

## 鉄道トンネルにおける覆工裏空隙充填材運搬方法の最適化

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○蚊津見 和雅, 五家 和典, 正会員 他谷 周一

双葉鉄道工業株式会社 正会員 光宗 久雄, 松原 圭吾

### 1. はじめに

東海道新幹線のトンネルの多くは、建設時代に主流であった「矢板工法」により施工されている。この工法は、施工時に地山と覆工との間に空隙が残ることがある。場合によっては、地山との一体化が損なわれ覆工に作用する土圧が偏り、ひび割れ等の変状発生の一因となる。

そこで、東海道新幹線では予防保全を目的に、大規模改修工事として全66トンネル、総延長68.6kmを対象に2013年から図-1に示すような覆工裏の空隙に可塑性注入材を充填する覆工裏空隙充填工を施工している。

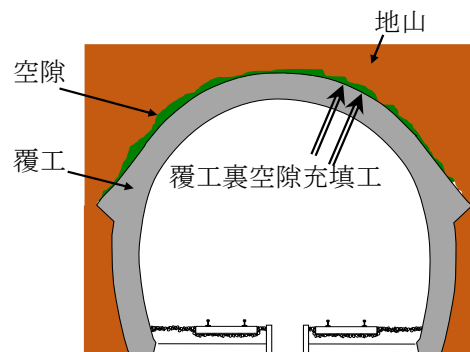


図-1 覆工裏空隙充填工

### 2. プラント設置の適切な採用

覆工裏空隙充填工における注入材を製造するためのプラント形式を図-2に示す。坑外に設置したプラントから、トンネル内へ配管にて二液の材料を圧送し、注入現場付近にて混合する「定置式」を基本としている。トンネル坑口付近にプラントを設置するヤードが確保できない場合や、トンネル延長が短く、トンネル毎にその都度プラントを設置することが非効率な場合は、プラントを保守用車に搭載し、一液の注入材を注入現場にて製造する「保守用車式」を採用する。

しかし、「保守用車式」は、保守基地から作業現場まで移動する際に、他作業と競合し、十分に作業時間を確保できない場合があることに加え、保守基地の大きさによっては、保守用車編成の増加が困難な場合がある。これらの問題を解決すべく、ダンプトラック上にプラントを搭載して、トンネル坑口にて注入材を混合し諸車により作業現場まで運搬する「トラック式」を新たに検討した。

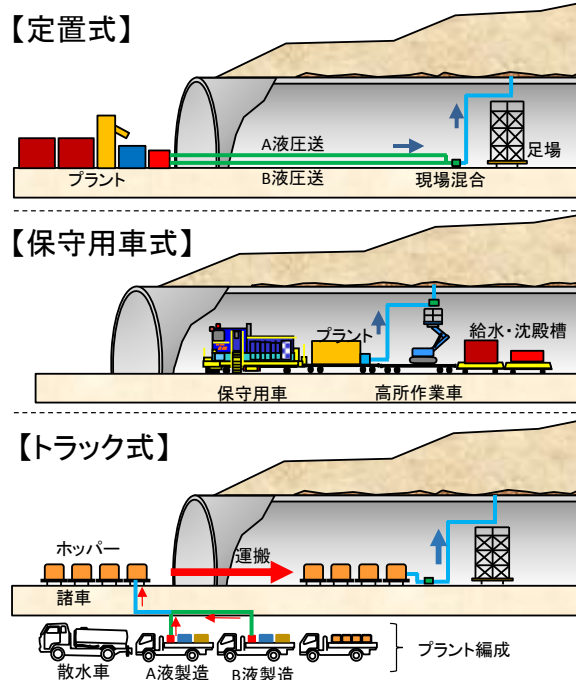


図-2 プラント概略図

### 3. トラック式プラントにおける注入材の適用性

トラック式プラントに適用する注入材は、周辺の他トンネルで定置式プラント用の注入材として使用実績のある二液型注入材（パフェグラウト）を適用することとした。定置式プラントでは粘性の低い二種類の材料を各々プラントから作業現場まで圧送し、圧送管先端で混合・製造して、直ちに注入する。これに対してトラック式プラントは、トンネル坑口付近にて二液を混合・製造した上で現場まで運搬するため、混合から注入までに最大2時間程度のタイムラグがある。このタイムラグが注入材の品質に影響を及ぼす恐れがあると考えた。そこで、二液を混合し2時間経過した注入材について、注入現場を想定した品質確認試験を行った。

