

カルシウムサルフォアルミネート系急結剤の高品質吹付けコンクリート工法への適用

電気化学工業（株）
住鋳コンサルタント（株）
リブコンエンジニアリング（株）

正会員 荒木昭俊 石田積
正会員 末永充弘
正会員 田村忠昭

1. はじめに

高品質吹付けコンクリート工法は、微粒分と分割練混ぜ（SEC）を採用することにより、造殻を主体とした効果を基にコンクリートの粘性を増加させることで、従来の吹付け工法よりも粉じん発生量、リバウンド、及び品質のばらつき等を低減することを目的としており、既にその施工実態については公表されている¹⁾。本報告では、高品質吹付けコンクリートに高強度化を付与することを目的にカルシウムサルフォアルミネート系急結剤（以下、CSA系急結剤と記述する。）の適用性について吹付け試験を実施して検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及びコンクリート配合

使用材料及びコンクリート配合を表-1 及び表-2 に示す。実験は、配合 No.1 として従来のカルシウムアルミネート系急結剤（以下、CA系急結剤と記述する。）を用いた高品質吹付けコンクリート、配合 No.2 として CSA系Ⅰを用いた高品質吹付けコンクリート、配合 No.3 として CSA系Ⅱを用いた高品質吹付けコンクリートの3種類について実施した。尚、コンクリートの製造は指針（案）により行った。

2.2 吹付け条件

実験は、高さ 4.5m×幅 5.5mの模擬トンネル内で実施し、コンクリートの圧送はピストンポンプ（設定吐出量：10m³/hr）で行った。急結剤の圧送は急結剤添加機（ナトムクリート）を使用した。図-1 に詳細な配管システムを示す。急結剤を粉体添加（CA系、CSA系Ⅰ）する場合は、通常実施されているようにY字管によりコンクリートと合流混合する方式である。一方、急結剤をスラリー添加（CSA系Ⅱ）する場合は、図に示すように、コンクリートと混合する直前で空気圧送された粉体急結剤に水を噴霧（W/急結剤=70%）することでスラリー化し、それがコンクリートと合流混合する方式であり、コンクリートとの分散性の向上、粉じん低減を目的に開発したシステムである²⁾。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント, 比重3.16
シリカフューム	比重2.2
石灰石微粉末	100メッシュ品, 比重2.72
細骨材	新潟県姫川産川砂, 比重2.62, 粗粒率2.82
粗骨材	新潟県姫川産砕石, 比重2.64, 粗粒率6.89
減水剤	ポリエチレングリコールエステル系高性能AE減水剤
急結剤	CA系, カルシウムアルミネート系(粉体添加)
	CSA系Ⅰ, カルシウムサルフォアルミネート系(粉体添加)
	CSA系Ⅱ, カルシウムサルフォアルミネート系(スラリー添加)

表-2 コンクリート配合

配合No.	SL (cm)	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							SP (P×%)	急結剤				
				W	W1	C	SiF	炭カル	S	G		種類	(P×%)			
1	8±2	60	60	216	122	342	18	91	929	683	0.4	CA系	7			
2		55		198								957	703	1.5	CSA系Ⅰ	10
3															CSA系Ⅱ	

P=(C+SiF)

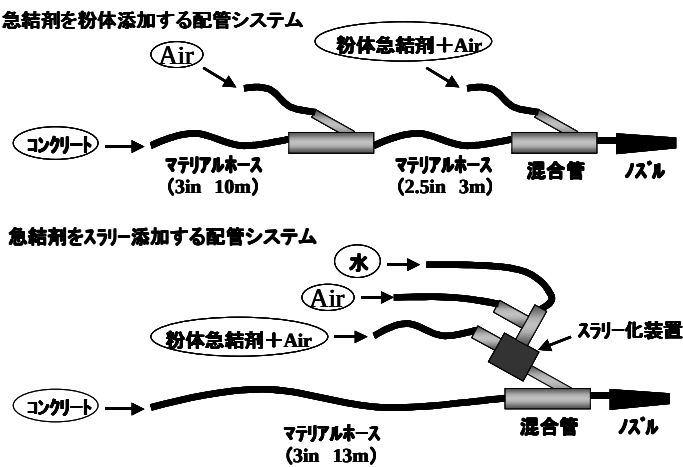


図-1 吹付け配管システム

3. 実験結果及び考察

3.1 フレッシュコンクリート性状

表-3 にフレッシュコンクリートの性状を示す。スランプは3配合共に目標値を満足し、空気量はほぼ高性能減水剤の添加量の増加に伴い増加した。

3.2 リバウンド率

リバウンド率は3配合共に12～15%であり、従来の高品質吹付けコンクリートとほぼ同等なリバウンド率を示した。配合No.3のリバウンド率が若干増加した理由の一つとして、急結剤の過添加による影響が考えられる。つまり、瞬時に急結力が強くなることで、付着面に到達したときのコンクリートの可塑性が若干低下したことが影響しているものと考えている。

