

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

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○蚊津見 和雅 , 田川 謙一
株式会社大林組 正会員 秋好 賢治 , 上垣 義明

1. はじめに

東海道新幹線のトンネルの多くは、建設当時の施工方法として主流だった「矢板工法」により施工されているため、施工時に地山と覆工との間に空隙が残りがちである。また、供用開始後は地下水の影響による覆工裏の地山流出などにより、空隙が発生、拡大することもあると考えられる。覆工裏に空隙があると地山との一体化が損なわれ、覆工に作用する土圧に偏りが発生し、ひび割れ等の変状が発生させる要因となる。

そこで、変状発生抑止対策として全 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。

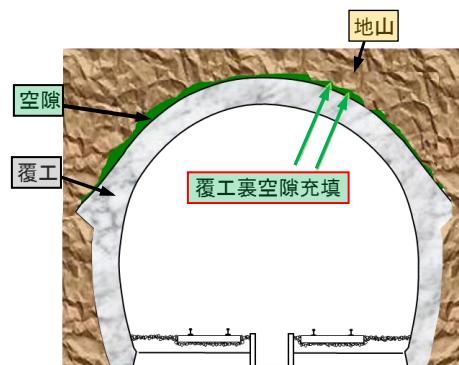


図-1 変状発生抑止対策

2. 適用条件による注入材種類の採用理由

覆工裏空隙充填工は、坑外に二液型の注入材を製造するプラントを設置し、トンネル内に圧送管を配管して材料を圧送する「固定プラント方式」を採用している。しかし、作業時間が最終列車通過後から始発列車までの約 4 時間と限られる中で、資機材の搬入・本作業・片付けまでを完了させなければならない。固定プラント方式は、プラントから注入箇所までの距離が長くなると材料の圧送に時間がかかり、注入作業時間が短くなると共に、注入圧力が増加することによる圧送管からの注入材漏出のリスクもあった。

これらの問題を解決し、限られた作業時間内に安全に施工進捗を向上させるため、注入材を製造するプラントを保守用車に搭載する「移動プラント方式」を採用した。表-1 に、施工条件と使用注入材のタイプを示す。本稿では、固定プラント方式の問題を解消した移動プラント方式における材料、施工方法および品質管理結果について記述する。

表-1 施工条件による使用注入材

施工影響	プラント方式	
	固定	移動
坑外ヤード	要	不要
坑内配管	要	不要
坑内足場組立	要	不要
圧送による材料・時間ロス	有	無
保守用車到着までの時間ロス	無	有
施工影響	注入材タイプ	
	二液型	一液型
長距離圧送	可	不可
使用機械数	多	少

3. 一液型可塑性注入材の特長

可塑性注入材とは、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出が少なく、水中分離抵抗性が高いという特長を有する。可塑性注入材は、製造方法の違いから一液型と二液型に分類される。二液型注入材は粘性の低い二種類の液体を各々圧送し、圧送管先端で混合・製造するため、長距離圧送に適した材料である。



写真-1 フロー試験結果
(練り上がり直後)

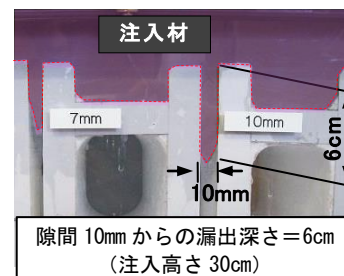


写真-2 非漏出性試験結果

一方、一液型注入材は、使用材料および使用機械が少なく、製造後に圧送するため目視による品質確認が容易であるといった特長を有する。さらに、今回使用した「スペースバック工法」は、エアを混入させないた

キーワード リニューアル, トンネル, 覆工, 背面空隙, 注入材, 可塑性

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 TEL03-3286-5159

め、水中分離抵抗性が高く、特殊混和剤により収縮が全く発生しない材料である。

写真-1 にシリンダーフロー試験 (JHS 313) (以下フロー試験) 結果状況を、写真-2 に非漏出性試験において 10mm の隙間でも材料漏出ししない状況を、表-2 にスペースパックの配合表を示す。

表-2 スペースパック配合表

W/C (%)	比重	設計基準強度	注入材 1m ³ 当り				
			水	結合材	特殊増粘材	不分離剤	膨張剤
278	1.31	1.5N/mm ²	834kg	300kg	175kg	0.5kg	15g

4. 裏込注入方法

一液型注入材を製造する移動プラント方式では、注入箇所に着後から注入材の製造を開始するため、前述の通り限られた時間内で大量の注入材を製造する必要がある。このため、注入材製造ミキサは大容量で製造能力に優れたものを使用している。表-3 に使用機械一覧

表-3 使用機械一覧

使用機械	仕様等
ミキサ	容量 1.5m ³ , 22kW
アジテータ	容量 2.5m ³ , 3.5kW
ポンプ	スネーク式 150L/分
サイロ	2基 (13m ³ ・10m ³)
高所作業車	2台



写真-3 施工状況写真

を、写真-3 に施工状況を示す。また、本工法による日当たりの注入量は、削孔した箇所の覆工裏空隙深さは把握できるが、周辺の覆工裏空隙の大きさや深さが不定のため、2m³ から 8m³ と変動が大きい。実績として実注入作業時間は 1.5 時間程度であり、日当たりの注入量は平均すると 5m³ 程度となる。

5. 品質管理結果

図-2 にフロー試験の品質管理結果の一例を示す。

フロー試験は、注入日毎に 1 回行っており、多少の変動はあるものの、全て規格値 (80～155mm) 内に収まっている。さらに、全数量に対して目視確認を行えるため、安定した品質を確保することが出来る。

また、圧縮強度および非収縮性についても、100m³ 毎に試験をしており、圧縮強度においては、設計基準強度 (1.5N/mm²) の 2 倍程度の

結果で推移している。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、全て規格値 (5mm 以下) 内に収まっている。

6. まとめ

一液型可塑性注入材は、固定プラント方式による二液型注入材では不利な施工条件で採用され、3 トンネルで計 800m³ (平成 29 年 2 月時点) の施工を計画通り行っている。また、固定プラント方式における配管が 2km 以上の場合と比較し、作業時間を 0.5 から 1 時間程度長く確保できている。今後も各々の注入材の特性を活かし、適材適所の材料を採用することにより安全かつ経済的な設計および施工を進めていく予定である。

謝辞

本発表にあたり、双葉鉄道工業(株)殿、三信建設工業(株)殿およびスペースパック工法研究会 (事務局: (株)テクノ・ブリッド殿) の方々にご助力いただきましたことを心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 荒鹿忠義: 基礎工 東海道新幹線土木構造物の大規模改修, Vol.42, No.10, PP.21～25, 2014.10

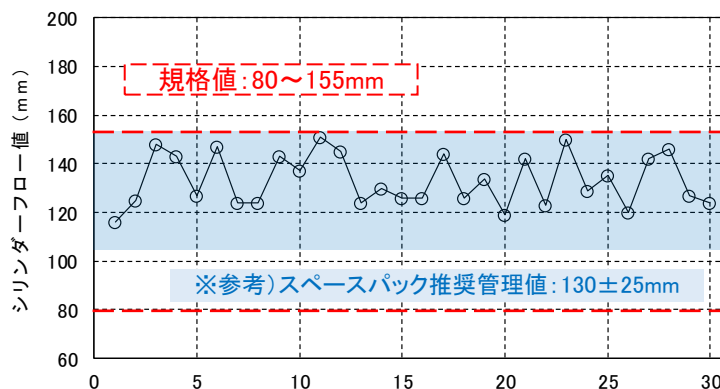


図-2 フロー試験結果の一例