可塑性注入材は、圧送すると流動し、圧送を停止すると留まる性質を持ち、微細な空隙に逸散することなく覆工裏空隙を密実に充填できる材料

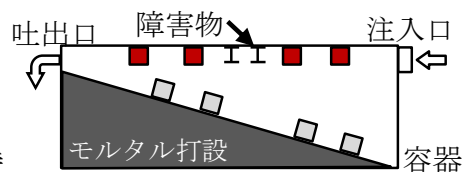


図-3 充填性試験側面図

キーワード トンネル, 大規模改修工事, 覆工裏空隙充填工, 注入材, プラント

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-9-1 東海旅客鉄道(株) 新幹線鉄道事業本部施設部工事課

である。この特長が2時間経過後も維持することを確認するため、図-3に示す充填性試験を実施した<sup>1)</sup>。容器内にモルタル打設による傾斜やH鋼等の障害物を設置し、注入材を圧送して充填状況を確認したところ、写真-1に示す通り、容器内全体及び障害物の間に隙間なく密実に充填された。その他フロー試験（JHS 313 シリンダー法）を実施し、静的試験、動的試験とも規定値を満たし、可塑性が維持されていることを確認した。非収縮性や圧縮強度等においても試験し、所定の性能を持つことを確認した。

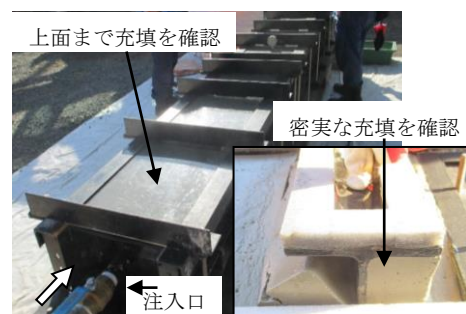


写真-1 流水抵抗性試験状況

#### 4. トラック式プラントの現場適用状況

トラック式プラントは、注入材の運搬距離を短くするため、トンネル坑口に近い門扉付近の側道に配置する必要がある。トラックは、側道の幅員により施工可否を左右されないよう、注入材の練混ぜ量が低下しない範囲で最少である2tダンプを採用した。人力にて注入材を運搬することを考慮し、軽便トロ（1t級）及び0.6m<sup>3</sup>（0.84t）積載可能なホッパー（容器）を使用することとした。施工においては、作業員への負担を考慮してホッパー1台当たり0.4m<sup>3</sup>毎積載した。ホッパーの形状は、軽便トロ上に積載したまま注入ホースを接続できるように、脚を付けてホッパー部を浮かせ、下部にホース接続口を設ける形状とした。また、注入材が円滑に送出できるようにホッパーの底面部に傾斜を付け、ホース接続口へ流れやすい形状とした。運搬手順は写真-2の①から④のとおりとした。注入作業終了後、残材が生じた場合は、トラック式プラント付近まで運搬し、ポンプにて線路外へ圧送し搬出することとした。



①軽便トロ及びホッパーの設置



②注入材充填



③ホッパーの運搬



④ホッパーとポンプを接続

写真-2 トラック式プラントによる注入材運搬状況

これまでホッパー4個分（0.4m<sup>3</sup>/個）を最長800m運搬し施工したが、特段支障なく注入できた。また、実注入時間は1.3時間程度で、他のプラント方式と比べても同程度である。日々の品質確認として注入日毎に1回、フロー試験を行っている。多少の変動はあるものの、全て規格値（静的80～155mm）内に収まっている。また、圧縮強度および非収縮性についても、100m<sup>3</sup>毎に試験をしており、圧縮強度は、設計基準強度（1.5N/mm<sup>2</sup>）の3倍程度発現している。非収縮性試験は、φ300mm、高さ1,000mmの円筒状の容器に注入材を充填し、28日経過後に収縮量を計測した結果、全て社内規格値（5mm以下）内に収まっている。

#### 5. 1 プラント複数トンネル施工の結果

トラック式プラントは道路を移動できることから、他作業との競合状況を踏まえ、作業時間を確保できるトンネルを選定し、施工できる特長がある。今回、トラック式プラント1編成を複数のトンネルにて併用したところ、月当たりの施工回数を1トンネルのみ使用した場合と比べて20%程増加することができ、施工の進捗を向上できた。

#### 6. まとめ

従来工法では施工困難なトンネルに対し、トラック式プラントを使用した覆工裏空隙充填工を、これまで計60m<sup>3</sup>（2020年2月末時点）施工した。今後もプラント方式毎の特性を活かし、適材適所のプラントを採用することにより、安全かつ効率的な施工を進めていく所存である。

#### 参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社他：矢板工法トンネルの背面空洞注入工 設計・施工要領，PP.33，2006