# 高速道路ランプ部の矩形シールドトンネルに適用する終端覆工セグメントの設計と施工

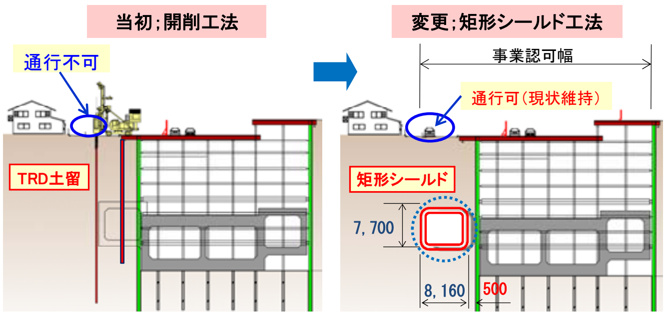
鹿島建設(株)　正会員　○馬目広幸　戸川　敬　加藤淳司　真鍋　智　牛垣　勝
阪神高速道路(株)　正会員　松川直史

## 1．はじめに

常磐工区開削トンネル工事（大阪府道高速大和川線）のうち、出口ランプについては、地上部の民家および生活道路に与える影響を最小限に抑えるための住民への環境負担軽減策として、開削工法から非開削工法である矩形シールド工法に変更した（図－1 参照）。

シールド掘進は厳しい施工条件の中、前年度報告した各種対策[1),2)]を実施し、平成 29 年 6 月に延長 225m、発進～到達土被り 1.5～17m、縦断勾配 -8.0%（到達部 -0.35%）の掘進を終え、無事に所定の位置に到達した[3)]。

本報文では、到達後のマシン解体と並行して施工を行った終端覆工セグメントについて、設計から施工完了までを報告する。



図－1　非開削工法変更の概略

## 2．終端覆工構造の設計検討

### (1) マシン解体と同時施工を想定した設計検討

通常、終端覆工セグメントはシールドマシンを到達立坑へ押し出しながら施工するのが一般的である。

しかし、本工事では地中切り開き部躯体構築との調整により、当初から到達土留壁手前でシールドマシンを停止させ、マシン鋼殻は残置したまま装備した掘進設備を解体し、鋼殻内部に終端覆工を施工する計画であった（図－2 参照）。想定した施工手順は下記のとおりである。

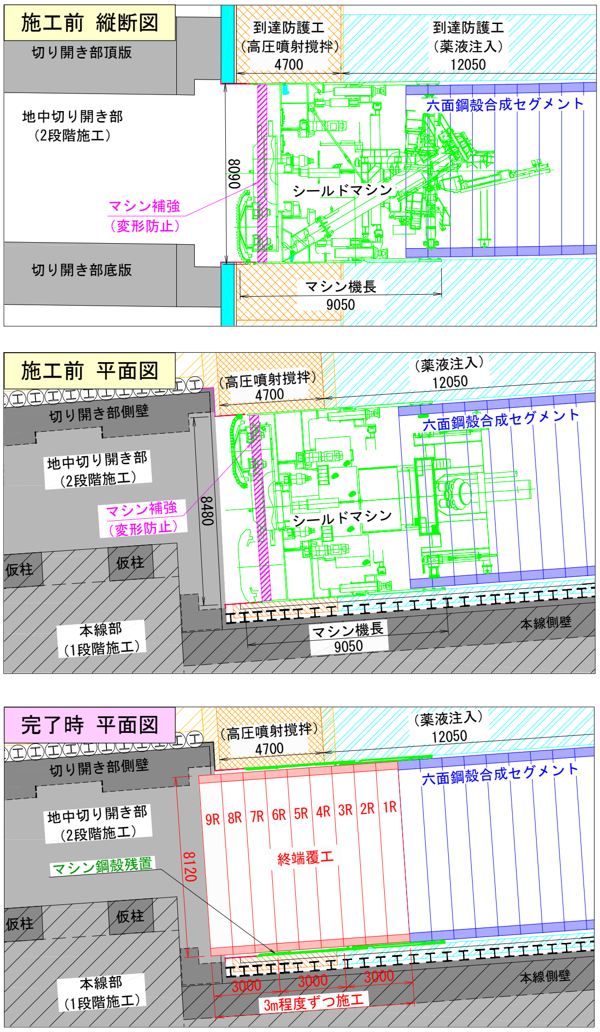
1. シールドマシン到達、土留壁鏡切り、マシン補強（補強部材は終端覆工を 6m 組み立てた段階で撤去する）。
2. 到達位置でマシン掘進設備を後方より順次解体。
3. 終端覆工を 3m 程度ずつ組み立て、マシン鋼殻の剛性を高めながら、解体および組立を繰り返す（合計 9m）。

