

山岳トンネルの変状及び対策について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 小滝 哲也

東日本旅客鉄道(株) 久保田 英生

東日本旅客鉄道(株) ○稲葉 経仁

1. はじめに

山岳トンネルのうち、プレスクリート工法（図 - 1）で施工されたものには変状が多く、これまでの調査より施工起因によるものであることがわかっている。本稿で紹介するのは同工法で施工されたトンネルにおいて確認されている覆工部の浮き・ひび割れ・豆板・背面空洞等の変状（図 - 2）に対する健全度の評価方法・対策工法及び施工実績（JETMS 工法）について報告する。

2. 変状発生の原因

本トンネルの覆工コンクリート部には完成した当初（1979 年）からの変状が多い。プレスクリート工法は圧縮空気によりコンクリートを圧送し覆工部に打設するため、圧送距離が長いほど材料分離が発生しやすく、覆工内部の豆板や背面空洞、コールドジョイント等の変状が発生している。

3. 健全度評価について

本トンネルを 10m ブロック毎に 4 項目（覆工表面・覆工内部・覆工背面・覆工厚）に対し評価（Ⅰ～Ⅳ）し相互評価結果（表 - 1）より健全度評価が「Ⅳ」から優先的に対策工を実施している。

4. 対策工の選定

それぞれの変状に対する対策工は以下の通りである。

- 覆工表面のひび割れ：AAA 工法（写真 - 1）
- ひび割れの進行抑制ならびに覆工内部の豆板および有効覆工厚不足に伴う曲げ剛性、押し抜きせん断耐力の補完を目的に行う
- 覆工内部の豆板：樹脂系注入（写真 - 2）
- 豆板を取り除かず、覆工コンクリートの性能を同等以上に回復させることを目的に行う。
- 覆工背面の空洞：JETMS 工法（写真 - 3, 4）
- 覆工背面の地盤反力を均等に覆工コンクリートに伝達させることを目的に行う。

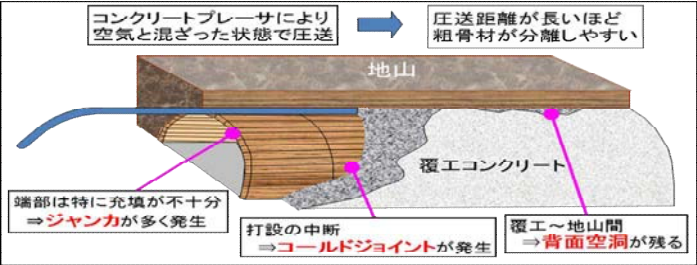


図 - 1 プレスクリート工法イメージ



図 - 2 変状例

		覆工表面・内部の評価の最大値			
		I	II	III	IV
覆工厚・背面空洞評価の最大値	I	I	II	II	III
	II	II	II	III	III
	III	II	III	III	IV
	IV	III	III	IV	IV

表 - 1 健全度相互評価表



写真 - 1 AAA 工法

写真 - 2 樹脂系注入



写真 - 3, 4 JETMS 工法（軌陸車使用）

キーワード トンネル，山岳トンネル，背面空洞

連絡先 〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町 2-155 東日本旅客鉄道(株)大宮土木技術センター [TEL:048-6435799](tel:048-6435799)

5. JETMS 工法

JETMS 工法（図 - 3）は、トンネルのコンクリート覆工部を削孔して注入口を設置した後、作液した注入材をトンネル覆工背面に注入する工法である。なお、注入材の充填確認はエア抜き管からの漏適確認とコア採取による硬化確認で行っている。注入後は注入口を塞ぎ、断面修復をしたのちに剥落対策工（AAA 工法）を施して完了となる。

6. JETMS 工法の課題と施工方法について

①作業間合（時間）の確保

JETMS 工法では2液混合タイプの注入材であるため、それぞれのプラントが必要となること等から大型の台車等をけん引できる保守用車編成（写真 - 5）での施工が効率的である。しかし、本工事においては保守基地から現場まで保守用車で移動すると施工時間が短く、施工効率が悪くなってしまうことが課題となった。そのため、近傍の斜路に載線場（写真 - 6）を整備し軌陸車編成での施工を可能にし、大幅な作業時間の延長を実現した。（図 - 4）

