

非セメント系可塑状グラウト充填材の開発と長距離圧送試験

(株) エルジー 正会員○若菜 和之 正会員 吉島 聖
 (有) シモダ技術研究所 下田 一雄
 京都大学大学院 正会員 朝倉 俊弘

1. はじめに

矢板工法で建設されたトンネルは、天端覆工の巻厚不足や背面空洞の存在などの構造的欠陥を有する事例が多く、地圧が作用した場合に変状が生ずる大きな要因となっている。対策工としては裏込め注入工が有効であり、注入材料は水中不分離性があり亀裂等からの漏出が少ない「可塑状グラウト」が広く用いられている。

近年、鉄道営業線や用水路などの 1,000m 超の長距離トンネルへの対応を望まれることが多いが、既存の可塑性空洞充填材は圧送距離が 500m 程度で、それ以上は中継ポンプ設置や他の方法での運搬が必要となる。

長距離圧送に対応できるように、緩やかな硬化性能を持つ非セメント系の可塑状グラウト充填材を開発し、2,000m の圧送試験を実施したのでここに報告する。

2. 非セメント系可塑状グラウト充填材

新しい可塑状グラウト充填材は、セメントを全く含まないスラグ系固化剤と石灰系硬化剤を主成分とし、珪酸塩と粘土鉱物の二種類の可塑剤から構成される二液性の材料で、配合は表-1 に示す通りである。スラグ-石灰系の可塑状グラウトは、シールドトンネルのテールボイド充填材として多くの実績を持っている。¹⁾

スラグの緩やかな硬化特性を生かし、作液から A 液で 24 時間、B 液で 36 時間まで材料使用可能であり、この時間内の作業休止であれば、圧送管内に残置が可能なため、水洗い清掃手間を軽減できる特長がある。

表-1 非セメント系可塑状グラウト充填材の配合 (単位: kg)

A 液 (750 ℓ)					B 液 (250 ℓ)			
スラグ系固化剤	可塑剤	粘着剤(可塑剤)	水	安定剤	石灰系硬化剤	粘着剤	水	安定剤
250	26.4	30	630	3	50	5	225	1

3. 長距離圧送試験

長距離圧送性能および材料物性の確認を目的とし、実施工と同様の材料製造プラント、グラウトポンプを用い、距離 2,000m の圧送試験を実施し、材料物性を測定した。

(1) 試験概要

表-2 に示す機材、条件で試験を行った。

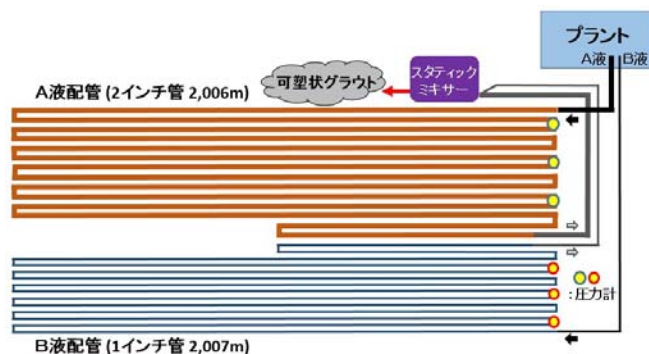


図-1 圧送試験概要



写真-1 圧送管敷設状況



写真-2 プラント設置状況

キーワード トンネル、裏込め注入、可塑性、可塑状グラウト、スラグ、長距離圧送

連絡先 〒169-0072 東京都新宿区大久保 1-15-9-502 (株)エルジー TEL. 03-3208-8505 FAX. 03-3208-8509

表-2 長距離圧送試験の機材、条件

項 目	A 液	B 液
圧送管	直径 2 インチ 2,006m	直径 1 インチ 2,007m
グラウトポンプ	SG-30V、圧送能力 3MPa、ワイビーエム製	TOS-G10、圧送能力 4MPa、東都電機工業製
圧力計 (設置位置)	0m (ポンプ)、326m、930m、1,533m	0m (ポンプ)、331m、933m、1,535m
流 量	90 ℓ/分	30 ℓ/分

