

小径深礎工法の機械化に伴う試験施工について

鉄建建設（株） 正会員 ○湊 憲二 正会員 中村 征史
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 金田 淳 正会員 木戸 素子

1. はじめに

鉄道工事等の狭隘箇所における深礎杭の施工では、掘削機械の持込みや設置が困難であり、また空頭制限により、人力作業が大半を占めている。特に深礎杭が小径であるほど、坑内での作業性は低下し、作業環境も劣悪となる。加えて営業線近接工事では作業時間が夜間線路閉鎖間合いに限られ、施工効率の低下や高コスト化の原因となっている。さらに若年労働者の減少による担い手不足が深刻な問題となっている。そこで小径深礎杭において狭隘な施工箇所にも持込み可能な刃口や掘削機械を開発することで、人力による掘削作業を削減し、省人化を図ることにより施工環境の改善や生産性向上、低コスト化を目指した。

本稿は開発した ¹⁾Shinso with Machine for Narrow site 工法（以下 Shinso-MaN 工法）において行った試験施工について報告するものである。

2. 特徴

Shinso-MaN 工法は、掘削箇所での孔壁の崩壊や上空からの落下物による受傷リスクを低減するために土留め機能を有する刃口と防護機能を有するヘッドガードを用いている点が特徴である。また刃口内部は図-1に示すように、掘削作業を行う掘削室とライナープレートの組立や裏込め材充填作業を行う作業室とに分かれている。また作業室にはヘッドガードを常設した。これにより従来工法ではできなかった掘削作業とライナープレート組立等の作業を同時に行い、施工効率の向上につなげている。また排土バケツをレールに沿って高速移動させる ²⁾排土システムや1つの注入孔から全周長を充填することが可能な高流動性を有する ³⁾裏込め充填材も同時に開発し、更なる施工効率の向上を図っている。

3. 試験施工

Shinso-MaN 工法の実用性を確認するために試験施工を行った。図-2に施工フローを示す。刃口の圧入反力がライナープレートから得られるようになる1段目ライナープレート設置までを初期掘進、それ以降を本掘進としている。本掘進は所定の深さまで掘削・排土、圧入、裏込め材充填、ライナープレート組立作業を繰り返し、床付け完了後刃口背面部の裏込め充填を行った後にヘッドガードや作業床等の付属物や掘削機械の搬出を行った。施工中はサイクルタイムや刃口圧入力測定などの試験データを採取した。施工完了後は施工箇所全体を掘り出し、ライナープレートと刃口部の裏込め材充填状況確認を行った。

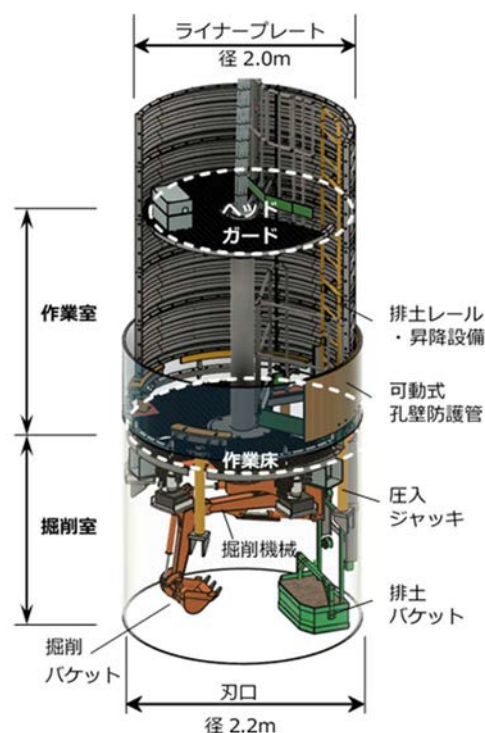


図-1 Shinso-MaN 工法概要図

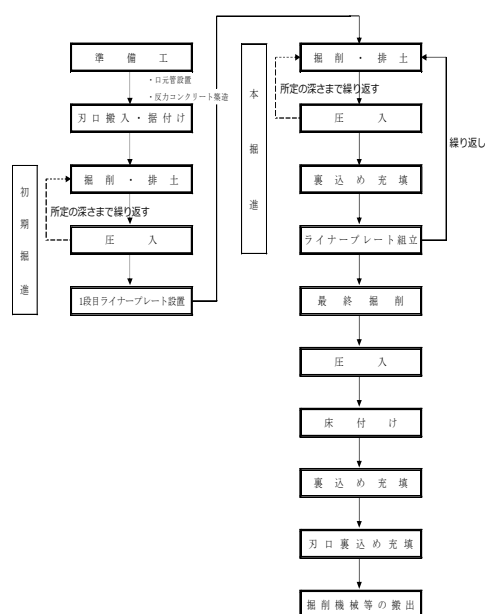


図-2 施工フロー

キーワード 深礎工法、機械化、安全性向上、生産性向上、低コスト化、裏込め材

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1 鉄建建設建設技術総合センター TEL 0476-36-2359

