

令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
(低コスト手法普及拡大に向けた
電線地中化工法の実現可能性等調査)

報告書

令和5年3月

一般社団法人 日本電気協会

目次

概要	2
I 事業計画	5
1. 調査目的	6
2. 事業内容	7
(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の調査	7
(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価	13
(3) 海外の低コスト無電柱化工法の実態調査	14
3. 事業実施方法	15
II 調査結果	21
1. 国内外の状況調査	
(1) 海外の状況調査	23
(2) 国内の状況調査	29
(3) 代表的な地中管路材の強度調査	32
2. 本検討の対象範囲におけるリスクについて	35
(1) 除草によるリスクについて	39
(2) 除雪によるリスクについて	40
(3) 接続部等から水の侵入について	41
(4) 高温環境による熱的劣化に伴う強度低下について	42
(5) 低温環境による熱的劣化に伴う強度低下について	43
(6) 紫外線による劣化や塩害による腐食による強度低下について	44
(7) ケーブルの地絡・需要家側での短絡の影響について	45
(8) 自然災害等のリスク低減について	46
(9) トラフや管路材の固定方法について	48
(10) 注意喚起のための表示方法について	50
(11) 今後必要な試験について	51
3. コスト評価について	52

概要（国内・海外の状況調査）

国内の状況調査

- 国内の6.6kV埋設ケーブルを架空電線に接続する際、高圧ケーブルを亜鉛メッキ鋼管等に入れて立ち上げている。
- この鉄管自体には公衆が容易に触られるため、堅ろうな管路に入っており、ケーブルに直接触れる恐れがない地上施設にとって非常に参考になると考えられる。
- 国内において22～33kVの特別高圧ケーブルでも同様に施設されている。



立ち上がり鉄管については、JISC3653（1987年制定）や配電規程（1972年制定）で制定当初から規定されている。

海外の状況調査

- 日本における施設工事の低コスト化に資する技術的手法について調査した結果、カナダやアメリカにおいて参考となりそうな事例があったことから、詳細調査し、2社についてヒアリングを実施した。
- アラスカ州およびアルバータ州において、歩道下等以下のような電気設備施設例があることがわかった。



概要（代表的な地中管路材の強度調査・コスト評価）

代表的な地中管路材の強度調査

- ▶ JISC3653において管路内径はケーブル仕上がり外径の1.5倍以上とすることが推奨されていることから、ケーブルに荷重がかからない34%扁平までの最大荷重を評価。地中防護物の屋外施設に対する機械的強度については、屋外施設の実績があるSGP管およびコンクリートトラフを考慮すると、コンクリートトラフが目安と考えられる。
- ▶ コンクリートトラフ（ふた）のひび割れ荷重（9.8kN）の目安とした場合、SGP管、ECVP、強化可とう電線保護管は同等の性能があると考えられる。

強度試験結果比較

管路・トラフ	自消性	可とう性	耐候性	試験時の平均最大荷重
コンクリートトラフ（本体）	○	×	○	9.2kN
コンクリートトラフ（蓋）				42.2kN
配管用炭素鋼管SGP	○	×	○※1	9.3kN（34%扁平） 46.5kN（34%扁平）
電力用管路材ECVP	○	×	不明	2.7kN（34%扁平） 14.1kN（34%扁平）
角型多条敷設管FEP	○	○	不明	5.7kN（10～15%扁平）
難燃性 波付硬質合成樹脂管FEP	○	○	不明	4.4kN（33%扁平）
強化可とう電線保護管	○	○	不明※2	14.8kN（15%扁平）



コスト評価

※1 耐食性については同材料の現行保全での対応を検討。 ※2 メーカーHPでは耐候性を確認できない機材が存在する。

- ▶ 一般車両の往来のある車道部（アスファルト舗装）と一般車両の往来がない山道（未舗装部）について、工法ごとに以下のとおりコストを算出し比較した。
- ▶ 固定方法は今後検討が必要であり、また、施設環境により大きく差が生じるが、車道部（掘削）と車道部ガードレール外（地上）を比較して約29%～15%の費用抑制が見込まれる。また、登山道（掘削）と登山道脇（地上）を比較して約36%～17%の費用抑制が見込まれる。

評価パターン	車道の場合		登山道の場合	
	車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
コスト指標	100%	71～85%	100%	64～83%

概要（掘削しない無電柱化手法におけるリスク検討）

- 公衆の安全を確保するためには、電技第20条に基づき、どのような条件で、どのように施設すれば管路又はトラフ内の電線路において感電・火災の恐れがないか検討した結果、下表のとおり『深掘り』の要否について整理した。

分類	課題	検討結果（○：深掘りするもの、×：深掘りしないもの※）
強度面	故意の破壊行為について	× 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、故意の破壊行為は前提としていないため、本検討においても、それに耐える強度を求めないものと整理した。
	土砂崩れ、雪崩などの自然災害について	× 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、土砂崩れや雪崩などの非常災害に耐える強度は求められていないため、本検討においても、それに耐える強度を求めないものと整理した。
		○ 倒木や落石、車両の衝突、動物の接触、食害も同様であるが、施設場所、施工方法や管路材の選定などでリスクを低減できるか今後検討していくこととした。
	除草・除雪について	○ 地上施設した場合、意図しない第三者による損傷として、除草や除雪が考えられる。そのため、本検討において考慮することとし、今後、各管材料の実力値を把握したうえで場合分けした6つの領域に求める要求仕様をそれぞれ検討し管路を選定していくこととした。
	接続部等から水の侵入について	○ 地上施設した場合、雨水等にさらされる可能性があることから、管路や接続部の防水処理について、今後検討していくこととした。
		○ 斜度のある箇所に施設する場合ケーブルが水没する可能性があることから適切なケーブルを選定していくこととした。 斜度のある箇所に施設する場合、雨水等で満たされた管路等の自重が増加するため、耐え得る固定方法を検討していくこととした。
	高温・低温環境について	○ 地上施設した場合、地中よりも高温・低温などの厳しい環境にさらされる恐れがあることから、今後検討していくこととした。
紫外線による劣化や塩害による腐食による強度低下について	○ 地上施設した場合、紫外線による劣化や腐食のもとになる塩害の厳しい環境にさらされる恐れがあることから本検討において考慮することとし、今後、各管材料の実力値を把握したうえで場合分けした6つの領域に求める要求仕様をそれぞれ検討し管路を選定していくこととした。	
ケーブルの需要家側での短絡の影響について	○ 需要家側での三相短絡時にケーブルに衝撃力が加わる可能性があることから、それに耐えうる固定方法も検討していくこととした。	
火災面	外部からの火災について	× 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、外部からの類焼は前提としていないため、本検討においても、それに耐える素材等を求めないものと整理した。
	高温環境について	○ 林野火災などの外的被害は想定外としたうえで、管路内の温度上昇によるケーブルの通電容量も検討することとした。
	ケーブルの地絡の影響について	○ ケーブルは地絡優先構造のため、本事業では地絡時の影響として、ケーブルが地絡した際のアークの外部噴出について検討することとした。 6.6kVクラスで使用しているケーブルは難燃性のCVケーブルであり、自消性（自己消火性）のある難燃性のケーブルを選定していくこととした。 また、地中電線を収める管又はトラフは「自消性のある難燃性」が使用されており、同様の管又はトラフを使用していくこととした。

※ 今後の検討状況によっては深掘りが必要と判断する場合がある。

I 事業計画

1. 調査目的

無電柱化の推進に関する法律に基づき、令和3年5月に「無電柱化推進計画（計画期間：令和3年度～令和7年度）」が策定され、関係省庁（資源エネルギー庁、国土交通省、総務省）が連携し、新設電柱の増加要因の調査・分析を行い、その結果を踏まえた対応方策をとりまとめ、令和4年4月に公表した。無電柱化は、災害時の電柱倒壊による電力システムの機能喪失の低減や、災害に強い電力システムの構築に資することから、電力の安定供給の観点からも重要である。

電線地中化は、架空送電に比べて、コストや工期、関係者間の調整といった面で課題があり、電線地中化を一層推進するためには、国民負担の最小化に配慮しつつ、国が電線管理者と連携し、電線地中化のコスト低減を図るための手法について調査研究を進める必要がある。

電線地中化の低コスト化を図るために、直接埋設工法や小型ボックス工法等の新たな工法が検討されてきたが、工事の困難さや安全性の課題があることから、本調査では、設置エリアを考慮しつつ、掘削を伴わない新たな低コスト手法の実現性についての調査検討を行い、今後の無電柱化の推進に向けた施策立案に必要な情報を取りまとめる。

2. 事業内容

(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の調査

従来の手法よりコスト低減が見込まれる手法としては、直接埋設工法や浅層埋設、高圧・低圧・通信ケーブルを内部に施設する小型ボックスが挙げられるが、山間部の斜面等の歩行者が容易に立ち入らない場所等の一定条件下において、これまで検討されている工法より無電柱化のコスト低減効果が高いと見込まれる、掘削しない手法（複数テーマ）について、その手法の普及拡大に向けて必要となる項目（耐久性、適地、仕様、その手法の普及拡大に向けて課題がある場合はその内容及び具体的解決手段、等）を設定し、これについて調査検討を実施する。

【調査項目例】

- 山間部の斜面、擁壁上部等の歩行者が容易に立ち入らない場所での地上管路を活用した無電柱化を実現するにあたっての条件・施設方法の調査検討
- 山間部等の歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフ等を活用した無電柱化を実現するにあたっての条件・施設方法の調査検討
- 電力ケーブルを地中に埋設する際に使用している電線管やトラフの強度確認等の試験

2. 事業内容

山間部の斜面、擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所における 地上管路を活用した無電柱化の実現性評価

高圧(6.6kV)の地中電線路を管路式で施設する際に使用している電線管などを、山間部の斜面、擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所の地上に施設する手法について、感電又は火災のおそれがないように施設することが可能か実現性を評価する。

地上管路の特徴

- ✓ 従来の地中化工事に比べて掘削費用と他企業調整等の時間が節約される
- ✓ 管路が見えるところにあるため、需要変動などのお客さま対応も迅速に実施可能
- ✓ 繰り返しの掘り起こしが無くなり、円滑な交通・きれいな道路維持に寄与
- ✓ 山間部等では樹木伐採が不要となり、コスト削減に寄与

擁壁部等に管路を地上設置することで低コスト無電柱化



写真) 国交省近畿地方整備局 近畿技術事務所資料より
※加工は弊社にて実施



熊本城敷地内の管路の地上施設状況
(需要家設備)

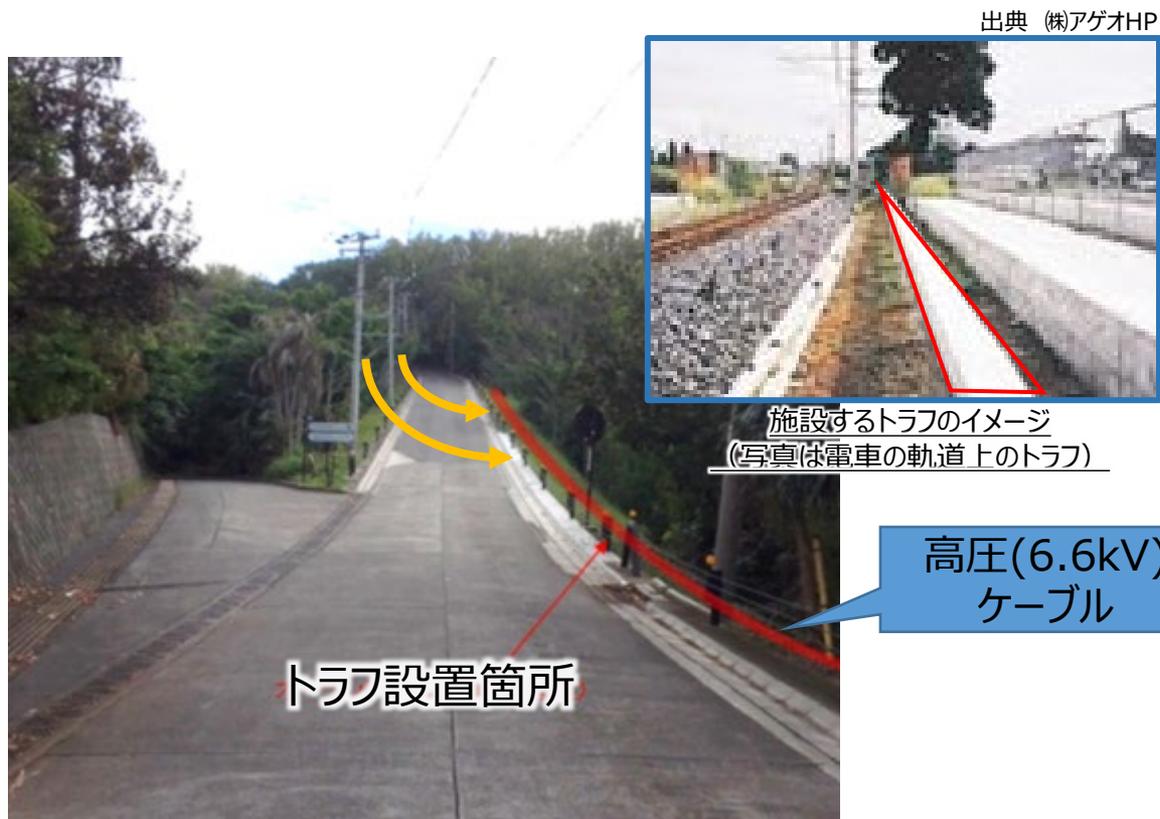
2. 事業内容

山間部など歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフを活用した無電柱化の実現性評価

電車の軌道上に埋めずにそのまま施設しているトラフと同じ形体のものを、道路のガードレールの外側などに施設する手法について、感電又は火災のおそれがないように施設することが可能か実現性を評価する。

トラフの特徴

- ✓従来の地中化工事に比べて掘削費用と他企業調整等の時間が節約される
- ✓管路よりは高価であるが、堅牢である
- ✓トラフが見えるところにあるため、需要変動などのお客さま対応も迅速に実施可能
- ✓繰り返しの掘り起こしが無くなり、円滑な交通・きれいな道路維持に寄与
- ✓山間部等では樹木伐採が不要となり、コスト削減に寄与



参考. 調査対象イメージ

官公庁のレーダー
電気通信会社のアンテナ
灯台
等の重要設備

官公庁のレーダー
電気通信会社のアンテナ
灯台
等の重要設備

公称電圧6.6kV

山間部等
道路も十分に整備されていない

掘削する必要が
無ければ国民負担の軽減可能

災害等の際
復旧にかなりの時間を要する

施設場所に配慮が必要
感電等の危険が無い
か確認が必要

架空電線がなければ台風等強風による電柱倒壊の災害のリスクが小さい

参考. 伊豆大島三原山救済時の応急送電状況

- 6.6kV配電線の応急送電として道路脇の地上部に電線管（波付硬質合成樹脂管）を施設
- 本復旧までの約4年間（2013年12月～2017年11月）トラブルは一切なし



参考. 電気設備に関する技術基準とその解釈

電気設備に関する技術基準を定める省令

(電線路等の感電又は火災の防止)

第二十条 電線路又は電車線路は、施設場所の状況及び電圧に応じ、感電又は火災のおそれがないように施設しなければならない。

電気設備の技術基準の解釈

【地上に施設する電線路】(省令第5条第1項、第20条、第37条)

第128条 地上に施設する電線路は、次の各号のいずれかに該当する場合に限り、施設することができる。

- 一 1構内だけに施設する電線路の全部又は一部として施設する場合
- 二 1構内専用の電線路中その構内に施設する部分の全部又は一部として施設する場合
- 三 地中電線路と橋に施設する電線路又は電線路専用橋等に施設する電線路との間で、取扱者以外の者が立ち入らないように措置した場所に施設する場合
- 2 地上に施設する低圧又は高圧の電線路は、次の各号により施設すること。

(略)

四 電線がケーブルである場合は、次によること。

イ 電線を、鉄筋コンクリート製の堅ろうな開きよ又はトラフに収めること。

ロ イの開きよ又はトラフには取扱者以外の者が容易に開けることができないような構造を有する鉄製又は鉄筋コンクリート製その他の堅ろうなふたを設けること。

ハ 第125条第1項の規定に準じて施設すること。

**1 構内及び
橋梁のみ
地上施設可**

**山間部の斜面、擁
壁上部などの歩行
者が容易に立ち入
らない場所における
電線路の地上施設
が可能か検討**

**地上に施設する際
管路が可能か検討**

2. 事業内容

(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

(1) の手法について、その効果を定量的に把握するため、コスト試算を行う。

試算にあたっては、その前提条件を明確にし、コスト低減効果を定量的に把握するため、従来手法のコスト試算も併せて行う。

- ✓ 島しょ部などの実際の区間に対して、今回検討する山間部の斜面・擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフを活用した工法や管路を地上施設する工法とこれまでの工法に対して詳細にコストを評価する。
- ✓ 新規需要への対応なども可能な範囲で考慮した施設とする。



2. 事業内容

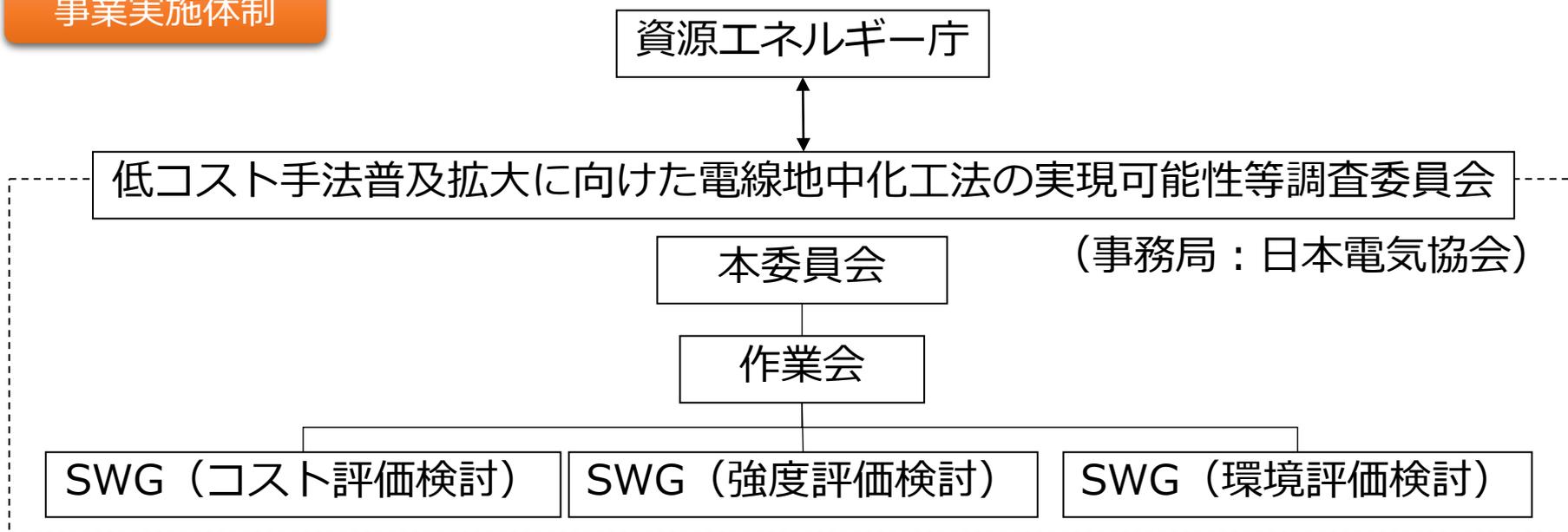
(3) 海外の低コスト無電柱化工法の実態調査

歩行者が容易に立ち入らない場所等の危険性が低い場所における低コストの無電柱化工法を対象として、日本における施設工事の低コスト化に資する技術的手法の実用性と適用する条件・法令について調査する。

海外の電力会社に対する調査・意見交換（現地もしくはWEB）を通じて、施工品質や電圧、設備構成の違いによる影響、公衆保安等の観点から、我が国への適用性を確認し、低コストの無電柱化工法の技術的手法の実用性と適用する条件・法令について調査する。

3. 事業実施方法

事業実施体制



実施内容

役割

- 学識経験者及び産業界等で構成する本委員会を設置する。
- 作業会での調査・検討を審議し、最終承認を行う。
- 検討対象となる分野に関する専門家で構成する。
- 事業内容の項目について、具体的に調査・検討を行い、その結果を本委員会に報告・提案する。
- 作業会委員のうち各検討項目に関する専門家で構成する。
- 各検討項目について具体的に調査・検討を行い、作業会に提案する。

本委員会

作業会

サブワーキンググループ

3. 事業実施方法

低コスト手法普及拡大に向けた電線地中化工法の実現可能性等調査委員会 委員名簿

本委員会

委員区分	氏名（敬称略）	所属
委員長	大木 義路	早稲田大学
委員	横山 繁嘉寿	一般社団法人 日本電線工業会
委員	松村 徹	一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会
委員	市場 幹之	公益社団法人 腐食防食学会
委員	穴見 英介	送配電網協議会
委員	関根 陽一	東京電力パワーグリッド株式会社
委員	佐藤 英章	株式会社 関電工
委員	奥村 智之	一般社団法人 日本電気協会

3. 事業実施方法

作業会

委員区分	氏名（敬称略）	所属
幹事	関根 陽一	東京電力パワーグリッド株式会社
副幹事	佐藤 英章	株式会社 関電工
委員	霜鳥 博喜	一般社団法人 日本電線工業会
委員	森島 浩之	一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会
委員	市場 幹之	公益社団法人 腐食防食学会
委員	穴見 英介	送配電網協議会
委員	那須 紀光	北海道電力ネットワーク株式会社
委員	久保田 一行	東北電力ネットワーク株式会社
委員	城野 裕隆	中部電力パワーグリッド株式会社
委員	水野 卓也	北陸電力送配電株式会社
委員	草間 利晃	関西電力送配電株式会社
委員	前島 雄介	中国電力ネットワーク株式会社
委員	寺田 幸輔	四国電力送配電株式会社
委員	川崎 英毅	九州電力送配電株式会社
委員	新垣 一志	沖縄電力株式会社
委員	内田 みつる	株式会社 関電工

3. 事業実施方法

コスト評価検討

サブワーキンググループ

委員区分	氏名（敬称略）	所属
幹事	関根 陽一	東京電力パワーグリッド株式会社
委員	川崎 英毅	九州電力送配電株式会社
委員	内田 みつる	株式会社 関電工

強度評価検討

サブワーキンググループ

委員区分	氏名（敬称略）	所属
幹事	草間 利晃	関西電力送配電株式会社
委員	佐藤 英章	株式会社 関電工
委員	前島 雄介	中国電力ネットワーク株式会社
委員	寺田 幸輔	四国電力送配電株式会社

環境評価検討

サブワーキンググループ

委員区分	氏名（敬称略）	所属
幹事	城野 裕隆	中部電力パワーグリッド株式会社
委員	那須 紀光	北海道電力ネットワーク株式会社
委員	久保田 一行	東北電力ネットワーク株式会社
委員	水野 卓也	北陸電力送配電株式会社
委員	新垣 一志	沖縄電力株式会社

3. 事業実施方法

S
W
G
作
業
委
員
会

掘削を行わない新たな 低コスト無電柱化手法の 調査

- 山間部の斜面、擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所における地上管路を活用した無電柱化の実現性評価
- 山間部など歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフを活用した無電柱化の実現性評価

関
電
工

無電柱化のコスト 低減に資する手法 のコスト評価

- 島しょ部などの実際の区間に対して、詳細にコストを評価
- 山間部の斜面・擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフを活用した工法や管路を地上施設する工法とこれまでの工法を比較

電線路の防護物の 強度確認試験

- 電力ケーブルを地中に埋設する際に使用する電線管やトラフについて、現状の強度を確認する。

研
究
所
三
菱
綜
合

海外の低コスト無 電柱化工法の 実態調査

- 危険性が低い場所における低コストの無電柱化工法を対象として、海外における技術的手法の実用性と適用する条件・法令について調査

Ⅱ 調査結果

Ⅱ 調査結果

<委員会等開催状況>

【本委員会】

	開催年月日
第1回	令和5年1月13日
第2回	令和5年3月8日
第3回 (書面)	令和5年3月16～22日

【作業会】

	開催年月日
第1回	令和5年1月20日
第2回	令和5年2月28日
第3回 (書面)	令和5年3月9～14日

【SWG（コスト評価検討）】

	開催年月日
第1回	令和5年2月13,14日

【SWG（強度評価検討）】

	開催年月日
第1回	令和5年2月1,2日
第2回	令和5年2月16日

【SWG（環境評価検討）】

	開催年月日
第1回	令和5年2月15日

1. (1) 海外の状況調査

- 日本における施設工事の低コスト化に資する技術的手法について調査した結果、カナダやアメリカにおいて参考となりそうな事例があったことから、詳細調査し、2社についてヒアリングを実施した。詳細は添付資料2参照。
- カナダ アルバータ州およびアメリカ アラスカ州において地上もしくは天板部の電気設備施設例があることがわかった。
- ヒアリングを実施した2社は、いずれもコンクリート構造物を施設する方法で、うち1社からは掘削費用が浮くが、コンクリート等の材料費が高いとの回答を得た。

○：深掘対象

エリア	調査国	調査国・地域名（事例）	調査結果	深掘対象
北米・南米	カナダ	ノースウエスト準州・Inuvik（地域配電）	Utilidorに電気設備が含まれない	対象外
		アルバータ州（送電設備）	発電設備近郊に地上設置Utilidor事例あり（ヒアリング実施）	○建設会社 Proform
	アメリカ	アラスカ州・Selawik（地域配電）	Utilidorに電気設備が含まれない	対象外
		アラスカ州・Utqiagvik（地域配電）	永久凍土地域で地上設置のUtilidor事例あり	○電力会社 BUECI
		アラスカ州・Anchorage（歩道下施設）	歩道下に電気設備を設置する事例あり（Utiliwalk）（ヒアリング実施）	○電力会社 CEA
		アラスカ州・Fairbanks（需要家構内）	Fairbanks近郊の軍事基地内で地上設置のUtilidor事例あり	対象外
		テキサス州（高速道路）	地上の電気設備は検討のみ実施	対象外
フロリダ州（需要家構内）	需要家構内での無電柱化（地上）事例	対象外		

1. (1) 海外の状況調査

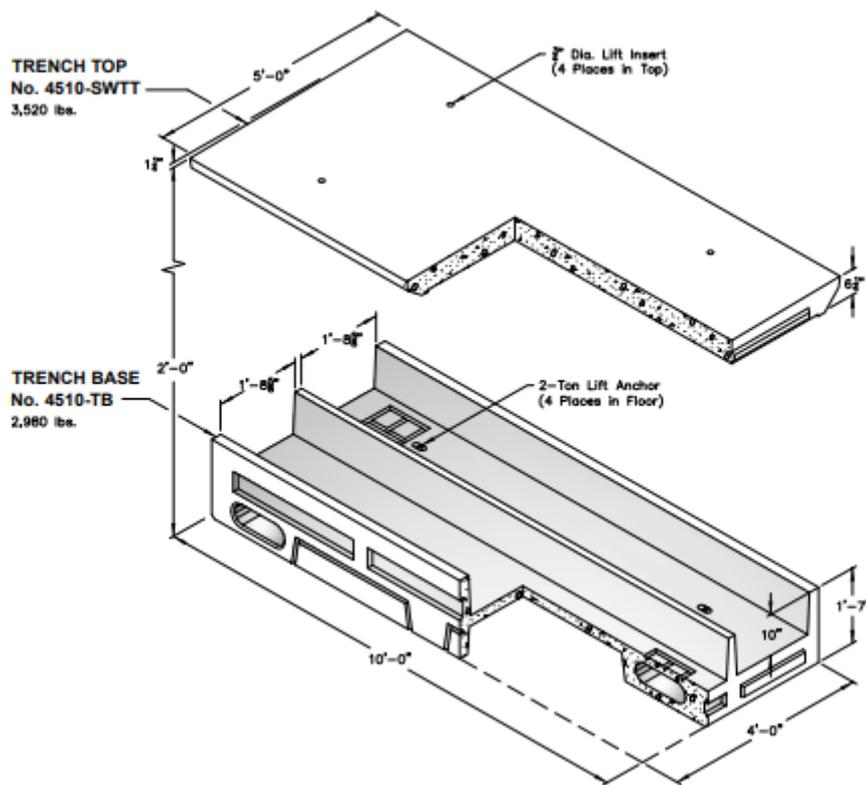
● アラスカ州・Anchorageの電力会社CEAへのヒアリング結果

Utiliwalkの施設では掘削費用が浮くが、コンクリート等の材料費が高いと考えられるとのことであった。

項目	ヒアリング結果
事例	1980年代に、アンカレッジダウンタウン及び歩道下に電気設備を施設した事例「Utiliwalk」と呼ばれる
電圧階級	Primary（高圧）：12,400V、Secondary（低圧）：600V
設備設置環境 （日本との違い）	<ul style="list-style-type: none"> 商業区域にコンクリート蓋つきのUtilidorとして設置されており、コンクリートの上を車や人が通過することが可能 設置対象場所の選定理由は不明だが、緊急輸送道路などレジリエンス目的ではない
公衆保安の観点	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート製の蓋（約1,600kg）がついており、蓋を外す場合は特殊な重機が必要 設備への注意喚起表示等はない M7.1地震（2018年）においても損傷無し
低コスト化に向けた 手法の実用性	<ul style="list-style-type: none"> 工事費用は不明（現在はUtiliwalk新規導入はなく地下埋設のみ。Utiliwalkの施設では掘削費用が浮くが、コンクリート等の材料費が高いと考えられる） メンテナンスは歩道の状況を鑑みつつ問題発生時のみに実施する（不定期） リプレイスはこれまで未実施
無電柱化を適用する 条件・法令	<ul style="list-style-type: none"> 特になし
その他	<ul style="list-style-type: none"> 12か月以内であれば、人が近づかないよう対策した上で、一時的に蓋を開けて電気設備を露出することが認められている 現地視察可能

