

高速道路ランプ部の矩形シールドトンネルに適用する開口部セグメントの設計と施工

鹿島建設(株) 正会員 ○牛垣 勝, 戸川 敬, 加藤淳司, 馬目広幸

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、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、2017年6月に無事到達した。

本報文では、矩形シールド区間に3箇所設置される避難通路との接続開口部セグメント(図-1)の設計と施工状況について報告する。

2. セグメント構造

本工事では、事業認可幅の制約上、トンネル形状を矩形にし、覆工厚を薄く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掘進すること等、多くの課題があったことから、セグメントは六面鋼殻合成セグメントを採用¹⁾²⁾した。

開口部のセグメント覆工については、切断部は鋼製セグメント、それ以外の非切断部と補強部は六面鋼殻合成セグメントで構成される複合構造とした。補強部は予め十分に補強された開口補強一体型セグメント(ボルト接合タイプ)を採用した。

3. 開口部解析モデル

開口部の補強構造の解析手法としては、「二次元骨組解析モデル(図-2)」を採用することが多いが、このモデルにおいては、開口端部がピン支点であるため、開口部の変形を考慮することができず、また、剛性一様の単リングモデルであるため、リング継手およびセグメント継手の評価ができない。本工事は矩形トンネルであるため、変形量が大きくリング継手への負担が大きいと考えられることを考慮して、開口部の構造計算モデルは、継手構造に応じたセグメント継手の回転剛性、リング継手のせん断剛性を取り入れ、千鳥組の添接効果を評価できる「多リングはり-ばねモデル(図-3)」とした。

本検討では6リングモデルとし、補強梁部材については、剛性を考慮したリング間のせん断ばねでモデル化した。

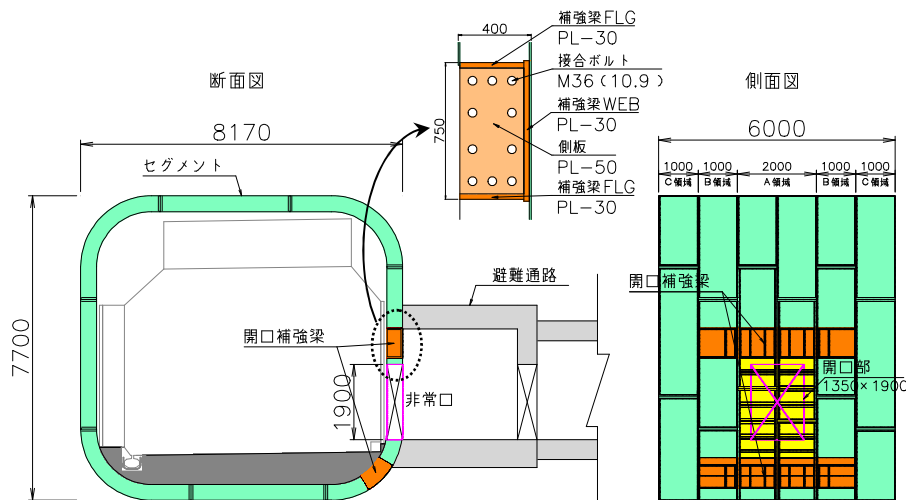


図-1 開口部セグメントの概要

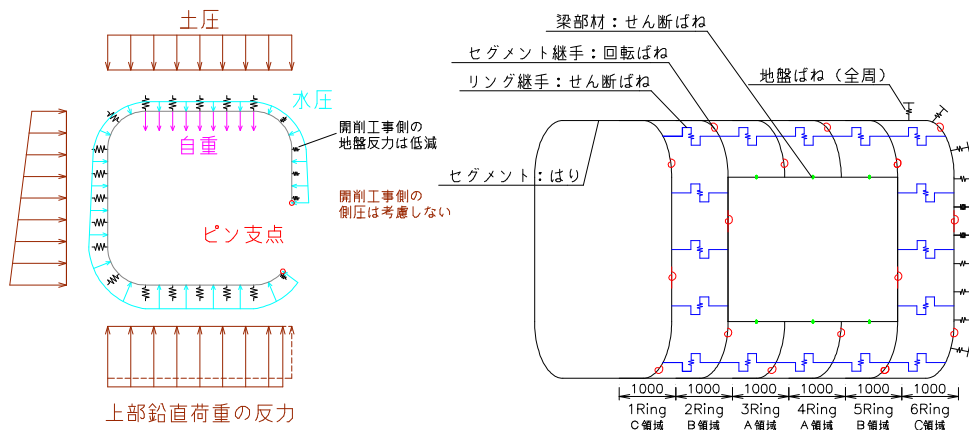


図-2 二次元骨組解析モデル

図-3 多リングはり-ばねモデル

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、避難通路開口部

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

4. 設計結果

多リングはりばねモデルによる解析結果を表-1に示す。これより、A領域の開口部で負担する軸力が、リング間のせん断ばねでモデル化した補強梁部材を介して、B領域に伝達されていること(表-1 a部)や、開口補強梁位置で大きなせん断力が生じていること(表-1 b部)がわかる。