(2) 試験結果

圧送開始から約 60 分後に 2,000m 先端まで材料が到達し、良好な圧送性能を有することが確認できた。先端で採取した試料の材料物性測定結果を表-3 に示す。

2,000m 先端でスタティックミキサーを介して A 液、B 液を混合し採取した「可塑状グラウト」は、流動性（フロー値）、および一軸圧縮強度（打設 28 日後）ともに、参考文献 2) の品質規格を満足していた。

表-3 材料物性 (2,000m 先端で試料採取)

試験項目	規格項目	規格値	試験方法	試験結果	
流動性 (フロー値)	可塑状グラウト (混合後)	80~155mm	JHS 313	100mm×100mm	
	A 液	500mm 以下 (自社品質管理値)		450mm×440mm	
	B 液			450mm×450mm	
強度	一軸圧縮強度	$\sigma_{28}=1.5 \text{ N/mm}^2$ 以上 (打設 28 日後)	JHS 313 40×40×160mm	7 日後	1.1 N/mm ²
				28 日後	3.4 N/mm ²

圧力測定結果を図-2、3 に示す。

図-2 は、材料が 2,000m に到達した後の各圧力計の測定結果である。グラウトポンプ地点 (0m) 圧力は、A 液で 1.5MPa、B 液で 2.1MPa で、実機材で長距離圧送が問題なく行えることを確認した。

図-3 は、A 液、B 液の各圧力計と材料圧送到達距離との関係を示している。

両液とも材料圧送距離 (到達距離) と圧力が一定の比例関係で推移しており、圧送性能に問題がないことが分かった。

4. まとめ

非セメント系可塑状グラウトを開発し、実施工と同様の材料製造プラント、グラウトポンプを用いて 2,000m 圧送試験を実施した。A 液、B 液とも問題なく圧送でき、圧送した二液の性状も良く、混合後も良好な可塑状グラウトとなった。

なお、新しい可塑状グラウトは、参考文献 2) の「背面空洞注入材の品質規格 (2)」における規格を全て満足していることを確認している。

〈参考文献〉

- 1) 三木五三郎、下田一雄：可塑状グラウト注入工法、日刊建設工業新聞社、2001.7
- 2) 東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社：矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計・施工要領、(株) 高速道路総合技術研究所、2006.10

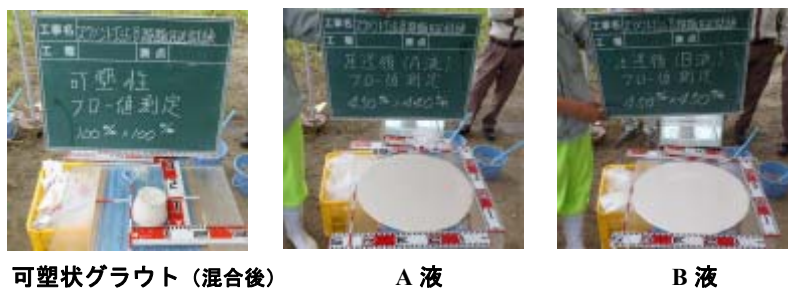


写真-3 流動性（フロー値）試験結果 (2,000m 先端で試料採取)

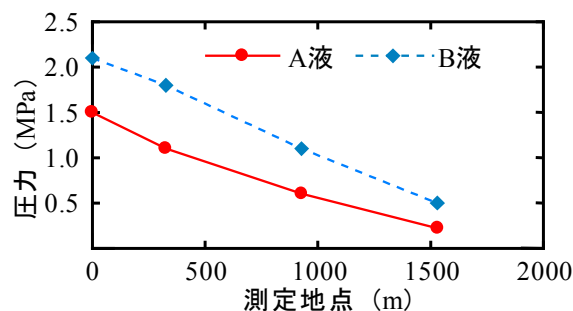


図-2 圧力測定結果

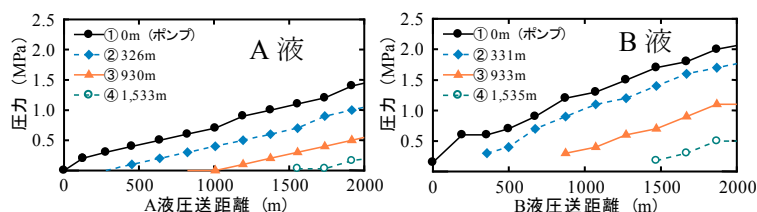


図-3 各圧力計と圧送距離の関係