

# 電線埋設用掘削機械（トレンチャー）による 赤松街道での現場施工について

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム ○永長 哲也  
中島 淳一

防災機能の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等の観点から、無電柱化が進められている。その代表的な整備手法は電線類地中化であるが、施工効率が悪いことや高コストといった課題が無電柱化推進を妨げる要因の一つとなっている。

今回、北海道開発局函館開発建設部が進める、国道5号七飯町赤松街道電線共同溝事業において、電線類地中化の施工効率の向上を目的に、掘削の大幅なスピードアップが図れる電線埋設用掘削機械（以下「トレンチャー」という）を活用した試験施工を実施し、現場適用性や施工性について検証したので報告する。

キーワード：防災、設計、電線共同溝、無電柱化

## 1. はじめに

無電柱化は、道路の地下空間を利用して電力線や通信線をまとめて収容する電線共同溝方式による電線類地中化などにより、道路から電線・電柱をなくす取組である。地震、竜巻、台風による電柱倒壊がなく、ライフラインの確保や道路の寸断防止に寄与する他、歩道空間確保による歩行者、特に高齢者や車椅子、ベビーカー利用者などの通行性の向上、交差点での見通しや交通標識の見やすさ改善による交通安全にも貢献できる。また、特に北海道にとって電柱や電線のないすっきりした景観は、地域の魅力を高め観光の活性化への効果も大いに期待できる。

今回、過年度より寒地土木研究所で取り組んできたトレンチャー施工フィールド試験の実績を踏まえ、国道での電線共同溝事業で初めてとなるトレンチャー施工による電線地中化施工を実施し、現場適用性や施工性について検証したので報告する。

## 2. 実証試験の実施内容

### (1) 国道5号七飯町赤松街道電線共同溝事業概要

北海道開発局函館開発建設部が進める、国道5号七飯町赤松街道電線共同溝事業は、函館と道央圏を結ぶ高規格道路の函館新道、北海道新幹線新函館北斗駅、「道の駅」なないろ・ななえが集まる交通の要衝に位置しており、七飯町地域防災計画において、「道の駅」が指定緊急避難場所となっている。また、沿道の赤松並木は赤松

街道として「日本の道百選」にも選定され、道南の観光名所の一つとなっている。

無電柱化することで、災害時における緊急輸送道路の確保並びに安全で快適な歩行空間の確保を図り、良好な景観の形成に向けたまちづくり支援を目的に事業を進めている。

赤松街道電線共同溝の施工現場は、図-1に示すように国道5号七飯町字藤城から峠下の1.6km区間で、うちトレンチャー施工区間は上り車線側の駐車帯部70m及び下り車線側の歩道部60mの計130mである。



図-1 施工箇所図

## (2) トレンチャーに有利な現場条件

これまで電線類地中化は主に都市部において進められてきた。今回の現場は郊外部であり、都市部と比較し、表-1 に示すように埋設管路断面が浅く小さくできること、沿道利用が比較的少ないため掘削ルート上を阻害するライフラインが少ないこと、道路の施工条件として機体が進入、通過する施工ルート上に障害物が少なく、かつ交通規制の制約が少ないことなどが、トレンチャー施工本来のスピーディーさをより活かすことができるので、郊外部の現場条件がトレンチャーには有利となる。

## (3) 省力化断面

施工断面は、図-2 に示すとおり、トレンチャーの掘削の適用範囲に収まるよう「浅く」、「小さく」する新たな設計を取り入れた。

まず、これまでの室内及び現場試験を通じ寒冷地における浅層埋設を実現し、土被りを70cmから60cmに軽減した。また、通信管の積み方を従来の縦型から横型にすることで掘削底面を1.0m以内になるよう底上げした。これにより土留めを不要とし、トレンチャーの掘削可能断面に収めることができ、トレンチャーの適用を可能とした。

また、掘削断面の縮小自体が、施工量の削減と施工性の向上につながり、施工のスピードアップに貢献できる。

## (4) 機械選定

施工断面は駐車帯部で最大掘削幅0.61m、歩道部1.0m、最大掘削深はそれぞれ1.0mとなるため、機械の選定は「ケーブル埋設用掘削機械（トレンチャーを活用した施工の手引き（案）」<sup>1)</sup>により、機械総質量7.5t未満、日本国内でレンタル可能な専用機械とした。

