

流水抵抗性を有した覆工裏空隙注入材の適用

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○蚊津見 和雅  
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 近藤 智

1. はじめに

東海道新幹線のトンネルの多くは、建設当時主流であった「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、トンネルと地山との一体性が損なわれ、覆工に作用する土圧に偏りが発生する結果、ひび割れ等の変状を発生させる要因となることがある。

そこで、当社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<sup>1)</sup> (図-1)。

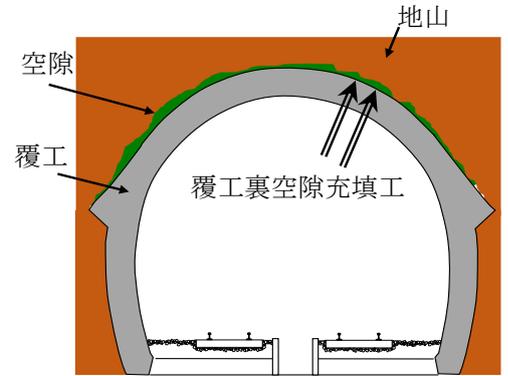


図-1 大規模改修工事

2. 注入材による湧水への影響対策

東海道新幹線の一部のトンネルは、図-2 に示す通り、周囲の湧水を線間に設置された排水設備に導水し、トンネル坑外へ排出する構造を有している。覆工裏空隙充填工に使用する注入材は、セメントを使用しており高アルカリであるため、注入材が覆工裏の湧水により分離すると、湧水が高アルカリ化した状態でトンネル坑外へ排出される恐れがある。したがって、本工法を施工する際は、覆工裏の湧水状況や排水設備の設置状況を事前に確認し、注入材による湧水への影響対策を行うことが必要である。本稿では、湧水対策の一つとして実施した、流水抵抗性を有した注入材の適用について、注入材の概要と各種試験結果及び現場適用結果について記述する。

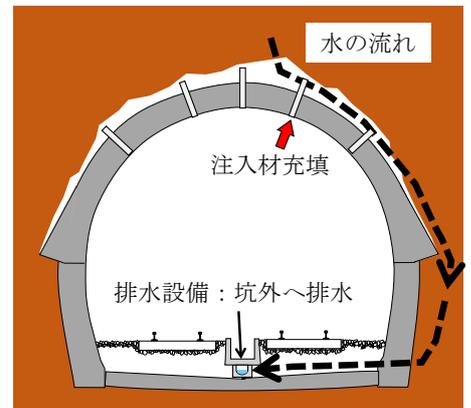


図-2 トンネルの排水構造

3. 流水抵抗性を有した注入材の概要と各種試験結果

覆工裏空隙充填工は、最終列車通過後から初列車までの限られた時間の中で施工しており、坑外に注入材を製造するプラントを設置し、トンネル内に圧送用配管を設置して材料を圧送する方式を主に採用している<sup>2)</sup> (図-3)。本方式は、粘性の低いセメント系とベントナイト系の二種類の材料を各々圧送し、圧送管先端で混合・製造するが、今回使用した流水抵抗性を有する注入材は、二種類の材料に加え、急結剤を圧送し混合している。注入材は、三種類の材料を混合することで可塑性となり、圧送を停止するとその場に留まる性質を有する。表-1 に注入材の配合を示す。

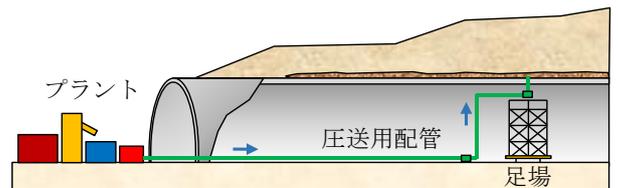


図-3 圧送方式による施工

表-1 注入材 配合表

比重	設計基準強度	注入材配合					
		A液 200L		B液 200L		C液 40L	
1.25	1.5N/mm <sup>2</sup>	高炉セメントB種	140 kg	B剤 急結用	24 kg	急結剤	40 L
		A剤 急結用	10 kg	(ベントナイト系)			
		水	150.4 L	水	190.8 L		

