

## 増粘剤を含む高性能減水剤による瞬結吹付けコンクリートの粉じん低減に関する研究

グレースケミカルズ 正会員 ○岩城 圭介, 宮川 美穂  
電気化学工業 正会員 岩崎 昌浩, 室川 貴光

### 1. はじめに

山岳トンネルの一次支保で用いる吹付けコンクリートでは、コンクリートの圧送・吹付けに圧縮空気を用いるため、吹付け作業にともなう粉じんの発生やはね返りの発生が、特徴的な課題といえる。特に粉じんの低減は、トンネル坑内の閉鎖空間における作業環境保全の観点で重要であり、従来から様々な技術開発が行われてきた。吹付けコンクリートの使用材料に着目した粉じん低減対策としては、(1) 粉体急結剤を用いる場合にベースコンクリートに粉じん低減剤を添加する方法、(2) 粉体急結剤をスラリー化してベースコンクリートに添加する方法、(3) 液体急結剤に粉体急結助剤を混合しベースコンクリートに添加する方法が実用化されている。なお、海外では粉じん低減効果が高いアルカリフリー液体急結剤が一般的に用いられているが、急結性が粉体急結剤に比べて低いため国内では一般的に使用されていない。

上記 (1) の粉じん低減剤とは、ベースコンクリートに粘性を付与する目的で用いられるセルロース系またはアクリルアミド系などの高分子化合物（粉体）であり、セメント質量の 0.1%程度 の添加量で用いられる。しかし、一般的に粉じん低減剤は、過度の粘性にともなうポンプ圧送時または空気搬送時の脈動や初期強度・長期強度の低下に対する潜在リスクを有している。そこで、粉じん低減剤に相当する粉じん低減対策として、材料分離抵抗性を付与できる増粘剤一液タイプの化学混和剤の適用を考えた。本研究では、比較的多量の特殊な粉体を用いるため、粉じん低減剤のリスクが顕在化しやすいと考えられる瞬結吹付けコンクリート<sup>1)</sup>を対象に、増粘剤一液タイプの高性能減水剤 (JIS A 6204 適合品) を適用し、模擬トンネルを用いた吹付け試験により粉じん低減効果を検証した。

### 2. 使用材料および試験配合

吹付け試験は、材齢 10 分で 3 N/mm<sup>2</sup> の初期圧縮強度を発現する瞬結吹付けコンクリートを対象とした。使用材料を表-1 に示す。瞬結吹付けコンクリート専用の高強度混和材Σとカルシウムサルフォアルミネート系粉体急結剤 AC を用いた。なお、高性能減水剤は、一般品 AD-1 と増粘剤一液タイプの AD-2 を使用した。AD-2 は、特殊増粘剤とポリカルボン酸系化合物の混合物である。

試験配合を表-2 示す。単位セメント量、高強度混和材量、水セメント比は瞬結吹付けコンクリートの標準配合に基づき設定した。また、混和剤 AD-1、AD-2 の添加率は、スランブ 20~23 cm が得られるように設定した。なお、急結剤使用量が 54 kg/m<sup>3</sup> (C × 12%) と比較的多いため、潜在的に粉じんを発生しやすいといえる。

表-1 使用材料

区分・記号	種類・物性
水 W	生コン工場使用水
セメント C	普通ポルトランドセメント, 密度 3.15 g/cm <sup>3</sup>
高強度混和材 Σ	瞬結吹付けコンクリート専用高強度混和材, 密度 2.87 g/cm <sup>3</sup>
細骨材 S	川砂, 表乾密度 2.61 g/cm <sup>3</sup>
粗骨材 G	6号碎石, 表乾密度 2.68 g/cm <sup>3</sup>
混和剤 AD-1	吹付けコンクリート用高性能減水剤
混和剤 AD-2	吹付けコンクリート用高性能減水剤 (増粘剤一液タイプ)
急結剤 AC	瞬結吹付けコンクリート専用, カルシウムサルフォアルミネート系粉体急結剤

表-2 瞬結吹付けコンクリートの試験配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					添加率 (C×%)		
			W	C	Σ	S	G	AD-1	AD-2	AC
1	42.2	65.2	190	450	54	1136	623	2.0	—	12
2	42.2	65.2	190	450	54	1136	623	—	2.0	12

### 3. 試験方法

**3.1 フレッシュ性状** スランブ、スランブフロー、空気量、コンクリート温度を測定した。

**3.2 吹付け条件** ポンプ圧送式の実機吹付けシステム (理論吐出量 5~25 m<sup>3</sup>/h) を用いて吹付け試験を行った。吹付け条件は、コンクリートの実吐出量 10 m<sup>3</sup>/h、圧送エア量 20 Nm<sup>3</sup>/min、急結剤圧送エア量 4 Nm<sup>3</sup>/min とした。

キーワード：吹付けコンクリート, 粉じん低減, 高性能減水剤増粘剤一液タイプ, 瞬結吹付けコンクリート  
連絡先：グレースケミカルズ 技術部 〒243-0807 神奈川県 厚木市 金田 100 Tel. 046-225-8877 Fax. 046-221-7214

**3.3 粉じん測定条件** 模擬トンネル(幅 5.2m, 高さ 4.4m, 延長 20m)をシートで密閉し, 側壁から天端への吹付け作業を行った。配合 No.1 で 0.9 m<sup>3</sup>, No.2 で 1.0 m<sup>3</sup> の吹付け量を対象に, 吹付け位置から 10 m 後方の高さ 1 m の位置で粉じん測定を行った。試験状況を写真-1 に示す。粉じん測定機は LD-3K 型を用い, 吹付け作業中 1 分ごとのデータ採取を行った。

