

電線電柱類の景観対策手法の選定と無電柱化施工技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究機関：平 27～平 30

担当チーム：地域景観ユニット

寒地機械技術チーム

研究担当者：岩田圭佑、蒲澤英範、松田泰明、

小栗ひとみ、佐藤昌哉、二ノ宮清志

山口和哉、田所登、大槻敏行、

岸寛人

【要旨】

当研究所では、電線電柱類による景観への影響が大きな農村自然域を対象に多様な対策手法を提案してきた。今後、これらの手法を整備目標や沿道環境に合わせて選定する評価技術が求められる。

一方、電線類地中化の低コスト化・施工性向上に向け、今後埋設深さの基準が浅層化されるものの、北海道のような寒冷地では一般的に電線類を凍結深より深く埋設するため、浅層埋設の凍結に対する技術的検討や、専用の掘削機械を用いた深くても効率的な施工方法の検討が求められる。

本年度は、電線電柱類の景観対策手法の評価技術、管路滞留水等の凍結がケーブルへ与える影響、専用の掘削機械の適用性について国内外の事例調査や実験に基づき考察した。

キーワード：電線電柱類、景観、無電柱化、電線類地中化、浅層埋設、掘削機械

1. はじめに

1.1 過年度までの研究成果

北海道のような雄大な農村自然域では、魅力的な景観を求めて、国内外からのドライブ観光客も増加しているが、写真-1（上）のように、電線電柱類が沿道景観を阻害している事例も少なくない。特に、近年の通信需要の拡大に伴い農村部や自然域においても通信ケーブルが増加し、それを支えるための新たな通信柱も増えている。

しかし、北海道のような雄大な農村自然域において電線電柱類以外の景観阻害要素が少ない道路に関しては、写真-1（下）のように“電柱さえなければ”飛躍的な景観向上がのぞめる場所も少なくない。

以上の課題に対して、電線類地中化は一般的に最も効果的な対策といえるが、施工費用が極めて高いこともあり、国や地方公共団体などの道路管理者にはより安価な対策へのニーズが高い。また、事業者にとっても、農村自然域では一般的に人口密度が少ないため、必要なコストに対する採算性等の観点から、電線類地中化事業は多くが市街地に限られている。

そのため著者らは、沿道の建物や土地の制約が比較的少ない農村自然域において、図-1 に示すような「片寄せ（反対側への移設）」「セットバック（道路から



写真-1 世界遺産知床での電線電柱の景観への影響
（上：実際の写真、下：フォトモンタージュ）

離して設置）」「通信ケーブルのみ地中化」など、電線類地中化も含む、実現性が高く景観の向上に寄与する手法について提案してきた¹⁾。

1.2 必要な技術開発① 沿道環境や整備目標にあわせた景観対策手法の選定技術

道路管理者や事業者が電線類地中化以外の景観対策に取り組んでいる事例も少なくないが、目標とする景観対策効果が十分得られていないなど、現状では効果的・効率的な対策となっていない事例もみられる。また、道路占用の許可基準の適切な運用など、簡易な工夫で景観を向上できる場合も少なくないが、そのような方法は道路管理者や事業者に認知されていない。電線類地中化も含め、多様な対策手法を整備目標や沿道環境に合わせて適切に選定・実施するための技術支援が求められている。

1.3 必要な技術開発② 電線類地中化の低コスト化・施工性向上

一方で、景観・観光・防災の点から効果の高い電線類地中化などの無電柱化を推進するための技術開発も強く求められている。全国的には、市街地や歴史的街並、狭隘道路の電線類地中化が重要視されているが、例えば美瑛町では、観光客が多く往来する農村部の展望公園に向かうアプローチ道路において、独自で費用を負担して電線類を地中化している(写真-2)。このように、市街地はもちろん農村自然域においても電線類地中化による高い景観向上効果や、それに伴う観光振興と経済波及効果も期待されており、潜在的なニーズも高い。

しかしながら、我が国の無電柱化率は、欧米諸国のみならずアジア各国と比較しても極めて低い。今後、我が国で無電柱化を進めるためには、高額な整備コストの大幅な削減や施工性の向上が必須である。

そのため、国交省の『無電柱化低コスト手法技術検討委員会』(H26.9 発足)での検討を受け、H28.2には埋設深さの基準が緩和され²⁾、浅層埋設の全国的な普及が期待される。しかしながら、北海道の様な寒冷地では、凍結によるケーブルや道路構造への障害を防ぐ観点から、一般的に電線類を凍結深より深く埋設する(図-2)。寒冷地で無電柱化の低コスト化や効率化を進めるためには、基準緩和に適応した凍結に対する技術的検討や、専用の掘削機械を用いた深くても効率的な施工方法の検討が必要とされている。

1.4 研究の目的と本年度の成果

本研究では、以上に述べた技術開発①②を目的としている。本年度は、①に関しては農村自然域における電線電柱類の景観評価技術の検討を行い、景観対策手法の選定手法として基礎資料をとりまとめた(2章)。

②に関しては、寒冷地での浅層埋設の課題や必要な

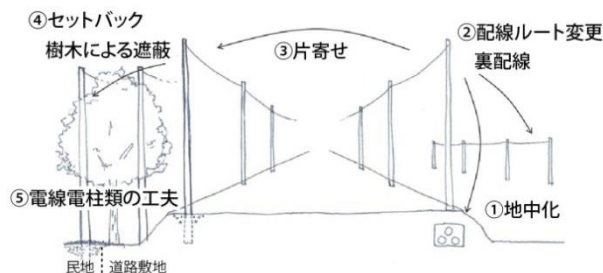
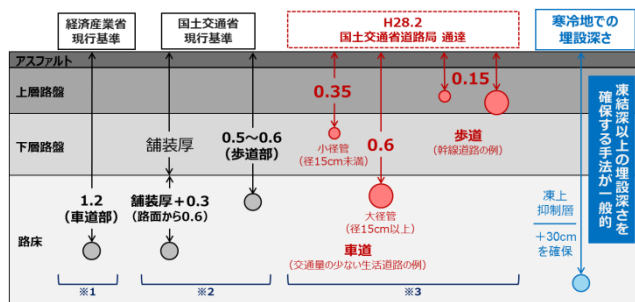


図-1 農村自然域における多様な景観対策手法



写真-2 美瑛町の農村域での電線類地中化実施箇所(写真の道路左側・実施後)



※1 経済産業省基準:「電気設備の技術基準の解釈」
 ※2 国土交通省基準:「電線、水管、ガス管又は下水道管を道路の地下に設ける場合における埋設の深さ等について」
 ※3 国土交通省道路局 通達:「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について

図-2 我が国の埋設深さと寒冷地での埋設深さの比較(黒:現在, 赤:H28.2月の通達, 青:寒冷地)

技術開発(3章)、凍結融解実験によるケーブルへの影響(4章)、海外の専用掘削機械の我が国への適用性(5章)について事例調査や実験に基づき考察した。

2. 電線電柱類の景観対策手法とその評価手法の検討

前章で示したとおり、電線電柱類が沿道の景観に与える影響は大きく、特に北海道のように美しい農村・自然景観を有する地域では、その魅力を損なっている事例が少なくない。本年度は、北海道の農村自然域を対象として、電線電柱類の評価項目を検討した上で、印象評価実験を実施し、農村自然域と市街地等における景観向上効果の違いについてSD法（意味差分法）による分析を行うと共に、農村自然域の主な沿道環境を対象として、各景観向上策の有効性についてME法（マグニチュード推定法）により分析した。

2.1 電線電柱類の景観構成要素との関係性分析

2.1.1 電線電柱類が景観に与える影響に基づく

景観評価項目の体系的整理

電線電柱類の景観評価項目について、既往研究から抽出し、適用性を検討した。具体的には、SD法による道路景観の分析が行われている15編の既往研究で用いられている60の評価形容詞対について、因子分析の結果等に基づき電線電柱類の評価に適した形容詞対を抽出するとともに、18種類のカテゴリーに分類した。

同じく、既往研究に基づいて、それらの形容詞対による評価と総合評価との相関性について整理すると共に、それらの形容詞対を用いることでどのような評価ができるのかをとりまとめ、最終的に9カテゴリー22種類の評価形容詞を提案した（図-3）。

2.1.2 農村自然域と市街地等の評価傾向比較（SD法）

農村自然域での対策においては、まずはランドマークのある農村自然域における優先度が高いと考えられる。そのような場所において、電線電柱類がどの程度景観に影響を与えているのか、どのような対策手法が効果的であるのか、電線類地中化以外の方法でも効果の高い手法があるかどうかを分析した。

はじめに、農村自然域の中でも、特に魅力的が高いと考えられるランドマークがある北海道の農村自然域の景観写真と、市街地や観光地、海外の農村自然域等の景観写真を用いて、SD法による印象評価実験を実施した。次に、ランドマークのある農村自然域の評価結果を基準として、「地中化対策前後の魅力度の評価値が同じかどうか」「地中化対策による評価値の変化の幅が大きい小さいか」について比較を行った。

その結果、①基準写真と比較して対策前は同じ評価だったが、対策後の評価の変化幅が小さいケース、②基準写真と比較して対策前後も同程度の評価値のケース、③対策前の評価値は低いが、対策による評価値の変化幅が同程度のケース、④対策前の評価値も低く評

