

トンネル覆工目地部の品質確保を目的とした対策の効果に関する分析

鹿島建設(株) 正会員 ○佐藤崇洋 松本修治 坂井吾郎 竹市篤史 日野博之 長尾雄一

1. はじめに

道路トンネルをはじめとする山岳トンネルにおいて、目地部のひび割れ・剥離は第3者被害に繋がることから、防止策の確立が望まれている。目地部に生じる不具合の発生原因は、ブリーディング水に起因する水セメント比の大きいペースト・モルタル（以下、ノロと表す）が目地部に集積し易いこと、移動式型枠を既設ブロック（以下、BLと表す）に重ねて設置する際に過剰な圧力を発生させてしまうことなどが挙げられる。これらに対し、各種対応策が現場で実施されているものの、その効果に対する定量的な分析が実施された事例は少ない。そこで本報告では、実構造物のトンネル覆工の変状を調査し、目地部の品質確保のために講じた防止策の効果について定量的な分析を行うとともに、考察を加えた。

2. 変状調査の概要

トンネル覆工の変状調査は、トンネルA（延長：963m，BL数：95BL）、トンネルB（延長：3023m，BL数：266BL）およびトンネルC（延長：上り線2510m 下り線2475m，BL数：上り線268BL 下り線261BL）の3つの現場で竣工時に実施した。トンネルA，B，Cはいずれも中流動覆工コンクリート¹⁾を用いて施工している。覆工コンクリートの変状は、目地部のひび割れ・剥離・剥落、目地部以外の天端・SLにおけるトンネル軸方向および横断方向のひび割れ、その他の3つに分類し、図-1に示すトンネル覆工の各部位で整理した。

3. 変状調査の結果

トンネルの覆工コンクリートに発生した変状数は、それぞれトンネルA 81箇所、トンネルB 143箇所、トンネルC 94箇所であった。図-2にトンネルの全変状に対する各種変状の発生割合を示す。第3者被害に繋がりがやすい目地部のひび割れ・剥離等の変状が、全体に占める割合は30%であり、天端・SLに生じるひび割れ等の変状の次に多いことが分かる。

図-3に目地部の各部位ごとにおける変状の発生割合を示す。トンネルの目地部に発生した全変状に対する割合は、肩74%、天端15%、SLから側壁3%、SL8%と、肩での発生割合が最も大きかった。

4. 目地部の変状原因および防止策に関する分析

(1) 覆工コンクリートの施工方法

図-4に覆工コンクリートの打込み状況を示す。前述のとおり、使用したコンクリートは中流動覆工コンクリートである。SLから肩にかけては、型枠縦断方向の中央にある検査窓から打ち込み、5m程度流動させ、型枠振動機で締め固めている。天端部では図示するように先行BL側に打ち込み口を設けて、吹上げ口にて打ち込み、片押しによって10m程度流動させて、型枠振動機で締め固めている。

(2) 目地部の変状の原因推定

目地部のひび割れと剥離の原因は、目地部に着目した時に、先に施工した側（以下、先打ち側と表す）と後で施工した側（以降、後打ち側と表す）の図-4に示す赤丸の位置（肩）に、ノロが集積されやす



図-1 トンネル覆工の各部位

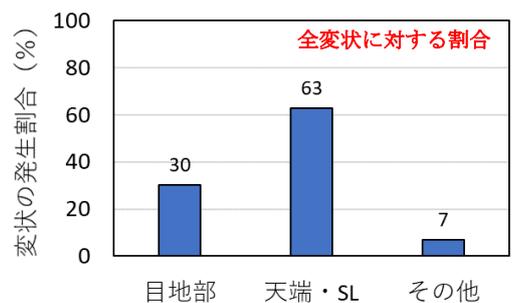


図-2 各種変状の発生割合

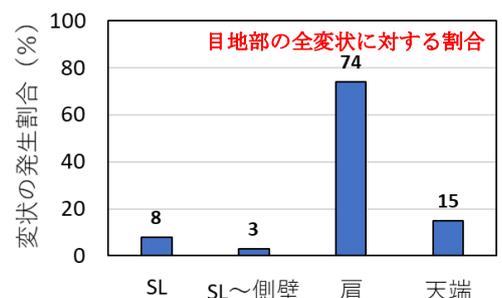


図-3 目地部における各部位ごとの変状の発生割合

キーワード：覆工コンクリート，変状，目地，防止策

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL：042-489-8014

く、その集積したノロによってコンクリートの強度が低下したものと考えられる。また、一般的な移動式型枠は先打ち側に重ねて設置するため、型枠を過度に押し上げてしまうことも原因となる場合がある。さらに、温度や乾燥収縮による体積変化により目地部が開く方向に変形した際に、目地部のコンクリート同士の付着により発生した引張力が原因と考えられる。

