

シールドトンネルにおける変状対策工の経過観察結果に関する一考察

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○森本智, 砂金伸治, 石村利明, 日下敦

1. はじめに

構造物の高齢化等により社会資本ストックに対する適切な維持管理が求められている背景のもと、道路トンネル定期点検要領が発出された。定期点検要領の主たる内容は、基本的には山岳工法によって施工されたトンネルが対象とされているが、今後においては、山岳工法以外の工法、たとえばシールド工法により構築されたトンネルにおいても、その特徴を踏まえた点検の実施、適切な診断、措置、記録といったメンテナンスサイクルを確立していくことが求められている。

本報文では、シールド工法により建設されたトンネルを対象に、完成から5年程度経過した時点に実施した目視点検（以下、「5年目点検」という。）および実施した対策の概要、また、対策の経過観察を目的とした目視点検（以下、「経過観察点検」という。）の結果について報告する。

2. 対象トンネル

対象としたトンネルは、シールド工法により建設された国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所が管理する共同溝である。延長は650m、外径は7.8m、セグメントの厚さは325mm、幅は1,000mmである。最大土被りは約25mである。止水材料は高分子水膨潤性のシール材を使用している。本共同溝は、

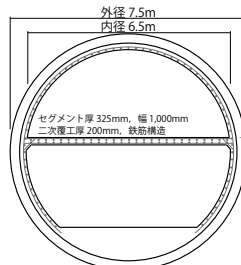


図-1 標準断面図

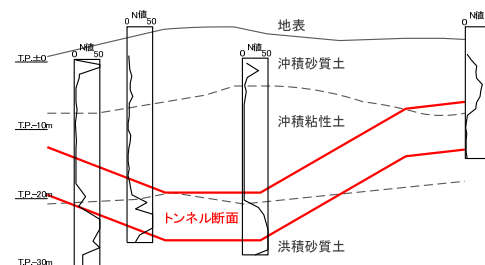


図-2 地質縦断面図

1997年に完成し、セグメントの防食や漏水の低減等を期待して完成当初から二次覆工が設置されている。また、占用物件を分割・収用するために中壁も設置されている。図-1に標準断面図を示す。トンネル掘削断面周辺の地質は、沖積粘性土または洪積砂質土が主体である。図-2に地質縦断面図を示す。ボーリング調査等によると、沖積粘性土は粘土またはシルト等から構成され含水比は高く、N値は0から5と大部分で極めて軟弱な層であった。洪積砂質土は50mm程度の礫や細砂から構成され、N値は35以上とよく締まっている。また、自然地下水位はG.L.から2mから5m程度であった。

