

1. 電線埋設用掘削機械を活用した郊外部の無電柱化施工

電線共同溝工事への適用

(国研)土木研究所寒地土木研究所 ○ 永長 哲也
(国研)土木研究所寒地土木研究所 中島 淳一

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・電柱をなくす取り組みである。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。郊外部での無電柱化は、これまで主に進められていた都市部に比べ、電力・通信需要が少なく、機械施工条件が有利なため、電線埋設用掘削機械（以下、「トレンチャー」という）による施工が効果的である。

本稿では、過年度より取り組んできた施工フィールド試験の実績を踏まえ、トレンチャー施工による電線地中化施工を国道では初めて実施し、現場適用性や施工性について検証したので報告する。

2. トレンチャー施工による現場実証試験

2.1 電線共同溝事業の概要

国土交通省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箇所は、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。

赤松街道電線共同溝の施工現場は、国道5号七飯町字藤城から峠下までの1.6km区間で、うちトレンチャー施工区間は上り車線側の道の駅「なないろ・ななえ」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に施工箇所を示す。



図-1 施工箇所

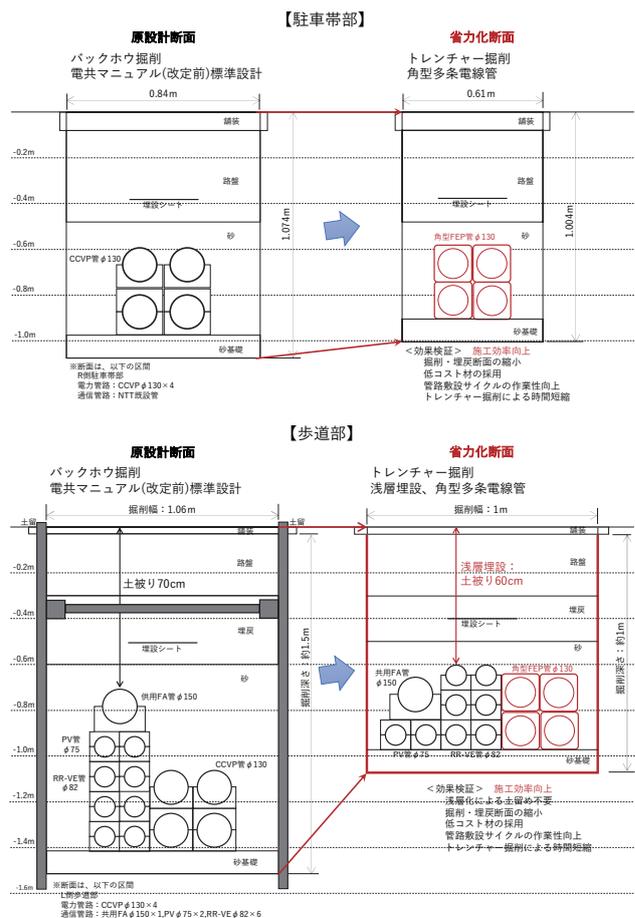


図-2 施工断面

2.2 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能力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。

過年度の室内及び現場試験結果を踏まえ寒冷地における浅層埋設として、土被りを 70cm から 60cm に低減した。また、埋設管の積み方を従来の縦型から横型にすることで掘削深さが 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、管路を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。

2.3 機械選定

施工断面は最大掘削幅が駐車帯部で 0.61m、歩道部 1.0m、最大掘削深はそれぞれ 1.0m となることを踏まえ、「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）」¹⁾により使用機械を選定した。

選定した機械は最大掘削可能幅が 0.61m であるが、歩道部の掘削幅 1.0m を施工するため、Wカッティング（幅方向の重複掘削）が可能な仕様である。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底面の整地を行うブレード状のトレンククリーナーを装備している。トレンククリーナーは 2 枚（掘削幅 0.61m 用及び 0.39m 用）装着しており、ボルトで連結することにより、Wカッティング（掘削幅 1.0m）に対応する。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。機械諸元を表-1、掘削機詳細を写真-1 に示す。

