

同時掘進シールド工法の開発（その1） ～ダブルジャッキ式同時掘進シールド機の開発～

鹿島建設株式会社 正会員 黒沼 出， 非会員 加藤 誠
 非会員 猪又勝美， 正会員 中川雅由
 正会員 杉山裕一， 非会員 小林孝志
 川崎重工業株式会社 非会員 岩田博吉

1. はじめに

近年，コスト削減の社会的要請からシールド工事の長距離化と工期の短縮が望まれている．そこで，シールド工事の大幅な工期短縮を目的に，従来のシールド機では困難であった掘進作業とセグメント組立作業とを同時に行うことで高速施工を可能とする「ダブルジャッキ式同時掘進シールド工法」を開発した．本報では工法概要及び工場内での実証実験結果について報告する．

2. 本工法の概要

本工法で使用するシールド機概念図を図 - 1 に示す．シールド機内側に前後にスライドする内胴を有する．内胴には前方に伸びる掘進専用の掘進ジャッキと後方に伸びるセグメント組立専用の組立ジャッキを装備しており，これらは同一円周上に交互に配置されている．このように2種類の専用ジャッキを持つことから「ダブルジャッキ式同時掘進シールド機」と呼んでいる．

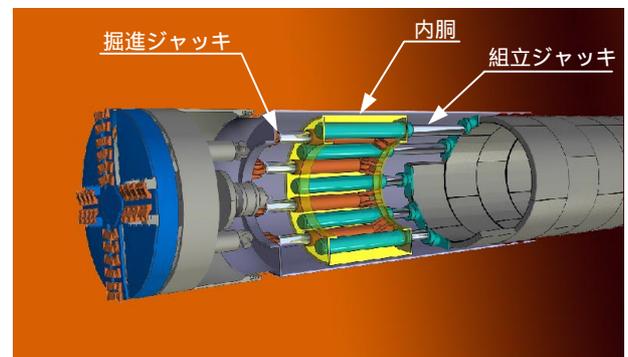


図 - 1 ダブルジャッキ式同時掘進シールド機概念図

基本的な掘進，組立の施工手順を図 - 2 に示す．

- (1) 初期状態：掘進ジャッキを縮め，組立ジャッキを伸ばすことで内胴をスライド範囲前端に位置させる．
- (2) 同時掘進の実施：掘進ジャッキによりシールド機全体を前方に押し出し，地山を掘削する．並行して組立ジャッキを操作し，内胴に装備したエレクタを用いてセグメントの組立を行う．
- (3) 掘削，組立の完了：1リング分の掘削とセグメント組立が完了する．
- (4) 内胴の盛替え：次リングのセグメント組立スペースを確保するため，掘進ジャッキを縮め，組立ジャッキを伸ばすことで内胴を1リング分前方に盛替え，(1)に戻る．

以上の構造，施工手順により本工法は次に挙げる特長を持つ．

- 2種類の専用ジャッキにより掘進作業と組立作業を同時に行うことで高速施工が可能である．
- 掘進エリアと組立エリアが内胴によって完全に分割されているため，作業の安全性が確保できる．
- 全ての機構をシールド機内側に内包するため，止水性，耐

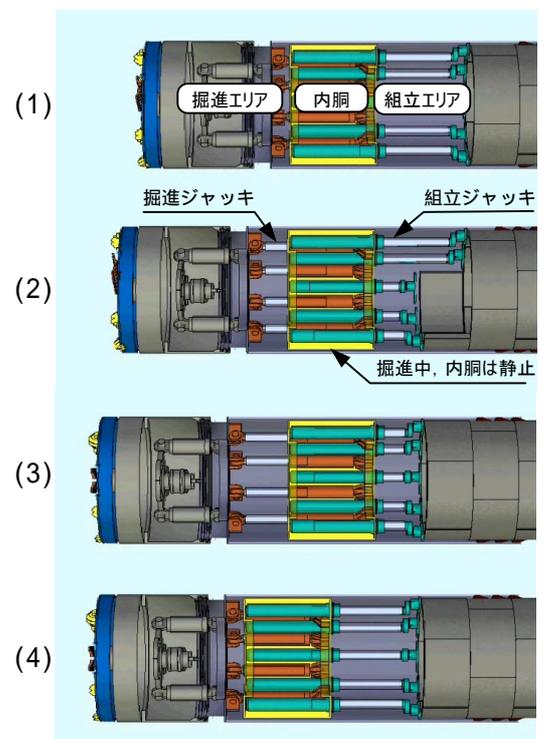


図 - 2 施工手順

キーワード：シールド工法，長距離高速施工，工期短縮，コスト削減，同時掘進，ダブルジャッキ

連絡先：〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7 鹿島建設(株) 機械部 技術グループ TEL 03-5474-9728

久性、メンテナンス性に優れる。

- 掘進・組立作業において、内胴及びエレクタが既設セグメントに対して静止しているため、従来工法と同様にセグメントの組立を行うことができる。
- ロングジャッキを使用しないため小口径シールド機に対しても適用が可能である。

