

トンネル覆工目地部のはく落防止対策および耐久性向上への取組み

大成建設(株) 正会員 ○鈴木 大貴

正会員 新妻 浩一

国土交通省近畿地方整備局 門田 和之

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートは、他の土木構造物と比較すると、狭隘空間での打設作業となり締固めも難しい。特に天端部は一箇所の吹上げ口からの打設となることから、材料分離やブリーディングなどが発生しやすいという問題がある。また、施工目地の周辺は、部分的に発生するうき・はく離・はく落などの施工に起因する不具合が生じやすい部位である。完成したトンネル点検では、施工目地部に変状が多く発生している傾向にあることが報告されている¹⁾。本稿では、施工目地部に着目し、うきやはく落防止のための対策や耐久性向上への取組み内容について報告する。

2. 覆工施工目地部の問題点

覆工施工目地部の型枠は、通常木製矢板を用いることが多く、何回もその矢板を再利用しており、矢板自体の劣化やコンクリートノロの付着により、目地表面に凹凸ができ、新旧コンクリートの付着を促進させている。後打ち（新設）コンクリートの打込み後、コンクリートの乾燥収縮による体積変化により、後打ちコンクリートと先打ち（既設）コンクリートは通常離れる方向に変形する。コンクリートの乾燥収縮ひずみを 500×10^{-6} 、覆工の打設スパンを 10.5m とすると、外部拘束が全くない条件で 5.25mm の収縮が生じる単純計算となるが、目地間に付着が存在すると、その収縮作用が拘束されてコンクリート内部に引張応力が発生し、弱材齢の後打ちコンクリート側の目地近傍に初期ひび割れが発生する（図 1、写真 1）。将来、ひび割れが進行することにより、その部分がブロック化して「うき・はく落」につながる懸念がある。

また、コンクリート打設中に生じるブリーディングが目地部周辺に集まることで、局所的に低品質の部分ができる可能性があり、施工目地部における不具合発生の一因となっている。

3. 覆工施工目地部のひび割れ抑制対策

覆工施工目地部に発生するひび割れは、目地間の付着が主要因である。この付着防止を図るため、目地表面の平滑化および物理的な縁切りについて検討し、3つのステップで対策を実施、その効果について検証を行った。ステップ①でペンキの塗布による凹凸部の平滑化、ステップ②でペンキ塗布に加え厚 0.01mm のビニールシート設置による縁切り、ステップ③でペンキ塗布に加え厚 0.1mm のビニールシート設置による縁切りである（図 2、3）。