3. トレンチャー施工による現場実証試験結果

3.1 土質

過年度より苫小牧寒地試験道路において砂質土路体におけるトレンチャー掘削試験を行ってきたが、今回、40cm の深さの路盤+路床（礫質土）でも掘削可能であることが確認できた。写真-2 にトレンチャーによる施工状況を示す。

3.2 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。

過年度の苫小牧寒地試験道路（路体）での試験では、掘削幅 0.61m、掘削深さ 1.0m の場合、降雨による悪条件下で約 87m/h²⁾であったことから、土質の違いによる影響は少ないといえる。

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、掘削土砂の運搬に 4t ダンプトラックを使用する場合（土砂の比重 2.1、積込量 1.9m³程度）、掘削延長 3.1m

毎にダンプトラックの入替えが必要となることにより、3 分程度/回のタイムロスが発生している。この分を考慮すると施工速度は約 58.8m/h となる。

表-1 機械諸元

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

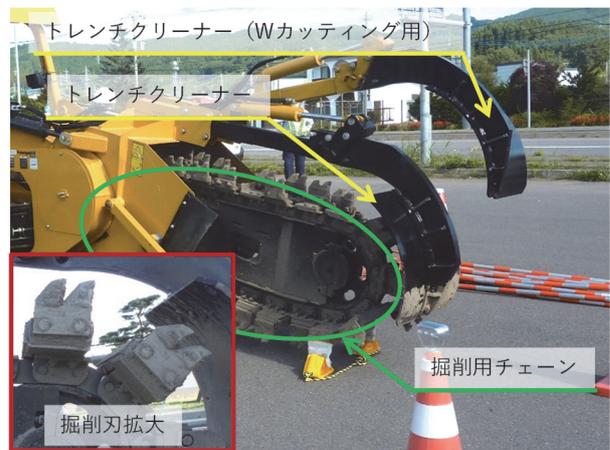


写真-1 掘削機詳細



写真-2 トレンチャーによる施工状況



図-3 施工速度の比較（駐車帯部）

しかしながら、このタイムロスも考慮しても従来のバックホウ掘削の約 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た。

3.3 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、設計値を確保しており、断面が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。また、床均しなどの作業も不要となった。写真-3 に掘削後の仕上がり状況を示す。

3.4 土砂排出用ベルトコンベヤ

これまでは、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ったため非効率になっていた。供用されている道路での作業の場合、これらの作業はヤードの確保、交通への影響などの問題が大きく、効率も悪いため、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。

3.5 施工上の課題

掘削作業中、土中に直径約 15cm 程度の玉石や転石などがあると、作業が中断することがあった。その場合はバックホウによる支援が必要となる。

玉石や転石などがあると装置内に、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掘削作業が停止する。

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、施工区間の開始及び終了地点では、未施工箇所のバックホウによる掘削が必要となる。

3.6 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、配管敷設作業はスムーズであった。また、掘削深さ 1.0m のため土留めも不要で、上下作業への支障が少なく作業性は良好であった。

今回、採用した角形多条電線管（写真-4）は、従来管に比べ管台の設置が不要で、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、容易であり、熟練を要しない良好な施工性を確認することができた。

4. 大断面掘削の試行

4.1 施工方法の検討

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 回掘りをする施工方法（W Cutting）について検討した。

