

第Ⅵ部門 シールドUターンにおけるボールスライダー工法の採用

大阪市交通局 廣瀬 秀男
 大阪市交通局 正会員○大西 誠
 大阪市交通局 釜谷 直樹
 佐藤工業 正会員 片岡 進
 佐藤工業 松井 淳一

1. はじめに

ボールスライダー工法（以下；本工法という）は、鋼製フレーム内に鋼球を上下でエンドレス状に2列配置したボール式重量物移送装置（以下；ボールスライダーという）を用いて重量物の直線・曲線・回転移動を行うものである。シールド機が立坑内に到達した後、再発進させることの多い地下鉄のシールド工事では、シールド機を立坑内で移動・Uターンさせることになる。従来、シールド機の移送方法は、ローラー式重量物移送装置やエアキャスター方式を用いるのが一般的であったが、ローラー式重量物移送装置は、直進性の優れているものの、回転移動には不向きであり、Uターンさせる場合は、数度の盛替が必要となる。また、エアキャスター方式は、移動・回転に盛替を要しないが、コンプレッサー等の大型機器を使用するため、騒音・振動等の施工環境に対する配慮および大型機器の設置場所等を考慮する必要があった。しかしながら、本工法を用いることにより、その欠点を解決し、シールド機Uターン工事を短時間で行うことが可能となった。高速電気軌道第8号線（2工区）（以下；本工区という）は、豊里駅（仮称）の南端から発進し、淀川を横断して太子橋今市駅（仮称）の北端に至る約1.6kmを $\phi 5,440\text{mm}$ の泥水加圧式シールドマシンにて、単線折り返し方式により約3.2km掘削する工事（以下；本工事という）である。本文では、本工法の概要および施工結果について報告するものである。

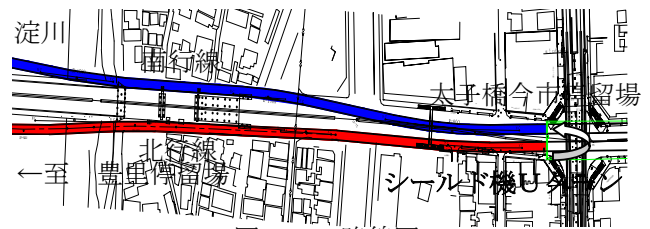


図-1 路線図

2. 本工法の概要

ボールスライダーの単体構造を図-2に示す。構造は簡易的であり、鋼製フレーム内に鋼球（材質：高炭素クロム軸受鋼鋼材）をキャタピラ状に収納したもので、小型であるため取り付けも容易である。今回用いたボールスライダーは、 $\phi 60\text{mm}$ の鋼球が60個収納されており、図-2で示す上部載荷板部に重量物を搭載・固定できるような構造になっている。ボールスライダーは、敷き鉄板上にて重量物を移動させる装置であり、特徴として、従来のローラー式重量物移動装置と基本概念は同様であるが、滑動させる部分が球状になっていることにより、目的に応じて直進および曲進移動が可能である。また、移送時の騒音・振動がほとんどなく、従来工法と比べ作業性に優れ、環境・安全面においても、さまざまな欠点を解決したものといえる。ボールスライダーは、あらゆる動きを可能としており、その単体の動きの例を図-3に示す。エンドレス状に配置された鋼球は、基本的にボール列方向に移動を繰り返す、直進・曲進等の動きに応じて、鋼球の運動量およびころがり摩擦係数の値がそれぞれ異なってくる。開発時の試験結果では、ボール列に対する角度が $0^\circ \sim 90^\circ$ に対して、ころがり摩擦係数が $0.05 \sim 0.3$ （すべり状態）と角度に対してほぼ直線的に、抵抗が増加する傾向にあった。