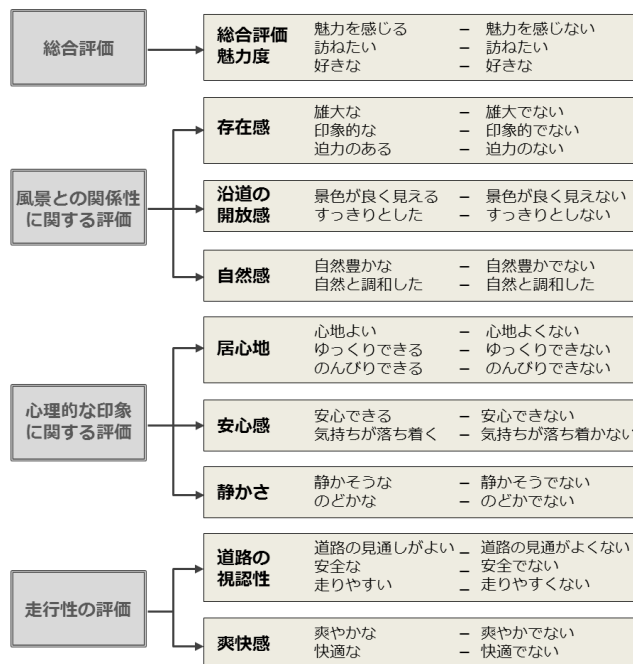


図-3 電線電柱類の景観評価項目と形容詞対

価の変化幅も小さいケースなどがみられた（図-4）。

このように、ランドマークのある農村自然域において電線電柱類が景観の総合評価に与えている影響は、市街地等と比較して大きいといえる。景観向上の観点からは、このような農村自然域においてこそ電線電柱類の対策が有効であると考えられる。

2.1.3 農村自然域における対策効果の比較（ME法）

ランドマークのある農村自然域の景観写真5枚を用いて、「対策なし」を基準点（100点）として、総合評価のマグニチュード推定法により、複数の景観対策手法を実施した場合の印象評価を行った（図-5）。

その結果、「対策なし」と「電線類地中化」の評価結果については、それぞれ同じような評価値のまとまりを示した。これに対し、その他の対策手法については、対象地毎に評価傾向のばらつきがみられた。例えば、片側に樹林がある場合には、「片寄」により電柱が目立たなく、比較的高い評価値となった。一方、道路の両側が開放的で正面にランドマークとなる山並みが眺められる場合、「セットバック」で電柱が目立たなくする方が、片寄よりも効果的である結果となった。

このような評価の差が生じる要因としては、①電線類の本数や電柱類の位置など、『障害物となる視対象』が場所毎に異なることや、②草花の鮮やかさ、紅葉、山並みの冠雪などの『魅力的な視対象』が季節ごとに変化することなどが考えられる。以上から、本評価手法が場所毎の沿道環境の特性を反映できる手法であることも確認できた。

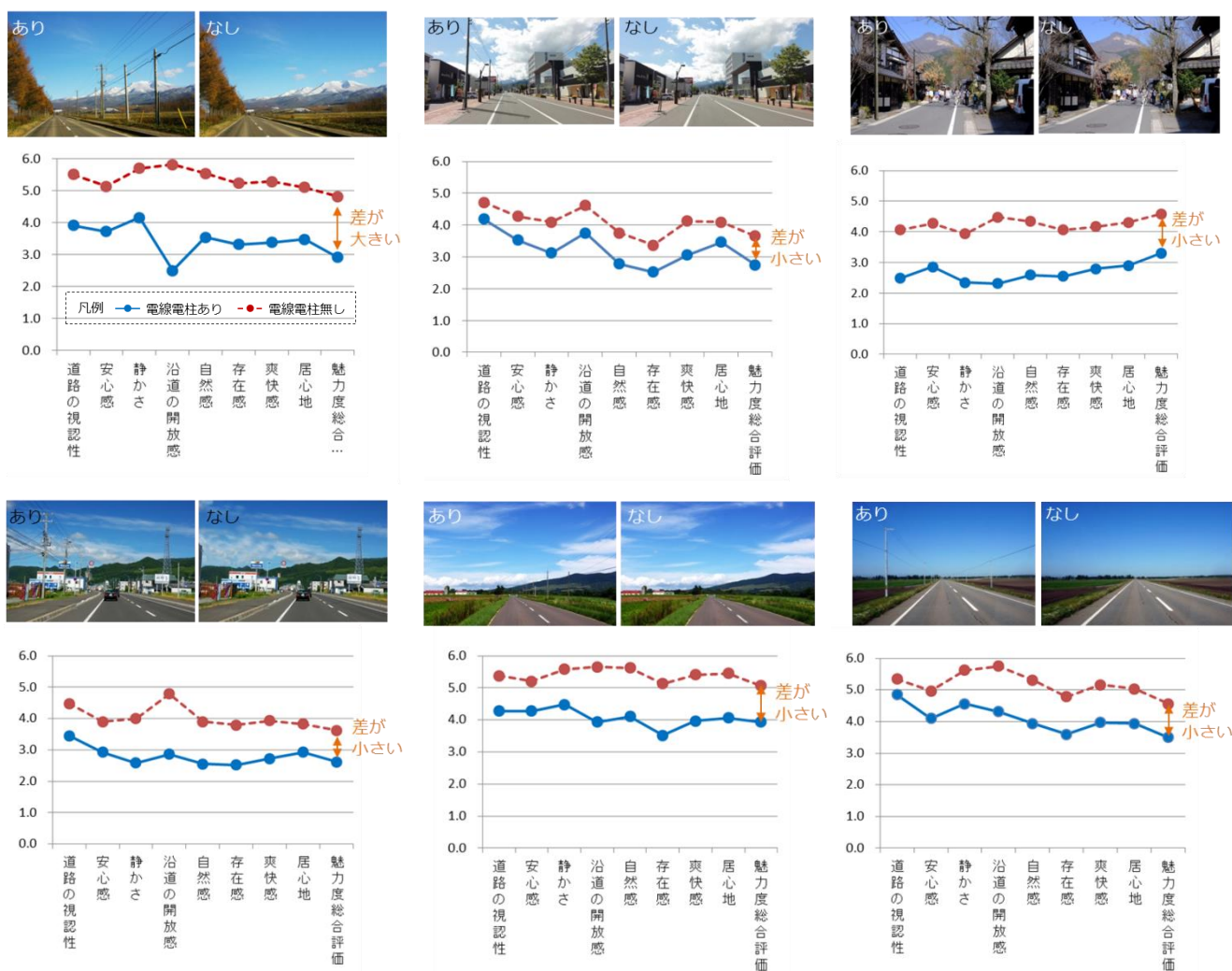


図-4 農村自然域と市街地等の評価傾向の比較

【左上：基準写真（ランドマークのある農村部）、上中：市街地、左上：歴史的街並み、下左：郊外部、下中：農村部、下右：ランドマークのない農村部】



図-5 ランドマークのある農村自然域における対策手法ごと総合評価値の比較

2.2 電線電柱類の景観対策の評価技術の検討

以上の分析に基づいて、主に農村自然域を対象として評価技術を基礎資料の素案としてとりまとめた。

今後、市街地における評価項目の検討や評価実験を通じて、沿道環境や整備目標にあわせた景観対策手法の選定技術を提案する予定である。

3. 寒冷地における無電柱化の課題と必要な技術開発

浅層埋設時の凍結や凍上によるケーブルへの影響を調査する中で、管路内に滞留した水の凍結によるケーブルへの影響について確認する必要があることを把握した。

本章では、寒冷地における電線類地中化の必要性について考察するとともに、現在の基準類に関する調査を行った。その上で、ヒアリングや現地調査を行い、「管路の滞留水が凍結するとどのような影響があるのか」、「管路に水がどのように滞留するのか」、「管路への水の滞留は防ぐことができるのか」、「滞留水の凍結によるケーブルへの影響はどのように防ぐことができるのか」、などについて考察した。

3. 1 寒冷地での無電柱化の必要性

3.1.1 防災面への影響

地震や暴風の災害による停電の影響や、電柱が倒壊することによる停電や交通障害を低減する目的で電線類地中化が重要視されている。北海道では、H24(2012)年11月の胆振地方で発生した大規模停電のように、暴風雪や着雪・着氷による電柱の倒壊および電線の切断が発生している(写真-3)。

一方、各事業者においては、災害時に復旧を迅速に行う供給安定性を重視し、架空による配線が望ましいと考えられている面も少なくない。

しかしながら、国交省HPに掲載されている調査結果によれば⁴⁾、阪神大震災(H7)の際、震度7以上の地域の停電率は、架空線は10.3%であるのに対して地中線は4.7%と半分以下であった。また、神戸地区のNTT通信回線ケーブルにおいてサービス供給に支障が生じた設備延長を調査した結果、地中線は架空線に比べておよそ1/80程度であったことも報告されている。

また、海外に目を向けると興味深い事例がある。例えばフィンランドの電力会社は、同国において5番目に広域の配電設備を有するが、他社に比べ地中化率が低く、自然災害による停電時間が長いとされている。そのため、北欧投資銀行の融資を受け、フィンランド東部の1,150kmの架空配電線(中圧400km、低圧750km)を地中化する計画である⁵⁾。

さらにスウェーデンでは、2005年および2007年冬期の暴風災害による大規模停電を受けて、中南部の大手電力会社が、主に山間部における延べ17,000kmの架空送電線の地中化事業を進めている⁶⁾。

冬期に停電し暖房が停止すると、命に関わる影響も考えられる。北海道のような積雪寒冷地では、停電の被災率を低減するための方策としての電線類地中化も



写真-3 暴風雪に伴う電柱の倒壊・電線の切断
(豊浦町ホームページ³⁾より引用)