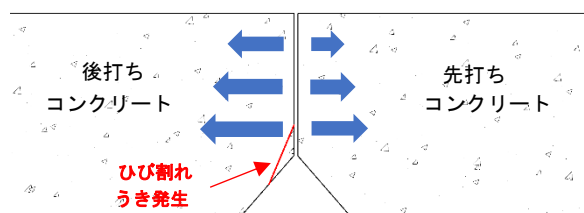


図 1 目地部のひび割れ発生概要

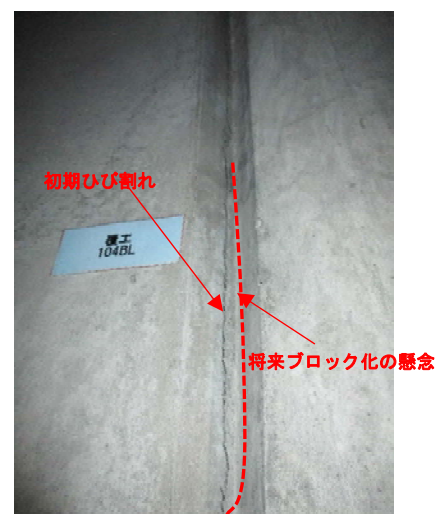


写真 1 目地部のひび割れ発生状況

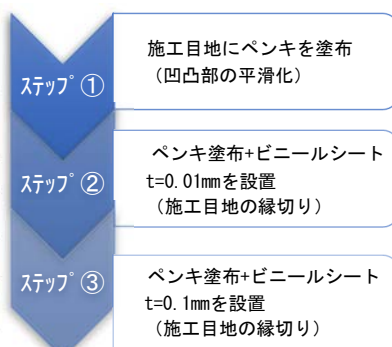


図 2 対策ステップ

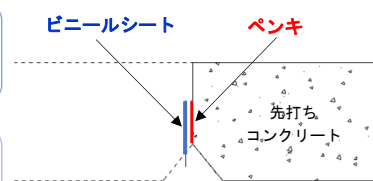


図 3 対策概要図

キーワード 覆工コンクリート、施工目地、ひび割れ、はく落、耐久性向上

連絡先 〒542-0081 大阪市中央区南船場 1-14-10 大成建設(株)関西支店 TEL: 06-6265-4600

なお、この対策の実施範囲は、目地の面全体ではなくひび割れの発生する内空側 20cm 程度とした。

いずれの対策もひび割れ抑制に対して、一定の効果を確認することができた。それぞれのひび割れ発生率は、ステップ①で 50%，ステップ②で 30%，ステップ③で 0% となり、ペンキ塗布+厚 0.1mm のビニールシートの設置により、目地部の初期ひび割れ防止対策として有効であることが確認できた。写真 2、3 に対策の実施状況、写真 4 に対策実施後の目地部の状況を示す。

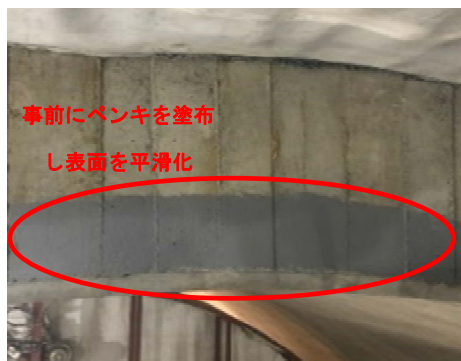


写真2 目地部凹凸の平滑化状況
(ステップ①)



写真3 目地部縁切り状況
(ステップ②, ③)



写真4 対策後の目地部

4. 覆工施工目地部の耐久性向上への取組み

一方、覆工コンクリート打設中に発生するブリーディングを確実に排出・除去するため、妻側のみではなく、既設コンクリートとのラップ側の目地部周辺にも着目し、ブリーディングや不良なノロの効果的な排出方法を考案した。これまで覆工コンクリートの施工では、妻型枠の一部にメッシュ状の型枠を数ヵ所設置し、打設中順次ブリーディングの排出を行うなどの対策が取られてきたが、今回ラップ側目地部近傍のセントル型枠に穴をあけ（横断方向に9箇所）、排水性舗装用ドレン管（網状管φ30mm）を挿入し固定（写真5）、ドレン管からのブリーディングの排出を試みた。なお、ドレン管は網状の構造となっており、水やノロのみの排出が可能な材料である。この管を設置した結果、特段難しい処理を行う必要もなく、打設中のブリーディングやノロの効果的な排出が可能であることを確認した（写真6）。

材齢 28 日以上経過後に行った目地部周辺での打音検査では異常は確認されず、テストハンマーによる強度推定調査においても呼び強度以上であることを確認した。なお、推定強度は目地部周辺以外での測定値と同程度である。この取組みは、覆工目地部周辺におけるコンクリートの耐久性向上につながるものと考えられる。

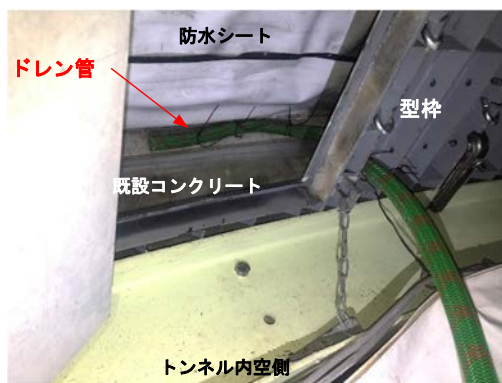


写真5 ドレン管設置状況



写真6 ブリーディング排出状況

5. おわりに

これらの取組みを行った大野油坂道路荒島第2トンネル西勝原地区西工事は、今年の2月に覆工コンクリートの打設が全て完了し、品質等に関する不具合もなく、同3月末に無事完成・引き渡しを迎えた。令和元年に一体的改正がなされた新・担い手三法は、中長期的な建設業の未来を見据え、働き方改革の推進・生産性向上への取組みなどが主な改正内容・目的であるが、われわれ技術者は品質確保の観点からもその目的達成に貢献していく必要がある。今回の取組みが今後の参考となり、品質確保の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) コンクリート構造物の品質確保の手引き（案）（トンネル覆工コンクリート編）平成28年5月 国土交通省