

液状急結剤の粉じん低減効果について

ハザマ 土木事業本部 湯本 健寛
 ハザマ 土木事業本部 正会員○河邊 信之
 ハザマ 東北支店土木部 正会員 坂田 和幸

1. 概要

山岳トンネルの施工において、吹付けコンクリートの作業中に粉じんが発生し、坑内作業環境が悪化する原因の一つとなっている。特に、中小断面のトンネルでは、掘削断面が小さく、集塵機等が配置できないことから粉じん濃度が高くなる傾向にある。

吹付け作業における粉じん抑制対策には、粉じん低減剤の使用や粉体急結剤のスラリー化(以下、スラリー状急結剤)があるが、近年、液体急結剤に粉体急結剤を加えてコンクリートに添加する急結剤(以下、液状急結剤)が注目されている。そこで、今回、内空幅 4.7m、内空断面積 15.5m²の小断面トンネルにおいて液状急結剤を適用し、スラリー状急結剤との粉じん抑制効果の比較を行った。また、液状急結剤の課題とされていた初期強度発現についても確認した。

2. 液状急結剤の概要

スラリー状急結剤は急結剤が粉体であり、コンクリートとの混合管の手前で急結剤に水を添加してスラリー化する。急結剤はベースコンクリートに含まれる。これに対し、液状急結剤は急結剤が液体であり、コンクリートとの混合の前に粉体助剤を加えて混合スラリー化して添加する。図-1及び図-2に各配合の吹付けシステム系統図を示す。

次に、表-1と表-2にベースコンクリートの配合と急結剤の配合を示す。ベースコンクリートは高強度コンクリートで配合は設計基準強度 36N/mm²、スランプ 18cm、粗骨材の最大寸法 15cmである。

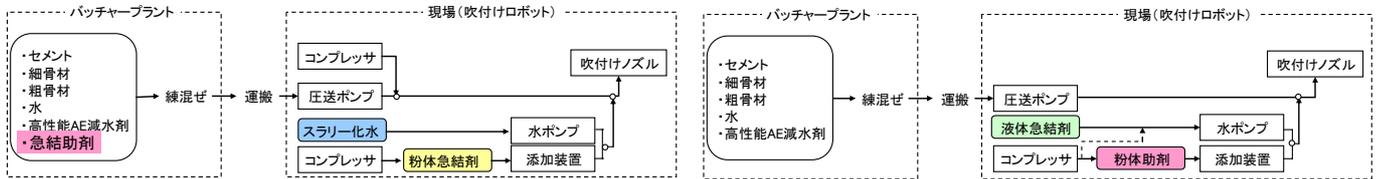


図-1 スラリー状急結剤使用時吹付けシステム系統図 図-2 液状急結剤使用時吹付けシステム系統図

表-1 ベースコンクリートと急結剤の配合

試験 配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)									
			ベースコンクリートの配合						急結剤			
			W	C	S	G	急結剤 (C×0.02%)	高性能AE減水剤 (C×1.3%)	粉体急結剤 (US-50) (C×10%)	スラリー化水 (US-50×70%)	液状急結剤 (LSA) (C×8%)	粉体助剤 (USS) (C×4%)
スラリー状急結剤	42	62	189	450	1,061	673	0.09 (C×0.02%)	5.85 (C×1.3%)	45 (C×10%)	31.5 (US-50×70%)	—	—
液状急結剤	42	65	189	450	1,113	620	—	5.85 (C×1.3%)	—	—	36 (C×8%)	18 (C×4%)

3. 試験施工概要

(1)粉じん濃度測定

本試験では吹付け時の粉じんの発生量を測定するために、測定中は換気設備及び集塵機を稼働しない状態とし、切羽から 10m 程度後方の左右両側の粉じん濃度を同時に測定した。また、使用した粉じん濃度測定機器は柴田科学製 P-5L 型で、質量濃度変換係数は 0.04mg/m³/cpm である。測定はスラリー状急結剤および液状急結剤について各 2 回行った。

キーワード 液状急結剤, 粉じん, 初期強度, 吹付けコンクリート

連絡先 〒105-8479 東京都港区虎ノ門 2-2-5 ハザマ土木事業本部技術第三部

TEL 03-3588-5771 FAX 03-3588-5755

(2)初期強度試験

初期強度試験は土木学会基準 JSCE-G 561-1999「引抜き法による吹付けコンクリートの初期強度試験方法」に基づいた方法で、材齢 3 時間、24 時間の 2 材齢において各 3 回実施した。なお、目標強度は材齢 3 時間で 2N/mm² 以上、材齢 24 時間で 10N/mm² 以上である。

4. 測定結果及び考察

(1)粉じん濃度測定

粉じん測定および初期強度試験の試験結果を表-2 に示す。粉じん濃度は、測定結果の最大値を表している。また、初期強度は 3 個の供試体の平均値を 1 回の試験結果としている。

粉じん濃度測定の結果を見ると、液状急結剤の粉じん濃度はスラリー状急結剤の 40%程度に低減していることがわかる。また、写真-1 に示したスラリー状急結剤施工状況と写真-2 に示した液状急結剤施工状況を比較すると、液状急結剤施工時の方が視認性に優れていることがわかる。

表-2 粉じん濃度測定結果および初期強度試験結果

種類	測定回数	粉じん濃度 mg/m ³			初期強度 N/mm ²	
		左側	右側	平均	3時間強度	24時間強度
スラリー状急結剤	1回目	28.1	30.4	29.3	2.10	11.3
	2回目	25.4	31.2	28.3	2.55	11.8
	3回目	-	-	-	2.34	11.8
液状急結剤	1回目	8.8	13.8	11.3	2.27	13.1
	2回目	9.1	13.8	11.5	2.41	15.6
	3回目	-	-	-	2.31	13.7



写真-1 スラリー状急結剤を用いた施工状況



写真-2 液状急結剤を用いた施工状況

(2)初期強度試験

初期強度は 3 時間強度においてスラリー状急結剤と同等であり、3 回全ての試験で目標強度を超えている。また、24 時間強度についても同様に目標強度を超えており、スラリー状急結剤と比べて 20% 程度高い結果が得られた。

5. まとめ

液状急結剤の吹付け時の粉じん発生量はスラリー状急結剤の 40%程度に低減することができ、粉じん抑制効果があることを確認した。また、目視確認においても吹付け施工時の切羽周辺の視認性が良く、吹付け作業の効率化や安全性向上、坑内作業環境の向上に有効であった。初期強度についてもスラリー状急結剤と同等以上の強度を得ており、実施工への適用が十分可能である。また、材料コストについて試算をすると、液状急結剤を使用することによりリバウンドが改善され、高強度コンクリートについては一般の粉体急結剤とほぼ同等の金額になることを確認している。