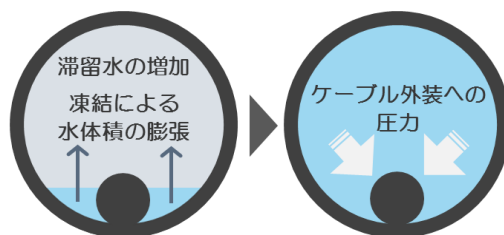


図-6 管路滞留水の凍結による凍結圧迫イメージ

有効であるといえる。

3.1.2 交通安全や道路維持管理への影響

北海道内では、道路付属施設等の人工工作物への衝突事故の中でも特に道路沿いの電柱などに衝突する事故が多く、死亡率も高いことが報告されている⁷⁾。

また、冬期の除雪・排雪作業において、特に歩車道境界付近の電柱が除雪機械による円滑な作業を阻害する等、道路の維持管理の効率低下にもつながっている。

3. 2 寒冷地における「凍結」の影響と埋設基準

3.2.1 凍結による電力・通信ケーブルへの影響

寒冷地において管路を凍結深さより浅い位置に埋設した場合、滞留水が凍結し体積が膨張することでケーブルの外装を圧迫し、同時に内部のケーブルの接触障害や断線などの損傷が発生する恐れがある(図-6)。また、冬期間にケーブルの入れ替えが必要となった際、ケーブルの引抜きや挿入作業に支障が出ることもヒアリング調査で把握している。

このように、滞留水凍結によるケーブルへの影響は、大きく分けてケーブルの“性能へ与える影響”と“維持管理に与える影響”が考えられるが、一般的に、凍結によるケーブルへの障害は、通電により発熱する電力線と比べて通信線において生じやすい。

ただし、電力線においても通電量により発熱状態が変化するため、一概に凍結によるケーブルへの障害が無いとは言えない。また、維持管理面でも、電力線においても冬期間のケーブルの入れ替え時に凍結によりケーブルを引き抜くことができず、代わりにケーブル

が挿入されていない予備管路を使用した事例もある。

3.2.2 北海道における凍結深さと基準類の運用状況

図-2に示す通り、前述した通達²⁾では、交通量の少ない生活道路で舗装厚さが50cmの場合や、一般的な歩道部においては、従来よりも浅い位置に管路を埋設することが可能となった。しかしながら、寒冷地では冬期間に地中が凍結する“凍結深さ”よりも深い位置に埋設するのが一般的である。例えば北海道開発局の道路設計要領⁸⁾で参照されている凍結深さは、北海道の南部では60～70cmであるのに対し、北海道の東部では100～140cmである(図-7)。

北海道の電線共同溝技術マニュアル⁹⁾では、図-8に示す基準が採用されている。車道部では、凍上による舗装の強度低下を防ぐために、凍結深さと同等まで凍上抑制層が設けられ、そこからさらに+30cmの深さに埋設する基準となっている。一方で歩道部では、電力管路が50cm以上、通信管路が70cm以上であり、数字上は北海道の凍結深さより概ね浅い基準となっているものの、特に通信管路については、「凍上深についても確保することとし、凍上深については地域によって異なるため、過去の凍結の影響を考慮して電線管理者と調整の上、埋設深さを決定するものとする」と解説が加えられている。結果的に、共同溝としては電力管路も併せて凍結深に合わせた深さに埋設されている。

3.2.3 埋設深さの浅層化による主なメリット

埋設深さの浅層化による主なメリットは、コスト縮減や作業性の向上である。

まず、掘削や埋戻しの土工量削減や既設埋設物と交差する支障が低減することと、それに伴い一日あたりに施工出来る延長が増え、工期の短縮が可能となり低コスト化につながる。

また、浅層化により掘削機械の稼働時間短縮や小型化の検討が可能である。これにより、市街地や住宅地の工事における騒音対策や、狭隘道路などでの掘削埋戻し作業の効率化につながる。

さらに、掘削深さが浅くなる事で現場作業員の負担を軽減するとともに安全性の向上も期待できる。

3.2.4 凍結深さより浅い位置に埋設する際の現状の対策

実際に設計や施工を行う際には、既設の上下水道などの占用物を迂回する必要などから、部分的に凍結深さより浅い位置に埋設せざるを得ない事例も少なくない。その場合、凍結によりケーブルに生じる障害を未然に防ぐために、「凍結障害防止パイプ(中空のパイプを管路に挿入し、凍結による滞留水の体積膨張を吸収

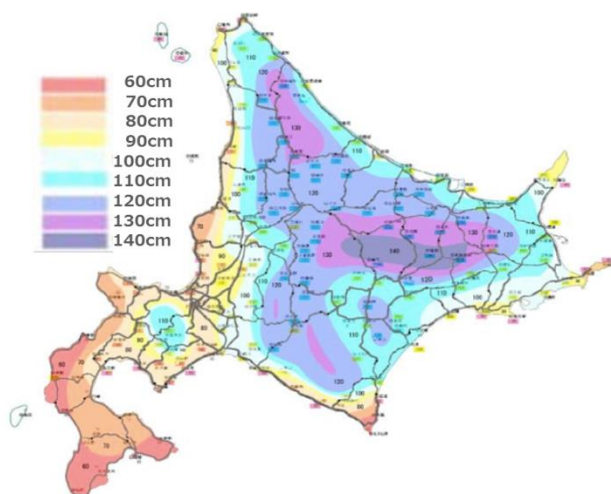


図-7 北海道における凍結深さ
(北海道開発局道路設計要領⁸⁾より引用)

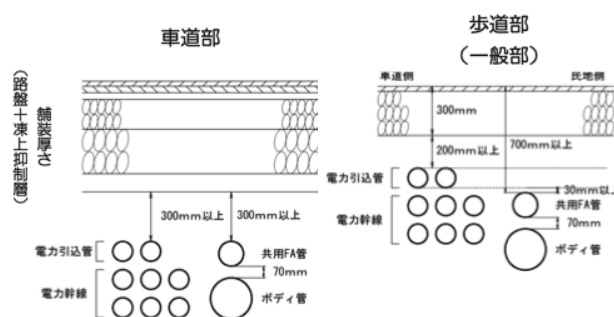


図-8 北海道における電線共同溝の埋設深さ基準
左) 車道部、右) 歩道部
(電線共同溝技術マニュアル⁹⁾より引用・加筆)

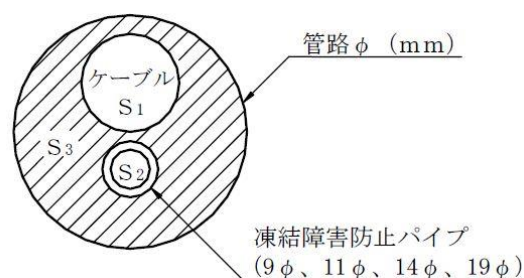


図-9 凍結障害防止パイプの概要図
(北海道開発局道路設計要領¹⁰⁾より引用)

しケーブルに加わる圧力を低減するもの)」などが必要に応じて採用されている(図-9)。

ただし、凍結障害防止パイプの採用には、ケーブル設置時の施工性や、長期的に性能が維持されるか等の課題がある。今後、浅層埋設を一般的な手法としていく際に、凍結障害防止パイプを採用していくことも一つの方法と考えられるものの、配置方法と耐久性について今一度検証し、どのような方法が低コストで技術

的にも効果的であるのかを調査する必要がある。

3.3 管路内滞留水の要因に関する調査および考察

3.3.1 共同溝管路内部の滞留水の状況

札幌市の市街地歩道部における共同溝の予備管路に特殊部からパイプカメラを挿入し、管路内部の状況を確認した。その結果、管路継ぎ目部から水や砂礫が流入しているような痕跡が確認でき、凹み部において水が管路に満水近く滞留している区間や(写真-4 左)、管路から特殊部に漏水している状況もあった(写真-4 右)。なお、本調査箇所での埋設深さは概ね90~120cmであり、凍結深さより深いため凍結する恐れは少ない。

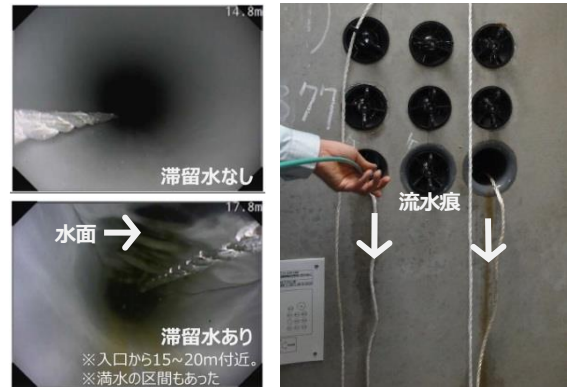


写真-4 左) 通信管路内の滞留水の状況
右) 管路から特殊部への漏水の痕跡

3.3.2 共同溝施工部地盤の出水状況

倶知安町の電線共同溝の施工現場では、掘削地盤部において出水があり、ポンプで排水しながら施工している状況であった(写真-5)。これらの出水は、地下水の影響などが考えられる。このように、地中に埋設される管路は、周辺の状況によっては常に水にさらされていると考えられる。

