

矢板工法トンネルの盤膨れに対するインバート補強の検討

(株) 高速道路総合技術研究所^{※1} 正会員 ○前川 和彦
 中日本高速道路(株) 正会員 八木 弘
 (株) 高速道路総合技術研究所^{※1} 正会員 海瀬 忍
 応用地質(株)^{※2} 國村 省吾
 応用地質(株)^{※2} 正会員 奥井 裕三

1. はじめに

高速道路3会社(以下「NEXCO」という。)は、トンネルの盤膨れの対策の手引きとして「盤膨れに伴うトンネル補強対策工法に関する手引き」(以下「手引き」という。)を定めている。しかし、現在の手引きには、NATMで建設されたトンネルを対象としていることから、矢板工法についても記述する必要があった。

本稿については、平成28年度に更新した「矢板工法で建設されたトンネルに対する盤膨れ対策」について、その検討内容について述べる。

2. 事例の収集

NEXCOにおいて、供用後に矢板工法で建設されたトンネルでの盤膨れ対策の事例はない。これは矢板工法時代には比較的地質の良い地域に路線が選定されたことによると思われる。しかし、矢板工法により建設されたトンネルで最も新しいものでも30年以上が経過しており、インバートの設置が必要とされるトンネルも出てきている。

そこでNEXCO以外における対策事例について調査を実施した。それらをまとめたのが表1となる。

その結果、インバート半径と上半半径の比(以下「半径比」という。)は概ね2.0を採用していることがわかった。

3. インバート形状の検討

次に、NEXCO以外での事例およびNATMでの対策事例を参考に適切な断面形状について検討を実施した。

断面形状を検討するために、矢板工法トンネルにおいて盤膨れ対策のための事前調査工を実施中のNEXCOのFトンネルの断面を検討断面とした。その断面形状は図1および表2のとおりである。

また、検討断面に用いるインバート形状については「半径比」を変えた3ケースについて数値解析を用いて比較を実施した。比較する3ケースは表3および表4のとおりである。

ケース1は「建設ときに採用されたインバート「半径比」に近い形状」、ケース2は「NEXCO以外での盤膨れ対策に近い「半径比」の形状」、ケース3については「掘削時に土留め工を必要としない掘削高さの2mまでとした形状」とした。また、ケース1については「覆工脚部を掘削し覆工受けコンクリートを設置する方法」、ケース2および3は「覆工脚部を覆工厚さの1/2まではつり、覆工下部の掘削も覆工厚さの1/2までとし、インバートと覆工を接合する方法」とした。

表1 NEXCO以外での矢板工法インバート補強の形状

トンネル	覆工		インバート		半径比 R3/R1
	半径 R1 (mm)	厚さ (mm)	半径 R3 (mm)	厚さ (mm)	
A	4800	600	9600	600	2.0
B	4500	600	9000	500	2.0
C	4250	450	10000	450	2.35
D	5100	600	10535	500	2.07
E	4450	800	8900	650	2.0

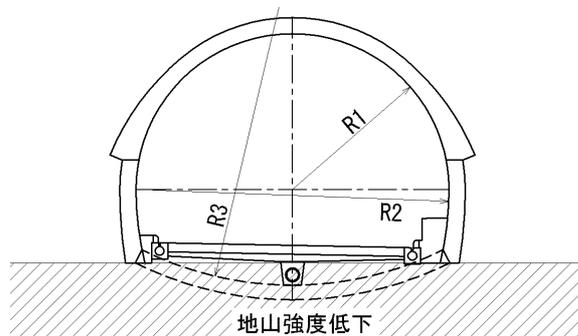


図1 検討断面図

表2 検討断面諸元

覆工		インバート		半径比 建設時 R3/R1
半径 R1 (mm)	厚さ (mm)	建設時 半径 R3 (mm)	建設時 厚さ (mm)	
5300	450	16855	500	3.18

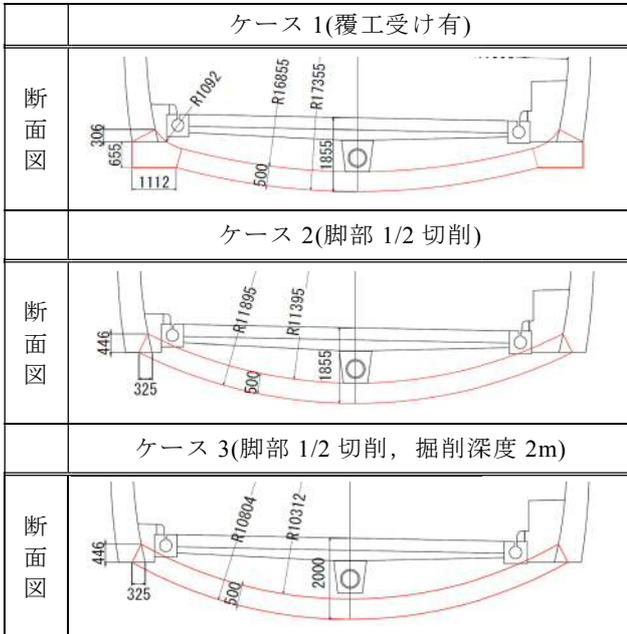
キーワード トンネル, 盤膨れ, 矢板工法, インバート補強, 大規模修繕, 数値解析

