シールド機の効率的な移動・回転システムの適用例

西松建設㈱　地下鉄マリナベイ出張所　　正会員　○吉田　吉孝，國井　剛，村川　徳尚
西松建設㈱　シンガポール営業所　　星　光二郎

１．はじめに

シンガポール地下鉄T228工区では，上下線各約700mのトンネルを泥土圧式シールド（マシン外径6,680mm，**図１**参照）１台で掘進した．A立坑（幅25m×長46m）で搬入，投入，水平移動，ジャッキダウン，発進位置まで移動後に組み立てられたシールドは，B立坑（内径34m）に到達後，立坑中心付近まで水平移動した後に回転させ，再発進位置まで水平移動させる．再発進後，A立坑に到達したシールドは解体，回収される（**図１**参照）.

シールドの水平移動、回転ともに反力を取るため，一般的にはジャッキあるいは牽引用ワイヤをアンカーで固定するが，今回採用した方法は，アンカーによる固定が不要で，ジャッキあるいはワイヤの盛り替えを要しないため，施工時間の短縮を期待できる点が大きな特徴である．本論文では，これら施工実績を報告する．

２．シールド機の移動システム

A立坑が路面覆工で覆われており（**写真１**参照），シールドの発進坑口付近への直接投入が不可であったため，坑口から離れた位置へ投入する必要があった．**図２**に示す①区間において，工期短縮の目的で先行打設した本設底版スラブ端部まで移動した後，仮設スラブ上に設置した発進用架台のレベルへ合わせるため，②区間においてジャッキダウンし，③区間において発進位置調整およびシールド組立作業を行った（**図２**参照）.

①区間における水平移動について，シールド胴体（最大自重約242ton，鋼材間の摩擦係数0.2）が載った移動用プレートを移動用レール内に仕込ませた油圧ジャッキ（能力80ton×2本）で押すため，レール内で力の釣り合いが取れている．レールにはジャッキ反力が作用するが，シールド自重よりレール下面に発生する摩擦力（鋼材とコンクリート間の摩擦係数0.3）で力の釣り合いが取れている（**写真２**および**図３**参照）．これにより，ジャッキあるいはレールの固定といった作業が不

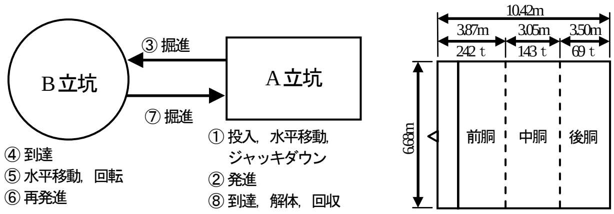

図１　シールド工概要（左：施工手順，右：形状寸法）

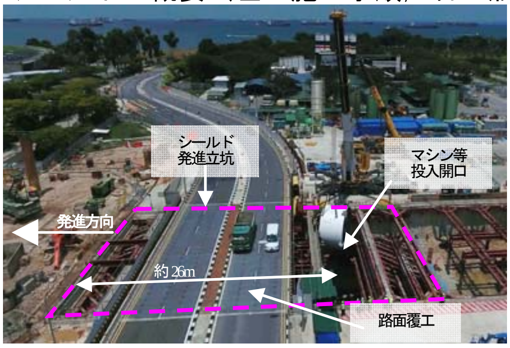

写真１　シールド中胴投入状況（A立坑）

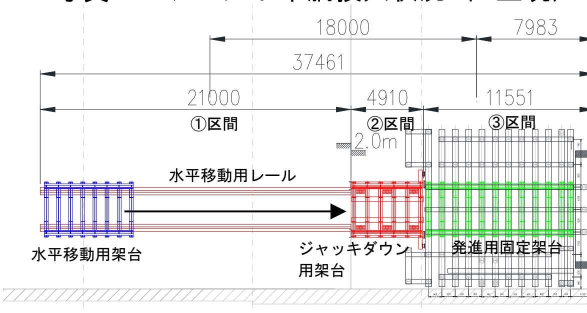

図２　シールド移動用架台レイアウト（A立坑）

写真２　水平移動用ジャッキ

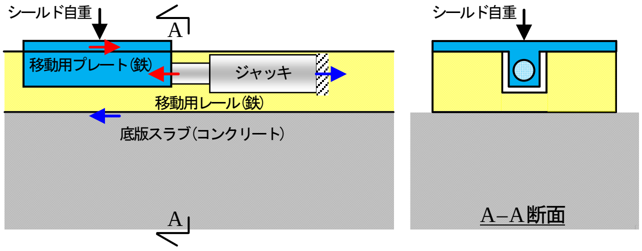

図３　レール内外での力の釣り合い模式図

キーワード　シールド，水平移動，ジャッキダウン，回転，Uターン

連絡先　　〒105-6310　東京都港区虎ノ門1-23-1 虎ノ門ヒルズ森タワー10階 西松建設㈱国際事業本部 TEL03-3502-7693

要になる．なお，ジャッキ反力は，レール内に設けられた溝へジャッキに装着された爪を引っ掛ける（ラチェット機構）ことで反力を取っている．ジャッキの移動方法について，ジャッキ先端は移動用プレートに固定されており，所定のストローク（330mm）まで押した後，ストロークをゼロに戻すことでジャッキが前進する仕組みとなっている（**写真３**参照）．

