

## Shinso-MaN 工法の開発（施工サイクルタイムについて）

東日本旅客鉄道（株）東京建設 PMO 正会員 ○中村 美月  
 東日本旅客鉄道（株）東京建設 PMO 正会員 金田 淳  
 鉄建建設（株）建設技術総合センター 正会員 中村 征史  
 鉄建建設（株）建設技術総合センター 正会員 湊 憲二

### 1. はじめに

駅改良工事など狭隘箇所での杭施工には、深礎工法が用いられる場合がある。従来の深礎工法は、杭孔底面に作業員が降り、人力で掘削作業とライナープレート設置作業を行う。作業は危険で過酷なものであることから、作業員の担い手不足が懸念されている。また、人力作業のため、施工速度が遅く作業の長期化による建設費用の増大が課題となっている。こうした課題を解決すべく、Shinso-MaN工法を開発した。本稿では、開発した工法による掘削（以下、機械式施工と記す）の試験施工実績を基に、機械式施工のサイクルタイムと人力施工のサイクルタイムを比較し、機械化による速度向上度合いについて確認した結果を報告する。

### 2. Shinso-MaN工法の概要

図-1にShinso-MaN工法で用いる掘削システムの概要図を示す。機械式施工では、刃口内部の掘削室に設けた掘削バケットにより、排土バケットへ土を積込む。排土バケットは、排土レールに沿って上昇し、地上にてバケット内の土砂を排出した後、再び排土レールを伝って戻ってくる。また、掘削に先行し、沈設ジャッキにより刃口を圧入することで、杭孔底面の壁面の即時防護を実現している。これらの一連の作業は、すべて地上部からの遠隔操作によって行われており、従来工法と比較して省人・省力化が図られている。掘削、排土および刃口の圧入を繰り返し、刃口が深さ方向に500mm進む毎に、孔壁防護のために作業床上でライナープレートの設置と裏込め注入を行う。

### 3. 試験施工概要

鉄建建設研究開発センター内ヤードにて、開発した掘削システムを用いた試験施工を行い、装置の動作状況、施工性、サイクルタイム等を確認した。掘削箇所の地山は「山砂を主体とする埋め戻し土」で、帯水層はない地盤である。試験施工においては装置の回収を

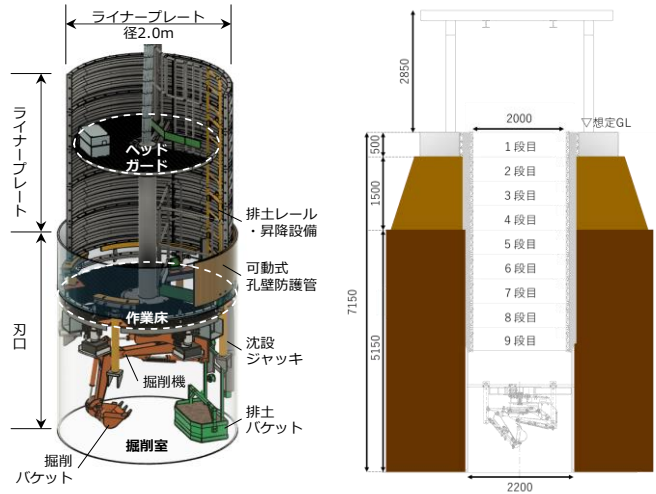


図-1 掘削システム

図-2 試験施工場所断面図

表-1 機械式施工 1段あたりのサイクルタイム(分)

作業項目	段数	4	5	6	7	8	9	平均
掘削・排土		98	119	97	120	194	99	107
刃口圧入		33	15	11	9	34	27	21
裏込め準備		29	101	135	38	46	40	38
裏込め注入		10	8	5	12	27	16	13
裏込め片付け		32	60	45	61	—	—	52
ライナープレート組立・設置		24	29	32	35	27	27	29
合計		226	332	325	275	—	261	258

表-2 表-1の外れ値・データなしについて

作業項目	ライナープレート（段目）	外れ値の理由
掘削・排土	8	流動化処理土があり地盤が固く掘削に時間を要した
裏込め準備	5,6	配管など通常時でない準備作業があり時間を要した

表-3 施工条件の比較

	人力	機械式
バケットの大きさ	30L	100L
排土効率	槽の巻上能力=25m/分	排土装置の巻上能力=60m/分
掘削・排土の並行作業可否	× →排土中は掘削中止	○ →排土中も掘削可能
刃口圧入作業の有無	無	有
裏込め片付けの有無	無	有

容易にするため、図-2に示す通り、予め盛土を実施し、盛土天端より約7m（ライナープレート9段+刃口高さ）までの掘削を実施した。

### 4. 機械式施工のサイクルタイム（結果）

掘削深度が浅いライナープレート1段目から3段目においては、掘削システムを全て配置することが出来ない。全ての掘削システムが配置された状態での施工となるライナープレート4段目から9段目まで（図-2参照）を対象とし、ライナープレート1段毎のサイクルタイムを整理した結果を表-1に示す。深さによって各作業に

キーワード：深礎工法， 機械式掘削， 排土， サイクルタイム， 技術開発

連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8 東日本旅客鉄道株式会社 E-mail : nakamura-mitsuki@jreast.co.jp

