

海外における無電柱化のためのケーブル埋設機械に関する基礎調査結果

国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	非会員	○田所	登
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	非会員	大槻	敏行
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	非会員	山口	和哉
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	岩田	圭佑
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	松田	泰明
国立研究開発法人	土木研究所	寒地土木研究所	正会員	蒲澤	英範

1. はじめに

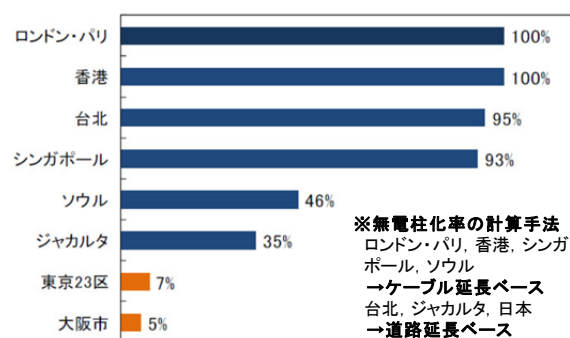
防災の観点から電線類の無電柱化対策が求められている中、日本においてはこれまで主に市街地の幹線道路を対象とした無電柱化（主に電線類地中化）が進められてきた。また、景観・観光の観点からも観光地の歴史的町並みなどを対象として無電柱化が進められている。

しかし、海外と比べると、日本国内における無電柱化率は、東京 23 区 7%、大阪市 5%であり（図－1）、その他の政令市でも 1～3%と低く、先進諸外国と比べて大きく遅れている。先進諸外国並の無電柱化率を達成するためには、高額な整備コストの大幅な削減や施工性の向上が必須となる。

国土交通省においては「無電柱化低コスト手法技術検討委員会」（H26.9 発足）にて低コスト化につながる埋設の浅層化や直接埋設などの手法が検討されている。

一方、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マシンなどの専用機械（写真－1）が導入されており、バックホウによる掘削（写真－2）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、施工性の向上やこれまで対象となくなってきた郊外部の効率的な施工が可能となる。

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農村自然域において、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による基礎調査を実施したので報告する。



出典：無電柱化の整備状況（国内、海外）（国土交通省 HP）

図－1 海外と日本の無電柱化率の比較



ホームページより引用¹⁾

写真－1 海外における専用機械施工例



道内自治体提供

写真－2 国内におけるバックホウによる掘削

キーワード 無電柱化、景観、コスト、機械施工

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 3 4 号

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 TEL 011-590-4049

2. ケーブル埋設用掘削機械の実態調査

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複数存在している。今回はフランス3社、イタリア2社、イギリス1社、アメリカ2社、スウェーデン1社、ドイツ1社を対象に調査を行い、8社から回答を得た。

1) ケーブル埋設用掘削機械の概要

ケーブル埋設用掘削機械には、多種多様な機種があり、機械を種類別（専用機械、アタッチメント機械、ハンドガイド機械）、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、それぞれの特徴と代表的な写真を表－1にまとめた。

表－1 ケーブル埋設用掘削機械

機 種 別	専用機械	アタッチメント式	ハンドガイド式
	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²⁾	バックホウ、トラクタショベル、トラクターなどに装着して使用するもの  ホームページより引用³⁾	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³⁾
作 業 形 態 別	掘削のみ	掘削＋ケーブル埋設	掘削＋ケーブル埋設＋埋戻
	 ホームページより引用⁴⁾	 ホームページより引用⁵⁾	 ホームページより引用⁶⁾
掘 削 機 構 別	ホイール式	チェーン式	プラウ式
	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⁷⁾	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⁷⁾	縦長の排土板を有したもの。柔らかい地盤に対応  ホームページより引用⁷⁾

2) ケーブル埋設用掘削機械の調査結果

海外メーカーへの施工事例調査では、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・埋戻しの同時施工、アスファルトやコンクリート等の固い路面での施工など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、施工速度が非常に速いことがわかった。(表-3)

