



TRENCHER

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 第2版



国立開発法人 土木研究所研究所
寒地土木研究所

令和7年3月



目次

1. はじめに	02
1-1. 経緯	02
2. ケーブル埋設用掘削機械の概要	03
2-1. トレンチャーの機械特性	03
1) 機械方式	03
2) 作業形態	04
3) 掘削機構	04
2-2. トレンチャーの仕様及び性能	05
1) トレンチャーの能力	05
2) 地盤条件	06
3) 掘削機構	06
4) 掘削刃	06
5) 掘削以外の機能	06
2-3. 施工・運搬に関する国内法	06
2-4. 参考：海外トレンチャーメーカーの調査	07
1) 海外のトレンチャーメーカー及び国内の販売体制	07
2) トレンチャーの機種数	07
3) 海外における施工事例	08
4) トレンチャーの仕様等	09
3. トレンチャー工法の施工手順と施工効率向上のポイント	13
3-1. 機械の選定	13
3-2. 機械仕様	15
1) 掘削幅	17
2) 掘削深さ	17
3) 作業半径	18
4) 路面勾配	18
5) 掘削精度	18
6) 掘削断面と掘削速度の関係	19
7) 作業帯幅	21
3-3. 現場条件	23
3-4. 施工手順	25
1) 各工程における組合せ機械	25
2) 日々工程を想定した施工フローと各工程のポイント	26
施工手順	27
4. 発注・設計時におけるトレンチャー工法導入検討フロー	45
4-1. 発注・設計時におけるトレンチャー工法導入検討フロー	45
4-2. 計画段階での検討事項	46
1) トレンチャー工法に適した施工環境／電力需要の把握	46
4-3. 設計段階での検討事項	47
1) トレンチャー工法に対応した施工断面寸法の設定	47
2) トレンチャー工法の日進延長と工事延長の設定	51
3) 新工法と従来工法の比較による導入効果の検証	57
4-4. 発注・施工段階の検討事項	61
1) 新技術の活用	61
2) 新技術活用効果調査の実施	61
5. 施工事例の紹介	62
① 先島諸島（西表島）NTT	62
② 七飯町 北海道開発局	63
③ 白老町 ネクスコ東日本	64
巻末資料	65
参考文献	70



1 はじめに

1-1 経緯

防災機能の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成等の観点から、市街地等を中心に無電柱化が進められている。また、景観を活かした観光振興面では、北海道のような郊外の農村自然域においても無電柱化の潜在的なニーズは高く、今後無電柱化の取り組みが拡大していくことが期待される※1。しかし、現在の代表的な整備手法は電線共同溝であり、限りある予算の中で電線共同溝だけでは無電柱化の迅速な推進を図ることは難しい。一方、無電柱化が進んでいる諸外国では、電線類地中化にケーブル埋設用の専用掘削機械を使用しており、日本の主工法であるバックホウによる掘削と比較し、大幅なスピードアップが図られている。そこで、国内における郊外部への無電柱化推進に寄与するため、施工の迅速化や効率化に貢献できるケーブル埋設用掘削機械（以下、「トレンチャー」という）の活用が図れるよう本手引を作成した。



写真：北海道内自治体提供

写真－1.1 日本における地中化（バックホウ施工）



写真：Rivard社ウェブサイトより

写真－1.2 海外における地中化（トレンチャー施工）

今回、第2版の改訂は、最近の寒地土木研究所による試験施工の実施※17～21と、導入が始まった現場事例からもデータを取得・蓄積※22～33し、施工効率向上に資する新たな知見を反映した。また、更なる導入促進に向け、発注者や事業者等における計画立案に参考となるよう、発注・設計時における導入検討フローを示した。

写真－1.3 国道電線共同溝におけるトレンチャー施工（北海道七飯町）
（写真左：トレンチャー掘削状況、写真右：管路敷設完了状況）



2 ケーブル埋設用機械の概要

諸外国においては、ケーブル埋設用掘削機械として、主にトレンチャーが使用されている。トレンチャーは、一定の幅と深さで連続的に掘削できる機械であり、従来のバックホウと比べて掘削が速いことが大きな特徴である。また、固い岩盤やアスファルト舗装の掘削が可能なものや、掘削と同時に土砂積込やケーブル敷設が可能なもの等がある。

調査の結果※2、海外トレンチャーメーカーは、欧米を中心に多数存在しており、本章ではアンケート調査で回答を得た以下の5社の仕様を基に、トレンチャーの概要及び施工事例を紹介する。

VERMEER社※3, CATAPILLAR社※4(アメリカ), AFT社※5(イギリス), RIVARD社※6, MARAIS社※7(フランス)

2-1 トレンチャーの機械特性

トレンチャーは多種多様なタイプが存在するが、ここでは「機械方式」、「作業形態」、「掘削機構」に着目し、特徴を整理する。

1) 機械方式

車両構造や操作方法がトレンチャー掘削に特化した専用車両に作業装置が装備されているタイプや、トラクタやスキッドステアローダ等の汎用車両に作業装置をアタッチメントとして装着するタイプがある。後者のタイプは、前者より作業性は劣るが比較的安価である。

また、手押しまたはステップに立って操作するハンドガイド式や遠隔操作型もある。

表-2.1 代表的な機械方式

 ※3 専用ベース車両+掘削装置	 ※4 汎用ベース車両+掘削装置	 ※5 汎用ベース車両+掘削装置
 ※5 ハンドガイド式	 ※6 専用車両（一体型）	 ※3 遠隔操作型（非搭載式）



2) 作業形態

作業形態は掘削のみを行うもののほかに、掘削とケーブル敷設の同時施工や、掘削と土砂排出の同時施工など、多機能型の同時施工が可能なタイプがある。

表－2.2 代表的な作業形態

 掘削のみ	 掘削+ケーブル敷設	 掘削+ケーブル敷設+埋戻
 掘削のみ	 掘削+土砂排出	 掘削+ケーブル敷設+土砂排出

3) 掘削機構

掘削機構はホイール式、チェーン式、プラウ式に分類できる。

ホイール式はディスク状のホイールの円周上に掘削用の刃がついた構造で、岩盤等の固い地盤の掘削に適している。

チェーン式は楕円状のチェーン上に掘削用の刃が付いた構造で、比較的深い溝の施工に適している。予めホイール式で掘削した後、チェーン式でより深く掘削する場合もある。

プラウ式は農地など比較的軟らかい地盤での施工に適しており、縦長の排土板を有した構造となっている。

表－2.3 代表的な掘削機構

 ホイール式	 チェーン式	 プラウ式
--	--	---



2-2 トレンチャーの仕様及び性能

機械の特徴を示す。各機械の詳細な仕様は、2-4 参考を参照のこと。

1) トレンチャーの能力

図-2.1～3に機械総質量と機械全幅、最大掘削深、最大掘削幅の関係を示す。なお、ベース車両が汎用車両の場合、機械総質量には作業装置と想定されるベース車両の質量を含んでいる。

①機械総質量

機械総質量は0.3～34t、掘削機構別ではホイール式が1.6～30t、チェーン式が0.3～34tとなっている。比較的軽量の8t未満の機械は52%となっている。

②機械全幅

機械全幅は700～3,100mm、掘削機構別ではホイール式が1,050～3,100mm、チェーン式が700～3,100mmとなっている。ほとんどの機械が幅2.5m以下であり、日本で使用されている建設機械とほぼ同じである。また、20tを超える機械は、ほぼ2.5m～3.1m幅である。

③最大掘削深

最大掘削深は450～3,000mm、掘削機構別ではホイール式が450～1,750mm、チェーン式が534～3,000mmとなっている。

ホイール式は、最大掘削深の約2倍のホイール直径が必要となる。一方、チェーン式は比較的軽量、コンパクトにも関わらず深溝への対応が可能である。

④最大掘削幅

最大掘削幅は51～914mmであり、掘削機構別ではホイール式が51～480mm、チェーン式が150～914mmとなっている。チェーン式の方がホイール式より幅が大きい傾向がある。最大掘削幅が305mm以下のものが全体の67%で幅の狭いものが多い。

最大掘削深や最大掘削幅が小さくても、残土処理等の同時施工機能を装備している機械は、機械総質量が大きくなる。

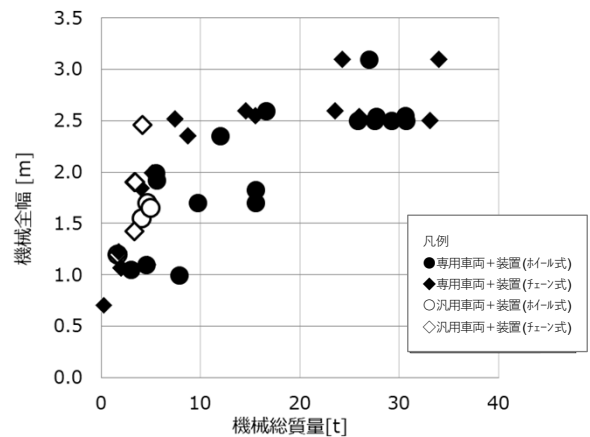


図-2.1 機械総質量と機械全幅

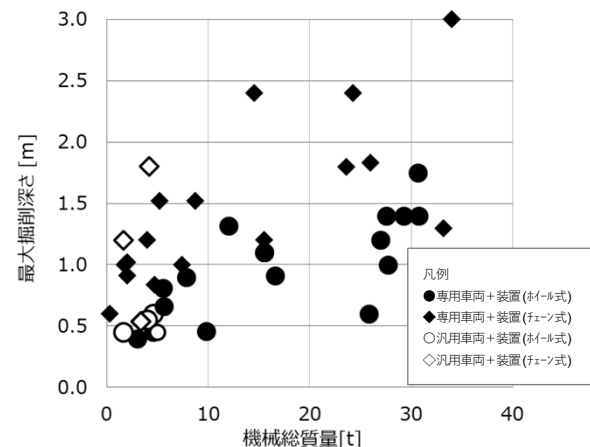


図-2.2 機械総質量と最大掘削深

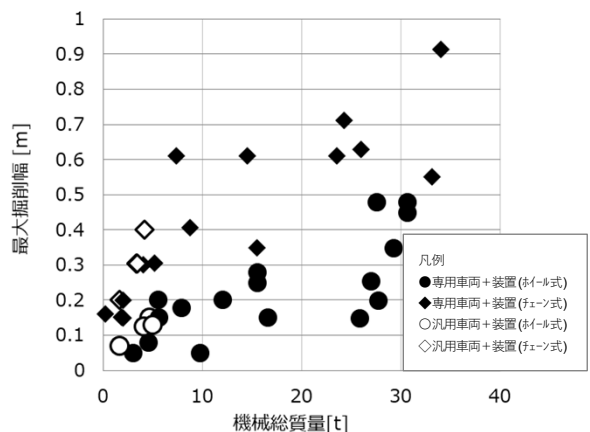


図-2.3 機械総質量と最大掘削幅



表-2.4 仕様諸元まとめ

	全 体	ホイール式	チェーン式
機械総質量 [t]	0.3～34	1.6～30	0.3～34
機械全幅 [mm]	700～3,100	1,050～3,100	700～3,100
最大掘削深 [mm]	450～3,000	450～1,750	534～3,000
最大掘削幅 [mm]	51～914	51～480	150～914

2) 地盤条件

レキ質土、砂質土、粘性土のほかに、コンクリート舗装、アスファルト舗装、岩塊玉石・岩に対応できる機械もある。ただし、国内においては、舗装は建設リサイクル法に基づく分別処分が必要である。また、砂地や水分の多い地盤では、掘削溝が崩れやすく注意が必要である。

3) 掘削機構

チルト機構による作業面の傾斜への追従や、オフセット機構による横方向への掘削位置の調整が可能な機能を装備している機械もある。

4) 掘削刃

ホイール式やチェーン式の機械については、地盤条件に合わせた掘削刃の選択が可能である。掘削刃にはカップタイプ、ビットタイプ、超硬タイプ等がある。カップタイプは路床土などの掘削に適し掘削土の排出性に優れ、ビット・超硬タイプは路盤材など比較的固い地盤の掘削に適している。これらを組合せて取り付けることで、現場条件に応じた作業が可能である。

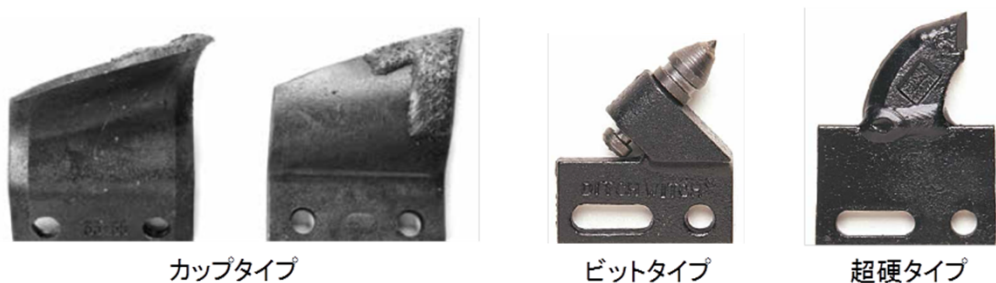


図-2.4 掘削刃の例

5) 掘削以外の機能

ケーブル同時埋設機能、埋戻し機能、掘削土砂ベルトコンベヤ搬送機能、掘削土砂吸引機能、遠隔操作機能を有するもの等がある。

2-3 施工・運搬に関する国内法

海外のトレンチャーを日本で使用する場合、一般的な機械と同様に、労働安全衛生法および関係法令で定められた規格や安全基準等を満足する必要がある。公道を走行する場合には、車両制限令および道路運送車両法に基づく保安基準への適合や、車検の取得が必要となる。公道を走行しない場合はオフロード特殊自動車に該当し、オフロード法による排出ガス基準に適合したものでなければならない。また、国内における機械装置類にはJIS規格等もあり、海外の装置が国内のベース車両に装備できるかどうか慎重に検討する必要がある。



2-4 参考：海外トレンチャーメーカーの調査

インターネットによる調査の結果、欧米を中心にトレンチャーメーカーを13社確認した。その内国内に販売体制およびメンテナンス体制をもつトレンチャーメーカーが4社あることを確認した。なお、詳細な仕様については、アンケート調査で回答を得られた5社を示す。

1) 海外のトレンチャーメーカー及び国内の販売体制

表-2.5 海外のトレンチャーメーカー

2025年3月現在

国名	メーカー	URL	国内販売・メンテナンス体制	仕様一覧への記載
アメリカ	BOBCAT	https://www.bobcat.co.jp	株式会社ボブキャット https://www.bobcat.co.jp/	
	CATERPILLAR	https://www.caterpillar.com/ja.html	日本キャタピラー合同会社 https://www.nipponcat.co.jp/	○
	DITCH WITCH	https://www.ditchwitch.com	-	
	VERMEER	https://www.vermeer.com/na	マルマテクニカ株式会社 https://www.maruma.co.jp/	○
フランス	MARAIS	https://www.samarais.com/en	-	○
	RIVARD	https://www.rivard-international.com/en	-	○
	UNAC	https://www.unac-france.com/en	-	
イタリア	SIMEX	https://www.simex.it/en-gb	-	
	TESMEC	https://www.tesmec.com/en	-	
イギリス	AFT	https://www.trenchers.co.uk/ja/	株式会社ミクニ https://www.mikuni.co.jp/	○
	AARDVARK	https://aardvarkplanthire.weebly.com/index.html	-	
ドイツ	STEHR	https://www.stehr.com	-	
オーストラリア	DIGGA	https://www.digga.com	-	

2) トレンチャーの機種数

表-2.6 メーカー13社の機種数

2025年3月現在

国名	メーカ	ベース車両	掘削機構（台）		
			ホイール式	チェーン式	ブラウ式
アメリカ	CATERPILLAR	汎用	4	5	
	VERMEER	専用	6	16	2
	BOB CAT	汎用	2	9	
	DITCH WITCH	専用／汎用	10	23	14
イギリス	AFT	専用／汎用	4	4	
	AARDVARK	汎用	3		
フランス	MARAIS	専用	26	7	1
	RIVARD	専用	8		
	UNAC	専用	3	3	2
イタリア	SIMEX	汎用	17	10	
	TESMEC	専用	10	10	
オーストラリア	DIGGA	汎用		9	
ドイツ	STEHR	専用	5		



3) 海外における施工事例

施工事例についてもアンケート調査を行った（2016年3月）。本事例の平均日あたり施工能力は、郊外部で750～857m/日、市街地では250～1,000m/日であった。

事例ごとに埋設方法（直接埋設、管路埋設）や管路条数など条件に違いがあるため施工能力に大きな幅はあるが、電線共同溝方式における一般的な施工能力（バックホウ掘削）と比較して非常に高い施工能力を発揮している。

表－2.7 施工事例

区分	施工事例	施工延長 (km)	施工日数 (日)	平均施工能力 (m/日)
郊外部	①セーヌエマルヌ77（フランス） ・農村部、路肩の電線地下埋設 ・未舗装路側 ・電力線3本×150mm ² ・施工金額：400,000€ ・土木コスト：13€/m ・使用機械：専用機械 26t ・掘削幅×掘削深：280mm×900mm ・ケーブル施工と埋戻しを同時に施工	30	35	857
	②フランス ・郊外部の電力線の管路埋設 ・未舗装、路肩、法面 ・電力線3本、管路埋設 ・使用機械：アタッチメント型 ・掘削深：1000mm	30	40	750
市街地	①パリ近郊ビヤンクール ・街路のトレンチ、電線地下埋設 ・舗装路面下 ・2本TPC、φ63 ・施工金額：3,900,000€ ・土木コスト：65€/m ・使用機械：専用機械 23t ・掘削深：450mm ・ケーブル施工と埋戻しを同時に施工	60	240	250
	②ショーモン（フランス） ・住宅街の道路にトレンチ施工 ・舗装路面と未舗装路側 ・3本HDPE、φ40 ・施工金額：1,750,000,000€ ・土木コスト：35,000€/m ・使用機械：専用機械 23t ・掘削幅×掘削深：100mm×400mm ・ケーブル施工と埋戻しを同時に施工	50	110	455
	③クレマ（イタリア） ・住宅街の電話線地下埋設 ・舗装路面下 ・1本、管路埋設 ・使用機械：アタッチメント型	1	3	400
	④インド ・市街地、電力線の直接埋設 ・舗装路側 ・電力線1本、直接埋設 ・使用機械：アタッチメント型 ・掘削深：400mm	50	50	1,000

