

# 帯水砂質地盤におけるシールド地上発進実験 ―実験概要および施工―

大成建設（株）土木本部 正会員 飯島 知哉， 正会員 濱本 健一  
 大成建設（株）技術センター 正会員 川北 潤， 正会員〇高倉 克彦  
 大成建設（株）東京支店 正会員 廣富 聡

## 1. はじめに

近年，道路トンネルを中心に土被りのないトンネルのアプローチ部よりシールドを発進することで立坑構造が簡素となり，工事費の低減および工期の短縮を図る技術が注目されている．

通常，地上からのアプローチ区間があるトンネルは，図-1に示すように，ある程度の土被りが確保できる位置に立坑を設けて，それより深いシールドトンネル区間はシールド工法により施工する．立坑より浅いアプローチ区間は開削工法により施工する．これに対して，図-2に示すように，シールド機の上部が地上にある状態から発進すると，アプローチ部分も含めてシールド工法によりトンネルを一気に施工できる．

道路などの大断面トンネルでは，このシールド地上発進技術を用いることにより，立坑構造が簡素となるため，工事費の縮減や工期の短縮を図ることができる．また，シールドトンネル区間でも，初期掘進から本掘進への段取り替え作業が簡素化できることで工期の短縮が可能となる．

本稿では，本実験<sup>1)</sup>の概要と施工上で得られた知見について述べる．

## 2. 実験概要

### (1) 実験の目的

シールド機を土被りのない地上部から発進させる場合において，①周辺地盤の拘束が少ない状態でのシールド機の姿勢制御，②周辺地盤の変形状況およびその影響範囲，③セグメントの浮き上がり，などに関する基礎データを収集すること，および地盤の自立性が低い滞水砂層地盤での地上発進技術を確立することを目的に，実際のシールド機を使用した実験を行った．

### (2) 実験の概要

実験は茨城県神栖市のヤードで実施した．2010年1月末にシールド掘削を開始し，2月中旬にシールド機が所定の位置まで到達した．

掘削対象地盤は，0.1～0.25mm程度の粒径がそろった細砂で均等係数が1.8と非常に崩壊性の高い地盤で，地下水位は施工基面下0.9mの深度であった．掘削対象地盤の主要物性値を表-1に示す．

シールド機は，外径2.28m，長さ5.16mの泥土圧シールド機を用いた(写真-1)．セグメントは外径2.15m，桁高10cm，幅1.0mの鋼製セグメントを用い，その分割数は5分割とした(写真-2)．

シールド機は上部が地上にある状態から発進し，土被りがシールド機外径の0.58倍に相当する1.33mになるところまで掘削した．掘削延長は25m，縦断勾配

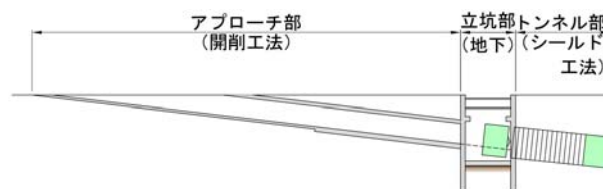


図-1 立坑発進概念図

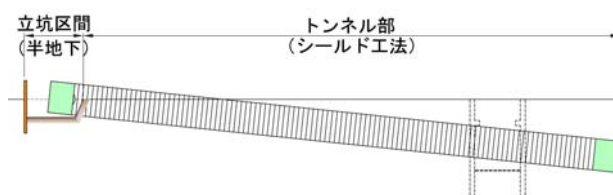


図-2 地上発進概念図

表-1 対象地盤の物性

| 項 目  | 単 位               | 物性値  |
|------|-------------------|------|
| N値   | -                 | 6～24 |
| 湿潤密度 | kN/m <sup>3</sup> | 19   |
| 粘着力  | kN/m <sup>2</sup> | 0    |



写真-1 泥土圧シールド機



写真-2 鋼製セグメント

キーワード シールド，地上発進，立坑省略，姿勢制御，影響遮断壁

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター土木技術開発部 TEL:045-814-7229

は10%, 平面線形は直線とした(図-3)。また, 既存構造物に対する防護策としての遮断壁の効果を確認するために, シールド中心から2m離れた位置に鋼矢板による影響遮断壁(FSP-II型,  $L=4.0\text{m}$ )を設置した。

### 3. シールド地上発進の施工

#### (1) 掘進速度

掘進速度は,  $10\sim30\text{mm/min}$ の範囲で掘進した。土被りのない区間でも最大 $27\text{mm/min}$ (1リング平均)で掘削可能であった。

