

## 周辺環境への影響を考慮した覆工裏空隙用可塑性注入材の開発と適用

東海旅客鉄道株式会社 正会員 蚊津見 和雅 正会員 他谷 周一  
株式会社大林組 正会員○田中 将希 正会員 上垣 義明 正会員 秋好 賢治

### 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。この工法では、施工時に地山と覆工との間に空隙が残ることがある。その結果、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が偏り、ひび割れなどの変状の発生要因となる。

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（以下、本事業）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。

可塑性注入材は、圧送すると流動するが、圧送を停止すると自立する特性を有する注入材であり、地山の亀裂、覆工の目地やひび割れからの材料漏洩が少ないことが特長である。

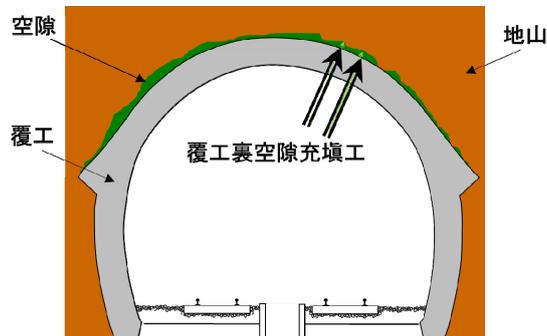


図-1 覆工裏空隙充填工

### 2. トンネルの湧水状況と排水対策の重要性

東海道新幹線の一部のトンネルでは湧水量が多く、図-2 に示すとおり、周囲の湧水を線間中央に設置された排水設備を経由して、坑外へ排出している。

本事業の覆工裏空隙充填工法で使用している可塑性注入材の1つである「スペースパック工法」の標準型配合は、従来のセメント系注入材より水中分離抵抗性が高いものとしている。しかし、水勢の大きな流水によりセメント成分が溶出すると、湧水が高アルカリ化し、そのまま坑外へ漏出すると濁水となり、周辺環境に影響を及ぼす恐れがある。

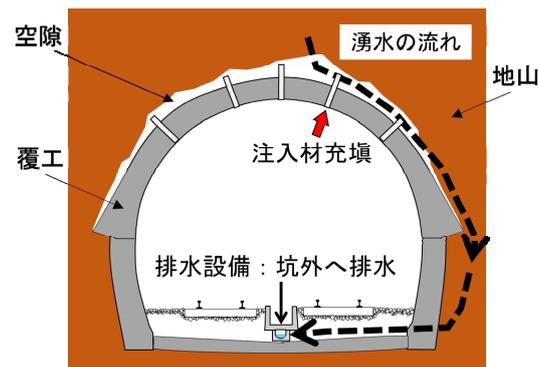


図-2 トンネルの排水構造

したがって、覆工裏空隙充填工を施工する際は、覆工裏の湧水状況や排水構造を事前に確認し、湧水がある場合には、水質汚濁の抑制と高アルカリ水の排水処理対策が必要となる。前者については、標準型配合に工夫を加え、大量の湧水に対する抵抗性を高めた注入材を開発した。後者については、参考文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

### 3. 流水分離抵抗性を有する注入材の開発と適用

#### 3.1 注入材の使用材料および配合

表-1 に湧水トンネルでスペースパック工法を適用する際の可塑性注入材の配合表を示す。使用材料は、セメント系結合材、特殊増粘材、膨張剤である。排水の pH 上昇抑制策および流水分離抵抗性の向上策として、セメント系結合材は、産業副産物の含有割合を大幅に増加させてセメン

表-1 スペースパック工法 湧水トンネル対応型配合表

材齢 28 日 設計基準 強度 (N/mm <sup>2</sup> )	シリンダー フロー (mm)	W/B (%)	比重	注入材 1m <sup>3</sup> 当り			
				水 (kg)	セメント系 結合材 (kg)	特殊 増粘材 (kg)	膨張剤 (g)
1.50	80~155	280	1.29	839	300	150	10

