品質管理は不可)。 5) ライナー厚さの確保が容易。 6) 現場作業が容易。 7) 掘削の簡便が図る(品質対策は必要)。 8) 一箇所の手入れから多方向への掘削が可能。 ※部分施工は別工法で有り。
工法特徴	1) 材料が工運製品であり盛り付けられた製品を確保できる。 2) 硬質強化ビニルの優れた耐薬品性。 3) 硬質強化ビニルの優れた耐熱性。 4) 水運性能が向上(粗度係数0.10以下)。 5) 蒸気・火災の発生要因無し(有機溶剤不使用)。 6) スピーディーな施工。 7) 自立強度を有する(オメガライナーRの場合)。 8) 耐外水圧強度を有する(オメガライナーLの場合)。 9) 100m以上の架設距離施工が可能(φ300mm以下)。 10) 膨張や曲がりでも清らかな仕上がり。 ※オメガライナー取付工法も有り 9.0' 曲がり部でもシワ発生無し	1) 既設管の内面形状に基づいた形状になる。 2) 管径は既設管径で規制されるため変更不可。 3) 蒸気硬化しないため耐熱性を発現しない。 4) 立戻り距離が短いため、掘削を要する。 5) 掘削距離が長い場合は、掘削に熱線を要する。 6) 部分施工は不可能。 7) 1/2インチ厚を敷くことが可能だが材料費高くなる。 8) 通水しながらの施工不可。	1) 既設管の内面形状に基づいた形状になる。 2) 管径は既設管径で規制されるため変更不可。 3) 蒸気硬化しないため耐熱性を発現しない。 4) 立戻り距離が短いため、掘削を要する。 5) 掘削距離が長い場合は、掘削に熱線を要する。 6) 部分施工は不可能。 7) 1/2インチ厚を敷くことが可能だが材料費高くなる。 8) 通水しながらの施工不可。	1) 開閉せずに施工ができる。 2) 本管と取付管を一体化できる。 3) 工期、材料、機械がコンパクト。 4) 口径、形状を選ばず施工可能(コーラー部は断面が小さくなる)。 5) ショアワリングのため、掘削を管内に満たす工法に比べて使用する水量が少なくなる。	1) 管径・管種・管形状を問わず施工可能。 2) 自立管として耐用強度に匹敵したライナー厚が可能。 3) 必要に応じて曲げりでも清らかな仕上がり(硬直有り)。 4) 新しい品質管理により高信頼度の材料を提供(現場強化のため施工品質管理は不可)。 5) ライナー厚さの確保が容易。 6) 現場作業が容易。 7) 掘削の簡便が図る(品質対策は必要)。 8) 一箇所の手入れから多方向への掘削が可能。 ※部分施工は別工法で有り。
その他特記事項					

老朽管更生工法 工法比較 (その4)

	オメガライナー工法	インシチュウフォーム工法	ホースライニング工法	ICPブリース工法	オールライナー工法
材料の構成	硬質塩化ビニル樹脂 (単一均質材料) ライナー まじり樹脂、まじり材、 まじり材の3層管	ライナー 1) 硬質材 2) ジョイント 3) 不織布 4) 熱硬化性樹脂	1) 硬質材 2) ジョイント 3) 不織布 4) 熱硬化性樹脂	1) ポリエステルフェルト 2) 熱硬化性樹脂 (不飽和ポリエステル樹脂)	1) ガラス繊維入りフェルト 2) 熱硬化性樹脂 (不飽和ポリエステル樹脂) 3) ポリエチレンフィルム (外面) 4) ポリウレタンフィルム (内面)
口径	(本管) φ200~400mm (軟付管) φ100~200mm	φ100~φ3000	φ100~φ1500	φ100~1500mm	φ150~1500mm
適用範囲	最大120m (〜φ250mm) 100m (〜φ300mm) 80m (〜φ350mm) 60m (〜φ400mm)	標準50m	標準150m	最大70m	最大120m
