

東海道本線 石部トンネルにおける冠水対策

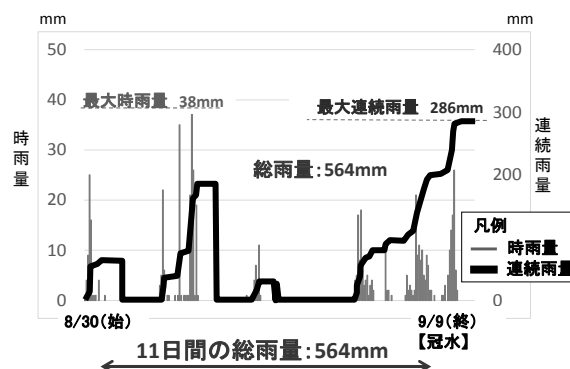
東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○加藤 達也
東海旅客鉄道株式会社 正会員 長谷川 秀樹

1. はじめに

静岡県静岡市に位置する、東海道本線 石部（せきべ）トンネル上り線において、降雨により冠水が発生した（写真－1）。冠水により、レールに流れている信号電圧が低下したため、信号機が現示不能となり、列車運行に多大な影響を与えた。本稿では、冠水の原因推定と、再発防止対策について報告する。



写真－1 現場状況



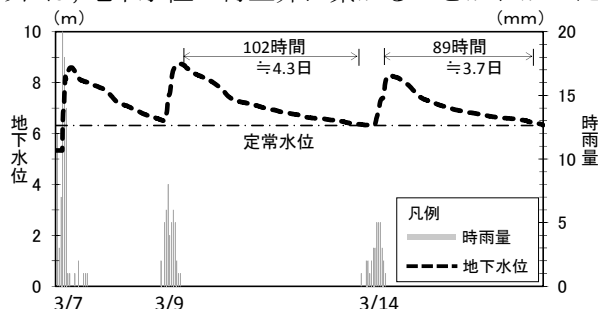
図－1 用宗駅雨量計データ

2003年に、石部トンネルで冠水が発生した際も、降雨日数が12日間と長く、総雨量も700mmと多かった。一方で、過去10年間で最大時雨量、最大連続雨量を観測した降雨では、多量の雨量を記録しているが、降雨日数が2日以内であり、冠水には至っていない。よって、冠水は長期的な降雨が原因と推測された。

②周辺地質

石部トンネル周辺の地盤は、ボーリング調査の結果、表層より1.5m以深が斑れい岩であり、風化による多くの亀裂が見られた。透水係数は、 $5.13 \times 10^{-7} \text{m/s}$ となり、透水性に基づく土質区分¹⁾では、「砂－シルト」に相当することが判った。よって、降雨時には、岩盤中の亀裂を通じて地下水位が上昇し、道床下からトンネル内へ湧水したと推測される。

また、水位計により観測したトンネル周辺の地下水位変動状況（図－2）から、時雨量が5mm程度の降雨でも、地下水位の上昇から定常水位への下降に、約4日を要していて、雨の降り止みから4日以内に降雨があれば、地下水位の再上昇に繋がることがわかった。



図－2 時雨量と地下水位の関係

3. トンネル内冠水原因の推定

① 降雨状況

冠水時の降雨量を、石部トンネル最寄りの用宗駅雨量計データにより確認した（図－1）。雨は冠水が発生する11日前から降り始めており、途中1～2日の降り止みはあるが、冠水発生時まで断続的に降り続いていた。その間の最大時雨量は38mm、最大連続雨量は286mmと列車の運行に支障する雨量ではないものの、11日間の総雨量は564mmにも上っている。

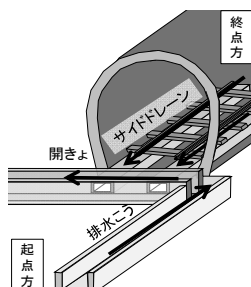
キーワード 鉄道、トンネル、冠水、排水設備改良

連絡先 〒420-0851 静岡県静岡市葵区黒金町4番地 東海旅客鉄道(株)静岡支社工務部施設課 TEL 054-284-2397

③ トンネル排水設備

トンネル内への漏水および湧水は、トンネル側壁下部に埋設されているサイドドレーンを通り、トンネル入口付近に設置された開きょに集水され、線路外へ排出される(図-3)。石部トンネル入口側の排水受持区間延長は1,710mあり、全長の78%を分担しているが、入口から760mの範囲は排水勾配が7%、さらにトンネル入口付近では0%と緩くなる。