※1€ = 130円（※日本銀行ウェブページ 東京為替市場における取引状況より 2018年 平均レート）



4) トレンチャーの仕様等

表-2.8 参考：トレンチャーの仕様一覧（1／4）

No.	製造国	メーカー	機種名	掘削 機構	機械構成(寸法・重量)				専用/ 特定 汎用	ベースマシン要件				運転方式			下部 走行体	作業形態			
					全幅 (mm)	全長 (mm)	全高 (mm)	質量 (kg)		名称/ タイプ	油圧 (bar)	流量 (l/m)	PTO 出力 (kw)	搭乗式	リモ コン 式	リモ コン 式		掘削	ケーブル 布設	埋戻	残土 処理
1	アメリカ	CATERPILLAR	T109油圧式サイドシフト (標準)	チェーン式	1,426	2,348	786	419.6- 511.7	汎用	スキャット・スリッパ・ 小型履帯式ローダー、 小型ローダー	145- 235	42- 86		○			その他 (ローダーに依存)	○			
2	アメリカ	CATERPILLAR	T109手動式サイドシフト (標準)	チェーン式	1,426	2,348	786	390.5- 482.6	汎用		145- 235	42- 86		○			その他 (ローダーに依存)	○			
3	アメリカ	CATERPILLAR	T112油圧式サイドシフト (標準)	チェーン式	1,901	2,705	786	447.7- 557.5	汎用		145- 235	42- 86		○			その他 (ローダーに依存)	○			
4	アメリカ	CATERPILLAR	T112手動式サイドシフト (標準)	チェーン式	1,901	2,705	786	441.29- 537.09	汎用		145- 235	42- 86		○			その他 (ローダーに依存)	○			
5	アメリカ	CATERPILLAR	T315油圧式サイドシフト (標準)	チェーン式	1,901	3,010	786	478.5- 583.8	汎用		207- 310	95- 152		○			その他 (ローダーに依存)	○			
6	アメリカ	CATERPILLAR	SW345	ホイール式	1,655	2,165	1,455	1,016- 1,126	汎用	スキャット・スリッパ・ 小型履帯式ローダー、 小型ローダー	230- 280	98- 125		○			その他 (ローダーに依存)	○			
7	アメリカ	VERMEER	SPX25	ブラウ式	876	2,057	1,029	726	専用	SPX25			19		○		クローラ式	○			
8	アメリカ	VERMEER	S925TX	チェーン/ ブレード	1,067	2,134	1,472	2,000	選択	S925TX			19	○			クローラ式	○		OP	OP
9	アメリカ	VERMEER	CTX100	チェーン/ ブレード	1,067	2,823	1,472	2,000	選択	CTX100			30	○			クローラ式	○		OP	OP
10	アメリカ	VERMEER	PTX40 (トレンチャー)	チェーン & ブラウ	1,222	4,844	1,421	1,800	専用	PTX40			35	—	○		タイヤ式 (ローラー式)	○	○		
11	アメリカ	VERMEER	RTX550 ライドオントラクター (トレンチャー)	チェーン式	1,840	5,300	2,500	4,000	専用	RTX550			50	○			クローラ式/ タイヤ式	○	○	○	
12	アメリカ	VERMEER	RTX550 ライドオントラクター (ロックホイール)	ホイール式	1,925	5,300	2,500	5,600	専用	RTX550			50	○			クローラ式/ タイヤ式	○	○	○	△
13	アメリカ	VERMEER	RTX750 ライドオントラクター (トレンチャー)	チェーン式	1,830/ 1,990TR	5,400	2,550	5,200	専用	RTX750			55	○			クローラ式/ タイヤ式	○	○	○	△
14	アメリカ	VERMEER	RTX750 ライドオントラクター (ロックホイール)	ホイール式	1,830/ 1,990TR	5,400	2,550	5,500	専用	RTX750			55	○			クローラ式/ タイヤ式	○	○	○	
15	アメリカ	VERMEER	RTX750SOC (トレンチャー)	チェーン式	2,520	10,500	2,470	7,400	専用	RTX750SOC			55 + 20	○			タイヤ式	○			○
16	アメリカ	VERMEER	RTX1250I2 (トレンチャー)	チェーン式	2,220/ 2,350TR	8,050	2,920	8,710	専用	RTX1250I2			95	○	OP		タイヤ式/ クローラ式	○	○	○	OP
17	アメリカ	VERMEER	RTX1250I2 (ロックホイール)	ホイール式	2,220/ 2,350TR	8,050	2,920	12,000	専用	RTX1250I2			95	○	OP		タイヤ式/ クローラ式	○	○	○	—
18	アメリカ	VERMEER	T555III (トレンチャー)	チェーン式	2,600	7,600	3,000	14,545	専用	T555III			138	○	OP		クローラ式	○	○		OP
19	アメリカ	VERMEER	T555III (ロックホイール)	ホイール式	2,600	7,600	3,000	16,556	専用	T555III			138	○	OP		クローラ式	○	○		OP
20	アメリカ	VERMEER	T558III (トレンチャー)	チェーン式	2,600	11,100	3,000	23,587	専用	T558III			138	○	OP		クローラ式	○	○		OP
21	アメリカ	VERMEER	T655III (トレンチャー)	チェーン式	2,500- 3,100CV	8,700	3,500	24,267	専用	T655III			186	○	OP		クローラ式	○	○		OP
22	アメリカ	VERMEER	T655III (ロックホイール)	ホイール式	2,500- 3,100CV	8,450	3,000	26,988	専用	T655III			186	○	OP		クローラ式	○	○		OP
23	アメリカ	VERMEER	T655III (ケーブルレイヤー)	ブラウ式	2,500- 3,100CV	8,450	3,000	25,000	専用	T655III			186	○	OP		クローラ式	○	○		OP
24	アメリカ	VERMEER	T755III (トレンチャー)	チェーン式	2,500- 3,100CV	10,200	3,000	34,019	専用	T755III			205	○	OP		クローラ式	○	○		OP
25	イギリス	AFT	MH100	チェーン式	不明	不明	不明	1,200- 2,000	汎用	掘削機	300- 350	200- 225		○			その他 (ローダーに依存)	○			
26	イギリス	AFT	HW60	ホイール式	1,700	2,300	2,200	1,300	汎用	油圧式ジャッキ、 スキャット・スリッパ・ ローダー	180	130		○			その他 (ローダーに依存)	○			
27	イギリス	AFT	AFT100	チェーン式	2,460	3,400	不明	1,200	汎用	トラクター	150	35	60- 105	○			その他 (ローダーに依存)	○	○		○
28	イギリス	AFT	AFT45 with chain	チェーン式	1,200	2,100	2,425	505	汎用	トラクター	150	10	15- 34	○			その他 (ローダーに依存)	○			○
29	イギリス	AFT	AFT45 with wheel	ホイール式	1,200	2,100	2,425	505	汎用	トラクター	150	10	15- 34	○			その他 (ローダーに依存)	○			○
30	イギリス	AFT	AFT with wheel 55	ホイール式	1,550	2,700	2,750	1,100	汎用	トラクター	150	35	45- 90	○			その他 (ローダーに依存)	○	○	△	○
31	イギリス	AFT	AFT Wizz Wheel 75	ホイール式	不明	不明	不明	1,500	汎用	トラクター	150	40	60- 105	○			その他 (ローダーに依存)	○	○	△	○
32	イギリス	AFT	AFT reaction	チェーン式	700	1,500	不明	280	専用	reaction trencher						○	クローラ式	○			



表-2.8 参考：トレンチャーの仕様一覧（2／4）

No.	製造国	メーカー	機種名	施工適合性							オフセット			掘削深・幅 (mm)		傾き 補正	各道路構造における施工可能範囲										
				アスファルト 舗装	コンクリート 舗装	硬質土	砂質土	粘性土	岩塊玉 石・岩	可変	右 (mm) 最大	左 (mm) 最大	深さ (最大)	幅	深さ		掘削幅	施工 幅	切土	車道	歩道	路肩	切土	盛土			
1	アメリカ	CATERPILLAR	①T109油圧式サイドシフト (標準)	○		○	○	○	○	○	419	無し	534	152- 305	無し	534	152- 305		右 419	○	○	○	-	-			
2	アメリカ	CATERPILLAR		T109手動式サイドシフト (標準)	○		○	○	○	○	○	419	無し	534	152- 305	無し	534	152- 305		右 419	○	○	○	-	-		
3	アメリカ	CATERPILLAR	②T112油圧式サイドシフト (標準)	○		○	○	○	○	○	559	無し	534	152- 305	無し	534	152- 305		右 559	○	○	○	-	-			
4	アメリカ	CATERPILLAR		T112手動サイドシフト (標準)	○		○	○	○	○	○	559	無し	534	152- 305	無し	534	152- 305		右 559	○	○	○	-	-		
5	アメリカ	CATERPILLAR	③T315油圧式サイドシフト (標準)	○		○	○	○	○	○	559	無し	534	152- 305	無し	534	152- 305		右 559	○	○	○	-	-			
6	アメリカ	CATERPILLAR	④SW345	○	○	○	○	○	○	○	550	無し	450	80- 130	無し	450	80- 130		右 550	○	○	○	-	-			
7	アメリカ	VERMEER	①SPX25				○	○			無し	無し	610	40	無し	610	40		無し	○	○	○	○	○			
8	アメリカ	VERMEER	②S925TX					△	○			無し	無し	914	150	無し	1,219	102- 203		無し	○	○	○	-	-		
9	アメリカ	VERMEER	③CTX100					△	○			無し	無し	1,020	200	無し											
10	アメリカ	VERMEER	④PTX40 (トレンチャー)					○	○			無し	無し	1,000T /610P	152	無し	1,000	152		無し	○	○	○	○	○		
11	アメリカ	VERMEER	⑤RTX550 ライドオントラクター (トレンチャー)				△	△	○		○	610	無し	1,200	300	無し	1,200	305		左右 610	○	○	○	○	○		
12	アメリカ	VERMEER		RTX550 ライドオントラクター (ロックホイール)				○		△			無し	無し	660	102- 152	無し	660	102- 152		無し	○	○	○	○	○	
13	アメリカ	VERMEER	⑥RTX750 ライドオントラクター (トレンチャー)				△	△	○		○	610	無し	1,524	152- 305	無し	1,524	152- 305		左右 610	○	○	○	○	○		
14	アメリカ	VERMEER		RTX750 ライドオントラクター (ロックホイール)				○		△			無し	無し	813	102- 203	無し	813	102- 203		無し	○	○	○	○	○	
15	アメリカ	VERMEER	⑦RTX750SOC (トレンチャー)				△	△	○		○	無し	400	1,000	610	無し	1,000	610		左 400	○	○	○	○	○		
16	アメリカ	VERMEER	⑧RTX12502 (トレンチャー)				○	△	○	-	△	762	無し	1,524	178- 406	△	1,524	178- 406		右 762	○		△	○	○		
17	アメリカ	VERMEER		RTX12502 (ロックホイール)				○	△	○	△	△	686	無し	1,320	203	△	1,320	203		右 686	○		△	○	○	
18	アメリカ	VERMEER	⑨T555III (トレンチャー)				△	○	○			無し	無し	2,400	152- 610	10°	2,400	152- 610		無し	○		△	○	○		
19	アメリカ	VERMEER		T555III (ロックホイール)				○	△		○		無し	無し	914	121- 152	10°	914	121- 152		無し	○		△	○	○	
20	アメリカ	VERMEER	⑩T558III (トレンチャー)				△	○	○		○	648	1,103	1,800	152- 610	10.5°	1,800	152- 610		右 648 左 1,100	○			○	○		
21	アメリカ	VERMEER	⑪T655III (トレンチャー)				△	○	○			無し	無し	2,400	559- 711	10.5°	2,400	267- 660		無し	○			○	○		
22	アメリカ	VERMEER		T655III (ロックホイール)				○	△		○		無し	無し	1,200	76- 254	10.5°	1,200	76- 254		無し	○			○	○	
23	アメリカ	VERMEER		T655III (ケーブルレイヤー)				△	○	○	○		無し	無し	1,200	76- 254	10.5°	1,200	76- 254		無し	○			○	○	
24	アメリカ	VERMEER	⑫T755III (トレンチャー)				○	△	○			無し	無し	3,000	356- 914	10.5°	3,000	356- 914		無し	○			○	○		
25	イギリス	AFT	①MH100	○	○		○	○		○		750(最 大・外側 250)	750(最 大・外側 250)	1,800	125- 400	無し	1,800	125- 400	到達 範囲 約 8m	左右750 (最大・外 側250)	○	○	○	○	○		
26	イギリス	AFT	②HW60	○	○		○	○		○		600	600	600	80- 150	無し	600	80- 150		左右 600	○	○	○	-	-		
27	イギリス	AFT	③AFT100	○	○		○	○		○		無し	無し	1,800	125- 400	無し	1,800	125- 400		無し	○	○	○	-	-		
28	イギリス	AFT	④AFT45 with chain				○	○				無し	無し	1,200	60- 200	無し	1,200	60- 200		無し	○	○	○	-	-		
29	イギリス	AFT	⑤AFT45 with wheel				○	○				無し	無し	450	25- 70	無し	450	25- 70		無し	○	○	○	-	-		
30	イギリス	AFT	⑥AFT with wheel 55				○	○				無し	無し	550	50- 125	無し	550	50- 125		無し	○	○	○	-	-		
31	イギリス	AFT	⑦AFT Wizz Wheel 75	○	○		○	○		○		無し	無し	750	50- 150	無し	750	50- 150		無し	○	○	○	-	-		
32	イギリス	AFT	⑧AFT raction									無し	無し	600	160	無し	600	160		無し				-	-		



表-2.8 参考：トレンチャーの仕様一覧（3／4）

No.	製造国	メーカー		機種名	掘削 機構	機械構成(寸法・重量)				ベースマシン要件				運転方式			下部 走行体	作業形態				
						全幅 (mm)	全長 (mm)	全高 (mm)	質量 (kg)	専用/ 特定 汎用	名称/ タイプ	油圧 (bar)	流量 (l/m)	PTO 出力 (kw)	搭乗式	リモ コン		パッド ガイド 式	掘削	ケーブル 布設	埋戻	残土 処理
33	フランス	MARAIS	①	CITY CLEANFAST R450	ホイール式	1,700	7,740	2,650	9,740	専用	CITY CLEANFAST			105		○		タイヤ式	○			○
34	フランス	MARAIS		CITY CLEANFAST PCD WHEEL ON R450	ホイール式	1,700	7,740	2,650	9,740	専用	CITY CLEANFAST			105		○		タイヤ式	○			○
35	フランス	MARAIS	②	CLEANFAST R500AC	ホイール式	2,500	10,950	3,580	25,960	専用	CLEANFAST			309	○	○		タイヤ式	○			○
36	フランス	MARAIS		CLEANFAST R600AC	ホイール式	2,500	10,950	3,580	25,800	専用	CLEANFAST			309	○	○		タイヤ式	○			○
37	フランス	MARAIS	③	SIDECUT SC3C R250/R250A	ホイール式	1,100	4,715	1,760	4,285	専用	SC3C			74		○		クローラ式	○			
38	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C R350/R350A	ホイール式	1,100	5,210	1,760	4,305	専用	SC3C			74		○		クローラ式	○			
39	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C R450	ホイール式	1,100	5,340	1,760	4,550	専用	SC3C			74		○		クローラ式	○			
40	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C CT570	チェーン式	1,100	4,715	1,760	4,540	専用	SC3C			74		○		クローラ式	○			
41	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C CT840	チェーン式	1,100	5,210	1,760	4,680	専用	SC3C			74		○		クローラ式	○			
42	フランス	MARAIS	④	SIDECUT SC4P R350	ホイール式	1,050	4,600	1,930	3,000	専用	SC4P			55		○		タイヤ	○			
43	フランス	MARAIS		SIDECUT SC4P R400A	ホイール式	1,050	4,600	1,930	3,000	専用	SC4P			55		○		タイヤ	○			
44	フランス	MARAIS	⑤	ST2 GD R1200	ホイール式	2,500	10,650	3,270	26,340	専用	ST2 GD			394	○	○		クローラ式	○	○	○	
45	フランス	MARAIS		ST2 GD R1200E	ホイール式	2,500	10,650	3,270	25,190	専用	ST2 GD			394	○	○		クローラ式	○	○	○	
46	フランス	MARAIS		ST2 GD R1400	ホイール式	2,500	11,040	3,270	27,550	専用	ST2 GD			394	○	○		クローラ式	○	○	○	
47	フランス	MARAIS		ST2 GD R1400E	ホイール式	2,500	11,040	3,270	25,980	専用	ST2 GD			394	○	○		クローラ式	○	○	○	
48	フランス	MARAIS	⑥	GD2 R1200	ホイール式	2,500	10,700	3,350	28,340	専用	GD2			350	○	○		クローラ式	○	○	○	
49	フランス	MARAIS		GD2 R1200E	ホイール式	2,500	10,700	3,350	27,190	専用	GD2			350	○	○		クローラ式	○	○	○	
50	フランス	MARAIS		GD2 R1400	ホイール式	2,500	11,090	3,350	29,260	専用	GD2			350	○	○		クローラ式	○	○	○	
51	フランス	MARAIS		GD2 R1400E	ホイール式	2,500	11,090	3,350	27,980	専用	GD2			350	○	○		クローラ式	○	○	○	
52	フランス	MARAIS	⑦	950R CHAINSAW	チェーン式	2,540	12,030	3,020	26,000	専用	950R			205	○	○		クローラ式	○	○		○
53	フランス	MARAIS		950R R1000	ホイール式	2,540	11,240	3,060	27,700	専用	950R			205	○	○		クローラ式	○	○		○
54	フランス	MARAIS		950R R620	ホイール式	2,540	11,470	3,020	24,600	専用	950R			205	○	○		クローラ式	○	○		○
55	フランス	MARAIS	⑧	MTR430 R1200	ホイール式	2,500	10,760	3,230	29,550	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		
56	フランス	MARAIS		MTR430 R1200E	ホイール式	2,500	10,760	3,230	28,900	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		
57	フランス	MARAIS		MTR430 R1400	ホイール式	2,500	11,150	3,230	30,680	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		
58	フランス	MARAIS		MTR430 R1400E	ホイール式	2,500	11,110	3,230	30,030	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		
59	フランス	MARAIS		MTR430 CT1300	チェーン式	2,500	14,880	3,410	33,140	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		○
60	フランス	MARAIS		MTR430 R620TC	ホイール式	2,500	14,380	3,230	30,380	専用	MTR430			315	○	○		クローラ式	○	○		
61	フランス	MARAIS	⑨	400MCT RT1100	ホイール式	1,830	8,240	2,610	15,500	専用	400MCT			175		○		クローラ式	○	○		
62	フランス	MARAIS		400MCT CS1200	チェーン式	2,550	12,060	2,890	15,500	専用	400MCT			175		○		クローラ式	○	○		○
63	フランス	MARAIS		400MCT R670	ホイール式	1,830	8,930	3,900	13,500	専用	400MCT			175		○		クローラ式	○	○		
64	フランス	MARAIS		400MCT VP1100	ブラウ式	1,830	8,400	2,610	10,900	専用	400MCT			175		○		クローラ式	○	○		
65	フランス	RIVARD	①	RIV555 TC1755	ホイール式	2,750	14,600	4,300	30,600	専用	RIV555			405	○	(○)		クローラ式	○	○		
66	フランス	RIVARD		RIV555 TR202XLT付	ホイール式	2,550	13,200	4,350	30,600	専用	RIV555			405	○	(○)		クローラ式	○	○		
67	フランス	RIVARD		RIV555 TR250T付	ホイール式	2,550	13,200	4,350	30,600	専用	RIV555			405	○	(○)		クローラ式	○	○		
68	フランス	RIVARD		RIV555 TR250XLT付	ホイール式	2,550	13,200	4,350	30,600	専用	RIV555			405	○	(○)		クローラ式	○	○		
69	フランス	RIVARD	②	RIV1255 TR104A	ホイール式	23,000	105,000	4,350	15,500	専用	RIV1255			185	○	(○)		クローラ式	○	(○)		○
70	フランス	RIVARD		RIV1255 TR110T付	ホイール式	1,700	10,200	3,200	15,500	専用	RIV1255			185	○	(○)		クローラ式	○	(○)		○
71	フランス	RIVARD	④	RIV CITY TRCITYホイール	ホイール式	1,000	8,000	2,000	7,700	専用	RIV CITY			90		○		クローラ式	○	○		○
72	フランス	RIVARD		RIV CITY TR80Tホイール	ホイール式	1,000	7,000	2,000	7,850	専用	RIV CITY			90		○		クローラ式	○	○		○



表-2.8 参考：トレンチャーの仕様一覧（4/4）

No	製造国	メーカー	機種名	施工適合性						オフセット			掘削深・幅 (mm)		傾き 補正	各道路構造における施工可能範囲										
				アスファルト 舗装	コンクリート 舗装	硬質土	砂質土	粘性土	岩塊玉 石・岩	可変	右 (mm) 最大	左 (mm) 最大	深さ (最大)	幅		深さ	掘削幅	施工 幅	ワレット	車道	歩道	路肩	切土	盛土		
33	フランス	MARAIS	①	CITY CLEANFAST R450	○						○	950	480	450	45-80	±15°	450	45-80		右950-左480	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	
34	フランス	MARAIS		CITY CLEANFAST PCD WHEEL ON R450	○							○	950	480	457	19-51	±15°	457	19-51		右950-左480	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)
35	フランス	MARAIS	②	CLEANFAST R500AC	○						○	1,540	810	500	80-150		500	80-150		右1,540-左810	○	○	○	○	○	
36	フランス	MARAIS		CLEANFAST R600AC	○							○	1,540	810	600	80-150		600	80-150		右1,540-左810	○	○	○	○	○
37	フランス	MARAIS	③	SIDECUT SC3C R250/R250A	○	○		○	○		○	425	365	250	44-60	±15°	250	44-60		右425-左365	○	○	○	○	○	
38	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C R350/R350A	○	○		○	○		○	425	365	350	38-70	±15°	350	38-70		右425-左365	○	○	○	○	○	
39	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C R450	○	○		○	○		○	425	365	450	45-80	±15°	450	45-80		右425-左365	○	○	○	○	○	
40	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C CT570	○	○		○	○		○	425	365	570	120-150	±15°	570	120-150		右425-左365	○	○	○	○	○	
41	フランス	MARAIS		SIDECUT SC3C CT840	○	○		○	○		○	425	365	840	120-150	±15°	840	120-150		右425-左365	○	○	○	○	○	
42	フランス	MARAIS	④	SIDECUT SC4P R350							○	390	160	350	38-70	±15°	350	38-70		右390-左160						
43	フランス	MARAIS		SIDECUT SC4P R400A								○	390	160	400	25-51	±15°	400	25-51		右390-左160					
44	フランス	MARAIS	⑤	ST2 GD R1200	(○)			(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,200	280-450	±15°	1,200	280-450		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-	
45	フランス	MARAIS		ST2 GD R1200E	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,200	180-280	±15°	1,200	180-280		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
46	フランス	MARAIS		ST2 GD R1400	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,400	280-480	±15°	1,400	280-480		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
47	フランス	MARAIS		ST2 GD R1400E	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,400	180-280	±15°	1,400	180-280		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
48	フランス	MARAIS	⑥	GD2 R1200	(○)			(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,200	280-450	±20°	1,200	280-450		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-	
49	フランス	MARAIS		GD2 R1200E	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,200	180-280	±20°	1,200	180-280		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
50	フランス	MARAIS		GD2 R1400	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,400	280-350	±20°	1,400	280-350		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
51	フランス	MARAIS		GD2 R1400E	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	2,040	2,040	1,400	180-280	±20°	1,400	180-280		左右2,040	(○)	(○)	(○)	-	-
52	フランス	MARAIS	⑦	950R CHAINSAW								無し	無し	1,830	200-630	車体 ±5°	1,830	200-630		無し						
53	フランス	MARAIS		950R R1000								○	1,500	1,500	1,000	100-200	車体 ±5°	1,000	100-200		1,500					
54	フランス	MARAIS		950R R620								○	1,300	無し	620	100-150	±12° 車体 ±5°	620	100-150		右1,300					
55	フランス	MARAIS	⑧	MTR430 R1200							○	1,840	1,240	1,200	280-450	±15°	1,200	280-450		右1,840 左1,240						
56	フランス	MARAIS		MTR430 R1200E								○	1,840	1,240	1,200	180-280	±15°	1,200	180-280		右1,840 左1,240					
57	フランス	MARAIS		MTR430 R1400								○	1,840	1,240	1,400	280-480	±15°	1,400	280-480		右1,840 左1,240					
58	フランス	MARAIS		MTR430 R1400E								○	1,840	1,240	1,400	180-280	±15°	1,400	180-280		右1,840 左1,240					
59	フランス	MARAIS		MTR430 CT1300								○	1,840	無し	1,300	200-550	±15°	1,300	200-550		右1,840					
60	フランス	MARAIS		MTR430 R620TC								○	1,840	無し	620	100-150	±15°	620	100-150		右1,840					
61	フランス	MARAIS	⑨	400MCT RT1100							○	700	700	1,100	180-280	±12°	1,100	180-280		左右700						
62	フランス	MARAIS		400MCT CS1200								○	700	700	1,200	180-350	±12°	1,200	180-350		左右700					
63	フランス	MARAIS		400MCT R670								○	700	700	670	80-200	±12°	670	80-200		左右700					
64	フランス	MARAIS		400MCT VP1100								無し	無し	1,100				1,100			無し					
65	フランス	RIVARD	①	RIV555 TC1755	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	910	910	910		可変 18°	910			左右910	(○)	(○)	(○)	-	-
66	フランス	RIVARD		RIV555 TR202XLT付	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	910	910	1,500	250-450	可変 18°	1,500	250-450		左右910	(○)	(○)	(○)	-	-
67	フランス	RIVARD		RIV555 TR250T付	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	910	910	1,750	250-350	可変 18°	1,750	250-350		左右910	(○)	(○)	(○)	-	-
68	フランス	RIVARD		RIV555 TR250XLT付	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	910	910	1,750	350-450	可変 18°	1,750	350-450		左右910	(○)	(○)	(○)	-	-
69	フランス	RIVARD	②	RIV1255 TR104A	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	400	300	800	120-180	可変 ±13°	800	120-180		左右300 右400	(○)	(○)	(○)	-	-
70	フランス	RIVARD		RIV1255 TR110T付	(○)			(○)	(○)	(○)	(○)	○	400	300	1,100	180-250	可変 ±13°	1,100	180-250		左右300 右400	(○)	(○)	(○)	-	-
71	フランス	RIVARD	④	RIV CITY TRCITYホイール	○		○	○	○	○	○	250	250	500	90-120	可変 20°	500	90-120		左右250	○	○	○	○	○	
72	フランス	RIVARD		RIV CITY TR80Tホイール	○		○	○	○	○	○	○	250	250	900	120-180	可変 20°	900	120-180		左右250	○	○	○	○	○

