

## 2. 無電柱化に向けたトレンチャーを活用した掘削試験について

(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

北海道の自然田園域のような魅力的な景観を有する郊外部の道路では、無電柱化により飛躍的に景観が向上するとともに、車両衝突リスク低減につながるなど都市部と比較しても無電柱化の効果は高い。

しかしながら、このような郊外部の道路の無電柱化は、管路条数は少ないが、施工延長が長いといった特徴を踏まえた、現場条件面の施工効率化が求められている。

また、近年の激甚化する災害に対応するため、電力レジリエンス強化ニーズの高まりなどから電力事業者による単独地中化も始まっている。

そこで、このような情勢に対応した無電柱化施工技術に関する取組みの一環として、トレンチャー（ケーブル埋設用掘削機械）を用いた狭隘断面での掘削、管路敷設等について、施工試験を行ったので報告する。

### 2. トレンチャーの概要

トレンチャーとは一定の幅と深さで連続掘削が可能な機械の総称である。今回、施工試験に使用した機械は、掘削幅最大 610 mm、掘削深さ最大 1,000 mm の範囲で掘削が可能である。なお、掘削幅は掘削刃の取付位置の変更により、200～610 mm まで可変可能である。機械の諸元を表-1 に示す。

トレンチャーは施工範囲内に支障物がなく、施工作業幅が十分で、沿道利用が少ない、連続掘削が可能な郊外部での施工に適している<sup>1)</sup>(写真-1)。

トレンチャーの掘削チェーンには、路盤など固い地盤の掘削に適した超硬タイプの掘削刃が付いており、チェーン回転により土砂の掘削および排出を行う。また、掘削土砂を排出するためのベルトコンベヤが付いており、掘削作業と同時に 4t または 10t ダンプトラックへの積込作業が可能である。更に後方には掘削した底面の整地を行うためのブレード状のトレンチャークリーナーを装備している(写真-2)。

表-1 機械諸元

機関出力 (本体用)	55.2kW (74PS) 軽油
機関出力 (コンベヤ用)	19.8kW (26.5PS) ガソリン
掘削機構	チェーン式
全長	10,600mm
全幅	2,520mm
全高	2,470mm
車両総質量	7,400kg
最大掘削深	1,000mm
最大掘削幅	610mm (最小200mm)
掘削機オフセット量	400mm
その他	排出コンベヤ付き



写真-1 トレンチャーによる施工



写真-2 トレンチャー外観

### 3. 狭隘断面の掘削試験

トレンチャーは早く掘削できる利点がある一方、埋戻しなどの後工程の作業が追い付かないことが課題の一つである。

そこで、埋戻しなどの影響を最小限とするため、狭隘な設計断面とした。また、狭隘断面での配管敷設、埋戻し、締固めが可能か検証した。

試験は、令和4年10月に北海道石狩市にある寒地土木研究所石狩吹雪実験場構内で行った。

#### 3.1 施工断面

電力用管路材 (CCVPφ130) ×2 条を敷設する場合、従来は作業余幅を考慮し、掘削幅を 840 mm としていたが、角型多条電線管 (φ130) を採用し、更に縦積みすることで、200 mm に縮小した (図-1)。これにより、トレンチャーの最大掘削能力の範囲内 (610 mm) での作業が可能となった。

通信用管路材 (RR-VEφ54) ×4 条を敷設する場合、従来は作業余幅を考慮し、掘削幅を 600 mm としていたが、作業余幅を極力縮小し 200 mm とした (図-2)。

トレンチャーにより底面が平坦に仕上がるため砂基礎が不要となり、掘削深さは電力用管路で 950 mm、通信用管路で 800 mm に抑えられた。

これにより、断面積を従来の約 7 割に低減できた。

#### 3.2 施工速度

図-3 に示すとおり、掘削速度は、電力用管路は掘削のみで約 207m/h での施工が可能であった。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 1.9m<sup>3</sup>程度)、10m 毎にダンプトラックの入替えが必要である。なお、ダンプトラックの入替時には 1.5 分程度のタイムロスが発生する。また、この分を考慮すると掘削速度は約 136.5m/h となる。しかし、従来のバックホウ掘削 34.3m/h と比較しても大幅な施工速度の向上が図られた。通信用管路は掘削のみで約 273.1m/h での施工が可能であった。電力用管路同様、掘削土砂の運搬に 4t ダンプトラックを使用する場合、12m 毎にダンプトラックの入替えが必要であり、この分を考慮すると掘削速度は約 173.6m/h となる。しかし、従来のバックホウ掘削 40.7m/h と比較しても大幅な施工速度の向上が図られた。

