R-SWING 工法と六面鋼殻合成セグメントを採用した地下連絡通路工事の実績

—新日比谷地下通路工事報告(その４)—

東京地下鉄(株)　川岸康人　正会員　橋口弘明
東京地下鉄(株)　根本早季
鹿島建設(株)　正会員　上木泰裕　正会員○工藤耕一

１．はじめに

本工事は，（仮称）新日比谷プロジェクトに伴い，地下鉄日比谷駅周辺の基盤整備のため，大規模複合ビルと日比谷線日比谷駅とを結ぶ地下連絡通路の新設矩形トンネルの施工を行う．今回の工事は，三連掘動式の R-SWING 工法を採用し，セグメントには大断面かつ中柱を設置しない形状とするため，完全矩形の一径間を可能とした六面鋼殻合成セグメントを使用することで，短期でトンネルの築造を行った．本稿では，そのトンネルの施工実績を報告する．（写真－1）

写真－1　トンネルの全景

２．施工実績

(1) マシン組立・解体実績

R-SWING 機の組立は，各ブロックの投入を 100t クローラクレーンにて行い，立坑下で本体，スペーサ BOX，ルーフマシン及びスペーサを 1 連毎に組み付け，横移動させて所定の位置にセットし，最終的に 3 連を接続して完了した．

組立を全てボルト結合としたために溶接作業がないことから，組立施工期間は 24 方（夜間作業）となり，横引き作業等の付帯作業が発生したものの，同規模のシールド機と比べると約 50%工期を短縮することができた．

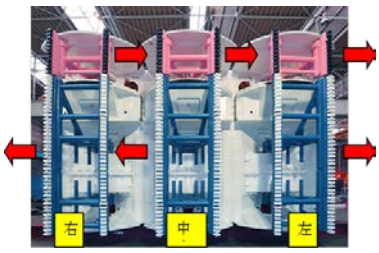
また，解体については，120t オールテレーンクレーンにて行なった．R-SWING 機は，ルーフマシンとスペーサ BOX とを結合した状態のブロック（約 24ｔ）と本体マシン（約 25ｔ）の 6 分割となる様ボルトを撤去し搬出した．（写真－2）

R-SWING 機の解体期間は，ルーフマシン，スペーサおよび本体マシンはボルト結合のため，解体が容易であり，10 方（夜間作業）で完了した．

写真－2　マシンの投入・搬出状況

(2) 推進工・マシン制御について

マシンピッチング及びヨーイングについては，油圧ジャッキ及び修正ジジャッキを選択することで，個々に作動させることができたため，容易に行うができた．



写真－3　揺動パターン

写真－4　ルーフ伸縮部

ローリングについては，本体右・本体中央が同一方向，本体左と全ルーフが反対方向に揺動させてローリングを抑制し，ローリング修正方向に揺動している時のみ推進する様，元押しジャッキを制御した結果，ローリングを最大 -0.15deg で抑制できた．

ルーフ推進は発進・到達地盤改良体手前で縮めたが，地山区間で最大 1.5m まで伸ばし，伸縮部分にはボイドキーパーを注入することで，地表面への影響を抑制し，とくに問題がなく伸縮することができた．

写真－5　改良体の掘削状況

キーワード　R-SWING 工法，推進工，非開削，セグメント，計測管理，仮設中柱
連絡先　〒100-0006　東京都千代田区有楽町 1-6-6 小谷ビル 9 階　鹿島建設株式会社　TEL.03-3645-6820

(3) 掘進実績

表－1　掘進実績表

月	実働日	地盤改良区間		地山区間		空掘区間	
5	5	4R/5日	0.8m/日				
6	16	6R/12日	0.5m/日	2R/4日	0.5m/日		
7	25	2R/5日	0.4m/日	23R/20日	1.15m/日		
8	8	1R/4日	0.25m/日			4R/4日	1.0m/日
平均			0.5m/日		1.05m/日		1.0m/日
合計	54	13R		25R		4R	

