

飯田線における素掘りトンネル側壁部対策について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐野 淳
東海旅客鉄道株式会社 正会員 小幡 安英
東海旅客鉄道株式会社 正会員 大畑 和弘

1. はじめに

飯田線は、豊橋駅（愛知県豊橋市）と辰野駅（長野県辰野町）を結ぶ、延長 195.5km の路線である。飯田線にはトンネルが 83 箇所あり、そのうち 14 箇所がコンクリート等で覆工されていない素掘りトンネルである。

本稿では素掘りトンネルの一つである中井侍駅・伊那小沢駅間の小沢トンネルにおいて、平成 12 年 10 月に発生した側壁崩落災害の復旧対策と、その後約 10 年間に及ぶ素掘りトンネル対策、及び今後の保守管理のあり方について報告する。

2. 小沢トンネルの災害

小沢トンネルは長野県と静岡県との県境に近くに位置し、付近には中央構造線がある。延長約 400m の単線 1 号型トンネルで、昭和 11 年に建設され、線形は R=240m の曲線から直線にわたり、勾配はレベルである。

側壁の崩落は入口より 170m 付近で発生した。トンネルの構造は、側壁は岩盤、アーチ部はコンクリートが施されている。崩落の規模は高さ約 1.7m、最大幅 3.7m、厚さ 0.75m で線路脇に崩落した (図-1)。

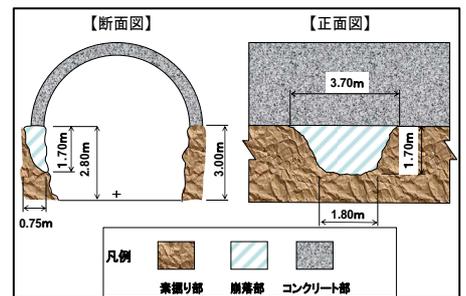


図-1 崩落箇所詳細図

崩落原因は長年にわたる地下水の浸透により、地山の岩石の風化が進んだものと推定された。そのため、復旧対策は風化防止及び側壁の構築を目的として、アーチ部に影響を与えない施工方法とした。施工は①「土砂化した側壁を掘削」、②「型枠支保工のロックボルトを打設」、③「欠損した部分にコンクリートを充填」の順で行った (写真-1)。

3. 岩の風化

崩落原因と考えられた岩の風化について考察を行った。当該箇所は花崗岩である。本来地下に存在する花崗岩が地表に現れると、周囲の圧力から解放され、岩石自体が膨張して割れ目を生じる (シーティング現象)。その割れ目に沿ってしみ込んだ雨水が凍結・融解を繰り返すことで割れ目が拡大してゆき、風化作用がさらに促進されてゆく (物理的風化作用)。また、花崗岩が地下水や地表水、あるいは空気と接触することで、特定の成分が溶け出す、または取り込まれることで、花崗岩中の鉱物が別の鉱物に変化して、さらに風化を促進させる (化学的風化作用)。

上記の通り、花崗岩は、物理的・化学的風化作用とも他の岩石よりも顕著に起こる傾向にある。その風化作用の中で、特に素掘りトンネルの崩落に影響を与えていると考えられるのは、シーティング現象と思われる。トンネルの構築により地表に露出した花崗岩は常に不安定な状態に置かれており、さらに当該箇所は湧水の多い地形条件のため、水との反応等を通じて化学変化を起こし、崩落が発生したと考えられる。

4. トンネルの素掘り部点検と対策工

小沢トンネルの崩落事故をうけて行った緊急点検では、同様の変状の恐れがあるすべての素掘り箇所に対し、風

キーワード 風化 素掘りトンネル

連絡先 〒453-0801 名古屋市市中村区太閤一丁目 15 番 5 号 東海旅客鉄道(株) 名古屋土木技術センター
TEL 052-451-7146

写真-1 復旧対策



化状況、浮石状況等を目視及び打音にて調査し、その結果対策工が必要なトンネルは12トンネル、延長約2.2kmであった。

側壁の崩壊、およびアーチ部の崩壊の恐れがある箇所に対して、節理の大きさと開き、節理間の土砂化状況及び地下水の有無に着目し、対策工の選定を行った。以下に各対策工の概要を述べる。