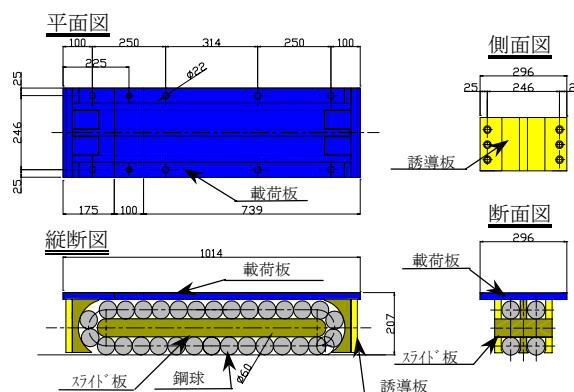


図-2 単体構造図

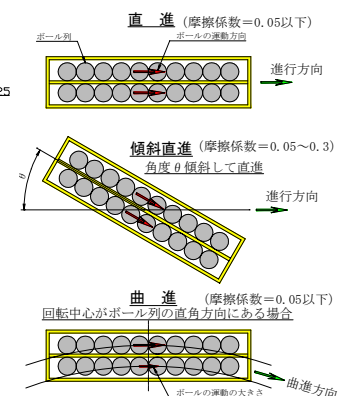


図-3 単体の動き（例）

Hideo Hirose, Makoto Onishi, Naoki Kamatani, Susumu Kataoka, Junichi Matsui

3. 試験施工

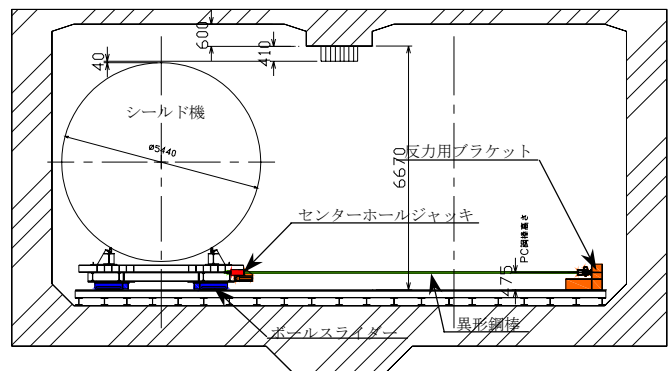
本工法は、今回が初の実施工となるため、その適正を確認する試験施工を行った。試験方法は、重さ 50t～150t のウェイトを搭載した架台の下にボールスライダーを4基、中心に対して 45° 方向に配置し、油圧ジャッキにより敷き鉄板上を移動させ、ころがり摩擦係数および窪み量を求めた。試験の結果を表－1 に示す。試験施工の結果、シールドUターン作業に対応できることと、移動の際の動作も非常にスムーズであり、騒音・振動もほとんど発生しないことを確認できた。

試験項目		50 t	100 t	150 t
①	移動の可否	可	可	可
②	45° 傾斜直進時作動圧力 (t)	5	14	22.5
	〃 摩擦係数	0.1	0.14	0.15
	曲進時作動圧力 (t)	2	4	6
	〃 摩擦係数	0.04	0.04	0.04
③	敷鉄板の窪み深さ (mm)	0.15	0.25	0.35

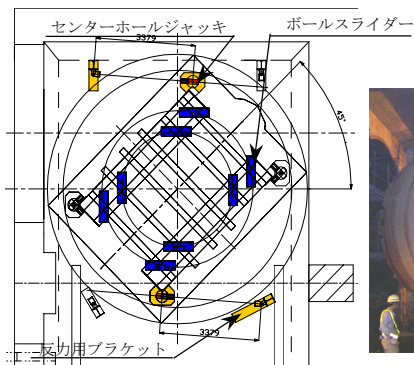
表－1 試験結果

4. 施工結果

本工区のUターンは、北行線を掘進・到達後、立坑寸法 15.8m×9m のスペースにおいて、φ5,440 泥水加圧式シールドマシン（重量：約 170t）を南行線の再発進位置へと、横移動およびUターンさせるものである。準備工として、到達部の作業床に敷き鉄板を敷き並べ、継ぎ目等の段差は 2mm 以下となるよう面取りを行い、シールド機の受け入れのための到達架台を配備した。施工順序および結果を次に示す。①シールド機の定着した到達架台にボールスライダーを回転中心に対して 45° 方向に8台設置する。ボールスライダーの設置方法は、100t 油圧ジャッキを6台使用し、到達架台をジャッキアップさせ、取り付け位置にボルトにて固定させる。②シールド機を再発進側へ 8m 横移動させる。横移動にはセンターホールジャッキを用い、シールド機受台側には回転台、反力側には敷き鉄板上に反力用ブラケットを取り付ける。センターホールジャッキは 50t×200 ストロークを2台使用し、回転台の上にセットする。センターホールジャッキを伸ばし受架台を移動させるが、ストロークが 200mm のため 40 ストローク分異形鋼棒を盛替、8m 移動させる。（図－4）③シールド機を 180° 回転させる。回転には、反力の盛替が4回必要となり、1回目 45° ⇒ 2回目 30° ⇒ 3回目 60° ⇒ 4回目 45°（計 180°）で回転完了となる。シールド機の回転は、横移動と同様に2台にセンターホールジャッキにて行い、対角方向において対称的な力が作用するように反力の位置決めを行う。反力は4箇所を設置し、回転角度に応じて、その内の2箇所を使用する。（図－5）④シールド機を再び、1.73m 再発進側へ移動し、位置決めを行う。⑤受架台よりボールスライダーを撤去し、Uターン工事完了となる。施工評価として、①～⑤の延べ作業時間が 20 時間と非常に効率よく作業が行われた。また、シールド機約 170t の横移動時、回転時の牽引力は、それぞれおよそ 17t、9t となり、ころがり摩擦係数 0.1、0.05 と期待通りの結果が得られた。省スペースでのシールド機回転は、構造物からの最小離隔 100mm 以下という中、精度よく行われ、施工中の騒音・振動もなく、安全面においても問題がないということがわかった。



図－4 横移動概要図



図－5 回転概要図



写真－1 Uターン状況

5. おわりに

本工法にとって、今回が初のシールド機Uターン施工となったが、ボールスライダーの性能および安全性について期待通りの結果が得られ、今後大断面シールドのUターン工事をはじめ、地下鉄工事、橋梁工事、ケーソン工事等様々な重量物移動工事に適用でき、用途拡大が期待できる。