R-SWING 機の実掘進は 50 日間であり（空掘区間は除く），発進直後の地盤改良区間は，掘進速度 1～3mm/min，元押しジャッキ総推力 60,000～65,000kN であった．

未改良地盤区間は，掘進速度 5～10mm/min，元押しジャッキ総推力 130,000～160,000kN であった．

今回，建築工区のヤードを借用しての施工であったため昼間の搬入車両に規制があると共に，残土ピット設置可能容量から 1 リング（1.0m）/日の進捗を確保するに留まった．施工ヤードの広さや搬入車両に制約がなければ，リング数を増やすことは可能であった．

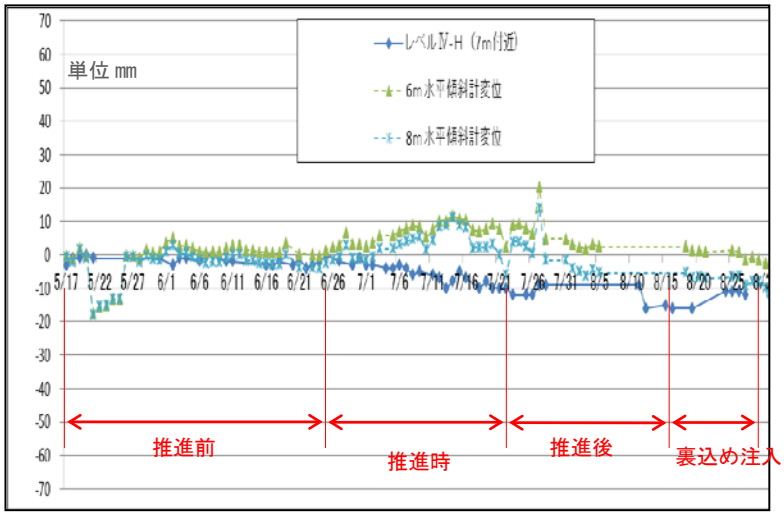
1 リング掘進サイクルは平均すると 269 分/リング（4.4 時間/リング）となり，内訳は掘進 119 分（8.4mm/min）＋組立 150 分であった．また、掘進精度は，水平方向 25mm，鉛直方向 10mm の誤差で到達した．

(4) 推進時の路面変状計測管理

推進施工時の安全管理を目的とし，レベルによる路面変状計測と地中変位計による変状計測管理を実施した．

図－1に代表的な路面変状測量と地中変位系の計測結果を示す．

推進時に地表面（青色）の変状はあまり見られないが，地中変位計（黄緑・水色）は5～10 mm程度の隆起傾向がみられる．また推進後には地中・路面ともに5～10 mm程度の沈下傾向がみられ，最終的な裏込め注入により地表面に変化は無いが，地中変位計は隆起傾向がみられた．



図－1　掘進実績

3．まとめ

本工事は，上部に幹線道路や埋設構造物が輻輳する中で軟弱地盤を矩形の大断面で推進するという厳しい条件下での施工であったが，今回採用した三連揺動型推進機および六面鋼殻セグメントは，各種試験，実施工および計測結果のいずれにおいても問題ないことがわかった．

今後も都市部の再開発に伴い同様な条件での施工が増加すると予想される．本稿が今後増加が見込まれる非開削工法を用いた大断面地下通路工事の計画，設計，施工に参考となれば幸いである．

参考文献

1)一寸木ほか：六面鋼殻合成セグメントによる大断面矩形推進トンネルの設計，VI-623 pp.1245-1246，土木学会 70 回年次学術講演会，2015.

2)工藤ほか：ビットの切削実験による「R-SWING 工法」揺動型掘削機への対応（その１），VI-848 pp.1695-1696，土木学会　第 71 回年次学術講演会，2016.

3)盛岡ほか：六面鋼殻セグメントの単体曲げ試験結果と 2 次元非線形 FEM 解析による一考察　－新日比谷地下通路工事報告（その２）－，VI-849 pp.1697-1698，土木学会　第 71 回年次学術講演会，2016.