1. (1) 海外の状況調査

参考：電力会社CEA提供



Utiliwalkの図面



Utiliwalkの概観



Utiliwalkの工事の様子

1. (1) 海外の状況調査

●カナダ・アルバータ州の建設会社PROFORMへのヒアリング結果

項目	ヒアリング結果
事例	鉱業、太陽光、風力、石油・ガスプロジェクトにおいて地上部掘削型の「Utilidor」建設実績がある。主に、事業者私有地における施設事例
電圧階級	不明
設備設置環境 (日本との違い)	<ul style="list-style-type: none"> 電力線保護やコストの観点から架空線ではなくUtilidor を採用することがある 近くに川があり、氾濫するリスクがある箇所など現場の制約を考慮したうえでコスト見合いで検討する
公衆保安の観点	<ul style="list-style-type: none"> 実態として遠隔地に設置されており人の往来も少ない場所に設置される。また、市街地などではフェンスや標識で人が立ち入らないようセキュリティ対策をすることが求められる 耐用年数は通常50～100年程度で設計される。環境や設計条件によって要求要件が変動する 蓋は重力、接着、機械的接続など環境によって様々。オーナーが低コストを重視する場合でかつ人が立ち入りリスクが低い場所では、金属製の蓋を置くケースやゴム・プラスチックの合成樹脂の蓋を置き、作業員が蓋を開けやすくするケースもある
低コスト化に向けた 手法の実用性	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に、掘削の伴う施設は工事期間は長くなり、コストが増大する傾向にある (必要プロセス：エンジニアリング 設計、用地調査、設置場所確認、掘削、下地調整、基礎 天井、プレキャスト設置、埋め戻し、ユーティリティ設置、試運転、起動など) メンテナンスは一般的に1～2年に 1回程度
無電柱化を適用する 条件・法令	<ul style="list-style-type: none"> 公共に設置する場合は強度、セキュリティ面で規定がある
その他	<ul style="list-style-type: none"> 現地の写真提供についてオーナーに依頼

1. (1) 海外の状況調査

参考：PROFORM

- カナダアルバータ州最大の建設会社で40年以上の歴史を持つ。
- 建設業界向けに幅広いコンクリート製品を提供。縁石等の一般的な建材から、地下施設向けのパイプ、住宅向けの基礎などを提供する。



Trenches/Utilidorsの写真（PROFORMの建材）

出所）PROFORMホームページ，“Trenches / Utilidors”，<https://proform.ca/trenches-utilidors>

1. (1) 海外の状況調査

●ヒアリングの事前調査 アラスカ州・Utqiagvik (地域配電)

目的	永久凍土対策として、Utilidorを地上に設置し、電気、水道、下水道などを家屋に供給している。(主に水道、下水道だが、電気設備も含むことがある)
国・サイト	アラスカ、Utqiagvik
開発主体	電力会社Barrow Utilities & Electrical Cooperative Inc. (BUECI)
サイト規模	人口5,000人規模
対象インフラ	水道、下水道、電気
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Utqiagvikは、アラスカの北端に位置する</p> <p>Utqiagvikの位置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Utilidorの設置マップ</p> </div> </div>
メール・電話等調査結果	<ul style="list-style-type: none"> • 地表に施設されたUtilidorが存在、管理主体であるBUECIへのヒアリングは実施できなかったものの以下の内容を確認済 • 海岸に囲まれた陸地の道路の海拔が低く、その下の地面が柔らかいため電柱を立てることができなかったため、Utilidorを建設(建設時期: 1980年代) • 電気設備の管理およびUtilidorそのものの管理をBUECI単体で実施しているとのこと。また、担当者によると、地表施設のUtilidorについて、本件以外の事例は知り得ていないとのこと。なお、写真の提供も可能とのこと(冬の間は極夜により撮影が難しいため追って共有)

出所) Alaska Beacon, "In northernmost Alaska, a battle is on to limit the damages of permafrost thaw", <https://alaskabeacon.com/2023/01/04/in-northernmost-alaska-a-battle-is-on-to-limit-the-damages-of-permafrost-thaw/>

1. (2) 国内の状況調査

- 国内の6.6kV埋設ケーブルを架空電線に接続する際、高圧ケーブルを亜鉛メッキ鋼管等に入れて立ち上げている。この鋼管については、公衆が容易に触れられる状態にあり、堅ろうな管路に入っており、ケーブルに直接接触する恐れがない地上施設にとって非常に参考になると考えられる。

〈JEAC7001-2022 配電規程〉

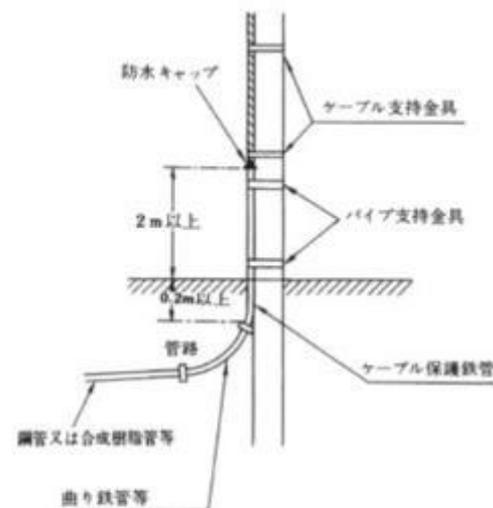
- 立ち上がり鉄管については、JISC3653（1987年制定）や配電規程（1972年制定）で制定当初から規定されている。どのような根拠で規定されたか調査したが確認できなかった。
- 国内において22～33kVの特別高圧ケーブルでも同様に施設されている。



405-4 ケーブルの立上り部分の施設

地中電線と架空電線などとの接続により地上に露出するケーブルは、次の各号により施設することが望ましい。

- (1) 地中電線は、交通に支障を及ぼすおそれがない位置に取り付けること。
- (2) 地中電線を人が触れるおそれがある箇所に施設する場合は、その部分の電線を湿式亜鉛めっき鋼管などに取めるなど適当な防護方法を講じること。



405-4-1 図 ケーブル立上り部

- (補足) 1. 防護範囲は、地表上2m以上、地表下20cm以上とすること。
2. ケーブルの屈曲部分の埋設深さは、405-2（ケーブルの施設方法）の規定によらない。

1. (2) 国内の状況調査

調査結果（JISC3653 電力用ケーブルの地中埋設施工方法）

- ✓ 最新（2004年）のJISC3653では、ケーブルの立ち上がり部は、堅ろうな不燃性又は自消性のある難燃性の防護材で地表上の高さ2m以上まで覆うこととしている。
- ✓ 同解説には防護材の選定に当たっては、耐候性（塩害・紫外線などによる素材劣化）に注意する必要があるとしている。

制定時のJISC3653

- ✓ JISC3653は制定時（1987年）から、2004年版と同様に、ケーブルの立ち上がり部は、堅ろうな不燃性又は自消性のある難燃性の防護材で地表上の高さ2m以上まで覆うとの記載があった。
- ✓ 当時の解説では防護材について、2004年版にあった耐候性に関する記載はなく、鋼管、硬質ビニル電線管及び硬質塩化ビニル管などを想定して規定しているとの記載があった。

1. (2) 国内の状況調査

- 自家用設備などで1構内に電線路を管路もしくはトラフに納め地上に施設している実事例を集めて、1構内以外に施設する場合の参考とするため、アンケートを依頼。回答のあった企業の施設状況概要は以下のとおり（アンケート回答内容については添付資料3）。
- 事業期間内に回答のあった企業は1社のみであり、今後も引き続き事例の調査が必要と考えられる。

施設状況概要（アンケート結果）

	質問事項	回答抜粋
全般	ケーブルの種類・仕様	6.6kV CVT 38sq×3c
	施設年	2019年（約1,000m）【Ⅰ期工事】、2020年（約1,700m）【Ⅱ期工事】（ただし、屋外部分は少ないとのこと）
	最大電流	約35A
	標高差	約70m
管路 トラフ	管路の材料	<ul style="list-style-type: none"> ・難燃性波付硬質合成樹脂管（FEP） ・コンクリートトラフ ・厚鋼電線管
	管路・トラフの固定方法	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル内のFEP管はちょう架線にケーブルハンガーにてちょう架。 ・屋外のトラフは埋設のみ。 ・厚鋼電線管はチャンネルベースをアンカー止めし、サドルにて固定。
トラブル	外傷（動物による接触、食害等も含む）・低温や高温環境等のトラブル	特になし

1. (3) 代表的な地中管路材の強度調査

- 地中防護物の屋外施設の実績がある「配管用炭素鋼鋼管SGP」および「コンクリートトラフ」、埋設する際に使用している「電力用管路材ECVP」、「角型多条敷設管FEP」、「難燃性 波付硬質合成樹脂管FEP」、「強化可とう電線保護管」について、現状の強度を確認するため、強度試験を実施した。
- 計画した試験のうち、強化可とう電線保護管(L=50mm)については、試料長が短く、試験中に試料が傾いてしまい計画通りに試験を実施することができなかった。
そこで試験結果については、試料長L=250mmを評価することとした。なお、その他の試料については、計画通り試験が完了した。その結果を次ページに示す。詳細は添付資料4参照。
- 地中防護物の屋外施設に対する機械的強度については、屋外施設の実績があるSGP管およびコンクリートトラフになるが、電技解釈第128条の記載を考慮すると、コンクリートトラフが機械的強度の目安になると考えられる。

【電気設備の技術基準の解釈】

第128条【地上に施設する電線路】(省令第5条第1項、第20条、第37条)

地上に施設する電線路は、次の各号のいずれかに該当する場合に限り、施設することができる。

2 地上に施設する低圧又は高圧の電線路は、次の各号により施設すること。

四 電線がケーブルである場合は、次によること。

イ 電線を、鉄筋コンクリート製の堅ろうな開きよ又はトラフに収めること。

ロ イの開きよ又はトラフには取扱者以外の者が容易に開けることができないような構造を有する鉄製又は鉄筋コンクリート製その他の堅ろうなふたを設けること。

1. (3) 代表的な地中管路材の強度調査

- 代表的な地中管路材の特徴と強度 詳細は添付資料4参照

管路・トラフ	素材	自消性	可とう性	耐候性	試験サイズ	試験時の平均最大荷重
コンクリートトラフ (本体)	鉄筋コンクリート	○	×	○	B300×H170×t45 試験長500mm	9.2kN
コンクリートトラフ (蓋)						42.2kN
配管用炭素鋼鋼管SGP	亜鉛めっき鋼管	○	×	○※1	φ114.3×t4.5 試験長50mm	9.3kN (34%扁平)
					φ114.3×t4.5 試験長250mm	46.5kN (34%扁平)
電力用管路材ECVP	塩化ビニル管	○	×	不明	φ114×t7.1 試験長50mm	2.7kN (34%扁平)
					φ114×t7.1 試験長250mm	14.1kN (34%扁平)
角型多条敷設管FEP	硬質ポリエチレン管	○	○	不明	外寸125mm内径100mm 試験長250mm	5.7kN (10~15%扁平)
難燃性波付硬質合成樹脂管FEP	硬質ポリエチレン管	○	○	不明	外径125mm内径100mm 試験長250mm	4.4kN (33%扁平)
強化可とう電線保護管	亜鉛メッキ鋼板 難燃性樹脂被覆	○	○	不明(※2)	外寸130mm内径100mm 試験長250mm	14.8kN (15%扁平)

※1 耐食性については同材料の現行保全での対応を検討。 ※2 メーカーHPでは耐候性を確認できない機材が存在する。

1. (3) 代表的な地中管路材の強度調査

• 代表的な地中管路材の特徴と強度

- 管路における強度試験は50%扁平時まで実施したが、JISC3653において管路内径はケーブル仕上がり外径の1.5倍以上とすることが推奨されていることから、ケーブルに荷重がかからない34%扁平時までの最大荷重を評価することとした。
- 電技解釈第128条においては、地上に施設する低圧又は高圧の電線路がケーブルである場合には鉄筋コンクリート製の堅ろうな開きよ又はトラフに収めることとしている。
今回の強度試験の結果、配管用炭素鋼鋼管SGP、電力用管路材ECVP、強化可とう電線保護管は、鉄筋コンクリート製のトラフと同程度の圧縮強度はありと評価できると考えられる。
ただし、今回は単一メーカーのトラフや管路材単体での評価であったことから、今後、様々なメーカーのトラフや管路材の接続箇所の強度試験も必要であり、総合的な評価が必要と考える。

2. 本検討の対象範囲におけるリスクについて

● 本検討の対象範囲の明確化

- 本事業では「掘削の必要がなく、人が容易に立ち入らない場所」について、不特定の人立ち入りの有無や、車両の往来の有無によって考えるべきリスクが異なり、どこまでを求めるかの基準が異なると想定。そのため下表のように、人がほとんど立ち入らない場所、特定の人しか立ち入らない場所、不特定の人立ち入る場所について、一般車両の往来の有無により大別し、以下の6つの領域に分けて整理した。今後、各リスクを検討するにあたり、「一般車両の往来がない場所」を優先的に検討することとした。

表. 場合分けした各領域

	一般車両の往来がない	一般車両の往来がある
人がほとんど立ち入らない場所	例：獣道	例：歩道のないトンネル
特定の人しか立ち入らない場所	例：管理道（車道なし）	例：林道などの管理道
不特定の人立ち入る場所	例：登山道	例：島しょ部などの車道

- 「掘削の必要がなく、人が容易に立ち入らない場所」の適用範囲については、例えば、行き止まりの道路で、その先には一般の方が利用する施設（観光スポット無し）がない等、沿道に住宅、店舗、観光スポット等が無く、歩行者が通ることは基本的に無いと想定できる道路など、対象を限定するため、今後、具体的に定義できるか検討していく必要があると考えられる。

2. 本検討の対象範囲におけるリスクについて

公衆の安全を確保するためには、電技第20条に基づき、どのような条件で、どのように施設すれば管路又はトラフ内の電線路において感電・火災の恐れがないか検討した。

感電の恐れがないか検討(ケーブルが損傷しないか)

分類	課題	検討結果 (○ : 深掘りするもの、× : 深掘りしないもの※)
強度面	・ 故意の破壊行為について	× <ul style="list-style-type: none"> 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、故意の破壊行為は前提としていないため、本検討においても、それに耐える強度を求めないものと整理した。
	・ 土砂崩れ、雪崩などの自然災害について	× <ul style="list-style-type: none"> 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、土砂崩れや雪崩などの非常災害に耐える強度は求められていないため、本検討においても、それに耐える強度を求めないものと整理した。
		○ <ul style="list-style-type: none"> 倒木や落石、車両の衝突、動物の接触、食害も同様であるが、施設場所、施工方法や管路材の選定などでリスクを低減できるか今後検討していくこととした。
	・ 除草・除雪について	○ <ul style="list-style-type: none"> 地上施設した場合、意図しない第三者による損傷として、除草や除雪が考えられる。そのため、本検討において考慮することとし、今後、各管材料の実力値を把握したうえで場合分けした6つの領域に求める要求仕様をそれぞれ検討し管路を選定していくこととした。

※ 今後の検討状況によっては深掘りが必要と判断する場合がある。

2. 本検討の対象範囲におけるリスクについて

感電の恐れがないか検討(ケーブルが損傷しないか)

分類	課題	検討結果 (○ : 深掘りするもの、× : 深掘りしないもの)
強度面	<ul style="list-style-type: none"> 接続部等から水の侵入について 	○ <ul style="list-style-type: none"> 地上施設した場合、雨水等にさらされる可能性があることから、管路や接続部の防水処理について、今後検討していくこととした。 斜度のある箇所に施設する場合ケーブルが水没する可能性があることから適切なケーブルを選定していくこととした。 斜度のある箇所に施設する場合、雨水等で満たされた管路等の自重が増加するため、耐え得る固定方法を検討していくこととした。
	<ul style="list-style-type: none"> 高温・低温環境について 	○ <ul style="list-style-type: none"> 地上施設した場合、地中よりも高温・低温などの厳しい環境にさらされる恐れがあることから、今後検討していくこととした。
	<ul style="list-style-type: none"> 紫外線による劣化や塩害による腐食による強度低下について 	○ <ul style="list-style-type: none"> 地上施設した場合、紫外線による劣化や腐食のもとになる塩害の厳しい環境にさらされる恐れがあることから本検討において考慮することとし、今後、各管材料の実力値を把握したうえで場合分けした6つの領域に求める要求仕様をそれぞれ検討し管路を選定してしていくこととした。
	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルの需要家側での短絡の影響について 	○ <ul style="list-style-type: none"> 需要家側での三相短絡時にケーブルに衝撃力が加わる可能性があることから、それに耐えうる固定方法も検討していくこととした。

2. 本検討の対象範囲におけるリスクについて

火災の恐れがないか検討

分類	課題	検討結果（○：深掘りするもの、×：深掘りしないもの）
火災面	・ 外部からの火災について	× <ul style="list-style-type: none"> 電技で定められた他の電気設備（架空配電線路と同様）についても、外部からの類焼は前提としていないため、本検討においても、それに耐える素材等を求めないものと整理した。
	・ 高温環境について	○ <ul style="list-style-type: none"> 林野火災などの外的被害は想定外としたうえで、管路内の温度上昇によるケーブルの通電容量も検討することとした。
	・ ケーブルの地絡の影響について	○ <ul style="list-style-type: none"> ケーブルは地絡優先構造のため、本事業では地絡時の影響として、ケーブルが地絡した際のアークの外部噴出について検討することとした。 6.6kVクラスで使用しているケーブルは難燃性のCVケーブルであり、自消性（自己消火性）のある難燃性のケーブルを選定していくこととした。 また、地中電線を収める管又はトラフは「自消性のある難燃性」が使用されており、同様の管又はトラフを使用していくこととした。

2. (1) 除草によるリスクについて

除草リスク	一般車両の往来がない	一般車両の往来がある
人がほとんど立ち入らない場所	考慮する	考慮する
特定の人しか立ち入らない場所	考慮する	考慮する
不特定の人が立ち入る場所	考慮する	考慮する

- 除草範囲内への設置を行う場合、草刈りによる管路への影響を検討する必要があるが、使用する管路によって以下のような懸念が考えられる。各管路において一長一短あり、公衆の安全を踏まえ、管路への影響をどの程度許容するかについては、今後検討を進めていくこととする。

金属管 …… キックバック（二次災害）

樹脂管 …… 貫通によるケーブル損傷

- 樹脂製管路（FEP管等）は耐候性や強度が鉄管に比べ、低いことが予想されるが、日陰・林道など、特定の場所での耐候性や強度は求めないとする整理になることもあり得るため、検討対象としては残した。
- 施設方法を工夫することにより除草作業によるリスク低減を図ることも一案と考えられる。

2. (2) 除雪によるリスクについて

除雪リスク	一般車両の往来がない	一般車両の往来がある
人がほとんど立ち入らない場所	考慮しない	除雪車を考慮する
特定の人しか立ち入らない場所	考慮しない	除雪車を考慮する
不特定の人が立ち入る場所	考慮しない	除雪車を考慮する

- 一般的に除雪車が道路以外の箇所を走行することは考えにくいいため、除雪車が直接管路を傷つけることは考慮する必要がないのではないかと。他方、車道の除雪をする際、車道脇に雪を寄せることになり、地上施設されている場合横方向の荷重がかかることが予想される。
通常時の影響として除雪車による横方向の圧力を考慮し、公衆の安全を踏まえ横ズレに耐えられる固定方法を検討する必要があると考えられる。
- 深掘りの対象を「一般車両の往来がない場所」に限定する場合、まずは除雪車による横方向の圧力は考慮しないこととし、今後「一般車両の往来がある場所」を対象に検討する場合に考慮することとしたい。

2. (3) 接続部等から水の侵入について

- 地上施設した場合、管路や接続箱の接続部の防水対策を検討する必要がある。しかしながら、完全な防水を求めることは現実的ではないことから、雨水等にさらされる可能性があるとして、水の影響の有無を検討する必要があると考えられる。そのため、管路や接続箱の耐水性について、今後確認が必要である。
- また、斜度のある箇所に施設する場合、ケーブルが水没する可能性があることから、耐水トリー性能が高いケーブルに限定するなどにより、適切なケーブルの選定等でリスクを低減可能か検討していくこととした。
- 雨水等に満たされた管路や接続箱はその分自重が重くなることから、斜度のある箇所へ施設する場合、雨水等により増加する自重にも耐え得る固定方法を検討する必要があると考えられる。

2. (4) 高温環境による熱的劣化に伴う強度低下について

- 管路及び接続部の熱的劣化に伴い強度低下が起きていないことを検証する必要がある。
- 想定する気温については、現時点の最高気温とせず、将来想定されている最高気温などある程度余裕を持った値としたい。
- 道路上に設置された管路を想定し、輻射熱も考慮することとした。「一般車両の往来がない場所」に限定する場合、アスファルト舗装道路については考慮の要否の検討が必要である。
- ケーブルに通電することで、ケーブル自体が発熱することから、それも踏まえ、ケーブルの最高温度を確認することとしたい。

①「管路材の耐熱性能」

⇒路面状況別での検証、落雷時の放電影響

②「ケーブル材の熱的劣化」

⇒①の管路内温度における検証（詳細は添付資料5）

③「②（基底温度40℃を超える場合）での許容電流超過による断線や火災リスクの検証」

⇒ケーブル材の溶融する条件や影響度合いを整理

- 日射量が強くなる6月から試験が必要であるため、本事業期間内に試験の詳細を検討することとしたい。

2. (5) 低温環境による熱的劣化に伴う強度低下について

- 低温下においては、樹脂が硬化することにより、耐衝撃性も大きく低下する可能性があることから、想定しうる低温環境において、樹脂製の管路及び接続部の強度低下が起きていないことを検証する必要がある。
- 想定する気温については、現時点の最低気温とせず、将来想定されている最低気温などある程度余裕を持った値とすることとした。
- アップダウンのある道路沿いに管路を施設した際に、内部に水が滞留することが考えられるが、管路内がすべて水で満たされていない限り、膨張したとしても長く続いている管路の空いたスペースに膨張すると考えられるため、管路に対する影響はないと思われる。他方、ケーブルが凍結を繰り返すことになるため影響の有無を検討する必要があると考えられる。
- 雪による影響について、凍結深度は地上施設の場合は検討不要と考えられる。(一般車両の往来がある場所を検討する場合には、道路の凍結防止剤による塩害と除雪車による影響を考慮する必要がある。)

①「管路材の耐熱性能」

⇒路面状況別での検証、落雷時の放電影響

②「ケーブル材の熱的劣化」

⇒①の管路内温度における検証

③積雪などにおける配管内部の凍結におけるリスク

⇒配管内の水が凍結する条件やその影響を検証

2. (6) 紫外線による劣化や塩害による腐食による強度低下について

- 強度試験結果等により管材を限定したうえで、樹脂製（樹脂被覆も含む）の接続部も含めた地中管路材並びにケーブル接続箱について、促進劣化試験と強度試験を実施し、影響を調査する必要があると考えられる。
- 屋外設置した管路が新品時と同程度の性能をどの程度の期間有することを求めることとするかを定めるうえで、各電力が持っている架空線資材の紫外線への耐候性への基準を確認した。一部の電力において、碍子のカバー類において耐候試験を設定していたところがあった。
耐候性【ウェザーメーターで屋外暴露（2,000～6,000時間：約2～9か月）の促進試験を実施】
- 紫外線と同様に塩害の考え方も確認したが、各電力に明確な基準は確認できなかった。管路材への塩化物の影響を審査し必要な管路材について検証する必要がある。
- 紫外線に係る試験については日射量が強くなる6月から試験が必要であるため、本事業期間内に試験の詳細を検討することとしたい。

2. (7) ケーブルの地絡・需要家側での短絡の影響について

• ケーブルが地絡した際のアークの外部噴出について

- 地絡時のアークが管路材の外に出た場合、公衆への影響や山火事など火災の恐れがあるため、代表的な地中管路材について、地絡試験を実施し、その安全性を評価する必要があると考えられる。

• 短絡時の衝撃力について

- 需要家側での三相短絡時において、ケーブルの機械的反発力に耐える管路の選定と地上に施設された管路の固定に必要な引き抜き強度の検討が必要であるため、代表的な地中管路材について、短絡試験を行い、衝撃力を調査することとした。

2. (8) 自然災害等のリスク低減について

- 故意の破壊行為や倒木、土砂崩れ、落石などすべての自然災害、及び車両・重機の衝突に耐える設備を構築することはコストや手法的にみて現実的ではない。またそれらにより生じる衝撃荷重等の想定も容易ではない。そのため、架空設備と同様に自然災害等に耐える強度を求めないことで整理した。
- 一方で、倒木や落石、車両の衝突、動物の接触、食害については、施工方法や管路材の選定などでリスクを低減できるか検討していくこととした。
- 瞬時の衝撃荷重に耐えることは難しいが、倒木や落石等が管路に覆いかぶさった際にどれだけ耐えられるかの評価について、本事業で実施した扁平・圧縮試験の結果が活用できるのではないかと考えられる。ただし、自然災害は深掘りしないことで整理する方向であれば評価する必要性はないと考えられる。
- 公衆の安全を考慮したうえで、管路にどこまでの性能を求めるかはコストと安全性のバランスから判断すべきと思料。管路性能（耐候性等）や場合分けした各領域における事象が起こりうる確率・度合によって、管路やトラフの種類、施設方法を整理していくこととした。
- 一般車両の往来がある場所を検討する場合、車両の往来がある箇所はガードレール裏や道路擁壁へ設置、もしくはクッションドラムを設置するなど、車両接触のリスクを低減する施設方法、接触しても設備故障に至るリスクを低減する施設方法を検討する必要があると考えられる。

2. (8) 自然災害等のリスク低減について

- 公衆の安全確保を踏まえ、管路材の強度の要求性能としてどこまで求めるか検討が必要である。

○ 圧縮荷重（静的荷重）

性能としてJISC3653のケーブル立上り部の規定を参照すると、「堅ろう」であることが求められるが、定量的な数値がなく考え方の整理が必要になると考えられる。

電技解釈第128条に規定された堅ろうなトラフ（コンクリートトラフ）の強度の規定値9.8kN（蓋）もしくは2.6kN（本体）（JISA5372）が一つの目安になると考えられる。また、場合分けした各領域の6パターンそれぞれに応じ要求性能を整理する必要があると考えられる。

○ 衝撃荷重

衝撃荷重として、塩化ビニル管であるECVP管にはスコップ試験の実施が規定されているが、硬質ポリエチレン管には規定されていない。そのため、各管路の耐衝撃性を確認するため、スコップ試験を実施する必要があると考えられる。

草刈り機による外傷について、管路やケーブル・作業者に対する影響を実際に確認する必要があると考えられる。

- その他、動物（イノシシ・熊・鹿等）の衝突・踏みつけや小動物（モモンガ・ネズミ等）のカジリによる管路やケーブルの損傷、シロアリやコウモリガの幼虫等による食害の影響については、自家用設備の実事例の調査が進んでおらず、アンケートによる事例調査だけでは知見が集まらない可能性が高い。海外調査、文献調査や有識者への聞き取りなど、調査対象を広げる必要があると考えられる。なお、発生を完全に回避することは困難と予想されるものの、施工方法や管路材の選定等でリスクを低減可能か検討していくこととした。

2. (9) トラフや管路材の固定方法について

- 固定方法は現場ごとに変わると思われる。固定方法（手法）を規定するのではなく、固定に求められる引き抜き強度などの要求性能（ケーブル引入れ時の側圧や短絡時の衝撃荷重に耐えること等）を整理することとした。
- 他方、固定方法の例示は必要であり、トラフや管路材を杭による固定とする場合、地質や杭の深さにより、どれくらいの引き抜き強度になるか検証が必要であると考えられる。
- ケーブル接続箱も地上施設を検討することから、接続箱の固定方法として埋設による方法や、杭固定による方法について、その条件等を検証していくこととした。
- トラフや管路材、接続箱の引き抜き強度で考慮する荷重については、「ケーブル引き入れ時の側圧」、「需要家構内等での短絡時のケーブルの衝撃力」、「風圧荷重※¹」もしくは「除雪時の荷重（一般車両の往来がある場合のみ）」が考えられる。また、傾斜地では「管路・ケーブルの自重」も考慮する必要があると考えられる。