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, 流水抵抗, 急結剤

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) 新幹線鉄道事業部 施設部

本材料の使用に際し、流水への抵抗性を確認するため、流水に注入材を投入する試験を実施した。図-4 に示す通り、傾斜を付けた水槽に、上部から水を流して覆工裏の流水状態を模擬した。なお、傾斜角度、注入材投入高さ等の試験方法は、覆工裏への注入状況を想定し設定しており、水の流量は60L/分とした。

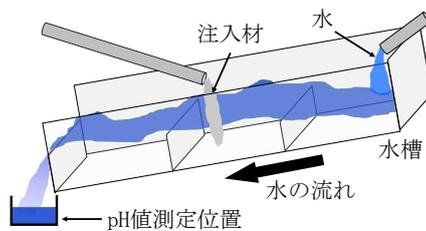


図-4 流水抵抗性試験図



写真-1 流水抵抗性試験状況

流水へ注入材を投入した結果、注入材が分離せず凝結することを確認した(写真-1)。また、流水におけるpH値、浮遊物質の測定試験の結果、共に上昇が抑えられ、環境省の定める排出基準を下回った。

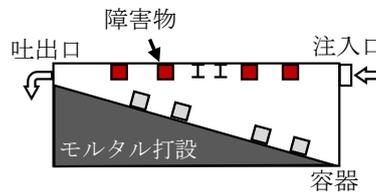


図-5 充填性試験図

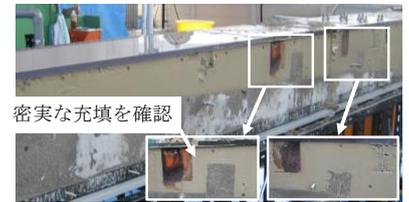


写真-2 充填性試験状況

一方、流水抵抗性の向上により充填性の低下が懸念されたため、図-5 に示す充填性試験を実施した<sup>3)</sup>。容器内にモルタル打設による傾斜や角材等の障害物を設置し、そこへ注入材を圧送して充填状況を確認したところ、写真-2 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。その他流動性や圧縮強度等においても試験し、社内規格を満たしたため現場適用に至った。

#### 4. 流水抵抗性を有した注入材の現場適用

本材料は、坑外から配管にて三種類の材料を圧送し、写真-3 に示すように施工位置付近にてA、B液を合流させ、その後C液を合流させてブレンダーの通過により混合させる。その先に設けた混合後の注入材が通る配管を覆工に事前に設置した注入口に接続し注入する(写真-4)。施工性の面では、従来の二液混合型より1液多いため、配管の接続等で準備、片付けに若干手間はかかるものの、大きな支障なく注入を行えることが確認できた。



写真-3 材料混合状況

本材料による施工速度は、覆工裏の空隙量により変動するが、実注入作業時間が1時間程度の場合、日当たりの注入量は1~4m<sup>3</sup>程度で、孔数は3孔程度である。

品質確認として注入日毎に1回、フロー試験(JHS A 313 シリンダー法)を行っており、多少の変動はあるものの、全て社内規格値内に収まっている。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、圧縮強度においては、設計基準強度の2倍程度発現している。非収縮性試験においては、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、全て社内規格値内に収まっている。



写真-4 注入作業状況

#### 5. まとめ

流水抵抗性を有した注入材を、試験の設定条件を満たす2トンネルで採用し、これまで計1,000m<sup>3</sup>(2019年1月末時点)の施工を行った。施工においては、排水のpH値上昇及び濁りは発生していない。今後も注入箇所湧水有無、排水設備の構造を確認し、必要な箇所の本材料を使用して安全に施工を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 関雅樹, 森川昌司, 吉田幸司: JREA, 東海道新幹線の土木構造物の大規模改修工事(IV章トンネル), Vol.56, No.11, PP.55~58, 2013
- 2) 蚊津見和雅, 阪本泰士: JREA, 東海道新幹線トンネルの維持管理, Vol.61, No.10, PP.39~42, 2018
- 3) 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