かかる時間にばらつきがあるものの、1段あたりのサイクルタイムは230分から330分程度であると分かった。また、表-2に示す理由で外れ値が生じた。この影響を除去するために、表-1に黄色で示す外れ値及び計測値がないセルを除いて作業項目別の平均値を算出し、その合計は229分であった。表-3に人力施工と機械式施工の相違点を示す。機械式施工では、人力施工にはない「刃口圧入」と「底枠設置と撤去」の作業が必要となる。人力施工での裏込め作業は、下端に土がある杭孔底部で行うため裏込め材が垂れても問題ないが、機械式施工では図-1に示す作業床で行うため、ライナープレート1段施工毎に、注入箇所下端に底枠を設置して裏込め材を注入する必要がある。

## 5. 考察

図-3は、最も排土時間を要すると想定されるライナープレート9段目に着目し、人力施工と機械式施工のサイクルタイムの違いを示したものである。人力施工のサイクルタイムについては、専門施工会社からの聞き取りにより作成した。人力施工時の掘削・排土は、機械式施工と条件を揃えるため、砂質土で帯水層はない地盤とし、サイクルタイムには休憩時間を加味せず掘削スピードの低下も考慮しない場合を想定した。この時の施工条件は表-3の通りである。図-3より、1段分の施工について、人力では410分（6.8時間）かかるが、機械式では261分（4.4時間）で完了する。機械式は人力の約1.6倍の速さで1段分を施工可能であると分かる。機械式施工では人力施工に比べ、ライナープレート組立・設置と裏込め準備・注入の作業時間が長くなり、刃口圧入と裏込め片付けの作業が追加となる。一方、掘削・排土については、機械式施工は人力施工に比べ約3.6倍の速さで作業可能であるため作業時間が短縮される。1段分の施工については、機械式施工では人力施工の作業時間の36%短縮可能であると分かる。

試験施工はライナープレート9段目までの実施であったが、さらに深い位置での人力施工と機械式施工のサイクルタイムを比較する。図-4に示す人力施工（想定式）のグラフは、専門施工会社への聞き取り結果に基づき筆者らが算出した。機械式施工（想定式B）は、試験施工の実績値から算出した理論式であり、機械式施工（想定式A）は、想定式Bの傾きと同じで、固い地盤や支障物がある場合など、実施工で予想される外れ値を加味して切片を正方向に平行移動した式である。

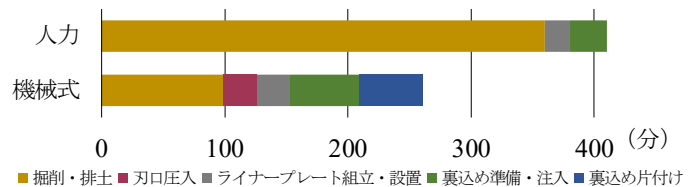


図-3 ライナープレート9段目のサイクルタイム比較

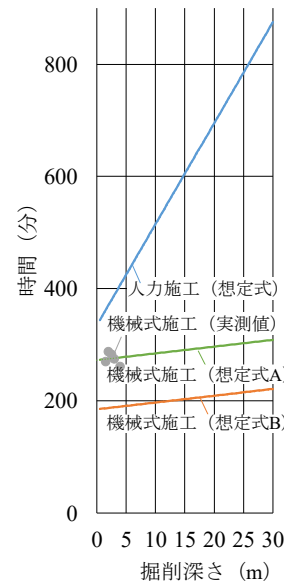


図-4に示す通り、人力施工（想定式）と機械式施工（想定式B）の対比より、ライナープレート1段目である深さ約0.5mにおいて、機械式施工では人力施工の作業時間の36%短縮可能であると分かった。加えて、杭長が長いほど施工時間の短縮効果が大きくなると分かる。また、人力施工（想定式）を機械式施工（想定式A）と対比してもなお、機械式施工の方が人力施工よりもサイクルタイムが短いことが分かる。さらに、刃口上部の作業床により、ライナープレート

## のサイクルタイム

の組立・設置作業を掘削作業と同時平行で実施可能となるため、機械式施工ではサイクルタイムのさらなる短縮が可能となる。以上より、機械化による速度向上度合いについて確認した結果、杭長が長くなると人力施工より機械式施工（本開発品）の優位性が高くなるといえる。

## 6. まとめと今後の課題

Shinso-MaN工法の試験結果から、帯水層のない砂質土において、ライナープレート1段あたりのサイクルタイムは、機械式施工では人力施工に比べ、ライナープレート9段目（深さ約5m）では約1.6倍の速さで施工可能であると分かった。今回はライナープレート1段あたりのサイクルタイムについて比較したが、機械式施工では機械の設置など準備作業が必要である。よって浅い深度での機械式施工のサイクルタイムは現状より増大すると想定されるため、どの程度の増大となるかについて把握する必要がある。人力施工と機械式施工のコスト比較や使用可能条件などを定量的に評価し、本開発品の優位性が高くなるケースを見極めることが今後の課題である。Shinso-MaN工法により掘削する場合のサイクルタイムのさらなる短縮を目指して開発をすすめていく所存である。