4. 試験結果

4) サイクルタイム一覧を表-1 に示す。表-1 より掘削と排土作業に長時間を要している。今後のさらなる効率化に向けて、掘削機械と排土装置の改良を検討する必要がある。また、裏込め材充填作業においてはその準備作業に時間を要しているため、掘削作業中に準備を行うなど作業を重複させることで作業時間全体の短縮を図るよう検討していく。そのほか、刃口部への排土装置レール設置作業では設置角度の調整に時間を要したため、排土装置レールの部品数の削減や、接続部に余裕を設けて調整を容易にする必要がある。

5) 圧入力については図-3 に示すように瞬間的に圧入力が増大する状況が見られたが、概ね必要圧入力以下で施工することができた。掘削深度 4.0～4.5m の区間で圧入力の増大が見られたのは刃口とライナープレートに競りが生じていたためで、圧入時に競りを解消する方向へ押すことで解決した。掘削作業は刃口の中心部をすり鉢状に掘削して圧入により周面部の土砂が中心部に落ちるようにする芯抜き掘削とした。当初は芯抜き掘削をライナープレート 1 段分(H=500mm)で実施したところ、圧入力が上昇し途中で圧入不能となったため、H=250mm ずつ 2 回に分けて掘削・圧入を行い、圧入力の上昇を抑えた。裏込め材の充填状況は、図-4 に示すように大きな空隙も無く、上部まできれいに充填できていた。

5. まとめ

試験施工の結果より以下の知見が得られた。

- ・ 1 サイクルの中では掘削と排土作業に要する時間が最も大きかったため、掘削と排土時間を短縮できればさらなる効率化を図ることができる。
- ・ 重複できる作業を同時に行うことで、サイクルタイムの短縮につなげる。
- ・ 排土システムにおいてレール部分の調整が数回発生したため、排土システムの構造を見直し、簡易化を図る。
- ・ 圧入力は概ね必要圧力以内であったが、刃口とライナープレートの競りに留意する必要がある。
- ・ 裏込め材は大きな空隙を生じさせず充填状況は良好であった。

今回の試験施工では、従来工法と比較して作業時間短縮効果は小さく改良の余地がある。加えて掘削機械や刃口を用いるため機器損料を考慮するとコスト削減効果も小さくなると考えられる。ただし、施工時間短縮効果があるため掘削深度が深くなると Shinso-MaN 工法の優位性が発揮できると考える。

今後は施工設備や使用部材の改良、作業手順の見直し等を行い効率化と低コスト化を実現し、普及拡大を図る。

参考文献

1) 湊，金田ほか：狭隘な駅改良工事等における機械式深礎工法の開発，建設機械施工 Vol.75 No.3, 2023.3
2) 蘆，岩瀬ほか：小径深礎工法の機械化に伴う高効率排土方法の開発，第 78 回年次学術講演会，2023
3) 湊，金田ほか：小径深礎工法の機械化に伴う急硬性裏込め材料の開発，第 77 回年次学術講演会，2022
4) 中村，金田ほか：Shinso-MaN 工法の開発（施工サイクルタイムについて），第 50 回技術研究発表会，2023
5) サンディオ ヴァデル，金田ほか：Shinso-MaN 工法の開発（刃口の圧入における油圧ジャッキの反力の計測結果），第 50 回技術研究発表会，2023

表-1 サイクルタイム一覧

	初期掘進 刃口 2.623m	本掘進 ライナープレート 0.5m/1段									平均時間
		1段目	2段目	3段目	4段目	5段目	6段目	7段目	8段目	9段目	
		掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	掘削・排土	
0.5m当りの掘削時間	94.2										
刃口圧入	43	8	22	-	33	15	11	9	34	27	21
裏込め準備	-	31	45	23	29	101	135	38	46	40	38
裏込め注入	-	53	22	13	10	8	5	12	27	16	13
裏込め片付け	-	42	96	40	32	60	45	61	-	52	50
ライナープレート組立・設置	-	49	23	27	24	29	32	35	27	27	29
合計	537	381	341	226	226	332	325	275	328	261	258

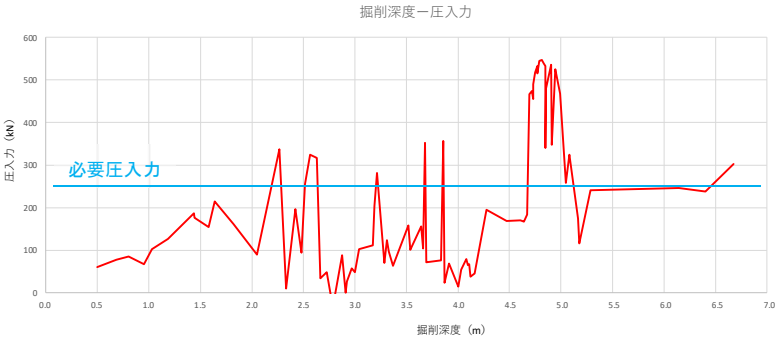


図-3 掘削深度と圧入力



図-4 裏込め材充填状況