トンネル冠水時の開きよ付近の水位を図-4に示す。開きよ内の水位がサイドドレーン上端の高さより約 70mm 上回り、これによりサイドドレーンからの排水が阻害され、水頭差が無いトンネル入口から約 140m の範囲で滞水が発生したと考えられる。



図一3 東坑口付近排水設備略図

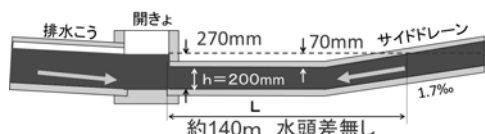


図-4 冠水時の排水こう縦断略図

5. 対策工の検討と実施

① 必要排水能力の検討

トンネル内の排水能力不足量を算出した。冠水時、4 台の水中ポンプを設置し、合計 114m³/h の水を排出した際の、経過時間とトンネル浸水量の変化を図-5 に示す。浸水量が緩やかに減少していることから、冠水対応時と同じ 114m³/h の排水能力を付加すれば、十分な排水が可能になると考え、対策工を検討した。

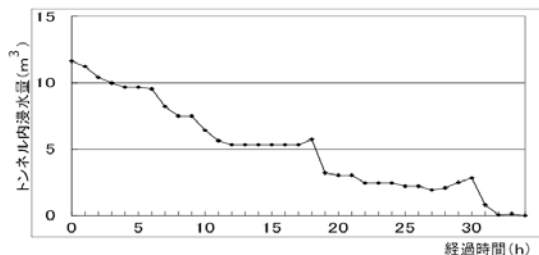


図-5 トンネル内浸水量の推移

② トンネル内水位上昇時用排水路の増設

長雨により、トンネル内の水が上昇した際に、サイドドレーンでトンネル外へ排出しきれない水を集水する排水路を、増設することとした（図-6）。

排水路には、U字フリューム（350×350）を採用した。排水路の増設により、トンネル内排水能力不足量114m³/hに対し、132m³/hの排水能力向上となり、大雨時でも十分な排水が可能となった。

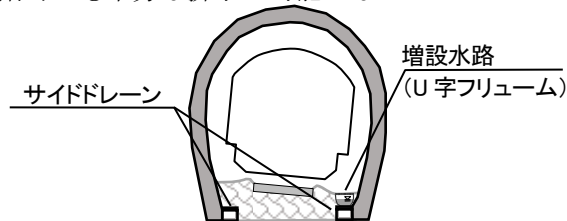


図-6 排水路新設イメージ図

③ トンネル外部からの線路排水処理ルートの変更

トンネル外部からの線路排水が、トンネル内部からの排水を阻害していることから、排水経路の変更を検討した（図－7）。自治体と協議し、トンネル入口から150mの位置にある河川に、トンネル周辺の排水を排出する計画とした。トンネル外部からの排水は、トンネル入口部の開きよへ流入していたため、排水こうの高さを上げ、トンネル内の新設排水路と接続し、河川への勾配を確保した。この水路分岐により、開きよにはサイドドレーンからの排水だけが流入するため、周辺水路の排水量が増加しても、開きよの水位が上昇しなくなり、サイドドレーンの排水阻害が解消された。

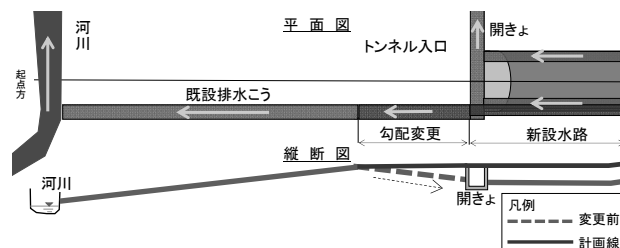


図-7 トンネル東坑口付近排水経路変更計画

施工にあたっては、トンネル内の悪条件下であったが、安全に施工を進め、平成 28 年 9 月前までに無事故・無労災で対策工を完遂した（写真-2）。



写真-2 トンネル内対策工完成

6. おわりに

冠水事象に対し、抜本的な対策工により改善を図ることができた。今後も継続的に水位の計測、長雨時の排水状況の確認を行い、安全・安定輸送を確保する。

〈参考文献〉

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説（2009） p450