参考：JISC3653では、「管路は、ケーブルの施設に支障が生じる曲げ、蛇行などがないように施設する。」としている。

- 傾斜地に施設する場合、トラフや管路材の固定だけでなくケーブルの滑落が想定されるため、ケーブル固定方法の検討が必要になる。また、ケーブル接続部には荷重がかからない施設方法とする必要がある。（接続箱の中での固定など）
- 「がけ」などの法面については、設置場所により関連する事業者と個別に協議することとなるため、本事業で検討する必要はないと考えられる。（協議の際に、上記による固定に必要な引き抜き荷重の算出結果が活用できるか）

⇒法面や擁壁への施設には設備管理者（道路管理者）の許可が必要となるが、既設箇所では強度への影響から許可を得ることは難しいか。一律のルール化は難しく、個別協議になるものと想定される。

2. (9) トラフや管路材の固定方法について

- トラフや接続箱等のセキュリティについて、JISC3653では、「取扱者以外が容易に開けられない構造のふたを設けること」としているためそれを準用することとした。

(参考) 小型ボックスのふた構造

- ✓ 専用工具でなければ開閉できない構造
- ✓ 専用のカギで開ける構造
- ✓ ふたの重量を重くしている (80kg程度 = 大人2人で持ち上げることになる)

- 取扱者以外のものが容易に立ち入ることができない場所に施設する場合は、セキュリティ対策を不要とした。

※1：風圧荷重については、新たに地上施設の風圧荷重を規定するか、建築基準法や道路附属物の基準を参考にしつつ個別検討するかが考えられる。

(参考1) 電気設備の技術基準

甲種風圧荷重：風速40m/s、丙種風圧荷重：甲種風圧荷重の1/2

(参考2) 建築基準法

設計用速度圧は、[平均風速の高さ方向の分布を表す係数] × [基準風速] × [0.6] で算出する。

基準風速は、これまでの観測結果から全国の「市・郡」単位で30m/秒～46m/秒の範囲で具体的に定められている。

https://www.built-material.co.jp/wp-content/themes/built-material/pdf/2021/kazekajyuu_210324.pdf

(参考3) 建設省 道路局 企画課長 通達「道路附属物の基礎について」(建設省道企発第五二号昭和五〇年七月一五日)

設計風速は次の値を標準とする。

- ・路側式の道路標識、道路反射鏡等…………… 40m/sec
- ・オーバーハング、オーバーヘッド式の道路標識、道路情報提供装置等… 50m/sec
- ・道路照明…………… 60m/sec

<https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/sgml/070/79000122/79000122.html>

2. (10) 注意喚起のための表示方法について

●看板やペイント、反射材について

- 電気設備の技術基準においては注意喚起の表示についてのみを記載し、具体的な表示方法（案）は民間規格などで整理することとしてはどうか。

なお、民間規格化する場合は以下の点を考慮する必要があると考えられる。

- 場合分けした各領域によって表示方法に差異を設ける。

【表示方法（案）】

- ✓ 一定間隔で看板を設置
- ✓ 管路やトラフにペイントやシールにより注意喚起。（管路・トラフにペイントできるかどうかは確認が必要）
- 検討においては、国内（ガス業界やその他業種含む）に表示に関する基準があるか確認し、あればそれを参考とする。
- 積雪により見えなくなるリスクへの対応（豪雪地帯にあるような歩車道境界に設置されているポール等）は必要であると考えられる。
- 道路に施設する場合は「道路法」も考慮する必要があると考えられる。

2. (1 1) 今後必要な試験について

- 今後、公衆の安全を確保するために、下記の試験を行い、現状の管路材の実力や地上施設に必要な性能についても引き続き調査をする必要があると考えられる。

今後、試験にて確認する事項(まとめ)

課題	懸念事項	確認方法	試験方法
管路の強度	• 高低温環境下の強度低下	<ul style="list-style-type: none"> • 常温については、2社について実施。 • 高低温環境下における強度低下について試験を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> • へん平・圧縮強度試験 • (60℃、20℃、-20℃)
	• 紫外線による強度低下	<ul style="list-style-type: none"> • 紫外線の促進試験を行い、強度低下について試験を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> • 促進耐候性試験 • へん平・圧縮強度試験
	• 塩害等	<ul style="list-style-type: none"> • 管路材への塩化物の影響を審査し必要な管路材について検証する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 別途検討
	• 外傷に対する強度	• スコップ試験にて実力を調査	<ul style="list-style-type: none"> • (60℃、20℃、-20℃)
		• 草刈り機による損傷を調査	<ul style="list-style-type: none"> • (60℃、20℃)
	• 凍結、融解による影響	<ul style="list-style-type: none"> • 管路内が凍結・融解を繰り返した場合の管路の影響を調査 	<ul style="list-style-type: none"> • ヒートサイクル試験 (-20℃～10℃) • へん平・圧縮強度試験
	• 地絡事故時の影響	<ul style="list-style-type: none"> • 地絡試験を行い、アークの噴出を調査 	<ul style="list-style-type: none"> • 地絡試験(6.9kV 0.9s)
• 短絡事故時の影響	<ul style="list-style-type: none"> • 短絡試験を行い、衝撃力を調査 	<ul style="list-style-type: none"> • 短絡試験(12.5kA 0.2s) 	
ケーブルへの影響	• 凍結、融解による影響	<ul style="list-style-type: none"> • 管路内が凍結・融解を繰り返した場合のケーブルの影響を調査 	<ul style="list-style-type: none"> • ヒートサイクル試験 (-20℃～60℃)
	• 高温環境下の通電性能	<ul style="list-style-type: none"> • 高温環境下における基底温度の調査 	<ul style="list-style-type: none"> • 暴露試験(外気温・日射量・管路内温度の相関調査)

3. コスト評価について

・ 場合分けした各領域における試算

- コスト評価する領域については、不特定の人が立ち入る場所で、一般車両の往来のない場所とある場所それぞれで試算した。

コスト評価	一般車両の往来がない	一般車両の往来がある
人がほとんど立ち入らない場所	—	—
特定の人しか立ち入らない場所	—	—
不特定の人が立ち入る場所	本事業で試算	本事業で試算

試算にあたっては下記を条件とする。

- ・ 段差がある場所の横断など一部SGP管やトラフを使用する可能性もあるが、登山道・林道への施工性・耐振動性も考慮し、今回の試算においては、可とう管で試算した。
- ・ 車両が立ち入ることができない山道で持ち運びに課題があることも考慮し、角形多条敷設管と、不特定の人が立ち入ることも考慮し、高価ではあるが強度が高い強化可とう電線保護管とした。
- ・ 固定に必要な引き抜き強度は今後検討が必要ではあるが、試算においては2mおきに杭で固定することとしたい。その深さは土壌にもよるが今回の試算では0.3mとした。
- ・ ケーブルの把持については、掘削であっても地上施設であっても同様であることから今回の試算では考慮しない。
- ・ 試算としては、掘削費用を「100%」とした場合、地上施設が何%削減できるかコスト比較を行うこととした。

3. コスト評価について

- 一般車両の往来のある車道部（アスファルト舗装）と一般車両の往来がない山道（未舗装部）について、工法ごとに以下のとおりコストを算出し、比較した。（詳細は添付資料4参照）
- 現場状況や条件もコスト評価に影響するため、「通常の場合」と「悪条件の場合」について比較を実施。

車道部（アスファルト舗装）		一般車両の往来がない山道（未舗装部）	
車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
			

コスト評価の試算条件（詳細は添付資料4参照）

項目	掘削の場合	地上施設の場合
接続箇所	<ul style="list-style-type: none"> 1か所ケーブル接続部を設ける（防護は接続箱（CCVP相当を使用）） 	<ul style="list-style-type: none"> 1か所ケーブル接続部を設ける（防護はコンクリート製を使用）
起算距離	<ul style="list-style-type: none"> 100m 	<ul style="list-style-type: none"> 100m
管路材料	<ul style="list-style-type: none"> 角型多条敷設管Φ100 1本5m 20本使用 	<ul style="list-style-type: none"> 強化可とう電線保護管Φ100 1巻20m 5巻 継手 4個

3. コスト評価について

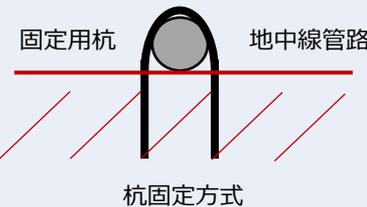
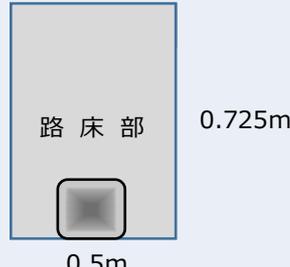
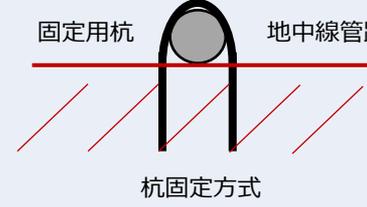
現場状況の例

	通常の場合 例	悪条件の場合 例
掘削 (車道)	掘削ルートに ・土中に支障物がない ・土中に他企業埋設物の障害がない	掘削ルートに ・土中に支障物がある ・コンクリート舗装（アスファルトに比べ高価） ・道幅が狭い（使用可能な重機に制限がかかる） ・土中に他企業埋設物が輻輳している
掘削 (登山道)	掘削ルートに ・舗装部無し ・樹木、階段、石等の障害物がない ・高木や植樹の根っこ処理の必要がない	掘削ルートに ・土中に障害物がある ・階段がある（施工前後の改修が必要） ・樹木の根等があり処理が必要
地上 (ガードレール外)	配管ルートに ・障害となる樹木、石等がない ・滑落のリスクが低い	配管ルートに ・障害物あり （樹木剪定、大きな石等の除去が必要等） ・道幅が狭い（使用可能な重機に制限がかかる） ・滑落のリスクが高い
地上 (登山道脇)	配管ルートに ・障害となる樹木、石等がない ・滑落のリスクが低い	配管ルートに ・障害物がある （樹木剪定、大きな石等の除去が必要等） ・急勾配 （資機材の搬入に個別の重機等が必要or人力対応のみで工期が長くなる） ・くぼみや谷等あり（個別の固定が必要） ・滑落のリスクが高い

3. コスト評価について

現場状況が通常の場合

- 車道部(掘削)とガードレール外(地上)及び登山道部(掘削)と登山道脇(地上)でコスト評価を行った結果、産廃や建設残土等の処分費の抑制と本舗装の費用が削減されたため全体ではコスト抑制となったが、配管施工以外での作業(草刈り・管路固定・表示)の労務費や材料費がコスト増となった。

	車道部 (アスファルト舗装)		一般車両の往来がない山道 (未舗装部)	
	車道部 (掘削)	ガードレール外 (地上)	登山道 (掘削)	登山道脇 (地上)
規模 (100m)				
施工日数	4日間 (25m/日)	4日間 (100m/日 他3日※1)	17日間 (6m/日)	9日間 (33m/日 他6日※2)
材料費	100%	281%	100%	309%
処分費	100%	14%	100%	84%
機械損料	100%	69%	100%	37%
労務費	100%	100%	100%	53%
本復旧	100%	0%	100%	0%
総合コスト評価	100%	71%	100%	64%

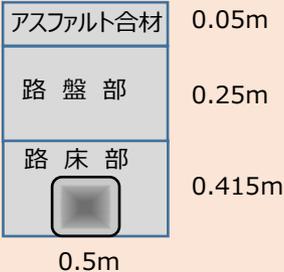
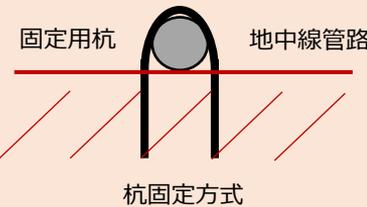
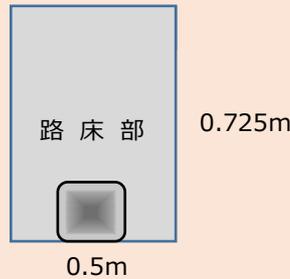
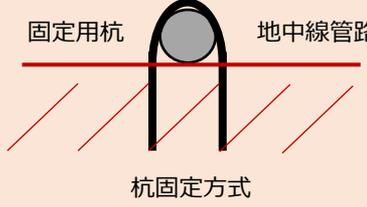


3. コスト評価について

現場状況が悪条件の場合

- 悪条件の場合、進捗率の低下による機械損料、労務費の増大が地上設置の方が大きいため、地上設置によるコスト低減率が小さくなる。

青字：通常の場合の数値

	車道部（アスファルト舗装）		一般車両の往来がない山道（未舗装部）	
	車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
規模 (100m)				
施工日数	5日間(4日間) (20m/日)	7日間(4日間) (50m/日 他5日※1)	20日間(17日間) (5m/日)	15日間(9日間) (20m/日 他10日※2)
材料費	100%	281%	100%	309%
処分費	100%	14%	100%	84%
機械損料	100%	97%(69%)	100%	59%(37%)
労務費	100%	140%(100%)	100%	85%(53%)
本復旧	100%	0%	100%	0%
総合コスト評価	100%	85%(71%)	100%	83%(64%)



株式会社 国土建設

※1 草刈り×2日、管路固定×2日、表示×1日

※2 安全対策×3日 草刈り×3日 管路固定×2日 表示×2日

注) 直接工事費のみ試算としている（設計費、現場調査費、間接費等の経費などは含まず）。

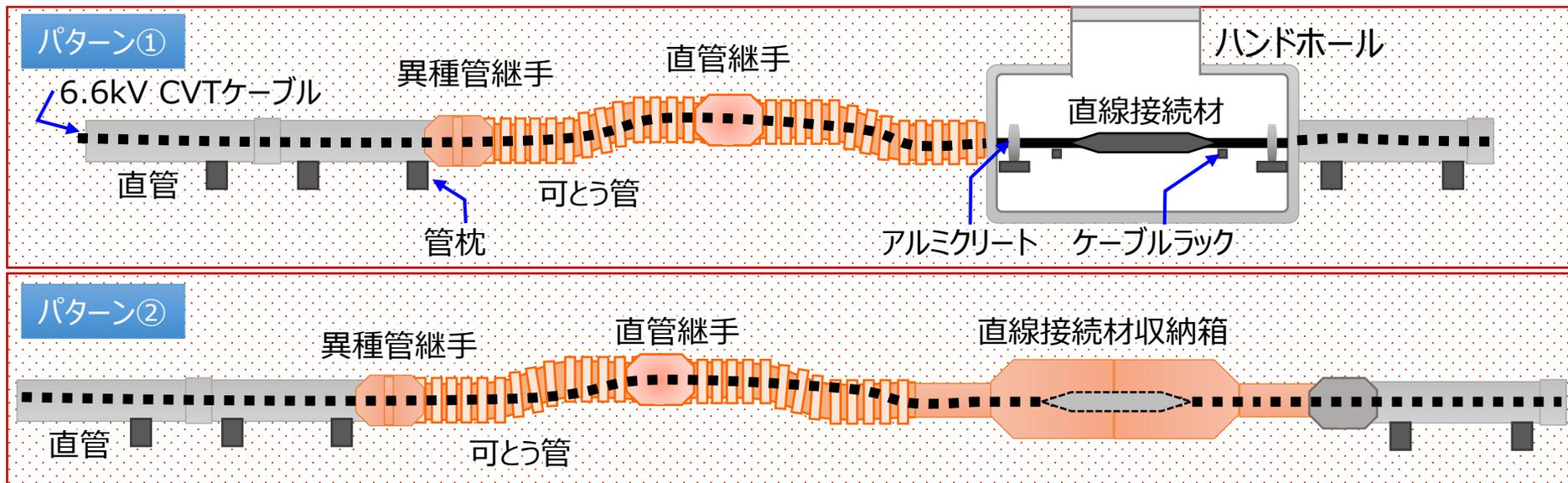
添付資料

- 添付資料 1 配電設備の基本構成・概要図
- 添付資料 2 海外の低コスト無電柱化工法の実態調査報告書
- 添付資料 3 国内状況アンケート結果
- 添付資料 4 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査他報告書
- 添付資料 5 地中管路材の暴露試験（案）

配電設備の基本構成・概要図

1. 地中設備の基本構成

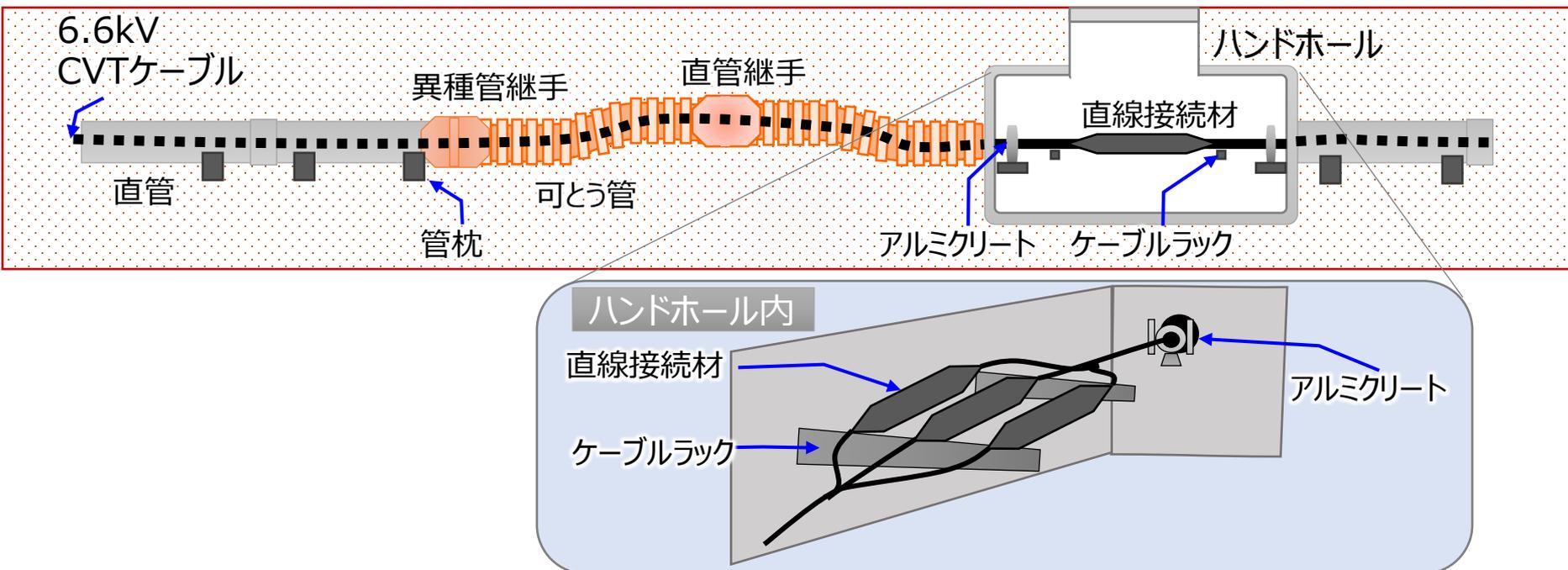
地中設備の一例



名称	用途
直管	直線ルートでの埋設管路として使用（概寸：5m/本）
異種間継手	種類の異なる管の接合に使用
直管継手	同種の管の接合に使用
可とう管	可とう性があり、管路ルートの曲がり箇所で使用
アルミクリート	ケーブルの拘束支持し、ケーブル滑落防止のために使用
ケーブルラック	ハンドホール内の側壁にケーブルを配置する際に使用
管枕	直管の位置ずれを防止するために使用
直線接続材	ケーブル同士の接続のために使用
直線接続材収納箱	直線接続部を地中に埋設する場合に使用

2. 地中設備と架空設備における高圧線の基本的な配線方法（一例）

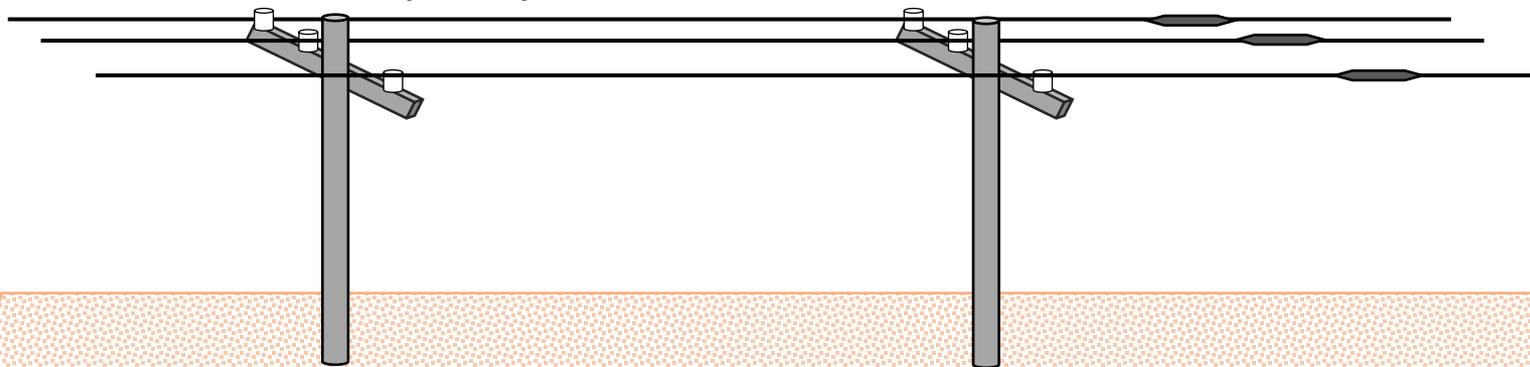
地中設備



架空設備

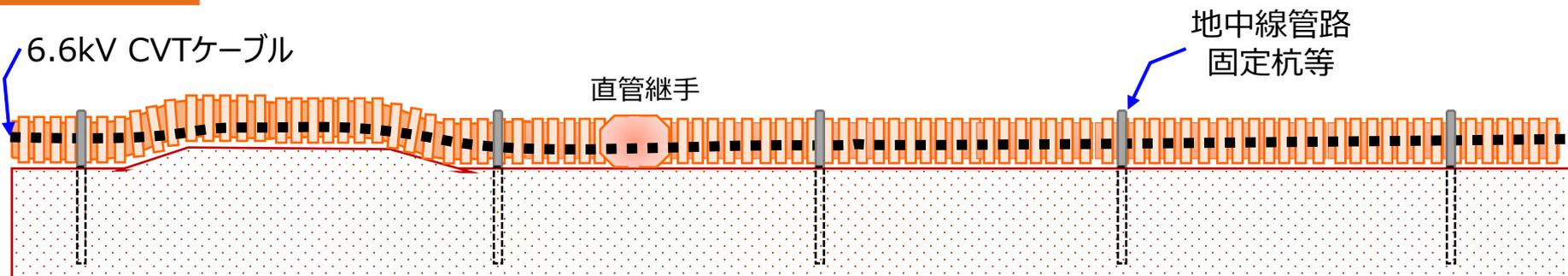
高圧架空電線
(6.6kV)

直線スリーブ・スリーブカバー



3. 地上敷設のイメージ

地上設置



4. 地中配管時に使用する材料 1/2

地中設備の一例

波付硬質合成樹脂管



出典：東拓工業株式会社ホームページ

角型多条敷設管



出典：東拓工業株式会社ホームページ

強化可とう電線保護管



出典：東拓工業株式会社ホームページ

配管用炭素鋼鋼管



ECVP管



コンクリートトラフ



出典：株式会社アゲオホームページ

4. 地中配管時に使用する材料 2/2

地中設備の一例

直管継手



出典：東拓工業株式会社ホームページ

異種管継手



出典：東拓工業株式会社ホームページ

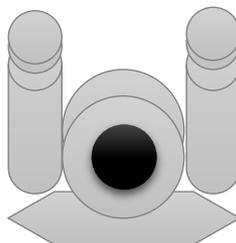
直線接続材収納箱



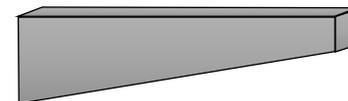
管枕



アルミクリート



ケーブルラック



海外の低コスト無電柱化工法の実態調査

報告書

MRI 三菱総合研究所

2023年3月

経営イノベーション本部

調査目的と概要

- 無電柱化は、災害時の電柱倒壊による電力システムの機能喪失のリスク低減や、災害に強い電力システムの構築に資することから、電力の安定供給の観点からも重要である。
- 無電柱化の一手段である電線地中化は、架空送電に比べて、コストや工期、関係者間の調整といった面で課題があり、電線地中化を一層推進するためには、国民負担の最小化に配慮しつつ、国が電線管理者と連携し、電線地中化のコスト低減を図るための手法について調査研究を進める必要がある。
- 本調査では、設置エリアを考慮しつつ、掘削を伴わない新たな低コスト手法の実現性についての調査検討を行い、今後の無電柱化の推進に向けた施策立案に必要な情報を取りまとめる。

プロジェクト実施項目の全体像

実施項目	実施概要
(1)海外動向調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 海外の電力会社に対する調査を通じて、施行品質や電圧、設備構成の違いによる影響、公衆保安等の観点から我が国への適用性を確認し、低コストの無電柱化工法の技術的手法の実用性と適用する条件・法令について調査する。
(2) 海外WEBヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> ● (1)での調査結果を踏まえつつ、意見交換(WEB)を通じて調査内容の確認、深掘りを行う。
(3)報告書作成	<ul style="list-style-type: none"> ● (1)(2)の調査結果をまとめた報告書を作成する。

事前調査対象事例の選定

- デスクトップ調査の結果、アラスカやカナダの一部などの北極圏の気候地域の永久凍土上や一部の需要家構内で掘削の伴わないUtilidor(共同溝)の設置事例が見受けられる。
- 調査の結果得られた以下の事例(黄色網掛け)について、地上のUtilidorに対して電力会社が電線の敷設を行っている事例がないかどうか、メール等で確認し、深掘対象を選定することとした。

図表3-1.事例調査まとめ

エリア	調査国	調査国・地域名 (事例)	掘削を伴わない無電柱化事例(電気設備)	事例
北米・南米	カナダ	ノースウエスト準州・Inuvik (地域配電)	永久凍土地域において地上設置のUtilidor事例あり	①
		アルバータ州(送電設備)	発電設備近郊に地上設置のUtilidor事例あり	②
	アメリカ	アラスカ州・Selawik (地域配電)	永久凍土地域で地上設置のUtilidor事例あり	③
		アラスカ州・Utqiagvik (地域配電)	永久凍土地域で地上設置のUtilidor事例あり	④
		アラスカ州・Anchorage (歩道下敷設)	歩道下に電気設備を設置する事例あり(Utiliwalk)	⑤
		アラスカ州・Fairbanks (需要家構内)	Fairbanks軍事基地内で地上設置のUtilidor事例あり	⑥
		テキサス州(高速道路)	テキサス高速道路にUtilidorを併設する検討あり	⑦
		フロリダ州(需要家構内)	ディズニーランドに大規模なUtilidor事例あり	⑧
北欧		事例確認できず(水道はあり)	—	
大陸欧州・東欧		事例確認できず	—	
東南アジア		事例確認できず	—	
オーストラリア		事例確認できず	—	