5. 施工手順および施工状況

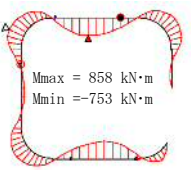
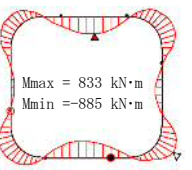
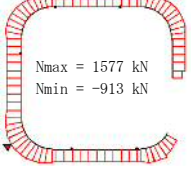
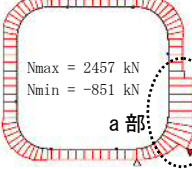
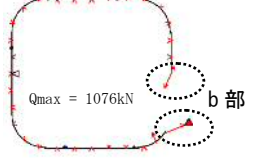
施工手順を図-4に示す。セグメント開口時は図-5に示すような変位が生じることが解析から判明していた。変位量としては微小であり応力上は問題ないが、特に下方に空隙ができることにより水みちができ、開口部分の止水上の弱点となることが懸念された。よって、はらみ出しが想定されるセグメント右側(土留め側)を拘束するため、一定の強度が確保でき、かつ止水性の向上を目的とした地盤改良(高圧噴射+薬注)(図-4 ①)を事前に実施した。また、土留とセグメントとの間の隙間部分しか土砂が残っておらず、1次土留切断時に上部からの肌落ちが懸念されるため、上部の芯材を徐々に撤去しながら鋼材による肌落ち防止工(図-4 ④)を設置した。

施工状況を写真-1に示す。セグメント組立も問題なく施工でき、1次土留芯材撤去時も、写真-1 ③に示すように、テールボイド部には裏込め注入材が密実に注入されており、土砂部も適切に地盤改良されていることが確認できた。セグメント開口時にも大きな変形や漏水などは認められず、無事に切断作業を完了している。

6. おわりに

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。

表-1 解析結果

	A領域	B領域
曲げ図	 Mmax = 858 kN・m Mmin = -753 kN・m	 Mmax = 833 kN・m Mmin = -885 kN・m
軸力図	 Nmax = 1577 kN Nmin = -913 kN	 Nmax = 2457 kN Nmin = -851 kN a部
せん断力図	 Qmax = 1076 kN b部	

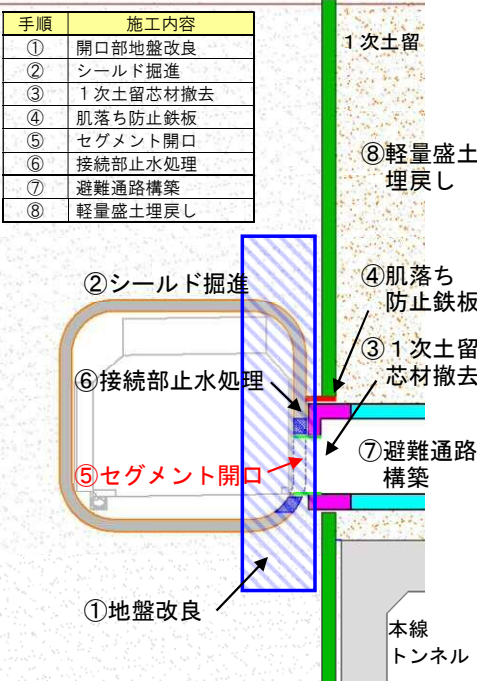


図-4 施工手順

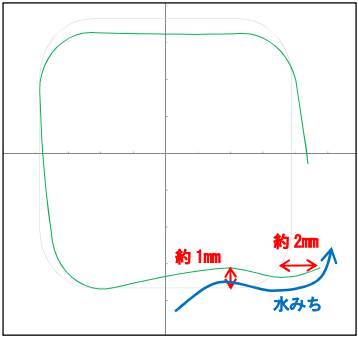
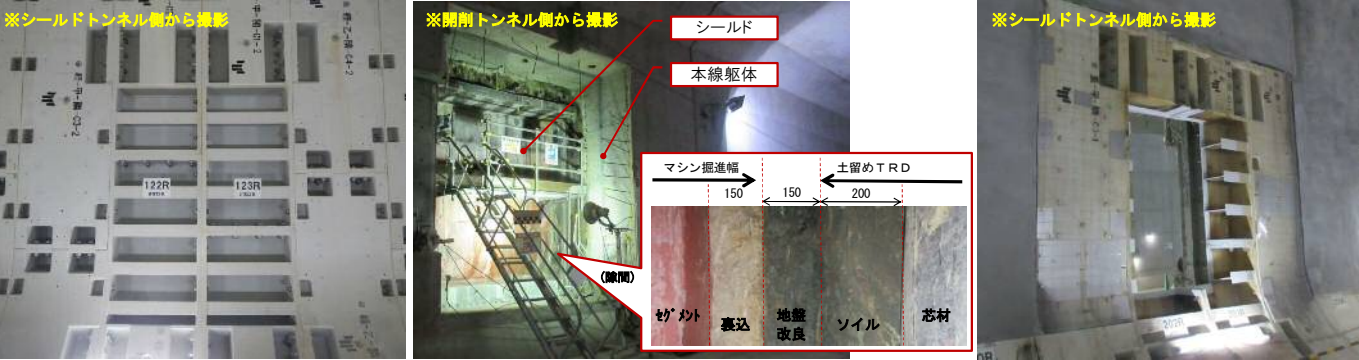


図-5 開口前後の変位差比較



② シールド掘進(セグメント組立後)

③ 1次土留芯材撤去

⑤ セグメント開口

写真-1 施工状況

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) 牛垣勝ら：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，土木学会第72回年次学術講演会講演概要集，2017.9