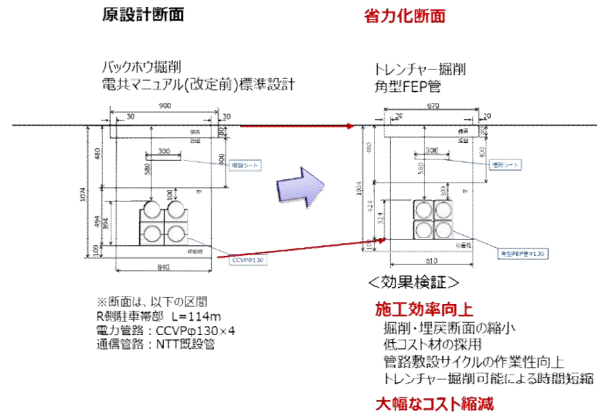
また、選定した機械は最大掘削幅が0.61mであるが、歩道部の現場条件である掘削幅1.0mを施工するため、Wカッティング（幅方向の重複掘削）が可能な仕様としている他、掘削土砂排出のための排出コンベヤが付いている。掘削機はチェーン式でチェーンの外周に比較的固い地盤の掘削に適した超硬タイプの掘削刃がついており、チェーン回転により掘削及び土砂の排出を行う。更に後方に掘削した土砂の整地を行うブレード状のトレンチャーリナーを装備している。トレンチャーはバックホウのような旋回動作がないため、施工の安全性向上に寄与できる。

なお、トレンチャーとは一定の幅と深さで連続的に掘削できる機械の総称である。トレンチャーの機械諸元を表-2、機械外観を写真-1、掘削機詳細を写真-2に示す。

表-1 都市部と郊外部の施工条件の比較

	都市部	郊外部
埋設管路断面	管路数が多いため、断面が深く大きい	管路数が少ないため、断面が浅く小さい
沿道利用状況	掘削ルート上を阻害するライフラインが多い	掘削ルート上を阻害するライフラインが少ない
道路施工条件	施工ルート上に障害物が多い交通規制の制約が多い	施工ルート上に障害物が少ない交通規制の制約が少ない

### 【駐車帯部】



### 【歩道部】

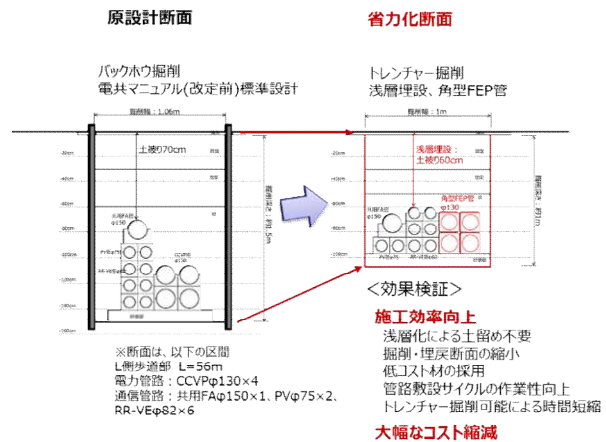


図-2 施工断面

表-2 機械諸元

掘削機械	VERMEER社 RTX750SOC
機関出力	74PS (55kW)
掘削機構	チェーン式
全長	8,850mm
全高	2,450mm
全幅	2,310mm
車両総質量	7,000kg
最大掘削深	1,000mm
最大掘削幅	1,000mm (610mm+390mm)
掘削機オフセット量	390mm
その他	排出コンベヤ付き





写真-1 トレンチャー外観



写真-2 掘削機詳細

表-3 施工フロー

工種順	施工方法等
舗装版撤去	バックホウ0.28m <sup>3</sup> +4tダンプ
掘削・積み込み	従来：バックホウ0.28m <sup>3</sup> +4tダンプ 新規：トレンチャー+4tダンプ
床仕上げ	従来：機械+人力による基面整正 新規：なし
砂基礎	バックホウ投入+人力敷き均し+ ハンドガイドローラー締固め
電力管敷設	従来：CCVP管φ130(5m/本)2条2段 新規：角型FEP管φ130(5m/本)2条2段
保護土(砂)	従来：CCVP管φ130(5m/本)3層仕上げ 新規：角型FEP管φ130(5m/本)2層仕上げ
埋設シート	人力敷設

工種凡例 赤色文字：施工不要 青色文字：施工変更



写真-3 角形多条電線管

### 3. トレンチャー施工による検証結果

#### (1) 土質

過年度より苫小牧寒地試験道路において路体（砂質土）での試験を行ったきたが、今回、40cmの深さの路盤+路床でも掘削可能であることが確認できた。写真-4にトレンチャーでの施工状況を示す。