目地部のコンクリートの均質性を確保することを目的に、トンネル A, B, C では、棲型枠の一部にブリーディング水を排除するための複数の孔が空いた型枠（以降、多孔枠と表す）を用いた。図-5 に目地部の変状の発生割合を後打ち側と先打ち側で分析した結果を示す。変状の70%は後打ち側で発生しており、これはノロが排除されることなく、不均質なコンクリートとなっているためと考えられる。一方、多孔枠を用いた先打ち側は、ノロの排除により目地部の品質低下を防止できたものと考えられる。

先打ち側に発生する型枠の過度な押し上げによる変状を防止することを目的に、トンネル A, B では先打ち側に型枠を重ねずに設置できる特殊な移動式型枠²⁾を用いた。図-6 に、一般的な移動式型枠および特殊な移動式型枠を用いたそれぞれの目地部に発生した全変状に対して、目地部の先打ち側に発生した変状の割合を示す。先打ち側に発生した変状の割合は、一般的な移動式型枠を用いたトンネル C では100%であるのに対し、特殊な移動式型枠を用いたトンネル A, B の合計では26%であった。特殊な移動式型枠は過度な押し上げによる変状は確実に低減できるものと考えられる。

目地部の先打ち側と後打ち側のコンクリート同士の付着が原因となる変状を防止することを目的に、トンネル B では全 266BL 中 155BL で先打ち側の棲面に写真-1 に示すような合成樹脂塗料を塗布してから後打ち側の覆工コンクリートを構築している。図-7 にトンネル B の合成樹脂塗料の有無のそれぞれの BL 数に対する目地部に発生した変状の割合を示す。塗布なしの 111BL 中では、27%の変状が発生しているのに対し、塗布ありの 155BL では9%の変状の発生にとどまった。これは、合成樹脂塗料により先打ち側と後打ち側のコンクリート同士の付着を低減できたことによるものと考えられる。

5. まとめ

トンネル覆工の変状調査結果に基づいて、目地部の不具合防止策の効果について分析した。その結果、コンクリートのブリーディング水などの確実な排除、先打ち側に重ねず型枠を設置する方法の適用および目地部のコンクリート同士の付着を低減させる合成樹脂塗料の塗布による効果を確認した。

参考文献

- 1) 株式会社高速道路総合技術研究所：NEXCO 中流動覆工コンクリート技術のまとめ，2011.12
- 2) 竹市篤史，日野博之，西岡和則：新型テレスコピックセントル「TAF 工法」による覆工コンクリートの施工，日本トンネル技術協会，施工技術体験発表会 74，92-100，2014.6

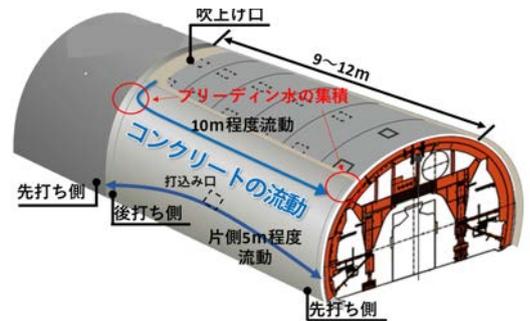


図-4 覆工コンクリートの打込み状況

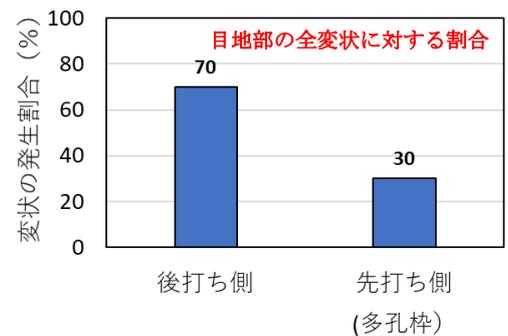


図-5 後打ちと先打ちの変状の発生割合

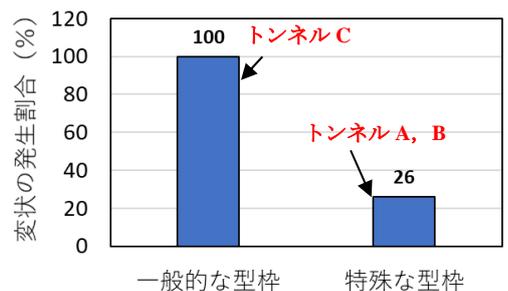


図-6 目地部の先打ちの変状の発生割合



写真-1 合成樹脂塗料の塗布

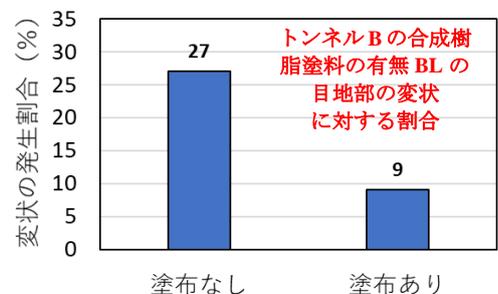


図-7 合成樹脂塗料の有無の変状の発生割合