終端覆工の設計検討はこれらの施工手順を勘案し、マシン解体と並行して組立ができる合理的な終端覆工の設計を念頭に行った。

### (2) 終端覆工構造の比較検討

終端覆工構造の比較対象としては、マシン鋼殻を利用した現場打ち RC 構造、本シールド一般部で採用した六面鋼殻合成セグメント、鋼製セグメントである。

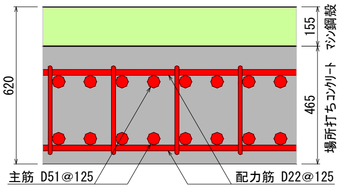
表－1 に比較検討結果を示す。ここでは、桁高（内空・耐火工施工代）、構造性、重量、経済性、施工性などを総合判断し、鋼製セグメントを採用することとした。



図－2　終端覆工の施工前および完了状況

キーワード：矩形シールド，マシン鋼殻残置，六面鋼殻合成セグメント，終端覆工，鋼製セグメント
連絡先：〒591-8001 堺市北区常磐町 2-11　鹿島建設(株)関西支店 常磐工区 JV 工事事務所　TEL072-250-7190

表－1　終端覆工構造の比較検討（マシン鋼殻は非構造部材とする）

| 項 目 | 現場打ち RC 構造 | 六面鋼殻合成セグメント | 鋼製セグメント |
|---|---|---|---|
| 構 造 概 要 |  | | |
| 外形/幅/桁高 | ・外形 － / 幅 － / 桁高 620mm 必要 | ・外形 8,160×7,700mm /幅 1,000mm /桁高 400mm | ・外形 8,120×7,660mm /幅 1,000mm /桁高 340mm |
| 構造諸元 | ・マシン鋼殻 155mm, 主筋 D51, 配力 D22<br>場所打ちコンクリート(σck=60N/mm²) | ・スキンプレート(外)10mm (内)9mm, 継手板 49mm<br>側板 19mm, コンクリート中詰(σck=42N/mm²) | ・スキンプレート(外)9mm, 外主桁 50mm, 継手板 50mm<br>中主桁 100mm（把持用） |
| 構造性 | ×（鉄筋のあき、釣り合い鉄筋比で NG） | ○（※ボルトボックスの干渉などで幅は縮小できない） | ○ |
| 重量 | － | ・1 ピース 約 4.5t（8 ピース構成）<br>・特殊揚重機械の製作などが必要 | ・1 ピース 約 2.5t（8 ピース構成）<br>・汎用機械(揚重性能 3.0t ハンドリングマシン)有り |
| 耐火設計 | ・耐火コンクリート | ・耐火吹付モルタル | ・耐火パネル(落下防止策併用) |
| 経済性 | － | ・2.00（特殊揚重機械費 含む） | ・1.62 |
| 施工性 | ・マシン解体と同時施工は工程を要する | ・組立方法の確立が困難 | ・ハンドリングマシンを用いた施工事例有り |
| 評 価 | × | △ | ○ |