3.3 強度性状

図-2 に材齢1日までの吹付けコンクリートの初期強度発現性、図-3 に材齢28日における吹付けコンクリート及び相当するベースコンクリートの圧縮強度を示す。尚、括弧内の数値はベースコンクリートに対する吹付けコンクリートの圧縮強度比である。初期強度発現性は、従来吹付けに比べCSA系急結剤を使用することで向上した。材齢28日の圧縮強度もCSA系急結剤を使用した方が高い。ベースコンクリートに対する吹付けコンクリートの圧縮強度比は、従来吹付けでは0.67であるのに対し、CSA系急結剤を使用した吹付けでは0.80以上の高い圧縮強度比を示した。特に、CSA系Ⅰを使用した場合に最も大きく、急結剤混入による強度低下はほとんどないことを示唆している。また、CSA系Ⅱを使用した吹付けコンクリートの圧縮強度比が低い原因は、急結剤をスラリー化するために添加した水がコンクリートに追加混合された結果、吹付けコンクリートの水結合材比が62%程度まで増加したことが考えられる。

4. まとめ

- 1) CSA系急結剤を適用した高品質吹付けコンクリートのリバウンド率は、従来吹付けとほぼ同等であることがわかった。
- 2) CSA系急結剤を適用した高品質吹付けコンクリートの強度発現性は、初期及び長期共に従来吹付けコンクリートより高く、ベースコンクリートに対する強度比も大きい。従って、高品質吹付けコンクリート工法へのCSA系急結剤の適用は、高強度化を付与するために有効な手段と成り得るものと考えられる。

「参考文献」

- 1) 日本鉄道建設公団：高品質吹付けコンクリート設計・施工指針（案），平成9年5月
- 2) 市川，川端，平間，岩城：一次覆工の高強度化（新吹付けシステムの開発），土木学会「最新の施工技術・11」講習会，平成9年8月

表-3 フレッシュコンクリート性状

配合No.	SL (cm)	空気量 (%)	温度(°C)	
			外気	コンクリート
1	8.5	0.7	26.0	23.0
2	9.5	2.6	26.0	21.0
3	6.5	2.5	26.0	23.0

表-4 急結剤添加率とリバウンド率

配合No.	急結剤添加率 (%)	リバウンド率 (%)
1	5.3	12.0
2	10.4	12.7
3	12.8	15.0

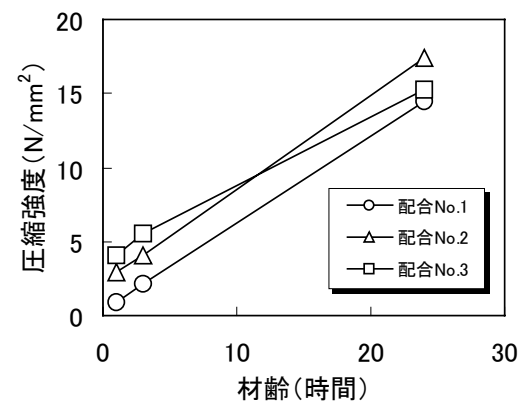


図-2 初期強度発現性

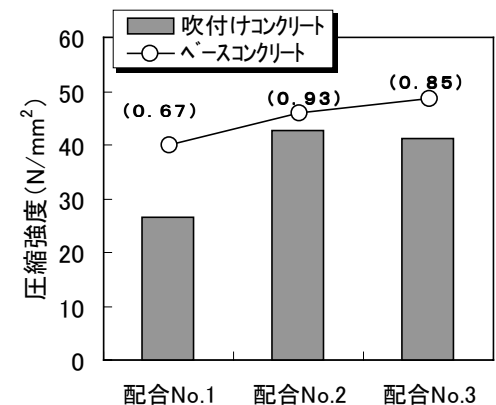


図-3 材齢28日の圧縮強度と圧縮強度比