

郊外部の無電柱化施工のためのトレンチャーによる 掘削試験とその評価

(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、防災対策・交通安全・景観改善などを目的に進められ、推進に向けては低コスト技術の普及が重要である。寒地土木研究所では、電線類地中化における機械施工技術の確立に向けてトレンチャーによる掘削施工試験を行っている。これまでに郊外部の道路など電力・通信の需要密度が低く整備延長の長い区間では、トレンチャー活用の有効性を確認しており、近年では、直轄国道¹⁾や高速道路²⁾(写真-1)など実現場への導入もなされている。今回、掘削深さは1200mm、掘削幅は進行方向に対し、左右2回に分けて1000mmの掘削により、従来より掘削深さ、掘削幅を拡大し、試験施工を行った。また、埋戻しなど後工程を効率的に行うために、浅層埋設方式や管路の余幅を極力減らし、コンパクトな掘削断面による複数管路敷設試験を行った。これら試験施工によるトレンチャーの掘削速度、掘削精度、及び管路敷設の作業性について評価したので報告する。

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高速で連続掘削が可能な機械の総称である³⁾。今回、施工試験に使用した機械は、掘削幅は掘削刃の取付位置の変更により、200mmから最大610mmまで可変可能であるが、進行方向に重複して掘削が可能なWカッティング(2回掘削)ができる機種であり、最大1000mm幅の掘削が可能である。また、掘削深さは、チェーンブームの交換により最大1200mmまでの掘削が可能である。なお、チェーンブームには、掘削深さにより、標準掘削深さ用の1000mm、浅い溝用の700mm、深い溝用の1200mmの3種類が用意されている。機械の諸元を表-1に示す。

トレンチャーの掘削チェーンには、路盤材など固い地盤の掘削に適した超硬ビット型と比較的柔らかい地盤用の土砂排出性の高いカップ型があり、現場条件に併せて掘削刃を選定することが可能である。トレンチャーには、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クリーナーを2枚装備しており、それぞれをボルトで連結することでWカッティングに対応する。チェーンの外側には、舗装上にこぼれた土砂を掘削溝へ誘導するドラッグプレートを装備している。写真-2に機械外観、写真-3に700mm用ブーム及び掘削刃を示す。

なお、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。



写真-1 掘削状況（高速道路での施工）

表-1 機械主要諸元

機械名	トレンチャー（専用タイプ）
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	700/1000/1200mm
最大掘削幅	200(最小)~610+390mm
掘削機オフセット量	400mm
その他	排出コンベヤ付き

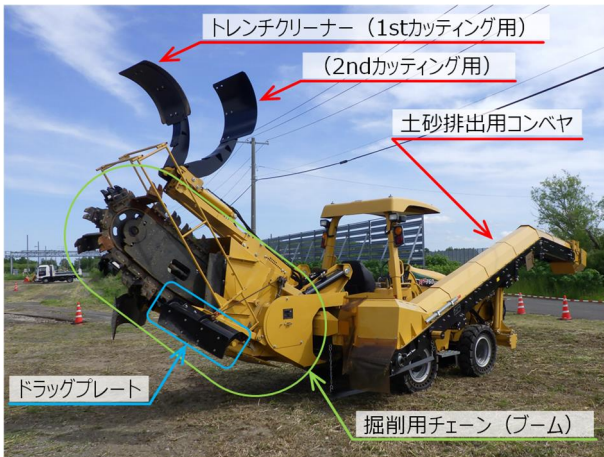


写真-2 機械外観 (1200 mm用ブーム装着)



写真-3 700 mm用ブーム及び掘削刃

3. 施工試験

試験は北海道石狩市の寒地土木研究所石狩吹雪実験場構内で令和6年6月に行った。図-1に試験箇所を示す。

掘削試験は、新たに掘削幅 610 mm, 掘削深 1200 mmで行い, 限られた断面で, 管路敷設が可能な試験を行った。また, 複数管路条数に対応するため, 掘削幅を拡大した 1000 mm, 掘削深さ 1000 mmについて, 掘削試験を行った。表-2に試験概要を示す。

