

鉄道トンネル内における維持管理上の課題及びその対策の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○青木 雄佑
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 義雄
 東日本旅客鉄道株式会社 中山 亮二

1. はじめに

千葉県北東部の台地を通過するAトンネルは、1897年にしゅん功したトンネルである(図-1)。本報告ではAトンネル内での維持管理業務における課題及びその対策の検討について述べる。

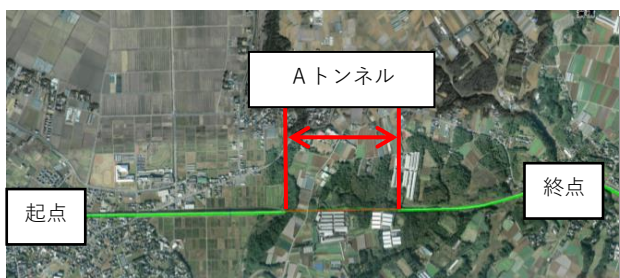


図-1 Aトンネル周辺図

2. 維持管理上の課題について

本トンネルは1989年以降、列車の安全走行に大きな影響は無いものの、軌道変位が頻発している状況である。トンネル内は覆工からの漏水量が多く、一部で路盤噴泥と思われる現象が確認されている。

これまでの調査結果から、軌道変位は路盤周辺に集水する水の影響が大きいと推定しているが、原因の特定には至っていないため、軌道変位の原因究明と対策方法の検討・実施を行う必要があった。

3. 課題解決に向けた取組みについて

課題解決に向けた取組みについて以下に述べる。

3.1. 現状把握と調査区間の絞り込み

①文献調査:既往調査結果をもとに、トンネル一元管理図を作成し(図-2)、軌道整備実績や覆工からの湧水量などの位置関係を整理することで、周辺環境調査を実施すべき区間の絞り込みを実施した。

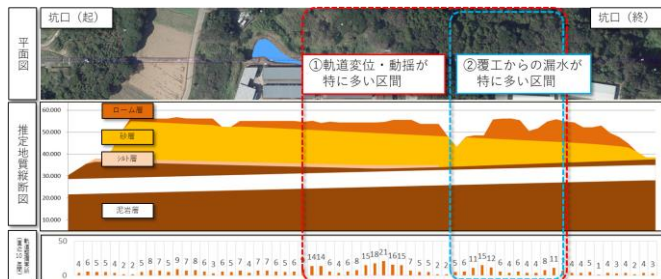


図-2 トンネル一元管理図

②周辺環境調査:トンネル通過部の地質(泥岩層)に対し、露頭・現地調査を行った。その結果、泥岩層は風化や水の影響で軟質化しやすく、当該地層が不透水層となり、砂層との境界がミズミチになる可能性が高いと推定した。また、トンネル上部からの浸水経路は確認できなかったため、トンネル内部の詳細調査・対策工検討へ絞り込みを行うこととした。

③トンネル内部調査:トンネル全延長の内、特に湧水量が多い範囲を対象に、周辺排水設備の機能性や変状の有無等を確認した。その結果、排水設備の勾配は確保されており、土砂堆積等も見受けられなかったが、サイドドレーンの一部で目地切れや側壁間の欠落等が見受けられた(写真-1)。



