

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小断面トンネルにおける適用性試験結果

日本道路公団中国支社
(株)鴻池組
(株)カテックス
ケービーシーマシンリ(株)

奈良正吾
○正 坂口和雅 フェロー 川上正史
正 岩田文吾 縁田正美 川添純雄 南山 剛
吉田 優
蛸島 勇

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す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、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。特に小断面トンネルにおける吹付け時の粉じんは、断面が小さいことに加えて、十分な換気設備の設置が困難であるため、吹付け面の視認性を極めて困難にしたり、長時間にわたる坑内環境悪化の原因となっている。本報告では、日本道路公団中国横断自動車道摺鉢山トンネル避難坑（内空断面面積 14 m²）において実施したアルカリフリー液体急結剤（以下、AF と略す）を用いる吹付けコンクリートの小断面トンネルへの適用性試験の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. 小断面トンネル用吹付けシステム

図-1 に今回の試験で使用した吹付けシステムを示す。吹付け機（マニピュレータ）は試験現場の使用機械を用い、その他のものは、小断面トンネルの仕様あるいは液体急結剤仕様の機械を用いた。

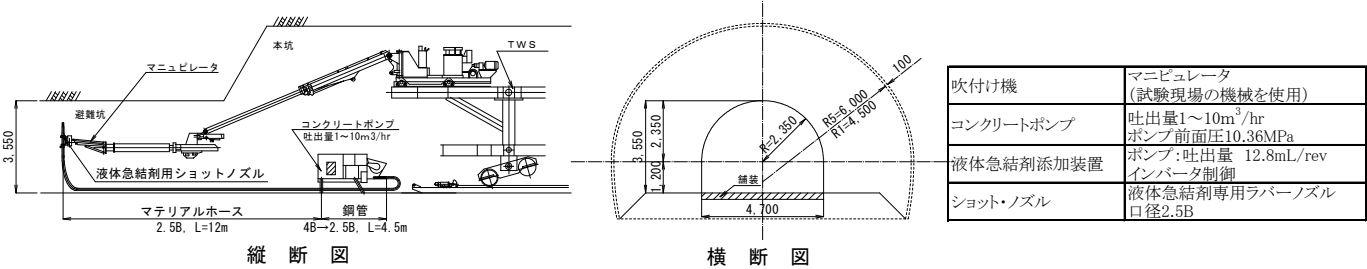


図-1 吹付けシステム

3. 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。ポンパビリティ向上のため、目標スランプ 15 cm, S/a =65%と両者とも大きめに設定した。W/C は初期強度、付着性能を向上させるため 50%とした。なお、セメントは、従来の AF では、目標初期強度を確保するため、早強ポルトランドセメントの使用が必要不可欠であったが、今回の試験では、改良製品を用いて、普通ポルトランドセメントを使用した。

表-1 使用材料

材 料	名 称	記号	密度 (g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	C	3.15
細骨材	砕砂	S	2.62
粗骨材	6号砕石 (G _{max} =15mm)	G	2.83
高性能減水剤	アクリル系ポリマー	AD	1.06
液体急結剤	アルカリフリー	AF	1.43

キーワード：小断面トンネル，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
連絡先：大阪府中央区北久宝寺町 3-6-1 (株)鴻池組大阪本店土木設計部 TEL (06)-6244-3684 FAX (06)-6244-3632

4. コンクリート強度

図－2にAF添加率C×9，10，11%の吹付けコンクリート強度の経時変化図を示す。

材齢1日強度は5.3～8.0N/mm²，材齢28日強度は31.2～37.4N/mm²と，日本道路公団のC360配合の各材齢における基準値5，18N/mm²をいずれも満足する結果を示した。

材齢91日強度は43.2～48.4N/mm²であり，材齢28日の1.22～1.46倍程度の伸び率を示した。

ベースコンクリートに対する吹付けコンクリートの強度残存率は，材齢7日で76～92%，材齢28日で78.4～94.0%，材齢91日で89.3～94.2%であり，材齢の経過とともに，AF添加率の違いによるバラツキが小さくなる傾向を示した。