3.1 掘削幅 610 mm × 掘削深 1200 mmの掘削試験及び管路敷設試験

トレンチャーの掘削幅は 610 mm, 掘削深が従来より深い 1200 mmで掘削試験を行った。また, その掘削断面において, 作業時に敷設管と掘削壁面の余裕幅がない条件で施工が可能な管路敷設試験を行った。施工断面を図-2に示す。

試験の結果, トレンチャーの施工速度は図-3に示すとおり, 掘削のみで約 56.4m/hであった。掘削土砂の運搬に 10 t ダンプトラックを使用した場合 (土砂の比重 2.1, 積込み量 4.7m³程度), 断面積から (掘削延長が 6.9m 毎) ダンプトラックの入替も含めると, 入替に約 1分 30秒として, 約 46.8m/h



図-1 試験箇所

表-2 試験概要

試験項目	試験条件
掘削試験	W = 610mm, DP = 1200mm
管路敷設試験	W = 610mm, DP = 1200mm 角型FEP管φ130×4条 角型FEP管φ100×4条 RR-VE管φ54×8条
掘削試験 (広幅員)	W = 1000mm (610 + 390mm) DP = 1000mm

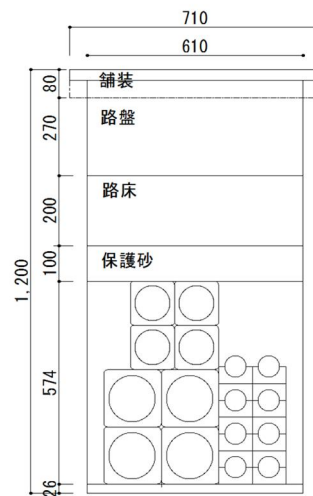


図-2 掘削深さ 1200 mm施工断面



図-3 施工速度 (掘削深さ 1200 mm)

の施工速度となるが、従来のバックホウ掘削約 9.5m/h (土木工事標準積算基準書による試算値) と比較しても十分な施工速度であることを確認した。

次に、掘削幅 610 mm、掘削深さが 1200 mm と狭くて深い中で、管路敷設が可能か試験を行った。深さはこの管路条数であれば、浅層埋設の土被りを考慮しても掘削深さは 1000 mm 程度だが、狭くて深い状態でも作業が可能か確認するため、トレンチャーの最大掘削深さで管路敷設試験を行った。

管種は電力用として角型多条電線管 (以下「角型 FEP 管」という) φ130 を 4 条、電力引込用として角型 FEP 管 φ100 を 4 条、通信用として RR-VE 管 φ54 を 8 条と、郊外部を想定して敷設した。

施工手順として、基礎砂を敷設した後、角型 FEP 管 φ130、RR-VE 管、最後に角型 FEP 管 φ100 を施工した。

掘削幅 610 mm の掘削断面は作業員が入って作業するには十分な幅である。今回、掘削深さは 1200 mm と深い掘削溝内で作業することは可能であった。しかし、管と掘削壁の余幅が片側 48 mm 程度と小さく、厳しい施工条件ではあったが、使用した管が角型 FEP 管と RR-VE 管も φ54 とそれぞれ軽量で可撓性があったため、狭隘な断面下でも管路敷設は可能であった。また、角型 FEP 管の敷設状況を写真-4 に、敷設後を写真-5 に示す。



写真-4 敷設状況 (角型 FEP 管の接続)



写真-5 敷設状況

3.2 広幅員断面の掘削試験

トレンチャーは標準仕様の掘削幅 (最大 610 mm) 内で、掘削するのが効率的であるが、管路条数の多条化に対応するため、2 回掘り工法 (W カutting 4) で施工試験を行った。

W Cutting は図-4 に示すとおり、初めに掘削断面の右側 (掘削機の刃幅分 610 mm) 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を左側にスライドさせ、残り 390 mm を掘削する工法である。

試験の結果、図-5 のとおり、掘削のみの施工速度は約 36.6m/h、先ほどと同じく入替時間、更に機械引き戻し、トレンチャークリーナーの接続などを考慮すると約 26.1m/h となるが、バックホウ掘削約 7.1m/h よりも早い施工が可能であることが確認できた。