【参考】共同溝に関する呼称

- 共同溝に関する呼称は複数確認できるが、Utilidorが一般的に用いられている。
- 本報告書では「Utilidor(共同溝)」に統一して呼称する。

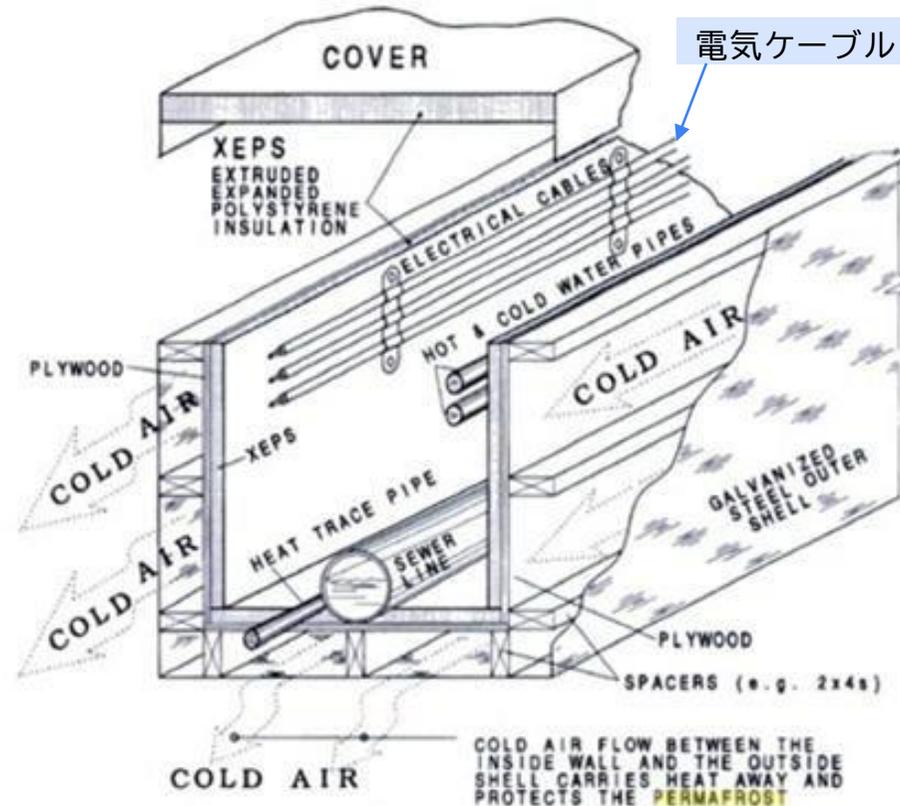
図表3-2.共同溝に関する呼称一覧

日本語呼称	英語表記
ユーティリドー	utilidor
ユーティリティトンネル	utility tunnel
ユーティリティコリドー	utility corridor
サービストンネル	services tunnel
サービストレンチ	services trench
サービスボールド	services vault
サービスギャラリー	Service gallery
ケーブルボールド	cable vault

【参考】Utilidor(共同溝)とは

- Utilidorは、アラスカやカナダの一部などの北極圏の気候地域で多く事例が確認でき、電気ケーブルのほか、給水、下水、通信回線などのユーティリティも併用される。
- Utilidorは、北極圏のような永久凍土があるような地域では、掘削費用や永久凍土への熱伝導による冷却を防ぐために活用、その他にも、地下水面が高すぎる地域や地震などによる電柱設置のリスクが高い地域でも建設事例がある。

図表3-3. 永久凍土表面に設置されたUtilidorの概念図



出所) WonderHowTo.com, "UTILIDOR", <https://scrabble.wonderhowto.com/news/scrabble-bingo-day-utilidor-0130905/> (最終閲覧日: 2022/12/26)

(1) 海外動向調査

事例①:カナダ ノースウエスト準州・Inuvik (地域配電)

目的	永久凍土対策として、Utilidorを地上に設置し、電気、水道、下水道などを家屋に供給している。(主に水道、下水道だが、電気設備は含まない)
国・サイト	カナダ ノースウエスト準州 イヌビク(inuvik)
開発主体	自治体
サイト規模	人口3,000人程度、全長16km
対象インフラ	水道、下水道、電気
イメージ	 <p>図表3-4. Inuvik市内のUtilidorの様子</p>
メール・電話等 調査結果	Utilidor利用は水道・下水のみであり、電気設備の利用は行われていないとのこと。

出所)CBC, “Inuvik’s utilidor, nearly 65 years old, will cost \$80M to replace”, <https://www.cbc.ca/news/canada/north/inuvik-utilidor-replacement-1.5391835>

事例②:カナダ アルバータ州(送電設備)

目的	不明(アルバータ州最大の建設会社において、地表面に設置したUtilidor建設事例が存在する)
国・サイト	カナダ アルバータ州
開発主体	建設会社 PROFORM
サイト規模	不明
対象インフラ	不明
イメージ	 <p>図表3-5.Trenches/Utilidorsの写真</p>
メール・電話等調査結果	風力発電所向けの短いUtilidorおよび、油田・ガス田向けの長いUtilidor事例が多いとのこと。(写真のようなトレンチと蓋のあるタイプ)

事例③:アメリカ アラスカ州 Selawik (地域配電)

目的	永久凍土対策として、Utilidorを地上に設置し、電気、水道、下水道などを家屋に供給している。(主に水道、下水道だが、電気設備も含むことがある)
国・サイト	アラスカ、セラウィク(Selawik)
開発主体	自治体
サイト規模	7.6km ² 、人口800人規模(2010年データ)
対象インフラ	水道、下水道、電気
イメージ	 
メール・電話等 調査結果	Utilidorは実際のところ、水道・下水のみを対象としているとのこと。

図表3-6.Selawikの上空写真

図表3-7.Utilidorの概観

出所)ANTHC, "Climate Change in Selawik, Alaska", https://anthc.org/wp-content/uploads/2016/01/CCH_AR_052012_Climate-Change-in-Selawik.pdf

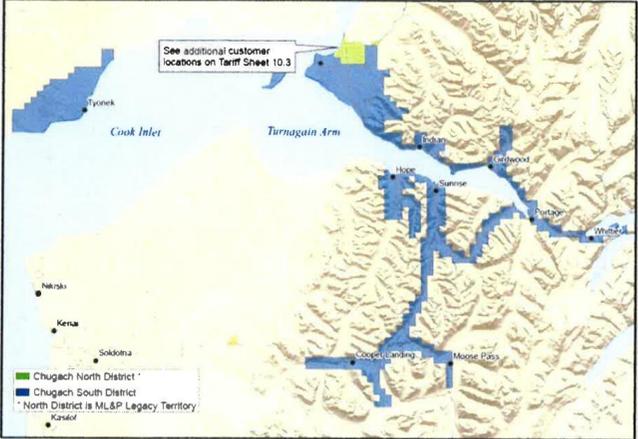
Alaska Native Tribal Health Consortium, "Energy Efficiency Upgrades for Sanitation Facilities in Selawik, Alaska", https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/01/f28/34_anthc_rebecca_pollis.pdf

事例④:アメリカ アラスカ州 Utqiagvik (地域配電)

目的	永久凍土対策として、Utilidorを地上に設置し、電気、水道、下水道などを家屋に供給している。(主に水道、下水道だが、電気設備も含むことがある)
国・サイト	アラスカ、Utqiagvik
開発主体	電力会社Barrow Utilities & Electrical Cooperative Inc.(BUECI)
サイト規模	人口5,000人規模
対象インフラ	水道、下水道、電気
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Utqiagvikは、アラスカの北端に位置する</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
メール・電話等調査結果	地表に敷設されたUtilidorが存在、BUECIが管理主体。ヒアリング実施は現状困難。なお、電気設備の管理およびUtilidorそのものの管理をBUECI単体で実施しているとのこと。また、担当者によると、地表敷設のUtilidorについて、本件以外の事例は知り得ていないとのこと。

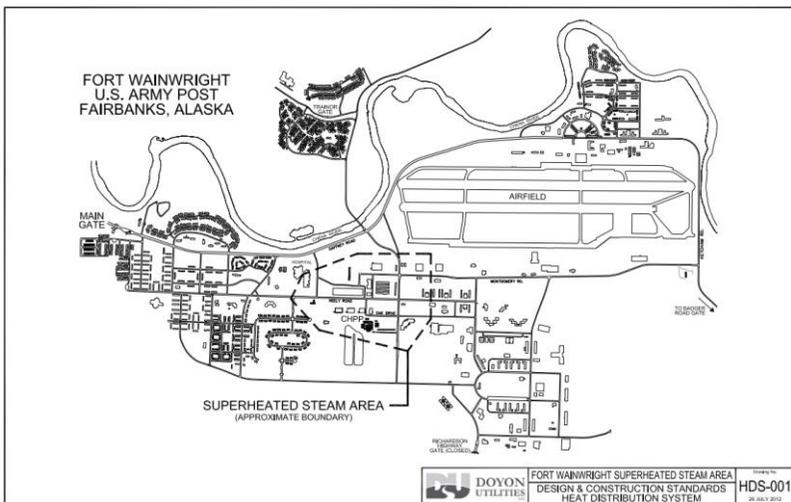
出所) Alaska Beacon, "In northernmost Alaska, a battle is on to limit the damages of permafrost thaw", <https://alaskabeacon.com/2023/01/04/in-northernmost-alaska-a-battle-is-on-to-limit-the-damages-of-permafrost-thaw/>

事例⑤:アメリカ アラスカ州 Anchorage (歩道下敷設)

目的	Utilitwalkと呼ばれる歩道下に設置された電気設備の事例がある。数十年前にアンカレッジ(アラスカ最大都市)のダウンタウンに設置された
国・サイト	アラスカ、Anchorage
開発主体	電力会社Chugach Electric
サイト規模	Chugach Electricはアンカレッジ含む92,000以上の需要家に電力供給
対象インフラ	歩道下の電力線
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図表3-10. Anchorageの位置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図表3-11. CEAの管轄エリア</p> </div> </div>
メール・電話等調査結果	数十年前に、アンカレッジのダウンタウンにいくつかのUtilitwalkが設置されており、電気ケーブルと通信ケーブルが両サイドに格納されている。コンクリート製のキャップが施されており、セットすると歩道のように見えるものがある。 なお、同様設備の新たな建設予定はない。

出所)Chugach Electric Association, “ELECTRIC SERVICE TARIFF NO. 2”,
https://www.chugachelectric.com/system/files/regulatory_affairs/South_District_Operating_Tariff_-_Electric_0.pdf
 Britannica kids, “Anchorage”, <https://kids.britannica.com/students/article/Anchorage/272855t>

事例⑥:アメリカ アラスカ州 Fairbanks (需要家構内)

目的	アラスカ州Fairbanks市に位置する軍事基地Fort Wainwrightにユーティリティを提供するために、Utilidorが活用(メインは配熱として利用)
国・サイト	軍事基地 Fort Wainwright
開発主体	Doyon Utilities LLC
サイト規模	人口約15,000人 Fairbanks内に位置
対象インフラ	上下水道、街路回路、飛行場照明など
イメージ	 <p>図表3-12.軍事基地Fort Wainwrightの全体像</p>
メール・電話等 調査結果	電気設備のUtilidorは地下施設のみ事例あり。 建築材等製造会社のFairbanks Materialsによると、半地下(地表面に蓋を設置する形態)のUtilidorがアイルソン空軍基地(Eielson Air Force Base)に事例ありとのこと。

出所)DOYON HP, "Fort Wainwright Utilities", <https://www.doyonutilities.com/about/fort-wainwright-utilities/>

DOYON, "HEAT DISTRIBUTION SYSTEM", http://www.doyonutilities.com/wp-content/uploads/2015_DU_Heat_Distribution_Standards1.pdf

【参考】建築材等製造業(Fairbanks Materials, Inc.)

- 高品質のカスタムコンクリート製品の製造を専門とし、Utilidorの製造・設置実績を有する



図表3-13.Utilidor概観



図表3-14.トレンチ断面その1



図表3-15.トレンチ断面その2

出所)Fairbanks Materials, Inc., "Utilidors/ Trench Sections",
<https://www.fairbanksmaterials.com/product/utilidors/> (最終閲覧日:2022/12/26)

【参考】建築材等製造業(Fairbanks Materials, Inc.)

- Fairbanks Materials, Inc.におけるUtilidorの製品事例(その2)



図表3-16.Alyeska※のUtilidor ※アラスカ最大のスキーリゾート



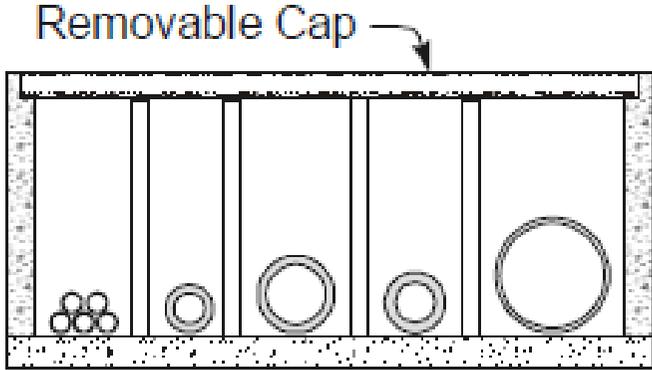
図表3-17.Utilidorのパネル蓋



図表3-18.Utilidor/チャンネル/トレンチ断面

出所)Fairbanks Materials, Inc., "Utilidors/ Trench Sections", <https://www.fairbanksmaterials.com/product/utilidors/> (最終閲覧日: 2022/12/26)

事例⑦：アメリカ テキサス州（高速道路）

目的	TxDOT(テキサス運輸省)が有する公共交通網資源を有効活用し、Utilidorを建設し各種ユーティリティに賃借する検討が進んでいる。これにより、テキサス州内での既存の送電線の拡張ニーズへの対応が可能と考えられており、Utilidorが複数構想されている。
国・サイト	テキサス州
開発主体	TxDOT(テキサス運輸省)
サイト規模	アメリカNo.1の約314,000マイルあるテキサス州内の道路・高速道路のうち、約1/4
対象インフラ	道路・高速道路に沿って建設されるUtilidor
イメージ	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>図表3-19.テキサスは交通網が発達</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>※複数検討中のケースのうちの1つ</p>  <p>図表3-20.蓋つきの溝構造のUtilidor構想概念図</p> </div> </div>
メール・電話等 調査結果	過去検討のみで事例はない。 電線を集約することで妨害工作がしやすくなる懸念、設置には法改訂が必要と指摘されている。

出所) TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE, "UTILITY CORRIDOR STRUCTURES AND OTHER UTILITY ACCOMMODATION ALTERNATIVES IN TXDOT RIGHT OF WAY", <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/4149-1.pdf>

写真) WGI, "TxDOT Driveway Spacing", <https://wginc.com/txdot-driveway-spacing/>

事例⑧：アメリカ フロリダ州(需要家構内)

<p>目的</p>	<p>ウォルトディズニーワールドでは、地上にUtilidorが建設され、さらにその上にテーマパークを作る形で構成されている。このような構造になったきっかけは、テーマパークの世界観を壊さないためにキャストが行き来できる空間を作るようウォルト・ディズニー氏が要請したことによる。 Utilidorを地下に建設しなかった理由は、フロリダは地下水面が高く、地下を掘削することが困難だったためである。</p>	
<p>国・サイト</p>	<p>米国、フロリダ州</p>	
<p>開発主体</p>	<p>ウォルト・ディズニー・カンパニー</p>	
<p>サイト規模</p>	<p>総面積122km²</p>	
<p>対象インフラ</p>	<p>Utilidorには、電気、水道などのユーティリティの他、キャスト専用のスペースやパーク全体を統括するシステムが格納されている。</p>	
<p>イメージ</p>		
<p>メール・電話等調査結果</p>	<p>見学ツアーが存在。(需要家構内かつ特殊事例のため対象外)</p>	

図表3-21. ディズニー構内のUtilidorの様子

図表3-22. ディズニー構内のUtilidorの配置

出所) Orlando Vacation, "Disney Utilidors - The Secret Underworld of Walt Disney World", <https://orlandoinsidervacations.com/the-secret-underworld-of-walt-disney-world/#>

メール等確認結果まとめと深掘対象事例の特定

- カナダアルバータ州およびアメリカアラスカ州において地上での電気設備敷設例があることが確認された。
- 次スライド以降において、当該事例に係る電力会社や建設会社への深掘調査（WEBヒアリング）結果を整理する。

図表3-23.事例調査まとめ

エリア	調査国	調査国・地域名（事例）	調査結果	深掘対象
北米・南米	カナダ	ノースウエスト準州・Inuvik（地域配電）	Utilidorに電気設備が含まれない	対象外
		アルバータ州(送電設備)	発電設備近郊に地上設置のUtilidor事例あり	○建設会社 PROFORM
	アメリカ	アラスカ州・Selawik（地域配電）	Utilidorに電気設備が含まれない	対象外
		アラスカ州・Utqiagvik（地域配電）	永久凍土地域で地上設置のUtilidor事例あり	△電力会社 BUECI
		アラスカ州・Anchorage（歩道下敷設）	歩道下に電気設備を設置する事例あり（Utiliwalk）	○電力会社 CEA
		アラスカ州・Fairbanks（需要家構内）	Fairbanks近郊の軍事基地内で地上設置のUtilidor事例あり	△アイルソン空軍基地
		テキサス州(高速道路)	地上の電気設備は検討のみ実施	対象外
フロリダ州(需要家構内)	需要家構内での無電柱化(地上)事例	対象外		

(2) 海外WEBヒアリング

ヒアリング対象・日程

- 電力会社(アメリカ・アラスカ州)に対してはUtilidor設置の電気設備敷設における観点、建設会社(カナダ・アルバータ州)に対してはUtilidor設置工事の観点からヒアリングを実施した。いずれもWEBヒアリングとし、可能な限り写真等の提供を依頼した。

図表3-24.ヒアリング実施対象

調査国	調査国・地域名（事例）	調査事例	ヒアリング先	実施日程
カナダ	アルバータ州(送電設備)	発電設備近郊に地上設置のUtilidor事例あり	建設会社 PROFORM	3月7日(火) AM8:00- 9:30
アメリカ	アラスカ州・Anchorage (歩道下敷設)	歩道下に電気設備を設置する事例あり (Utiliwalk)	電力会社 CEA	2月21日(火) AM9:00- 10:30

ヒアリング項目

- 主なヒアリング内容は下記の通りであり、具体的な事例について、設備設置環境の状況や公衆保安上の観点などを調査した。

図表3-25. ヒアリング項目

項目	ヒアリング内容
事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ ヒアリング対象の具体事例
電圧階級	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高圧/低圧 など
設備設置環境 (日本との違い)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上での電気設備設置環境の特徴、日本と比較した時の設置目的の特徴 など
公衆保安の観点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人が近寄らないための工夫、安全対策 など
低コスト化に向けた手法の実用性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事費用やメンテナンスコストの低減のための手法とその実現性 など
無電柱化を適用する条件・法令	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無電柱化を適用するために必要となる条件や法令 など
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ その他、本調査において重要な事項

ヒアリング実施内容 電力会社CEA

■日時(日本時間)

- 2月21日(火) AM9:00-10:30

■通訳言語

- 日英(オンライン)

■ヒアリング先

- Chugach Electric Association
Jake Moe, P.E.(Engineering Supervisor)氏

■参加者

- 先方 CEA 1名
- 日本側
 - 早稲田大学: 大木先生
 - 日本電力ケーブル接続技術協会: 松村様
 - 腐食防食学会: 市場様
 - 日本電気協会: 高橋様、奥川様
 - MRI 3名

■内容

- Utiliwalkの実例をもとに、敷設の背景や運用状況、コスト、保安上の注意点などを伺う

■事前情報

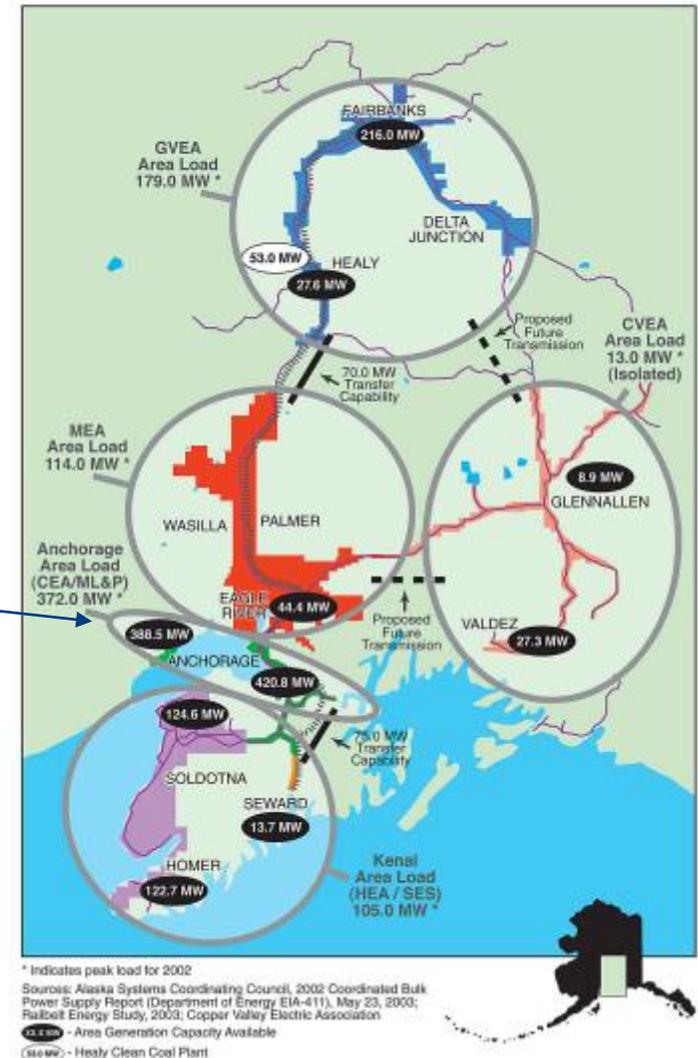
- 数十年前に建設された、Utiliwalkと呼ばれる、歩道下の電気設備の事例

【参考】Chugach Electric Association(CEA)

- アラスカ最大都市のAnchorageの電力会社であり、アラスカの都市群(Railbelt)において電力を供給する主要電力会社5社のうちの一つに数えられる
- 従業員数は460名程度
- アラスカ最大の電力会社で、92,000以上の需要家に電力を供給

Anchorageに位置し
都市部を中心に電力供給を担う

RAILBELT LOAD CENTERS



図表3-26.アラスカレイルベルトの電力会社

The Alaska Energy Policy Task Force, "Report on the RAILBELT 12/2003",
http://www.chugachconsumers.org/Lib/BRP/Report_081121_MEA/REDACTED/5_alaska_energy_policy_task_force_report.pdf

Chugach Electricへのヒアリング結果(1/2)

- ヒアリングにより聞き取った内容は下記の通り。電気設備を敷設管理する電力会社の立場で回答を得た。

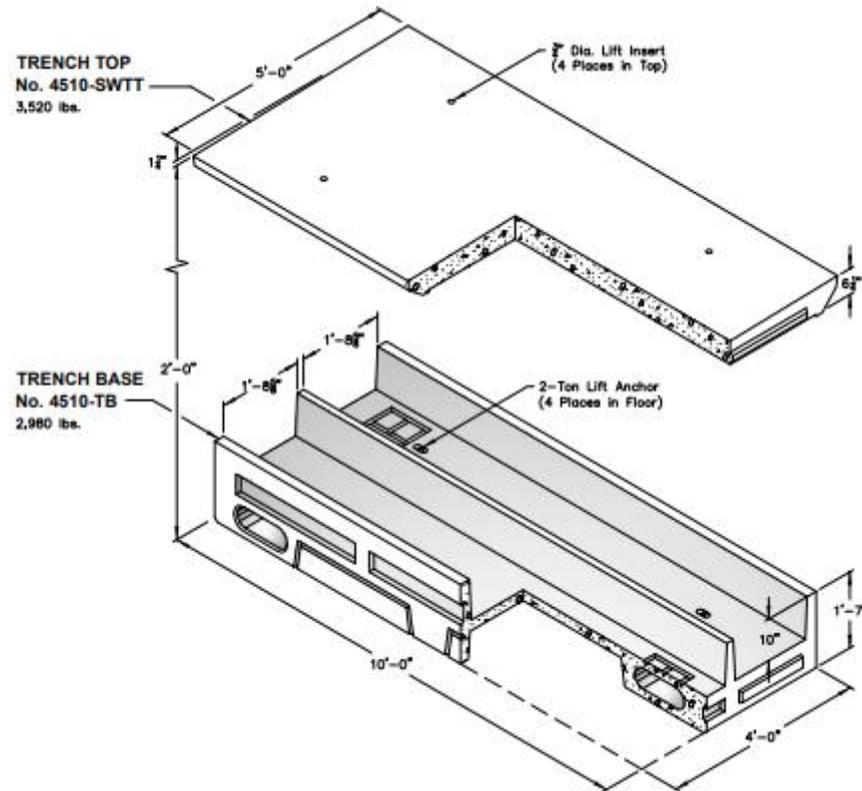
図表3-27. Chugach Electricへのヒアリング結果

項目	ヒアリング結果
事例	1980年代に、アンカレッジダウンタウン及び歩道下に電気設備を敷設した事例「Utiliwalk」と呼ばれる
電圧階級	Primary(高圧):12,400V、 Secondary(低圧):600V
設備設置環境 (日本との違い)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商業区域にコンクリート蓋つきのUtilidorとして設置されており、コンクリートの上を車や人が通過することが可能 ・ 設置対象場所の選定理由は不明だが、緊急輸送道路などレジリエンス目的ではない
公衆保安の観点	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート製の蓋(約1,600kg)がついており、蓋を外す場合は特殊な重機が必要 ・ 設備への注意喚起表示等はない ・ M7.1地震(2018年)においても損傷無く、耐久性は比較的高い
低コスト化に向けた手法の実用性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事費用は不明(現在はUtiliwalk新規導入はなく地下埋設のみ。Utiliwalkの敷設では掘削費用が浮くが、コンクリート等の材料費が高いと考えられる※) ・ メンテナンスは歩道の状況を鑑みつつ問題発生時のみに実施する(不定期) ・ リプレイスはこれまで未実施
無電柱化を適用する条件・法令	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特にない
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 12か月以内であれば、人が近づかないよう対策した上で、一時的に蓋を開けて電気設備を露出することが認められている ・ 現地視察可能

※ヒアリング後のメール追加回答より

Chugach Electricへのヒアリング結果(2/2)

- 提供いただいた資料・写真は次の通り。



図表3-28. Utiliwalkの図面



図表3-29. Utiliwalkの概観



図表3-30. Utiliwalkの工事の様子

Utiliwalk図面、<https://oldcastleinfrastructure.com/wp-content/uploads/2018/11/020-4510UT-8.pdf>

ヒアリング実施内容 建設会社 PROFORM

■日時(日本時間)

- 3月7日(火) AM8:00-9:30

■通訳言語

- 日英(オンライン)

■ヒアリング先

- PROFORM
Travis Paterson 氏

■参加予定者

- 先方 PROFORM 1名
- 日本側
 - 早稲田大学: 大木先生
 - 日本電気協会: 高橋様、奥川様
 - MRI 3名

■内容

- 無電柱化言われる電柱を使わずに電線を通す工法について、実例をもとに工事实績やコスト、保安上の注意点などを伺う

■事前情報

- 風力発電所、石油・ガスプロジェクトにユーティリティー材の提供実績があり
- ユーティリティーを保護する必要がある場合、交通黄痘がある場合などに利用
- ケーブル電圧については不明、設計・製造、供給を担う
- 電気部門担当者として電気事業者やコンサルタントを紹介可能

【参考】PROFORM

- カナダアルバータ州最大の建設会社で40年以上の歴史を持つ
- 建設業界向けに幅広いコンクリート製品を提供。縁石等の一般的な建材から、地下施設向けのパイプ、住宅向けの基礎などを提供する



図表3-31.PROFORMの建材

出所)PROFORMホームページ, "Trenches / Utilidors", <https://proform.ca/trenches-utilidors>

PROFORMへのヒアリング結果

- ヒアリングにより聞き取った内容は下記の通り。Utilidorの工事を行う建設会社の立場で回答を得た。

図表3-32. PROFORMへのヒアリング結果

項目	ヒアリング結果
事例	鉱業、太陽光、風力、石油・ガスプロジェクトにおいて地上部掘削型の「Utilidor」建設実績がある。主に、事業者私有地における敷設事例
電圧階級	不明
設備設置環境 (日本との違い)	<ul style="list-style-type: none"> 電力線保護やコストの観点から架空線ではなくUtilidorを採用することがある 近くに川があり、氾濫するリスクがある箇所など現場の制約を考慮したうえでコスト見合いで検討する
公衆保安の観点	<ul style="list-style-type: none"> 実態として遠隔地に設置されており人の往来も少ない場所に設置される。また、市街地などではフェンスや標識で人が立ち入らないようセキュリティ対策をすることが求められる 耐用年数は通常50～100年程度で設計される。環境や設計条件によって要求要件が変動する 蓋は重力、接着、機械的接続など環境によって様々。オーナーが低コストを重視する場合でかつ人が立ち入るリスクが低い場所では、金属製の蓋を置くケースやゴム・プラスチックの合成樹脂の蓋を置き、作業員が蓋を開けやすくするケースもある
低コスト化に向けた手法の実用性	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に、掘削の伴う敷設は工事期間は長くなり、コストが増大する傾向にある (必要プロセス:エンジニアリング/設計、用地調査、設置場所確認、掘削、下地調整、基礎/天井、プレキャスト設置、埋め戻し、ユーティリティ設置、試運転、起動など) メンテナンスは一般的に1～2年に1回程度
無電柱化を適用する条件・法令	<ul style="list-style-type: none"> 公共に設置する場合は強度、セキュリティ面で規定がある
その他	<ul style="list-style-type: none"> 現地の写真提供についてオーナーに確認中