## ３．終端覆工の施工

終端覆工は前述のとおり鋼製セグメントを採用し、揚重性能 3.0ｔのハンドリングマシンと、高所作業車および作業足場を用いて組み立てた。

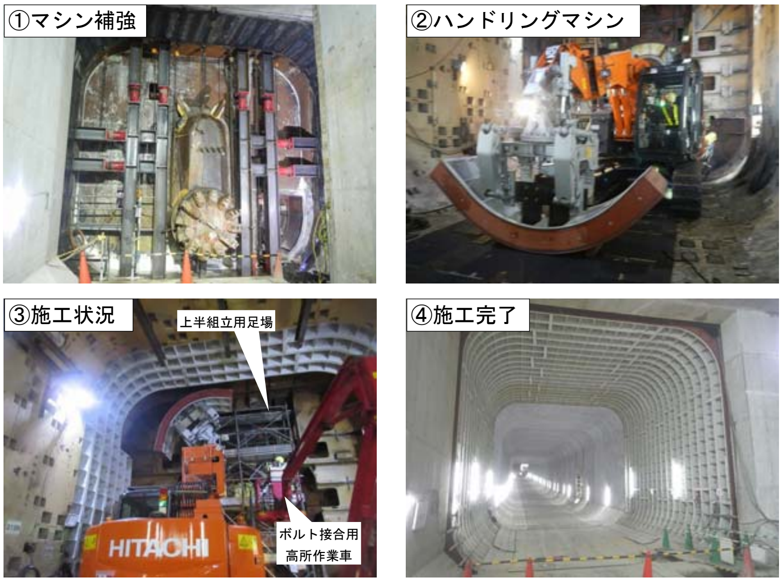
ハンドリングマシンについては、施工場所が狭隘かつ矩形(縦 8m×横 8m)となるため、それらに対応できるよう改造を施し、試験運転を実施した上で現場に導入した。

終端覆工は、本セグメント（六面鋼殻）同様の 8 ピースで構成され、下半から順次組み立て、最頂部で K 型ピースを軸方向挿入する。このとき K 型ピースは、マシン鋼殻に溶接した反力鉄板と油圧ジャッキにより挿入した。なお、上半組立に際し、足場の設置撤去がその都度必要となることから、1 リングの組立におよそ 4 方を要した。組立実績を**表－2** に示す。

また、施工時は特に内空やマシン鋼殻との離隔測定を随時実施することにより、無事に組立を完了した。**写真－1** にマシン補強から終端覆工セグメント施工完了までの状況を示す。

表－2　終端覆工 1 リング当たりの組立実績

| 工 種 | 1 方 目 | 2 方 目 | 3 方 目 | 4 方 目 |
|---|---|---|---|---|
| 準備・片付工 | ｾｸﾞﾒﾝﾄ運搬・足場組立 | | | 足場解体・片付 |
| セグメント組立工 | 1,2ﾋﾟｰｽ組立<br>※ 1方：8h作業 | 3,4,5,6ﾋﾟｰｽ組立 | 7ﾋﾟｰｽ組立, 8ﾋﾟｰｽ(K型)挿入 | ﾎﾞﾙﾄ本締め<br>ｾｸﾞﾒﾝﾄ固め<br>(鋼殻との隙間にﾗｲﾅｰ設置) |




写真－1　終端覆工セグメントの施工状況

## ４．おわりに

本工事の特色である矩形形状のシールドは、複雑化が進む都市部の地下構造物構築において、限られた空間を最大限に活用可能な工法である。本報告が同種工事への参考になれば幸いである。

### 参考文献

1)志村敦ら：高速道路ランプ部への矩形シールド工法の導入（その 1；計画概要），土木学会第 72 回年次学術講演会，2017.
2)真鍋智ら：高速道路ランプ部への矩形シールド工法の導入（その 2；掘進経過報告），土木学会第 72 回年次学術講演会，2017.
3)松川直史ら：高速道路ランプ部における非開削工法の施工実績，土木学会第 73 回年次学術講演会，2018.