写真-4 トレンチャーによる施工状況

#### (5) 施工の流れ

試験施工は歩道部と駐車帯部で行うが、一例として駐車帯部の施工フローを表-3に示す。

舗装版撤去から埋設シート敷設までの一連の作業について、従来工法との比較を実施する。なお、検証ポイントとして、掘削施工について従来のバックホウからトレンチャー掘削による施工速度の向上は勿論のこと、トレンチャーの掘削スピードを最大限活かすため、掘削断面を従来より浅く小さくする浅層化や断面がコンパクトとなる角型多条電線管の採用（写真-3）などによる全体工程の省力化が見込まれる。

また、角型多条電線管は軽量で積上げが容易であり、接続作業も熟練を要しないなど、管路敷設作業性の向上や施工の効率化が見込まれる。

表-3に示す赤文字の工種は、今回の新施工法により省略できた工程であり、青字は施工方法の見直しを行った工程である。

#### (2) 施工速度

図-3に示すとおり、駐車帯部における掘削区間の施工時間から算出したトレンチャーの掘削速度は、掘削のみで約101.6m/hであった。

過年度の苦小牧寒地試験道路（路体）での試験では、掘削幅 0.61m、掘削深さ 1.0m の場合、降雨による悪条件で約 87m/h<sup>2</sup>であったことから、土質の違いによる影響はあまりなかったといえる。

また、今回の機械はベルトコンベヤにより、掘削作業と積込作業の同時施工が可能であるが、4t ダンプトラックの場合（比重 2.1、積込量 1.9m<sup>3</sup>程度）、延長 3.1m 毎の入替えにより、3 分程度/回のタイムロスが発生しており、この分を考慮すると施工速度は約 58.8m/h となる。しかしながら、このタイムロスを考慮しても従来のバックホウ掘削、約 11.6m/h（土木工事標準積算基準書による試算値）に比較し、大幅なスピードアップが図られていた。



写真-5 掘削後の仕上がり



図-3 施工速度の比較

### (3) 掘削精度

トレンチャーによる掘削断面の出来型は、掘削区間の2箇所で計測した結果、図-4 に示すとおりとなった。

掘削幅は、各計測点において、大きくばらつかないことが確認でき、かつ、設計値を確保していた。

何れの値も設計断面を上回っているが、これは、チェーンで掘削する際に、破碎した土砂が、チェーンの周囲壁面を削り取ると共に、掘削振動でチェーン本体が左右に振られるためであるが、掘削断面が過度に乱されることがなく崩れるようなことはなかった。

掘削深さは、掘削開始時に、チェーンを所定の深さまで下げ、保持することで、掘削深さを設定する。掘削開始後は、この設定を保ちながら進むことで一定の深さで掘削することができる。試験結果からも、大きなばらつきは見られず、平坦な仕上がりとなり、また、床均しなどの作業も不要となった。写真-5 に掘削後の仕上がりを示す。

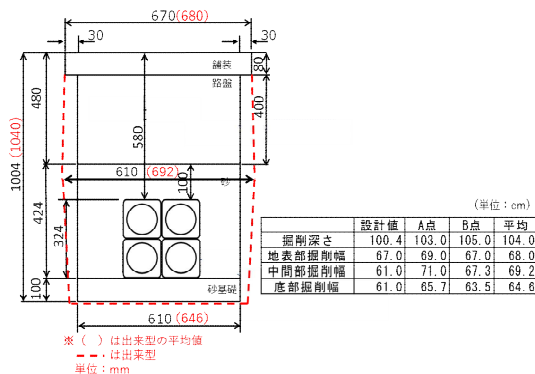


図-4 掘削断面の出来型

### (4) 土砂排出用ベルトコンベヤ

これまでの機械では、掘削土は掘削溝の横に積み上げられ、バックホウ等により、ダンプトラックへ積み込む必要があり非効率になっていた。しかし、現道の環境では、土砂積み込み運搬の作業が必要であるため、今回、土砂排出用ベルトコンベヤ付き機械を採用した。この機械は、掘削と土砂積み込みが同時に行える一車線積み込みタイプであり作業効率が向上した。