※機械構成寸法について、参考とした資料に記載されている寸法を記述しているが、機種により作業寸法や輸送寸法が混在している。
 ※機械構成質量について、ベース車両が専用のものは、ベースマシンとアタッチメント機器を合算した総質量を記述した。汎用ものは、アタッチメント機器の質量のみ記述した。
 ※施工適合性について、参考とした資料に記載してある項目には、(○)で記述した。



3 トレンチャー工法の施工手順と施工効率向上のポイント

トレンチャー施工する上で、機械の選定方法や施工手順のポイントについて解説する。

3-1 機械の選定

トレンチャーの機種について、これまでの寒地土木研究所における試験施工や、国内における実現場で導入がされている機種を表-3.1に示す。

本章においては、現在活用事例の多いベルトコンベヤ機構を備えたトレンチャーによる施工方法について主に解説する。その他機種については、過年度に寒地土木研究所が試験施工を行っており、試験施工の概要については、巻末資料を参照のこと。

表-3.1 国内で活用事例のある機種の一覧

	トレンチャー	トレンチャー		
外観				
				
機械方式	専用機械（専用ベース車両＋掘削装置）	汎用ベース車両＋掘削装置（アタッチメント）	専用機械（専用ベース車両＋掘削装置）	
掘削機構	チェーン式	チェーン式	チェーン式	ホイール式
装置取付位置	車体後方（前進作業型）	車体前方（後進作業型）	車体後方（前進作業型）	
全長	10,600 mm	5,475 mm	5,375 mm	5,449 mm
全高	2,470 mm	2,115 mm	2,545 mm	
全幅	2,520 mm	1,901 mm	1,971 mm	
車両総質量	7,400 kg	4,751 kg（本体＋装置）	4,228 kg	4,663 kg
最大掘削深	1,200 mm	1,219 mm	1,200 mm	660 mm
試験適用深	1,200 mm 以下	875 mm 以下	1,200 mm 以下	600 mm 以下
掘削幅（試験幅）	200 mm～610 mm（路盤）	200 mm（路盤）	150 mm, 305 mm（路肩） 200 mm（路盤）	150 mm, 250 mm（路肩） 50 mm（路盤）
排出コンベア	排出コンベア付	－	－	－
施工年	2019～2024年試験 2021年国道 2023年高速道路	2016年試験	2016～2018年試験	2016～2018年試験

**【解説】**

機械の能力や現場条件などについては次節以降に詳述するが、機械の選定にあたっての概要を以下に示す。結果、国内の電線類地中化工事の現状を鑑みると、現在導入が進んでいるベルトコンベヤ付の機種が、選定の第1に考えられることとなる。

- 国内の電線類地中化は、供用している道路における工事が多く、掘削土砂は道路外の土場等への運搬が必要が生じる。そのため、積込み作業の効率化を図るよう改造が進んでいる。
- 道路における、掘削は路盤を含む土砂になるため、掘削機構はチェーン式が対応する。ホイール式は硬質地盤の掘削に対応するが、ベルトコンベヤ機構は付加できない。
- 路外や山間部など交通の影響の無い区間では、ベルトコンベヤ機構が必要でない場合もあり、より軽量のトレンチャーを選択することも考えられる。
- 電線類地中化の掘削箇所としては主に歩道部が選ばれるため、歩道舗装を痛めない程度の軽さが求められる。おおよそ7.5t以下の機種であれば、支障は無いものとする。
- 基地からの運搬または現場内での移動を考慮したときに、ベルトコンベヤ機構があっても全長は10m程度であり、セルフローダーによる運搬が可能である。
- 国内における電線類地中化の埋設管路条数を鑑み、これまでの機種は掘削幅の拡大に対応しており、最大掘削幅610mmにまで対応してきている。
- ただし、幅の拡大により効率は落ちることとなるので、管路幅に対し掘削幅を最小限にすることが重要であり、管路条数が少なければ、小型トレンチャーでも対応できる場合がある。
- 掘削深さは最大約1.2mにまで対応しているが、壁面の安定などを考慮し1m程度までが実用的である。
- 北海道では、電線共同溝技術マニュアル※³⁵の改訂で浅層埋設が可能となり、これにより掘削断面がコンパクトになり、トレンチャー掘削の適用が可能となった経緯がある。



3-2 機械仕様

前項で述べた通り、現行で活用例の多い機種の様を解説する。

トレンチャーは、運転手が走行と掘削機構を操作し、誘導員の指示により掘削作業を進めるものである。掘削機構はチェーン式で、最大掘削幅は約61cm、最大掘削深さは約1.2mである。土砂排出用コンベヤ機構を有しており、掘削と同時にダンプトラックへ積み込みが可能である。また、車両サイズが小さく、トラック運搬が可能で、歩道上での作業にも支障は無く、汎用性が高い機種である。

写真-3.1にトレンチャーの全景、表-3.2に仕様を示す。また、以降各機構の役割や機能について解説する。



写真-3.1 トレンチャー全景

表-3.2 トレンチャー仕様

メーカー / 型式	Vermeer社 / RTX750SOC
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	1000mm（標準） 700mm/1200mm（OP）
最大掘削幅	200～610mm（標準） 610+390＝1000mm（OP）
掘削機オフセット量	390mm
その他	排出コンベヤ付き



<各機構の概要>

i. 掘削用チェーン

チェーン外周に掘削刃が付いており、チェーンの回転により掘削を行う。掘削用チェーンには、路盤材など比較的固い地盤の掘削に適した超硬ビット型の掘削刃と、比較的柔らかい地盤用で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組合せて設定する。

掘削幅及び掘削深さを変更することができ、詳細については後述する。

ii. ドラッグプレート

掘削時に舗装面に残った掘削土を掘削溝に落とし込むため、チェーンの両側にプレートを装備している。

iii. トレンチクリーナー

掘削チェーンに追従し底面の整地を行うため、ブレード状のトレンチクリーナーを装備している。

iv. 土砂排出用ベルトコンベヤ

掘削土砂排出のためのコンベヤ機構があ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みが可能である。また、ダンプトラックへ直列で積込む方法や、並走して積込む方法も可能である。



写真-3.2 掘削用チェーン



写真-3.3 ドラッグプレート及びトレンチクリーナー



写真-3.4 直列積込



写真-3.5 並列積込



1) 掘削幅

トレンチャーの掘削は、チェーンの外周に取り付けられた掘削刃によって行われる。この構造により、機構上、掘削幅は常に所定の設計幅を確保することが可能である。

掘削幅は、最小200mmから最大610mmまでの範囲で変更可能であり、チェーン上の掘削刃の配置によって任意の掘削幅を設定できる。具体的には、掘削刃はチェーン外周に設けた取付ベースの外側に取り付けられており、ベースの構成やスペーサーの組合せを調整することで、任意の幅に対応する。



写真-3.6 掘削刃（610mm）

このような構造により、施工条件や埋設管路の本数に応じて柔軟な掘削幅の設定が可能となっており、実施工においても高い適応性を示している。

2) 掘削深さ

掘削深さは、掘削開始時にチェーンブームを所定の深さまで下げ、ブームを一定の角度に保持することで設定する。標準仕様では最大1,000mmまで掘削可能であり、用途に応じて以下のオプションブームも選択できる。

浅溝掘削用ブーム：最大掘削深さ700mm

深溝掘削用ブーム：最大掘削深さ1,200mm

トレンチャーの特性上、一定の幅・深さで掘削するのに適しているため、土質が同じ深さで変化していて、それぞれ分別して管理したい時や路盤の再利用を考えている場合などは上下段に複数回に分けて掘削を行うことで、掘削土の選別が可能である。

掘削作業は、掘削刃によって土砂をかき上げ、チェーンブームから横送りコンベヤ入口の開口部から土砂が送られる構造である。なお、この開口部の大きさは、ブームの角度（掘削深さ）により変化する構造となっている。

掘削深さが浅い（ブーム角度が小さい）場合：開口が狭まり、玉石などが詰まりやすくなる。

掘削深さが深い（ブームが立ち上がる）場合：開口が広がり、土砂排出が円滑になる。

また、ブームが立ち上がることにより、カーブ区間においても、掘削溝側面の仕上がりが良好となる。ただし、粒径15cm未満の玉石であっても多量に混在する場合には、コンベヤ内で土砂が滞留し、故障の原因となるおそれがある。

表-3.3 各ブームの必要最低掘削深さ（粒径15cm未満の玉石を考慮）

	1000mmブーム (標準)	700mmブーム (オプション)	1200mmブーム (オプション)
必要深さ	500 mm以上	300 mm以上	600 mm以上



3) 作業半径

掘削の曲率半径は20mだが、道路幅やダンプトラックの土砂積込みを考慮すると曲率半径は40m以上必要である。

4) 路面勾配

上り勾配が10度以上ある場合、トレンチャー前方が浮き気味になり掘削力が低下する。比較的下り勾配のほうが回転掘削部に力が加わりやすいため、掘削方向を考慮する必要がある。

ただし、勾配が15度以上ある場合、地面の状況によりダンプトラックがスリップして積込み場所に移動できない可能性がある。

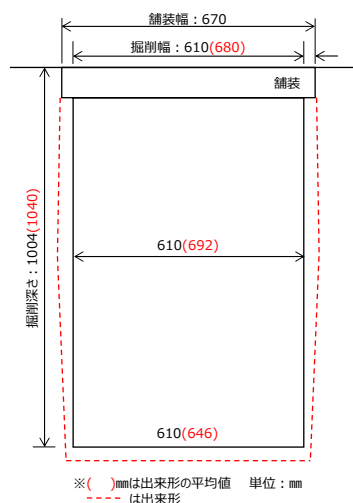
5) 掘削精度

トレンチャーによる掘削断面の出来型は、機械の特性上掘削幅は、設計値を確保し、大きくばらつかないことが特徴である。図-3.1に示す実施工データでは何れの値も設計寸法を上回っており、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る。



写真-3.7 トレンチャーによる掘削断面



	設計値	A点	B点	平均値
掘削深さ	1004	1030	1050	1040
地表部掘削幅	670	690	670	680
中間部掘削幅	610	710	673	692
底部掘削幅	610	657	635	646

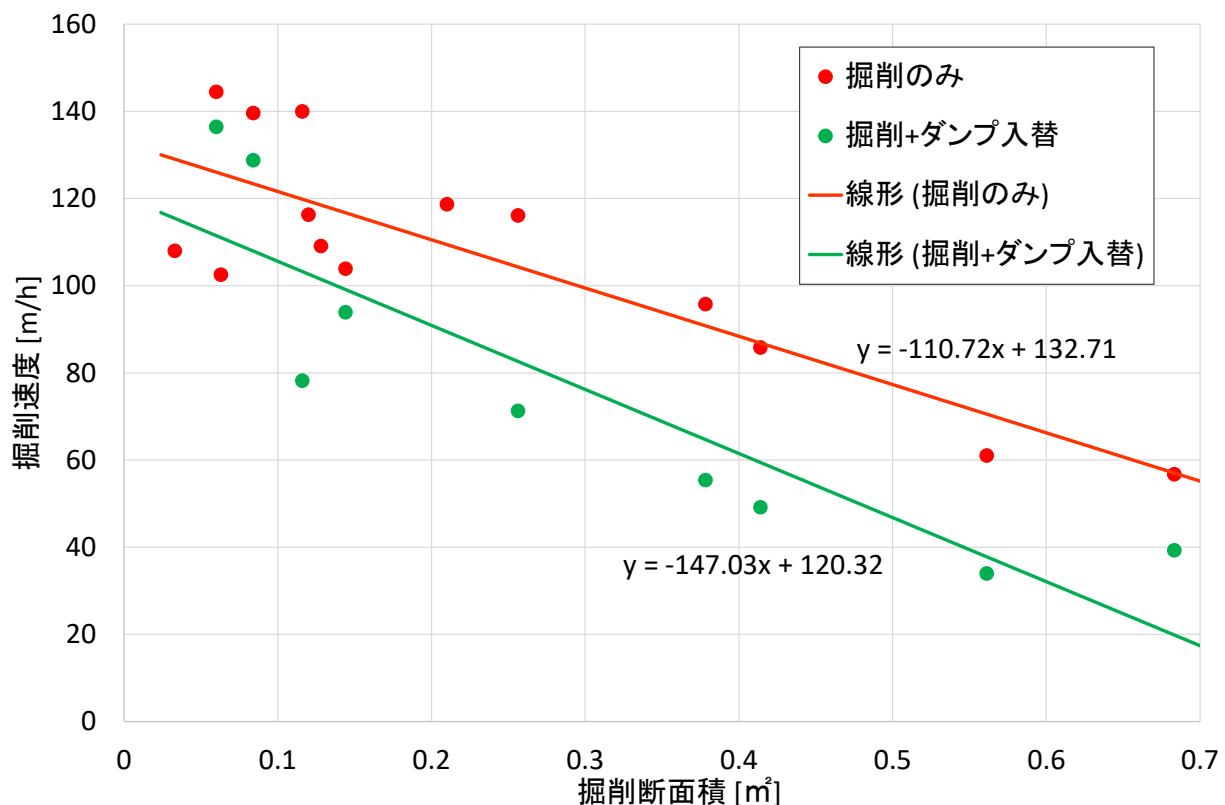
図-3.1 掘削断面の出来形例



6) 掘削断面と掘削速度の関係

これまでに寒地土木研究所が行った施工試験及び実現場における施工データに基づき、掘削断面積と掘削速度の関係をグラフ化した。設計断面に対する掘削スピードが計算式により把握できることで、現場における施工計画の立案や設計における工程算出などの基礎データとして活用ができる。

なお、ダンプトラック入替えのロスを含む計算式も参考を示しているが、土場への運搬距離や投入台数により変化するため、実現場の状況に合わせ調整が必要になる。



図－3.2 掘削断面積と掘削速度

【解説】

掘削断面積は、掘削幅が305mmから610mm、掘削深さ（厚さ）が200mmから1120mmの範囲である。速度データは各断面積ごとに施工データを平均化し整理した。断面積が大きくなるにつれて掘削量が増加し、掘削チェーンにかかる負荷が増加するため、掘削作業の効率（施工速度）が低下する傾向が確認された。

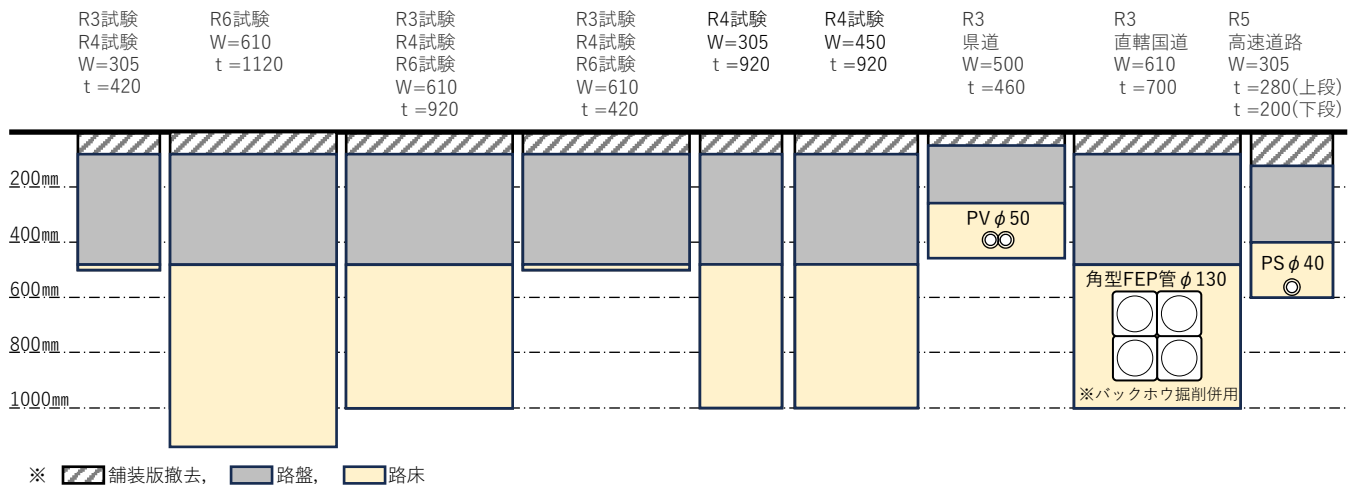
また、ダンプトラックの入替時間も含めると、例えば断面積が0.61m²（掘削幅0.61m、掘削深さ1.0m）の場合、4tダンプトラックの場合（比重2.1，積込量1.9m³程度）で延長3.1m毎の入替が必要であり、10 tダンプトラックの場合は、延長7.8m毎の入替が必要で、施工速度はさらに低下し効率が落ちる。



【参考】

グラフの基礎となったデータは以下の断面とする。

断面の寸法は、管路条数が数本収められる内空、積雪寒冷地における必要土被り、断面内での人力作業に必要最低限の幅を考慮し、寒地土木研究所での試験では幅305mm～610mm、深さ500mm～1,000mmで行った。また、実施工の直轄国道では幅610mm、深さは1,000mm、高速道路では幅305mm、深さは600mmであった。また、通信単独地中化は幅500mm、深さは460mmであった。今回は舗装撤去後の路盤及び路床での掘削施工を取りまとめた。掘削断面は以下のとおり。



図－3.3 グラフの基礎となった掘削断面



7) 作業帯幅

トレンチャーの作業帯幅は、タイヤ幅、車体幅及びベルトコンベヤの位置などを考慮し、必要な幅を確保する必要がある。また、チェーンブームのオフセット機構もありオフセットにより必要作業帯幅が変わるので、パターン毎に解説する。

1) オフセット無し（標準掘削位置）での作業帯幅

車両タイヤ幅は1.88mであり、歩道縁石等の段差がある場合、側方余裕を最低限0.2m程度は確保する。また、本体幅が2.52mであるため、防護柵や標識柱などの支障物を回避できる作業空間が必要になる。

ただし、ベルトコンベヤの最大張り出し幅はタイヤ外側より1.79m（0.64m+1.15m）であり、歩道上からダンプトラックへの並列積込みを計画する場合には、どれだけダンプトラックを寄せることができるか、道路の曲率等を含め考慮する必要がある。