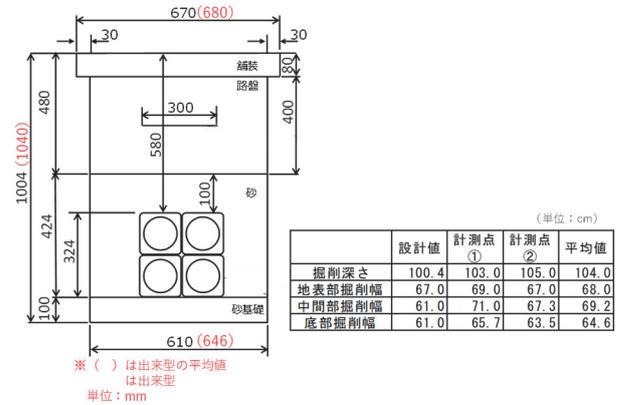


図-4 掘削断面の出来型



写真-3 掘削後の仕上がり状況

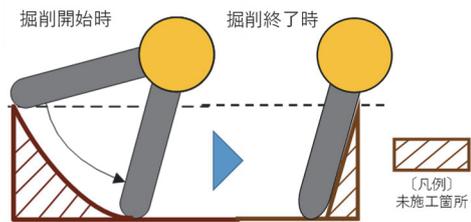


図-5 掘削開始時及び終了時のイメージ

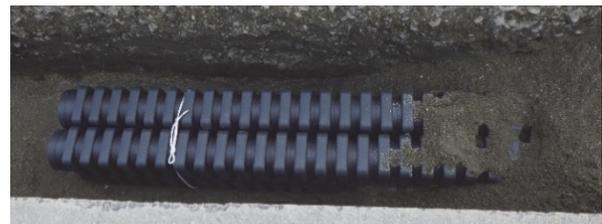


写真-4 角形多条電線管

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クリーナーを連結し、設計断面の残りの部分の左側（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、1 回目掘削済み箇所の舗装端部を走行する際に、路盤の地耐力が弱い箇所があり、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った。また、Wカッティング 1 回目と 2 回目の切替には、トレンチクリーナーの連結作業が必要であり、その作業に時間を要するため、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-5 に Wカッティングの掘削状況を示す。

4.2 施工速度の検証

図-7 に示すとおり、歩道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 20.6m/h であった。掘削土砂の運搬に 4t ダンプトラックを使用する場合（土砂の比重 2.1、積込量 1.9m³程度）、1 回目は掘削延長 3.1m 毎に、2 回目は約 4.7m 毎にダンプトラックの入替えが必要となることにより、3 分程度/回のタイムロスがある。また、1 回目と 2 回目の掘削箇所を変更する際に機械の位置替え及びトレンチクリーナーの連結作業に 8 分程度/回のロスタイムが必要となり、この分を考慮すると施工速度は約 10.7m/h となる。駐車帯部に比較し、車道部は大断面、Wカッティング作業となるため、従来のバックホウ掘削の約 6.7m/h（土木工事標準積算基準書による試算値）に比較し、施工速度は、劣る結果となった。

5. まとめ

郊外部におけ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を行った結果、以下の知見を得た。

- 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（駐車帯部）であり、掘削速度が向上した。
- 掘削断面は、出来映えが良好で平坦に仕上がるため、床均しなどの作業が不要となる。
- 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掘削と同時に進めるため、施工の効率化が図れる。
- 土中に玉石や転石等があった場合は、掘削が困難となり、バックホウの支援が必要となる。
- 機械の構造上垂直には掘削できないので、施工区間の開始及び終了時にはバックホウによる支援が必要となる。
- Wカッティング（重複掘削）採用により、掘削幅

1.0mでの施工が可能となったが、トレンチクリーナーの連結作業など時間を要するため、従来のバックホウ掘削と比較して、劣る結果となった。

6. おわりに

今回の施工の結果から、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電線類地中化施工は有効である。

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

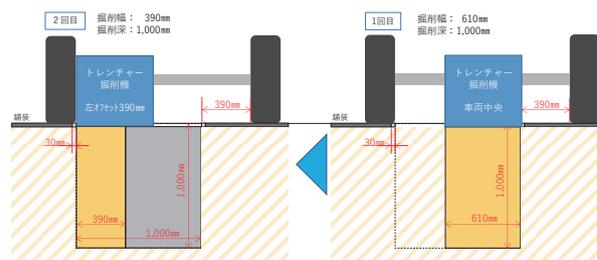


図-6 大断面掘削の施工方法検討



写真-5 トレンチャーでの掘削状況



図-7 施工速度の比較（歩道部）

謝辞：本研究にあたり、現場提供頂いた国土交通省北海道開発局函館開発建設部の皆様に多大なる謝意を表します。

参考文献

- 国立研究開発法人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）第 1.0 版，2021.2.