**3.4 圧縮強度** ベースコンクリートは, 材齢 7, 28 日で標準養生にて試験した。また, 吹付けコンクリートでは, JSCE-G566 引き抜き試験により材齢 10 分, 3, 24 時間にて初期強度を, さらに, JSCE-F 552, JSCE-F 561 により採取したコア供試体を試験材齢まで標準養生し, 材齢 7, 28 日にて長期強度を試験した。



写真-1 吹付け試験状況 (配合 No.1)

**4. 試験結果**

**4.1 フレッシュ性状** フレッシュ性状の試験結果を表-3 に示す。スランプおよびスランプフローは, 配合 No.1, 2 ではほぼ同等の値であった。しかし, 増粘剤一液タイプ AD-2 では, 分離低減性の付与とそれにとまう良好なハンドリング性が確認された。

**4.2 粉じん量** 粉じん量の経時変化を図-1 に示す。配合 No.1 では, 吹付け開始直後から粉じん量が増加し, 天端部吹付け時の 4 分経過後に急増が認められた。これに対し No.2 では, 吹付け開始後 2 分で増加するものの, その後は安定化し, 徐々に低下する傾向を示した。

各配合の 1 分間あたりの平均粉じん量は, 配合 No.1 で 8.36 mg/m<sup>3</sup>, No.2 で 2.72 mg/m<sup>3</sup> であり, 増粘剤一液タイプの AD-2 の使用により, 粉じん量が 1/3 程度に低減される結果であった。

**4.3 圧縮強度** 圧縮強度の試験結果を図-2 に示す。吹付けコンクリートの材齢 10 分では, 配合 No.2 が No.1 に比べて若干低い圧縮強度を示したが, 目標とする 3 N/mm<sup>2</sup> を十分満足する結果であった。また, 他の材齢では, 混和剤の違いによる強度発現性の違いは認められない結果であり, その傾向はベースコンクリートでも同様であった。

**5. まとめ**

本研究では, 増粘剤を含む高性能減水剤を用いた瞬結吹付けコンクリートの試験吹付けを行った。その結果, 良好なハンドリング性を有するベースコンクリートが可能であり, 吹付け作業における粉じん低減効果を有することが示された。また, 通常の高性能減水剤と同等の強度発現性が得られることが示された。

本研究で用いた高性能減水剤 増粘剤一液タイプは, 粉体急結剤を用いる通常の高強度吹付けコンクリートや一般強度の吹付けコンクリートにおいても, 粉じん低減や施工性, ポンプ圧送性の改善に有効に活用できる可能性がある。

表-3 フレッシュコンクリートの試験結果

No.	混和剤種類	スランプ (cm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)
1	AD-1	22.0	36.0×35.0	2.8
2	AD-2	21.5	37.0×35.0	2.5

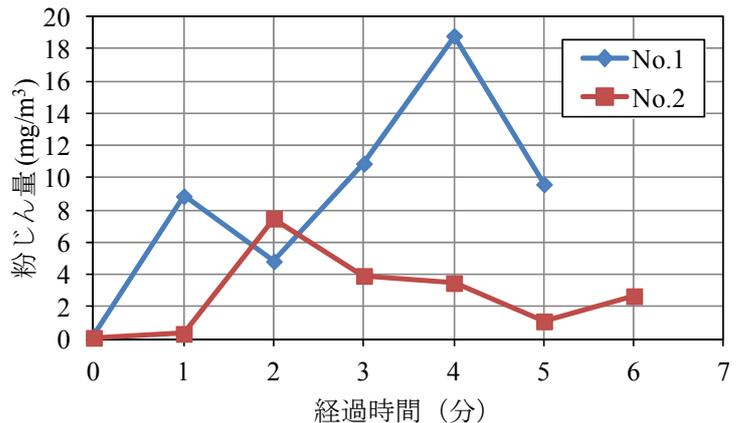


図-1 粉じん量の経時変化

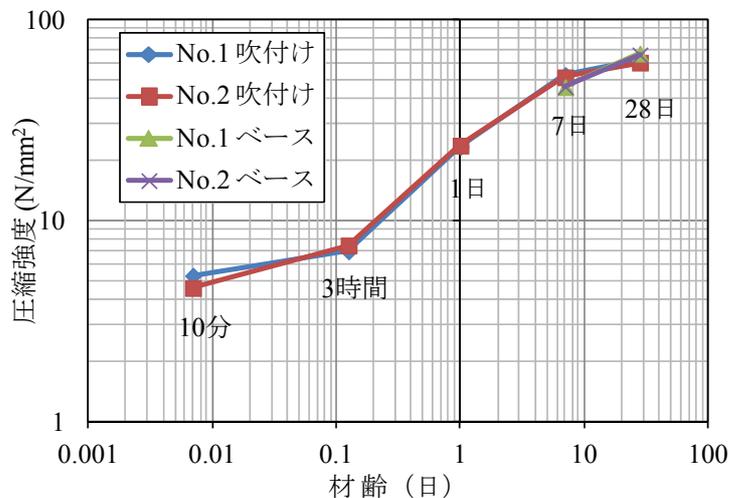


図-2 圧縮強度の試験結果

【参考文献】 1) NETIS 新技術情報システム, KT-130070-A, Σショット工法 (瞬結吹付けコンクリート)