表-3 ケーブル埋設用掘削機械の調査結果

メーカー名	型式	施工能力	施工の速度等施工事例	購入金額	リース料金
RIVARD (フランス)	Riv 254 TR 103	幅100～180mm 深さ800mmまで可能	・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	・RIV253-TR130 around 400,000€ EXW	・ヨーロッパでは 2000～3500€/日(27万～47万円/日) 本体、オペ、メンテ含む ・軽油:200～500リットル/日 ・消耗品(切刃):10～100組/km (14€/1組) 1€≒134.23円
	Riv 424 TR 202 XLT	幅250～450mm 深さ1500mmまで可能		・RIV523-TR200 around 700,000€ EXW	
	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			
MARAIS (フランス)	TESMEC 885 RS	・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)	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×150mm ² ・施工日数: 35日 ・平均施工速度: 857m/日 ・施工金額: 400,000€ ・土木コスト: 13€/m ・掘削幅: 280mm ・掘削深さ: 900mm	・TESMEC 350,000€	・作業期間の短期レンタルが一般的 ・長期:オペレータ込みで約 500,000€/年。 ・短期:約 3,500€/日 ※削岩機と発々は含まない。オペレータの賃金は入っているが、宿泊、日当、旅費は含まれていない。
	SMC 202 R			・SMC202R 500,000€	
	CLEANFAST	・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。	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, φ63 ・施工日数: 240日 ・平均施工速度: 250m/日 ・施工金額: 3,900,000€ ・土木コスト: 65€/m ・掘削深さ: 450mm 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, φ40 ・施工日数: 110日 ・平均施工速度: 455m/日 ・施工金額: 1,750,000,000€ ・土木コスト: 35,000€/m ・掘削幅: 100mm ・掘削深さ: 400mm	・CLEANFAST 600,000€	
SIMEX (イタリア)	T 450	・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。	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	・年間200台の掘削機をEUに販売している。	・短期:約 250€/日 (最低レンタル期間は1週間)
	T 600				

メーカー名	型式	施工能力		施工の速度等施工事例	購入金額	リース料金
AFT (イギリス)	MH 100	電力・通信共に直接埋設, 管路埋設に対応	トレンチ幅400mmまでのケーブル(電力・通信)を同時施工	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 ・施工金額: 不明 ・掘削深さ: 1000mm		・機械は, リースよりも買い取りが多い. より費用対効果が高いからである.
	HW 60		トレンチ幅150mmまでのケーブル(電力・通信)を同時施工	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		
TESMEC (イタリア)	TESMEC 885	電力: 直接埋設, 管路埋設に対応 通信: 光ケーブルのみ				・各国のディーラーがそれぞれ, 料金を決めて, 運転手付き・なし, サービス付き・なし, 輸送付き・なしなど独自の方法をとっている.
	Tesmec-Gallmec WMW155 TRS Rocksaw	掘削のみ				
Vermeer (アメリカ)	T 658	【日本での実績】 ガス管埋設(県道) 幅600mm, 深さ1800mm		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, 80%から50%の効率になると思われる. 【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	・土の種類, 掘削幅, 掘削深さにより, トレンチャーの種類を選択.	
	LM 25	【日本での実績】 光ファイバー(高速) 幅150mm, 深さ250mm				
	V 5050	【日本での実績】 電話線(函館山) 幅250mm, 深さ1000mm				
	RT 750 TX					
Dellcraon (スウェーデン)	Microtrenching System 生産中止	・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		①試験施工 ・舗装路面 ・掘削速度: 1m/分(60m/時)	・現在, 機械を生産していないため, 価格は決まっていない.	
Stehr (ドイツ)	Gragenfase SGF 800	・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		①試験施工 ・未舗装, 路肩 ・掘削速度: 200~1000m/h ・直接埋設, 管路埋設 ・掘削深さ: 800mm	・SGF800 42,000€	・長期: 約 10,000€/年
	Gragenfase SGF 1300				・SGF1300 72,000€	

3. まとめ

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、海外の事例を調査した。その結果、施工条件によって差があるものの、施工速度が非常に速いことがわかった。現在、国土交通省「無電柱化低コスト手法技術検討委員会」において検討されているケーブルの浅層埋設や直接埋設の手法をふまえ、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削減や施工性の向上が期待できる。今後は本基礎調査を基に、国内にて活用可能な施工機械の検証を行うとともに、必要な機械仕様について検討を進めていく。

参考文献

- 1) RIVARD 社ホームページ: <http://www.rivard.fr/> 2) TESMEC 社ホームページ: <http://www.tesmec.com/> 3) AFT 社ホームページ: <http://www.trenchers.co.uk/> 4) Stehr 社ホームページ: <http://www.stehr.com/> 5) Dellcraon 社ホームページ: <http://www.dellcraon.com/> 6) MARAIS 社ホームページ: <http://www.samarais.com/> 7) Ditch Witch 社ホームページ: <http://www.ditchwitch.com/>