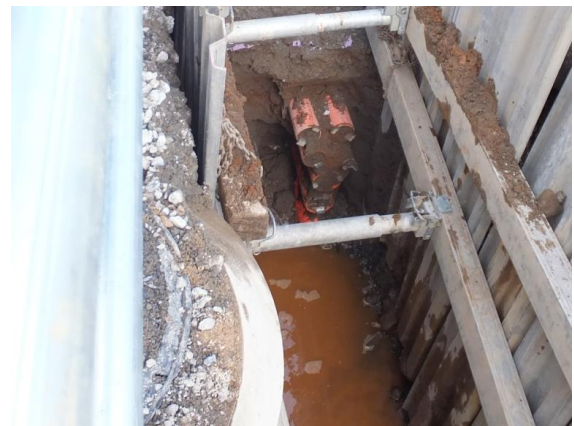


写真-5 掘削地盤内の出水状況

3.3.3 実際の凍結障害事例

北海道東部地域の高規格道路において、実際に凍結により通信用メタルケーブルが圧迫され、ケーブルの通信障害が発生した事例もみられた(写真-6)。

このケーブル管路の埋設深さは68cmであったが、凍結深さが100cmを超える地域であったことから、管路内滞留水が凍結してケーブルに損傷を与えたと考えられる。

3.4 水が滞留する要因と必要な対策技術の考察

水が滞留する要因は、3.3.1にてみられた管路の接続部分からの浸入の他、今回の調査箇所ではみられなかったが、ハンドホール等の内部に溜まった水が管路に浸入すると考えられる。特に、3.3.2のような地盤内に水が多い場所では、施工時および竣工後の時間経過の中で管路への水の浸入を防ぐための対策は必要であると考えられるが、実際に水の浸入を防ぐことは困難と言わざるを得ない。



写真-6 通信用メタルケーブルの凍結圧迫・断線事例
(左: 外装の変形 右: 内部ケーブルの接触障害)

また、本調査では管路内の結露も部分的に認められた。管路内の結露が繰り返されることで、どの程度の滞留水が発生するのかは確認できていないものの、今回現地調査を行った対象地の状況を見る限り、結露による影響は管路外部からの水の浸入と比較して少ないものと考えられる。

凍結障害防止パイプについてはこれまでも採用された実績があるが、今後本格的に浅層埋設を推進していく上では、凍結深と埋設深さの関係も考慮した、凍結障害防止パイプが必要かどうかの設置条件についても

検証が必要である。また、管路を小型化し滞留水が断面積に占める割合を減らすことで、凍結時の体積膨張によるケーブルや管路への圧力を低減する方法の検討も有効であると考えられる。

3.5 寒冷地・農村自然域における施工技術のまとめ

以上本節では、北海道における電線類地中化の必要性を考察するとともに、我が国で今後加速すると予測される電線類地中化事業について、現在検討されている浅層埋設を進めるにあたっての寒冷地に必要な対策技術について調査した。得られた知見を簡潔に以下に

まとめる。

①寒冷地における電線類地中化の必要性

災害時における電柱倒壊による二次被害の低減、電力・通信施設被災率の低減、交通安全や冬期除雪の効率性の観点から、寒冷地における電線類地中化の必要性は高い。

② 調査から得られた課題と必要な対策技術

管路内の滞留水は、管路の接続部分やハンドホール等からの水の浸入や、管路内で繰り返される結露により水が溜まるなど複合的な要因と考えられる。

管路滞留水の凍結によるケーブルへの影響は、凍結によるケーブル外装の圧迫に伴うケーブルの損傷と、ケーブルの入れ替え作業への支障である。

③対策の考え方

管路への水の滞留を防ぐには相応の対策が必要であり低コスト化しにくいと、滞留水の凍結による障害を防ぐ対策が求められる。そのため今後は「凍結障害防止パイプの最適な配置と耐久性」「管路の小型化」等の対策手法について検証が必要である。

なお、補足であるが、海外に目を向けると埋設深さについても多様な考え方や対策がみられる。

例えば、地盤の排水性を良くし、凍上による影響を低減させたいと浅い位置に埋設している事例がある一方で、凍結深さに配慮して深い位置に埋設するケースもある。その際は、深い位置に埋設されたとしても、トレンチャーなど専用の掘削機械により極めて低コストで施工できる事例が一般的である。これについては、別途5章に詳しくまとめている。

埋設深さは、国や地域はもちろん、市街地や農村自然域などの郊外部など、場所により異なるほか、電力や通信の事業者によっても異なっている。今後我が国においても、浅層埋設の普及を図る一方、より多様な埋設方法の一般化が望まれる。

4. 凍結融解実験による光ケーブルへの影響の考察

4.1 実験方法

電線共同溝事業では、電力や通信のケーブルを、管路を敷設し地中に引き込む。これらの管路およびケーブルを凍結深さより浅く埋設した場合の、電力供給および通信性能への影響を検討する必要がある。

そこで本実験では、発熱する電力線と比べて、凍結による障害のリスクが高いと考えられる通信の光ケーブルを対象として、埋設管路の供試体を作成し、室内実験において凍結融解による通信障害の発生状況について検証した。材料は、電線共同溝事業で実際に使用

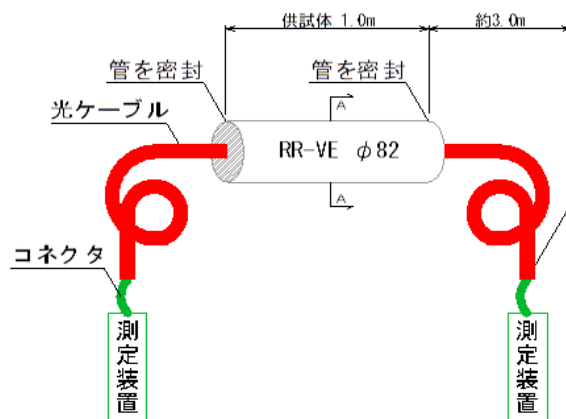


図-10 作成した供試体のイメージ



写真-7 作成した供試体

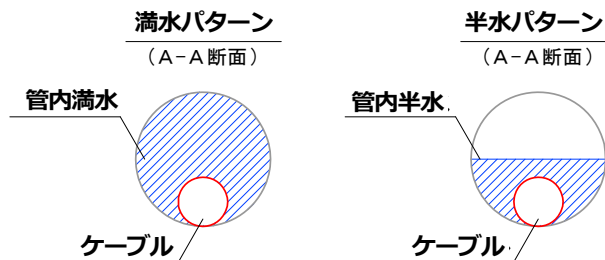


図-11 滞留水の再現パターン

されている 200 芯の光ケーブル (SM-200C) および、ケーブル収容に用いられる VE 管 (直径 82mm) を採用し、光ケーブルを収納した管路の供試体を作成し、それに水を充填して凍結させ、ケーブルへ与える影響について考察した。

供試体の概要を図-10、写真-7 に示す。7mの光ケーブルのうち中央の 1m部分について、直線管路で収納・密封した供試体を 6 本作成し、管路内の滞留水の状況を再現するため、図-11 の通り、管内を満水状態にした供試体 (以後、満水パターン) を 3 本、管内の半分まで水を入れた供試体 (以後、半水パターン) を 3 本用意した。供試体のケーブル両端に設置した測定装置により、凍結融解による通信障害の発生状況を測

定した。

実験場所は、寒地土木研究所が所有する凍結融解室とし、昼間(9:00-17:00)は23℃、夜間(17:00-翌9:00)は-18℃になるような1日1サイクルの室温設定で供試体を設置し2サイクルの実験を行った。

4.2 測定方法

凍結・融解時の通信障害の有無を確認するため、表-1に示す通り、供試体組立て後に1回、凍結・融解の各状態で2回の計5回測定を行った。測定内容は、「通信減衰量の光源測定」と「障害箇所の把握」である。

4.2.1 通信減衰量の測定手法

対象の光ケーブル断面は、4芯からなるテープが中心に向かって5枚積層しており、円を描くように合計200芯の光ケーブルを成している。このうち圧迫により最も変位が現れると考えられる一番外側のテープの4芯(SM197~SM200)を測定対象とした(図-12)。

今回の実験では、供試体の光ケーブル両端に光源出力機器および光源受光機器を取り付け、供試体を通過した際の光源レベルを測定し、損失値(=基準値P1-供試体の測定値P2)を算出し、損失規格値と比較分析する手法を採用した。

基準値P1は、図-13に示すとおり光源出光機器にて光源を出力し、テストコードを介して反対方向の光源受光機器にて光源を測定する。この時、A方向とB方向を測定し、平均値を基準値P1とした。この基準値は、5回の実験ごとに測定している。供試体測定値P2は、図-14に示すとおり、供試体ごとにA,B方向ともに4芯×3回を測定し、A,B方向を合わせた平均値を各芯のP2とした。

なお、光ケーブルの性能を満たす基準となる損失規格値は、図-15に示したとおり、JIS規格で定められている各接続部の最大損失に基づいて算出した。算出方法により1.38であると想定した。つまり、損失値(P1-P2) < 規格値(1.38)であれば、光ケーブルは性能を満たした状態であるといえる。

4.2.2 障害箇所の把握手法

光源レベルの減衰量の測定だけでは、どの芯のどの部分で支障が発生したかを知ることはできない。そこで、図-16に示すイメージのとおり、光パルス波形(OTDR)の変化を測定した。光パルス波形は、片方に測定装置OTDRを接続し、反対方向には光終端器を設置し測定する。測定は、A,B方向ともに4芯分を測定し、光ケーブルの通信障害や断線の有無を確認した。

4.3 実験結果

4.3.1 通信減衰量の測定結果

表-1 測定概要

日時	測定 No	測定時の供試体状況
2016年2月8日(月)13:30~	光源測定①	供試体組立時 ↓凍結融解室にて凍結
2016年2月9日(火)7:00~	光源測定②	供試体凍結時 ↓凍結融解室にて融解
2016年2月9日(火)16:30~	光源測定③	供試体融解時 ↓凍結融解室にて凍結
2016年2月10日(水)7:00~	光源測定④	供試体凍結時 ↓凍結融解室にて融解
2016年2月10日(水)16:30~	光源測定⑤	供試体融解時 実験終了