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所

国内状況アンケート結果（地上設置の高圧・特別高圧ケーブルに関するアンケート）

- ケーブルを地上設置している需要家 1 社に対して、アンケートを実施した。

アンケート回答内容（1/3）

	質問事項	ご回答記入欄
全般	Q1.ケーブルの種類・仕様を教えてください。	小屋平変電所送電線 6600V CVT 38sq×3c
	Q2.施設年はいつでしょうか？	2019年（約1,000m）【Ⅰ期工事】 2020年（約1,700m）【Ⅱ期工事】
	Q3.ケーブル長さはどのくらいでしょうか？	約2,700m
	Q4.使用している最大電流はどのくらいでしょうか？	約35A
	Q5.標高差はどのくらいでしょうか？	約70m
管路 トラフ	Q6.管路の材料は何を使っていますか？	<ul style="list-style-type: none"> ・難燃性波付硬質合成樹脂管（FEP） ・コンクリートトラフ ・厚鋼電線管
	Q7.管路・トラフはどのように固定していますか？	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル内のFEP管はちょう架線にケーブルハンガにてちょう架 ・屋外のトラフは埋設のみ ・厚鋼電線管はチャンネルベースをアンカー止めし、サドルにて固定

国内状況アンケート結果（地上設置の高圧・特別高圧ケーブルに関するアンケート）

アンケート回答内容（2/3）

	質問事項	ご回答記入欄
管路 トラフ	Q8.基礎で固定している場合、その深さはどのくらいでしょうか？	基礎固定なし
	Q9.標高差のある箇所に施設するケーブルには何らかの支持をされていますか？	厚鋼電線管をサドルで固定 ケーブルの固定は行っていない
	Q10.ケーブル接続部はどのように収納していますか？	半割れFEP管に収納
	Q11.ケーブル接続部はどのように固定していますか？	ちょう架線に縛り紐などで固定
	Q12.管路の劣化事象の発生はありますか？（紫外線劣化、高低温による変形、ヒビ割れ等）	特になし
	Q13.管路が金属製の場合、接地はつけてますか？その場合どの部分につけてますか？	つけていない
	Q14.土砂災害や雪崩の恐れがある場合、どのように管路やトラフを固定していますか？	屋外区間が短いため特に考慮していない（屋内区間：トンネル内）
注意喚起	Q15.管路・トラフが地上施設されていることをどのように注意喚起・表示していますか？表示している場合は、その素材についてお聞かせください。	敷設ルート各所に表示札にて表示している（プラスチック製）

国内状況アンケート結果（地上設置の高圧・特別高圧ケーブルに関するアンケート）

アンケート回答内容（3/3）

	質問事項	ご回答記入欄
トラブル	Q16.過去、管路の外傷（動物による接触、食害等も含む）はありましたか？ある場合は原因をお聞かせください。	特になし
	Q17.過去、管路・トラフに係る低温や高温環境におけるトラブルはありましたか？	特になし
	Q18.過去、地震や振動によるトラブルはありましたか？	特になし
	Q19.過去、ケーブルのトラブルがありましたか？ある場合は原因をお聞かせください。	特になし
写真	Q20.写真の提供は可能でしょうか。提供可能な場合、写真を報告書で公開可能でしょうか。	提供可能（写真の公開は別途調整） ※現在は運休中のため写真の提供は 運転再開後

「令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等
事業（低コスト手法普及拡大に向けた電線地中化工法の実現
可能性等調査）」

令和5年3月



地中配電部

INDEX

1.事業目的

2.事業内容

- (1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査
- (2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

3.実施方法

- (1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査
- (2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

4.実施期間

5.実施内容

- (1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査
 - (1-1) 調査対象とする地中線防護物の選定
 - (1-2) 地中線防護物の代表的な試験規格の調査
 - (1-3) 調査対象品の説明, および試験方法
 - (1-4) 試験条件の検討
 - (1-5) 試験の実施

INDEX

- (1-6) 試験結果
- (1-7) 試験結果のまとめ
- (2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価
 - (2-1) 調査場所の選定
 - (2-2) 地上施設対象防護物の検討
 - (2-3) 地上施設方法の検討
 - (2-4) 地上施設における課題
 - (2-5) コスト評価対象場所, 工法の選定
 - (2-6) コスト評価の条件設定
 - (2-7) 工法別のコスト評価
 - (2-8) 各工種における試算評価

1. 事業目的

無電柱化の推進に関する法律に基づき、令和3年5月に「無電柱化推進計画（計画期間：令和3年度～令和7年度）」が策定され、関係省庁（資源エネルギー庁、国土交通省、総務省）が連携し、新設電柱の増加要因の調査・分析を行い、その結果を踏まえた対応方策をとりまとめ、本年4月に公表した。無電柱化は、災害時の電柱倒壊による電力システムの機能喪失の低減や、災害に強い電力システムの構築に資することから、電力の安定供給の観点からも重要である。

電線地中化は、架空送電に比べて、コストや工期、関係者間の調整といった面で課題があり、電線地中化を一層推進するためには、国民負担の最小化に配慮しつつ、国が電線管理者と連携し、電線地中化のコスト低減を図るための手法について調査研究を進める必要がある。電線地中化の低コスト化を図るために、直接埋設工法や小型ボックス工法等の新たな工法が検討されてきたが、工事の困難さや安全性の課題があることから、本調査では、設置エリアを考慮しつつ、掘削を伴わない新たな低コスト手法の実現性についての調査検討を行い、今後の無電柱化の推進に向けた施策立案に必要な情報を取りまとめる。

（参考）無電柱化の推進に関する法律（抄）

（調査研究、技術開発等の推進等）

第十三条 国、地方公共団体及び関係事業者は、電線を地下に埋設する簡便な方法その他の無電柱化の迅速な推進及び費用の縮減を図るための方策等に関する調査研究、技術開発等の推進及びその成果の普及に必要な措置を講ずるものとする。

2. 事業内容

(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査

従来の手法よりコスト低減が見込まれる手法としては、直接埋設工法や浅層埋設、高圧・低圧・通信ケーブルを内部に敷設する小型ボックスが挙げられるが、山間部の斜面等の歩行者が容易に立ち入らない場所等の一定条件下において、これまで検討されている工法より無電柱化のコスト低減効果が高いと見込まれる、掘削しない手法（複数テーマ）について、その手法の普及拡大に向けて必要となる項目（耐久性、適地、仕様、その手法の普及拡大に向けて課題がある場合はその内容及び具体的解決手段、等）を設定し、これについて調査検討を実施する。

【調査項目例】

- ・山間部の斜面、擁壁上部等の歩行者が容易に立ち入らない場所での地上管路を活用した無電柱化を実現するにあたっての条件・施設方法の調査検討
- ・山間部等の歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフ等を活用した無電柱化を実現するにあたっての条件・施設方法の調査検討
- ・電力ケーブルを地中に埋設する際に使用している電線管やトラフの強度確認等の試験

2. 事業内容

(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

(1) の手法について、効果を定量的に把握するため、コスト試算を行う。試算にあたっては、前提条件を明確にし、コスト低減効果を定量的に把握するため、従来手法のコスト試算も併せて行う。

なお、試算を行う対象や前提条件等については、事前に一般社団法人日本電気協会と協議の上、決定すること。

3. 実施方法

(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査

電気設備に関する技術基準を定める省令 第20条に基づき、どのような条件で、どのように施設すれば管路又はトラフ内の電線路において感電・火災の恐れがないか検討・検証することとし、具体的には、地上に施設する電線管やトラフについては、強度が課題であることから、現状使用している複数の電線管やトラフの強度を評価する。

(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

島しょ部などの実際の区間に対して、今回検討する山間部の斜面・擁壁上部など歩行者が容易に立ち入らない場所におけるトラフを活用した工法や管路を地上施設する工法とこれまでの工法に対して詳細にコストを評価する。その際、新規需要への対応なども可能な範囲で考慮した施設とする。

4. 実施期間

再委託契約締結日～2023年（令和5年）3月17日（金）

(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査

5. 実施内容

(1) 掘削を行わない新たな低コスト無電柱化手法の実現性調査

(1-1) 調査対象とする地中線防護物の選定

地中線防護物は、使用場所では屋外用や地中埋設用、材質的には鋼管製、樹脂製、コンクリート製など様々な製品がある。代表的な地中線防護物を下記に示す。

地中線防護物の種類と布設場所

布設箇所	地中線防護物		
屋外	 <p>立上がり鋼管</p>	 <p>出展 (株)アゲオHP コンクリートトラフ(構内)</p>	 <p>出展 古河電工HP 樹脂製トラフ(構内)</p>
地中	 <p>鋼管</p>	 <p>樹脂管</p>	 <p>出展 東拓工業HP 樹脂製可とう管</p>

5. 実施内容

調査対象については、地中線防護物の製造メーカーの供給体制や試験機関の時間的制約、および試験費用の関係から下記の製品について調査することとした。

地中線防護物の種類

種類	地中線防護物				
トラフ	 <p>出展 (株)アゲオHP コンクリート製</p>	 <p>出展 古河電工HP 樹脂製</p>			
管路	 <p>配管用炭素鋼鋼管</p>	 <p>ECVP</p>	 <p>出展 東拓工業HP 波付硬質合成樹脂管</p>	 <p>出展 東拓工業HP 角型多条敷設管</p>	 <p>出展 東拓工業HP 強化可とう電線保護管</p>

本年度調査対象

5. 実施内容

(1-2) 地中線防護物の代表的な試験規格の調査

本年度調査対象とした地中線防護物の代表的な試験規格を以下に示す。

各製品の代表的な試験規格

製品	コンクリートトラフ	配管用炭素鋼鋼管	ECVP	波付硬質合成樹脂管	角型多条敷設管	強化可とう電線保護管
呼び	300mm	φ100mm	φ100mm	φ100mm	φ100mm	φ100mm
試料長	500mm	50mm	50mm	250mm	250mm	250mm
適合規格	JIS-A5372 プレキャスト鉄筋コンクリート製品 推奨仕様G-1 ケーブルトラフ	JIS G3452配管用炭素鋼鋼管	CCB E003-1 C,C,Box管路システム研究会規格	JIS C 5653 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書1	JIS C 5653 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書3	JIS C 5653 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書3
曲げ強度試験	JIS-A5372 G-1 本体 2.6kN ふた 9.8kN					
圧縮強度試験			CCB E003-1 (145N) たわみ2.5%	JIS C 5653 付属書1 (12.2kN) たわみ3.5%	JIS C 5653 付属書3 (試験荷重は土圧から計算) 変形率3.5%	JIS C 5653 付属書3 (試験荷重は土圧から計算) 変形率3.5%
へん平圧縮試験						メーカ規格 (123kN/m ²) 変形率2.5%
へん平試験		JIS G3452配管用炭素鋼鋼管 (2/3圧縮)	JIS K6741硬質ポリ塩化ビニル管 (1/2圧縮)			

5. 実施内容

(1-3) 調査対象品の説明, および試験方法

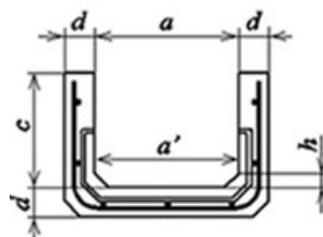
コンクリートトラフ

- コンクリートトラフとは、鉄筋コンクリートを素材とした樋とふたで構成されており、電力用ケーブルや通信線などの防護物である。コンクリート製のため、自消性と耐候性に優れている。
- 本検討では、高圧1条と低圧1条のケーブル収納を前提としていることから、本製品を対象とした。
- JIS A 5372 : 2016 プレキャスト鉄筋コンクリート製品
- 推奨仕様G-1 呼び 300

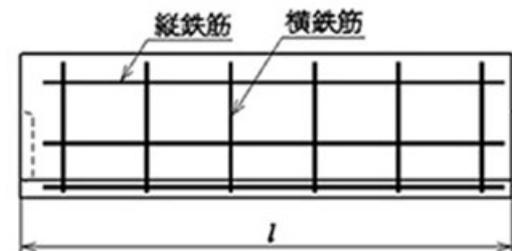


コンクリートトラフ

出展 (株)アゲオHP



製品規格



	寸法[mm]				
呼び	a	c	d	h	l
300	300	170	45	25	500

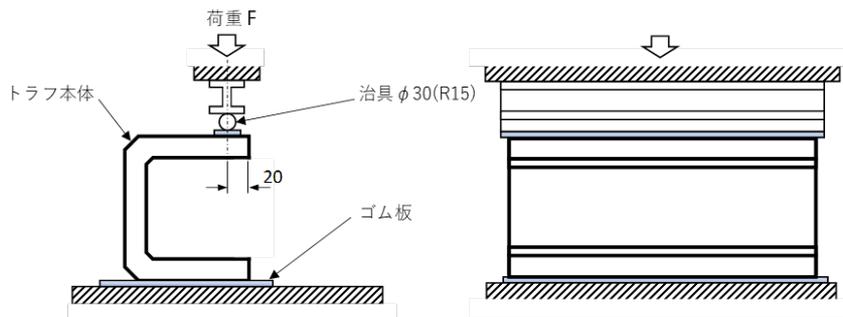
5. 実施内容

コンクリートトラフ

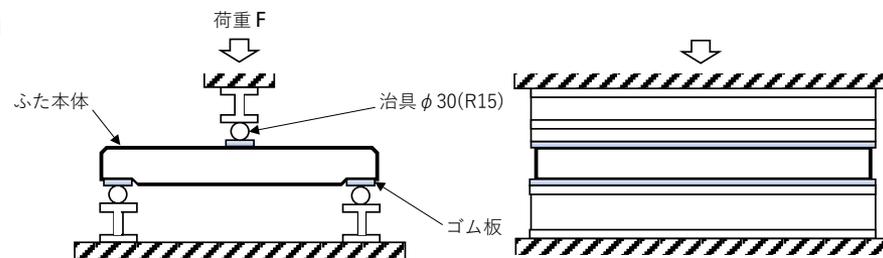
- 試験方法: 曲げ強度試験
- 曲げ強度試験は、製品に加わる土圧や上部からの荷重に対する強度を確認する試験である。
- 下記試験方法にて試験を行い、規定する曲げ強度荷重にて端面に幅0.05mmを超えるひび割れが生じてはならない。

試験規格

	強度[kN]	
呼び	本体	ふた
300	2.6	9.8



本体の試験方法



ふたの試験方法

5. 実施内容

配管用炭素鋼鋼管(SGP管)

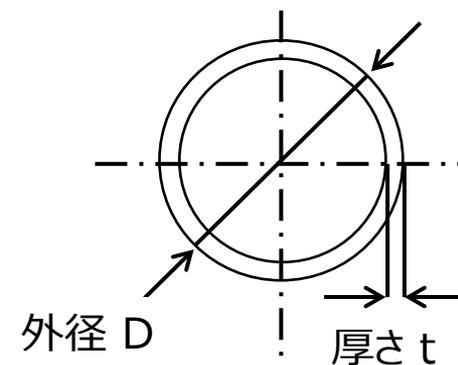
- 配管用炭素鋼鋼管(SGP管)とは、炭素鋼を素材とした鋼管であり、電力用ケーブルや通信線などの防護物である。
- 鋼管製のため、自消性と耐食性に優れており、主に直線路の配管に使用されている。
- 本検討では、電力会社で立ち上がり鉄管として広く使用されているφ100mmの製品とした。
- JIS G3452 : 2019 配管用炭素鋼鋼管 呼び 100A



配管用炭素鋼鋼管

製品規格

	寸法[mm]	
呼び	外径(D)	厚さ(t)
100A	114.3	4.5

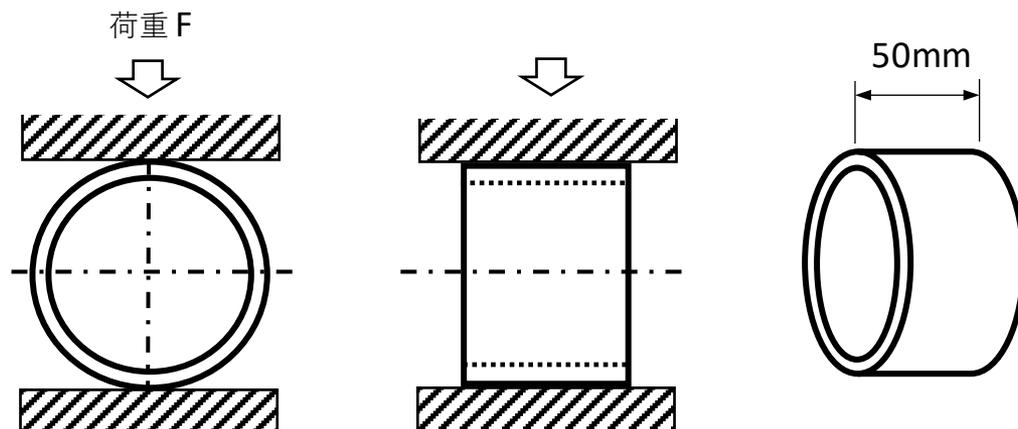


正面図

5. 実施内容

配管用炭素鋼鋼管(SGP管)

- 試験方法:へん平試験
- へん平試験は、主に溶接鋼管などの溶接部の強度を調べる為に実施する試験である。
- 試験片の長さは50 mm以上、試験温度は常温 (5 °C~35 °C) とし、試験片を2枚の平板間に挟み、平板間の距離Hが管の外径の2/3になるまで圧縮してへん平にしたとき、試験片に割れが生じてはならない。



へん平試験方法

5. 実施内容

ECVP(低コスト新電力管)

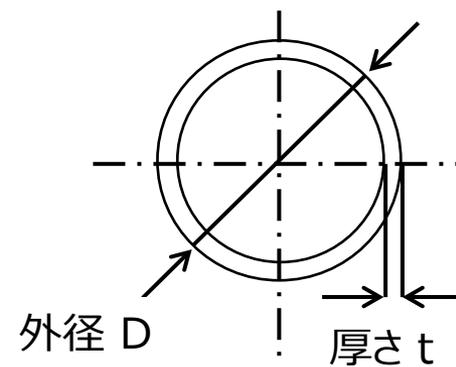
- ECVP(低コスト新電力管) とは、塩化ビニルを素材とした樹脂管であり、電力用ケーブル専用
に開発された防護物である。
- 樹脂製のため、軽量かつ、自消性に優れており、主に直線路の配管に使用されている。
- 本検討では、電力会社で広く使用されているφ100mmの製品とした。
- C.C.BOX管路システム研究会規格【CCB E003-1】 呼び φ100



ECVP

製品規格

	寸法[mm]	
呼び	外径(D)	厚さ(t)
100	114	7.1

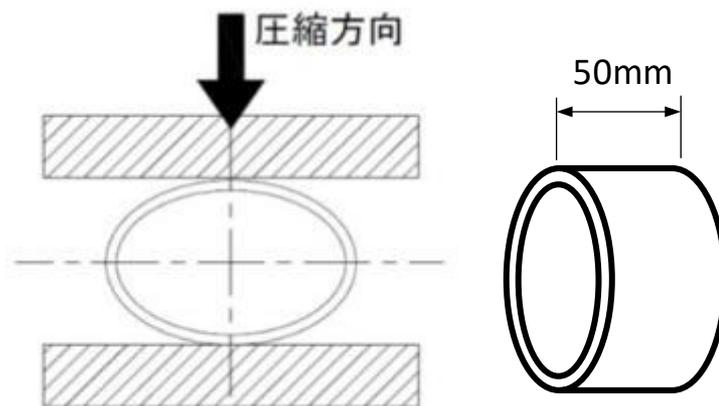


正面図

5. 実施内容

ECVP(低コスト新電力管)

- 試験方法 I :へん平試験
- へん平試験は、へん平荷重が加わった場合の強度を調べる為に実施する試験である。
- 試験片の長さは50mm以上とし、これを $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ で60分間以上状態調節後、2枚の平板間に挟み、管軸に直角の方向に $10\text{mm}/\text{min}\pm 2\text{mm}/\text{min}$ の速さで、管の外径が $1/2$ になるまで圧縮してへん平にしたとき、試験片に割れ及びひびが生じてはならない。



へん平試験方法

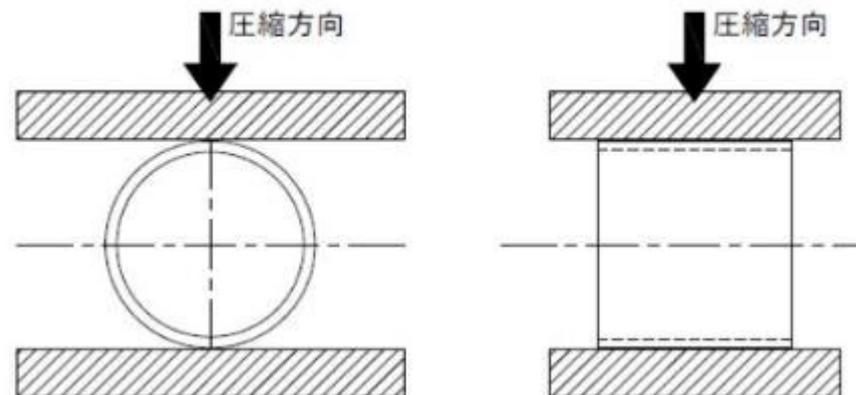
5. 実施内容

ECVP(低コスト新電力管)

- 試験方法Ⅱ:圧縮強度試験 電線共同溝管路材試験実施マニュアル(案)に準拠
- 圧縮強度試験は、圧縮荷重が加わった場合の強度を調べる為に実施する試験である。
- 長さ50mmの試験体を $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ で60分間以上状態調節後、これを2枚の平板間に挟み、管軸に直角の方向に($10\text{mm}/\text{min}\pm 20\%$)の速さで圧縮し、規定荷重を加えた時に有害な欠点が発生せず、たわみ率が規格値以下であること。

試験規格

呼び	規定荷重[N]	たわみ率[%]
100	114	2.5以下



圧縮強度試験方法

5. 実施内容

波付硬質合成樹脂管

- 波付硬質合成樹脂管とは、ポリエチレンを素材とした樹脂性の可とう管であり、電力用ケーブルや通信線の防護物である。
- 樹脂製のため、軽量かつ可とう性、自消性があり、直線路から曲線部まで幅広い範囲で使用できる。主に自家用構内の配管に使用されている。
- 本検討では、自家用構内など使用されている丸形形状とし、他の製品との比較などを実施するためφ100mmの製品とした。
- JIS C3653：2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 附属書1（規定）波付硬質合成樹脂管に準拠 呼び径 100

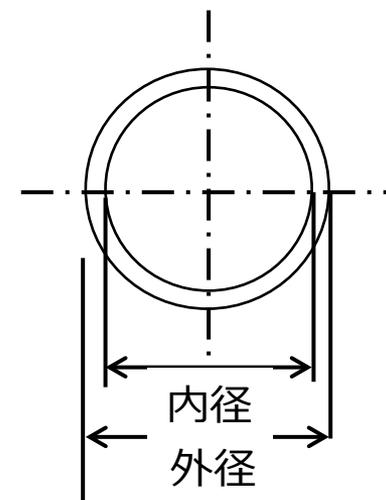


波付硬質合成樹脂管

出展 東拓工業HP

製品規格

呼び径	寸法[mm]	
	外径	内径
100	127.8	101.0



構造図

5. 実施内容

波付硬質合成樹脂管(FEP管)

- 試験方法 I :圧縮強度試験 JIS C3653 : 2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書1に準拠
- 圧縮強度試験は、圧縮荷重が加わった場合の強度を調べる為に実施する試験である。
- 長さ250mmの試料及び試験装置を $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ の温度に2時間保った後、その温度において試料を2枚の鋼製の平板間に挟み、管軸と直角方向に毎分20mmの速度で、規定圧縮荷重を加えた時に外径のたわみ率が3.5 %以下であり、かつ、各部にひび又は割れが生じてはならない。

規定圧縮荷重

$$P = 213 \cdot \frac{D + d}{4}$$

P:圧縮荷重[N]

R:管の平均外形[mm]

D:管の外形[mm]

d:管の内形[mm]

参考 12.2[kN]

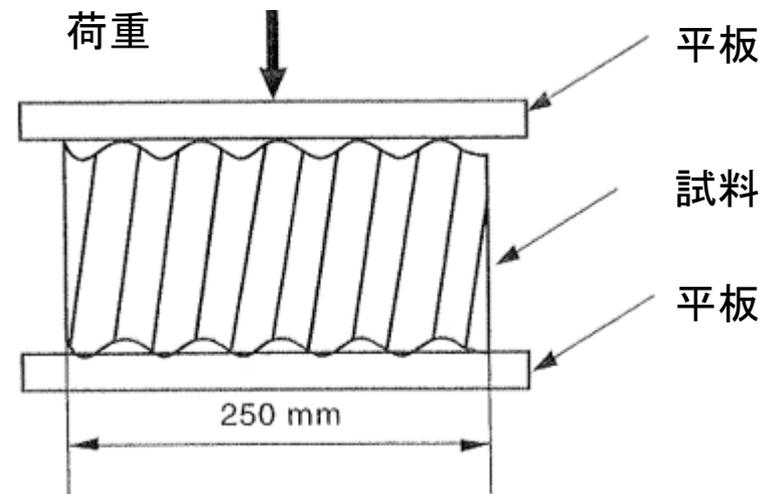
たわみ率

$$\delta = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100$$

δ :外径のたわみ率[%]

D_1 :圧縮前の外形[mm]

D_2 :圧縮後の外形[mm]



圧縮強度試験方法

出展 東拓工業HP

5. 実施内容

角型多条敷設管

- 角型多条敷設管とは、ポリエチレンを素材とした樹脂性の可とう管であり、電力用ケーブルや通信線の防護物である。
- 角形形状のため、管路を積み上げることができ、また軽量かつ可とう性、自消性があり、直線路から曲線部まで幅広い範囲で使用できる。主に自家用構内の配管に使用されている。
- 本検討では、自家用構内など使用されている角形形状とし、他の製品との比較などを実施するためφ100mmの製品とした。
- JIS C3653：2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 附属書3（規定）管路式電線路に使用する管に準拠 呼び径 100

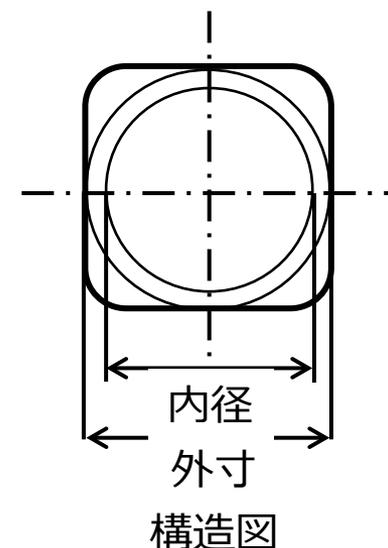


角型多条敷設管

出展 東拓工業HP

製品規格

	寸法[mm]	
呼び径	外寸	内径
100	125	100



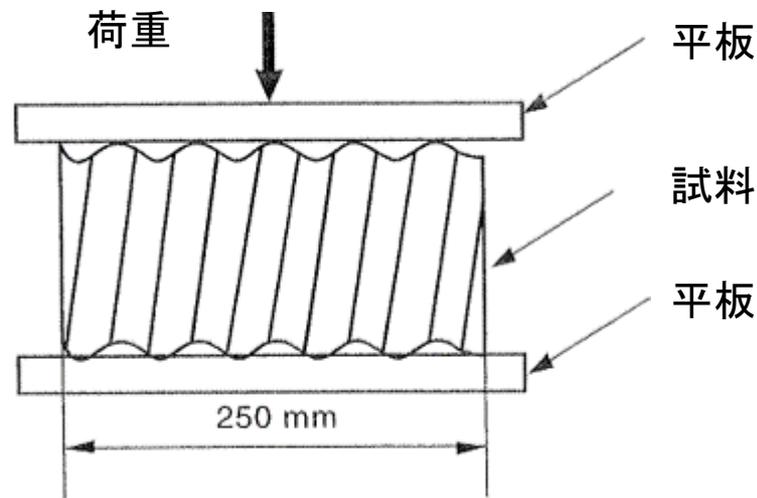
構造図

5. 実施内容

角型多条敷設管(管路式電線路に使用する管)

- 試験方法 I :圧縮強度試験 JIS C3653 : 2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書3に準拠
- 圧縮強度試験は、圧縮荷重が加わった場合の強度を調べる為に実施する試験である。
- 長さ250mmの試料及び試験装置を $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ の温度に2時間保った後、その温度において試料を2枚の鋼製の平板間に挟み、管軸と直角方向に毎分20mmの速度で、規定圧縮荷重を加えた時に変形率が管鉛直方向の高さの3.5 %以下であり、かつ、各部にひび又は割れが生じてはならない。

規定圧縮荷重計算方法は省略



圧縮強度試験方法

出展 東拓工業HP

5. 実施内容

強化可とう電線保護管

- 強化可とう電線保護管とは、ポリエチレンと鋼材を素材とした可とう管であり、電力用ケーブルや通信線の防護物である。
- 樹脂と鋼材の複合体のため、耐荷重に優れ、可とう性、自消性があり、直線路から曲線部まで幅広い範囲で使用できる。主に自家用構内の配管に使用されている。
- 一部のメーカーの製品については耐候性があることが確認されている。
- 本検討では、自家用構内など使用されている丸形形状とし、他の製品との比較などを実施するためφ100mmの製品とした。
- JIS C3653：2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 附属書3（規定）| 管路式電線路に使用する管に準拠 呼び径 100