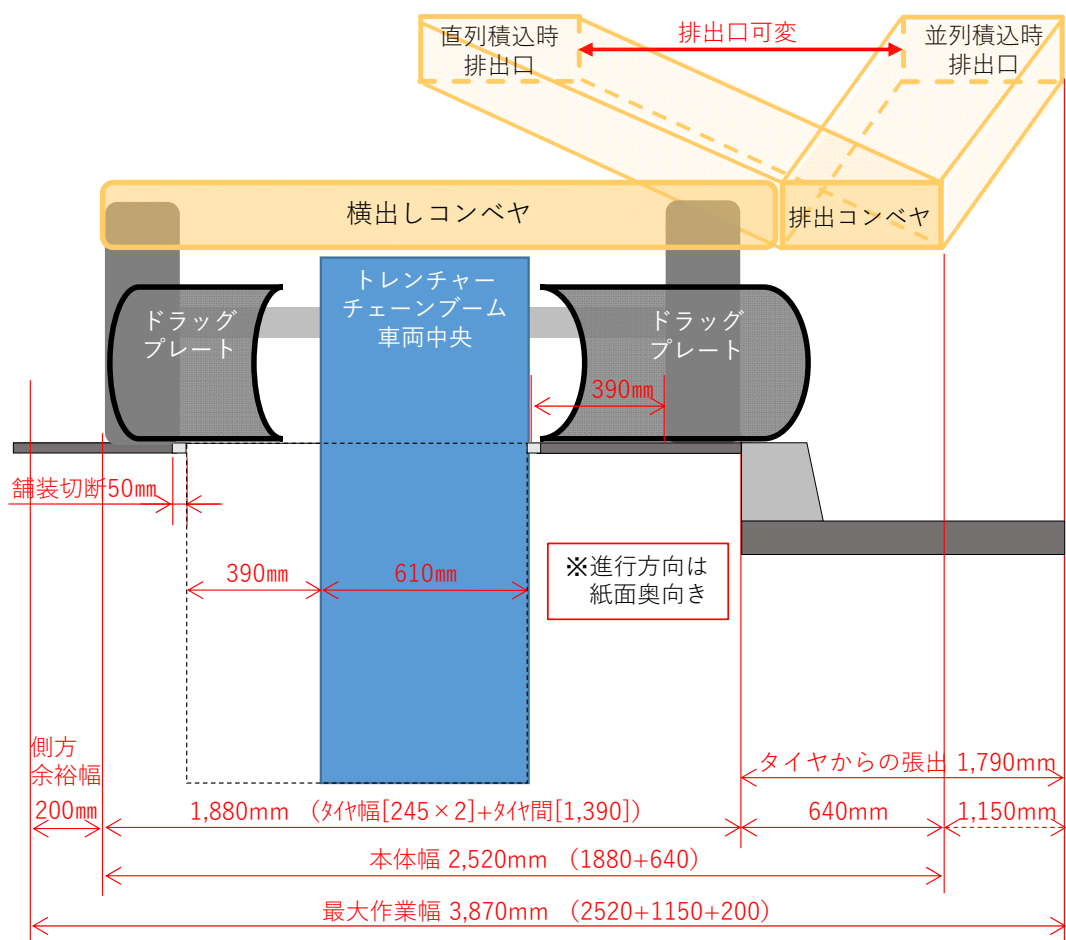


図-3.4 作業帯幅の考え方（オフセット無し）



2) オフセット有り（外側へチルトした掘削位置）での作業帯幅

チェーンブームはオフセット機構を有しており、進行方向左側へ最大0.39mオフセットすることができる。これにより、並列積込みをしつつ、掘削ルートを最大限外側にすることが可能となる。

一方、ドラッグプレートも追従してオフセットされるため、外側への張り出し量が増え、防護柵などが支障にならないか等、作業帯幅の確保に注意が必要である。

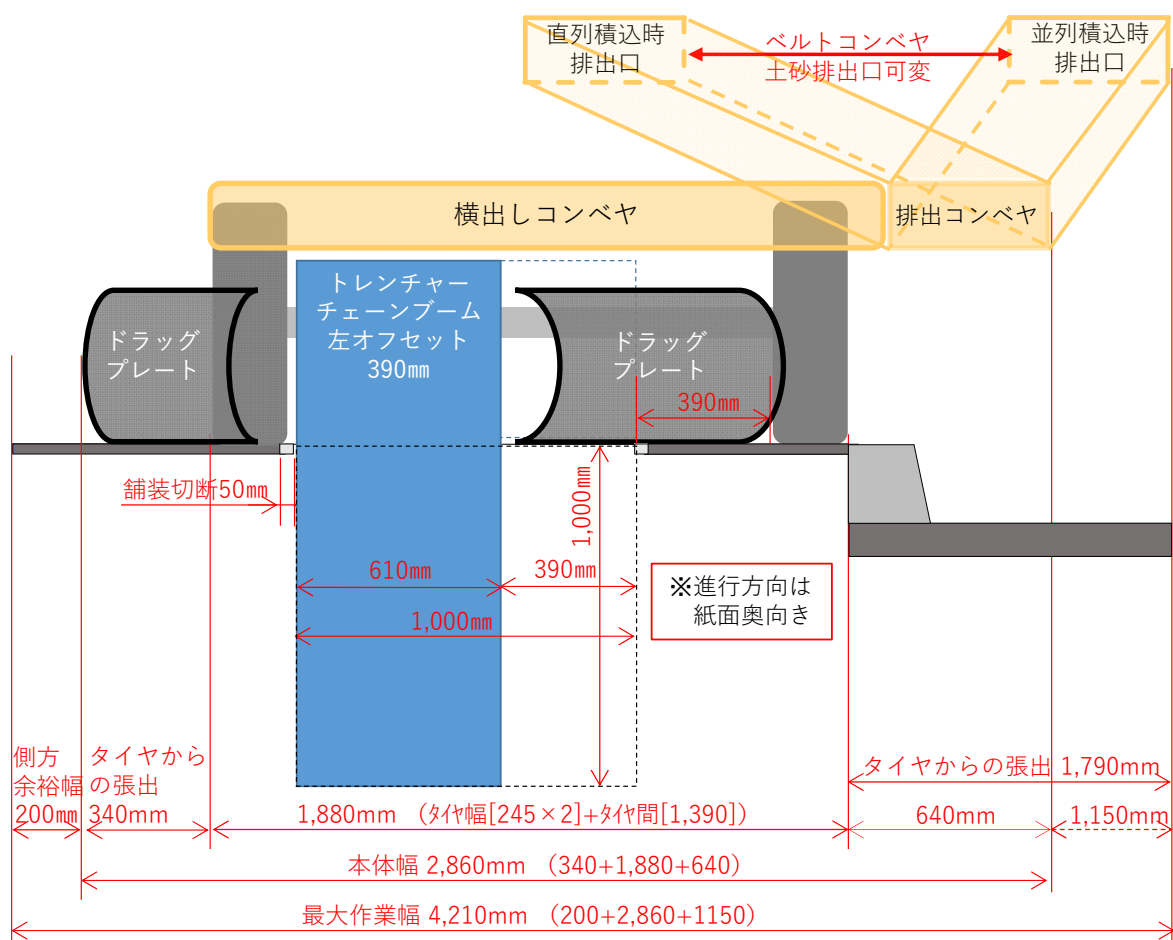


図-3.5 作業帯幅の考え方（オフセット有り）



3-3 現場条件

①施工環境 ※「4-2 1)トレンチャー工法に適した施工環境／電力需要の把握」も参照のこと

- ・沿道の建物・施設等が少なく電力・通信需要が少ない環境
- ・一定延長を連続的に施工可能な地域

②施工基面

- ・作業帯として機械全幅をカバーする平場を確保できる箇所
- ・平坦で左右の傾斜がなく、曲がりの少ない直線的な掘削作業が施工できるエリア

③適用土質

- ・玉石などの混入がなくかつ過度の水分が含まない土砂
- ・路盤など十分締まった地盤

【解説】

トレンチャーは日当たり数百mの掘削作業が可能である。そうしたトレンチャーの性能を活かすためには、日々復旧が不要で、郊外部など日当たり施工延長が確保できる地域に適用することが望ましい。掘削時は旋回作業がないため、バックホウ等と比較し接触リスクが軽減し、掘削速度が大きいことから通行制限時間の短縮が可能となる。

市街地など日々復旧が必要な場所では、管路敷設・埋戻し施工を都度終わらせる必要があるため、トレンチャーの施工能力が十分に発揮されない。また、既設埋設物が多い場所では回避動作に伴うタイムロスが多く発生するので、既設埋設物や引き込み線等が少ない郊外部等での活用が効果的である。一方、掘削幅や掘削深さに制約があることから、市街地など管路条数が多く掘削断面が大きい現場への適用は、標準的な施工方法よりも非効率・コスト高となる。

作業面が平坦でない場合は、掘削溝の床仕上げが必要になる場合があるので、状況によっては作業面の整地を検討する必要がある。

土中に玉石がある場合には、掘削が中断し作業が困難となる場合がある。また、砂地および水分の多い地盤は掘削溝が崩れやすい他、特に水分過多の場合は、タイヤが泥濘むことで掘削面が蛇行しやすいので注意が必要である。機械によっては岩盤でも掘削可能な機種もある。

**【参考】**

一般的な道路構造を車道部、路肩部、歩道部、道路法面部に分類し、各箇所で行う施工に必要な機械適用のポイントを以下に整理した。なお、本章で紹介する機種では対応が難しい場合があるので、2-4海外トレンチャーメーカーの調査や巻末参考資料等を参考に、機種を選定すること。

＜機械適用のポイント＞

- ・ 縁石の段差など掘削機械の走行位置に制約が生じる場合は、掘削装置のオフセット機構が有効。
- ・ 横断方向に傾斜があり、垂直な掘削が必要となる場合は、チルト機構が有効。
- ・ 路肩部は、ガードレール等の工作物越しに施工する必要がある場合、バックホウ等のアーム（リンク）機構の先端に装備するアタッチメント型の作業装置が有効。
- ・ 歩道部は、機械全幅が歩道の有効幅員以下であること。
- ・ 法面部は、通常、斜面であることやベース車両が乗り入れできる面的強度を有していないことから、路肩部同様の方式を検討すること。掘削幅や掘削深さに制約があることから、管路条数が多く掘削断面が大きい現場への適用は、標準的な施工方法よりも非効率・コスト高となる場合がある。
- ・ 掘削時は旋回作業がないため、バックホウ等と比較し接触リスクが軽減する。
- ・ 郊外部では、トレンチャーの輸送距離が長くなることが考えられるため、輸送コスト抑制の観点から、小型でコンパクトなものが望ましい。
- ・ 施工の効率化の観点から、掘削と同時に土砂積込みが可能な機種が望ましい。
- ・ 郊外部には歩道が点在し、乗り上げが必要になる場合がある。歩道へ乗り上げ可能な機械の条件として、機械全幅は、適用機種で極力コンパクトな機種が望ましい、また、歩道部での施工が想定されるため、歩道の耐荷重の基準等がないため、機械総質量は冬季に使用される歩道除雪車7.5t^{※11}の実績が参考となる。
- ・ 法面を施工したい場合、バックホウのアタッチメントタイプのトレンチャーがあるが、適合するバックホウが13t以上となるため、歩道上からの施工は困難である。



3-4 施工手順

トレンチャーの機械仕様や現場条件を踏まえたトレンチャー工法の施工手順について、組合せ機械、日々繰り返しを想定した施工フロー、及び各工程のポイント・留意点を示す。

1) 各工程における組合せ機械

トレンチャー工法の工程毎に必要な組合せ機械を、以下に示す。

組合せ機械は、土木工事標準積算基準書※¹²のバックホウ掘削による標準施工に準じており、トレンチャーはベルトコンベヤ付きタイプを前提にし、郊外部の路肩及び歩道部の施工を想定し選定している。

表-3.4 トレンチャー工法における組合せ機械

順番	工程	使用機械					
		標準機械(小規模)		トレンチャー工法			
①	現地調査	—		—			
②	測量・基線設置	—		—			
③	埋設物位置の確認	—		—			
④	地中探査	—		地中探査機			
⑤	舗装版切断	コンクリートカッタ		コンクリートカッタ			
⑥	舗装版破砕撤去	バックホウ	(山積0.28m ³)	バックホウ		(山積0.28m ³)	
⑦	殻運搬処理	ダンプトラック	(4t積)	ダンプトラック		(4t積)	
⑧	掘削	バックホウ	(山積0.28m ³)	トレンチャー 補助バックホウ		(山積0.28m ³ 級)	
⑨	土砂等運搬	バックホウ ダンプトラック	(山積0.28m ³) (4t積)	ダンプトラック		(4t積、10t積)	
⑩	管路敷設	—		—			
⑪	保護土	—		小型バックホウ、ハンドガイトタンバ			
⑫	埋戻し	バックホウ	(山積0.28m ³)	小型バックホウ		(山積0.28m ³)	(流動化 処理土)
⑬	締固め	タンバ・ランマ	(60～80kg)	タンバ・ランマ	アタッチメント型 振動コンパクタ	ミサ車 (溝転 圧用)	
⑭	舗装仮復旧	振動ローラ 振動コンパクタ	(ハンドガイト, 0.5～0.6t) (40～60kg)	振動ローラ 振動コンパクタ		(ハンドガイト, 0.5～0.6t) (40～60kg)	

※土砂排出機能(ベルトコンベヤ付き)タイプを前提に記載した施工フロー



2) 日々工程を想定した施工フローと各工程のポイント

従来工法では日進延長が数m～10数mであり日々工程はクリティカルになるが、トレンチャー工法では、1日あたりの掘削延長が数10m～100m以上も可能であり、後工程は掘削を追いかける形で並行作業が可能となり、待ち時間の短縮や作業時間の確保が可能となる。このように施工効率が向上することで日々の施工延長（日進延長）が延伸し、従来工法に比べ2～3倍になることが期待できる。

以下にトレンチャー工法の施工フローを示し、以降各工程のポイント及び留意点を詳述する。

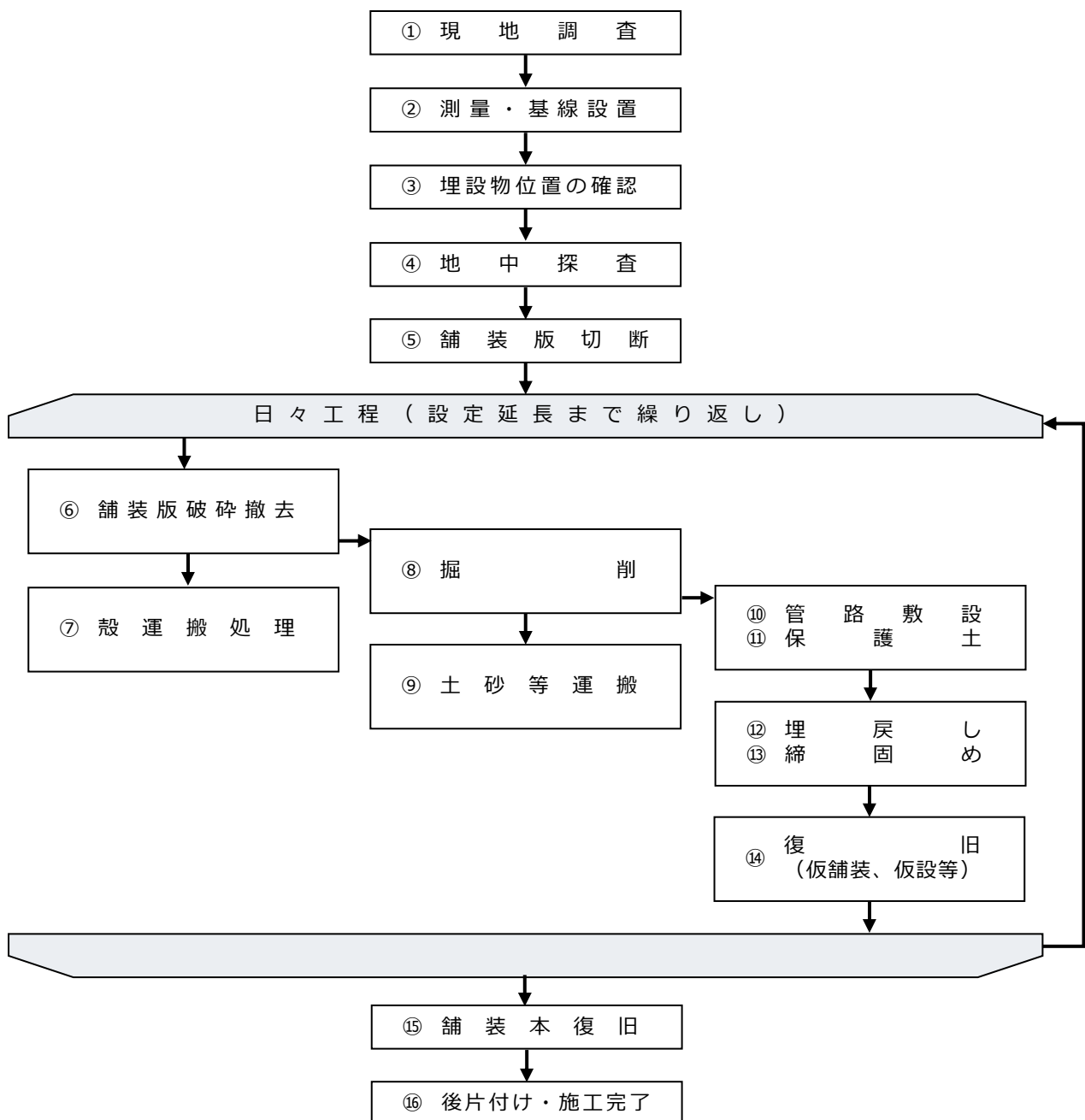


図-3.6 トレンチャー工法の施工フロー図



施 工 前 準 備

①現地調査

設計図書に基づき、現場環境を確認する。

トレンチャーの稼働に関して、施工基面（走行面）の状態や勾配・段差の有無、進入路の状況、作業帯幅における支障物の有無などを把握する（写真-3.8、写真-3.9）。また、施工範囲の外側について、交通規制が必要な現場の場合の交通規制の範囲、土場の確保・運搬ルート、機体の保管場所・搬出入ルートなどを把握する。

特に、トレンチャーの掘削に際しては、土質と埋設物の位置の把握が重要であり、設計段階において事前に調査し設計図書等に明示する必要があるが、現地においては、設計図書等との整合の確認と、必要に応じ試掘を行い確認する。

（③埋設物④地中探査については後述する）

②測量、基線設置

設計図書に基づき、測量を行い基線を設置し、トレンチャー掘削ルート及び舗装版切断ラインの位置だし・マーキングを行う（写真-3.10）。

③埋設物位置の確認

設計図書及び管理図に基づき、道路附属物または占用物件等の埋設物調査を行い、位置出し・マーキングを行う（写真-3.10）。



写真-3.8 施工基面の状態や勾配・段差を確認
低下縁石など進入路も確認



写真-3.9 走行に支障となる附属物等も確認



写真-3.10 掘削ライン及び埋設物の位置出し

トレンチャーの運搬

トレンチャーは11tトラック等による陸送が可能である。また現場での取り卸しは、自走にて行うことができる（写真-3.11）。

基地にて必要な機器セッティングは行ったうえで現場に搬入し、現場にて点検・稼働試験等を行うものとする。



写真-3.11 11tトラックによるトレンチャー運搬



地 中 探 査

④地中探査

設計図書及び管理図に基づき埋設物位置を事前に把握することが前提であるが、掘削中に予期せぬコンクリート片や建設資材などの不明物が埋まっている可能性があるため、施工前に掘削ルート全線において地中探査を行う（写真-3.12）。

このような目的から面的な詳細調査を行うものではなく、掘削ルートに沿った線的調査により、トレンチャー掘削の緊急停止等を避けるため不明物を把握することを目的に行う。

i. 測線

地中レーダ装置を路上で走査させる計画線を測線という。測線を細かい間隔で設定すれば、より細かな探査が実施でき、また粗い間隔で設定すれば、探査結果も粗くなる。

一方、測線の間隔は探査コストに大きく影響する。測線を粗く設定すれば探査コストは下がるが、精密な探査は期待できない。このようなことから、測線の設定は、探査目的や探査対象物、また探査現場の埋設物の輻輳状況などや探査コストを勘案して、最適に設定される必要がある。

通常、測線は等間隔でメッシュ型に設定するが、トレンチャー施工の場合、縦断探査で反応があった箇所のみ横断探査を実施する。縦断探査で埋設物の反応があった場合には、横断探査で埋設物が点状か線状かを判定する。線状の場合、管路や電線等の可能性があるため追加で縦断探査をする場合もある。