更なる入れ替え時間短縮のためには、並列するダンプトラックへの積み込みなど、施工方法及び機械の検討なども必要である。

### (5) 施工上の課題

掘削作業中、土中に直径約 15cm 以上の玉石や転石などがあると、チェーンが接触し停止することがあった。その場合はバックホウによる支援が必要となる。

また、玉石や転石などが装置内に、かき上げられ、チェーンケースやベルトコンベヤに干渉し機械が停止する場面があり、その場合も、掘削が困難となる。

また、図-5 に示すとおり、機械の構造上、垂直には掘削できないため、斜線部は未施工となる。そのため施工区間の開始終了時には、バックホウによる掘削が必要となる。

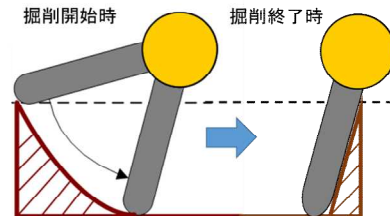


図-5 掘削イメージ

### (6) 配管敷設

掘削幅 0.61m の掘削断面は人が入って作業するには十分な大きさであり、配管敷設はスムーズな作業が可能であった。また、掘削深さ 1.0m のため土留めも不要で、



上下作業に支障が少なく作業性は良好であった。

更に角形多条電線管は、従来管に比べ管枕の設置が不要で、積み重ねも安定していた。また、接続にあたっては配管接続器具が不要で、容易に接続でき、熟練を要しない良好な施工性が確認された。

### (7) 大断面掘削の試行

今回の試験では電力・通信の複合管路を収める大断面の掘削について、トレンチャー施工が可能かについて、2回掘りのをする施工方法について検討した。

Wカッティングは、**図-6** に示すとおり、初めに掘削断面の右側（掘削機の刃分 610mm）の掘削を行い、その後、トレンチャーを掘削開始箇所まで引き戻して、掘削機部分を左側にスライドさせ、車両後方のトレンチャーを連結し、断面の左側（390mm）を掘削する施工方法である。

2 回目の掘削時にトレンチャーを引き戻すための、舗装端部を走行する際に、路盤の地耐力が弱い場合は、掘削壁面が崩れる恐れがあるため、敷鉄板を敷設しての施工となる。

また、Wカッティング 1 回目と 2 回目の切替には、トレンチャーの連結作業が必要であり、時間を要するため、今後は機械の改良及び施工方法について、更なる検討が必要である。**写真-7** にWカッティングの掘削状況について示す。

## 4. まとめ

### (1) 成果

- トレンチャーの施工速度はバックホウと比較して、約 5 倍であり、掘削速度が向上した。
- 掘削断面は、ばらつきが少なく平坦に仕上がるため、床均しなどの作業が不要になる。
- 旋回動作がなく、安全性が向上する。
- ダンプトラックへの土砂積み込みはベルトコンベヤにより一車線で行えるため、掘削土の積み込みが不要となり、施工の効率化が図れる。

### (2) 課題

- ダンプトラックの入替に3分弱かかるため、施工方法や機械の検討が必要である。
- 土中に玉石や転石等があった場合は、掘削が困難となるため、バックホウの支援が必要である。今後は地中探査等による事前把握、自動回避のための検討が必要である。
- 掘削深さは、掘削を行いながら設定するため、機械の改良が必要である。
- 機械の構造上垂直には掘削できないので、施工区間の開始終了時にはバックホウによる支援が必要となる。



写真-6 配管敷設状況

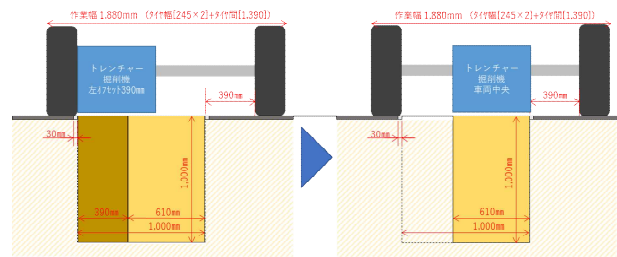


図-6 施工方法検討 (左:2回目, 右:1回目)



写真-7 トレンチャーでの掘削状況 (左:2回目, 右:1回目)

今回の試験施工の結果から、トレンチャーによる掘削及び配管敷設などの施工の効率化が確認でき、郊外部におけるトレンチャーによる無電柱化施工は有効である。

今後は更なる全体工程の短縮を目指して、付随する関連作業の効率化について、更に検討していきたい。

**謝辞:** 本試験施工に当たり、国土交通省北海道開発局函館開発建設部、株式会社高橋組、その他関係者の方々にはトレンチャー施工について多大なる協力を頂き深く感謝する次第である。

### 参考文献

- (国研) 土木研究所寒地土木研究所寒地機械技術チーム: ケーブル埋設用掘削機械 (トレンチャー) を活用した施工の手引き (案) <https://kikai.ceri.go.jp/download/>, 2021.
- 永長哲也, 中島淳一: 無電柱化に向けたケーブル埋設用機械を用いた掘削試験, 第34回日本道路会議, 2021.