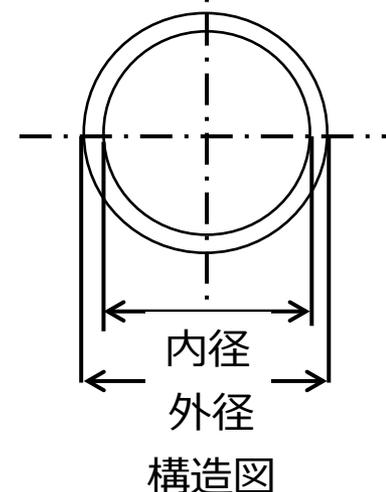


強化可とう電線保護管

出展 東拓工業HP

製品規格

寸法[mm]		
呼び径	外径	内径
100	130	100

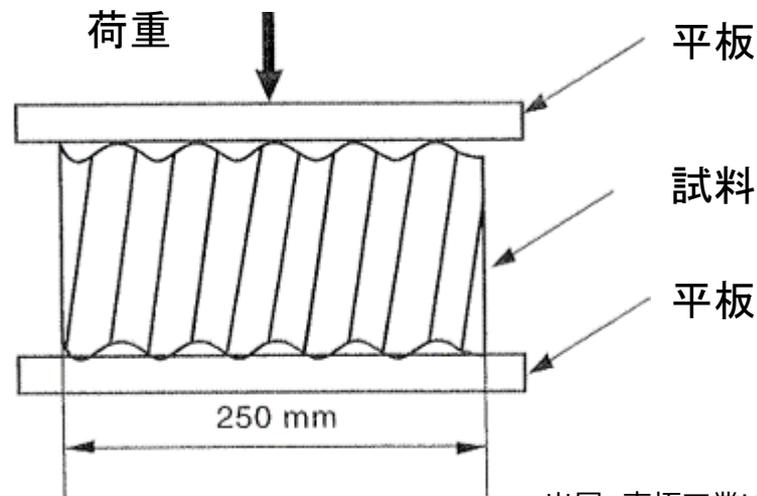


5. 実施内容

強化可とう電線保護管

- I .圧縮強度試験 JIS C3653 : 2004 電力用ケーブルの地中埋設の施工方法 付属書3に準拠
- 圧縮強度試験は、圧縮荷重が加わった場合の強度を調べる為に実施する試験である。
- 長さ250mmの試料及び試験装置を $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ の温度に2時間保った後、その温度において試料を2枚の鋼製の平板間に挟み、管軸と直角方向に毎分20mmの速度で、規定圧縮荷重を加えた時に変形率が管鉛直方向の高さの3.5 %以下であり、かつ、各部にひび又は割れが生じてはならない。

規定圧縮荷重計算方法は省略



圧縮強度試験方法

出展 東拓工業HP

5. 実施内容

(1-4) 試験条件の検討

本試験は、屋外に地中線管路を施設する場合の機械的性能について現在使用されている製品の実力を把握することを目的に、各製品の横並びの評価が可能な試験条件とした。

- 圧縮荷重試験とへん平試験はともに2枚の板を挟んだ状態で試験することから、圧縮荷重試験とへん平試験を兼ねた試験とした。
- 試料長については、圧縮荷重試験(250mm)とへん平試験(50mm)と異なることから、同一試験を250mmと50mmの試料長で実施することとした。

圧縮強度・へん平試験の計測条件

荷重[N]	変形・たわみ量[%]	備考
145	計測	圧縮強度試験 CCB E003-1 C,C,Box管路システム研究会規格
1,218	計測	波付硬質合成樹脂管試験値
1,900	計測	角型多条敷設管試験値
4,797	計測	強化可とう電線保護管試験値
計測	2.5	圧縮強度試験 CCB E003-1 C,C,Box管路システム研究会規格
計測	3.5	圧縮強度試験 JIS C3653 付属書3
計測	34.0	へん平試験 規定値, 2/3D JIS C5653 k管路の内径
計測	50.0	へん平試験 1/2D

5. 実施内容

(1-5) 試験の実施

下記日程にて試験を実施した。

試験日程

	試験Ⅰ	試験Ⅱ
日程	2023年2月1日(水)13:30～16:30	2023年2月2日(水)11:00～17:00
場所	A社	B社
試験対象	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートトラフ ・配管用炭素鋼鋼管 ・ECVP 	<ul style="list-style-type: none"> ・波付硬質合成樹脂管 ・角型多条敷設管 ・強化可とう電線保護管
試験前の 打合せ		

5. 実施内容

コンクリートトラフ

試験状況

試験前

試験中

試験後

ふた



本体



5. 実施内容

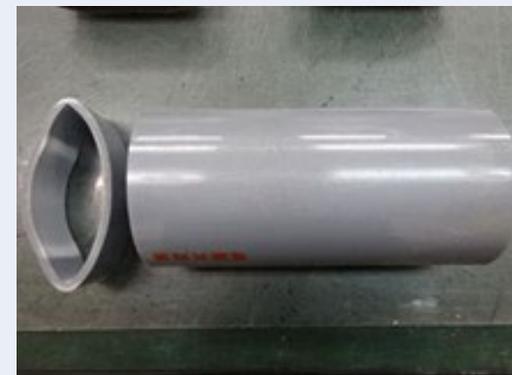
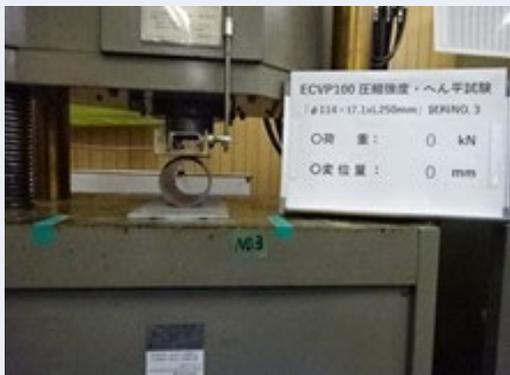
管路材

試験状況

試験前

試験中

試験後

SGP管
(L=250)ECVP
(L=250)

5. 実施内容

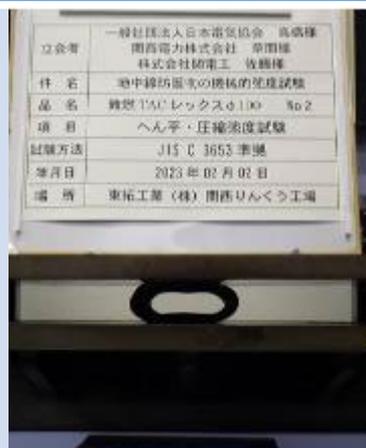
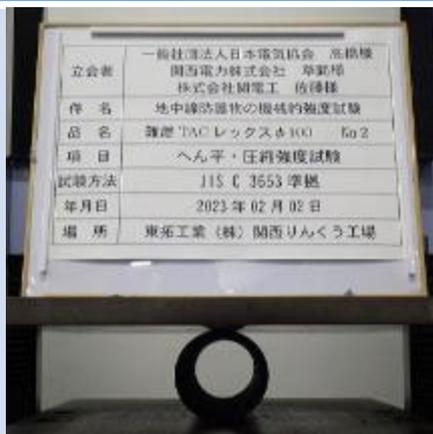
管路材

試験状況

試験前

試験中

試験後

波付硬質
合成樹脂管
(L=250)角型多条
敷設管
(L=250)

5. 実施内容

管路材

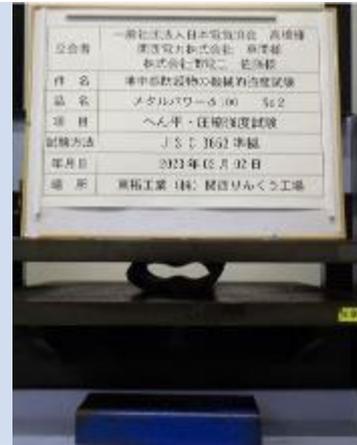
試験状況

試験前

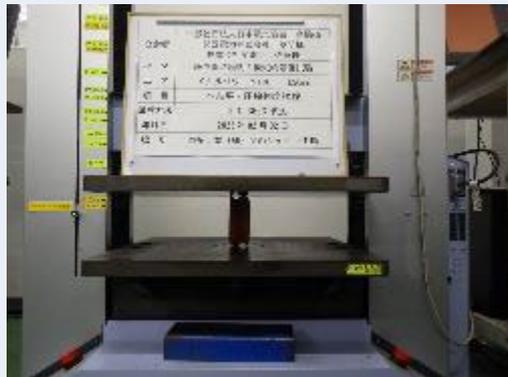
試験中

試験後

強化可とう
電線保護管
(L=250)



強化可とう
電線保護管
*(L=50)



* 可とう管(L=50mm)については、試料長が短く試験中に試料が傾いてしまい試験方法とおりに試験が実施することができなかったため、強化可とう管1試料のみ実施し、角型多条敷設管と波付硬質合成樹脂管については協議の上、試験を中止した。

5. 実施内容

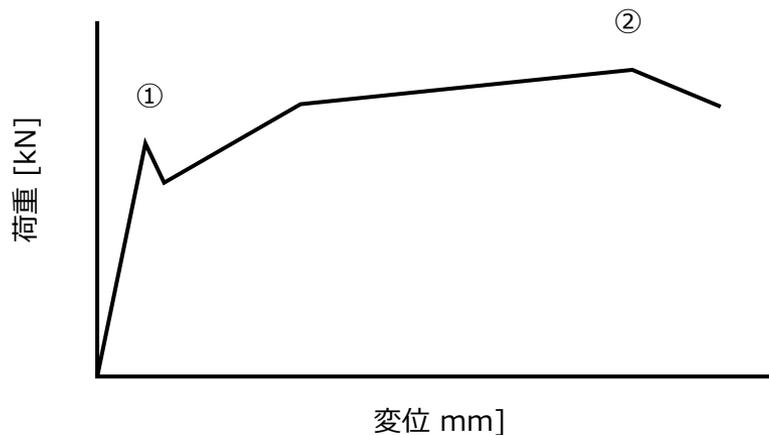
(1-6) 試験結果

地中線防護物の機械的強度となる最大荷重については、各部材の特性を考慮して以下の通りとした。

- コンクリートトラフ

鉄筋コンクリート製品に荷重が加わると、初期は弾性的特性を示す。

その後、コンクリートにひび割れが生じると一旦荷重が低下 (①)するが、鉄筋の作用により徐々に荷重が上昇する。そして最終的に鉄筋とコンクリートの付着が無くなるなどの破壊により荷重が低下(②)する。よって、コンクリートトラフの最大荷重は②とした。



鉄筋コンクリート製品の荷重-変位特性

5. 実施内容

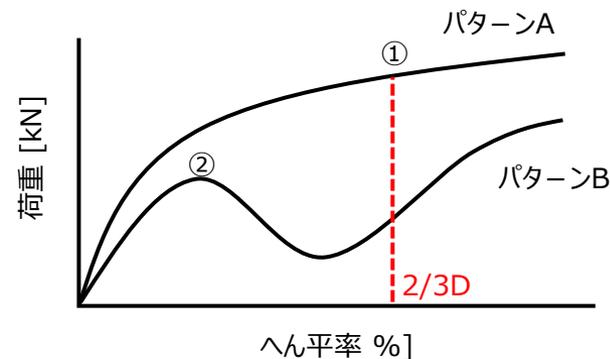
• 管路材

本試験ではへん平率50%まで実施したが、JISC 3653において管路内径はケーブル仕上がり外径の1.5倍以上とすることが推奨されていることから、ケーブルに荷重がかからない2/3Dへん平時までの最大荷重を評価することとした。

• 管路材

管路材には、複数の荷重-変位特性が存在する。パターンAは荷重と変位がへん平率2/3Dまで上昇しているため、①を最大荷重とした。

一方パターンBはへん平率2/3Dまでに一旦荷重が低下している。これは、構造物として一旦破壊していることを示しているため、②を最大荷重とした。



管路材の荷重-変位特性

5. 実施内容

(1-7) 試験結果のまとめ

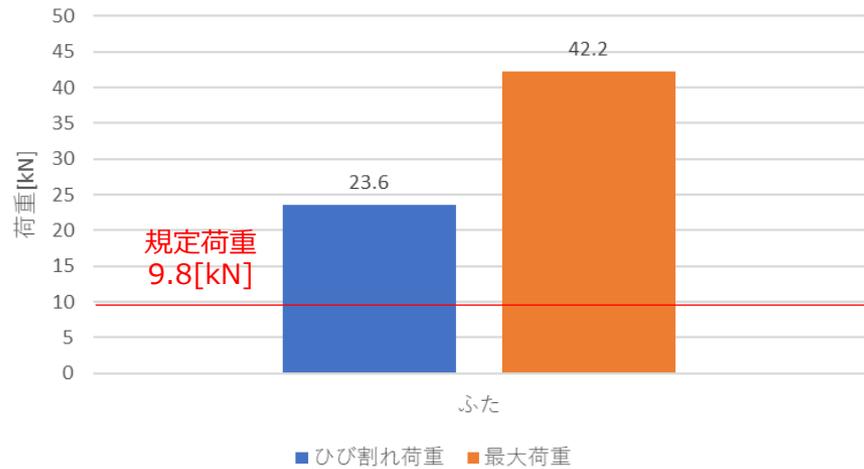
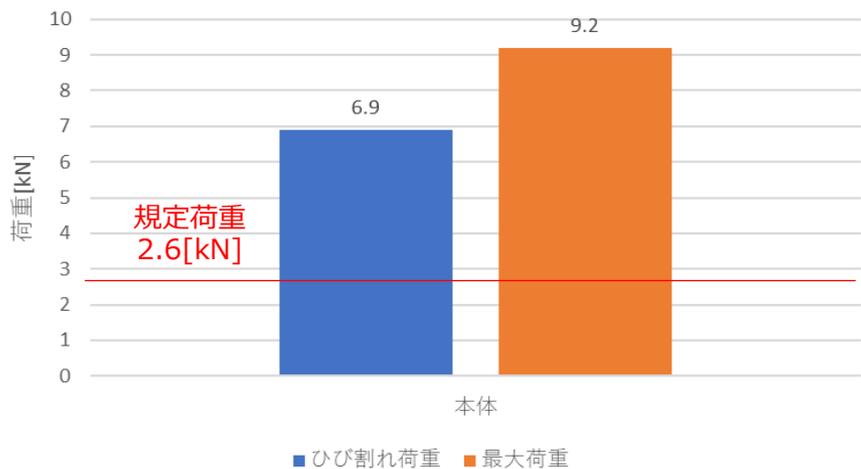
- 計画した試験のうち、可とう管(L=50mm)については、試料長が短く、試験中に試料が傾いてしまい試験方法とおりには試験が実施することができなかった。
そこで試験結果については、試料長L=250mmを評価することとした。なお、その他の試料については、計画通り試験が完了した。

地中線防護物の試験結果

対象		試験内容	規格値[kN]	平均値[kN]	No1 [kN]	No2[kN]	No3[kN]
コンクリートトラフ	本体	ひび割れ荷重	2.6	6.9	7.2	6.9	6.7
		最大荷重	—	9.2	8.8	8.5	10.3
	ふた	ひび割れ荷重	9.8	23.6	23.1	24.8	22.9
		最大荷重	—	42.2	33.4	47.1	46.0
管路材 (L-250mm)	SGP管	最大荷重	—	46.5	46.5	45.6	47.2
	ECVP	最大荷重	—	14.1	14.2	14.5	13.5
	角型多条敷 設管	最大荷重	—	5.7	5.4	5.9	5.9
	波付硬質 合成樹脂管	最大荷重	—	4.4	4.2	4.5	4.4
	強化可とう 電線保護管	最大荷重	—	14.8	14.8	14.7	14.8

5. 実施内容

コンクリートトラフ(本体・ふた)

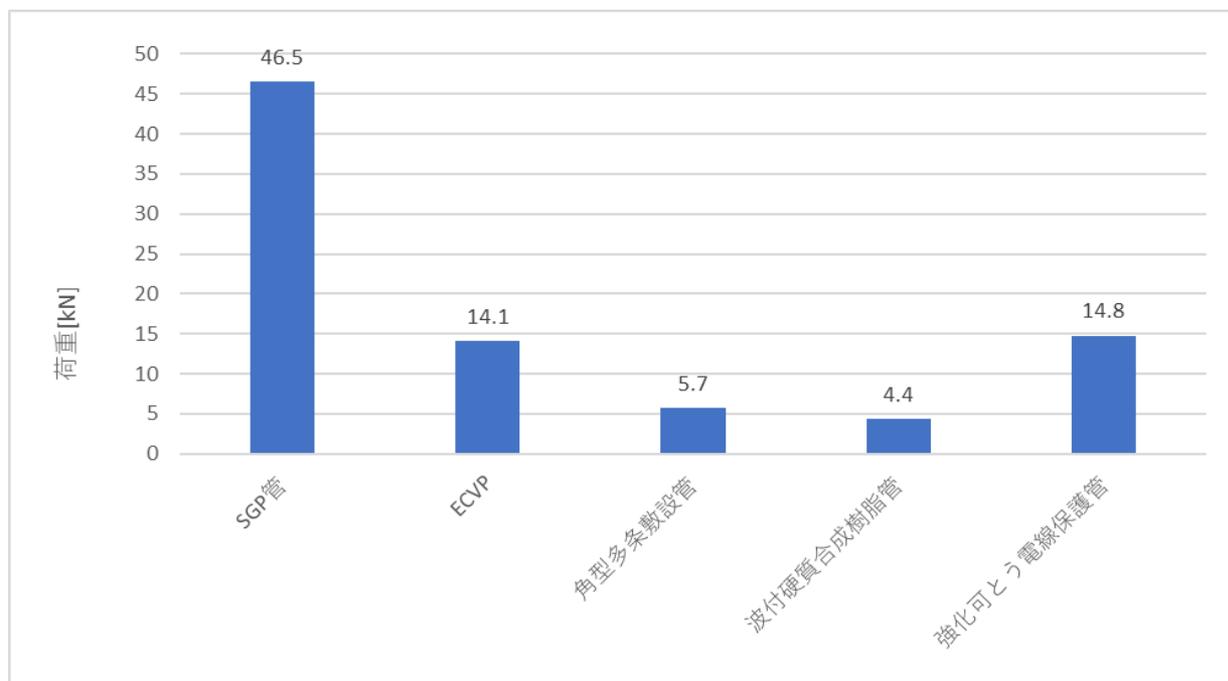


地中線防護物の試験結果

対象	試験内容	規格値[kN]	平均値[kN]	No1 [kN]	No2[kN]	No3[kN]
コンクリートトラフ	本体	ひび割れ荷重	6.9	7.2	6.9	6.7
		最大荷重	—	9.2	8.8	8.5
	ふた	ひび割れ荷重	23.6	23.1	24.8	22.9
		最大荷重	—	42.2	33.4	47.1

5. 実施内容

管路材



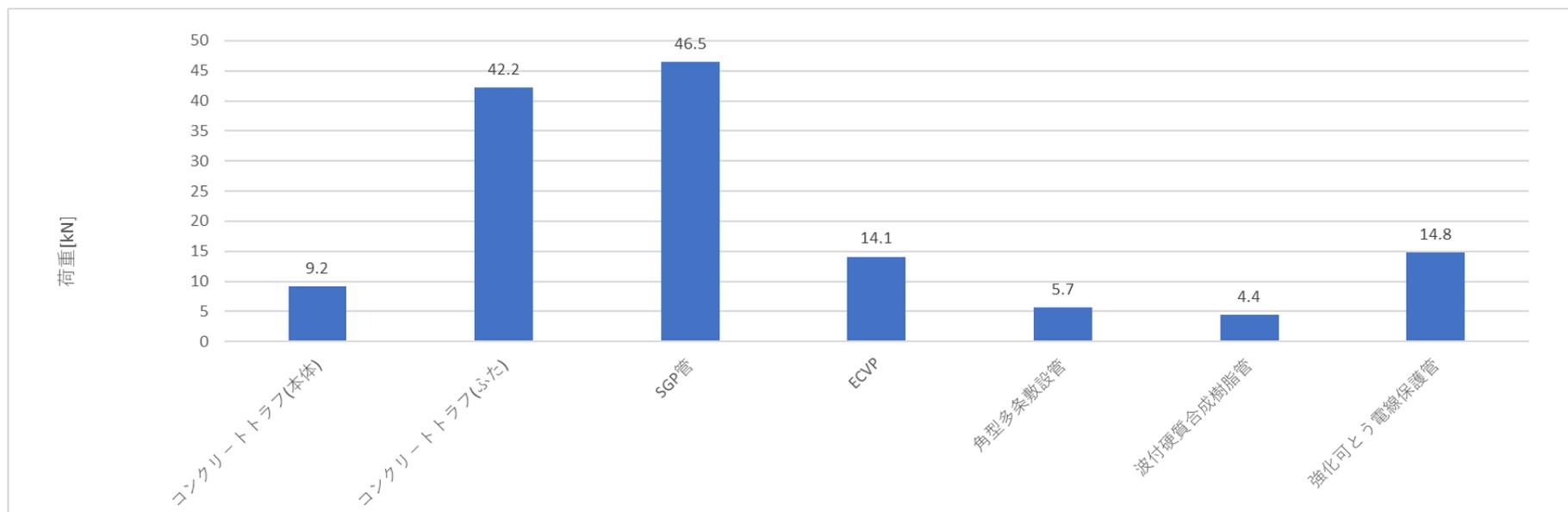
地中線防護物の試験結果

対象	試験内容	規格値[kN]	平均値[kN]	No1 [kN]	No2[kN]	No3[kN]	
管路材 (L-250mm)	SGP管	最大荷重	—	46.5	46.5	45.6	47.2
	ECVP	最大荷重	—	14.1	14.2	14.5	13.5
	角型多条敷設管	最大荷重	—	5.7	5.4	5.9	5.9
	波付硬質合成樹脂管	最大荷重	—	4.4	4.2	4.5	4.4
	強化可とう電線保護管	最大荷重	—	14.8	14.8	14.7	14.8

5. 実施内容

全ての防護物

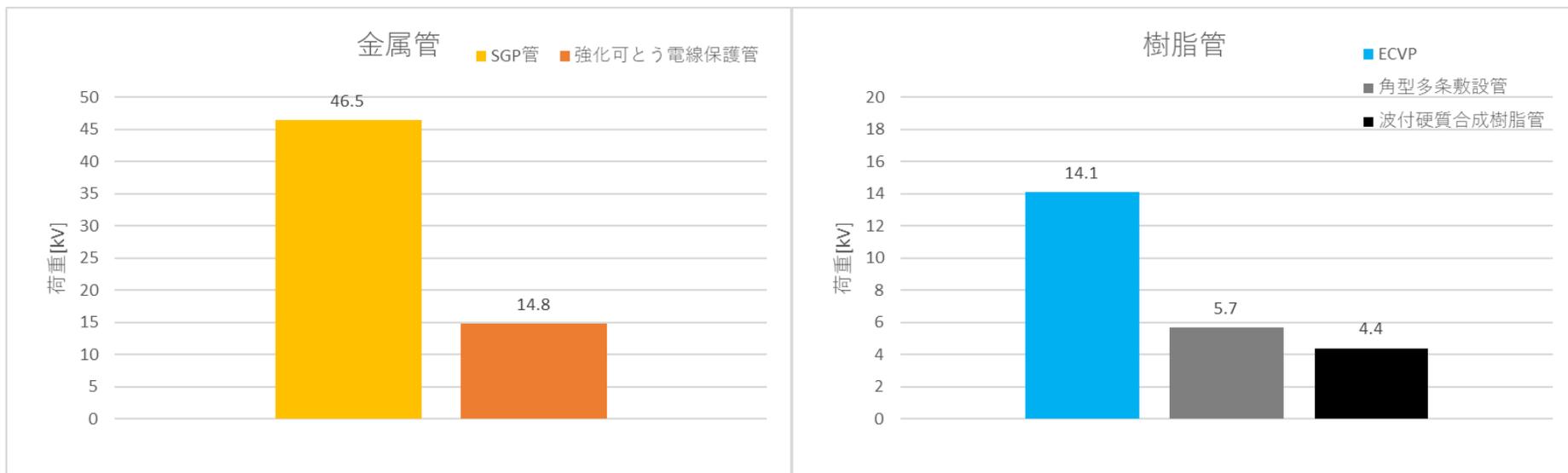
- 防護物としては、SGP管の最大荷重が46.5[kN]と最も高く、続いてコンクリートトラフ(ふた) 42.2[kN]となった。
- 管路材としては、SGP管の最大荷重が46.5[kN]と最も高く、続いて強化可とう電線保護管 14.8[kN]となった。
- 可とう管としては、強化可とう電線保護管の最大荷重が14.8[kN]と最も高く、続いて角型多条敷設管5.7[kN]となった。



5. 実施内容

用途別(金属管と樹脂管)

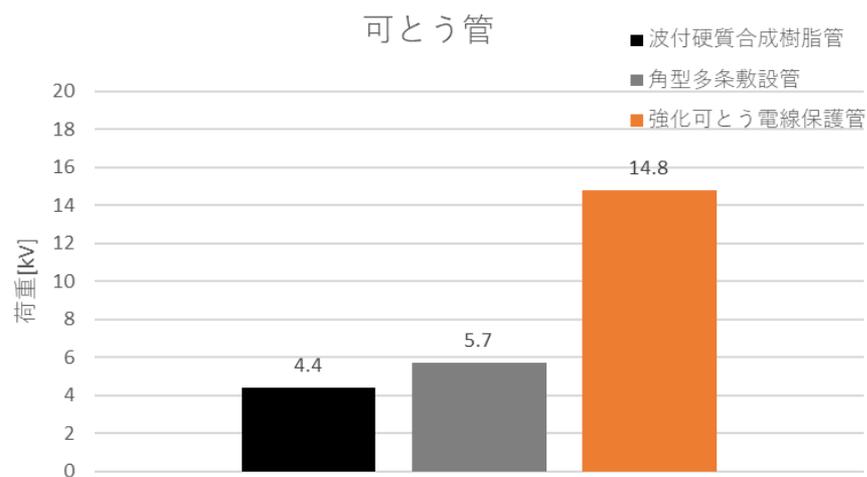
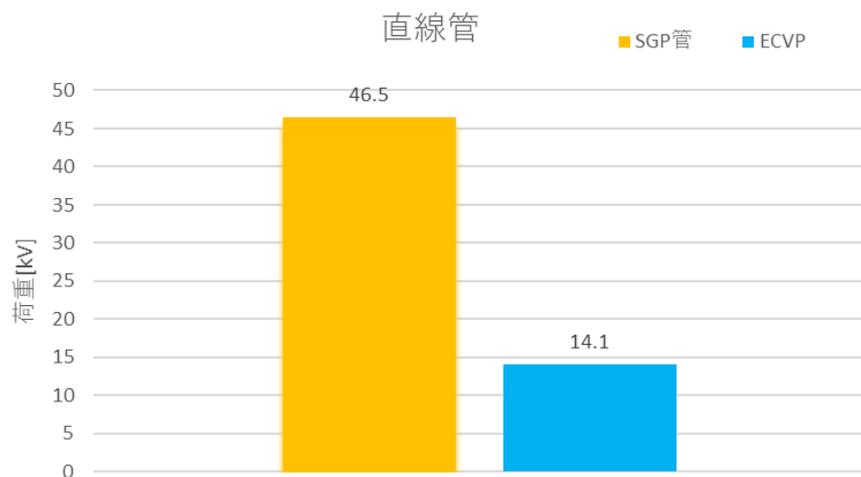
- 金属管としては、直線用のSGP管の最大荷重は46.5[kN]、強化可とう電線保護管の最大荷重は14.8[kN]であり、SGP管は強化可とう電線保護管の約3.1倍の強度となった。
- 樹脂管としては、直線用のECVPの最大荷重は14.1[kN]、角型多条敷設管の最大荷重は5.7[kN]であり、ECVPは角型多条敷設管の約2.5倍の強度となった。
また、波付硬質合成樹脂管の最大荷重は4.4[kN]であり、ECVPは波付硬質合成樹脂管の約3.2倍の強度となった。



5. 実施内容

材質別(直線管と可とう管)

- 直線管としては、金属管のSGP管の最大荷重は46.5[kN]、樹脂管のECVPの最大荷重は14.1[kN]であり、SGP管はECVPの約3.3倍の強度となった。
- 可とう管としては、金属管の強化可とう電線保護管の最大荷重は14.8[kN]、角型多条敷設管の最大荷重は5.7[kN]であり、強化可とう電線保護管は角型多条敷設管の約2.6倍の強度となった。
また、波付硬質合成樹脂管の最大荷重は4.4[kN]であり、強化可とう電線保護管は波付硬質合成樹脂管の約3.4倍の強度となった。