#### 3.3 施工精度

掘削区間の数カ所で計測した結果、狭隘断面での管路敷設に必要な底部の掘削幅は設計幅が確保されていた。また、掘削断面は、壁面の崩れや、底面の不陸もなく平坦な仕上がりとなっていた。

#### 3.4 管路敷設

管路敷設では、掘削幅が狭く作業員が掘削溝内に入れないため、地上で施工が可能か検証した。

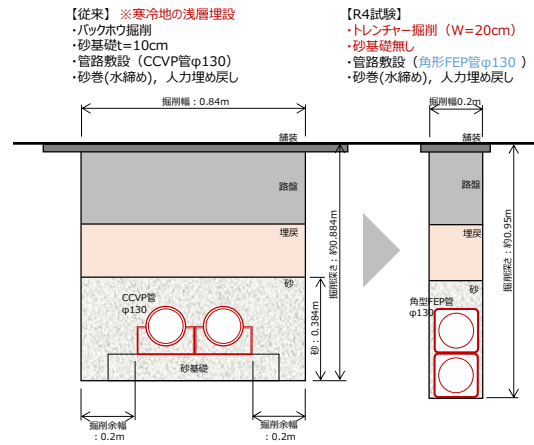


図-1 設計断面 (電力用管路)

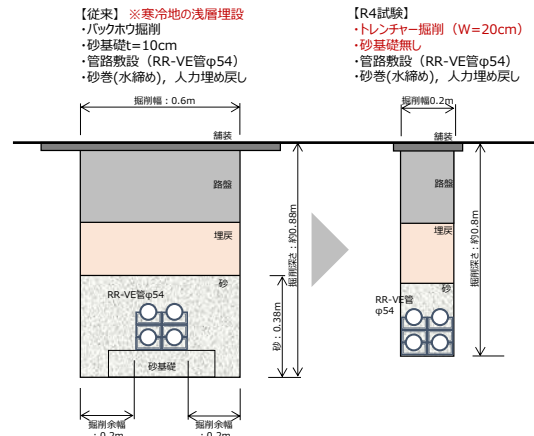


図-2 設計断面 (通信用管路)

【電力用管路】			
〔新工法〕	トレンチャー	約136.5m/h	約207.0m/h
		※掘削土積込、DT入替有	※掘削のみ
		※R4試験による実測値 (掘削幅20cm、掘削深さ95cm)	
〔従来施工〕	バックホウ	約34.3m/h	
		※土木工事標準積算基準書による試算値 (掘削幅20cm、掘削深さ95cm)	
【通信用管路】			
〔新工法〕	トレンチャー	約173.6m/h	約273.1m/h
		※掘削土積込、DT入替有	※掘削のみ
		※R4試験による実測値 (掘削幅20cm、掘削深さ80cm)	
〔従来施工〕	バックホウ	約40.7m/h	
		※土木工事標準積算基準書による試算値 (掘削幅20cm、掘削深さ80cm)	

図-3 掘削速度の比較



写真-3 管路材接続状況

電力用管路の角形多条電線管(φ130)2条の敷設にあたっては、写真-3のとおり、管路端部を持ち上げ、掘削溝内に落ちないように鋼管等で養生したのち、地上部で管路接続部の方向を平行になるように調整しながら、接続を行った。角型多条電線管は、軽量なため施工は容易であった。また、可撓性があるため、管路端部を持ち上げ、地上部での接続も容易であった。

掘削幅が設計通りに施工されており、掘削断面の仕上りが良いため管路材はほぼ隙間なく収まった(写真-4)。

通信用管路のRR-VE管(φ54mm)4条は、本来は掘削溝内で水平に接続しなければならないが、φ54の場合、写真-5のとおり管径が細くある程度柔軟性があったため、電力用管路と同じ方法で管路の接続が可能であった(写真-6)。

電力用管路、通信用管路とも、接続部は平行に保持しなければならないため、図-4に示すような管路接続用の作業架台が有効であり、今後検討が必要である。また、VE管などの可撓性の低い管種の接続についても検討が必要である。

