

シールド機の効率的な移動および回転に関する一事例

吉田 吉孝* 國井 剛*
 Yoshitaka Yoshida Takeshi Kunii
 村川 徳尚* 星 光二郎**
 Norihisa Murakawa Kojiro Hoshi

1. はじめに

シンガポール地下鉄 T228 工区では、上下線各約 700 m のトンネルを泥土圧式シールド（マシン外径 6,680 mm、図-1 参照）1 台で掘進した。A 立坑（幅 25 m × 長 46 m）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 34 m）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ー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ー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. シールドの移動

発進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を図り、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 242 ton、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 80 ton × 2 本）で押すため、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）とレール内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

* シンガポール営業所地下鉄マリナベイ（出）

** シンガポール営業所

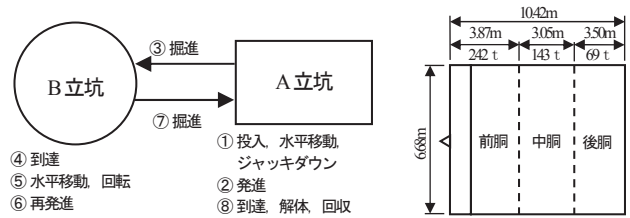


図-1 シールド工概要（左：施工手順、右：形状寸法）



写真-1 シールド中胴投入状況（A 立坑）

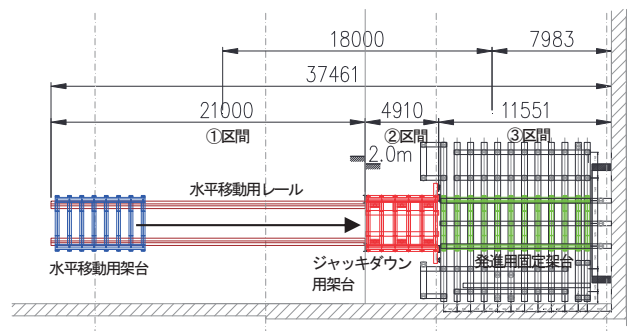


図-2 シールド移動用架台レイアウト（A 立坑）

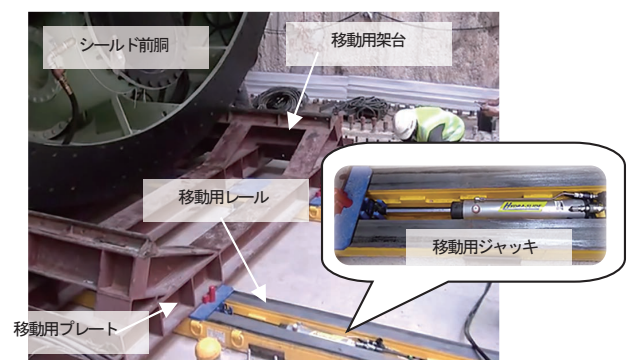


写真-2 水平移動用ジャッキ

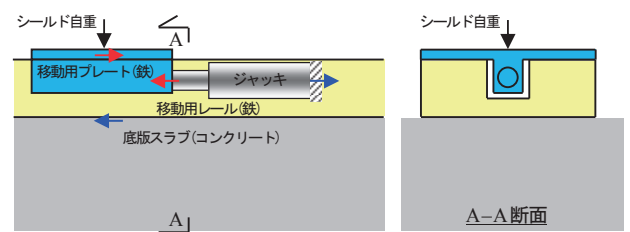


図-3 レール内外での力の釣り合い模式図

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（330 mm）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自然と前進する仕組みとなっている（図-4 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 12 cm/分、今回 65 cm/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-5 に示す。

3. シールドの回転

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ー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 30 ton）4 本がターンテーブル架台に設置されており（写真-3 参照）、ターンテーブル上（直径約 3 m、許容積荷重 750 ton）にあるシールド機（全長約 10 m、約 450 ton）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。

ボールスライダー等を採用しても数時間費やすところをわずか 30 分以内で 180 度回転させた（写真-4 参照）。これも水平移動同様に反力装置の盛り替えが不要であることによる。

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、牽引用ワイヤー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。これら水平移動、回転方法を組み合わせることで、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。

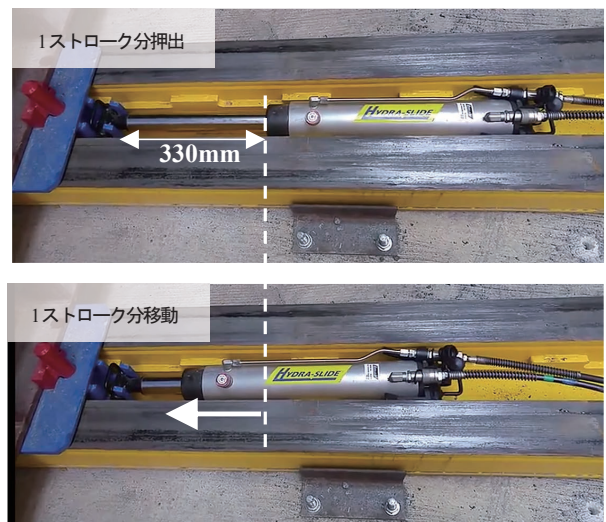


図-4 ジャッキの自走

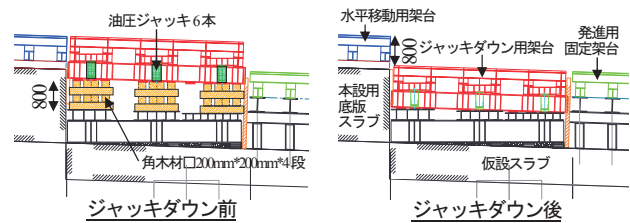


図-5 ジャッキダウン用架台



写真-3 ターンテーブル

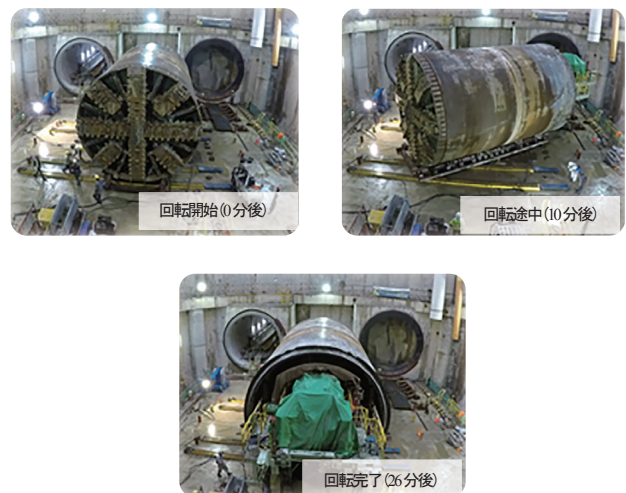


写真-4 シールド回転状況