

VI-111

トンネル覆工背面新充填工法の施工性に関する実験的検討

清水建設 土木本部	正会員 名倉 健二
鉄道総合研究所 構造物技術開発事業部	正会員 高橋 徹
清水建設 技術研究所	正会員 橘 大介
ラサ工業 地下開発営業部	空西 正夫
日本触媒 高分子研究所	増田 善彦

1. はじめに

わが国には明治時代以降に構築され、現在も供用中のトンネルが数多く存在する。これらのトンネルの中には、覆工背面に空洞が存在する場合があります。構造安定上の問題となることがある。そこで、トンネルの構造安定を図るために、空洞を充填することは重要であり、従来から様々な注工工法が実施されてきた。一般に充填材料には、エアモルタルやエアミルクが使用されているが、滞水や流水がある場合は品質の低下や流出、さらに地山や覆工にひび割れがある場合には逸散などが生じやすく、施工に多大な労力を必要としていた。そこで著者らは、これらの問題点を解決できる新充填材料の開発を行った¹⁾。本報告は、この新充填材料の練混ぜ性能やポンプ圧送性能などの施工性について実験的に検討した結果についてまとめたものである。

2. 実験概要

2. 1 新充填材料の仕様および配合¹⁾

新充填材料の仕様および配合を、表-1、2に示す。

2. 2 施工設備

実施工で想定される条件を考慮した上で、時間当

たり4 m³程度の施工能力を確保することとして、表-3に示す施工設備を設定した。設備の配置状況を図-1に示す。新充填材料の製造は、220リットル/バッチとし、練混ぜ時間は4分とした。なお、本実験では6バッチを製造しポンプ圧送を実施した。

2. 3 試験項目および試験方法

フレッシュ性状としてテーブルフロー値、硬化性状として圧縮強度および単位容積質量をポンプ圧送前後で比較した。また、ポンプ圧送に伴う管内圧力損失および圧送量などを測定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 新充填材料の性状

1) フレッシュ性状

各バッチのフロー値の測定結果を図-2に示す。1および6バッチ目は圧送後にも測定した。フロー値は、全て目標値を満足した。そして、その値は170~180mmとばらつきが小さく、非常に安定していた。また、圧送前後のフロー値にほとんど変

表-1 新充填材料の仕様

項目		目標値	試験方法
フレッシュ	フロー値	180±25mm	JIS R 5201
硬化	圧縮強度	2 N/mm ² (材齢 28 日)	JSCE-G505

表-2 新充填材料の配合

W/P (%)	単位量 (kg/m ³)			
	水	結合材 (P)		
		セメント	ペントナイト	混和材料
114.7	760	297	356	9.5

表-3 設備の仕様

設備	仕様
ミキサ	MMP-AS、容量 250リットル
ポンプ	FG-20HC、ピストン式、 最大吐出圧 4.5N/mm ²
配管	50A 鋼管

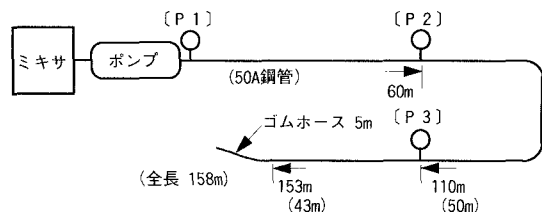


図-1 ポンプ圧送方法概要図

キーワード：充填材料、施工性、品質変化

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 TEL03-5441-0559 FAX03-5441-0512

化はなかったことから、新充填材料は圧送によるフロー値の変化はほとんどないと考えられる。

2) 圧縮強度

図-3に圧縮強度の試験結果を示す。圧縮強度は、標準養生と現場封かん養生（平均外気温約8℃）である。現場封かん養生は、冬季の施工を考慮して実施した。現場封かん養生の強度発現は標準養生の60%程度となったが、標準養生、現場封かん養生とも設計基準強度2 N/mm²を満足した。また、材齢28日における圧送後の圧縮強度は、標準養生・現場封かん養生とも圧送前に比較して5~15%程度小さくなった。この理由は現時点では不明であり、今後の検討課題と考えられる。また、単位容積質量は、圧送前が1.451 t/m³、圧送後が1.428 t/m³とほぼ同等な値であった。

3. 2 施工能力

1) 練混ぜ能力

ミキサについては、各バッチ毎に目視も含めて練上り性状の確認を行い、当初設定した練混ぜ時間4分で均一な練上り状態が得られることを確認した。今回の実験ではミキサは1槽形式であったが、実施工では設定した施工能力を確保するために、2槽形式を使用する予定である。その場合の製造能力は、今回の試験結果から約5 m³/hであることを確認した。

2) 圧送に伴う管内圧力損失と吐出量

表-4に管内圧力損失の測定結果を示す。管内圧力損失はP1~P2間で0.12~0.13×10⁻¹ N/mm²/m、P2~P3間で0.14~0.16×10⁻¹ N/mm²/mであった。P2~P3間の管内圧力損失が大きい理由は、図-1に示すようにベント管が2ヶ所あったためと考えられる。また、この配管での吐出量は約6.6 m³/hであった。

実験結果から、ミキサとポンプの能力から考えて、今回設定した設備の施工能力は約5 m³/hであると考えられる。

4. まとめ

- (1) 今回の実験に使用したミキサは、新充填材料を安定した品質で製造できた。また、圧送前後においてフロー値に大きな変化はないことが確認された。
- (2) 圧縮強度は、圧送後に5~15%程度強度が低下したものの標準養生、現場封かん養生とも圧送前後で目標強度を満足したことが確認された。
- (3) 今回設定した設備の施工能力は、約5 m³/hであることが確認された。

今回得られた成果は、実施工の施工計画に反映された。実施工の結果については、別途報告する²⁾。

〈参考文献〉

- 1) 橘、小西、河野ら：トンネル覆工背面充填用新材料の開発、土木学会第53回年次学術講演会講演概要集に投稿中
- 2) 河野、朝倉、川嶋ら：トンネル覆工背面新充填工法の実施工への適用とその報告、土木学会第53回年次学術講演会講演概要集に投稿中

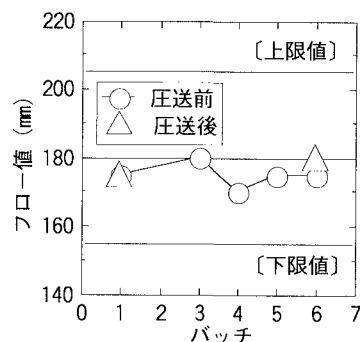


図-2 フロー値の測定結果

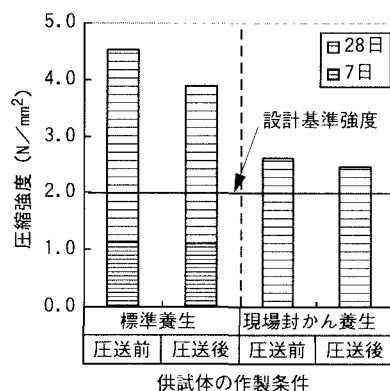


図-3 圧縮強度の試験結果

表-4 管内圧力損失測定結果

圧力 (N/mm ²)			圧力損失 (×10 ⁻¹ N/mm ² /m)	
P 1	P 2	P 3	P 1~P 2	P 2~P 3
2.0~2.4	1.2~1.7	0.4~1.0	0.12~0.13	0.14~0.16