②軌陸車編成の見直し

上記により軌陸車編成での注入を可能としたが、軌陸車を載線、離線させる際に1台当たり3～4分程度の時間がかかる。施工当初は軌陸車10台編成（注入作業用高所作業車2台、車上プラント2台、材料運搬3台、機材運搬1台、作液用水運搬2台）で施工を行っていたため、離載線に1日当たり70分程度の時間を要していた。これを見直すため、作液用水を現地調達して軌陸車台数を減らす検討した。

本トンネルは、湧水対策としてインバート中央に排水路（図 - 5）が有り、等間隔で集水枘を設けてある。湧水の水質試験及び注入材の試験練を実施し、作液用水として利用可能であることが確認できたことから、軌陸車の作液用水搭載をやめたこと等によって軌陸車を8台編成（図 - 6）とすることができた。

7. おわりに

弊社では経年による設備の老朽化に伴い、2030年代から橋りょうやトンネル等の大規模改修工事を計画している。本トンネルの修繕工事は大規模改修を見据えたパイロット的な工事であり、安全で安定した列車運行の確保と効率的な工事施工に重点を置いて施工を進めている。今後も当該工事は継続されるため、より効率的な施工を目指し改善を進めたい。

参考文献

1) 東北新幹線工事誌：日本国有鉄道東京第三工事局, 1984年3月

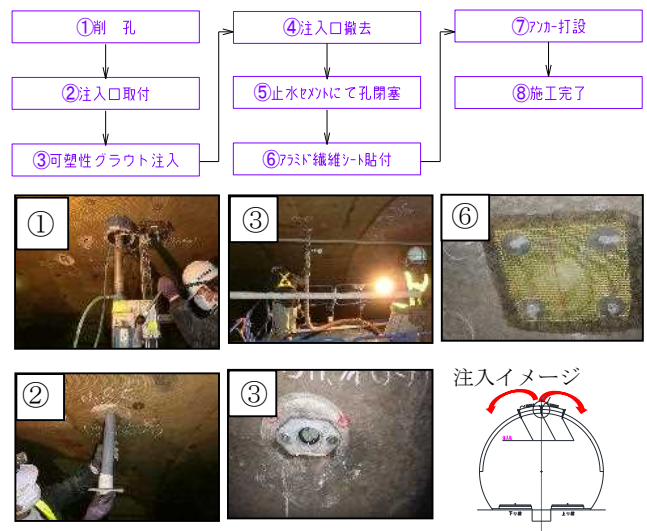


図 - 3 フロー図



写真 - 5 保守用車使用

写真 - 6 軌陸載線場

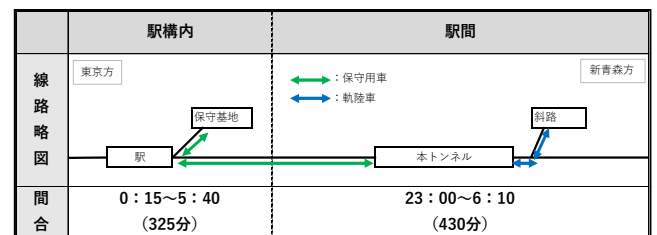


図 - 4 線路略図

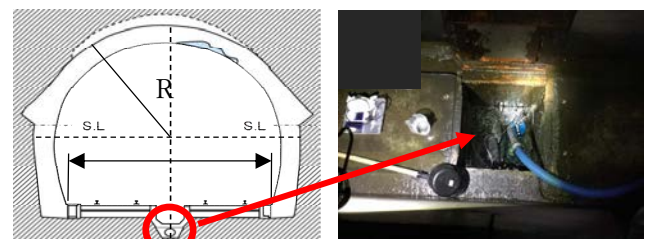


図 - 5 取水状況

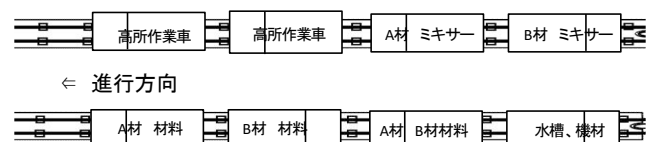


図 - 6 軌陸車編成