レーダアンテナの指向性を考慮すると、縦断探査の測線数は幅610mm以下の場合1本でおおむね対応可能と考えられる。



写真-3.12 地中探査

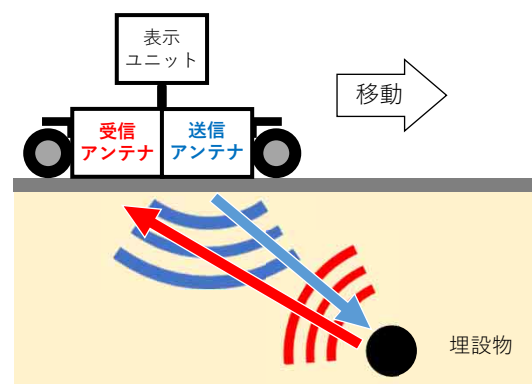


図-3.7 地中レーダ法

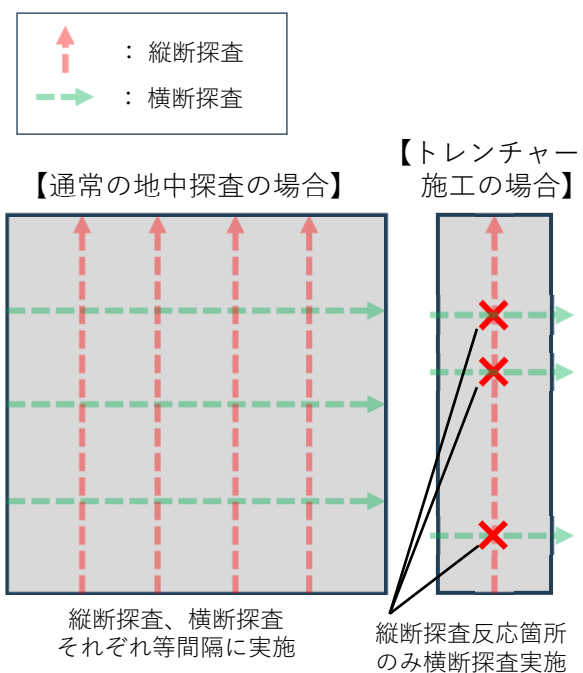


図-3.8 測線



ii. 施工フロー

地中レーダ法を使用した地中探査の施工フローを表-3.5に示し、以下詳述する。

なお、地中探査は舗装切断時に発生する排水が影響する可能性があるため、舗装切断前に実施するほうが望ましい。

a. 縦断方向測線の位置出し

地中レーダ装置が走査する測線のルートガイドとするため、チョークや水糸等による位置出しを行う。

（舗装切断用の位置出し等の目安となる線がある場合、新たに位置出しを行うと視認性が悪くなるため、省略しても良い。）

b. 縦断探査

掘削縦断方向の測線に沿って走査し、地中の反応の有無を原位置で確認する。

c. マーキング

縦断探査で埋設物の反応があった箇所に検出した深さのマーキングを行う（図-3.9）。

d. 横断探査、解析

縦断探査マーキング箇所に対し横断方向に走査する。

e. 判定、マーキング

縦断探査と横断探査の結果より掘削回避すべき埋設物有りと判断した場合、③のマーキングの横にマーキングを行う（図-3.10）。

ただし、上記箇所にマーキングした場合、舗装撤去後に無くなってしまうため、舗装撤去後外側に別途記入する等、現場状況に応じ工夫する。

表-3.5 施工フロー

順番	施工フロー
a	縦断方向測線の位置出し
b	縦断探査・解析
c	マーキング
d	横断探査・解析
e	判定、マーキング

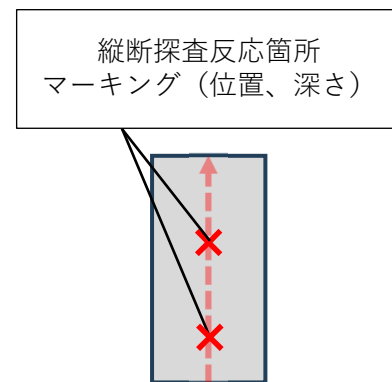


図-3.9 縦断探査

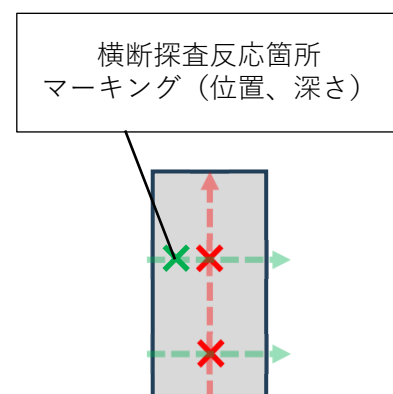


図-3.10 横断探査



舗装版撤去

⑤舗装版切断

舗装版切断ラインを目安に、アスファルトカッターで切断作業を行う。

なお、カッター作業は相応の作業時間を要するため、舗装版が健全で交通を開放しても飛散等の恐れがない場合には、区間全線を先行して切断することは問題無い（写真-3.13）。



写真－3.13 舗装切断後の状況
(相応の時間を要するため、先行して施工可)

⑥舗装版破碎・撤去 ⑦殻運搬処理

建設リサイクル法に基づき分別処理が必要になるため、掘削前に舗装版を破碎・撤去し、リサイクル施設等にアスファルト殻を運搬し適正に処理する。

なお、日々の作業終了時に交通開放が必要な場合、舗装版撤去により路面に段差が生じるため、日々必要延長を掘削前に撤去する（写真-3.14）。



写真－3.14 舗装版の破碎・撤去状況



掘 削

⑧ 掘削

トレンチャーは、一定の幅・深さの溝を精度よくかつ高速で掘削できることが特徴である。ここでは、掘削作業上のポイントや留意点を紹介する。

<掘削前の位置決め、機械セッティング>

掘削前に舗装版が撤去されているため、タイヤが段差に落ちないように掘削箇所を跨いで前進または後進で進入し、掘削用チェーンを掘削位置に合わせる（写真-3.15）。また、事前に位置出した掘削ルートラインに機体前方の位置を合わせる（写真-3.16）。

掘削チェーンの幅は、設計幅を確保できるように現場搬入前に掘削刃の取替・調整を行っておく（詳細は、3-2機械仕様参照）。また掘削深さは、チェーン（ブーム）の角度によって設定するため、設計深さの位置をマーキングしておくが良い（写真-3.17）。

<トレンチャーの掘削、誘導>

トレンチャー掘削作業は、運転手の操作により、後部の掘削チェーンを回転させブームを所定の角度まで下げて掘削を開始し、掘削ルートラインを目安に機体を適宜前進させることで、掘削を進めていく。

また、トレンチャー誘導員を機体後部に配置し、機体の進行方向やチェーンのチルト位置及びブーム角度などを目視で確認し、適宜運転手に手合図や無線等により指示する（写真-3.18）。

特に、転石・玉石や不明な埋設物などを発見した際には、接触によるチェーンの損傷等を防ぐため、緊急停止を運転手に指示することも重要な役割となる。



写真-3.15 掘削位置への移動（舗装の段差に注意）



写真-3.16 掘削ルートラインの位置合わせ



写真-3.17 掘削深度の設定



写真-3.18 掘削状況（誘導員による指示）



＜土砂積込み＞

掘削と同時に、ベルトコンベヤで土砂を積込みを行うことができる（写真-3.19）。ダンプトラックは4tまたは10tに積込みが可能であり、1車線積込み、または並列積込みも可能である（3-2機械仕様参照）。

積込みに際しては、ダンプトラック誘導員を配置し、ダンプの荷台に均等に土砂が積み込まれるよう、ダンプの前進・後進の誘導や、ベルトコンベヤシュート部の角度調整等の指示を行う。特に、飛び石には十分に注意するものとし、機体側部（ベルトコンベヤ基部）のネット養生や（写真-3.20）、シュート先端にカバーの取付等を行う（写真-3.21）。

路面上にこぼされた掘削土砂はドラッグプレートにより掘削断面内に落とされるが、別途掃き掃除が必要になる場合がある（写真-3.19）。また、ベルトコンベヤ機構が無いトレンチャーでは、掘削土砂はそのまま路面上に盛りこぼされるため、別途積込み作業が必要になる。

＜人員配置、組合せ機械＞

トレンチャー掘削における人員配置は、トレンチャー運転手、トレンチャー誘導員、ダンプトラック誘導員、及び軽作業員となる。

機械配置は、トレンチャー、ダンプトラックのほか、補助バックホウが必要となる。補助バックホウは、埋設物の回避箇所や曲がり部などの局所的な掘削に必要なためであるが、埋戻し等で必ず使用するため、現場内で流用する。

参考として、表-3.6に、標準的な人員・機械配置を示す。



写真-3.19 ベルトコンベヤによる土砂積込



写真-3.20 飛散防止ネット



写真-3.21 飛散防止ゴムカバー

表-3.6（参考）トレンチャー掘削の人員・機械配置

人員・機械配置	規格・条件	数量
トレンチャー賃料	RTX750SOC	1.5 供用日
土木一般世話役		0.16 人
特殊運転手	トレンチャー運転手	1 人
普通作業員	トレンチャー誘導員	1 人
軽作業員		1～2 人
補助バックホウ	0.28m3級	1 台
ダンプトラック	4t または 10t	必要 台
普通作業員	ダンプ誘導員	1 人



<掘削の精度>

前述した通り、トレンチャーは20cm～61cm程度の細い溝を精度良く切り出すことができる。以下、幅毎の掘削断面と精度を紹介する。

i. 20cmの掘削断面と精度※17～20

幅20cmの狭隘な断面の土砂掘削において、写真-3.22、図-3.11の通り、壁面が崩れることなく、どの断面においても設計幅を確保でき、床面の不陸もなく平坦な仕上がりが確保できる。

溝幅が20cmであれば、電力管路1列または通信管路2列を収めることができる（⑩管路敷設参照）。トレンチャー掘削では、掘削の出来型を必ず設計値以上に確保できるため、無駄な余堀を最小限に抑えることができることは大きなメリットである。

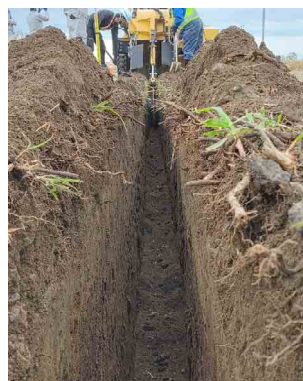


写真-3.22 幅20cm狭隘断面の掘削状況（土砂）

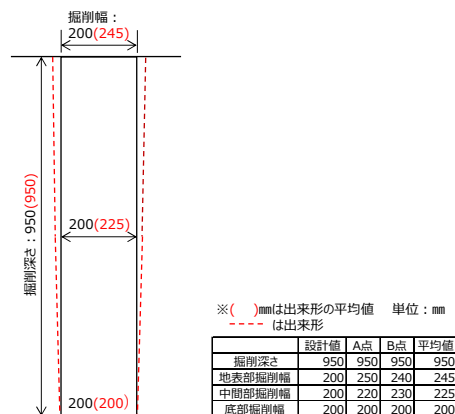


図-3.11 幅20cm狭隘断面の出来型

ii. 61cmの掘削断面と精度※21～27

幅61cmの路盤掘削においても、写真-3.23、図-3.12の通り、掘削幅は設計値以上を確保できる。路盤掘削の場合、土砂掘削と比べて、やや出来形が拡大する傾向になるが、壁面は安定しており崩れるようなことも無い。また、トレンチャーにより掘削と同時に床面を均していくため、別途床均し作業は不要である。

幅61cm程度の幅があれば、断面内での管路敷設作業等を行うことができる（⑩管路敷設参照）。また、設計幅が確実に確保され、床均しも不要であるため、後工程での手戻りが無く、施工効率が向上する。



写真-3.23 幅61cm断面の掘削状況（路盤）

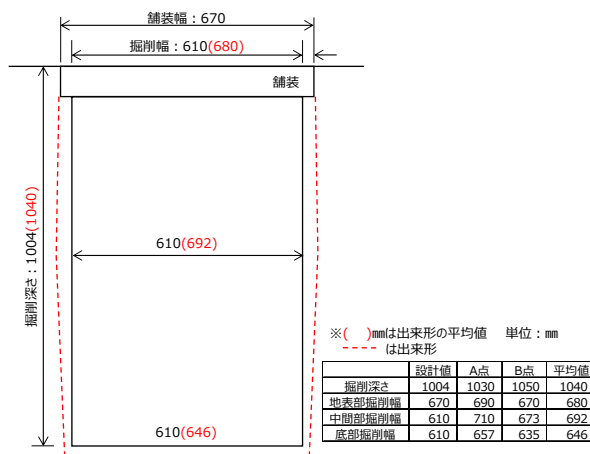


図-3.12 幅60cm断面の出来型



iii. 路盤すきとり ※28～32

トレンチャーは、深さの管理も精度良く行えることから、新たな活用方法として、路盤再利用を目的とした2段掘削も可能である。以下、実際の活用事例を紹介する。

施工断面を図-3.13、掘削状況を写真-3.24、掘削後を写真-3.25に示す。

一次掘削は、既設の路盤材を再利用するため舗装下280mmまで掘削することで、すき取りを試みた。路盤材は良質な碎石で、トレンチャーによりかき回されても、割れたり欠けたりすることはなく良好な状態が保たれていた。なお、掘削幅は、路盤掘削であることから両側3～4cm程度広がる傾向にあったが、壁面はほぼ直立し崩れてくることはなかった。また、掘削幅のばらつきを考慮し舗装切断幅を両側5cmと最小限にしたが、この幅の中で掘削は十分に可能であり、設計が妥当であった。

二次掘削は、路盤をすき取った後にトレンチャーを引き戻し、路床の掘削を行った。土質は主に火山灰であり、掘削は十分に可能であった。

ただし、比較的粒径が荒い路盤と、細かい火山灰を掘削することとなるため、掘削能力と掻き揚げ能力のバランスを考慮した掘削刃のセッティングをすることが施工効率を確保するためのポイントとなる。

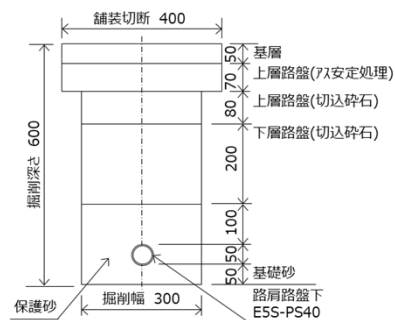


図-3.13 2段掘削の施工断面



写真-3.24 掘削状況



写真-3.25 掘削後（左：一次掘削、右：二次掘削）

⑨土砂運搬

4tまたは10tダンプトラックに所定の量の発生土が積み込まれたら、現場内外に用意した土場に土砂運搬を行う。土場で土砂を降ろした後、速やかに掘削箇所へ移動し、所定の位置で待機する。

トレンチャーは連続的に掘削を行うため、ダンプトラックを複数台数用意して運搬を行う。速やかに回転できるように、土場はなるべく現場近くに用意し、ダンプトラックの配置場所や積載順序を事前に整理するなど、効率的に運搬を行うことが望ましい。



管路敷設

⑩ 管路敷設

管路敷設は、国内の一般的な管路材を使用し、人力による配管・接続を行う、電線共同溝技術マニュアル※³⁵等の作業工程と同様である。ただし、トレンチャー掘削による細い溝の中での敷設作業になるため、これに特化したポイント及び留意点を以下に紹介する。

<管路材>

管路材は、CCVP管やPV管、土被りが浅い場合には鋼管などがあり、多くは1本が5m程度のもので、差し込みやねじ込みで接続し、敷設するものである。特に、低コスト管路材として無電柱化のコスト削減の手引き※³⁶等で紹介されている角型多条電線管（角型FEP管：写真-3.26）は、コンパクトな敷設断面になるため、トレンチャー工法においては活用が望ましい。



写真-3.26 角型FEP管の管路敷設作業状況

<管路敷設開始のタイミング>

電線共同溝など市街地での地中化施工では日進延長が10m以下程度であるため、管路敷設は掘削完了後に開始することになる。一方トレンチャー工法では、日進延長が数10m～100m以上にもなるため、掘削済み区間がある程度確保されると順次管路敷設を開始することが可能となる（写真-3.27）。これにより管路敷設の待ち時間が削減され、全体の作業効率が向上する。



写真-3.27 掘削を追いかけて管路敷設が可能

<掘削幅の狭さに応じた配管・接続方法>

掘削断面の幅・深さに応じて、管路敷設の作業形態が変わることとなるが、いずれも作業性に問題は無い。以下に3つのパターンを示す。

i. 幅20cm程度で深い断面での地上接続※^{17～20}

掘削断面内に作業員が入ることができないため、地上で管路を接続し、順次掘削断面内に落とし込んでいく方法を取る。（写真-3.28）



写真-3.28 角型FEP管の地上接続状況



角型FEP管 $\phi 130 \times 2$ 条（図-3.14）の場合、管路端部を持ち上げ、掘削溝内に落ちないように養生したのち、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う（写真-3.28）。角型FEP管は可撓性があるため、地上部での接続は容易である。

なお、トレンチャー掘削では掘削幅が設計幅を下回ることが機構上無く、掘削断面の仕上がりも良いため、掘削余幅は最小限でも管路材を隙間なく収めることができる（写真-3.29）。

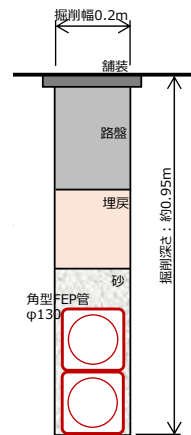


図-3.14
R4試験断面



写真-3.29
狭隘断面に収まる角型FEP管

一方、RR-VE管 $\phi 54 \times 4$ 条（図-3.15）の場合でも、管路材はある程度柔軟性があるため、角型FEP管と同様に地上接続が可能であり（写真-3.30）、掘削断面内にも精度良く収まる（写真-3.31）。また、過去にはPV管 $\phi 75 \times 5$ 条程度の地上接続の実績もある※38（図-3.16参照）。

以上のように、トレンチャーによる掘削幅が狭く人が入れない場合においても管路敷設は可能であり、これによる土工量削減が大きなメリットとなる。

なお、管路の接続部は平行に保持する必要があるため、接続時に端部保持用の作業架台を準備することが有効と考える。



写真-3.30 RR-VE管の地上接続状況

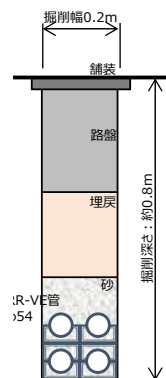


図-3.15
R4試験断面



写真-3.31
狭隘断面に収まるRR-VE管



図-3.16 「小幅溝連続掘削機パンフレット」より ※38



ii. 幅31cm程度で浅い断面での配管・接続※28～32

掘削断面内に作業員が入れなくても、配管が地上から届く浅さにあれば作業性は確保できる。

写真-3.32のように、PS40（長さ5.5mの被覆鋼管）の場合、管の柔軟性は無いため接続は掘削溝内で水平に行う必要があり、ねじ式の接続作業のために相応の作業幅が必要になる。

掘削幅は300mmと狭いが、掘削深さを600mmと浅く設計したことにより上下作業が可能となり、接続作業における十分な作業性を確認している。



写真－3.32 小断面内での鋼管接続状況

iii. 幅61cm程度で管路条数が多い場合の敷設※21

掘削断面内に作業員が入ることができれば、多くの管路条数でも作業性は確保できる。

写真-3.33のように、掘削幅610mm、掘削深さが1200mmと狭くて深い断面内で、角型FEP管φ130×4条、φ100×4条、RR-VE管φ54×8条を敷設する場合、施工手順としては、角型FEP管φ130、RR-VE管、最後に角型FEP管φ100を施工する。

作業にあたっては、掘削幅610mm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。管と掘削壁の余幅が片側48mm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り、狭隘な断面下でも管路敷設は可能であり、十分な作業性を確認している。（写真-3.34）。



写真－3.33 w61×dp120内での管路敷設



写真－3.34 最小限の掘削余幅で合計16条の管路敷設が可能



<掘削余幅について>

⑧掘削で述べたように、トレンチャーの掘削断面は、設計幅を必ず確保できる。かつi及びiiiの事例では、掘削余幅を最小限としているが、管路敷設の十分な作業性を確認できている。このようなことから、トレンチャー工法において掘削余幅は、管路が収まるだけの最小限とすることができると考えた。

<床仕上げの精度向上による基礎砂の削減について>

⑧掘削で述べたように、トレンチャーは一定の深さで掘削できることから、床面の不陸が少なく仕上げることができ、実際の施工データでは平均掘削深さに対して±1cmの精度を確保出来ていた（写真-3.35）。また、作業の手順によっては、路面上に残ってしまった掘削土を、掃いて掘削断面内に戻すこともあるが（写真-3.36）、スコップ等で均すことのみで、床付面を確保できる（写真-3.37）。

このようにトレンチャー工法では、管路の床付面を、掘削時に精度よく確保できることから、電線共同溝方式などで必要としていた砂基礎については、削減することができると考えた。



写真-3.35 掘削後の仕上がり状況



写真-3.36 掘削直後の床の状況
※路面上に残った残土を断面内に戻している



写真-3.37 床均しの状況
※掘削床面は不陸がないため、スコップ等で均せば平坦な床付面を確保できる



保護土

⑪保護土の充填

管路の配管後、または管路条数が多い場合には数回に分けて、管路材の周りに保護土を充填する。保護土材量はいくつか考えられ、以下に紹介する。

i. 砂による充填

作業性や充填性を考慮し、保護土には砂が用いられることが多い。購入材であるため、ダンプロック等で現場に搬入する。

砂の投入は、バックホウまたは人力により行う。砂の充填は、人力による突き固めのほか、管路の隙間などにはハンドタイプのタンパで充填するなど、なるべく空隙を無くすように充填する（写真-3.38）。最後に締固めとして、ランマー等による突き固めのほか、十分な量の水による水締めを行い、空隙が無くなるように仕上げる（写真-3.39）。

なお、前述のような狭隘断面であっても、ハンドタイプのタンパの使用、及び水締めによる充填・締固めを行うことで、確実な充填がされたことを確認した（写真-3.40）。作業性は従来と同様であり、かつ砂の使用量が削減されるなどメリットが大きい。



写真-3.38 砂充填状況（ハンドタンパ）

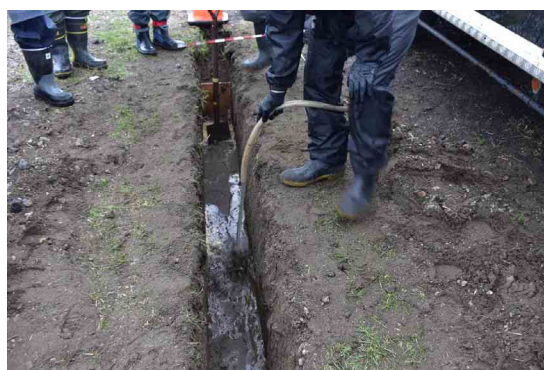


写真-3.39 水締めの状況



写真-3.40 砂充填性の確認（施工後1年）左：RR-VE管、右：角型FEP管



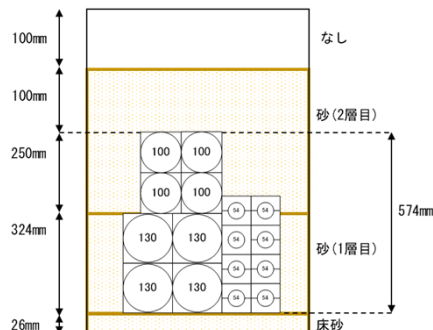
<トピックス> 角型FEP管の砂充填性試験

角型FEP管を複数段、異口径で重ねて設置した場合、保護土(砂)の埋戻し時に、すべての隙間に砂が十分に充填されているか外観からは確認できないという課題があります。そこで、砂の充填状況を確認するため、現地ではなく模擬的な施工試験を実施しました。