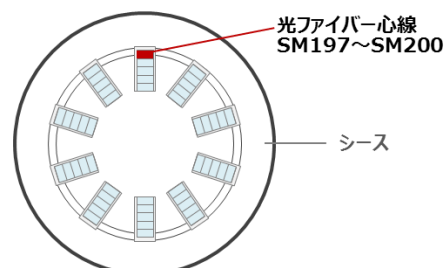


図-12 光ケーブル断面イメージと測定箇所

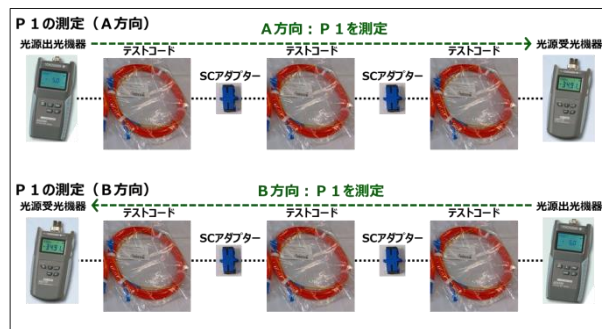


図-13 基準値 P1 の測定方法

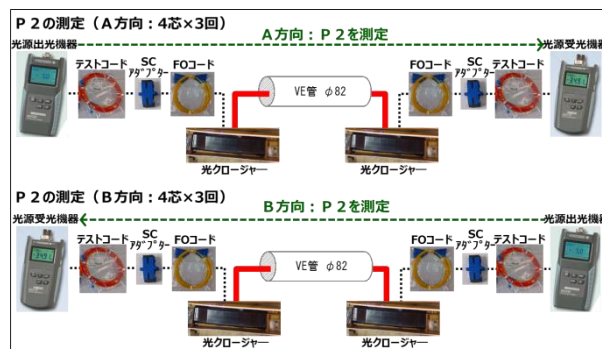


図-14 供試体測定値 P2 の測定方法

$$\begin{aligned}
 \text{回線損失値 (dB)} &= \text{光ファイバケーブル伝送損失規格値 (dB/km)} \times \text{光ファイバケーブル長 (km)} \quad \dots \text{①} \\
 &+ \text{接続損失値 (dB/箇所)} \times \text{接続箇所数 (箇所)} \quad \dots \text{②} \\
 &+ \text{アダプタ接続損失値 (dB/箇所)} \times \text{アダプタ接続箇所数 (箇所)} \quad \dots \text{③} \\
 \text{① 光ファイバケーブル伝送損失規格値 (dB/km)} &: 0.4 \\
 \text{② 接続損失値 (dB/箇所)} &: 0.15 \\
 \text{③ コネクタアダプタ接続損失値 (dB/箇所)} &: 0.5 \\
 \therefore \text{回線損失値 (dB)} &= (0.4 \times 0.2) + (0.5 \times 2) + (0.15 \times 2) = 1.38 \text{ (dB)}
 \end{aligned}$$

図-15 損失規格値の算出式

各供試体の測定結果を図-17に示す。いずれも、規格値を満足した。損失値の測定結果にはプラスやマイナスのばらつきがみられるが、規格値と比較してわずかな幅であることから、光ケーブル内の反射によるゆ

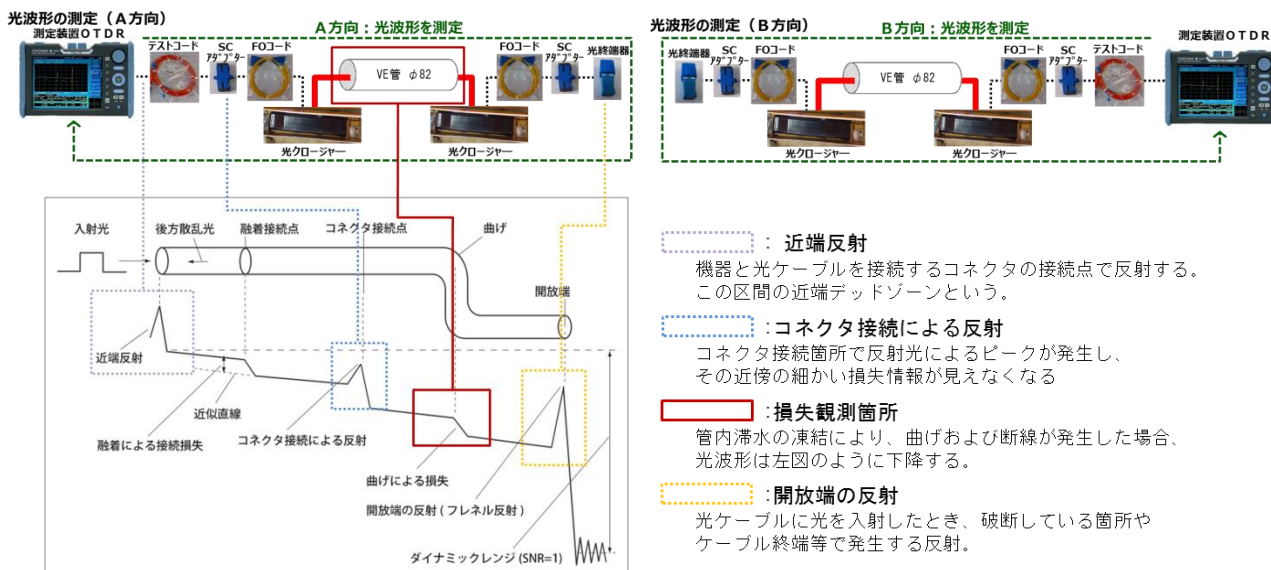


図-16 OTDR 装置による障害箇所の把握イメージ

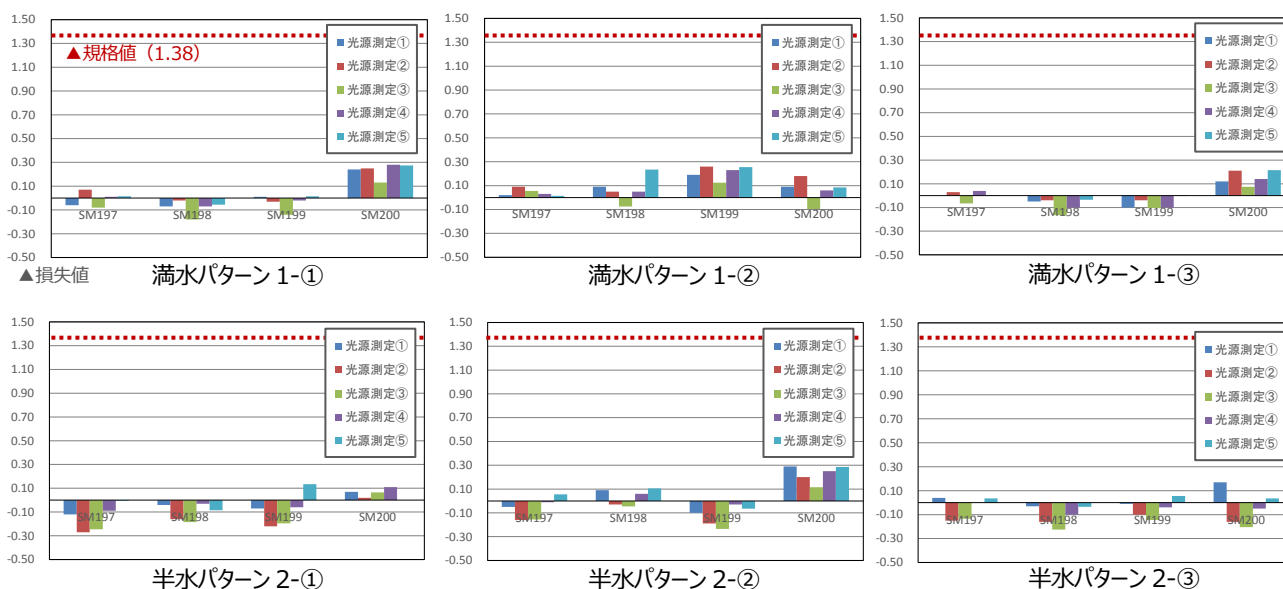


図-17 各供試体の測定結果

らぎや、それを測定時に読取る際に生じる誤差の範囲内であると考えて良い。一方、このようにケーブルの圧迫による影響はないといえるものの、ケーブル毎に損失値の特色は出ている。例えば供試体パターン1-①においては、SM200の芯が他の3芯と比較して損失値は大きい。また、供試体パターン1-②では、SM199の損失値が他の3芯と比較して大きい。ただし、供試体組み立て時の計測値と比較しても差が見られないことから、これは、この芯が当初から持っている損失性能と考えられ、本実験による損失とは考えにくい。

以上から、本実験で採用した光ケーブルと管路において、それらが直線配置されていれば、管内滞留水の凍結による圧迫の影響を受けないことが確認された。

4.3.2 障害箇所の測定結果

光パルス波形の測定は、光源レベルの測定で異常があった場合に、どの箇所で損失が生じたのかを把握する目的で実施した。しかし、特に損失は確認されず、図-18に示すようにいずれの光パルス波形でも異常も確認されなかった。

4.3.3 管路およびケーブルの状況

本実験では、管の両端部に蓋を設置することで、管内に生じる氷の体積膨張に伴うケーブルや管路への負荷が実際の現場よりも大きくなるよう配慮した。凍結後、満水パターンの供試体では写真-8上のように蓋を押し破るようにして膨張した氷が露出していた。半水パターンの供試体では変化はなかった(写真-8下)。