5. 実施内容

- 参考：各防護物の強度比較を以下に示す。

地中線防護物の強度比較

対象	平均最大荷重値[kN]	コンクリートトラフ(本体)	コンクリートトラフ(ふた)	SGP管	ECVP	角型多条敷設管	波付硬質合成樹脂管	強化可とう電線保護管
コンクリートトラフ(本体)	9.2	1.00	0.22	0.20	0.65	1.61	2.09	0.62
コンクリートトラフ(ふた)	42.2	4.59	1.00	0.91	2.99	7.40	9.59	2.85
SGP管	46.5	5.05	1.10	1.00	3.30	8.16	10.57	3.14
ECVP	14.1	1.53	0.33	0.30	1.00	2.47	3.20	0.95
角型多条敷設管	5.7	0.62	0.14	0.12	0.40	1.00	1.30	0.39
波付硬質合成樹脂管	4.4	0.48	0.10	0.09	0.31	0.77	1.00	0.30
強化可とう電線保護管	14.8	1.61	0.35	0.32	1.05	2.60	3.36	1.00

5. 実施内容

まとめ

- 地中防護物の屋外施設に対する機械的強度については、屋外施設の実績があるSGP管およびコンクリートトラフを考慮すると、コンクリートトラフ(ふた)が目安と考えられる。(電技128条)
- コンクリートトラフ(ふた)のひび割れ荷重 (9.8[kN])の目安とした場合、SGP管、ECVP、強化可とう電線保護管は同等の性能があると考えられる。

第128条【地上に施設する電線路】(省令第5条第1項, 第20条, 第37条)

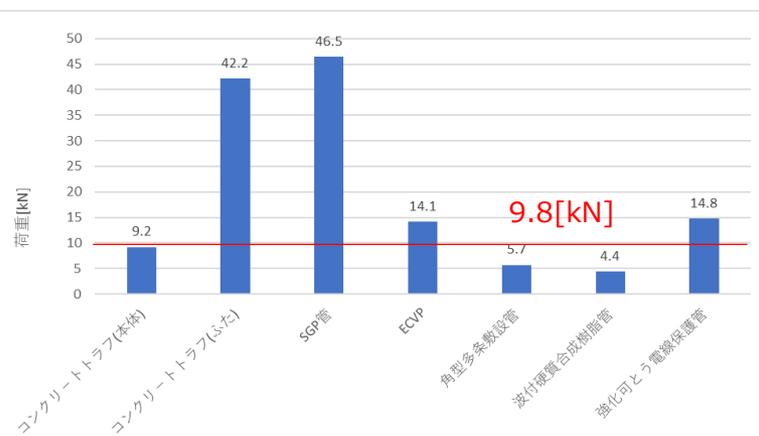
地上に施設する電線路は、次の各号のいずれかに該当する場合に限り、施設することができる。

2 地上に施設する低圧又は高圧の電線路は、次の各号により施設すること。

四 電線がケーブルである場合は、次によること。

イ 電線を、鉄筋コンクリート製の堅ろうな開きよ又はトラフに収めること。

ロ イの開きよ又はトラフには取扱者以外の者が容易に開けることができないような構造を有する鉄製又は鉄筋コンクリート製その他の堅ろうなふたを設けること。



5. 実施内容

- なお、コンクリートトラフの強度については、過去に以下のような改定が行われている。

コンクリートトラフの強度の改訂履歴

対象	JIS A 5372 : 2004	JIS A 5372 : 2016
コンクリートトラフ(本体)	0.75[kN]	2.6[kN]
コンクリートトラフ(ふた)	3.0[kN]	9.8[kN]

改定の理由

JISA5372 : 2004の当初において規定した基準は「実用上の載荷重は、本体および蓋を組み合わせた製品の上に作業員が載ることだけを想定している」との考えであったが、この基準では、コンクリート製品の特性上、搬送目的に製品自体を積み上げただけで自重により自壊してしまう製品でも規格適合品になり得るため、強度規格が改訂された。

- よって、搬送上の性能を考慮しない場合、従前の3.0[kN]も機械的強度の目安になると考えられることから、例えば外傷などの恐れが無い場所の機械的強度の目安として検討してもよいと考えられる。



外傷の恐れが無い場所の例

5. 実施内容

今後の課題

- 本年度の管路材については1社のみ評価したが、管路材については様々なメーカーが製造しているため、本年度実施できなかったメーカーの製品についても実力値の調査が必要である。

各社の管路材

製造社	波付硬質合成樹脂管	角型多条敷設管	強化可とう電線保護管
東拓工業(株) 出展 東拓工業HP			
古河電工(株) 出展 古河電工HP			
カナフレックス コーポレーション(株) 出展 カナフレックス コーポレーションHP			

- 地中電線路については管路の他に接続箱が施設されることから、接続箱の強度や管路と接続材の強度についても調査が必要である。

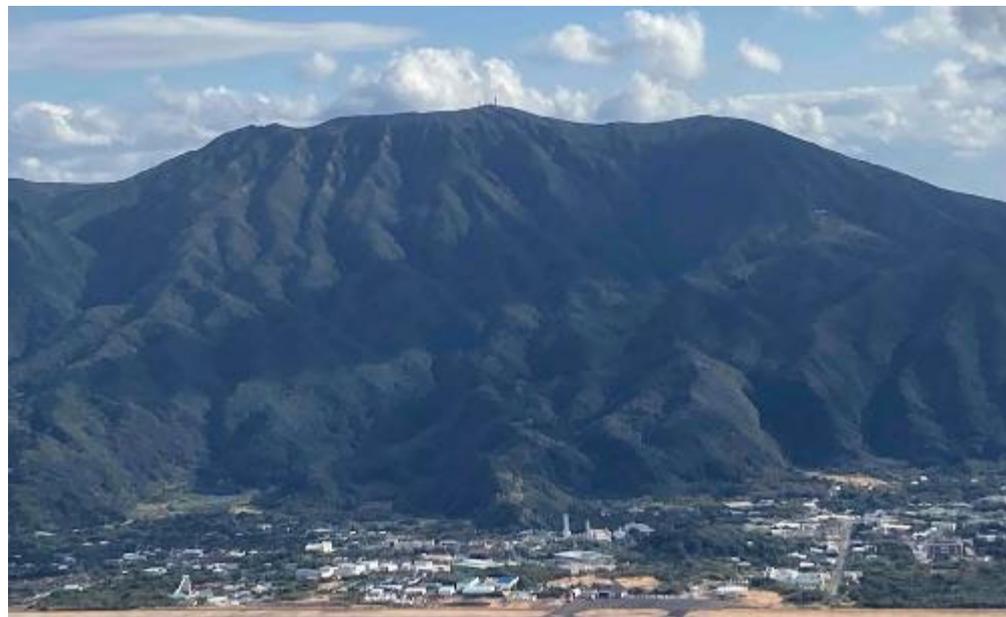
(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

5. 実施内容

(2) 無電柱化のコスト低減に資する手法のコスト評価

(2-1) 調査場所の選定

- 本事業は、島しょ部などの実際の区間に対して、管路を地上施設する工法とこれまでの工法に対して詳細にコストを評価することから、山間部の道路・擁壁・山道などのさまざまな道路形態を有する八丈島を調査場所とした。



八丈島の山間部

調査場所



山頂道路



登山道



専用道路



擁壁

5. 実施内容

(2-2) 地上施設対象防護物の検討

- 本事業は、島しょ部などの『歩行者が容易に立ち入らない場所』を検討対象していることから、トラックなどの車両や重機の搬入が困難な状況を想定して、地上施設対象防護物の検討を行った。
- 現場調査の結果、『歩行者が容易に立ち入らない場所』については、起伏や曲がりが多い場所が多いことから直線管路の施設が困難であることが判明した。そのため、運搬面や設置面、加工面などを重視して地上施設の検討対象防護物を可とう管にすることとした。

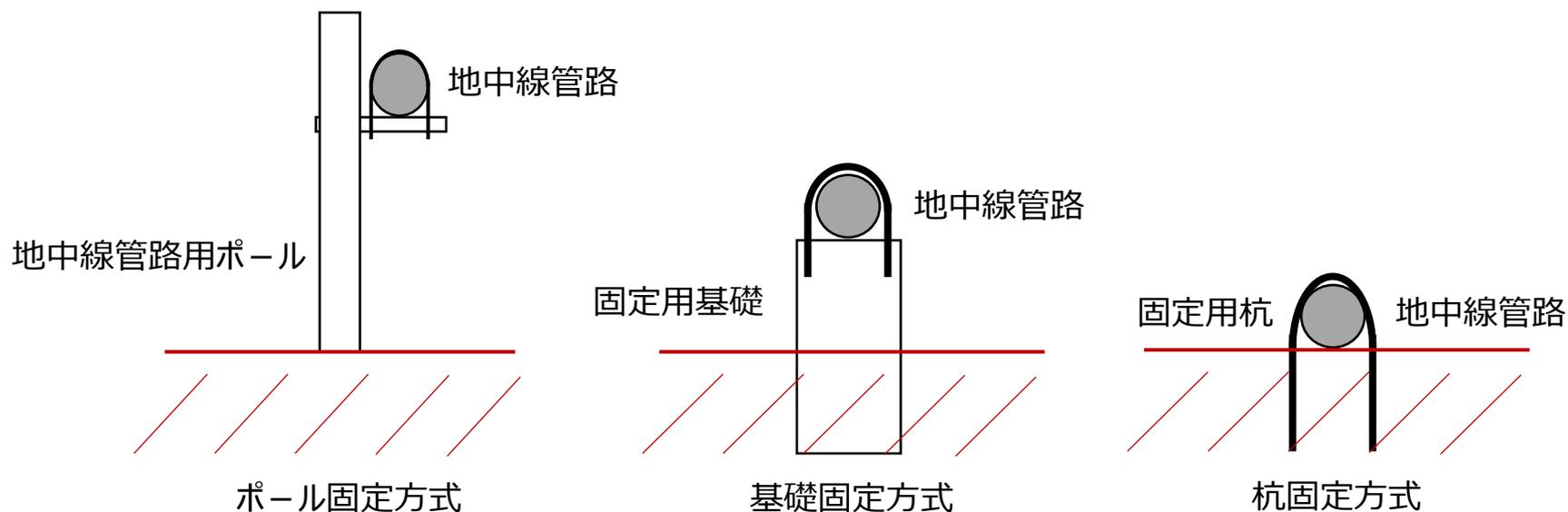


起伏や曲がりが多い場所での施設イメージ

5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

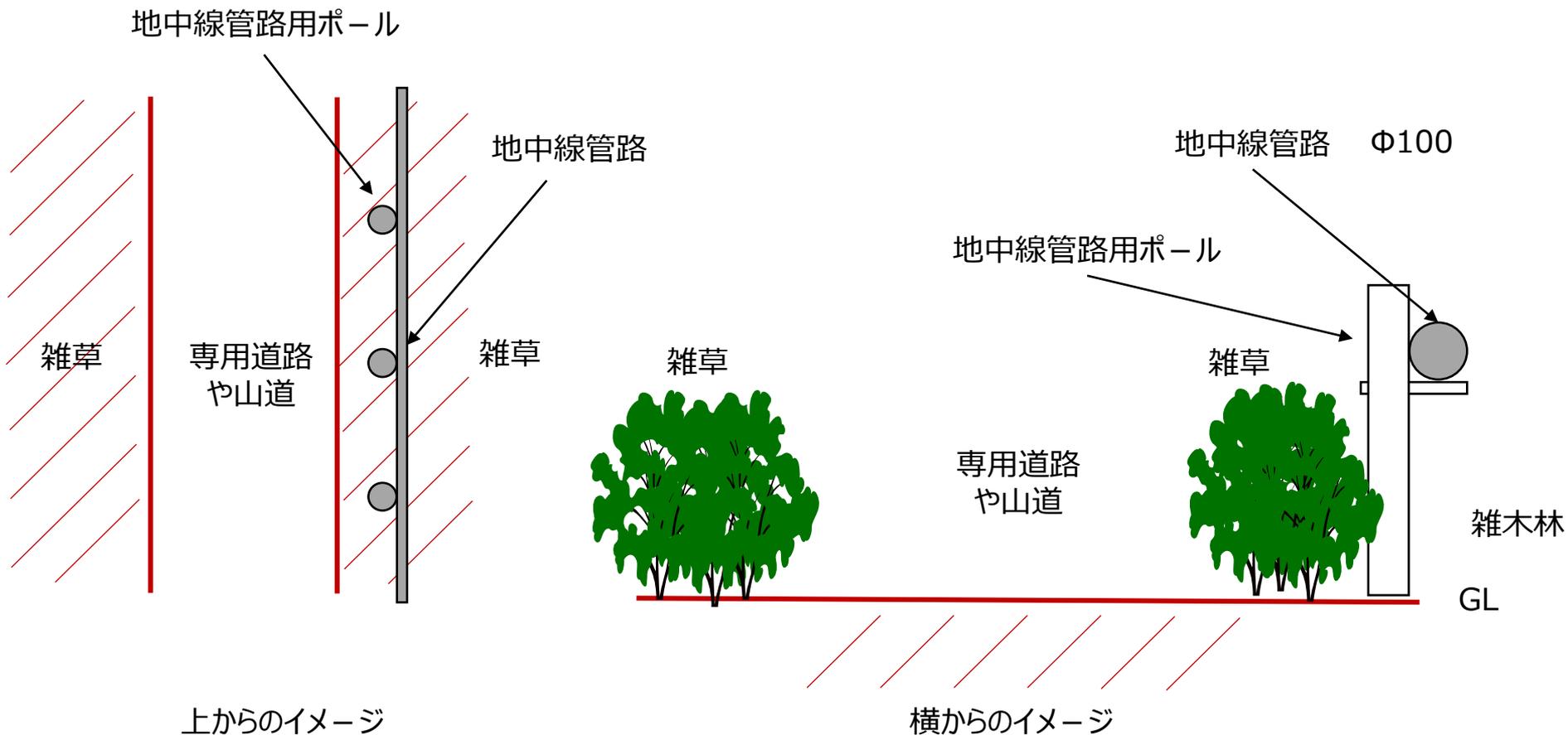
- 『歩行者が容易に立ち入らない場所』における地上施設方法について、八丈島の現場調査結果をもとに、作業会およびサブワーキングなどで検討した結果、以下の3パターンの施工方法が候補として挙げられた。



5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

ポール固定方式



5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

ポール固定方式



ポール固定方式のイメージ例

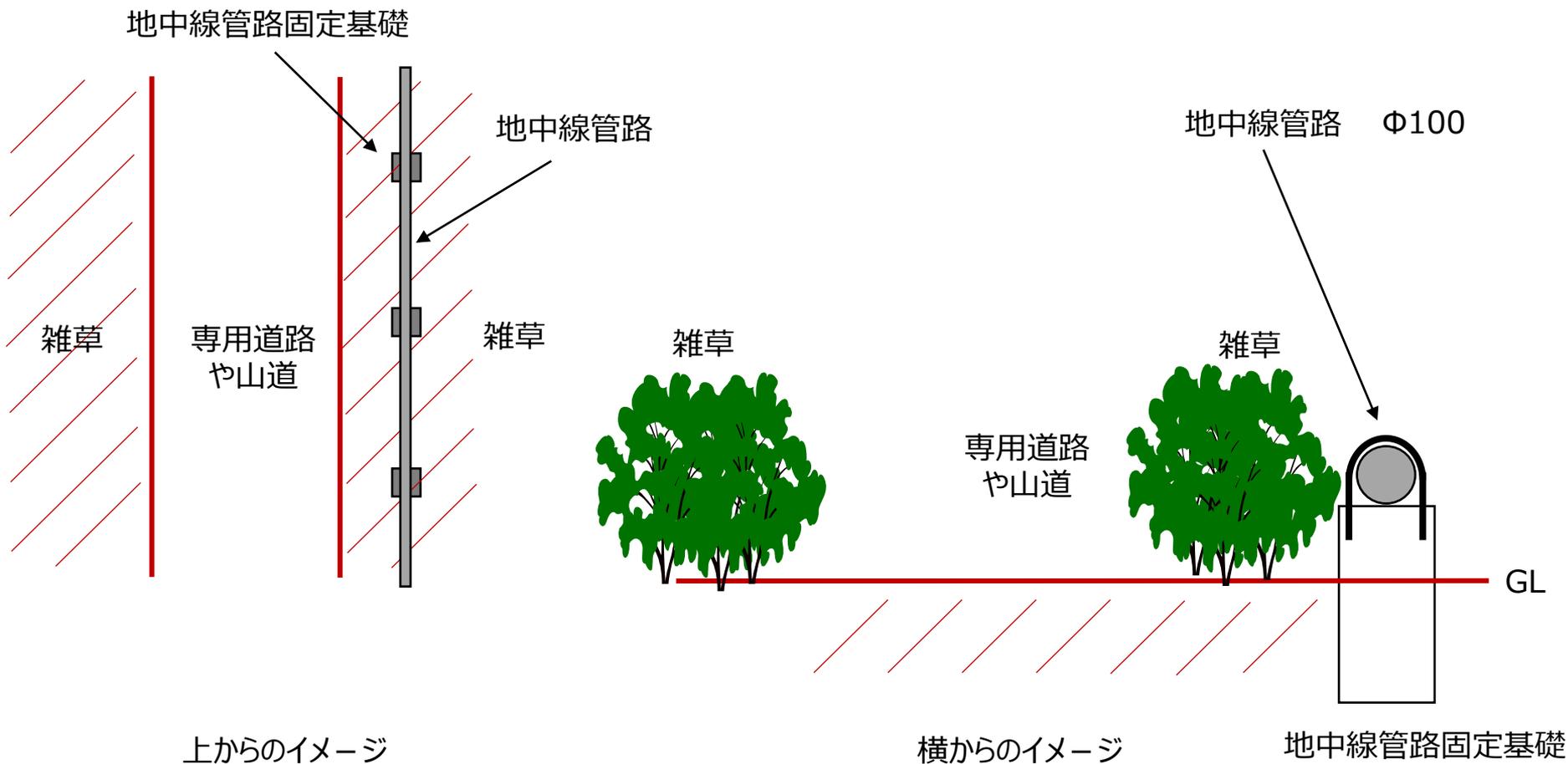


ポール固定方式のイメージ例

5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

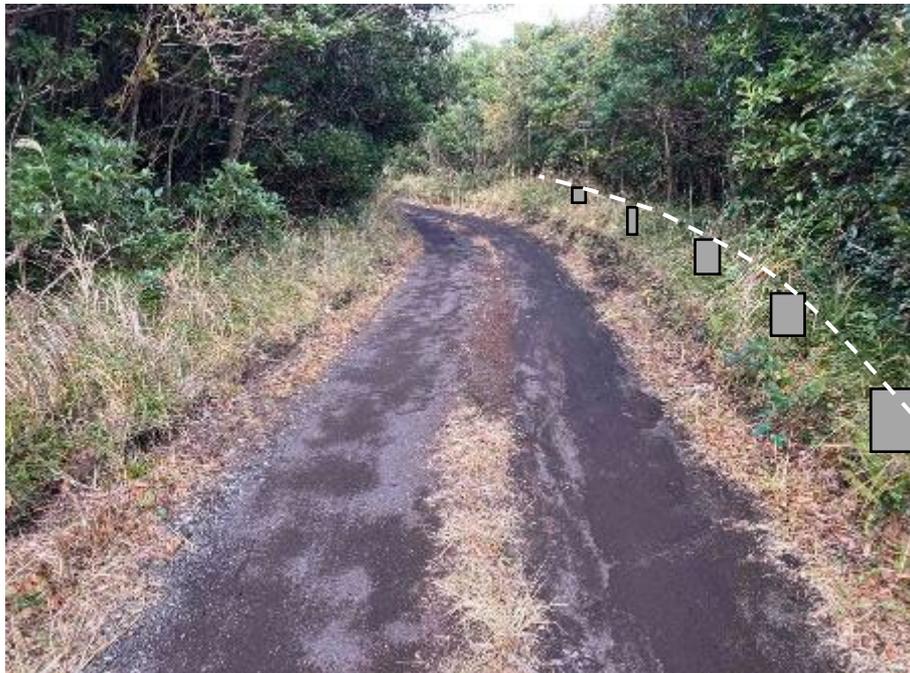
基礎固定方式



5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

基礎固定方式



基礎固定方式のイメージ例

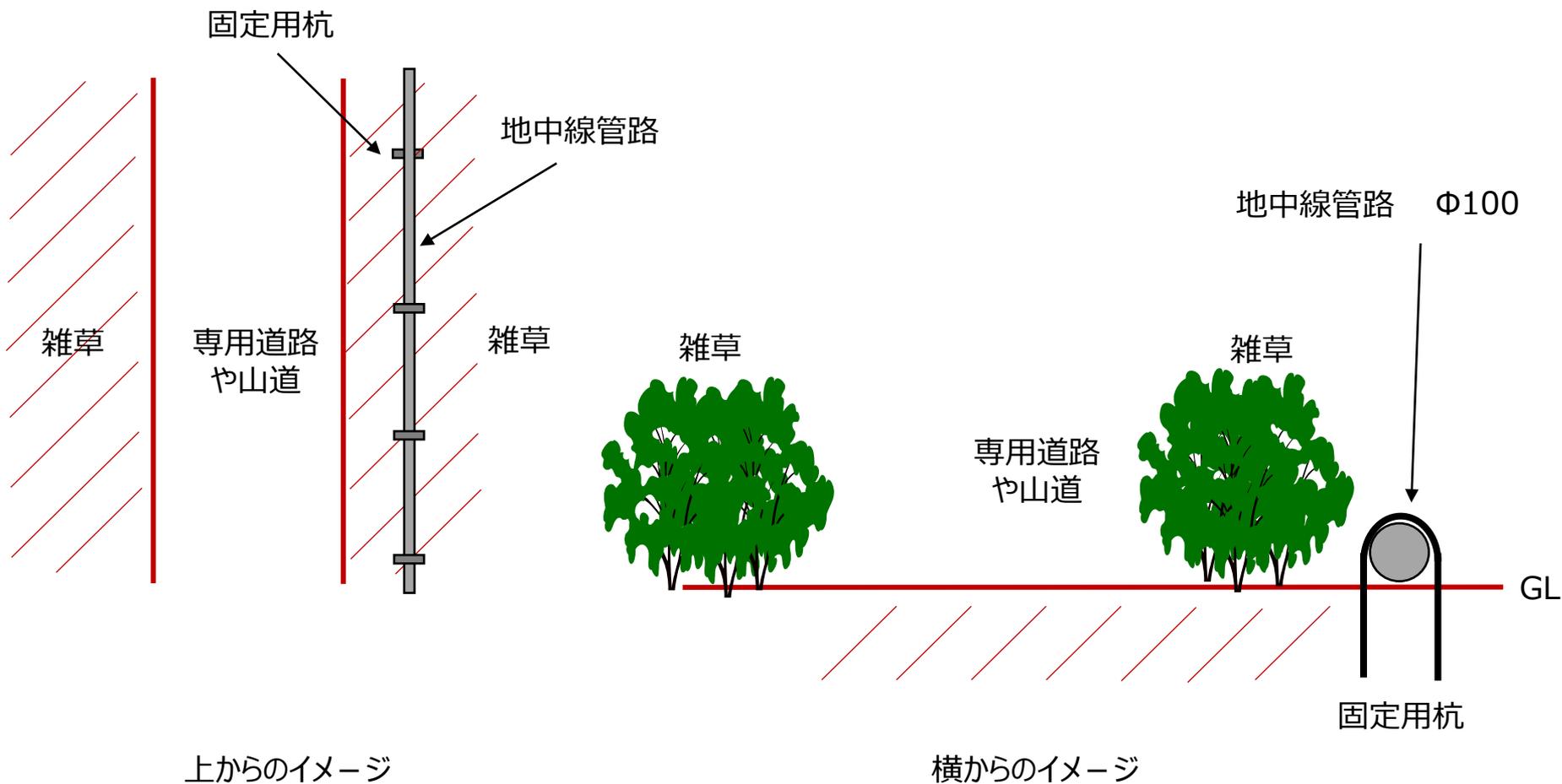


基礎固定方式のイメージ例

5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

杭固定方式



5. 実施内容

(2-3) 地上施設方法の検討

基礎固定方式



杭固定方式のイメージ例



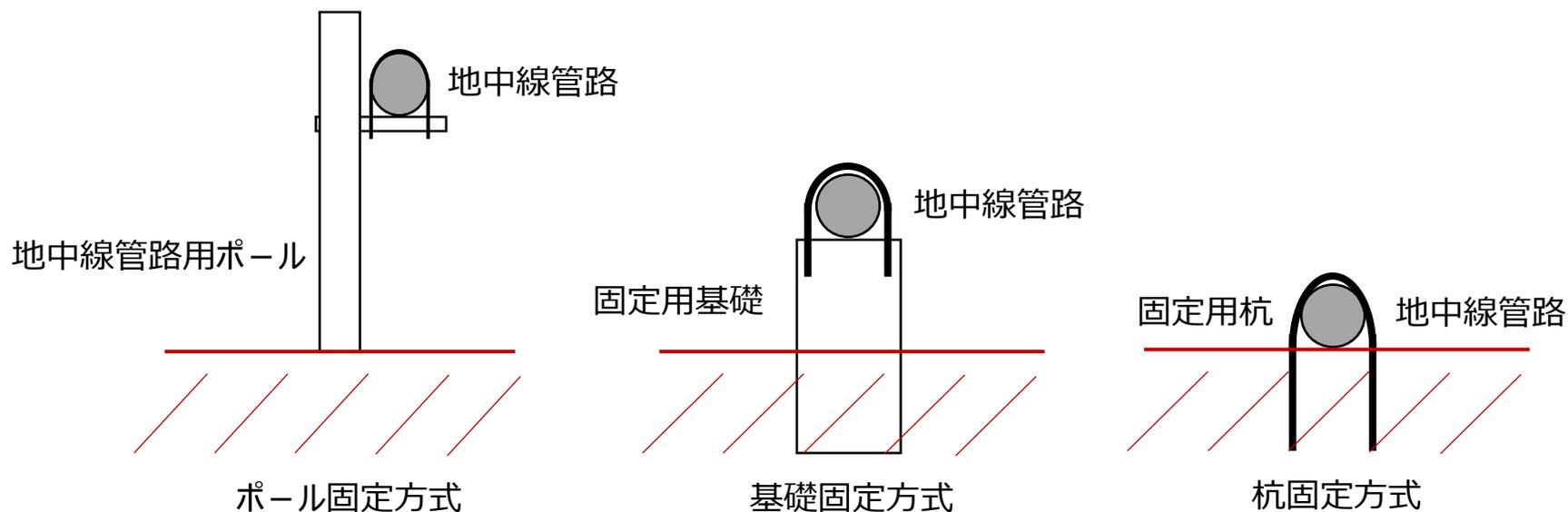
杭固定方式のイメージ例

5. 実施内容

(2-4) 地上施設における課題

固定方法

- 地上施設した場合の管路の固定方法や強度，基礎の強度，杭の深さなどについて，土木専門家を交えた検討が必要。



5. 実施内容

(2-4) 地上施設における課題

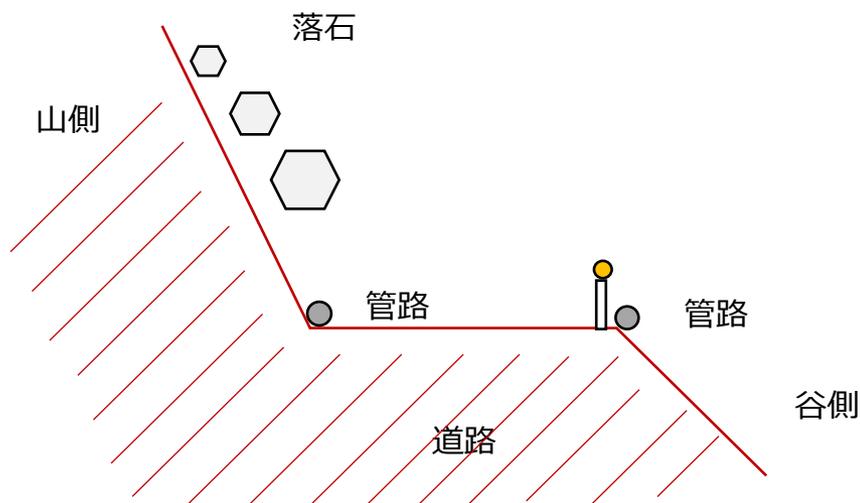
落石・土砂崩れ

- 地上施設の設置場所については、落石などを考慮した場合、防護物の強度について検討が必要である。また、落石面では谷側の方が長所となるが、施工の安全面では短所となるため検討が必要。

現場調査時の状況



軽微な土砂崩れ



設置場所のイメージ



落石(30kg程度)



