

VI-144

スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートシステムの開発

飛鳥建設技術研究所 正会員 平間 昭信
 飛鳥建設土木技術開発部 市川 健作
 飛鳥建設大阪支店 正会員 川端 康夫
 飛鳥建設技術研究所 正会員 岩城 圭介

1. はじめに

近年、山岳トンネル工事でも、合理化施工に対応した急速施工、ローコスト化などが求められる一方、脆弱地山に対する合理的な支保工法の技術開発が進められている。このような状況の中、吹付けコンクリートには、1)低粉じん 2)低リバウンド 3)高強度化 4)急速施工 5)コストダウンなどの課題が挙げられる。

本報告は、これらの課題を解決する手法として考案した「スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートシステム」の効果を検証する実証実験について報告するものである。なお、実証実験では、モルタルでの吹付け実験を行い、吹付け後のモルタルの品質についても確認した。

2. システムの概要

従来の吹付けシステムにおける粉じんの発生や吹付けられたコンクリートの品質変動は、急結剤を粉体圧送しコンクリートあるいはモルタルに混合させることに起因する急結剤の混合不良によるものと考えられる。そこで、急結剤をスラリー化し、コンクリートあるいはモルタルとの混合状態を改善することにより、粉じん低減および品質の安定に寄与できるもの考えた。

システムの概要を図-1に示す。なお、本吹付けシステムでは、急結剤スラリー化に必要な給水システム以外は通常の吹付けシステムで施工でき、従来の吹付け機に搭載あるいはTBM付属機器に組み込むことが可能である。

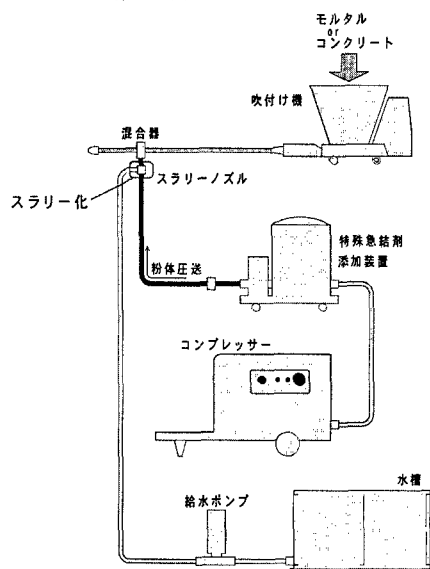


図-1 スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートシステム

3. 実証実験

従来の吹付けシステムとの比較検討により、本吹付けシステムの有効性を検証するために、模擬トンネル(高さ 4m×幅 5m)にて吹付け実験を行った。

3. 1 実験配合

実験配合は、TBMにおける一次覆工を想定した短繊維補強モルタルとした。モルタルおよびスラリー急結剤の配合を表-1に示す。また、比較対象とした従来の吹付けシステムでは、同一配合のモルタルに高強度用粉体急結剤をセメント重量の10%添加した。

表-1 実験配合

モルタル配合										スラリー急結剤配合		
フロー値 (mm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	単位量(kg/m ³)			高性能 減水剤	粉じん 低減剤	ビニロン繊維 混入率		単位量(kg/m ³)		急結助剤 単位量 (kg/m ³)
			セメント	水	細骨材					急結剤	水	
180	6.0	35	655	229	1,309	1.60%	0.15%	0.75vol%		98.3	49.1	9.17

※フロー値：ホリマーセメントモルタルのスランプ試験方法(JIS A 1173)に準拠

※高性能減水剤：粉じん低減剤はセメント重量に対する百分率

※使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント(比重3.16)

細骨材：鹿島産陸砂50%，葛生産砕砂50% (比重2.60)

高性能減水剤：ホリエレングリコールエステル誘導体系高分子化合物

粉じん低減剤：セルロース系化合物

急結剤：カルシウムサルフォアルミネート系

急結助剤：アルミン酸塩系

キーワード：吹付けコンクリート，吹付けシステム，粉じん，急結剤，圧縮強度

連絡先：〒270-02 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472，TEL：0471-98-7559，FAX：0471-98-7585

