# シールド地上発進の実証実験

清水建設(株) 土木技術本部シールド統括部 正会員 久原 高志
清水建設(株) 土木技術本部技術開発部 正会員 金丸 清人
清水建設(株) 土木技術本部シールド統括部 正会員 鹿島竜之介
清水建設(株) 土木技術本部シールド統括部 正会員 ○迫野 涼

## １．はじめに

一般に，シールド工法によりトンネルを構築する際には，トンネルの両側に立坑を設置し，立坑間のトンネルをシールドで施工する.一方，道路トンネルのように地上と地下の接続部（アプローチ部）が必要な構造物には，トンネルの用途上立坑を必要としないものの,施工上の観点から立坑を設置する場合が多い．今回開発した地上発進技術は，前記のアプローチ部からシールドを発進させるため，立坑の構築が不要となり，工期短縮とコスト縮減に大きく寄与する.

本稿では，シールド地上発進の実証実験を実施し，本技術の施工上の課題や，その対処方法ついて得られた知見を報告する.

## ２．シールド地上発進の特徴

・立坑の構築やアプローチ部の開削工事が不要となり，工期短縮やコスト縮減が可能である.
・都心部などの立坑構築場所を確保できない場合でも，シールド工法を適用できる.
・発進時から掘進に必要な全ての後続設備をシールド機に連結させることが可能で，従来の段取り替え作業が不要となり，工期短縮や施工の安全性向上に寄与する.

## ３．実験の目的と概要

本実験では，シールド地上発進に特有のアプローチ部や小土被り部の施工における技術的な課題を把握することを目的としている．技術的な課題のうち，特に，以下に示す点を把握することとした.

①方向修正用中折れ装置とシールドジャッキ選択によるシールド姿勢制御の有効性
②切羽保持管理方法
③裏込め注入管理方法
④周辺地盤への影響

写真-1 実証実験シールド機

表-1 実証実験概要

| | |
|---|---|
| シールド径 | 1,630㎜ |
| シールド形式 | 泥土圧（気泡)シールド |
| トンネル路線延長 | 37m |
| 土かぶり | 0cm～80cm(0.5×D) |
| トンネル線形 | 平面線形=直線<br>縦断線形=下り5.0% |
| 掘削地盤 | 関東ローム層<br>（粘土質の風化火山灰） |
| セグメント | 鋼製セグメント |
| 実験期間 | 平成21年7月 |
| 実験場所 | 茨城県常総市 |

写真-1 に実証実験に使用したシールド機を，表-1 に実証実験の概要を示す。トンネル縦断線形は，道路構造令に定める一般道路の設計速度 60km/時における道路縦断勾配が 5.0%以下であることを参考に，下り 5.0%と設定した。掘削地盤は，シールド機カッター切削後の土砂取込みが困難な条件を想定し，砂質土ではなく，地下水がなく粘性が高い関東ローム層で行った.

## ４．実験結果

### 4.1 シールド姿勢制御

図-2 にセグメント出来形の計画線に対する偏差量

キーワード：シールド地上発進，立坑不要，アプローチ部
連絡先 ：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 ｼｰﾊﾞｽ S 館 清水建設(株)シールド統括部 TEL03-5441-0555