落石(100kg程度)

5. 実施内容

(2-4) 地上施設における課題

擁壁部分

- 擁壁部分については、様々な構造があり、防護物を設置した場合の強度計算方法や自治体へ許認可の可否など、土木専門家や自治体も交えた検討が必要。

現場調査時の状況



本検討のイメージ



石垣擁壁



吹付擁壁



コンクリート擁壁

5. 実施内容

(2-4) 地上施設における課題

除草などの外傷

- 道路際では除草作業が行われるため、草刈り機などの故意ではない防護物の外傷や強度について検討が必要。



専用道路際



専用道路際の除草状況



車道際の除草状況

5. 実施内容

(2-5) コスト評価対象場所，工法の選定

- 本事業では，歩行者が容易に立ち入らない場所における地上施設方法とこれまでの工法に対してコスト評価を実施することから，掘削の場合については，一般車両の往来のある車道部（アスコン部），および登山道とし，地上施設の場合についてガードレール脇，登山道脇の4パターンについてコスト比較を行うこととした。
- 地上施設方法については，基礎強度など課題があることから，杭固定方式をコスト比較工法とした。

コスト比較のパターン

車道の場合		地上施設の場合	
車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
			

5. 実施内容

(2-6) コスト評価の条件設定

- コスト比較にあたり，起算距離や使用材料などの試算条件は以下の通りとした。

コスト評価の試算条件

項目	掘削の場合	地上施設の場合
接続箇所	<ul style="list-style-type: none"> 1か所ケーブル接続部を設ける（防護は接続箱（CCVP相当を使用）） 	<ul style="list-style-type: none"> 1か所ケーブル接続部を設ける（防護はコンクリート製を使用）
起算距離	<ul style="list-style-type: none"> 100[m] 	<ul style="list-style-type: none"> 100[m]
管路材料	<ul style="list-style-type: none"> 角型エフレックスΦ100 1本5m 20本使用 	<ul style="list-style-type: none"> 強化可とう電線保護管Φ100 1巻20m 5巻 継手 4個
起算方法	<ul style="list-style-type: none"> 車道部 DP=0.6m 床付け0.725（管路外形0.125m+0.6m）掘削幅（0.5m） 路床は発生土，ただし管回りは砂埋め（管上0.1m） 産業廃棄物処理，建設残土処理，埋戻用砂，アスファルト舗装などの費用 登山道 DP=0.6m 床付け0.725（管路外形0.125m+0.6m）掘削幅（0.5m） 路床は発生土，ただし管回りは砂埋め（管上0.1m） 建設残土処理，埋戻用砂などなどの費用 	<ul style="list-style-type: none"> 滑落対策の検討，除草工事，配管後の管路固定（今回は2mおきにU型で打込む）

5. 実施内容

(2-7) 工法別のコスト評価

- 試算条件をもとにコスト評価を行った結果を以下に示す。なお、コスト評価については、従来工法で掘削配管を施工した場合を100%とした指標とした。
- 評価の結果、条件によるが、車道部（掘削）と車道部ガードレール外（地上）を比較して約29%～15%の費用抑制が見込まれる。また、登山道（掘削）と登山道脇（地上）を比較して約36%～17%の費用抑制が見込まれる。

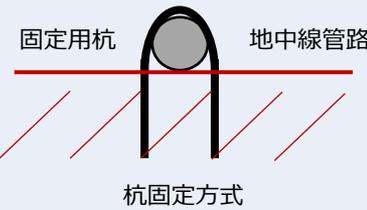
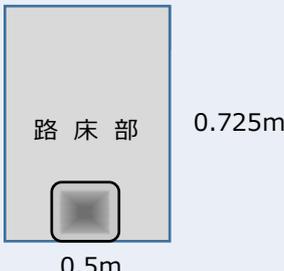
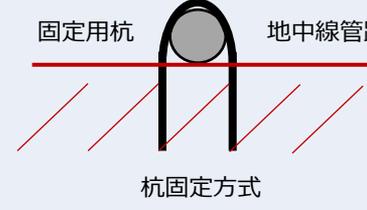
コスト比較結果

	車道の場合		登山道の場合	
	車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
評価パターン				
コスト指標	100%	71～85%	100%	64～83%

なお、コスト評価については、机上における試算条件をもとに実施したため、より正確なコスト試算を行うためには、山間部などで作業検証を行うことが必要である。

5. 実施内容

(2-8) 各工種における試算評価（通常の場合）

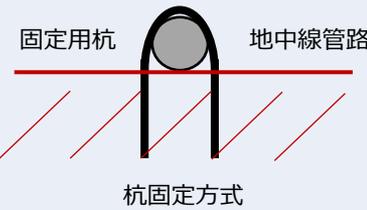
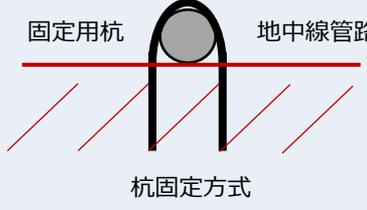
	車道の場合		登山道の場合	
	車道部（掘削）	ガードレール外（地上）	登山道（掘削）	登山道脇（地上）
規模 (100m)	 <p>アスファルト合材 0.05m 路盤部 0.25m 路床部 0.415m 0.5m</p>	 <p>固定用杭 地中線管路 杭固定方式</p>	 <p>路床部 0.725m 0.5m</p>	 <p>固定用杭 地中線管路 杭固定方式</p>
施工日数	1日/25m 4日間	1日/100m 他3日 (*1) 4日間	1日/6m 17日間	1日33m 他6日 (*2) 9日間
材料費	100%	281%	100%	309%
処分費	100%	14%	100%	84%
機械損料	100%	69%	100%	37%
労務費	100%	100%	100%	53%
本復旧	100%	0%	100%	0%
総合コスト評価	100%	71%	100%	64%

(*1) 除草×1、固定×1、表示×1

(*2) 安全×2 草刈り×2 固定×1 表示×1

5. 実施内容

(2-8) 各工種における試算評価 (悪条件の場合 例)

	車道の場合		登山道の場合	
	車道部 (掘削)	ガードレール外 (地上)	登山道 (掘削)	登山道脇 (地上)
規模 (100m)	 <p>アスファルト合材 0.05m 路盤部 0.25m 路床部 0.415m 0.5m</p>	 <p>固定用杭 地中線管路 杭固定方式</p>	 <p>路床部 0.725m 0.5m</p>	 <p>固定用杭 地中線管路 杭固定方式</p>
施工日数	1日/20m 5日間	1日/50m 他5日 (*1) 7日間	1日/5m 20日間	1日20m 他10日 (*2) 15日間
材料費	100%	281%	100%	309%
処分費	100%	14%	100%	84%
機械損料	100%	97%	100%	59%
労務費	100%	140%	100%	85%
本復旧	100%	0%	100%	0%
総合コスト評価	100%	85%	100%	83%

(*1) 除草×2、固定×2、表示×1

(*2) 安全×3 草刈り×3 固定×2 表示×2

5. 実施内容

(2-8) 各工種における試算評価（条件の例）

	通常の場合 例	悪条件の場合 例
掘削（車道）	掘削ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・土中に支障物がない ・土中に他企業埋設物の障害がない 	掘削ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・土中に支障物ある ・コンクリート舗装（アスファルトに比べ高価） ・道幅が狭い（使用可能な重機に制限がかかる） ・土中に他企業埋設物が輻輳している
掘削（登山道）	掘削ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・舗装部無し ・樹木、階段、障害物等の障害物がない ・高木や植樹の根っこ処理の必要がない 	掘削ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・土中に障害物がある ・階段がある（施工前後の改修が必要） ・樹木の根等があり処理が必要
地上（ガードレール外）	配管ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・障害となる樹木、石等がない ・滑落の恐れが少ない 	配管ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・障害物あり （樹木剪定、大きな石等の除去が必要等） ・道幅が狭い（使用可能な重機に制限がかかる） ・滑落の恐れが多い
地上（登山道脇）	配管ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・障害となる樹木、石等がない ・滑落の恐れが少ない 	配管ルートに <ul style="list-style-type: none"> ・障害物がある （樹木剪定、大きな石等の除去が必要等） ・急勾配（資機材の搬入に個別の重機等が必要or 人力対応のみで工期が長くなる） ・くぼみや谷等あり（個別の固定が必要） ・滑落の恐れが多い

5. 実施内容

(2-8) 各工種における試算評価

- 車道部（掘削）とガードレール外（地上）でコスト評価を行った結果、配管施工以外での作業（草刈り・管路固定・表示）施工の労務費や材料費がコストupとなったものの、産廃や建設残土等の処分費の抑制と本舗装の費用が削減されたため、全体でコスト抑制になった。
- 登山道部（掘削）と登山道脇（地上）でコスト評価を行った結果、配管施工以外での作業（安全対策等）施工の材料費がコストupとなったものの、産廃や建設残土等の処分費の抑制と機械損料・舗装労務・材料費の費用が削減されたため、全体でコスト抑制になった。

まとめ

- コスト評価については、従来工法で掘削配管を施工した場合に比べて、各工種でばらつきが見られたが、全体試算ではコスト抑制となった。
- 今回のコスト評価については、机上における試算条件をもとに実施したため、より正確なコスト試算を行うためには、山間部などで作業検証を行うことが必要である。また、地上施工における新工法や材料等の開発により、より一層のコストダウンが見込まれると予想される。
- 作業効率として、掘削時における埋設物障害や不明な構造物等が発見されて作業時間が大幅に変更する場合や、配管時における付帯する安全構築（斜度や崖などの滑落対策）や除草（伐木の太さ・根っこの除去・規模）により、作業時間が大幅に変わると工事期間や工法の変更が生じて、工事費の増減が想定される。

地中管路材の暴露試験 (案)

地中管路材を地上へ施設する場合の
基底温度の調査

令和 5 年 3 月

環境評価検討サブワーキンググループ

1. 暴露試験の目的

ケーブルの地上施設については、委員会、および作業会にて以下のような課題が抽出されている。本暴露試験は、『**高温環境下において、電流容量が減少するか**』という課題の影響を確認するために実施することとする。

検討の方向性（案）

電技第20条に基づき、どのような条件で、どのように施設すれば管路又はトラフ内の電線路において感電・火災の恐れがないか検討・検証する。

確認項目	検討例
感電の恐れがないか検討 (ケーブルが損傷しないか)	<ul style="list-style-type: none"> 現状の強度を確認したうえで、外部からの衝撃によりケーブルが傷つかないためにはどの程度の強度が必要か（管路のみ）。 積雪環境下における外的要因はどのようなものがあるか。また、必要な強度はどれくらいか。 高温・低温などの環境においても上記の強度があるか（管路のみ）。 低温・高温環境下において熱的劣化の恐れはないか。など
火災の恐れがないか検討	<ul style="list-style-type: none"> 短絡・地絡が発生した際、火災の恐れはないか（検証可能？） 高温環境下において、許容電流が減少するか

2. 基底温度について

基底温度とは、電力ケーブルを施設した場所の周囲温度によって決められた温度基準であり、電線・電力ケーブルの許容電流を算出する場合に使用する。

日本電線工業会規格 JCS0501:2022 では、

地中に直接埋設する場合は、標準埋設深さにおける平均地中温度から25℃を基底温度として。なお、**埋設深さが浅くなる場合は、地中温度が上昇するため注意が必要とされている**。

4.4.1 基底温度

- a) **管路及び直埋布設時の基底温度** 管路及び直埋布設時の基底温度は、ケーブル埋設地点の地中温度をとり、通常は管路及び直埋布設時の標準埋設深さである 1.2～1.4 m での月平均地中温度に若干の余裕を見た 25℃ を使用している。

地中温度は、季節及び場所・埋設深さなどによってかなり異なる。埋設深さが数 m ともなると季節変動は少なく、地中温度は 25℃より低くある恒温面に近づくのに対し、埋設深さが浅い場合は地上の影響が大きく季節によっては 25℃を超えることもある。

したがって、埋設深さに関係なく地中温度を 25℃とするのは、特に埋設深さが浅い場合に注意が必要である。

2. 基底温度について

気中や暗きよに施設する場合は、周囲温度40℃を基底温度としている。なお、過去に最高気温が40℃を越したことがあるが基底温度は見直されてはいないが、**気象データに基づいて基底温度を選定することも可能としている。**

- b) **気中及び暗渠布設時の基底温度** 気中及び暗渠布設時はケーブル周囲の空気温度を基底温度とする。現在は40℃を採用している例が多い。この値は、国内で観測された最高気温（1933年7月25日に山形で40.8℃を記録）を根拠にしているものである。現時点で最高気温は41.1℃（2018年7月23日埼玉県熊谷市，2020年8月17日静岡県浜松市）に更新されているが、基底温度40℃を見直すことはしていない。理科年表に記載された気象データなどに基づいて、地域や季節などを考慮して基底温度を選定することも可能である。

現状では、直接埋設の場合は基底温度を25℃、気中や暗きよに施設する場合は基底温度を40℃としている。

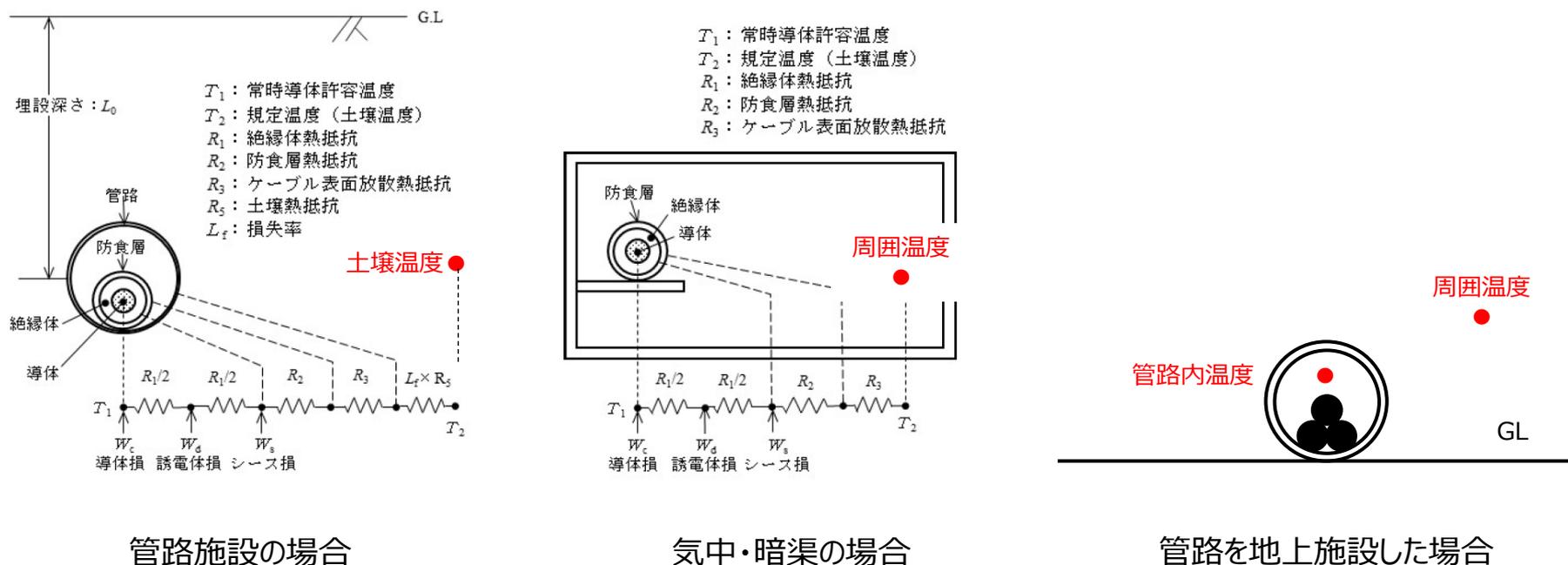
この基底温度が実際の施設場所よりも高い場合は、放熱効果が低下して異常発熱などの恐れがある。

そのため管路を地上施設した場合の基底温度について調査する必要がある。

3. 地上施設の場合の基底温度について

ケーブルの低温度について、地中施設の場合は管路周辺の土壌温度とし、気中・暗渠施設の場合は気中・暗渠内の周囲温度としている。

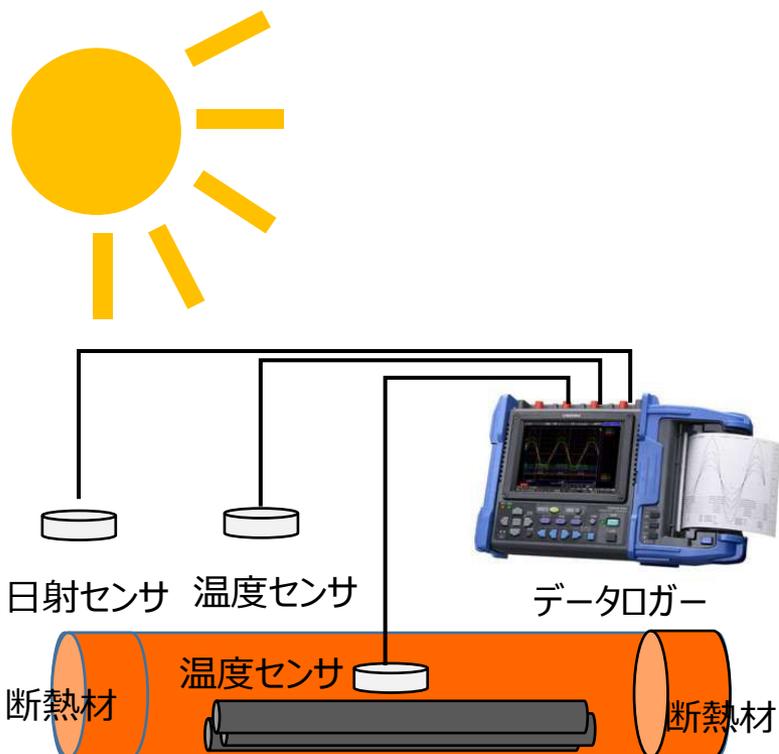
管路を地上施設した場合、管路内の密閉性や直接日射を受けることなどから管路内温度は周囲温度よりも高くなることが考えられる。よって、**管路を地上設置した場合の基底温度は管路内温度と仮定して検討を進める。**(正式には委員会で承認)



4. 管路内温度の算出方法

ケーブルの表面温度は、外気温と日射量、日照時間に相関があることが東京電力PGが行った過去の調査で確認されている。そこで、地中線防護材を屋外に暴露し、管路内部の温度や、外気温、日射量や日照時間などの環境データを収集する。

STEP1_暴露試験によるデータ収集



暴露試験方法のイメージ

環境測定データ

	CH1	CH2	CH3		CH14
	To	Tu	Wt)		St
	[°C]	[°C]	[kW/m2]		[H]
2022/11/1 10:00	26.1	36.5	3.5	}	0.8
2022/11/1 11:00	26.5	38.5	3.5		0.6
2022/11/1 12:00	27.1	39.5	3.5		0.7
2022/11/1 13:00	27.4	40.5	3.5		0.5
2022/11/1 14:00	27.2	39.5	3.5		0.2
2022/11/1 15:00	26.1	36.5	3.5		0.5

4. 管路内温度の算出方法

STEP2_マスターデータベースの作成

暴露試験で測定したデータと気象庁データを統合したマスターデータベースを作成する。

暴露試験データ

	CH1	CH2	CH3	CH4
	To	Tu	Wt)	St
	[°C]	[°C]	[kW/m2]	[H]
2022/11/1 10:00	26.1	36.5	3.5	0.8
2022/11/1 11:00	26.5	38.5	3.5	0.6
2022/11/1 12:00	27.1	39.5	3.5	0.7
2022/11/1 13:00	27.4	40.5	3.5	0.5
2022/11/1 14:00	27.2	39.5	3.5	0.2
2022/11/1 15:00	26.1	36.5	3.5	0.5

気象庁データ

那覇 2022年7月(日ごとの値) 主要要素

日	気圧(hPa)		降水量(mm)			気温(°C)			湿度(%)	
	現地	海面	合計	最大		平均	最高	最低	平均	最小
	平均	平均		1時間	10分間					
1	1004.1	1009.8	7.0	3.5	1.5	27.1	28.9	24.6	88	78
2	998.7	1004.3	26.5	20.0	8.5	26.8	29.5	25.0	89	73
3	997.7	1003.4	33.5	12.0	7.5	26.5	29.5	24.6	92	77
4	1000.7	1006.4	0.0	0.0	0.0	28.9	31.7	26.3	85	69
5	1003.4	1009.1	0.5	0.5	0.5	28.7	31.4	27.1	86	73
6	1005.3	1011.0	2.0	1.0	1.0	28.7	31.9	26.4	86	71
7	1006.0	1011.6	--	--	--	29.2	32.3	27.2	83	66
8	1003.7	1009.3	0.0	0.0	0.0	29.3	31.8	27.7	84	73
9	1000.9	1006.5	1.0	1.0	1.0	29.8	32.2	28.1	85	71

那覇 2022年7月(日ごとの値) 詳細(風・日照・雪・その他)

日	風向・風速(m/s)								日照時間(h)	全天日射量(MJ/m ²) 合計
	平均風速	最大風速			最大瞬間風速			最多風向		
		風速	風速	風向	時分	風速	風向			
1	5.9	9.4	東)	17:39	13.4	東)	17:31	東)	2.3	10.53
2	6.1	10.2	北北西	19:47	16.7	北	18:24	北	0.8	10.88
3	7.6	14.0	南西	01:41	22.5	西南西	02:46	西南西	2.2	13.83
4	4.6	6.8	南南西	13:23	9.4	南南西	13:21	南西	11.1	27.05
5	4.7	8.1	南南東	11:28	10.6	南	13:04	南南東	7.7	22.57
6	4.4	8.6	南南西	12:18	12.1	南南西	12:10	南	7.7	21.32
7	3.4	5.7	西南西	14:59	7.5	南南西	13:59	南	9.3	22.77
8	3.9	6.5	西南西	16:35	8.6	南西	16:45	西南西	9.6	23.54
9	5.5	9.2	西南西	14:32	12.5	西南西	13:58	西南西	9.3	25.08
10	4.2	6.5	西北西	11:23	9.3	西北西	11:19	西南西	12.3	27.85

③ マスターデータベース作成

STEP3_多変量解析にて近似式を作成

多変量解析にて近似式を求めることにより、気象庁データから日本各地の管路内温度が算出できるようにする。

管路内温度(Tu)

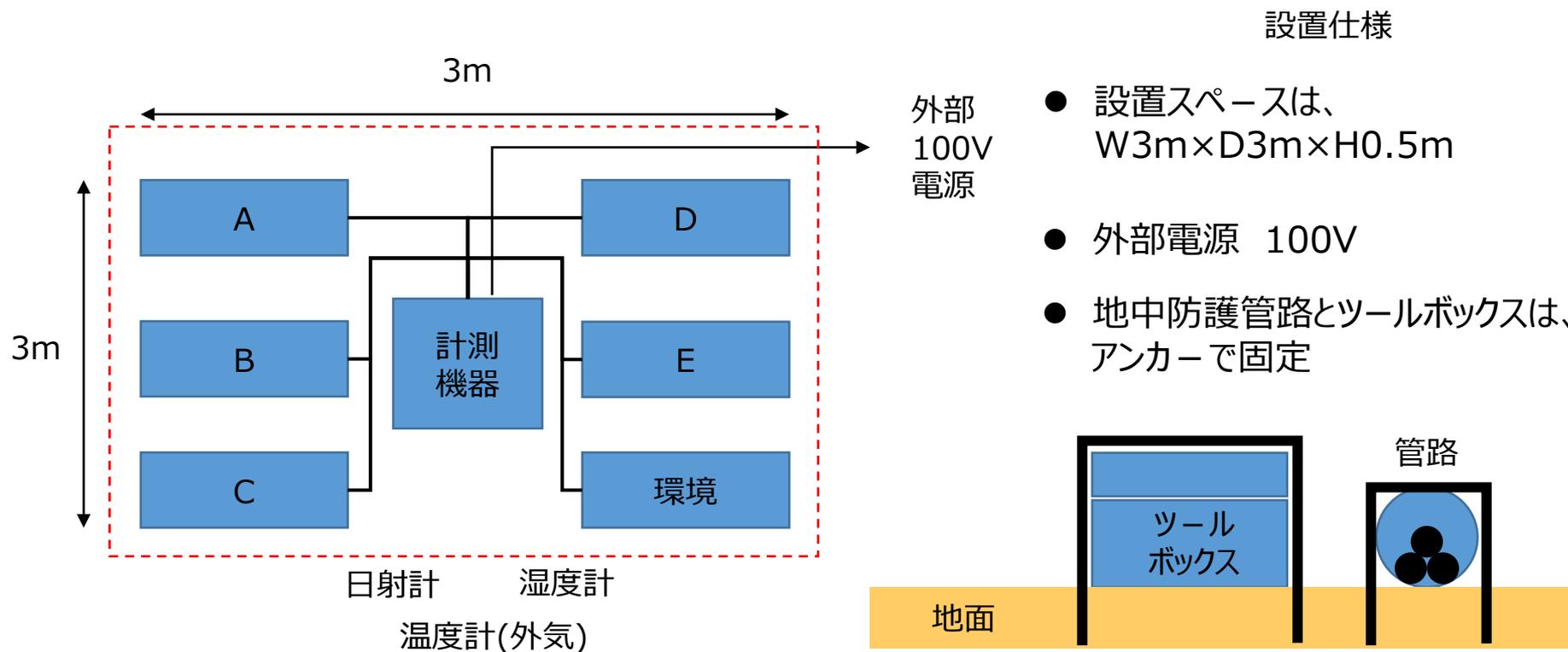


$$T_u = T_{ox} + W_{tx} + S_{tx} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

近似式のイメージ

5. 暴露試験実施方法

暴露試験設備は、3m×3m範囲に地中線防護材を設置し、計測機器はツールボックスへ収納し、外部電源として100V使用して計測する。



暴露試験設備の設置イメージ

5. 暴露試験実施方法

暴露試験対象防護材と測定CH数

計測対象物	製品	温度(内外)	湿度	日射	CH数
管路材	A:配電用炭素鋼鋼管	2			13
	B:ECVP	2			
	C:角型多条敷設管	2			
	D:波付硬質合成樹脂管	2			
	E:強化可とう電線保護管	2			
環境		1	1	1	
合計		11	1	1	

暴露試験の条件

- 気温が高く、日射が強い場所
- 関係者以外、立ち入らない場所
- 電源の確保が容易な箇所
- 通信環境が良い箇所
- 台風時、一時的な撤収が可能な場所

これらの諸条件を踏まえ、実施場所については3/13.14で現場調査の結果、沖縄電力八重山支店敷地内を候補としたい。



6. 暴露試験スケジュール

スケジュール(案)

	2023												2024			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
打ち合わせ	→															
現地確認			★		★											
契約作業				→												
試験設備構築						★										
設備チェック										★						
暴露期間							→									
設備撤去													★			
レンタル期間					→											

二次利用未承諾リスト

報告書の題名

令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する
調査等事業（低コスト手法普及拡大に向けた電線地
中化工法の実現可能性等調査）報告書

委託事業名

令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する
調査等事業（低コスト手法普及拡大に向けた電線地
中化工法の実現可能性等調査）

受注事業者名

一般社団法人 日本電気協会

頁	図表番号	タイトル
25		Utiliwalkの図面
27		Trenches/Utilidorsの写真（PROFORMの建材）
28		Utqiagvikの位置
28		Utilidorの設置マップ
29		PROFORMの建材
添付資料2-5	3-3	永久凍土表面に設置されたUtilidorの概念図
添付資料2-7	3-4	Inuvik市内のUtilidorの様子
添付資料2-8	3-5	Trenches/Utilidorsの写真
添付資料2-9	3-6	Selawikの上空写真
添付資料2-9	3-7	Utilidorの概観
添付資料2-10	3-8	Utqiagvikの位置
添付資料2-10	3-9	Utilidorの設置マップ
添付資料2-11	3-10	Anchorageの位置
添付資料2-11	3-11	CEAの管轄エリア
添付資料2-12	3-12	軍事基地Fort Wainwrightの全体像
添付資料2-13	3-13	Utilidor概観
添付資料2-13	3-14	トレンチ断面その1
添付資料2-13	3-15	トレンチ断面その2
添付資料2-14	3-16	Alyeska※のUtilidor
添付資料2-14	3-17	Utilidorのパネル蓋
添付資料2-14	3-18	Utilidor/チャネル/トレンチ断面
添付資料2-15	3-19	テキサスは交通網が発達
添付資料2-15	3-20	蓋つきの溝構造のUtilidor構想概念図
添付資料2-16	3-21	ディズニー構内のUtilidorの様子
添付資料2-16	3-22	ディズニー構内のUtilidorの配置
添付資料2-22	3-26	アラスカレイルベルトの電力会社
添付資料2-24	3-28	Utiliwalkの図面
添付資料2-26	3-31	PROFORMの建材