3. 2 実験結果

従来の湿式吹付けで用いられる吹付け機(ピストン式)を用いて、時間吐出量 5m^3 の吹付けを行い、各項目について検証した。その結果を以下に述べる。

1) 強度発現性状

吹付けモルタルの強度発現を図-2に示す。スラリー急結剤を用いた吹付けモルタルは、材齢1時間で $3\text{N}/\text{mm}^2$ 程度の高い圧縮強度が得られ、高強度用粉体急結剤に比べて材齢6時間までの初期材齢においては良好な強度発現であった。また、材齢24時間以降では、高強度用粉体急結剤とほぼ同等であった。

スラリー急結剤を用いた吹付けシステムでは、粉じん発生に留意することなく急結剤の添加率を15%と高めに設定でき、高強度用粉体急結剤の10%に比べ高い添加率であった。急結剤添加率の違いが、初期の強度発現に影響したものと思われる。

2) 耐久性

耐久性の一指標である凍結融解抵抗性の結果を図-3に示す。300サイクルまでに、相対弾性係数はほとんど変化がなく、凍結融解抵抗性の指標である300サイクル60%を充分上回る結果であった。

3) 粉じん

密閉状態とした模擬トンネル内において、坑内換気を全く行わない状態で、吹付け位置より3m後方にて吸引式粉じん計により、粉じん量の測定を行った結果を表-2に示す。スラリー急結剤を用いた本吹付けシステムは、高強度用粉体急結剤を用いた従来の吹付けシステムに比較して、粉じん量は約1/3に低減された。スラリー急結剤の使用を特徴とする本吹付けシステムは、粉じんの低減に有効な吹付けシステムであることが確認された。

4) リバウンド

トンネル中心線から左右約 60° の範囲に約 2m^3 の吹付けを行い、リバウンド量を測定した。測定結果を表-2に示す。リバウンド量は、各システムとも10%以下の低い値であり、従来の吹付けシステムと大きな差異は認められない結果であり、コンクリートでなくモルタルを用いたことによるものと考えられる。

4. おわりに

「スラリー急結剤を用いた吹付けコンクリートシステム」の実証実験より、得られた結果を以下に示す。

- 1) 吹付け後のモルタルの品質は、従来のシステムに比べ同等以上である。
- 2) 本吹付けシステムの適用は、粉じんの低減に有効である。

また、本吹付けシステムは、実証実験を通じて閉塞トラブルなどの施工上の問題もなく、従来の吹付け施工と遜色のない施工性であった。今後、実施工における品質変動などについても実験を行うとともに、実用化に向けた改善、改良を進めていく予定である。

【謝 辞】

本システムの開発に当たり、電気化学工業(株)、デンカグレース(株)、(株)クラレ、宇部野田生コン(株)および関係各位の方々の多大な協力を得ました。末尾ながら、記して感謝の意を表します。

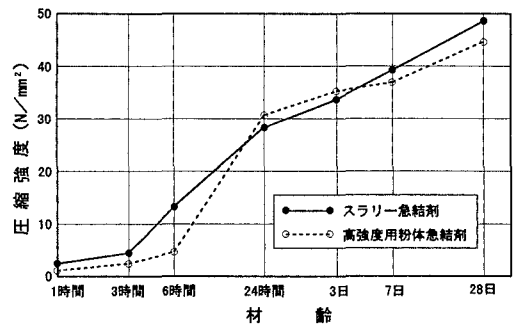


図-2 材齢と強度との関係

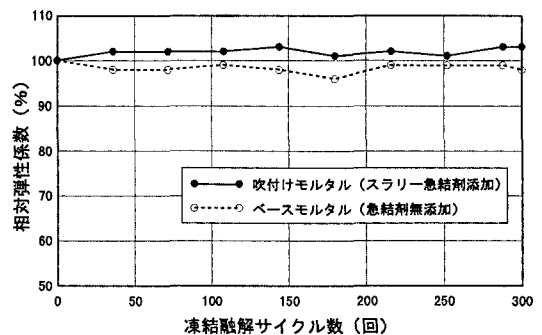


図-3 凍結融解サイクルと相対動弾性係数との関係

表-2 粉じん量、リバウンド量の測定結果

吹 付 け シ ス テ ム	粉 じ ん 量	リ バ ウ ン ド 量
粉体急結剤を用いたシステム	$21.7 \text{ mg}/\text{m}^3$	8.3 %
スラリー急結剤を用いたシステム	$7.1 \text{ mg}/\text{m}^3$	5.3 %