5. 粉じん濃度・跳ね返り率

表－3に発生粉じん濃度及び跳ね返り率の測定結果を示す。

発生粉じん濃度はAF使用時2.72mg/m³であり，粉体急結剤使用時の7.0mg/m³と比較して約40%程度に抑制され，かつ厚生労働省の粉じん対策に関するガイドラインの管理目標値3.0mg/m³を満足する結果を示した。発生粉じん濃度は，換気方式が避難坑への吸い込み方式を採用していたため，吹付け箇所前方50mの位置で測定した。

また，跳ね返り率は14.8%であり，粉体急結剤の一般的な跳ね返り率30%の半分程度であった。この際のコンクリート吐出量は2m³/hr，エア量は8m³/min程度である。

6. 厚吹き性能

写真－2にトンネルクラウン部における吐出試験結果を示した。試験では，30～40cmの厚吹きが可能であり，十分な付着性能を有することが確認された。

7. まとめ

今回の普通ポルトランドセメントC360配合における試験で，①吹付けコンクリート強度は，材齢7，28日の各々の基準値5，18N/mm²を満足する，②発生粉じん濃度は労働厚生省の管理目標値3.0mg/m³を満足する，③跳ね返りは，従来の粉体配合の一般的な数値の半分程度と少ない，④十分な付着性能を有する等の結果が得られ，アルカリフリー液体急結剤を用いた吹付けコンクリートは，小断面トンネルにおいても十分適用可能であることが確認できた。

小断面トンネルにおいて適用する上での今後の課題は，最適なノズルの開発，コンクリート吐出量，エア吐出量及び吹付け離隔距離の最適な組合せを確認すること，液体急結剤仕様の吹付け機の開発である。

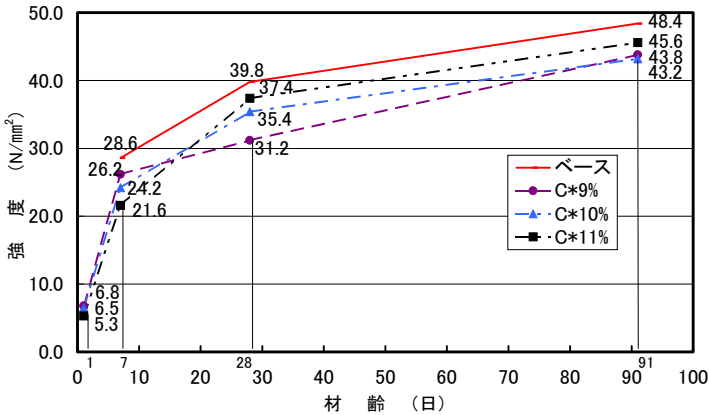
参考文献

- 1) 労働省　：　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，2000.12
- 2) 日本道路公団　：　トンネル施工管理要領（本体工編），1996.12

表－2　コンクリート配合

目標 スランプ ^o Sr (cm)	水結合 材比 W/C (%)	細骨材 率 S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	高性能 減水剤 AD B×%
15±2	50.0	65.0	180*	360	1,203	609	1.40

※) 単位水量には，高性能減水剤を含む。



図－2　コンクリート強度の経時変化

表－3　発生粉じん濃度および跳ね返りの測定結果

作業状況	急結剤 種類	急結剤 添加率 (%)	発生粉じん濃度		跳ね返り率	
			測定位置	粉じん濃度 (mg/m ³)	吹付け 位置	跳ね返り率 (%)
吹付け時	粉体	7.0	前方50m	7.00	—	—
吹付け時	液体	9.0	〃	2.72	天端～肩部	14.8
無作業時	—	—	—	0.75	—	—

※) 発生粉じん測定時　：　風速 3.2m/sec，風量 3000m³/min



写真－2　吐出試験結果（AF添加率C×9%）