

アルカリフリー液体急結剤を用いる吹付けコンクリートによる発生粉じんの抑制と跳ね返り率の低減

(株)鴻池組土木本部技術部 正会員 坂口和雅 川添純雄
 (株)鴻池組土木本部技術部 正会員 富澤直樹
 (株)鴻池組技術研究所 フェロー会員 川上正史 正会員 為石昌宏

1. はじめに

現在、我が国の山岳工法における吹付けコンクリートの施工に際し、コンクリートを圧縮空気でノズル付近まで搬送しY字管により粉体急結剤を混合するシステムが広く採用されている。本吹付けシステムは、コンクリートと粉体急結剤の混合性が良く、初期の強度発現性や付着性能に優れる等の長所を持つ反面、粉じんや跳ね返りが比較的多く、さらに急結剤が強アルカリ性であるため取り扱いに十分な注意が必要であるという短所を持つ。本報告では、この面を大幅に改善したアルカリフリー液体急結剤を用いる吹付けコンクリートの施工システムと、4本の実トンネルにおける粉じん相対濃度および跳ね返り率の測定結果について述べる。



写真 - 1 液体システムによる吹付け状況

2. 使用材料とコンクリート配合

表 - 1 に使用材料を示し、表 - 2 にコンクリート配合を示す。A ~ Cトンネルは早強ポルトランドセメント、Dトンネルは普通ポルトランドセメントを使用した。水結合材比は、粉体急結剤配合が58 ~ 64%、液体急結剤配合が45 ~ 56%である。

表 - 1 使用材料

材 料	名 称	記号	密度 (g/cm ³)			
			Aトンネル	Bトンネル	Cトンネル	Dトンネル
セメント	普通ポルトランドセメント	NC	-	-	-	3.15
	早強ポルトランドセメント	HC	3.13	3.13	3.13	-
混和材	シリカフューム	SF	-	-	2.20	2.20
	石灰石微粉末	CaCO ₃	-	-	2.72	-
細骨材	川砂、海砂、山砂、砕砂	S	2.63	2.50	2.58	2.64
粗骨材	6号砕石 (Gmax = 15mm)	G	2.70	2.56	2.85	2.71
高性能減水剤	ポリカルボキシレート誘導体	AD	1.05			
急結剤	アルカリフリー液体急結剤	AF	1.40			
	セメント鉱物系粉体急結剤	CA	2.57			

急結剤添加率は、粉体が7%、液体が9%である。また、Dトンネルの液体急結剤配合は、ポンプ圧送性の問題からセメント420 kg/m³、シリカフューム28 kg/m³を混入している。

3. 吹付けシステム

図 - 1 に粉体急結剤の吹付けシステムと液体急結剤の吹付けシステムを示す。

粉体システムはテーパ管で混入する圧縮空気でコンクリートを圧送し、ノズル手前2.5mで急結剤を添加しているのに対して、液体システムはポンプのピストン圧力のみでコンクリートをノズルまで圧送し、同位置で急結剤を添加している。

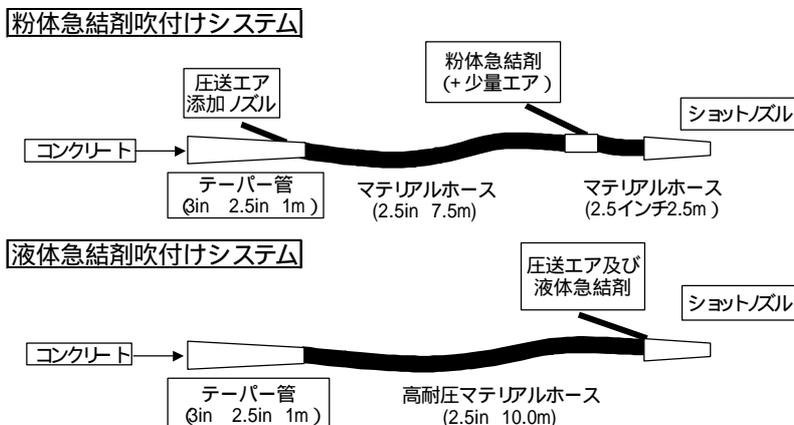


図 - 1 吹付けシステム

キーワード：アルカリフリー、液体急結剤、吹付けコンクリート、低粉じん、低リバウンド

連絡先：大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1 (株)鴻池組技術部第一グループ TEL (06)-6244-3684 FAX (06)-6244-3676

4. 粉じん相対濃度および跳ね返り率の測定結果

図 - 2 に粉じん濃度測定位置を、表 - 2 にコンクリート配合、各測点における粉じん相対濃度および跳ね返り率の測定結果を示す。また、図 - 3 に粉じん相対濃度の平均値を、図 - 4 に跳ね返り率の測定結果を示す。

粉体システムでは、平均粉じん相対濃度 125 ~ 212cpm、跳ね返り率 12.5 ~ 27.4% に対して、液体システムでは、平均粉じん相対濃度 10 ~ 85cpm、跳ね返り率 8.0 ~ 13.5%