3. 実証実験

本工法の実用化に際し、工場内で実機を模擬した試験装置（写真 - 1）により実証実験を行った。

3 - 1 組立ジャッキ反力試験

本工法においては掘進反力は組立ジャッキに伝達されるため、一般的なシールド機よりもセグメント組立の際のジャッキ反力は大きくなる。そのため、組立ジャッキの操作に伴い生じる偏芯モーメントを抑制してシールド機の姿勢を安定させることが、本工法を実現する上で最も重要な技術課題となる。この課題に対し、各組立ジャッキの油圧回路を独立に制御し、また内胴部を偏芯モーメントに対抗させる構造とすることで、各組立ジャッキには必要に応じた反力を、また各組立ジャッキ間には緩やかな圧力勾配を自動的に生じさせ、シールド機の姿勢の安定化を図った。

この特性を確認するため、掘進反力相当の負荷を与えた状態で組立ジャッキ抜きを行い、組立ジャッキ反力の分布を計測した。また、内胴からの反力を受けることで生じるシールド機本体の変形量についても合わせて計測した。

組立ジャッキ 5～8 を抜いた際の各組立ジャッキ反力計測結果を図 - 3、シールド機本体の変形量計測結果を図 - 4 に示す。どちらもシミュレーションと同様の結果となり、本工法の特性を確認することができた。

3 - 2 内胴盛替え試験

切羽圧力を保持しながらシールド機をバックさせることなく内胴を前方に盛替えるためには、掘進ジャッキと組立ジャッキの同調制御が必要となる。そこで、掘進ジャッキストローク及び組立ジャッキストロークの合計が一定になるよう制御を行い、切羽保持相当の推力を与えた状態で盛替え試験を行った。

試験結果を図 - 5 に示す。ジャッキ反力を保持し、両ストロークの合計を一定に保持したまま所定の速度（175mm/min）で盛替え可能であることが確認できた。

4. おわりに

掘進作業とセグメント組立作業を同時に行うことで高速施工を可能にする「ダブルジャッキ式同時掘進シールド工法」を開発し、工場内での実証実験の結果、当初の設計性能を確認した。

実施工へ適用した際の地盤内におけるマシン姿勢変化や実際の施工サイクル等の実績については、報文（その2）で報告する。

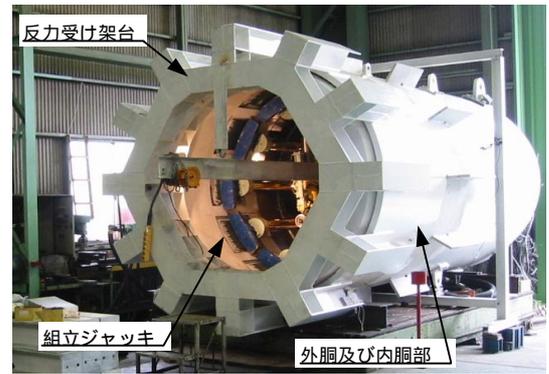


写真 - 1 実証実験装置

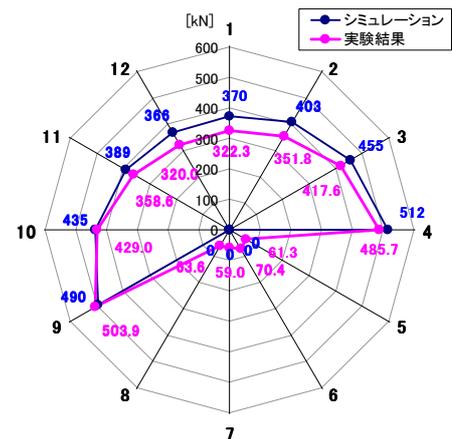


図 - 3 組立ジャッキ反力分布

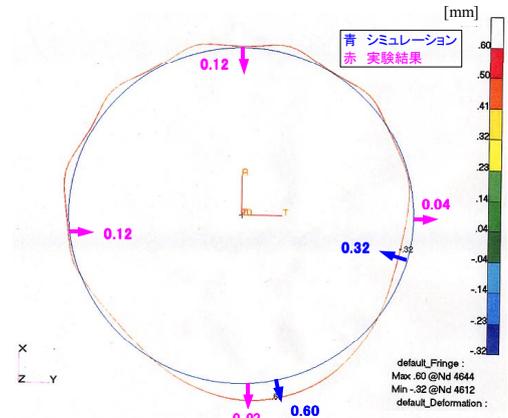


図 - 4 シールド機本体変形量

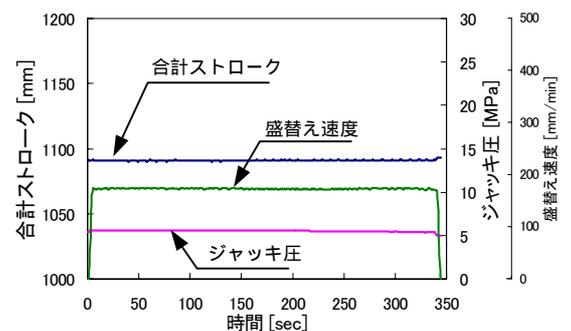


図 - 5 内胴盛替え試験結果