試験では、コンパネを用いて掘削溝を模擬的に作成し、その中に角型FEP管を敷設。埋戻しおよび締固め作業を2層に分けて行いました。締固めにはハンドタイプのタンバを使用し、その後、水締めを行いました。これにより、管の周囲や層間に砂が均等かつ確実に充填されているかを検証しました。

<試験により得られた知見>

- 模擬試験の結果、配管周囲への砂の充填は問題ないことが確認され、複数段及び異口径の角型FEP管の敷設においても、適切な施工管理により十分な充填が可能であることが確認されました。



ii. 掘削土の現場内流用

保護土は、一般土工部（歩道部分含む）で車両荷重が無い場合に、掘削土（良質土）で埋め戻すことも考えられる※37。電線共同溝技術マニュアル※35では現状認められていないが、トレンチャーによる掘削土は良くほぐされた土（写真-3.41）であり、管路が少ない場合や路面に影響しない区間など、コスト削減の観点から試験的に取り組むことも有効である。



写真-3.41 トレンチャーによる掘削土



iii. 流動化処理土による充填※13～15

流動化処理土は、多量の泥水と土砂に固化剤を加え混練することで生成され、土工による締固めが困難な狭隘箇所を使用される。流動性のある土工材料であり、流し込みによる充填作業が可能で、時間経過により固化する。

運搬は、主に生コン用10t級のアジテータ車を使用される。長距離運搬や高温となる時期には、処理土の流動性が低下するので、フロー値の傾向管理が必要となる。場合によっては固化遅延剤も検討すべきである。

打設は、アジテータ車のシュートに接続したホースから直接断面内に投入する方法がある（写真-3.42）。ただし、打設時は管に浮力が生じるため浮上防止の対策を講ずる必要がある（写真-3.43）。また、時間経過や気温上昇に伴い固化が進行し、性状が変化していくので、これらを踏まえた作業工程の管理を怠らないよう留意する。

外気温が著しく低い箇所で施工する場合、使用温度に適合した固化材の選択や、初期凍害や強度発現の遅延に対する養生等の対策が必要となる。また、製造プラントが冬季の稼働に対応していない場合もあるため、事前に製造・施工可否を確認すること。



写真-3.42 流動化処理土打設状況



写真-3.43 土のうによる浮き上がり防止（角型FEP管）



写真-3.44 流動化処理土充填性の確認（施工後1年）
左：RR-VE管、右：角型FEP管



埋戻し・締固め

⑫埋戻し

埋戻しにあたっては、良質な土を使用し、小型バックホウ等で掘削断面内に投入する（写真-3.45）。埋戻し量は小規模にはなるが、十分に締固めができるよう、適量ずつ投入する。

埋戻し材としては、前述したようにトレンチャー掘削土は良くほぐされた土であり、廃棄物縮減の観点からも活用することが望ましい。また、流動化処理土を使用する場合には、管路周りの保護土と一括で打設しても良い。



写真-3.45 小型バックホウによる投入状況
(写真は砂の投入状況)

⑬締固め

埋戻し材の投入後スコップ等で均した後、タンパ・ランマを使い締固めを行う（写真-3.46）。狭隘な断面内での作業となることから十分に締固めるものとする。

埋戻しの仕上げとして、振動コンパクタも使用して仕上げ作業を行う。



写真-3.46 タンパによる締固め状況
(写真は路盤の締固め状況)

<トピックス> バックホウ用アタッチメント型振動コンパクタ

機械による締固め工法の確立を目指し、過年度試験施工を行い、以下のような知見を得た。

- 掘削溝を跨いだ施工が効率的であるが、軟らかい地盤や深く幅の広い溝を跨いで施工すると、溝が崩落する恐れがあるため、その場合は溝越しのオフセット施工を検討する。
- オフセット施工の場合、振動コンパクタにスイベル（コンパクタの進行角度可変機構）やスパーサ（深溝対応のための嵩上げ）の装着が必要となる。
- 本施工法では、オペレータが操作室から溝底部の状況が確認しづらいため、別途ミラーやカメラの追加が有効であり、施工確認のための作業補助者1名の支援が必要となる。
- 本事例の振動コンパクタは、305mmの転圧幅に適用できるが、トレンチャー掘削溝は305mm以下の場合、適用幅に注意が必要である。



アタッチメント型振動コンパクタ



スイベル・スパーサ



アタッチメント型振動コンパクタ
による締固め



復 旧

⑭復旧

トレンチャーが活用される箇所としては、歩道部や車道路肩部が考えられ、このような一般の交通に供する箇所では、日々復旧を行う。

埋戻し後には、路盤材を投入し、振動ローラ等で十分に転圧を行い（写真-3.47）、振動コンパクタで仕上げを行う。

舗装の復旧にあたっては、日々は仮舗装を行うが、飛散しないように加熱合材を使用することが望ましい。最終的には仮舗装を撤去し、路盤の再締固めをした後に、本舗装で復旧する。

<日々復旧の改善の工夫>

一般の交通に供する道路の場合、日々交通開放のための路面復旧が求められるが、これにより全体の作業効率は悪化する。ここでは、復旧方法の工夫により、更なるスピードアップが期待できる事例を紹介するので、参考にされたい。

i. 簡易な復旧による仮舗装の削減

日々復旧の場合、交通開放時間を見据えて早めに仮舗装をする必要が生じ、管路敷設作業の時間が圧縮されることとなる。またトレンチャーが活躍する地方部ではアスファルト合材の運搬距離が長く、交通状況によっては待ち時間が増えるなど更に条件が悪くなる。また昨今、アスファルト合材の高騰もある。

日々復旧にあたっては、安全な交通を確保した上で仮舗装が削減できれば、スピードアップと共にコスト縮減にも大きな効果が期待できる。写真-3.48に歩道部の事例、写真-3.49に車道路肩部の事例を紹介する。



写真-3.47 路盤締固め（振動ローラ）



写真-3.48 路盤面の段差を合板で養生（上）
簡易な締め切りで開放（下）

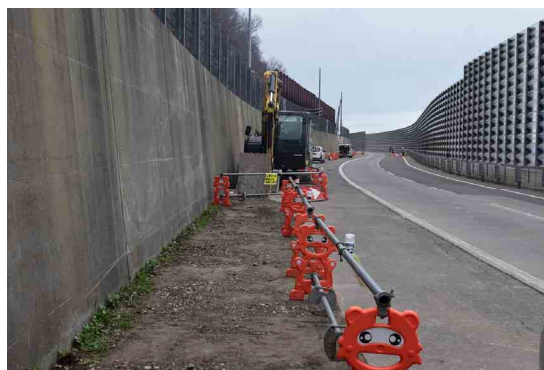


写真-3.49 車道路肩部の仮舗装を削減



ii. 端部の養生による翌日の掘り返し作業の削減

日々の作業終了時に、管路の接続部だけを埋め戻さずに養生し、翌日の作業開始時の掘り返し作業を削減する。写真-3.50は車道路肩部での事例であるが、歩道部においても、マンホール内作業の落下防止柵など、落下防止措置を行うこと等で、掘り返し作業を軽減できる。

日々の作業時間を長くとることができることや、砂や路盤材の使用量の削減、掘り返し時の管路破損のリスク軽減などが期待できる。



写真－3.50 端部を埋め戻さず翌日掘り返しを軽減



4 発注・設計時におけるトレンチャー工法導入検討フロー

トレンチャー工法は、細い溝を高速で掘削し管路を収めていく電線類地中化の新たなスピードアップ工法であり、大幅な工期短縮やコスト縮減も見込まれる。しかし、施工事例も未だ少なく、効果の把握や、効果を高めるための検討手法などが示されておらず、導入促進には課題もある。

そこで、発注者や事業者などがトレンチャー工法の導入を検討する際に参考となる手順をとりまとめたので、以下解説する。

4-1 発注・設計時におけるトレンチャー工法導入検討フロー

図-4.1に、導入検討フローを示す。事前検討すべき、スケールメリットを活かす施工断面や工事延長の考え方、導入効果の比較検証の方法などについて、検討の流れを見える化した。

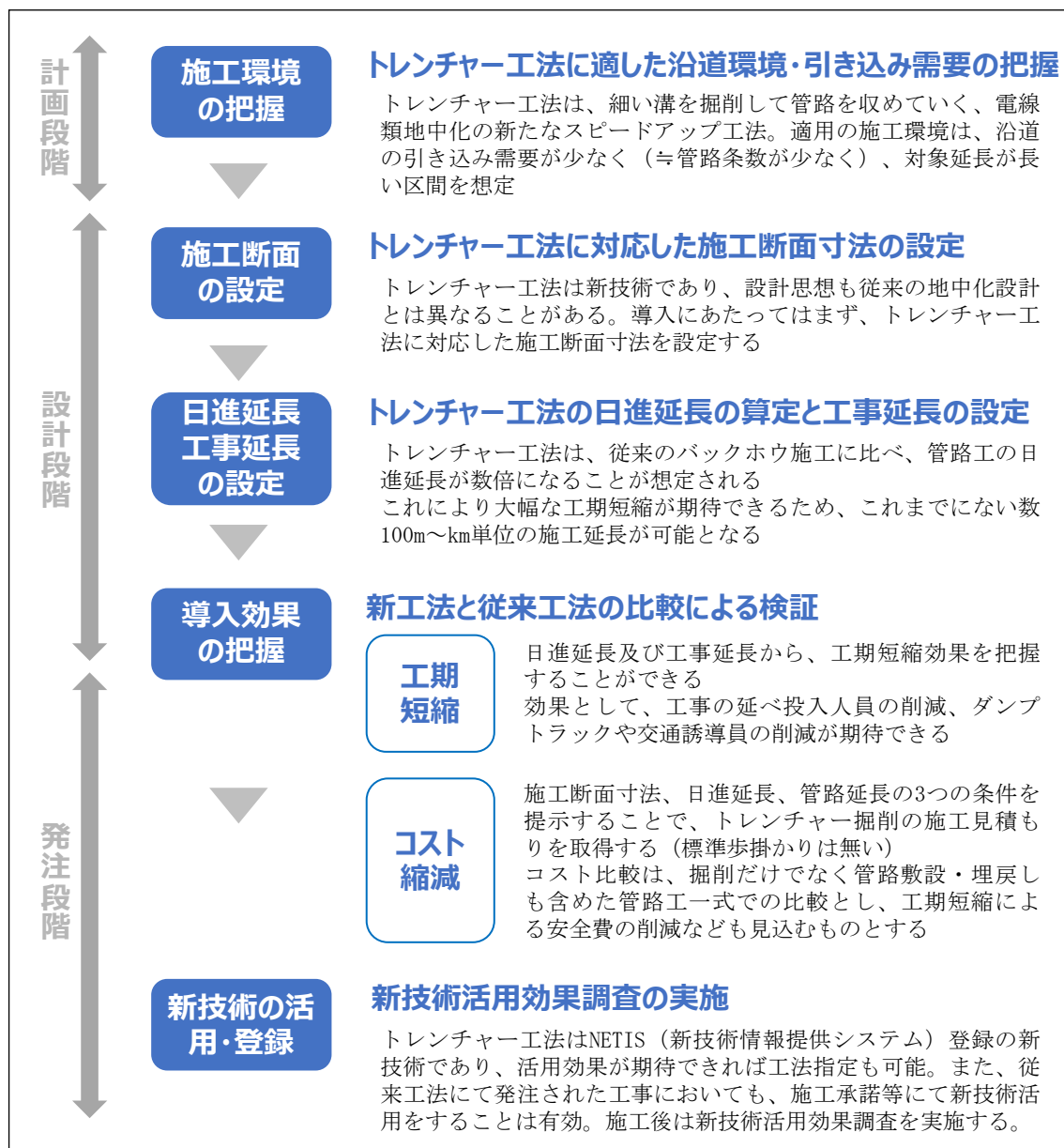


図-4.1 発注・設計時におけるトレンチャー工法導入検討フロー



4-2 計画段階での検討事項

前述した通り、トレンチャー工法は細い溝を高速で掘削できることがメリットであるため、大断面掘削となり対象延長が短い市街地ではスケールメリットを活かすことができない。そのため、導入にあたっては、まず対象区間がトレンチャー工法に適した施工環境か把握し適否を判断する。

1) トレンチャー工法に適した施工環境／電力需要の把握

- 図-4.2に示すような、沿道の建物・施設が少ない/無い（≒電力・通信の引き込み需要が少ない/無い）が適した環境であり、観光ルートや緊急輸送道路などが考えられる。
- このような環境下においては、電線類地中化の対象延長が長く、かつ地中管路は主に幹線系統であり管路条数が少なく施工断面がコンパクトになることから、トレンチャーの高速掘削能力を十分に発揮することが期待できる。

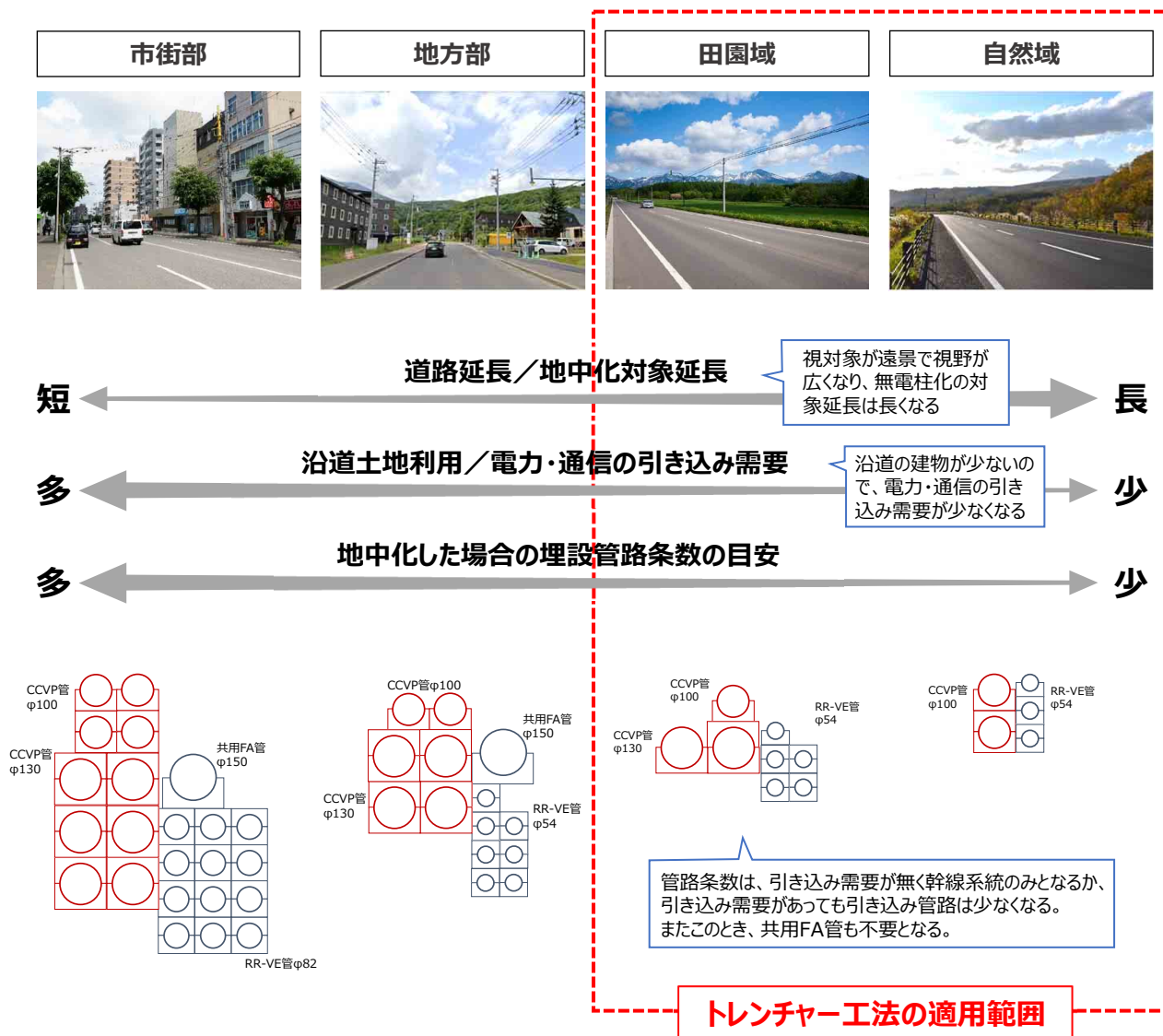


図-4.2 北海道における沿道環境の区分と無電柱化の条件



4-3 設計段階での検討事項

対象区間の電力・通信需要⇨必要管路条数を把握した上で、トレンチャー工法に対応した施工断面を検討する。これを基に日進延長を想定し、必要作業日数からどの程度の施工延長が可能となるか把握できることとなる。また、導入効果について把握することも重要となる。

以下、検討内容について詳述する。

1) トレンチャー工法に対応した施工断面寸法の設定

- トレンチャーの掘削が設計寸法より狭くなることはトレンチャーの機構上無く、管路を収められるだけの幅は必ず確保されることから、掘削余幅は最小限とすることができる。また、掘削床面の仕上がり精度も向上するため、基礎砂を最小限とすることができる。
- 設計寸法はできるだけ小さくすることが重要となる。断面を小さくすることにより、トレンチャーによる掘削速度向上に加え全体の施工量が縮減し、更なる日進延長の延伸（施工日数の大幅な短縮）と、コスト縮減が期待できる。

以下、Vermeer社 RTX750SOCの使用を想定した設計条件を示す。

① トレンチャーの掘削幅

掘削幅：21cm、31cm、41cm、51cm、61cm

※トレンチャーのチェーン部分の掘削刃を取り替えることにより、標準的には、10cm単位で掘削幅を変更できる。

※ダブルカットにより掘削幅を広げられるが、施工効率が低下するので十分に検討すること。

また、二次掘削時に壁面が崩れる恐れがあるので、トレンチャーのタイヤが接地する地盤の状態を十分に確認すること。

② トレンチャーの掘削深さ

掘削深さ：120cm以下

※掘削精度を考慮し、5cm単位で設定することを標準とする。

③ 掘削余幅の設計条件

上述の通り、掘削幅が設計寸法より狭くなることは機構上無く、管路を収められるだけの幅は必ず確保されることから、掘削余幅は最小限とすることができる。また、掘削床面の仕上がり精度も向上するため、基礎砂を最小限とすることができる。



④ トレンチャー工法の断面設計（例）

トレンチャー工法における断面設計例を示す。

<設計の考え方>

- 土被りは北海道における浅層埋設の通信管の最低値60cmを考慮して設定しており、歩道部において各掘削幅に入れられる管路条数を目安に試設計をした。
- 施工環境としては引き込み管路が少ない／無い状況を想定していることから、本項で想定する管路条数は、概ね幹線系統が入る条数で、また、FA管は不要と考えた。もし実際に引き込みが必要な場合は、同一断面内に入れず特殊部から直接引き込むルートを設定することも考えられる。

トレンチャー工法断面設計例（掘削幅21cm）

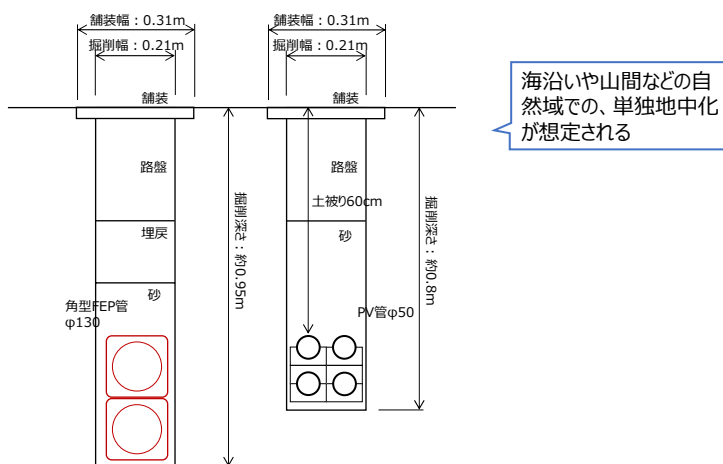


図-4.3 トレンチャー工法の断面設計例（掘削幅21cm）

<トピックス> 細溝における管路敷設方法

細い溝に管路を落とし込んでいく敷設方法の試験を実施。

角型FEP管は、端部を地上に引き上げて接続することが可能。

通信管は、管径が細ければ接続が可能であり、地上接続も考えられる。



令和4年度試験施工状況（寒地土木研究所）※17～20

管路布設

- 地上で容易に接続が可能
- 横断管の埋設箇所は、掘削溝内で接続が可能
- LF管による長尺布設

φ75mmPV管 2条



地上接続

φ75mmPV管 5条



地上接続



横断管の埋設箇所

φ50mmLF管 2条



長尺布設



ドラムによる繰り出し

「小溝溝連続掘削機パンフレット」より ※38



2) トレンチャー工法の日進延長の算定と工事延長の設定

- トレンチャー工法は、従来のバックホウ施工に比べ、管路工の日進延長が数倍になることが想定される。これにより大幅な工期短縮が期待できるため、これまでにない数100m～km単位の施工延長が可能となる。
- ここでは、前項1)で設定した施工断面の場合に、まず日進延長がどの程度になるか算定する。次にこれを基に、施工が可能な工事延長及び必要な工期を把握する。