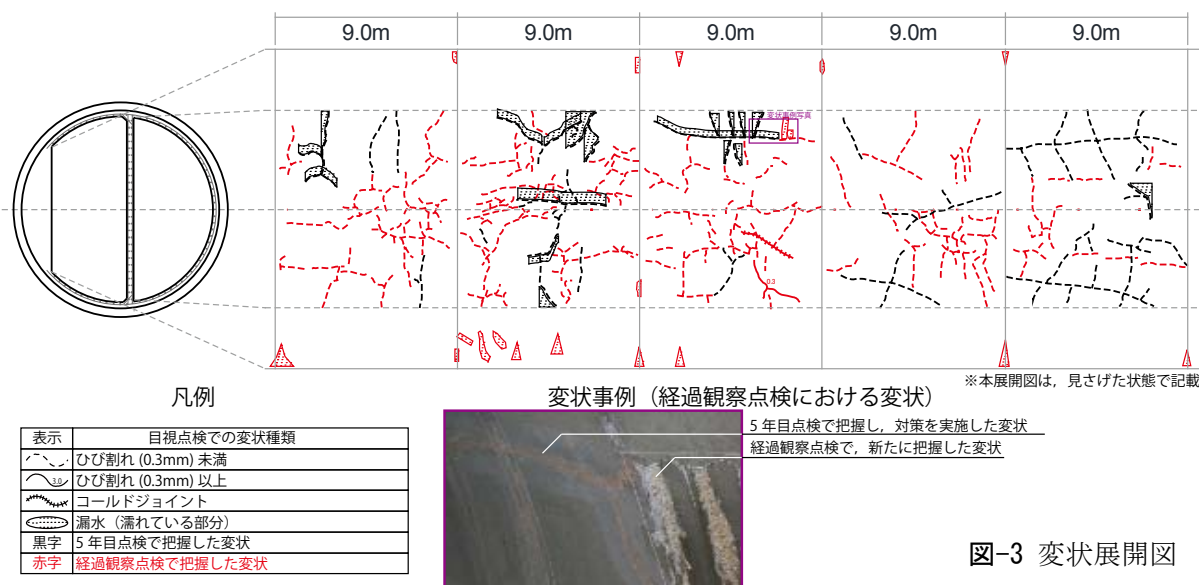


図-3 変状展開図

キーワード：シールドトンネル, 維持管理, 変状対策工

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL 029-879-6791

3. 点検, および措置

図-3 に 5 年目点検で確認した変状について記した変状展開図（黒字で記載）を示す。本報文では、全延長のうち 5 スパン（45m）を対象とした。

対象区間においては、ひび割れ幅が 0.3mm 以上の変状は確認できなかった。ひび割れ幅が 0.3mm 未満の変状は、上半部に多く、各スパンの S.L.付近から天端方向へ伸びる横断方向のひび割れや、天端部や肩部付近における縦断方向に伸びるひび割れが多い。これらの規模や形態から乾燥収縮等による材質劣化が原因であると考えられる。ここで、一部のひび割れにおいて、滴水、浸出（にじみ）程度の漏水を伴うものが確認された。漏水を伴うひび割れは、長期的にはコンクリートおよび鋼材等の構造部材の劣化等による構造物の性能低下を生じるおそれがあるため、適切に対応することが必要となる。本共同溝においては、二次覆工を対象とした変状による劣化の進行抑制、および漏水等による占用物件等への支障抑制を目的とした止水対策を実施した。対策は漏水の有無、およびひび割れ幅の規模に応じて規模を決定した。図-4 に措置の手順の例を示す。漏水を伴うひび割れは、対策として「セメント系材料による充填+注入」を実施した。また、漏水を伴わないひび割れについても、漏水箇所の止水による水みちの変化により、新たな漏水発生のおそれがあることから、ひび割れ幅が 0.4mm 以上のものを対象に対策として「樹脂系材料による充填+注入」を実施した。図-5 に対策の例を示す。対策は変状箇所を深さ約 40mm までのはつり、その後充填し表面処理を施した。一方、漏水を伴わないひび割れのうち、幅が 0.4mm 未満のものについては「監視」を実施することとした。

4. 経過観察点検

対策から 10 年程度経過した時点で、対策の経過観察を目的とした近接目視点検を実施し、0.1mm 以上の微細なひび割れを対象に記録した。図-3 に変状展開図（赤字で記載）を示す。まず、対策を実施した箇所は、ひび割れや漏水等の新たな変状は確認されず、二次覆工は健全な状態を保つことを確認した。対象区間における新たな変状として、ひび割れと漏水を確認した。新たなひび割れは最大で幅 0.3mm であったが、ほとんどは 0.3mm 未満の規模であった。その形態は、5 年目点検で確認されたひび割れが進展したものや、あらたに横断方向、縦断方向に伸びるひび割れであった。ここで、経過観察点検では近接目視による点検を実施しており、5 年目点検で記録されなかったひび割れが含まれている可能性があることに注意が必要である。経過観察点検で確認したひび割れは、5 年目点検と同様に規模や形態から、乾燥収縮等による材質劣化が原因であると考えられる。一方、新たな漏水は上半の一部箇所、および下半の目地部やひび割れ箇所を対象に確認した。これらは、いずれも 5 年目点検で確認した漏水に対策を実施した付近、またはそのスパンに発生している。対策を実施した箇所は止水性能が向上したものの、その付近の目地部やひび割れ箇所等の弱部に水が回ったと考えられる。

5. まとめ

シールド工法により構築されたトンネルにおいて、5 年目点検の結果から、ひび割れや漏水を伴うひび割れ等の変状を確認した。漏水を伴うひび割れ、および漏水を伴わないひび割れであっても適切な対策を実施することで、その後、10 年程度経過した時点においても健全な状態を保つことを確認した。一方、本共同溝においては、二次覆工に対する止水注入を実施しており、一次覆工（セグメント本体等）の対策は実施していないことから、ある箇所を対策したとしても、別の箇所に水が回り新たな漏水が発生することを確認した。本報文では、限られた延長であることや、二次覆工を対象とした変状対策工に限られる。今後は、より多くの点検結果の蓄積、長期にわたる観察を実施するとともに、変状の発生原因の推定や適切な対策の選定方法等、効率的な維持管理手法の確立に資する検討を行っていきたいと考えている。

謝辞：本調査は大阪国道事務所の全面的な協力により得られたものである。関係各位に深甚なる謝意を表す。

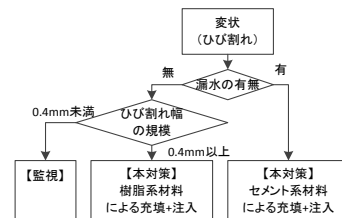


図-4 措置の手順の例

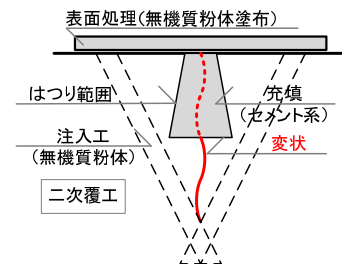


図-5 対策の例