

高速道路ランプ部の矩形シールドトンネルに適用するセグメントの設計

鹿島建設(株) 正会員 ○牛垣 勝 正会員 吉田 潔 正会員 渡辺幹広
正会員 真鍋 智 正会員 戸川 敬
阪神高速道路(株) 福島誉央

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。

本工事は、事業認可幅の制約上、トンネル形状を矩形にし、覆工厚を最低限にする必要があることや、本線開削トンネルの土留壁に併走しながらの掘進となること等、多くの課題があった。これらの課題を踏まえて、セグメントの構造成立性を確認し、覆工仕様の決定に至った設計経緯について報告する。

2. セグメント設計の課題に対する検討

(1) 事業認可幅の制約による覆工の選定

本線開削土留壁併走区間の断面を図-1に示す。セグメントと土留壁芯材との離隔は、既往の施工実績の最小となる約500mmとした。トンネル断面は都市計画の事業認可幅に収めることが前提条件であるため、シールドの蛇行余裕50mm、耐火被覆余裕25mm、内装設備余裕80mmを考慮すると矩形形状、かつセグメントの桁高を400mm以下とする必要があった。セグメント種別の比較選定を表-1に示す。ここでは、内面側も鋼殻で覆われ、ひび割れによる品質低下の懸念がない六面鋼殻合成セグメントを採用した。六面鋼殻合成セグメントは、六面すべてを鋼殻で覆い、スキンプレートに溶植したスタッドジベルでコンクリートと一体化した構造である。

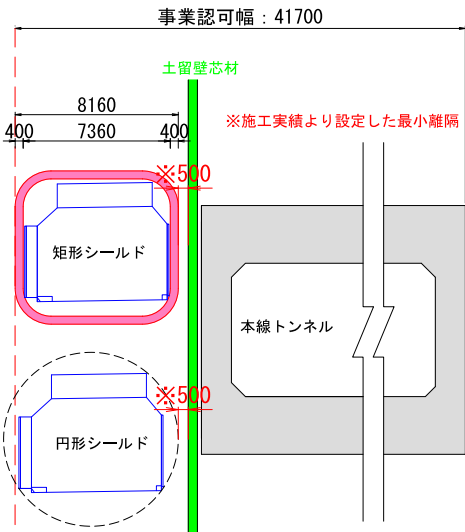


図-1 本線開削土留壁併走区間の断面図

表-1 セグメント種別の比較選定

項 目	RC セグメント	ST セグメント	六面鋼殻合成セグメント
構 造 概 要			
事 業 認可幅	・ 桁高が750mm 必要 × (事業認可幅に収まらない)	・ 問題なし ○	・ 問題なし ○
経 済 性	・ セグメント単体では最も安価 ・ 掘削断面は最も大きくなる。 ○	・ 鋼材重量が多くコスト増 ・ 耐火パネルが高価 △	・ ST セグメントより優位 ・ 耐火吹付で対応でき安価 ○
品 質	・ ひび割れの懸念あり ・ 矩形の実績あり △	・ ひび割れの懸念なし ・ 矩形の実績あり ○	・ ひび割れの懸念なし ・ 矩形の実績あり ○
評 価	×	△	○ (採用)

キーワード 矩形シールド、高速道路ランプトンネル、六面鋼殻合成セグメント、土留壁近接併走

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部地下空間設計部 TEL 03-6229-6759

(2) 本線開削区間の土留壁との併走による設計荷重の設定

セグメントの設計で採用した検討荷重モデルの一部を図-2に示す。出口ランプは本線トンネル側の大規模開削工事近傍を通過することから、鉛直土圧については土のアーチング効果は期待できないと判断し、全土被り荷重を考慮した。また、本線トンネル側の埋戻し材である軽量盛土は重量が軽い上に自立性も高いことから、この区間の本線トンネル側の側方土圧は作用しない($\lambda=0$)ものとし、地盤反力も低減して詳細設計を行った。

(3) セグメント形状の最適化

セグメント形状の比較選定を表-2に示す。上下方向にライズを設けることで、覆工全体の発生断面力は抑制されるため、覆工厚を薄くできる。しかし、小土被り部の浮上りに対する安定性や、発進部および到達部との接続部の取合いを考慮して、本工事では最小断面である矩形形状を選定した。

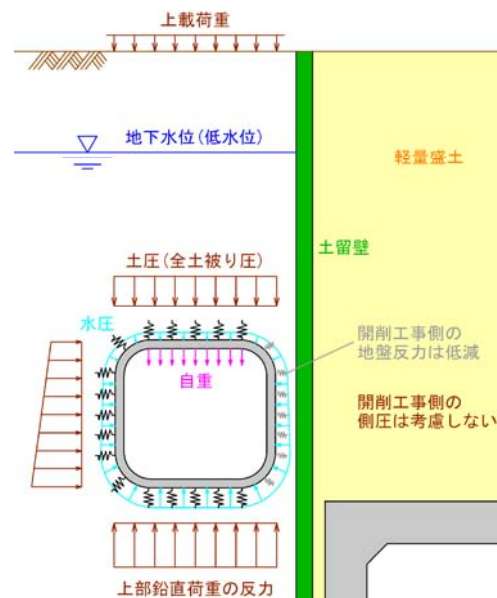


図-2 検討荷重モデル図

表-2 セグメント形状の比較選定

項目	矩形案	低ライズ案(上下)	高ライズ案(上下)
断面形状 (六面鋼殻 合成セグメント)			
特徴	・必要最小限の内空を確保	・ライズを設けることで発生応力を抑制した断面	
構造性	発生断面力(曲げモーメント) セグメント幅: 1,000 m セグメント厚: 400 mm スキャップレート厚: 9 mm	セグメント幅: 1,000 m セグメント厚: 350 mm スキャップレート厚: 7 mm	セグメント幅: 1,000 m セグメント厚: 350 mm スキャップレート厚: 6 mm
浮上りに対する安定性	・安全率 $F_s=1.11$ ○	・安全率 $F_s=1.07$ △	・安全率 $F_s=1.05$ △
施工性	下部が水平であり作業性に優れる ○	下部が湾曲しているため施工性と組立精度確保に時間を要する △	△
評価	○(採用)	△	△

3. おわりに

今後ますます複雑化する都市部の地下空間構築に向け、矩形シールド工法により、小断面から大断面まで、合理的かつ確実な施工が実現可能になると期待される。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回年次学術講演会講演概要集，2017.9
- 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回年次学術講演会講演概要集，2017.9