写真-1 サイドドレーン周辺の湧水状況

④路盤への浸水経路推定:以上の結果から、浸水経路を以下の3つと推定した(図-3)。

経路①:サイドドレーンの目地切れ部からの浸水

経路②:サイドドレーン・側壁間欠落部からの浸水

経路③:覆工背面から側壁下部を回り込んだ浸水

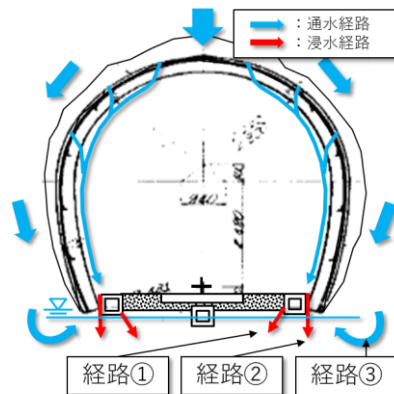


図-3 路盤への浸水推定主経路

キーワード トンネル, 路盤噴泥, 軌道変位

連絡先 〒260-0017 千葉県千葉市中央区要町1番29号 千葉土木技術センター TEL043-252-7262

3.2. 詳細調査による地山特性・変状経緯推定

トンネル内で特に湧水量と軌道整備回数が多い区間を詳細調査区間とし以下の調査検討を実施した（図-4）。

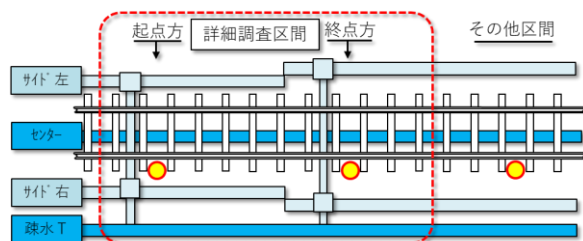


図-4 詳細調査実施箇所

①地山観察：バラスト下部まで掘削を行い、路盤面の湿潤状態や地山からの湧水状況を確認した（写真-2）。地山からの湧水は認められず、透水係数が低い泥岩から成ること、過去の覆工背面調査結果では多量の水は見受けられなかったことから、経路③からの浸水は無いと判断した。

以上のことから、路盤への主浸水経路はサイドドレーン及びその周辺と推定した。



写真-2 詳細調査区間の路盤状況

②地山強度確認：一軸圧縮強度が $0.8 \sim 0.9 \text{ N/mm}^2$ であったことから一般的に土砂～軟岩相当の岩種であることがわかった。

③浸透崩壊度確認：浸透崩壊度試験を行い、水が供給された際の崩壊状況を確認した結果5段階の内4段階目の崩壊経過を示した。よって水の供給を受けると崩壊しやすい性質であることを確認した（写真-3）。



写真-3 浸水崩壊度試験（24時間）実施前後状況

④推定原因：サイドドレーン周辺からの浸水により地山が脆弱化し、列車通過時の振動により路盤が噴泥し、軌道変位が発生したと推定した（図-5）。

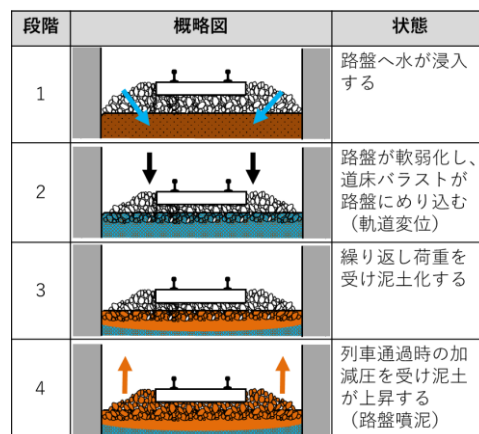


図-5 路盤噴泥メカニズム

3.3. 対策工検討

対策工としては路盤改良や路盤排水能力向上等が挙げられるが、今回は時間・労力・コスト対効果が最も高い工法を選定することとし、「サイドドレーン周辺からの浸水防止対策」について検討を行うこととした。

①対策工一部試行実施

浸水経路①を防止するために重要となる「施工が容易」「水中使用可能」「追従性有る」といった条件を満たす工法としてエポキシ樹脂系シーリング工を選定し、変状箇所の一部で試験工を行った（写真-4）。



写真-4 対策工一部実施前後状況

②対策工効果検証

対策工の効果を検証するため、浸水箇所近傍に観測孔を設置し路盤への浸水の有無を確認することとした。現在、覆工からの漏水が多量に確認された区間を対象に3箇所設置済みで、今後周辺の対策実施前後の水位を比較し、効果の検証を行う。

4. おわりに

本取組みにより、Aトンネル軌道変位主要原因の推定と検証を行うと共に、今後の具体的な対策方針を考案することができた。今後も引き続き対策実施と効果の検証を繰り返し行うことで変状発生を解消し、鉄道トンネルの維持管理に努めていきたい。