トを大幅に増加させてセメン

キーワード リニューアル, トンネル, 覆工, 注入材, 可塑性, 湧水

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL 03-5769-1322

トの割合を大幅に減少させた低炭素型結合材とし、特殊増粘材には高い膨潤性能を持ち、吸水能力に優れた材料を選定することで、注入材に可塑性と共に高い分離抵抗性を与えた。

### 3.2 基本性能および流水分離抵抗性試験結果

3.1に示した配合の可塑性注入材に対して実施した基本物性試験結果を表-2に、シリンダーフロー試験状況を写真-1に示す。各試験結果は規格値を満足しており、膨張剤の添加によりセメントミルク系注入材で大きい傾向にある沈下や収縮を補償している。

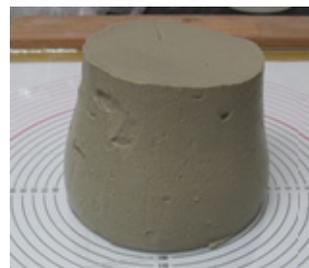


写真-1 フロー試験状況

表-2 スペースパック工法湧水トンネル対応型配合 基本物性試験結果一覧

試験項目	試験方法	規格値	試験結果
シリンダーフロー	φ80mm×H80mmのシリンダーに試料を詰め、シリンダーを引き抜く。(JHS313)	80~155mm	92mm
圧縮強度	20℃封緘養生, 試験材齢:28日	1.50N/mm <sup>2</sup> 以上	4.06N/mm <sup>2</sup>
非収縮性	φ300mm×H1,000mmのVP管に試料を注入し、注入材天端の変位を測定。20℃封緘養生, 試験材齢:28日	—	+0.3% (+:膨張)

注入材の流水に対する分離抵抗性を確認するため、図-3に示す試験装置を使用し、流水中に注入材を投入し、排水のpHとSS(浮遊物質)の変動を測定した。流水の流量、注入材の注入速度・落下高さは、想定される施工条件

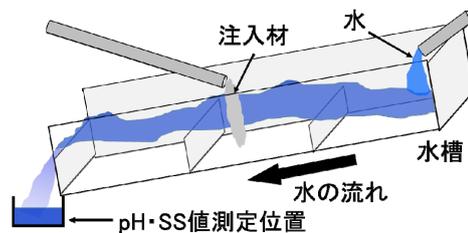


図-3 流水分離抵抗性試験方法

から設定した。表-3に流水分離抵抗性試験結果を、写真-2に試験状況を示す。流水中にスペースパックを投入しても、水の濁りは無く、pHおよびSSの大幅な上昇も認められなかった。

### 3.3 現場適用と品質管理結果

現場での実注入作業時間がおおむね1.5時間と限られているため、大量かつ急速に注入材を製造できる能力を持つミキサ(容量:1.5m<sup>3</sup>)を使用している。また、粘性が高い注入材でも正確な注入圧管理が行えるように、脈動が少ないスネーク式ポンプを使用し、日平均3m<sup>3</sup>を注入している<sup>2)</sup>。2020年2月末までに標準型配合を約2,500m<sup>3</sup>、湧水トンネル対応型配合を約270m<sup>3</sup>スペースパック工法にて施工してきた。今後も周辺環境への影響を考慮し、全てのトンネルに対して、現場条件に合った監視体制・処理設備を整備しながら、安全に施工を進めていく所存である。

### 謝辞

本施工にあたり、双葉鉄道工業株式会社、三信建設工業株式会社およびスペースパック工法研究会(事務局:株式会社テクノ・ブリッド)の方々に御助力頂きましたことを心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 近藤智:「周辺環境への影響を考慮したトンネル覆工裏空隙充填工の施工」日本鉄道施設協会誌2019.7
- 2) 蚊津見和雅, 田川謙一, 秋好賢治, 上垣義明:「鉄道トンネル覆工裏空隙への一液型可塑性注入材の適用」土木学会第72回年次学術講演会, VI-007, 2017.9

表-3 流水分離抵抗性試験結果

経過時間	pH	SS (mg/L)
注入材投入前	6.9	0
投入1分後	7.2	15
投入2分後	6.9	4
投入3分後	6.9	2
規格値	8.6以下	200以下



写真-2 流水分離抵抗性試験状況