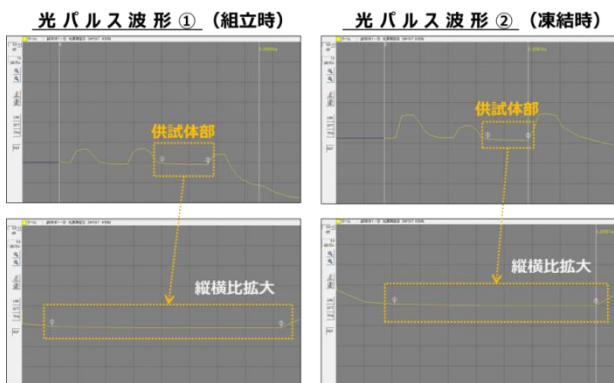


図-18 各供試体の測定結果



写真-8 凍結後の供試体蓋部 (上：満水 下：半水)

管路内部の凍結状況を写真-9 に示す。供試体の管径は、凍結時の寸法自体にも変化は無かった。また、いずれのケーブルにも外傷はみられなかった。

4.3.4 実験結果のまとめ

図-19に本実験のまとめと今後必要な検討のイメージを示す。本実験において、200芯の光ケーブルでは、管路およびケーブルが直線配置されていれば、室内での凍結融解実験の結果として支障は確認されず、寒冷地でも浅層埋設を行って支障がないケースがあることを確認した。今後は、凍結によりケーブルの変形や曲げが生じた箇所の影響について、室内や現地での実験等を行い、寒冷地においても可能となる浅層埋設手法について普及を図る。

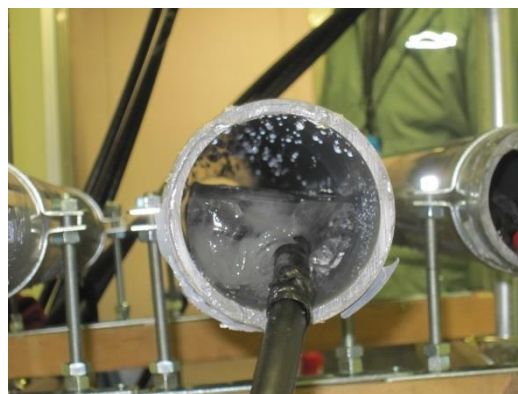
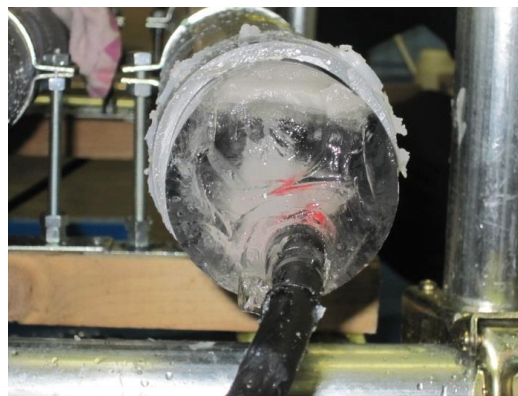


写真-9 凍結後の供試体内部 (上：満水 下：半水)

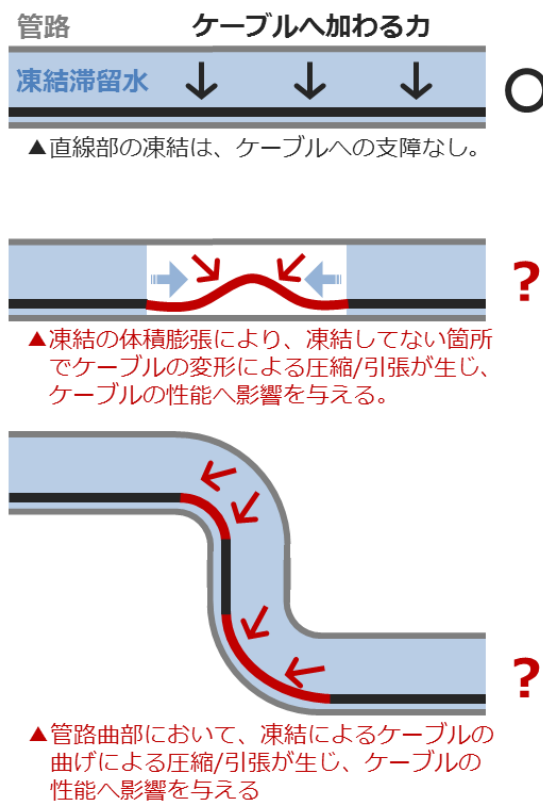


図-19 実験のまとめと今後必要な検討のイメージ

5. ケーブル埋設専用機械の導入にむけた適合性検討

電線類地中化の実績が豊富な欧米などでは、ケーブルの直接埋設や管路埋設の仕様に合わせたトレンチャーなどの専用機械（写真-10）が導入されており、油圧ショベルによる掘削（写真-11）が主工法である日本と比較して大幅に短時間での施工が可能となっている。日本においてもこのような専用機械の導入を図ることで、施工性の向上が期待できる

そこで、市街地及び北海道のような魅力的な景観を有する郊外地において、それぞれの施工条件に適合した低コスト・高効率の機械仕様を検討することを目的に、海外の施工機械メーカーを対象としてアンケート調査を行った。加えて日本国内でレンタル可能な機種を用いて掘削試験を行った。

5. 1 ケーブル埋設用掘削機械の実態調査

調査の結果、海外においては欧米を中心にケーブル埋設用掘削機械のメーカーが多数存在していることがわかった。今回はフランス3社、イタリア2社、イギリス2社、アメリカ4社、スウェーデン1社、ドイツ1社、オーストラリア1社の計14社を対象にアンケート調査を行い、8社から回答を得た。

5.1.1 ケーブル埋設用掘削機械の概要

調査の結果からケーブル埋設用掘削機械を種類別（専用機械、アタッチメント式機械、ハンドガイド式機械）、施工形態別（掘削のみ、掘削+ケーブル埋設、掘削+ケーブル埋設+埋め戻し）、また作業装置の掘削機構別（ホイール式、チェーン式、プラウ式）に分類した。それぞれの特徴と代表的な写真を図-20に示す。

掘削能力としては掘削幅 25mm～1,020mm、掘削深さ 100mm～3,050mm であり小型や大型の機械がある。

また、掘削可能な地盤条件としてレキ質土、砂質土、粘性土のほかに、コンクリート舗装、アスファルト舗装、岩塊玉石・岩について対応している機械もある。

掘削機構にはチルト機構やオフセット機構を有するものがあり、掘削の位置や角度を微調整することが可能となっている。

ホイール式やチェーン式の機械については、地盤条件に合わせて掘削刃を選択して取り付けることが可能である。掘削刃にはカップタイプ、ビットタイプ、超硬タイプなどがあり、これらを組み合わせて取り付けることにより、現場条件に応じた作業が可能となっている（図-21）。

また、掘削以外の機能として、ケーブル同時埋設機能、埋め戻し機能、掘削土砂ベルトコンベア搬送機能、掘削土砂吸引機能、遠隔操作機能を有するものもあり、



写真-10 海外における専用機械による施工例
ホームページより引用¹¹⁾



写真-11 国内における油圧ショベルによる施工例
道内自治体提供

	専用機械	アタッチメント式機械	ハンドガイド式機械
機種別	クローラ又は車輪を有する専用車体に作業装置が装備されているもの  ホームページより引用 ¹²⁾	バックホウ、トラクタショベルなどの汎用機械または特定機械に装着して使用するもの  ホームページより引用 ¹³⁾	運転席の無い小型の機械で、手押し又はステップ上に立って操作するもの  ホームページより引用 ¹⁴⁾
作業形態別	掘削のみ  ホームページより引用 ¹⁵⁾	掘削+ケーブル埋設  ホームページより引用 ¹⁶⁾	掘削+ケーブル埋設+埋め戻し  ホームページより引用 ¹⁴⁾
掘削機構別	ホイール式 ディスク状のホイールの円周上に掘削用の刃が付いたもの。固い地盤にも対応。  ホームページより引用 ¹⁷⁾	チェーン式 楕円状のチェーンに掘削用の刃が付いたもの。  ホームページより引用 ¹⁷⁾	プラウ式 縦長の排土板を有したのもの。柔らかい地盤に対応。  ホームページより引用 ¹⁷⁾

図-20 掘削機械のタイプ別整理^{11)~17)}

効率的な作業が可能となっている（写真-12、写真-13）。

5.1.2 施工事例調査

施工事例の調査では、電力線や通信線の直接埋設または管路埋設に対応した複数本同時埋設の施工、掘削・ケーブル埋設・埋め戻しの同時施工、アスファルト



図-21 掘削刃の例



写真-12 ケーブル同時埋設および掘削土砂のベルトコンベア搬送機能を有した機械
ホームページより引用¹¹⁾



写真-13 ケーブル同時埋設・遠隔操作機能
ホームページより引用¹⁸⁾

トやコンクリートの固い路面での施工等の事例があることがわかった。能力的には舗装箇所でのケーブル埋設、埋め戻し同時施工で日当たり施工量が250mといった事例や、路側の未舗装箇所の施工で日当たり施工量1,000mという事例もあり、施工条件によって大きく差

はあるものの、バックホウによる日本での現状施工の日当たり施工量100m程度と比較して、施工速度が非常に速いことがわかった(表-2)。

5.1.3 日本国内における販売状況

今回調査したメーカーのうち、日本国内に販売体制およびメンテナンス体制があるのは3社であった。また、東京に日本人駐在員のみを置いているメーカーが1社あり、輸入が可能である。

アンケート調査を通じて、日本進出に意欲を示すメーカーもあったことから、今後、専用機械メーカーの日本への進出がさらに進み、ケーブル埋設用掘削機械を用いた施工の普及も期待できる。