段差	○ 既設管径の10%以下までOK ◎ (本管) 10°まで施工可能 (軟付管) 90°まで施工可能	× 入念な処理が必要 △ 入念な処理が必要 (仕上り内面は既設管の内面状態に左右される)	× (仕上り内面は既設管の内面状態に左右される) △ 20mmまで	× しわ発生の可能性大 × しわ発生の可能性大	× しわ発生の可能性大 × しわ発生の可能性大
前戻品性	◎ 硬質塩化ビニル管と同様	× しわ発生	△ ただし強化プラスチック複合管規格 (JSWAS K-1) に適合 (塩ビ管規格には不適合)	○ 強化プラスチック複合管規格 (JSWAS K-2) に適合 (塩ビ管規格には不適合)	○ 強化プラスチック複合管規格 (JSWAS K-2) に適合 (塩ビ管規格には不適合)
耐摩耗性・耐久性	○ 硬質塩化ビニル管と同様	○ 耐酸7割性に優れる	○ 強化プラスチック管同等	△ 7割を完全に硬化させる必要あり	△ 7割を完全に硬化させる必要あり
水替工	△ 管径の20%までの潜水は施工可能 (水替は必要)	△ 7割を完全に硬化させる必要あり	× 管内の完全乾燥が必要	× 水替え必要	× 水替え必要
水理性能	○ 摩擦係数が改善するため 既設管の設計流量と同倍以上 自立強度有り (オメガライナー-Rの場合) 耐外水圧強度有り (オメガライナー-Lの場合) 全く臭気なし	○ 摩擦係数が改善するため 既設管の流量と同等流量を確保	○ 相厚保護が改善するため 既設管の流量と同等流量を確保	○ 同左	○ 同左
外圧強度	◎ (オメガライナー-Rの場合) 耐外水圧強度有り (オメガライナー-Lの場合)	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない
臭気・火災対策	◎ 全く臭気なし	× 臭気・火災対策必要 (スチレンガス)	× 臭気・火災対策必要 (スチレンガス)	× 臭気・火災対策必要 (スチレンガス)	× 臭気・火災対策必要 (スチレンガス)
材料の管理	○ 長期保管可能 (紫外線のみ遮断要)	× 長期保管不可 (短期でも冷蔵保管)	× 長期保管不可 (短期でも冷蔵保管)	× 長期保管不可 (短期でも冷蔵保管)	× 長期保管不可 (短期でも冷蔵保管)
施工管理	○ 現場で化学反応させないため容易な 施工管理	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない	× 現場での化学反応が必要であり、完全 硬化の確認が不可能	× 現場での化学反応が必要であり、完全 硬化の確認が不可能	△ ライナー厚を厚くしないと復元しない
主要工程	1. 管内洗浄工 2. 管内調査工 3. 引き込み工 4. 管加断工 5. 管径・冷却工 6. 管口仕上げ工	1. 水替工 2. 管内洗浄工 3. TVおけ調査 4. 反転挿入工 5. 裏込注入工 6. 管口仕上げ工	1. 水替工 2. 管内洗浄工 3. 硬化性樹脂塗布 4. 反転挿入 5. 蒸気加熱硬化・冷却 6. 管口仕上げ	1. 管内洗浄工 2. 管内調査工 3. スタートライナー挿入 4. ライナー樹脂反転挿入 5. 温水シャワーリング硬化 6. 冷却・排水工 7. 仕上げ工	1. 管内洗浄工 2. 管内調査工 3. 引き込み工 4. 反転挿入工 5. 加熱硬化工 6. 冷却・排水工 7. 仕上げ工
施工人員	7名	6~10名	不明	7名	9名
作業スペース	発進側 3m×20m 到達側 3m×15m (現場条件により調整可能)	5×30m程度 (呼び径による)	発進側 3×25m 到達側 3×10m	発進側 3m×15m 到達側 3m×10m	2.5×17m
工期 (φ250 50m 更生工のみ)	1日	3日	不明	1日	3~4日 (完全水替必要)
備考					