#### (2) シールド機の姿勢制御

ピッチングについては図-4に示すように土被りのない区間では, シールド機がノーズダウンする傾向にあった。そこで, ジャッキ選択により回復を試みたが, シールド機前面の一部にしか地盤が無く, 掘進抵抗が小さいため, ノーズダウンを回復させることができなかった。シールド機が地中に入り土被りのある区間になると, 掘削抵抗が確保できるようになり, シールド機のピッチングコントロールが可能となった。ヨーイングについてはコピーカッターの使用とジャッキ選択による偏心力で, ローリングについてはシールド機のカッター回転方向を変えることで土被りのない区間でも制御可能であった。

#### (3) 切羽土圧

土被りのない区間では, チャンバー内の泥土高さを地盤高さ付近で管理した。しかし, カッターの回転によりチャンバー内の泥土高さが一定にならないため, 管理値より低い値となった。

土被りが小さい区間(土被り $0.3D$ 未満:  $D$ は掘削径)については, シールド機上部の土荷重+泥土荷重にて管理する計画であったが, 地表面が隆起傾向にあったことから, 土被りが小さい区間についても, 静止土圧+水圧( $K_0=0.5$ )で管理した。

#### (4) 裏込め注入

土被りのない区間については, セグメント下部(4時または8時方向)から注入し, 注入箇所の反対側のテールボイドも充填できることを確認した。充填状況は実験完了後にセグメントを掘削撤去し, 密実な充填がされていることを確認できた。

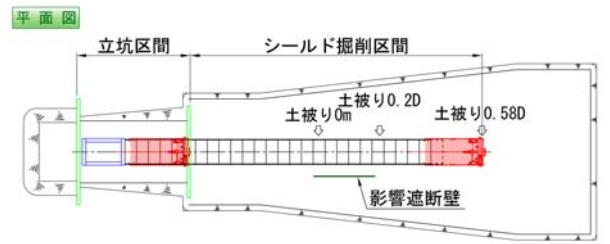
土被りが $0.3D$ 未満の区間においては注入率 $105\sim110\%$ , 土被りが $0.3D$ 以上の区間では注入率 $107\sim130\%$ の注入率であった。

### 4. まとめ

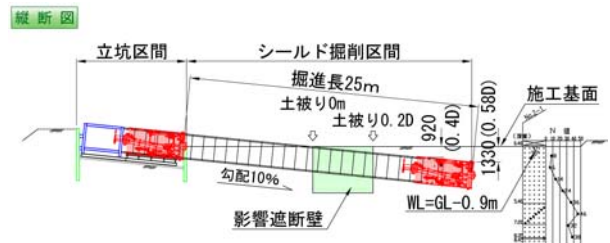
今回の実験では, 地盤の自立性が低い帯水砂層において, シールド機のコントロール方法, 掘進管理などさまざまな施工上の知見が得られた。

### 参考文献

1) 飯島知哉 他: シールド地上発進実験およびその影響評価手法の開発, トンネル工学報告集, pp. 299-305, 2010



(a) 平面図



(b) 縦断面図

図-3 トンネル線形

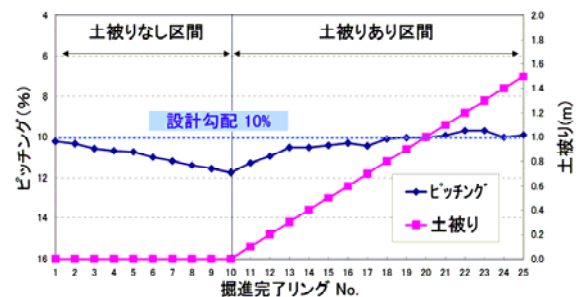


図-4 シールド機のピッチング

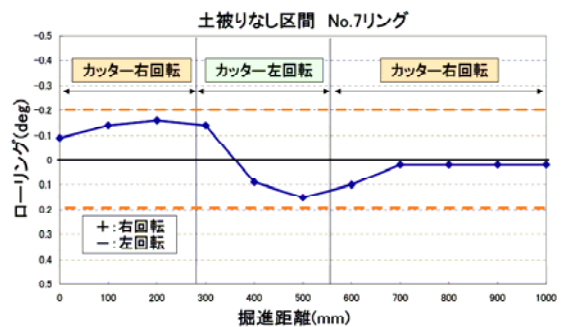


図-5 シールド機のローリング



図-6 切羽土圧