

車線規制下のトンネル大規模更新の効率化に関する検討

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	正	○中野 清人, 正 倉持 典幸
東日本高速道路(株) 関東支社	正	安積 淳一, 渡辺 陽太
(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	フェロ	永井 宏
首都大学東京 都市環境学部	正	西村 和夫

1. はじめに

NEXCO 関東支社における盤膨れ対策インバート工事^{1,2)}は、平成 25 年に 2 件、高速道路で初めて車線規制のもとで行なわれた。その後 3 年間以上、変位とインバート応力等をモニタリングし、収束状況を監視することで対策の効果を確認してきた³⁾。現在の交通量では、本線工事は車線規制に依らざるを得ないため、様々な制約があり、限られた進捗となった。これらの結果を踏まえ、より着実な進捗で施工することを目的に、次に着手するトンネルを対象とし、規制時の車線運用、インバート形状・構造の合理化および掘削の効率化について検討した。本文は、これら検討概要について報告するものである。

2. 課題と検討方針

2 件のインバート施工法を図-1 に示す。暫定断面では、工事時の走行帯 4.25m が二分割できる工法（以下「分割」という）は可能だが、完成断面では暫定断面より内空幅が狭く、監視員通路を生かした状態では分割は不可なため、函体推進工法とした。施工した結果は、分割の方の施工とその進捗が安定していた。

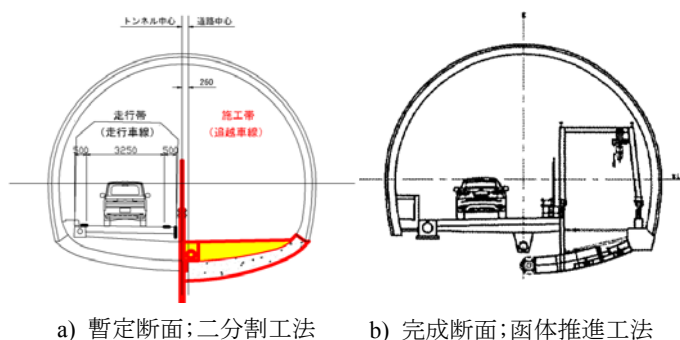


図-1 インバート施工法

対象トンネルは完成断面であるが、車線運用を検討し分割の適用を試みた。岩質は凝灰角礫岩、溶結安山岩等の中硬岩であり比較的硬く、掘削に時間を要することが懸念されたため、インバートを浅くすることで掘削量を低減、あわせて支保機能を考慮したインバートの形状を検討することにより合理化を図る。

3. 効率化に向けた検討

(1) 車線運用の検討

規制速度 50km/h、設計速度 60km/h とし、道路構造令から暫定幅員 3.25m を設定した。監査廊の幅を図-2 のとおり幅員に含めることで、建築限界は内空に収まり分割が可能となった。

しかし、車線シフトで、対策区間の前後にすり付け区間 130m 程度が発生する。この区間で暫定幅員に影響する範囲の監査廊の取壊し再設置が発生し、監査廊下の給水管等の事前切り廻しか代替措置が必要となる。

(2) インバート形状、構造の合理化

これまでの対策インバートは、上半半径の 2 倍の半径で標準 (2.5~3.0 倍) より深い形状 (図-3) が適用されている。これは塑性地山に対抗するため耐荷力を高め、支

保の機能を付与している³⁾。図に示す標準レベルのインバート形状に変更し、これまでの対策インバートと同等な機能とするため、2 次元弾塑性解析 (FRAC3D, ITASCA 社) を用いて検討する。地山はモール・クーロン破壊基準