砂の締固めは、余幅がなくてもハンドタイプのタンパと水締めにより従来どおりの締固めが可能であった。

#### 4. 上下二段掘削の試行

電線類地中化の施工ニーズとして、路盤材のみの鋤取り作業があったため、この施工試験を行った(写真-7)。

試験は、令和5年3月に北海道札幌市内で行った。

試験断面は、図-5に示すとおりとし、掘削幅は305mm、掘削深さは、二段階掘削を前提に、一次掘削が地表から400mm、その後トレンチャーを掘削開始箇所まで引き戻し、二次掘削として更に200mm追加掘削した。

##### 4.1 施工速度

図-6に示すとおり、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99.0m/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1.9m<sup>3</sup>程度)、一次掘削は掘削延長約16m毎に、二次掘削は約31m毎にダンプトラックの入替が必要である。なお、ダンプトラックの入替時には1.5分程度のタイムロスが発生する。また、この分を考慮すると掘削速度は約71.4m/hとなる。しかし、従来のバックホウ掘削の約35.6m/h(土木工事標準積算基準書による試算値)に比較し、約2倍の施工速度となっている。



写真-4 管路敷設状況



写真-5 管路接続状況



写真-6 管路敷設状況

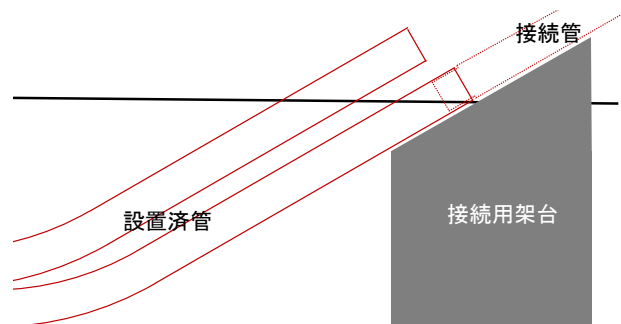


図-4 接続用架台 (イメージ)

## 4.2 掘削精度

二次掘削後に掘削区間の数ヵ所で計測した結果、何れの断面においても、管路敷設に必要な底部の掘削幅は設計幅が確保されていた。二段掘削の場合、一度掘削した箇所を再度掘削する際に、同じ位置に掘削機をセットすることは困難なため、掘削深さの中間から地表部が広がる傾向がある。掘削断面は、壁面の崩れや、底面の不陸もなく平坦な仕上がりとなっていた（写真-8）。

## 5. まとめ

- ・電力用管路 2 条，通信用管路 4 条による従来型の設計断面から改良型の狭隘設計断面にしたことで，トレンチャーによる掘削施工が可能となり，従来のバックホウ施工と比較して 4 倍程度の大規模な施工速度の向上が図れた。
- ・トレンチャーによる掘削施工は，設計断面が確保されると共に，断面の仕上がりが良好で，掘削面の崩れもなく床仕上げも不要となる。このことは管路敷設作業においてもメリットとなるため施工全般の効率化にも貢献した。
- ・改良型狭隘断面設計においても，特に角型多条電線管は，管路接続，敷設作業への支障はなく，作業性は良好であった。
- ・狭隘設計断面においても，砂の締固めは余幅が無くとも従来と同等の作業が可能であった。
- ・路盤材のみを先行して鋤取りし，その後その下部を追加掘削する二段掘削するという特異ケースにおいても従来のバックホウ施工に比較し，施工速度は 2 倍程度となり施工速度の向上が図れた。

今後は，より多くの様々な現場ニーズに応じていくと共に，更なる全体工程の短縮を目指し，付随する他の関連作業の効率化についても検討していきたい。

### 参考文献

- 1) (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），2021



写真-7 試験状況

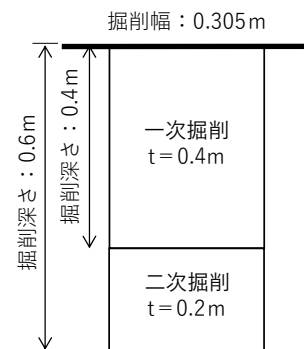


図-5 掘削断面



図-6 掘削速度の比較



写真-8 掘削断面仕上り状況