

ハイブリッド急結剤による吹付けコンクリート施工時の粉じん環境改善

西日本高速道路(株) 正会員 ○田中 満 前田 佳克 真有 祥太
 鹿島建設(株) 正会員 瀧先 弘一 大屋 博史 影山 心

1. はじめに

吹付けコンクリート施工時における粉じん発生量の低減方法のうち、吹付け材料による低減技術として、①粉じん低減剤による方法 ②スラリー急結剤による方法 ③液体急結剤による方法などがあげられる。このうち、最も粉じん低減効果のある技術は、液体急結剤による方法である¹⁾。液体急結剤の吹付けコンクリートへの適用は以前より行われていたが、東・中・西日本高速道路(株)で建設されるトンネル工事では、高強度吹付けコンクリート ($\sigma_{28}=36\text{N/mm}^2$) が標準となり、初期強度発現性の観点などから従前の液体急結剤を主剤とした吹付けシステムをそのまま適用することは困難であった。しかし、平成 22 年に液体急結剤を主剤とし、高強度用紛体助剤を混合するハイブリッド急結剤が開発され、高強度吹付けコンクリートへ適用が可能となった。

本稿では、この急結剤を実施工に適用し、吹付けコンクリート施工時における粉じん環境の改善効果が確認されたので、この結果について報告する。

2. 液体急結剤の高強度吹付けへの適用課題

アルカリフリーの液体急結剤を用いた吹付け工法は、液体急結剤の特性である「自己硬化しない」、「付着・強度発現性状に単位水量の影響を大きく受ける」、「低温、湧水箇所での施工性に劣る」、「厚吹きができない」などの問題があり、これらを解決するために紛体助剤が用いられてきた。しかし、従来の紛体助剤を高強度吹付けコンクリートへ適用する際には、要求される強度を満足するために「単位セメント量を増加させる」、「水セメント比を 40%とする」などの対策が必要となり、非常に高価なものとなった。

3. ハイブリッド急結剤の特徴

本工事にて使用したハイブリッド急結剤は、アルカリフリーの液体急結材に高強度用紛体助剤を添加したスラリーを作成し、これを吹付けコンクリートに混合させるものである。高強度用紛体助剤は、標準的な高強度コンクリートの配合(単位セメント量 450kg/m^3)に適用可能な助剤として開発されている。

本急結剤の使用により粉じん濃度を大幅に低減できるだけでなく、急結性と強度発現性の高さから紛体急結剤と同等の厚吹きや湧水箇所への対応も可能である。また海外で使用されている液体急結剤は保管温度に制限があるものが多いが、本急結剤は 5°C から 40°C までは品質に変化がなく、アルカリフリーであるためアルカリ薬傷が生じないなどの特徴を有する。

4. 強度試験結果

ハイブリッド急結剤を用いた際の強度試験結果を表-1 に、このときの吹付けコンクリートの配合を表-2 に示す。初期強度(3 時間, 1 日)は空気圧式ピン貫入試験を行い、長期強度(28 日)はコア採取による一軸圧縮試験を行った。

低温下においても 3 時間強度で規格値 2.0N/mm^2 を上回った。また 1 日強度, 28 日強度においては規格値を大きく上回っており、十分な強度発現が期待できることが確認できた。

表-1 強度試験結果

試験回数	坑内温度 ($^{\circ}\text{C}$)		圧縮強度 (N/mm^2)		
	最低	最高	3 時間	1 日	28 日
規格値	---	---	2.0	10.0	36.0
1	16.0	18.0	2.3	15.2	43.2
2	6.0	9.0	2.4	19.9	46.0
3	8.0	10.0	2.9	24.0	56.1
4	12.0	15.0	2.6	22.5	48.7
平均値	10.5	13.0	2.6	20.4	48.5

キーワード：高強度吹付けコンクリート、液体急結剤、粉じん抑制

連絡先：〒569-1133 大阪府高槻市川西町 2-10-20 関西支社 新名神大阪西事務所

Tel : 072-655-9936 Fax : 072-655-9901

表-2 高強度吹付けコンクリート配合

強度 (N/mm ²)	粗骨材最 大寸法 (mm)	目標スラ ンプ(cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					水		セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
					W1	W2				
36	15	20±2	42.0	62.0	127	62	450	1061	654	4.725
急結剤添加量：液体急結剤 セメント量×7%， 紛体助剤 セメント量×5%										

5. はね返り率の測定結果

ハイブリッド急結剤を用いた高強度吹付けコンクリートの付着性能を確認するために、はね返り率試験を実施した。表-3 にはね返り率の測定結果を示す。表中には比較のため、積算基準上のはね返り率を併せて示している。測定の結果、ハイブリッド急結剤は積算基準のはね返り率を10%程度下回っており、十分な付着性能を有することが確認できた。

表-3 はね返り率測定結果

項 目	はね返り率 (%)	比率
積算基準	19.4	1.00
ハイブリッド急結剤	17.6	0.90

6. 粉じん濃度測定結果

ハイブリッド急結剤使用による粉じん濃度低減効果を検証するために、切羽後方約5m（吹付け機オペレータと同じ位置）において、デジタル粉じん計を用いた粉じん濃度測定を行った。測定結果を図-1 に示す。測定の結果、粉じん濃度は吹付け開始時から1.0mg/m³で安定しており、また写真-1 に示すように吹付け作業中もクリアな視界が確保できた。

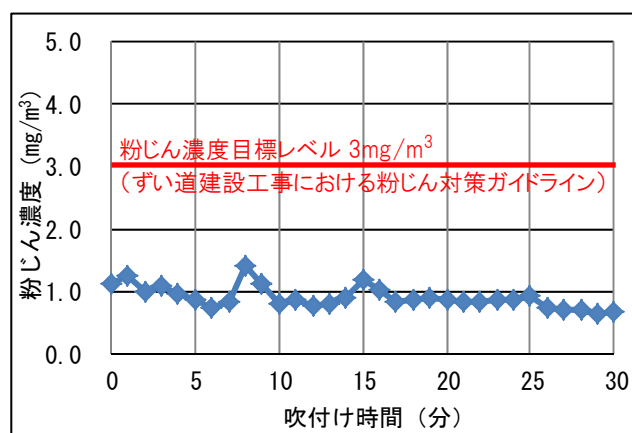


図-1 粉じん濃度測定結果

“ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン（厚生労働省 2000 年）”にて示されている粉じん濃度の目標レベルは3 mg/m³に設定されており、現状は粉体急結剤を使用して切羽 50m 後方で3mg/m³以下となるように管理されている事例が多いが、切羽直近で粉じん濃度が1.0mg/m³程度となっていることから、ハイブリッド急結剤により坑内の粉じん環境を大幅に改善できることが確かめられた。

7. まとめ

吹付けコンクリート施工時における作業環境の改善の取り組みとして、液体急結剤と紛体助剤を併用したハイブリッド急結剤を用いて高強度吹付けコンクリートを施工した。本技術は国内で3例目の適用となるため、強度発現性やはね返り率等に関する基本的な特性を確認する必要があったが、各種試験において基準値を満足することを確認できた。また、作業箇所における粉じん濃度も目標値の3 mg/m³を大幅に下回る結果が得られ、吹付けコンクリート施工時の作業環境を大幅に改善することができた。本急結剤は標準的な急結剤に比べて高価なため、吐出量やエア圧等の工夫によるはね返り率低減を図ることが今後の課題である。



写真-1 ハイブリッド急結剤を用いた吹付け状況

参考文献 1) トンネル工事における吹付け作業時の発生粉じん対策技術の手引き(案), 独立行政法人土木研究所, 平成 18 年 4 月