ただし、写真-6 のように舗装にクラックがあるような地盤の弱い箇所においては、トレンチャーの自重による掘削肩部での車輪のスタックが見られるため (写真-7)、施工箇所の選定に当たっては、十分な検討が必要である。

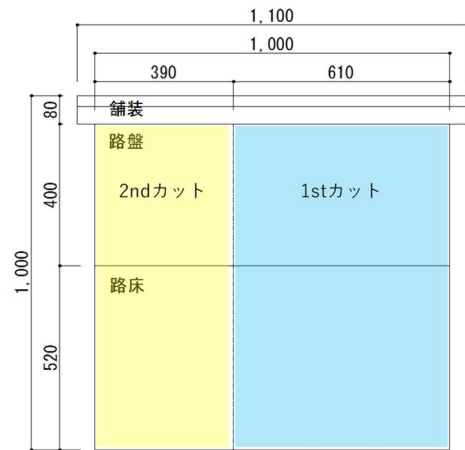


図-4 広幅員掘削の施工断面

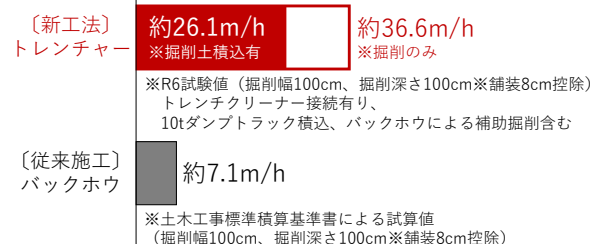


図-5 掘削速度



写真-6 舗装上のクラック



写真-8 掘削状況



写真-7 掘削肩部での車輪のスタック

4. まとめ

郊外部におけるトレンチャー施工による電線類地中化を推進するために、新たな施工断面での掘削試験、また狭隘断面下での管路敷設試験を行い、その評価を行った。

その結果、掘削幅 610mm、掘削深さ 1200 mmの掘削試験は、掘削のみで約 56.4m/h、ダンプトラックへの積込、入替を含めた場合でも約 46.8m/h となり、従来のバックホウ掘削（約 9.5m/h）と比較しても、効率的であり、掘削深さが深くなっても、掘削作業の時間短縮に寄与していることを確認した。

また、同じ断面での管路敷設も、1200 mmと深く、管と掘削壁の余幅が小さい狭隘な断面でも、角型 FEP 管および RR-VE 管が軽量で可撓性があるため施工が可能であった。

広幅員掘削においては、掘削のみの施工速度は約 36.6m/h、ダンプトラックの入替時間を考慮しても約 26.1m/h となり、従来のバックホウ掘削（約 7.1m/h）と比較して、圧倒的に効率的な施工が可能であった。標準仕様の掘削幅 610 mm以上にも対応可能なため管路の多条化にも適応できる。

しかし、舗装にクラックがあるなど、地盤が弱い箇所ではトレンチャーの自重により車輪のスタックが発生するリスクが確認された。施工に当たっては、十分な検討が必要である。

今回、従来の機種より、広くて、浅い断面に対応可能なトレンチャーについて試験を行ったが、施工断面に関しては、今後も、極力浅く、狭くコンパクトにしていくことが効率化の上では重要である。

今回も含めてこれらの試験結果が、今後のトレンチャー施工の導入に向けての参考になれば幸いである。

今後は、更に全体工程の短縮を目指して、関連作業の効率化について検討していく。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：令和4年度第1回無電柱化推進のあり方検討委員会，資料6無電柱化推進に関する最近の話題について
- 2) 永長哲也，大部裕次，飯塚大起：道央自動車道通信管路工事でのトレンチャーの適用，第67回（令和5年度）北海道開発局技術研究発表会，2024.2
- 3) 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），2021.2
- 4) 永長哲也，中島淳一：トレンチャーを活用した電線類地中化施工，寒地土木研究所月報，No835，pp.41-46，2022.9