①日進延長の算定

「日進延長」とは、3章で示すように、トレンチャー掘削・管路敷設・埋戻し・復旧の一連のサイクルでの一日進捗延長である。掘削のみの延長では無いことに注意。以下に算定方法を示す。

【日進延長の算定方法】

1. 施工断面寸法を基に、当たり数量調書を算出する（別紙1）
2. 別紙2に示す図「トレンチャー掘削断面積と掘削速度」からトレンチャー掘削速度を想定する
3. 各工程の施工時間を積み上げて1日工程表を作成し、日進延長を把握する（別紙3）
 - ※日進延長を増減させ、施工時間が8時間未満となる延長を算定する
 - ※管路は5m物なので、日進延長は5mラウンドとする
 - ※施工時間の積み上げには、国土交通省「作業日当り標準作業量」等が根拠となる

＜日進延長の試算例＞

角形FEP管4条、PV管6条（右図4-6）
の断面をトレンチャー工法で施工

日進延長は、
トレンチャー工法：**40m/日** と試算
（参考）従来工法：15m/日 と試算

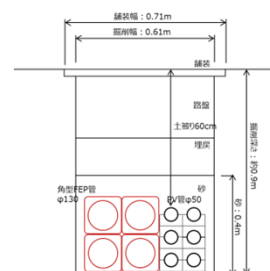
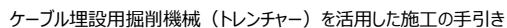


図-4.5（再掲）トレンチャー工法の断面設計例（掘削幅61cm）



当り数量調書

図-4.7 当たり数量調書の作成例



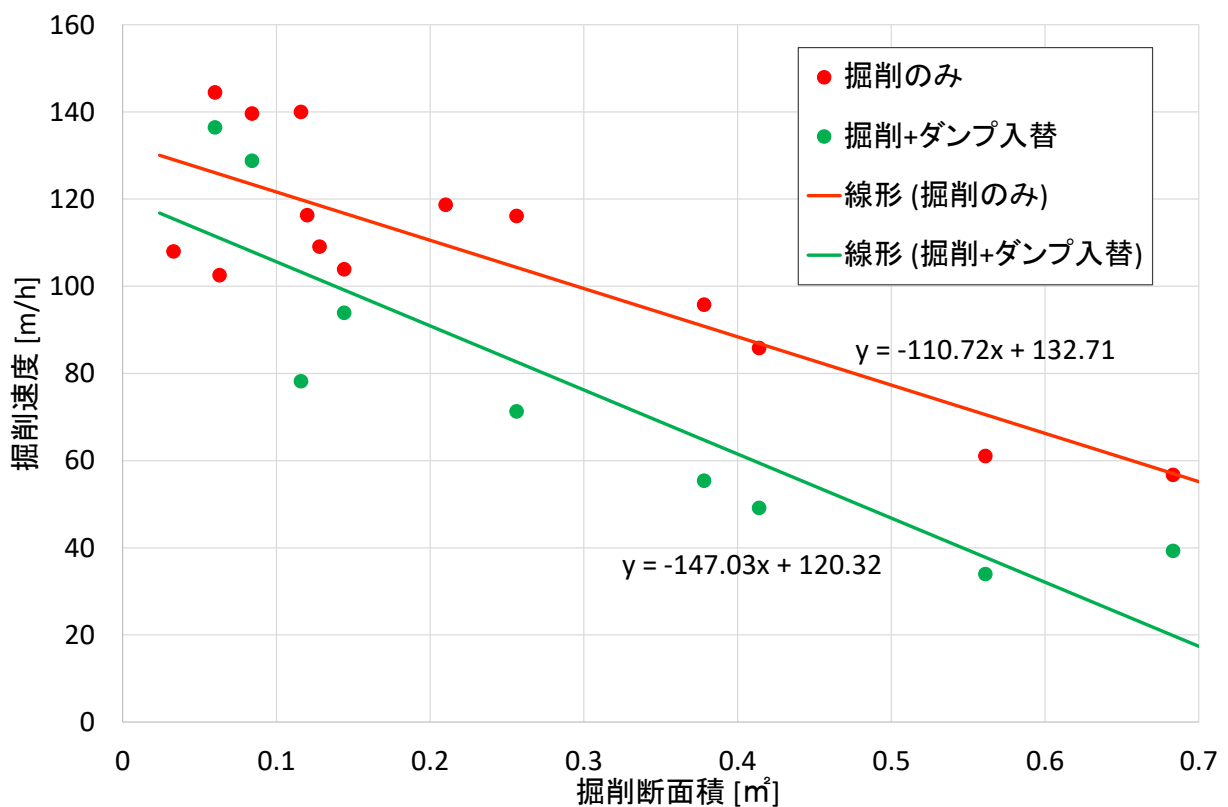
別紙2 トレンチャー掘削速度

寒地土木研究所における試験、現道における試行等におけるトレンチャー掘削速度は下記グラフの通り（3-2 3参照のこと）。

4-3 1)で設定した掘削寸法から、トレンチャー掘削速度を推定する。なお、ダンプトラックの入れ替えロス等が発生するので、現場状況により必要な場合補正する。

【トレンチャー掘削速度（m／時間）】

※掘削幅×（掘削深さ－舗装厚さ）＝断面積から速度を算定（グラフ）
※必要に応じ、ダンプ入れ替えロス分を想定する



（再掲）図－3.2 掘削速度



別紙3 1日工程表の作成例

トレンチャー活用 1日工程表 日進 40 m/日

工種	規格	単位	10m当たり 数量	1日の施 工量	時間当 り施工量	日当たり 施工量	施工時間 (延べ)	施工時間 (クリティカル)	8	9	10	11	13	14	15	16	備考
(舗装切断)	※前日までに完了	m			-	230											
準備工							0.5	0.50									
舗装板撤去	バックホウ0.28m ³ +4tダンプ	m ²	7.1	28.4	-	310	0.73	1.23									
掘削・積み込み	トレンチャー+4tダンプ ※ダンプ入れ替えロス含む	m	10	40	58.8	-	0.68	1.91									
仮設工		m					0	1.57									
床仕上げ	※トレンチャー掘削で仕上げ済み	m ²					0	1.57									
砂基礎	※保護砂を含む	m ³				58	0	1.57									
通信管敷設	PV管φ50(5m/本) 2条3段 ※2条2段=56.4m/h (R3試行) を基に補正	m	10	40	37.6	-	1.06	2.63									
電力管敷設	角型PEP管φ130(5m/本) 2条2段	m	10	40	104.3	-	0.38	3.01									
保護砂	砂巻き・水締め	m ³	1.2	4.8	-	58	0.66	3.67									
埋め戻し	バックホウ投入、人力敷き、 ハンズガイドローラー締め	m ³	1.6	6.4	-	58	0.88	4.55									
下層路盤	路盤工=27cm	m ²	6.1	24.4	-	134	1.46	6.01									
仮舗装	人力舗装	m ²	7.1	28.4	-	250	0.91	6.92									
後片付け							0.5	7.42									
(舗装本復旧)	※後日施工	m ²			-	250											
全工程	※8時間未満						7.76	7.42									

掘削が20m程度進めば、
管路敷設が開始できる

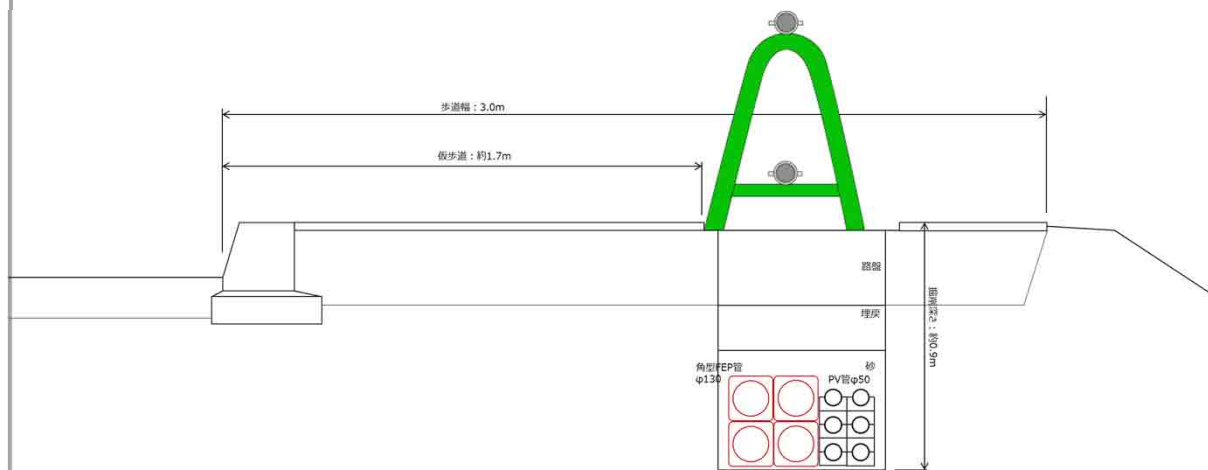
図-4.8 1日行程表の作成例

※日進延長は、1管の長さを考慮し5m刻みで増減を検討する
※時間当たり施工量は、R3国道5号試行データを基に想定
※日当たり施工量は、国土交通省「作業日当り標準作業量」から抽出
※全体施工時間が8時間未満となる延長を、日進延長とする



＜参考＞【現場における更なる工夫】簡易な復旧による開放の検討

- 通行量が少ない場合や常設作業帯が確保できる場合には、復旧を簡易にすることで、日進延長を延伸できる。施工時、現地状況により工夫することが有効。
- 路盤での開放（埋戻しまでの開放でも有りか）が可能であれば、掘削を先行することができる。トレンチャーの稼働時間を増やし、在場日数を短縮することが可能となるため、コスト縮減に有効。



図－4.9 簡易な復旧例（仮舗装無しでの開放例）



②工事延長の算定

トレンチャー工法により日進延長が数倍に延伸するため、1工事当たりの施工延長（年度割）を従来工法に比べ大幅に長くすることが可能となる。

トレンチャー工法のスケールメリットを最大限得るため、できるだけ施工延長を延ばし発注規模を確保することが重要となる。

【工事延長の設定の留意点】

- ①で試算した、トレンチャー工法により日進延長が40m/日になるとすると、例えば200mの管路工なら約1週間、1kmでも約1ヶ月強と試算でき、特殊部等他の工種を踏まえても、数100m～km単位の管路工事が単年度で行える規模と想定される。

＜管路工の施工日数の試算＞

角形FEP管4条、PV管6条（図4-6相当）の断面をトレンチャー工法で施工

トレンチャー工法の必要施工日数は、以下のように試算

- ・ $200\text{m} \div 40\text{m/日} \times 1.5 = 7.5\text{日}$
- ・ $1,000\text{m} \div 40\text{m/日} \times 1.5 = 37.5\text{日}$

（参考）従来工法の必要施工日数

- ・ $200\text{m} \div 15\text{m/日} \times 1.5 = 20\text{日}$
- ・ $1,000\text{m} \div 15\text{m/日} \times 1.5 = 100\text{日}$

- トレンチャー工法に適した環境では、管路延長が長くても短期間で施工が可能になるため、計画・設計時の工区設定（年度割）を大きくとることが可能となる。

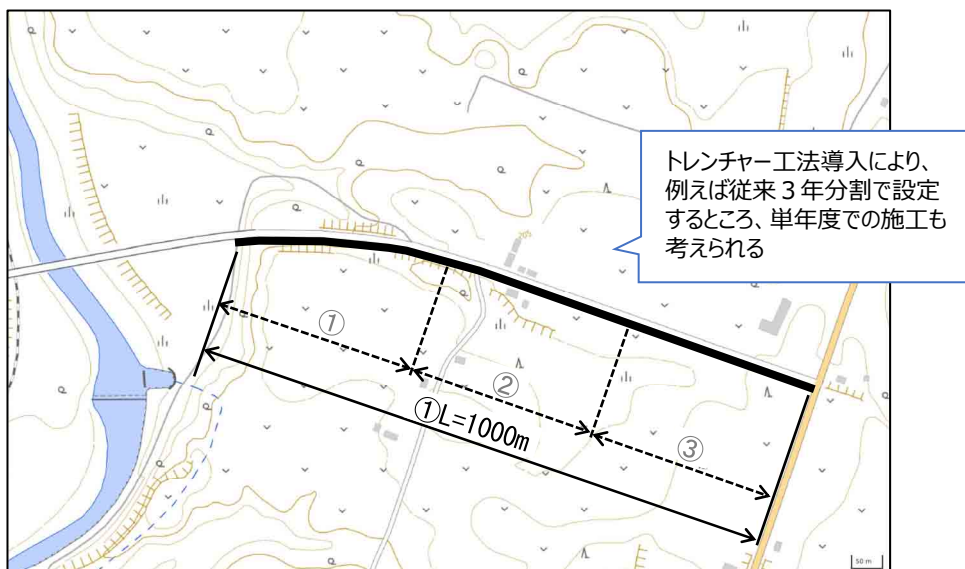


図-4.10 トレンチャー工法導入による工区設定のイメージ



3) 新工法と従来工法の比較による導入効果の検証

本項では、トレンチャー工法の導入により期待される効果について、前項までの説明事項も踏まえ、効果の種類とメリットについて解説する。

【導入効果①】スピードアップ効果で、長い延長の工事の実現性が向上

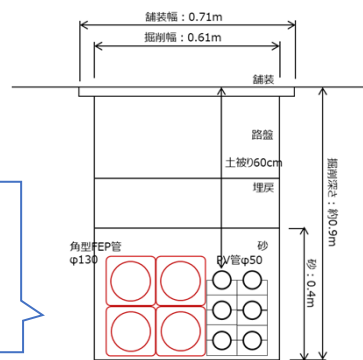
- ・ 北海道の田園域のような施工環境における電線類地中化工事であれば、トレンチャー工法導入により短期間の工事が可能になる。
- ・ 延長が長く無電柱化への取り組みが難しかった、郊外部の緊急輸送道路や、国立公園・観光地などの景観の良い区間などにおいて、トレンチャー工法によるスピードアップ効果で、無電柱化の実現が期待される。



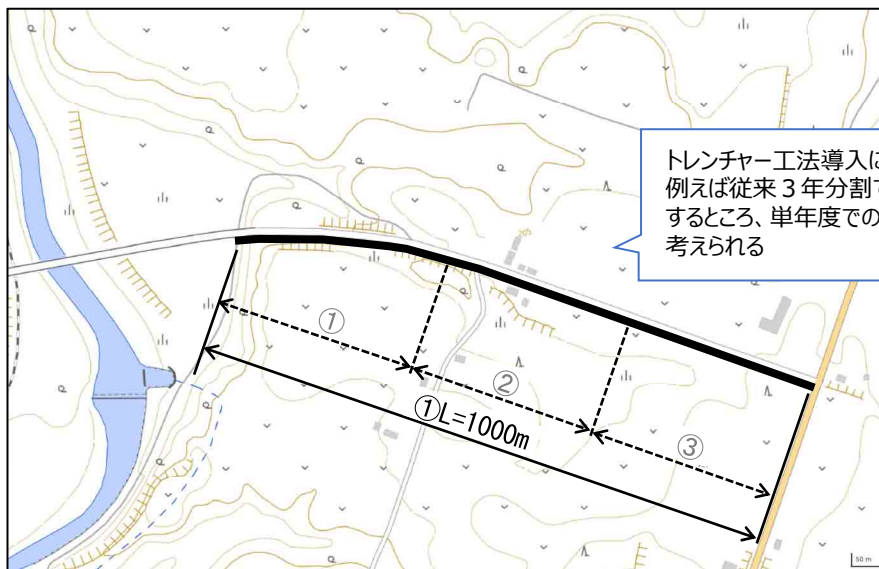
視対象が遠景で視野が
広くなり、無電柱化の対
象延長は長くなる
また、片側のみ施工の
場合も多い

地中化が必要な管路
は幹線系統が主となる
引き込み管路は別系統
（路外土工部）にする
ことも考えられる

写真-4.2 郊外部道路の沿道環境
（図-4.2より抜粋）



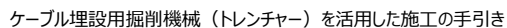
（再掲）図-4.5 トレンチャー工法の
断面設計例（掘削幅61cm）



トレンチャー工法導入により、
例えば従来3年分割で設定
するところ、単年度での施工も
考えられる

（再掲）図-4.10 トレンチャー工法導入による工区設定のイメージ

トレンチャー工法によるスピードアップ効果 ⇒ 郊外部の無電柱化の実現が期待



- ・ 4-3 2) で把握した日進延長及び工事延長から、工期短縮効果を把握することができる。
- ・ 工期短縮による更なるメリットとして、工事の延べ投入人員の削減、ダンプトラックや交通誘導員の削減が期待できる。

58

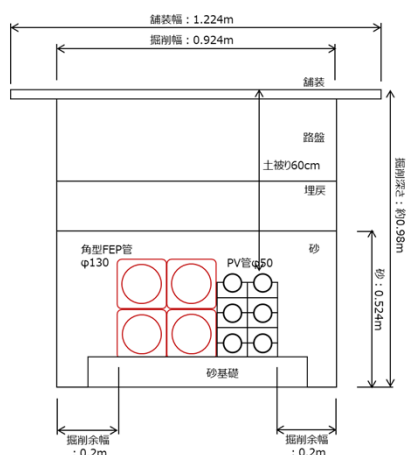


【導入効果③】管路工のコスト縮減に加え、安全費の削減も大きなメリット

- コスト算出にあたっては「＜参考＞トレンチャー工法の施工見積もり」を参照し、現場単位で見積もりを取得する（施工実績は未だ少なく、標準歩掛は無い）
- コスト比較は、掘削だけでなく管路敷設・埋戻し・舗装復旧の管路工一式での比較とし、工期短縮による安全費（交通誘導員）の削減なども見込むものとする。

＜コストの試算＞

【従来工法】バックホウ施工



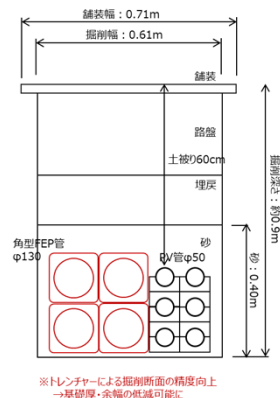
＜管路長200mの場合の試算＞

工事費：23,300千円
安全費：1,100千円

＜管路長1kmの場合＞

管路工：116,500千円
安全費：5,400千円

【新工法】トレンチャー工法



工事費の縮減が
実現
＋
工期短縮による
安全費削減

＜管路長200mの場合の試算＞

管路工：22,500千円(▲800千円)
安全費：400千円(▲700千円)

＜管路長1kmの場合＞

管路工：109,400千円(▲7,100千円)
安全費：2,000千円(▲3,000千円)

※管路工は、掘削・管路敷設・埋戻し・舗装復旧の合計額（経費込）
※安全費は、交通誘導員の合計額（経費込）
※トレンチャー運搬費は含んでいないが、別途必要な場合がある

＜コスト縮減効果が高まるポイント＞

工事延長が長くなるほど、コスト縮減効果が大きくなる
工期が大幅に短縮するため、ダイレクトに安全費が削減される



＜参考＞トレンチャー工法の施工見積もり

【施工見積もりの留意事項】

- トレンチャー工法の実績はまだ少ないため、現場単位で施工見積もりを行う。
- トレンチャーの掘削単価は、m当たり単価の施工見積もりになる。
＞＞ 見積もり先は、新技術窓口「NETIS KT-180076-A 地中電線の掘削簡易化」（4-4参照）
- 見積もり条件は①施工断面寸法、②日進延長、③工事延長、となる。（下記及び4-3 1),2)参照）
- トレンチャーの手配は、日極（または月極）のリースになるため、掘削単価の構成上、単価を下げるには在場日数を減らす必要がある。在場日数を減らすには、日進延長の延伸が必要になる。
- なお、トレンチャー運搬費が別途必要となるため、併せて見積もりを依頼する。

【トレンチャー掘削単価の構成（例）】

【トレンチャー掘削単価（円／m）】

$$= (\text{トレンチャーリース料 (円／日)} + \text{運転手・補助作業員・補助機械 (円／人・日)}) \\ \div \text{日当たり管路敷設延長 (m／日)}$$

- トレンチャーの手配は、日極（または月極）のリースになる。長期間契約だと割引が想定される。
- 単価構成には、作業員・運転手、補助バックホウ、及び諸経費を含む。
- 施工断面のコンパクト化や、施工効率の向上により日進延長が延伸すれば、トレンチャー掘削単価は下がることになる。
- トレンチャー掘削単価は一般にバックホウ掘削より高値となるが、コンパクトな断面設計による全体施工量減と、施工日数短縮による安全費・仮設費の減を含め、全体工事費の縮減は期待できる。（4-3 3)②参照）

【見積もり条件】

- ① **施工断面寸法**：幅（61cm以下）、深さ（1m程度）
- ② **日当たり管路敷設延長（日進延長）**：（m／日）
- ③ **管路区間延長**：（m／工事）

- ①断面寸法は、当たり数量調書の提示が望ましい
- ②日進延長の算出が困難な場合、管路条数が分かれば見積もりが取れる場合がある
- トレンチャー賃料は長期割引有（リース期間＝③工事延長／②日進延長×1.5）
→リース期間が長くなると賃料が安くなる



4-4 発注・施工段階の検討事項

トレンチャー工法はNETIS（新技術情報提供システム）登録の新技術であり、活用は有効である。活用にあたっては、工事発注時に工法指定することも可能であり、従来工法にて発注された工事においても、施工承諾等にて新技術活用をすることも可能である。

また、今後の技術普及に向け、施工後は新技術活用効果調査を実施することは重要である。

1) 新技術の活用

- 導入効果を把握した上で、電線類地中化工事発注時にトレンチャー工法の活用を指定することが望ましい。
- 従来工法で発注された工事においても、施工承諾等にて新技術活用をすることは有効。

2) 新技術活用効果調査の実施・システム登録

- 今後の技術普及に向け、施工後は新技術活用効果調査を実施し、システムに実績登録を行うことが望ましい。

<参考> NETIS_KT-180076-A_地中電線の掘削簡易化

Figure 4.12 displays three screenshots from the NETIS (New Technology Information System) interface, specifically for the technology KT-180076-A, which focuses on simplifying underground cable trenching.