発進架台上を坑口側へ更に移動させる際，センターホールジャッキによる従来工法を採用したが，今回採用した方法と比較した結果，費やした時間に 5 倍以上の差が出た（従来 12cm/分、今回 65cm/分）．今回の方法はジャッキの自走が可能であるのに対し，従来工法は 1 ストローク毎に反力装置の盛り替えが必要である．

参考までに，ジャッキダウンの概要を**図４**に示す．

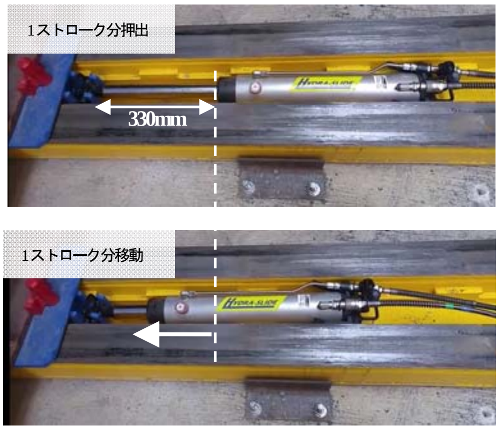

写真３　ジャッキの自走

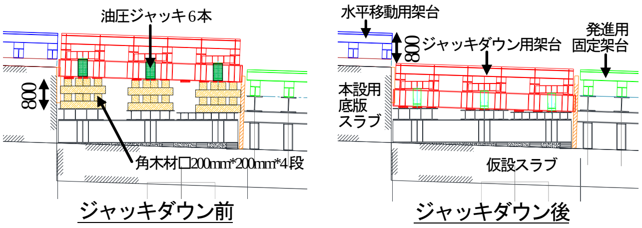

図４　ジャッキダウン用架台

３．シールド機の回転システム

今回採用した方法はターンテーブル工法に属するが，ターンテーブル上にあるシールドを牽引ワイヤで引っ張る工法ではなく，ターンテーブルを直接回転させる工法である．回転させる際に使用するジャッキ（能力 30ton）4 本がターンテーブル架台に設置されており（**写真４**参照），ターンテーブル上（直径約 3m、許容積載荷重 750ton）にあるシールド機（全長約 10m、約 450ton）を回転させる際，ターンテーブル架台内で力の作用・反作用が釣り合っているため，ターンテーブル架台の固定が不要となる．ターンテーブルは中心および外周で支持されているため，回転時のシールドの揺れや傾きといった事象は発生しなかった．

従来のボールスライダー等を用いた方法では数時間かかるが、前章の移動システムと組み合わせた本システムは反力装置の盛り替えが不要なことから、30 分以内で 180 度回転させたることができた（**写真５**参照）．

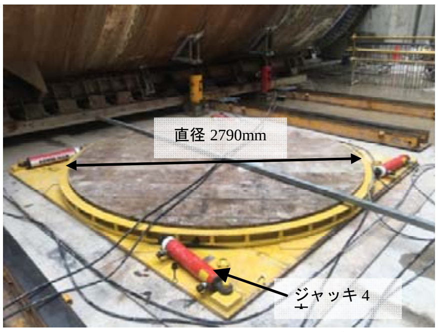

写真４　ターンテーブル

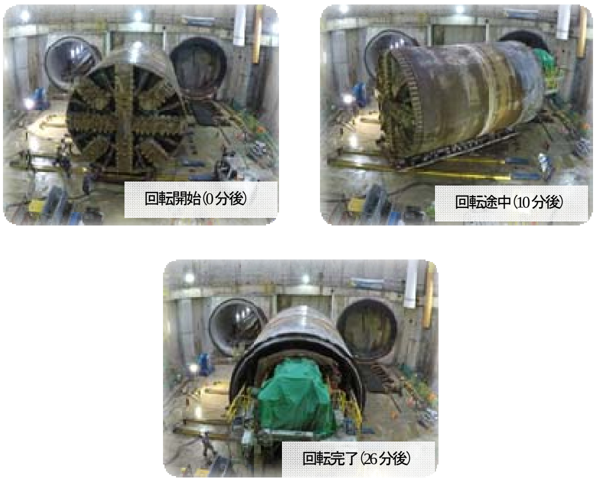

写真５　シールド回転状況

４．おわりに

今回紹介したシールド機の水平移動および回転方法は，いずれも牽引用ジャッキが不要で，その盛り替え作業やジャッキの準備や撤去といった作業に要する時間が不要となり，各々の単独工程で 3 日間の工期短縮に貢献した．また，固定用アンカーの引き抜き，牽引用ワイヤの破断といったリスクを根絶するため，安全面においても優れた施工方法である．この移動・回転システム適用することで，任意の方向にシールドを移動させることが可能となる．

当初，企業先の計画では，B 立坑に到達したシールドは回収，解体後，A 立坑にて再組立後，再発進する施工手順であったが，当社の提案である B 立坑での U ターンが設計変更として承認され，2 か月の工程短縮が実現した．