5.1.4 掘削機械の施工箇所別要件

一般的な道路構造を車道部、路肩部、歩道部、道路法面部に分類し、各箇所で行う場合に必要となる掘削機械の要件を整理した。

全箇所共通した要件としては、施工能力が掘削幅、掘削深および適応地盤を満たす必要がある。縁石の段差などの障害により、掘削機械の走行位置に制限が生じる場合は、掘削機構のオフセット機構が必要となる。横断方向に傾斜があり、垂直な掘削が必要となる場合は、チルト機構が必要となる。また道路法に基づく車両の一般的制限値を超過する機械もあるため、日本国内での使用においては注意が必要である。

車道部の施工については、上記の要件を満たせばよい。

路肩部の施工について、ガードレール等の障害物の外側を道路上から施工する必要がある場合は、バックホウのようなアーム(リンク)を有した機械に取り付けるアタッチメント式が必要である。

歩道部の施工については、幅員に制限があるため機械幅が歩道の幅員以下である必要がある。

法面部の施工については、勾配によりその上を掘削機械が走行できない場合、掘削機械より外側にオフセット可能な機構を有したもの、もしくはバックホウのようなアーム(リンク)を有した機械に取り付けるアタッチメント式が必要である。

5.2 ケーブル埋設用掘削機械による掘削試験

5.2.1 掘削試験の実施方法

日本国内において販売体制およびメンテナンス体制があるメーカーは3社であることは先に述べたが、この3社の機械による国内における実績は圃場やゴルフ場といった比較的土壌の柔らかい箇所での暗渠排水等の施工であり、道路敷地内のような締め固まった箇所で使用した施工実績は無い。メーカー担当者へ締め固

表-2 施工事例

メーカー名	型式	施工能力	施工の速度等施工事例
RIVARD (フランス)	Riv 254 TR 103	幅100～180mm 深さ800mmまで可能	<ul style="list-style-type: none"> ・施工スピードは、トレンチのサイズや路盤の状況による。 ・都市部の道路下では300m/日 ・農耕地では2000m/日
	Riv 424 TR 202 XLT	幅250～450mm 深さ1500mmまで可能	
	Riv 524 TR 202 GL XLT	幅250～450mm 深さ1500mmまで可能 オフセット施工可能	
	Riv 524 TR 250T	幅250～450mm 深さ1750mmまで可能	
	Riv 1403 TC 1755	幅250～600mm 深さ1700mmまで可能	
MARAIIS (フランス)	TESMEC 885 RS	<ul style="list-style-type: none"> ・電力・通信共に直接埋設、管路埋設に対応 ・直径40mmのHDPEパイプ3本の同時施工実績あり。(幅160mm) 	<ul style="list-style-type: none"> ①セヌエマルヌ77(フランス) ・農村部、路肩の電線地下埋設 ・使用機械: SMC 202 ・施工延長: 30Km, 未舗装路側 ・電力線3本×150mm² ・施工日数: 35日 ・平均施工速度: 857m/日 ・掘削幅: 280mm ・掘削深さ: 900mm
	SMC 202 R		
MARAIIS (フランス)	CLEANFAST	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削のみ ・トレンチを掘削するのみ。ダクトやケーブルを施工するユニットを併設していないため、トレンチの壁面が崩壊しない地盤であること。 	<ul style="list-style-type: none"> ①パリ近郊ビヤンクール ・街路のトレンチ、電線地下埋設 ・使用機械: CLEANFAST ・施工延長: 60km, 舗装路面下 ・2本TPC, φ 63 ・施工日数: 240日 ・平均施工速度: 250m/日 ・掘削深さ: 450mm
		<ul style="list-style-type: none"> ・掘削のみ ・トレンチを掘削するのみ。ダクトやケーブルを施工するユニットを併設していないため、トレンチの壁面が崩壊しない地盤であること。 	
MARAIIS (フランス)	CLEANFAST	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削のみ ・トレンチを掘削するのみ。ダクトやケーブルを施工するユニットを併設していないため、トレンチの壁面が崩壊しない地盤であること。 	<ul style="list-style-type: none"> ②ショーモン(フランス) ・住宅街の道路にトレンチ施工 ・使用機械: CLEANFAST ・施工延長: 50km, 舗装路面と未舗装路側 ・3本HDPE, φ 40 ・施工日数: 110日 ・平均施工速度: 455m/日 ・掘削幅: 100mm ・掘削深さ: 400mm
SIMEX (イタリア)	T 450	<ul style="list-style-type: none"> ・電力・通信共に直接埋設、管路埋設に対応 ・トレンチの幅による。 ・同時施工は可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ①クレマ(イタリア) ・住宅街の電話線地下埋設 ・使用機械: Simex T450 ・施工延長: 1000m, 舗装路面下 ・1本、管路埋設 ・施工日数: 3日 ・平均施工速度: 400m/日
	T 600		
Dellcron (スウェーデン)	Microtrenching System	<ul style="list-style-type: none"> ・7mm20本の小型ダクトやケーブルを施工可能 ・14mm5本のケーブル・ダクトが施工可能 	<ul style="list-style-type: none"> ①試験施工 ・舗装路面 ・掘削速度: 1m/分(60m/時)
	生産中止		
Stehr (ドイツ)	Gragenfase SGF 800	<ul style="list-style-type: none"> ・電力・通信共に直接埋設、管路埋設に対応 ・幅350mmまで、深さ1350mmまで 	<ul style="list-style-type: none"> ①試験施工 ・未舗装、路肩 ・掘削速度: 200～1000m/時 ・直接埋設、管路埋設 ・掘削深さ: 800mm
	Gragenfase SGF 1300		
AFT (イギリス)	MH 100	<ul style="list-style-type: none"> トレンチ幅400mmまでのケーブル(電力・通信)を同時施工 	<ul style="list-style-type: none"> ①フランス ・郊外部の電力線の管路埋設 ・使用機械: MH 100 ・施工延長: 30Km, 未舗装、路肩、法面 ・電力線3本、管路埋設 ・施工日数: 40日 ・平均施工速度: 750m/日 ・掘削深さ: 1000mm
	HW 60	<ul style="list-style-type: none"> トレンチ幅150mmまでのケーブル(電力・通信)を同時施工 	
		<ul style="list-style-type: none"> ①インド ・市街地、電力線の直接埋設 ・使用機械: HW 60 ・施工延長: 50Km, 舗装路側 ・電力線1本、直接埋設 ・施工日数: 50日 ・平均施工速度: 1000m/日 ・掘削深さ: 400mm 	
Vermeer (アメリカ)	T 658	<ul style="list-style-type: none"> 【日本での実績】 ガス管理設(県道) 幅600mm、深さ1800mm 	<ul style="list-style-type: none"> ①試験施工 ・未舗装、土 ・使用機械: RT750TX ・掘削速度: 1m/分(60m/時) ・掘削幅: 200mm ・掘削深さ: 1200mm ※玉石混じり土の場合、機械の大きさや状況によって、80%から50%の効率になると思われる。
	LM 25	<ul style="list-style-type: none"> 【日本での実績】 光ファイバー(高速道路) 幅150mm、深さ250mm 	
	V 5050	<ul style="list-style-type: none"> 【日本での実績】 電話線(函館山) 幅250mm、深さ1000mm 	
	RT 750 TX	<ul style="list-style-type: none"> 【アタッチメント】 ・トレンチャー 土、ハードクレイ、丸玉石 ・プラウ 土 ・ロックホイール ハードロック、コンクリート 	

まった箇所での施工が可能かどうか聞き取りしたが不明との回答であった。

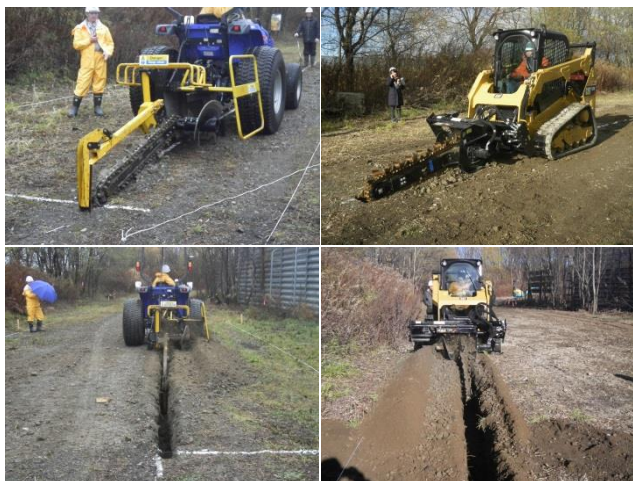
そこで、日本国内でレンタル可能な掘削機械を調査したところ、2機種存在することがわかったので、その2機種を用いて掘削試験を行った。

使用した掘削機械はどちらもアタッチメント式で、掘削機構はチェーン式の掘削のみを行う機械である。ベースマシンは、1台は農耕用トラクター、もう1台はスキッドステアローダーを使用している。外観および掘削状況を写真-14、諸元を表-3に示す。

掘削試験は、寒地土木研究所角山実験場構内で実施した。掘削箇所は、未舗装の地山箇所である。掘削深さ毎の代表地点の地盤材料の基本物性値、およびスウェーデン式サウンディング試験結果をそれぞれ表-4

および表-5に示す。また、建設機械の走行性(トラフィカビリティ)の判定に使用されるコーンペネトロメーターを用いた計測も実施したが、いずれの箇所も貫入不能であり、ダンプトラックなどの走行が可能ない締め固まった地盤であった。ただし、車両の走行を前提に整地した路盤ではなく、玉石混じりの埋戻し土や粘性土が締め固まった状況である。

掘削深さ60cm、80cm、100cmの掘削を各2回、それぞれの機械において実施した。掘削延長は7.3m～45.6mである。試験場所の敷地の形状はスペースの関係で長方形型ではなくL字型であったことから、掘削延長は同一には設定できなかった。また掘削土中の玉石などの影響により、掘削が途中で中断することもあった。