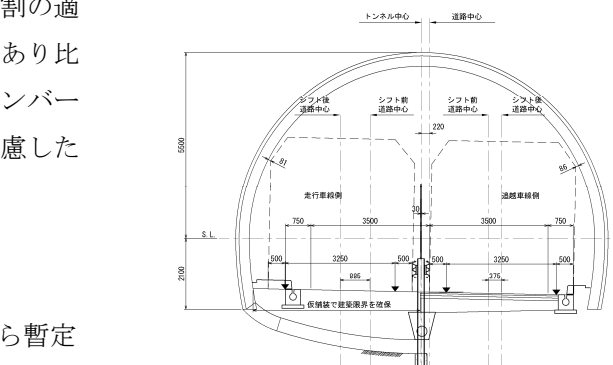


図-2 完成断面に二分割の適用

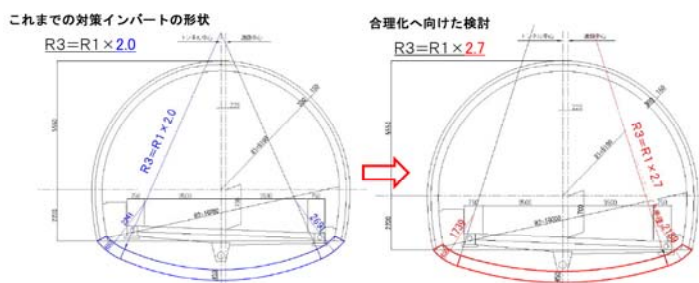


図-3 インバート形状の検討

キーワード 山岳トンネル 盤膨れ インバート 合理化 数値解析

連絡先 〒116-0014 東京都荒川区東日暮里 5-7-18 (株)ネクスコ東日本エンジニアリング TEL03-3805-7921

に従う完全弾塑性体、支保工は弾性部材として吹付けコンクリート、覆工コンクリート、覆工・インバートはソリッド要素、鋼製支保工はビーム要素でモデル化し、ロックボルトは省略した。解析メッシュは図-4のとおり、トンネル左右と下方に5D程度、高さは実土被り85mの範囲とした。

路面隆起を図-5から230mmと予測し、地山劣化を隆起量で再現するため試行錯誤で解析し、 ϕ を固定し c を低下させフィッティングさせた。次に、劣化した地山条件で、インバート形状の違いを解析結果から考察する。インバートは施工後直ぐに埋めるため、早強セメント(設計強度 24N/mm^2)とした。解析結果を図-6に示す。インバートの曲げモーメントと軸力を R_1 の2倍と2.7倍で比較し、2倍の方が軸力と曲げモーメントは若干有利であったが、図-7のインバートのM-N照査では両ケースとも耐荷曲線内で優位な差ではない。そして覆工はM-N照査ではやや厳しくなる程度に収まった。

解析ではインバート内に鋼製支保工を考慮していないが、支保工を覆工脚部に固定して覆工に軸力が伝わり易い構造となるようにした。また、支保工は、規制下の片側施工でインバートが偏圧を受けていたこと³⁾から、バランスを保つため必要な構造部材と言える。

(3) 掘削の効率化等

掘削は大型ブレイカーに加え、効率化を図るため、約4倍の掘削能力がある“トレンチャー”(図-8)を盤膨れ工事で初めて導入する。これはセンタードレン等で実績があり、大型ブレイカーとの併用を計画し、試算すると2倍以上の能力があり、進捗の向上が見込まれる。

4. まとめ

本検討により明らかとなったことを要約する。

- ①完成断面でも監査廊を幅員に含めれば分割は施工できるが、摺り付け区間の取り壊しなどと給水管の事前切り廻しなどが付加的に発生する。
- ②インバートの半径 $2.7 \times R_1$ と半径 $2.0 \times R_1$ は、設計強度 24N/mm^2 の解析では耐荷性能は有意な差異はない。
- ③インバート内の鋼製支保工は、覆工の安定と片側施工時のインバート偏圧対策等の効果がある。

通行止めとした対策工事は、過去の実績では進捗が著しく速くなる。一方を止めると他方は対面通行で明らかに渋滞が発生する。今後、車線規制のもと可能な限り課題を克服すべく施工技術の進化を求めていきたい。