The first screenshot (left) shows the 'New Technology' registration page. It includes fields for the technology name (KT-180076-A), category (New Technology), and application (Simplified underground cable trenching). It also features a section for 'Technical Information' with a 'Register' button.

The second screenshot (middle) shows the 'Technical Information' page for KT-180076-A. It includes a title 'KT-180076-A_地中電線の掘削簡易化' and a description of the technology. Below the text, there is a photograph of a yellow trencher machine and a diagram illustrating the trenching process. The diagram shows a trencher machine digging a trench, with a cable being laid along the bottom of the trench.

The third screenshot (right) shows the 'Company Information' page for KT-180076-A. It lists the company name (KT-180076-A), address, phone number, and email address. It also includes a section for 'Contact Information' with a 'Contact' button.

図-4.12 NETIS_KT-180076-A_地中電線の掘削簡易化
(NETIS新技術情報提供システムより)



5 施工事例の紹介

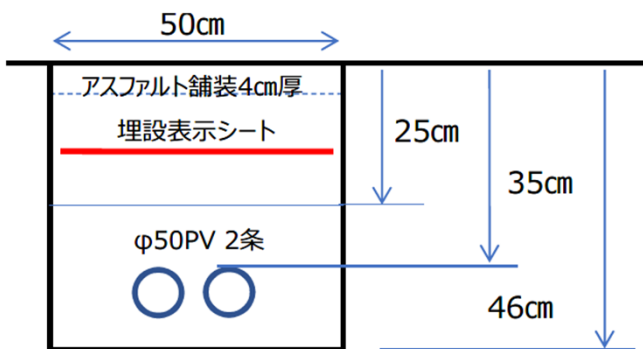
5-1 西表島（大原～上原間）電気通信設備工事

目 的

トレンチャー施工による標準的な施工方法検証のためトレンチャー掘削を使用。

概 要

事業箇所：沖縄県八重山郡竹富町西表島
路線名：沖縄県道215号線
延長：約16km
低コスト手法：トレンチャー掘削
施工時期：令和3年3月～12月
施工者：西日本電信電話株式会社九州事業本部



施工結果

掘削速度はバックホウ掘削と比較して2～3倍であった。



5-2 国道5号七飯町赤松街道電線共同溝

目 的

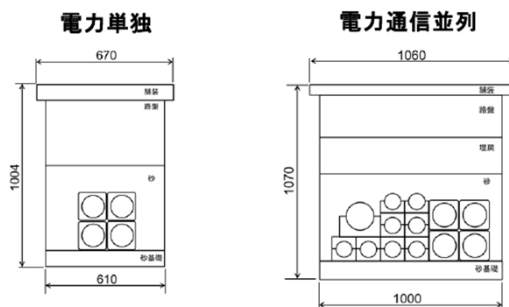
国道5号七飯町赤松街道電線共同溝事業において、掘削スピードの向上や低コスト化を目的に、トレンチャーを用いた掘削を実施。

概 要

事業箇所：北海道亀田郡七飯町峠下
路線名：一般国道5号
延長：800m
低コスト手法：角型多条管の活用、浅層埋設、トレンチャー掘削
施工時期：令和3年9月
施工者：北海道開発局



《トレンチャー掘削断面》



施工結果

掘削速度はバックホウ掘削に比べ大幅なスピードアップが図られた。

トレンチャー掘削、浅層埋設、角型多条電線管の採用により全体工程で4～6割の短縮が図られた。



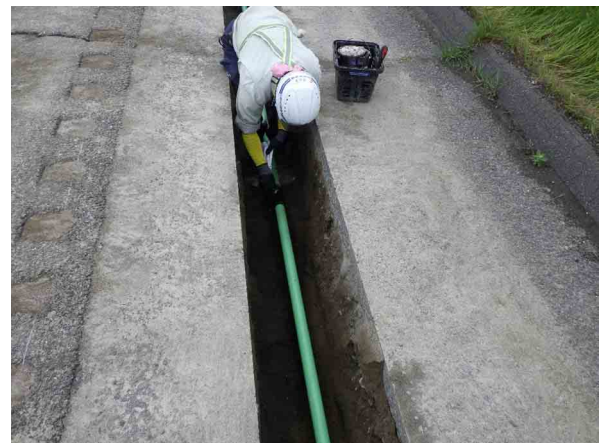
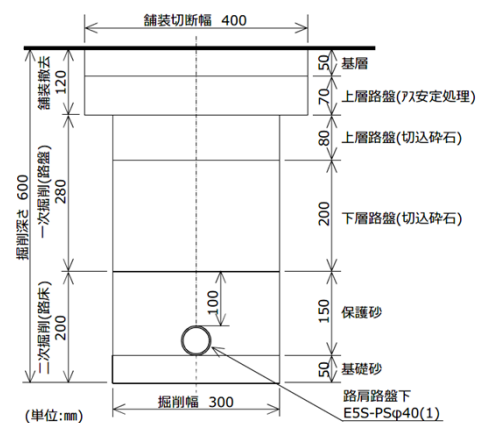
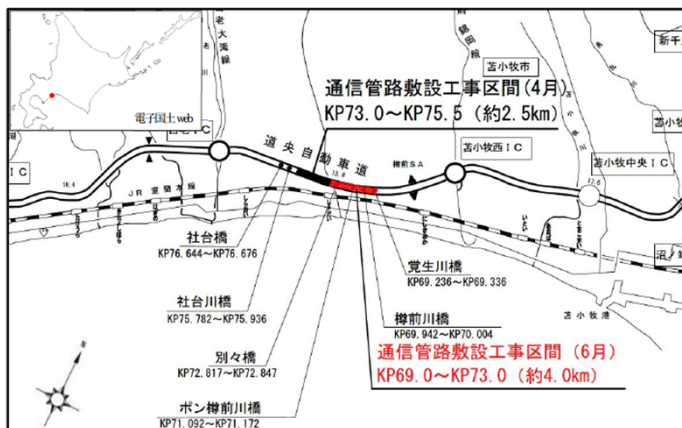
5-3 道央自動車道 社台川橋床板取替工事

目 的

道央自動車道の通信管路敷設替工事において短期間で工事を完了させる必要があったことから、トレンチャーを用いた掘削を実施。

概 要

事業箇所：白老郡白老字白老～苫小牧市字錦岡
路線名：道央自動車道（白老IC～苫小牧IC）
延 長：約10km
低コスト手法：トレンチャー掘削
施工時期：令和5年4月～10月
施工者：東日本高速道路株式会社北海道支社



施工結果

トレンチャー掘削の採用により全体工程で4～6割の短縮が図られた。



巻末資料

3-4. 参考

1) 施工試験の実施内容

① 試験概要

施工試験は、寒地土木研究所が2016～2018年度の3か年行った。寒地土木研究所 苫小牧寒地試験道路（北海道苫小牧市）において、日本国内でレンタル可能な施工機械を複数使い、車道部及び路肩の未舗装部で試験を行った。なお、車道部の掘削試験は、舗装版を切断、撤去したうえで実施した。

② 使用機械

施工試験に用いた機械とその仕様は以下のとおりである。

表－3.3 掘削機械の仕様

	トレンチャー		
外観	 	 	 
機械方式	汎用ベース車両＋掘削装置(アタッチメント)	専用機械（専用ベース車両＋掘削装置）	
掘削機構	チェーン式	チェーン式	ホイール式
装置取付位置	車体前方（後進作業型）	車体後方（前進作業型）	
全長	5,475 mm	5,375 mm	5,449 mm
全高	2,115 mm	2,545 mm	
全幅	1,901 mm	1,971 mm	
車両総質量	4,751kg（本体＋装置）	4,228 kg	4,663 kg
最大掘削深	1,219 mm	1,200 mm	660 mm
試験適用深さ	875 mm 以下	1,200 mm 以下	600 mm 以下
掘削幅 （試験幅）	200 mm（路盤）	150 mm, 305 mm(路肩) 200 mm(路盤)	150 mm, 250 mm(路肩) 50 mm(路盤)



表－3.4 締固め機械の仕様

	ランマ	バックホウ用アタッチメント型 振動コンパクタ
外観	  	
機種	①40 kg級 ②60 kg級 ③70 kg級 (②, ③はトレンチチェーン取付)	バックホウ用幅狭型コンパクタ (ベースマシン：超小旋回バックホウ)
転圧盤幅	①100 mm ②114 mm ③200 mm	305 mm

① 試験結果

使用機械により時間当たり施工量が大きく違うこと、施工深さが深くなるほど機械への負荷により施工速度が低下することが確認された。ただし、掘削のすべてのケースにおいて従来のバックホウによる施工よりも速いことが確認された。

表－3.5 時間あたり掘削量（平均値）

使用機械	掘削幅 [mm]	掘削深さ [mm 以下]	掘削場所	時間あたり掘削量 [m³/h]	日あたり掘削量 [m³/日]※参考
アタッチメント (チェーン式)	200	1,000	路盤	10.7	62
専用機械 (チェーン式)	200	1,200	路盤	56.3	327
	150	1,200	土砂	59.4	344
	305	1,200	土砂	59.8	347
専用機械 (ホイール式)	50	600	路盤	20.7	120
	150	600	土砂	23.0	133
	250	600	土砂	37.5	218

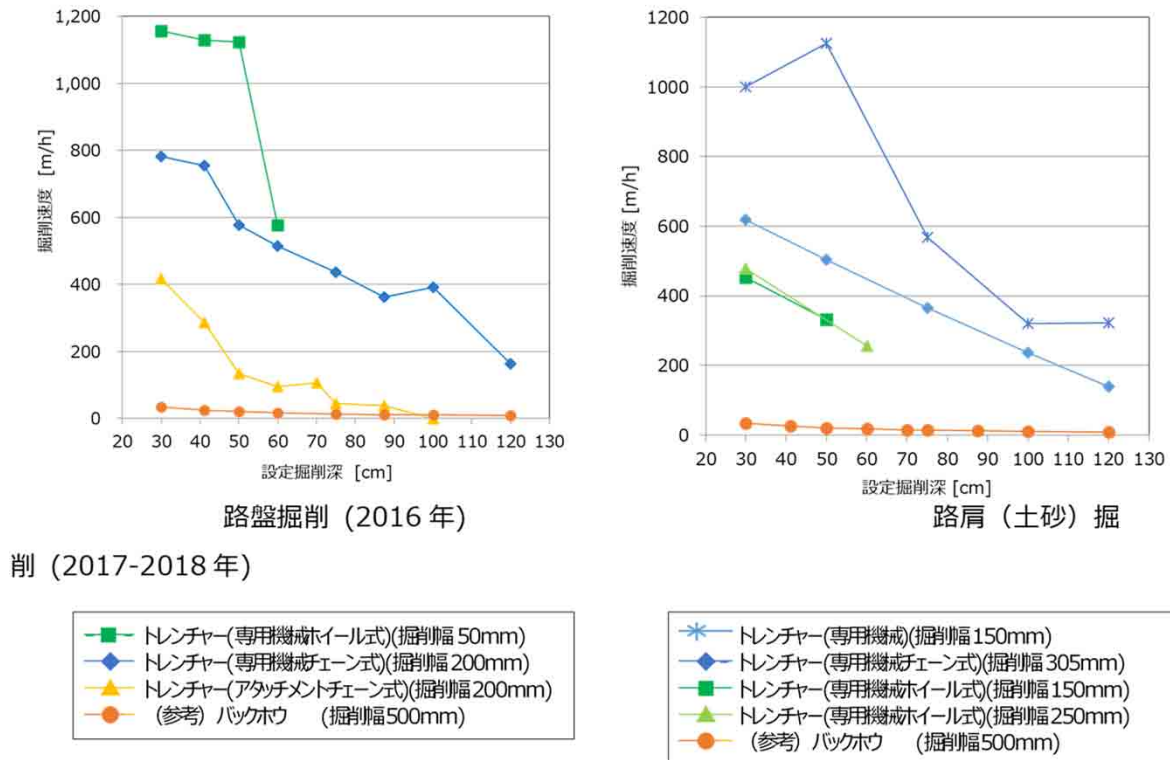
※日あたり施工量は、試験結果および建設機械等損料算定表^{※16} 標準運転時間（暗渠用トレンチャー（5.8h/日）準用・トラクタショベル（4.7h/日）準用）より算出。

表－3.6 時間あたり締固め土量（平均値）

使用機械		施工場所	時間あたり 締固め土量 [m³/h]	日あたり 締固め土量 [m³/日]※参考
バックホウ用 アタッチメント型 振動コンパクタ	バックホウ用幅狭型コンパクタ (ベースマシン：超小旋回バックホウ)	土砂	10.5	66
ランマ	40 kg級, 60 kg級※, 70 kg級※ (※はトレンチシュー取付)	土砂	6.6	36

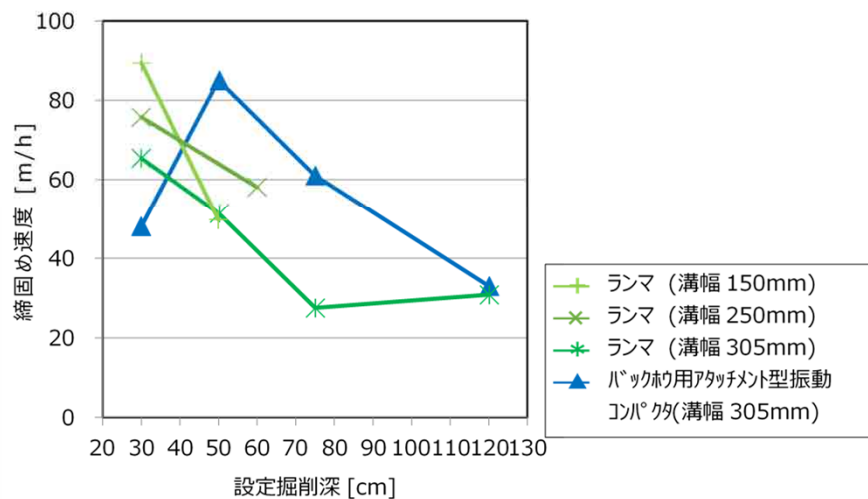
※バックホウ用幅狭型コンパクタの日あたり施工量は、試験結果および建設機械等損料算定表^{※16} バックホウ標準運転時間（6.3h/日）を準用し算出。

ランマの日当たり締固め土量は、土木工事標準積算基準書^{※12} より。



図－3.3 設定掘削深と掘削速度の関係

※1 掘削開始から設定掘削深へ到達するまでの工程は含まない。
※2 バックホウの掘削速度は「平成 30 年度土木工事標準積算基準書」※12、16を基に試算。



図－3.4 設定掘削深と締固め速度の関係



① 施工試験状況（道路路盤の掘削）





① 施工試験状況（路肩（土砂）の掘削・埋戻し）





<参考文献>

- ※1：国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地域景観チーム：無電柱化のポイントブックシリーズ 地中化工法と整備手法の選定ポイント（案）第1.0版
- ※2：田所 登、山口 和哉、岸 寛人：無電柱化のためのケーブル埋設用掘削機械について、寒地土木研究所月報、No.759、2016.8
- ※3：VERMEER社ウェブページ <https://www.vermeer.com/na>
- ※4：CATERPILLAR社ウェブページ <https://www.nipponcat.co.jp/>
- ※5：AFT社ウェブページ <https://www.trenchers.co.uk/ja/>
- ※6：RIVARD社ウェブページ <https://www.rivard-international.com/en>
- ※7：MARAIS社ウェブページ <https://www.samarais.com/en>
- ※8：小林勇一、田所登、岸寛人：無電柱化に向けたケーブル埋設用トレンチャーによる道路路盤掘削試験、寒地土木研究所月報、No.767、pp.33-37、2017.
- ※9：大竹まどか、中島淳一、小林勇一、澤口重夫：電線類地中化に向けたトレンチャーによる掘削・埋戻し試験について、寒地土木研究所月報、No.796、pp.34-39、2019.
- ※10：公益社団法人日本道路協会：道路構造例の解説と運用、P232、2015.
- ※11：日本建設機械化協会：除雪機械技術ハンドブック、P9・7、2007.
- ※12：国土交通省：平成30年度土木工事標準積算基準書、Ⅱ-1-②-12-18、Ⅱ-1-③-2-10、Ⅱ-2-⑩-21、Ⅷ-2-1、2018.
- ※13：独立行政法人土木研究所・株式会社流動化処理工法総合監理：流動化処理土利用技術マニュアル《平成19年/第2版》
- ※14：流動化処理工法研究機構ウェブページ：<http://lss-kiko.jp/>
- ※15：下水道未普及解消検討委員会事務局：下水道未普及解消技術利用ガイド（案）～流動化処理土の管きょ施工への利用 編～、2009.
- ※16：北海道開発局：平成30年度版建設機械等損料算定表北海道補正版、p.264、p.67、p.57、2018.
- ※17：永長 哲也、中島 淳一：ケーブル埋設用掘削機械を用いた狭隘断面の無電柱化施工試験について、令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会、2023.9
- ※18：永長 哲也、中島 淳一：単独地中化に向けたトレンチャーによる狭隘断面試験、第35回日本道路会議、2023.11
- ※19：永長 哲也、中島 淳一：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、令和5年度建設施工と建設機械シンポジウム、2023.11
- ※20：大部 裕次、岩田 圭佑、永長 哲也：電線共同溝における郊外部に関する新たな設計・施工規定の提案、令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会、2023.9
- ※21：永長 哲也、中島 淳一：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、令和6年度建設施工と建設機械シンポジウム、2024.11
- ※22：永長 哲也、中島 淳一：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、第65回北海道開発技術研究発表会、2022.2
- ※23：永長 哲也：トレンチャーを活用した郊外部における無電柱化施工について——一般国道5号赤松街道における電線共同溝工事への適用——、土木学会誌、Vol.107、No.6、2022.6
- ※24：永長 哲也、中島 淳一：トレンチャーを活用した郊外部における無電柱化施工について、寒地土木研究所月報、No.835、pp.41-46、2022.9
- ※25：永長 哲也、中島 淳一：トレンチャーを活用した電線共同溝工事への適用、第66回土木計画学研究発表会・秋大会、2022.11
- ※26：永長 哲也、中島 淳一：電線埋設用掘削機械を活用した郊外部の無電柱化施工、令和4年度建設施工と建設機械シンポジウム、2022.11
- ※27：永長 哲也：郊外部におけるトレンチャーを活用した無電柱化施工について：建設機械2022年12月号、2022



- ※28：永長 哲也、大部 裕次、飯塚 大起：トレンチャーを活用した道央自動車道での通信管路敷設替工事について、第68 回土木計画学研究発表会秋大会、2023. 11
- ※29：永長 哲也、大部 裕次、飯塚 大起：道央自動車道通信管路敷設替工事でのトレンチャーの活用、第67 回北海道開発技術研究発表会、2024. 2
- ※30：永長 哲也、大部 裕次、飯塚 大起：トレンチャー掘削を適用した道央自動車道管路敷設替工事、寒地土木研究所月報、No. 854、pp. 10-16、2024. 3
- ※31：永長 哲也、大部 裕次：電線類地中化における掘削断面積とトレンチャー施工速度の関係、第42 回電気設備学会全国大会、2024. 8
- ※32：永長 哲也、大部 裕次：電線類地中化におけるトレンチャーの効率的な運用方法の検証、第70 回土木計画学研究発表会・秋大会、2024. 11
- ※33：永長 哲也、大部 裕次：トレンチャー掘削の計測データに基づく断面積と施工速度の関係、令和6 年度土木学会全国大会第79 回年次学術講演会、2024. 9
- ※34：一般社会法人 日本非開削技術協会 地下探査技術委員会：非開削地下探査技術 適用の手引き 令和3 年10月
- ※35：北海道無電柱化推進協議会：電線共同溝技術マニュアル第5. 0版、2025. 3
- ※36：国土交通省道路局環境安全・防災課：無電柱化コスト縮減の手引き、2024. 3
- ※37：北海道開発局道路設計要領：第5集電気通信施設第3章電線路、p. 5-3-8、2024.
- ※38：NTT北海道総合技術センタ：郊外地の管路工事に適した小幅溝連続掘削機（トレンチャーV-4750）



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

令和7年3月 第2.0版 発行

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

TEL. 011-590-4049 FAX. 011-590-4054

地域景観チーム

TEL. 011-590-4044

〒062-8602札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号



国立研究開発法人 土木研究所

寒地土木研究所

〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号

技術開発調整監付 寒地機械技術チーム

TEL:011-590-4049 FAX:011-590-4054

<https://kikai.ceri.go.jp>

寒地機械

特別研究監付 地域景観チーム

TEL:011-590-4044

<https://scenic.ceri.go.jp>

地域景観