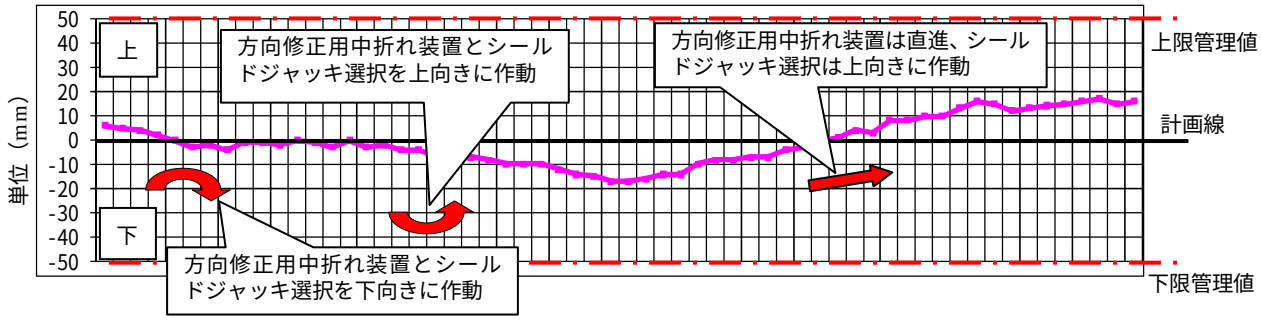


図-2　セグメント出来形の計画線に対する偏差量（縦断線形）

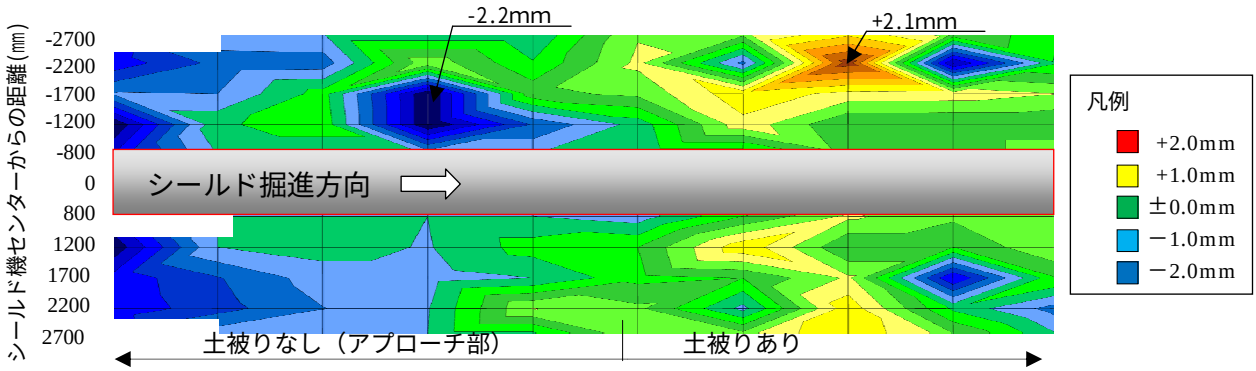


図-3 地表面鉛直変位のコンター平面図

（縦断線形）を示す．図-2 によれば，地上発進に特有のアプローチ部や小土被り部においても一般のシールド姿勢制御と同様に，修正用中折れ装置とシールドジャッキパターン選択による上下方向修正操作は，シールド姿勢制御の手段として有効であると言える．

### 4.2　切羽保持

アプローチ部および小土被り部では，切羽土圧は，比較的小さな値で推移する．したがって，切羽土圧の変動を抑制する必要があり，チャンバー内土砂の塑性流動化を確保することが重要となる．本実験では，加泥材（気泡）を掘削土量に対して約 50%添加し，一部加水することで，塑性流動化した良質な土砂をチャンバー内に充満させることができた．また，設定した管理土圧の上限値（静止土圧）および下限値（主働土圧）の間で管理することが可能であった．

### 4.3　裏込め注入管理方法

アプローチ部の裏込注入は，注入圧によってセグメントが浮き上がらない高さまで実施し，残りのテールボイドは地表から単粒度砕石を投入することで確実に充填した．

### 4.4　周辺地盤への影響

地表面の鉛直変位および地中傾斜量の計測を行い，周辺地盤への影響を評価した．地表面の鉛直変位は，トンネル軸方向 2.0m 毎に 16 列×6～11 測点，合計 151 測点を設置し計測を行った．図-3 にシールド掘進に伴う地表面鉛直変位のコンター平面図を示す。シールド掘進に伴う地表面鉛直変位量は，土被りに関わらず，±2mm 程度の小さい値であった．このことは，前述した切羽保持管理を行うことで，周辺地盤への影響は小さいことが確認できた．また，地中傾斜量は，掘進横断面の両脇に測点を設置し 0.5m 深度毎に計測を行った．その結果，周辺地盤がシールド下端高さ近傍で外側に押し出される傾向を示した．また，掘進方向はシールド通過に伴い，近傍地盤がシールドに引きずられる方向に変位した．これらの結果は，通常のシールド近傍地盤の計測事例にも見受けられる傾向であり，従来の施工管理技術によって，周辺地盤への影響は抑制すること，および予測することが可能であると言える．

## 5．おわりに

本実験より，シールド地上発進特有の施工上の課題は対処しうるものであり，本技術が道路トンネル等へ適用可能であることが確認された．