参考文献

- 1) 下村哲雄, 秋好賢治, 天野浄行, 中野清人: 高速道路車線規制下におけるインバート再構築工法の評価, 第24回トンネル工学報告集, pp.105~112, 2014.12.
- 2) 鈴木雄吾, 岩永茂治: 通行止めを回避したトンネル路面隆起対策技術の適用, トンネルと地下, vol54, pp.7~18, 2014.7.
- 3) 中野清人, 倉持幸幸, 宮沢和雄, 西村和夫: 地山の強度劣化による路盤隆起に対するインバートの長期挙動に関する考察: 第26回トンネル工学講演集(2016), 2016.12.

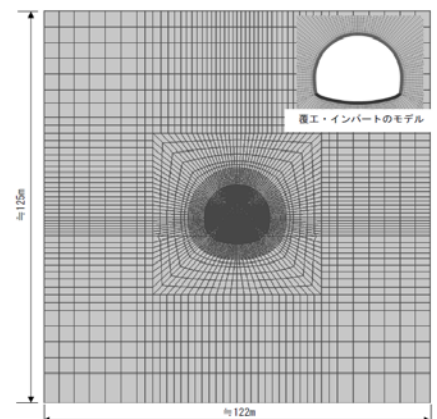


図-4 解析モデル

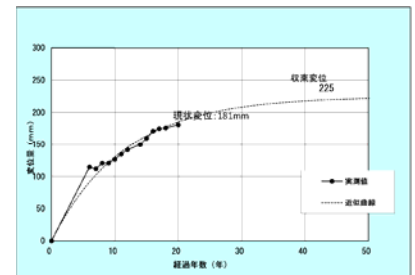


図-5 隆起量の将来予測

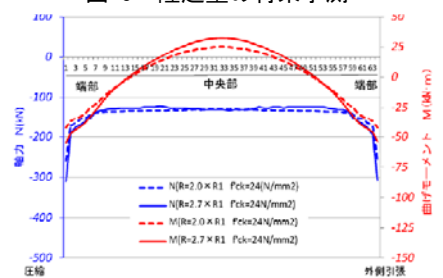


図-6 $2.0 \times R_1$ と $2.7 \times R_1$ の比較

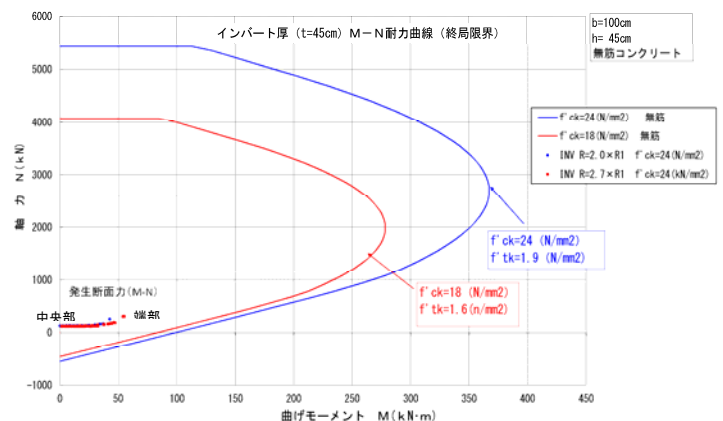


図-7 インバート M-N 照査

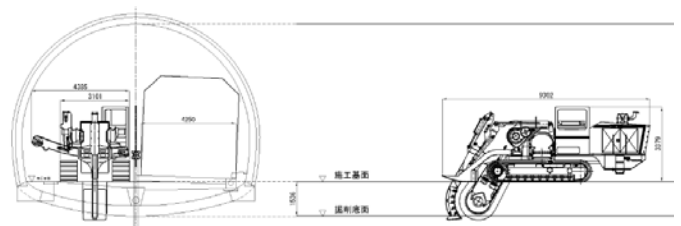


図-8 トレンチャー