(左：掘削機A、右：掘削機B)

写真-14 外観及び掘削状況

表-3 掘削機械諸元表

	掘削機A	掘削機B
機種タイプ	アタッチメント式	アタッチメント式
ベースマシン	農耕用トラクタ	スキッドステアローダー コンバクトトラックローダー
掘削機構	チェーン式	チェーン式
装置取付位置	車体後方	車体前方
駆動方式	PTO	油圧
逆回転機構	無	有
過負荷時安全機構	クラッチ式	油圧リリーフ弁式
作業進行方向	前方	後方
掘削幅	150mm	205mm
最大掘削深	100cm	119cm

5.2.2 試験結果

掘削試験の結果は表-6のとおりで、掘削速度については掘削機Aが111.0～219.8m/h、掘削機Bが34.6～64.8m/hとなった。いずれの機械も掘削深と掘削速度に相関は見られなかったが(図-22)、これは土質が均一ではなかったことが影響していると想定される。

掘削機AとBで掘削速度が大きく異なるが、考えられる原因としては、掘削機Bは進行方向が後方となり運転操作しにくいこと、掘削幅が大きいことが考えられる。また、掘削機Bは、掘削機構に玉石などが詰まることにより、過負荷を防止する安全機構が作動して掘削機構が停止する頻度が多かった。掘削刃の取り付け状況は両者で異なっており、掘削機Aは刃数が少なく、掘削機Bは多かったが(写真-15)、この違いにより掘削機Bの方が大きな玉石などが掘削機構に詰まりやすかったと想定される。写真-16に詰

表-4 地盤材料基本物性値

測定箇所(掘削深さ)		60cm	80cm	100cm	
基本物性値	土粒子密度	2.850	2.563	2.629	
	事前含水比	13.35	23.67	20.77	
	粒度特性 (%)	2mm以上	73.9	21.7	69.0
		75 μ m～2mm	21.4	51.7	23.4
		75 μ m以下	4.7	26.6	7.6
	コンシステンシー限界	N.P.	N.P.	N.P.	
地盤材料の分類記号	GS	SFG	GS-F		

表-5 スウェーデン式サウンディング試験結果

(測定箇所)	荷重 Wsw(kN)	Na (半回転数)	深度 (m)	Nsw (1m当り半回転数)	推定土質	換算N値	許容支持力 qa(kN/m ²)	備考
60cm	1.000		0.15					掘削
	1.000	58	0.25	580	砂質土	40.8	※120.0	
	1.000	150	0.40	1000	砂質土	69.0	※120.0	
80cm	0.050		0.12		砂質土	0.1	0.1	
	0.150		0.13		砂質土	0.3	0.7	
	0.250		0.15		砂質土	0.5	1.9	
	0.500		0.16		砂質土	1.0	7.5	
	0.750		0.19		砂質土	1.5	16.9	
	1.000		0.20		砂質土	2.0	30	
	1.000	2	0.25	40	砂質土	4.6	54	
	1.000	60	0.50	240	砂質土	18.0	※120.0	
	1.000	74	0.75	296	砂質土	21.8	※120.0	
	1.000	61	1.00	244	砂質土	18.3	※120.0	
100cm	1.000		0.35					掘削
	1.000	23	0.50	153	砂質土	12.2	※120.0	
	1.000	28	0.75	112	砂質土	9.5	97.2	
	1.000	19	1.00	76	砂質土	7	75.6	

※許容支持力算定時のNswは、Nsw=150を上限とする(許容支持力の上限値はqa=120.0kN/m²)

まりの要因となった玉石の写真を示す。

5.3 ケーブル埋設用掘削機械調査結果のまとめ

無電柱化の促進のため、電線類地中化におけるケーブル埋設用掘削機械について海外の施工機械メーカーを対象にアンケート調査を行った。その結果、海外の施工事例において、施工条件による差があるものの、施工速度が非常に速いことがわかった。

また、日本国内でレンタル可能な機種を用いた掘削試験の結果から、小形のアタッチメント式の掘削機械でも締め固まった地盤での施工が可能であることが確認できた。

国土交通省において「電線類の埋設に関する設置基準」が緩和され、浅層埋設や小型ボックス活用埋設等の低コスト手法の導入が可能となったことから、これらの機械で日本における施工条件や道路構造に適応した施工が可能であれば、ケーブル埋設コストの大幅な

表-6 試験施工結果

	掘削深	回数	掘削距離(m)	掘削時間(秒)	掘削速度(m/h)
掘削機械A	60cm	1回目	45.6	747	219.8
		2回目	45.6	980	167.5
	80cm	1回目	33.4	738	162.9
		2回目	20.9	678	111.0
	100cm	1回目	18.3	380	173.4
		2回目	14.3	272	189.3
掘削機械B	60cm	1回目	34.2	2,301	53.5
		2回目	35.9	2,635	49.0
	80cm	1回目	29.2	1,655	63.5
		2回目	21.0	1,167	64.8
	100cm	1回目	7.3	518	50.7
		2回目	27.2	2,833	34.6



(左：掘削機械 A、右：掘削機械 B)

写真-15 掘削機構及び掘削刃取り付け状況

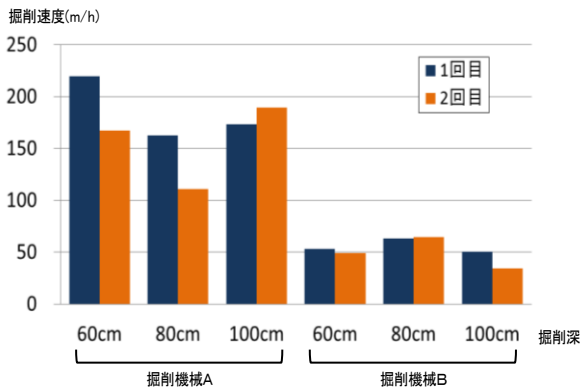


図-22 掘削深と掘削速度



写真-16 詰まりの要因となった玉石

削減や施工性の向上が期待できる。

今後は、施工機械の検証を継続するとともに、埋め戻しも含めた一連の作業に必要な施工方法、仕様について検討を進めていく。

参考文献

- 1) 岩田圭佑, 松田泰明, 兵庫利勇: 郊外部の電線電柱類の景観対策における課題と効果的な対策手法に関する一考察, 寒地土木研究所月報 No727, pp. 44-49, 2013.
- 2) 電線等の埋設物に関する設置基準の緩和について、国土交通省道路局通達、2016年2月。
<http://www.mlit.go.jp/common/001120085.pdf>
- 3) 豊浦町ホームページ：
<http://www.town.toyoura.hokkaido.jp/toyotopi/detail/39.html>
- 4) 東日本大震災・阪神淡路大震災時のライフラインへの被害状況、国土交通省ホームページ：
http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/chicyuka/chi_13_06.html
- 5) Nordic Investment Bank : Finland.Pohjois-Karjalan Sähkö Oy
http://www.nib.int/loans/agreed_loans/456/pohjois-karjalan_s

ahko_oy

- 6) Matthias Herzog : Grid Operations in Sweden, 2006.
https://www.eon.com/content/dam/eon-com/de/downloads/g/Grid_Operations_in_Sweden.pdf
- 7) 平澤、高田、浅野、斎藤：電柱衝突事故の対策に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集第61号、2005.
- 8) 北海道開発局：道路設計要領 / 第2集道路付帯施設、参考資料.
- 9) 北海道無電柱化推進協議会：電線共同溝技術マニュアル(案)第3.0版、2014.
- 10) 北海道開発局：道路設計要領 / 第5集電気通信施設、第3章電線路.
- 11) RIVARD 社ホームページ：<http://www.rivard.fr/>
- 12) TESMEC 社ホームページ：<http://www.tesmec.com/en>
- 13) AFT 社ホームページ：<http://www.trenchers.co.uk/>
- 14) Vermeer 社ホームページ：<http://www.vermeer.com/>
- 15) Stehr 社ホームページ：<http://www.stehr.com/>
- 16) Dellcron 社ホームページ：<http://www.dellcron.com/>
- 17) Ditch Witch 社ホームページ：<http://www.ditchwitch.com/>
- 18) MARAIS 社ホームページ：<http://www.samarais.com/>

A Study on Selecting Effective Landscape Improvement Methods of Utility Lines / Poles and Underground Cable Construction

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2015-2018

Research Team : Scenic Landscape Research Unit

Machinery Technology Research Team

Author : IWATA Keisuke

KABASAWA Hidenori

MATSUDA Yasuaki

OGURI Hitomi

SATO Masaya

NINOMIYA Kiyoshi

YAMAGUCHI Kazuya

TADOKORO Noboru

OTSUKI Toshiyuki

KISHI Norihito

Abstract : Power and telecommunication lines and poles have a particularly adverse influence in natural and pastoral areas, where the roadscape is open. In our past research, several methods to improve such landscapes were suggested. Landscape evaluation methods are required to select effective locations and improvement methods. Moreover, standards will be revised for laying ducts and cables at shallow depth in terms of cost reductions and efficient constructions. However, ducts and cables are generally laid at depth bigger than frost penetration depth in cold region such as Hokkaido. Therefore, for cold region, developments of specifications are necessary to make it possible to lay ducts and cables at depth smaller than the frost penetration depth. And it is also needed to efficient laying at deeper than it using trenching machines for completing construction works in much shorter period than in Japan. In this year, “landscape evaluation methods for power and telecommunication lines and poles”, “influences on optical cables by freezing water in ducts”, “compatibility of trenching machines for duct and cable laying in Japan” were considered based on field investigations and experiments.

Key words : Power and telecommunication lines and poles, landscape, underground cable laying, laying ducts and cables at shallow depth, trenching machines