

山岳トンネルにおける止水工法の有効性について

東日本旅客鉄道株式会社

高崎土木技術センター

○今井 文彦

高崎土木技術センター

石井 一雪

構造技術センター

正会員

北川 一希

1. はじめに

鉄道トンネル内での漏水は、架線やレールにかかることにより腐食することや、電気設備にかかることにより短絡し、設備の損傷の原因となる。漏水による列車の運行への影響を防止するため、漏水対策工を実施している。

山岳トンネルは、湧水をトンネル内に導水する排水型トンネルが多く、漏水対策として導水樋を用いた導水工法を適用する例がほとんどである。しかし、漏水の発生箇所が、覆工に取り付けられた架線を支持する電気設備の周辺では、トンネル覆工面への切り欠きや支持金具が支障し、導水工法による漏水対策が困難となることがある。そのような箇所において、架線やレール、電気設備への滴水を防止することを目的として、止水工法を採用している。

本稿では、漏水対策として止水工法を施工した山岳トンネルにおいて、施工後の止水効果の有効性について述べる。

2. 漏水対策工の分類と選定

「トンネル補修・補強マニュアル，H19.1，鉄道総研」における漏水対策工は、図-1 のように分類される。

導水工法は、漏水をトンネル断面の下部に導水する線的、面的な対策方法である。止水工法は、覆工の打継目やひび割れから発生する漏水を、水みちを閉塞することで、覆工面から流出することを防止する工法である。止水箇所周辺の限定的な範囲で効果を発揮するため、導水工法の施工が困難な漏水箇所において限定的に使用している。なお、本稿における止水工法は、止水注入とする。

止水注入を適用する箇所は、以下のとおりである。

- ① 覆工に取り付けられた架線を支持する電気設備や付帯物の周辺で導水工法の施工が困難な箇所
- ② 漏水とともに鉄バクテリア汚泥が発生する箇所
- ③ 建築限界の余裕量が小さい箇所

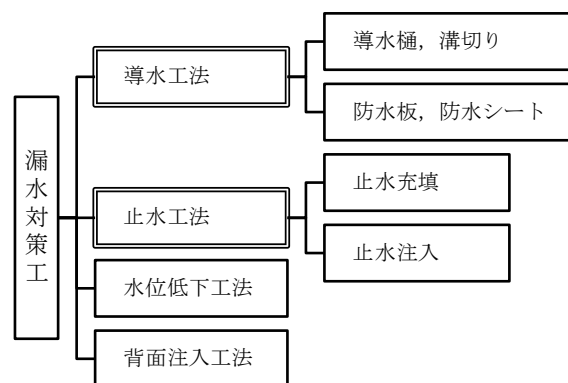


図-1 漏水対策工の分類

3. 止水注入の施工および施工後の効果確認

導水工法の施工が困難な漏水箇所において、止水注入を実施した。

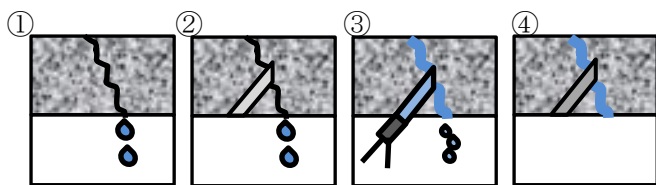
3.1 止水注入の注入材料

止水注入は、「トンネル補修・補強マニュアル，H19.1，鉄道総研」に記載されている止水工法の1つである。止水注入は、一般に高圧による注入方式であり、注入材は無機系、有機系(ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂)に大別される。なお、エポキシ系樹脂は水となじまないため、止水を目的とする注入材にはほとんど用いられない。施工後の注入材の劣化が少なく、現在のところ、最も信頼性のあるアクリル系樹脂を用いて施工を実施した。

図-2 に止水注入の施工手順を示す。

キーワード：山岳トンネル、導水工法、止水工法、止水注入

連絡先 〒370-0052 群馬県高崎市旭町 190 番地
TEL：027-324-6594 FAX：027-323-4500



- ① トンネル覆工面のひび割れ等の漏水発生箇所を特定
- ② 漏水発生箇所と交差するよう約45°方向に削孔
- ③ 注入用ノズルにて止水材料を高圧注入
- ④ 削孔箇所に急結セメントを充填して完了

図-2 止水注入施工手順

3.2 施工および施工後の効果確認

(1) 施工事例① 電気設備周辺の漏水

クラウン部に取り付けられた架線を支持する電気設備の支持金具や微細なひび割れから発生した漏水により、電気設備および路盤に滴水している箇所である。電気設備への滴水を防止するため、止水注入を実施した。(写真-1)

止水注入の施工後、止水効果を確認できた。2019年3月の施工から3年経過後も電気設備の支持金具周辺からの漏水は発生しておらず、止水注入の効果が継続していることが確認できた。(写真-2)



写真-1 施工前



写真-2 施工後

(2) 施工事例② 軸方向ひび割れ部の漏水

トンネル軸方向のひび割れから発生している漏水箇所に設置されている既設導水樋の排水不良により、トンネル内に漏水し、架線に滴水している箇所である。架線への滴水を防止するため、既設導水樋の撤去および止水注入を実施した。(写真-3)

止水注入の施工後、止水効果を確認できた。止水注入施工箇所周辺のトンネル周方向の既設導水樋内部に漏水の通水が確認できた。2022年2月に施工を実施したため、今後経過観察を行う。(写真-4)

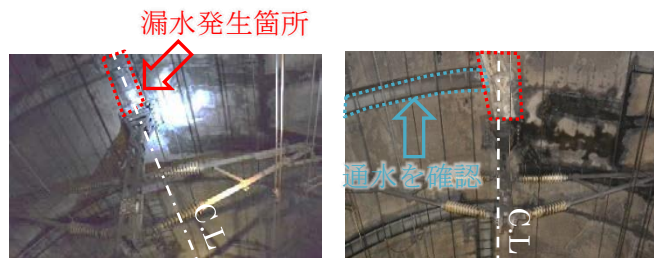


写真-3 施工前

写真-4 施工後

(3) 施工事例③ 鉄バクテリア汚泥発生箇所の漏水

ひび割れからの漏水に伴い、鉄バクテリア汚泥が発生している箇所である。漏水はレールに滴水していた。鉄バクテリア汚泥が発生している箇所に導水樋を用いると、将来的に通水阻害を生じる恐れがある。レールへの滴水を防止するため、止水注入を実施した。(写真-5)

止水注入の施工後、止水効果を確認できた。止水注入施工後の鉄バクテリア汚泥の発生も抑制されている。2020年1月に施工を実施したため、今後経過観察を行う。(写真-6)



写真-5 施工前



写真-6 施工後

4. おわりに

本稿では、漏水対策工として止水注入を実施した箇所の経過観察を行い、止水効果が継続していることを確認した。また、電気設備の支持金具周辺からの漏水や軸方向ひび割れ部からの漏水のほか、鉄バクテリア汚泥が発生している箇所でも止水効果を確認できた。継続して経過を観察し、止水効果の確認を実施する。また、止水によりトンネル背面の水位に影響を及ぼす恐れもあるため、覆工の状態を監視する。

今後も漏水発生箇所の状況に応じて、適切な漏水対策工を選定し、効率的な維持管理を実施していきたい。

【参考文献】

- 1) (公財)鉄道総合技術研究所：

トンネル補修・補強マニュアル，H19.1