であり、両者とも液体システムの方が小さい結果であった。粉じん相対濃度は、粉体、液体システムともに、S/a の小さい方が抑制される傾向にある。跳ね返り率は、Dトンネル (S/a=70%) を除けば、S/a の大きい方が低減される傾向が見うけられる。Dトンネルの跳ね返り率が大きくなった原因は、粗骨材が偏平で細長いなど形状が不揃いであったことや、普通ポルトランドセメントを使用したことに起因していると推察している。

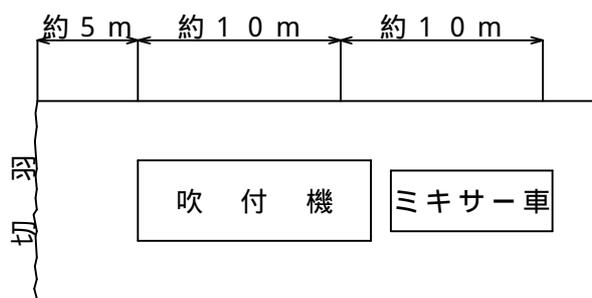


図 - 2 粉じん濃度測定位置図

表 - 2 コンクリート配合および試験結果

トンネル名	セメント種類	急結剤		SL (cm)	W/B (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)							コンクリート吐出量 (m ³ /h)	粉じん相対濃度 (cpm)							リバウンド率 (%)
		種類	添加率 B x %				結合材			S	CaCO ₃	G	AD B x %									
							W	C	SF						平均							
A	HC	CA	7	10 ± 2.5	62	57	222	360	-	1,057	-	704	-	15.0	187	106	122	101	138	95	125	27.4
		AF	9	10 ± 2.5	57	57	205	360	-	1,019	-	789	1.20	15.0	59	39	54	42	53	27	46	17.6
B	HC	CA	7	8 ± 2.5	64	60	230	360	-	1,010	-	671	-	11.5	135	-	-	-	-	-	135	13.2
		AF	9	10 ± 2.5	56	60	202	360	-	1,025	-	701	1.25	11.5	34	67	-	-	-	-	51	8.0
C	HC	CA	7	8 ± 2.5	60	64	216	342	18	1,129	80	684	0.50	12.2	487	121	86	389	60	56	200	12.5
		AF	9	10 ± 2.5	56	60	202	360	-	1,132	-	779	0.80	10.2	115	121	86	73	60	56	85	8.2
D	NC	CA	7	12 ± 2.5	58	70	204	350	-	1,271	-	549	1.00	11.2	212	-	-	-	-	-	212	25.7
		AF	9	18 ± 2.5	45	70	195	420	28	1,223	-	528	2.00	10.6	85	-	-	-	-	-	85	13.5

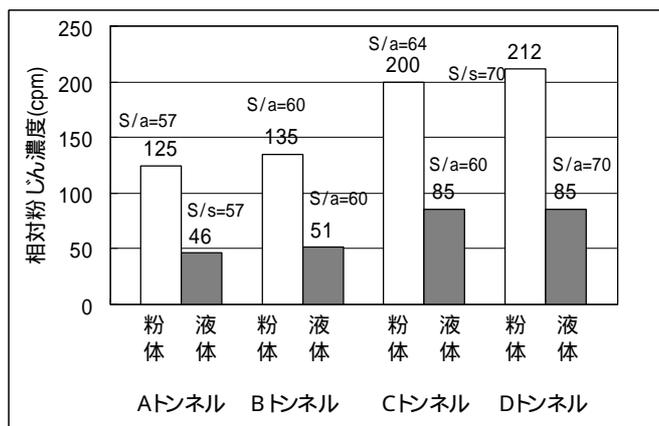


図 - 3 粉じん相対濃度の平均値

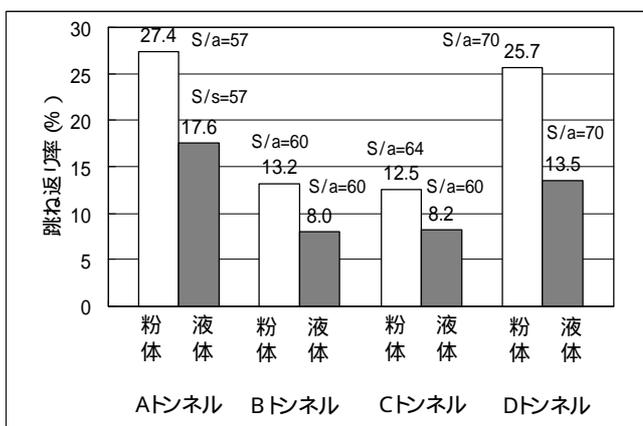


図 - 4 跳ね返り率の測定結果

5. まとめ

液体システムの発生粉じんは、粉体システムの 37 ~ 43% に抑制される。

液体システムのリバウンドは、粉体システムの 53 ~ 64% に低減される。

発生粉じんは、S/a が小さい方が少なく、跳ね返りは、逆に S/a が大きいほうが小さくなる傾向がある。

6. 今後の課題と展望

液体急結剤を用いた吹付け工法は、坑内環境改善や合理的施工に対して有望な工法であることが確認できた。しかし、既存の粉体急結剤を用いる吹付け工法の代替となるには、まだ課題が残されている。今後、液体急結剤の使用に適するように配合や施工システムを改良・開発することで、解決したいと考えている。