① 場所打ちコンクリート工

岩盤が粘土化、または緩んだ状態となっており、側壁として十分な支持が期待できない箇所、または流動等の恐れのある箇所に側壁を構築する目的で施工する(図-2)。

② モルタル吹付け工

節理の発達が比較的小さく、地山の支持が期待でき、湧水のない箇所で、施工対象面積が連続的に10㎡以上ある箇所、または延長が4m以上の箇所に、節理の発達、岩盤表面の乾燥を防止するために施工する(図-3)。

③ 崩落防止網

小規模な風化や、亀裂が部分的に存在する箇所、及び地形、施工性等で場所打ちコンクリート工や吹付け工等の恒久的対策工が取りにくい箇所において、岩の表面剥離、剥落を防止する目的で施工する(図-4)。

5. 工事実績

素掘りトンネル崩落防止工事は平成12年度から開始し、岩盤の状態の悪い箇所より、場所打ちコンクリート工、モルタル吹付け工、崩落防止網の順で施工し、

平成17年度までに要対策箇所の工事を完了させた。その後、平成19年度～22年度にかけて実施した検査の結果、新たに対策が必要と判断された箇所に崩落防止網を設置し、一連の素掘りトンネル対策工事はすべて完了した(表-1)。

6. 対策箇所の点検結果と今後の課題

対策工の施工後は、主に全般検査で変状の有無を確認している。

場所打ちコンクリート工施工箇所では、コンクリートは良好な状態であり、湧水箇所においても、水抜き孔が機能していることを確認している。

モルタル吹付け工施工箇所では、モルタルの剥がれや浮き、エフロの発生等がみられた。これは、経年とともに水みちが変化し、新たな湧水箇所が発生したことが影響したことが原因であると考えられる。変状が発生している箇所には、水抜き工を施工する等の追加対策を実施している。今後も対策工施工箇所の検査を確実にを行い、必要に応じて対応していく。

7. 終わりに

平成12年10月の側壁崩壊災害発生から約10年間に及ぶ素掘りトンネル対策工事を無事故で完了した。この間、トンネル内の水みちの変化などの環境変化に対応するとともに、検査結果に基づき計画の見直しを行いながら工事を進めてきた。今後も、構造物検査を確実にを行い、適切な対策工を講じることで安全・安定輸送の確保に努めていく。

<参考文献> 三木幸蔵、古谷正和：土木技術者のための岩石・岩盤図鑑 鹿島出版会 (1983.5)

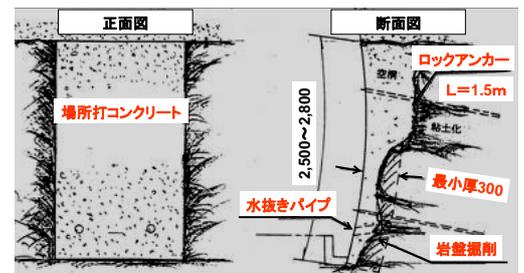


図-2 場所打ちコンクリート工

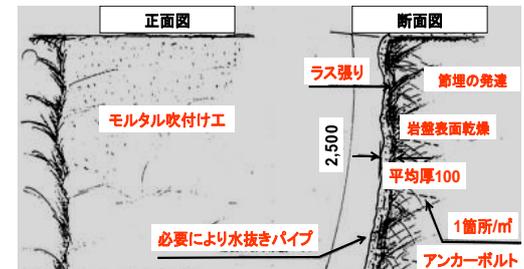


図-3 モルタル吹付け工

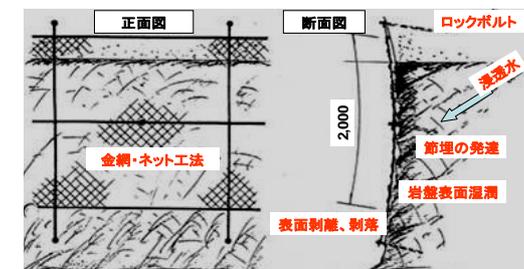


図-4 崩落防止網