連絡先 ※1〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL042-791-1629
 ※2〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5 応用地質(株) TEL048-652-4956

表 3 インバート形状検討ケース

ケース	概要	半径比
1	覆工受けを設置する	3.2
2	覆工受けを設置しない	2.2
3	ケース 2 同様に施工。インバート施工時の最大掘削深さは 2m	1.9

表 4 検討ケース断面図



数値解析は、2次元 FEM 弾塑性解析を用いた。

まず、トンネル建設時を再現し、次に変状調査で得られた盤膨れ量、覆工応力測定結果を再現するように地山の強度を低下させた。最後にインバート工の効果確認のため、変状の将来予測としてさらに強度を低下させた解析を行った。地山の強度低下は、粘着力と内部摩擦角をパラメータとして現象を再現した。なお、今回の検討では、構造の差異に着目するため、将来予測およびインバート工の効果確認の入力物性値は極端に小さい値を採用した。その数値解析の結果を図 2 に示す。解析結果の覆工およびインバートの発生応力と路盤の変位量から判断すると、ケース 1 に比べケース 2, 3 が有利である。ケース 2 に比べケース 3 が若干有利であるが、大きな差異は見られない結果となった。

4. まとめ

NEXCO において、矢板工法で建設された供用中トンネルへの盤膨れ対策工の実績がなく、標準的な設計もないことから、3 ケースを設定して比較検討を行った。その結果、対策工完了時の覆工応力や変位はケース 2 および 3 が有利であることがわかったが、「手引書」へ反映させるためには、施工方法や施工時のトンネルの安定性についてより詳細な検討を実施する必要がある。

5. 今後の課題

今回はインバートの形状を決めるため簡易な数値解析を用いた検討を実施したが、今後はケース 2 および 3 について、施工ステップを考慮した 3次元解析を実施し、最適な案を提案していく。

また、矢板工法特有のセメ部の構造的な評価の検討、側壁部への事前補強対策の有無も含めた検討などを加えて「手引き」の内容充実を実施していきたいと考えている。

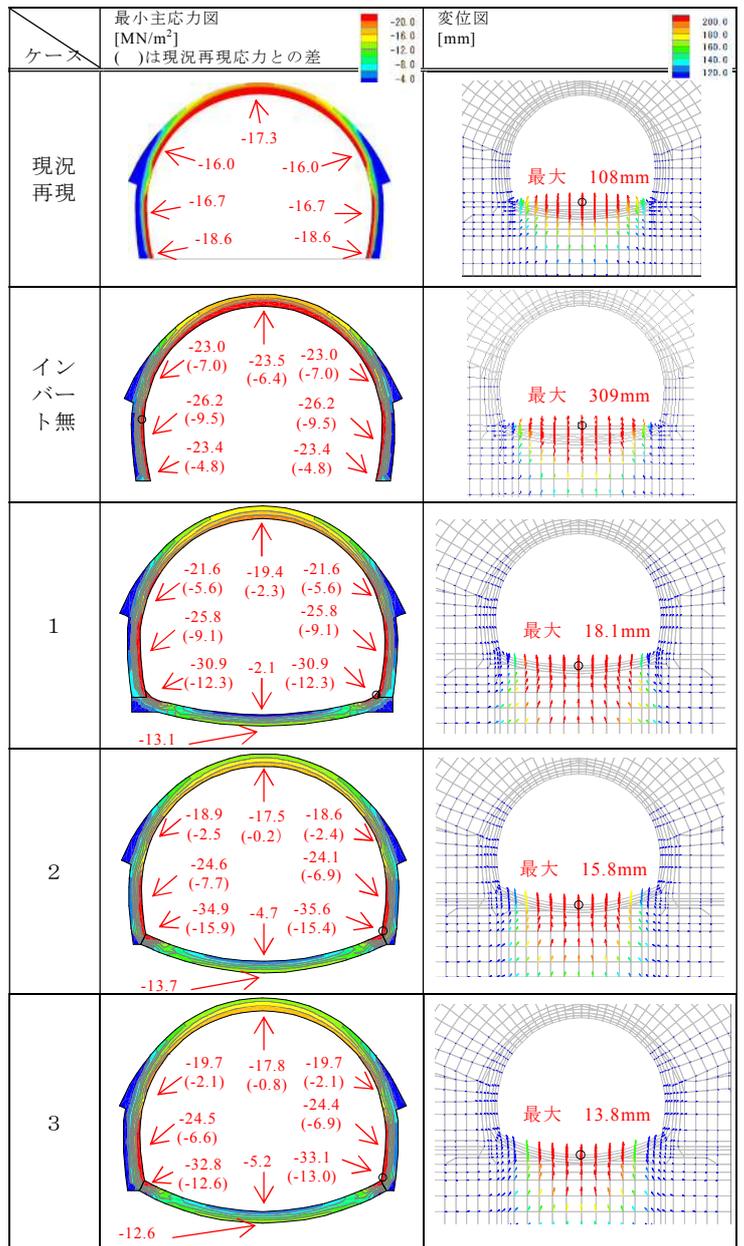


図 2 解析結果