

小断面トンネルにおける特殊増粘吹付けコンクリートを用いた粉じん低減事例 —三遠南信小嵐トンネル調査坑工事—

鹿島建設(株) 正会員 ○河本貴史 小林幸司 久保英之
太平洋マテリアル(株) 井上 哲 羽根井誉久

1. はじめに

小嵐トンネル調査坑工事は、三遠南信自動車道の一部であり、長野と静岡県境に位置する青崩峠を貫く(仮称)青崩トンネルの調査坑(避難坑)工事として、現在長野県側より掘削を進めている。小断面トンネルは掘削断面の制約上、「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」における粉じん濃度目標 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下を達成するのが難しい。これは掘削断面積が小さいと、粉じん濃度目標を達成するのに必要な大きさ(口径)、本数の風管の設置、必要な容量の集じん機の設置等が極めて困難なためである。このトンネルの施工に当たって、上記の課題を解決するために、創意工夫、試行錯誤により吹付けコンクリートに写真-1に示す特殊増粘コンクリートを採用し、良好な結果が得られたので今回報告する。



写真-1 特殊増粘コンクリート

2. 現場環境と吹付け粉じん低減への取り組み

当工事は、標準断面 18m^2 のタイヤ方式の掘削で、先端部集じん機配置による送気方式が設計で計画されていた。当初計画では送付機 6 台、風管全て $\phi 1,000$ の計画であったが、換気計算見直しにより図-1に示す通り送風機 4 台、風管 $\phi 1,000 \sim 900$ ～ 800 に段落としする配置に変更している。

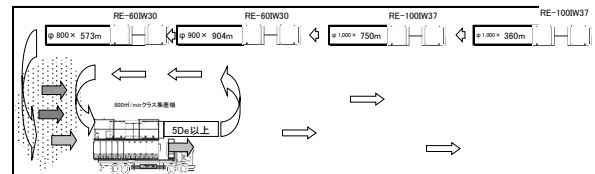


図-1 坑内換気計画図

ガイドラインで明記された『可能な限り $3\text{mg}/\text{m}^3$ に近い値を目標レベルとする』に対し、吹付け時の粉じん測定結果は、粉じん低減剤として、太平洋マテリアル(株) ショットクリーンを採用しても $3 \sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ 程度までしか低減できなかった。そこで、単位セメント量の増加、他粉じん低減剤を検討する中で、特殊増粘剤(ポリエーテル系特殊界面活性剤)を用いた特殊増粘吹付けコンクリートを採用し、各種試験、吹付け性状の確認を行った。

3. 特殊増粘吹付けコンクリート

(1) 使用材料、コンクリート配合

使用材料を表-1に示す。急結剤Qは汎用の粉体急結剤である。特殊増粘剤UTは、粉体系のポリエーテル系特殊界面活性剤であり、増粘効果とコンクリート圧送性の両方のベースコンクリート改質剤としての役割を果たすことで大幅な粉じん低減効果を期待した。

表-1 使用材料

材料	略記	種類および生産地等	比重
水	W	小嵐川(天竜川水系)	1.00
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	S	遠山川産	2.67
粗骨材	G	南信濃木沢産	2.67
高性能減水剤	S P	ポリカルボン産エーテル系:液体	1.03
特殊増粘剤	U T	ポリエーテル系特殊界面活性剤:粉体	
急結剤	Q	粉体急結剤、カルシウムアルミネート系	

キーワード 粉じん、トンネル、調査坑、吹付けコンクリート、特殊増粘剤、換気

連絡先 〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町 2-1-1 鹿島建設株式会社 関東支店 TEL 048-658-7510

吹付けコンクリート配合を表-2に示す。ベースコンクリートは、粘性を考慮して目標スランプを20cmに設定とする事で良好なフレッシュ性状を有するコンクリートを製造することが出来た。特殊増粘剤は現場バッチャープラント内に設置した専用粉体添加装置により供給した。

表-2 コンクリート配合

目標 スランプ (cm)	水セメ ント比 W/C (%)	細骨 材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能 減水剤	特 殊 増粘剤	急結剤
			W	C	S	G	S P	U T	Q
20±2	50	63	210	420	1106	649	1.0	0.42	29.4

(2) 試験内容

特殊増粘吹付けコンクリートの試験項目を表-3に示す。粉じん濃度は切羽から50m後方（GLから1.0m）の地点においてデジタル粉じん濃度計により測定した。測定は吹付けと同時に開始して吹付け終了まで1分毎にカウント値を記録した。

吹付け状況を写真-2に示す。ノズル先端がくつきり確認することができ、ノズルマンからの評判も良好であった。また、付着性能も良好で、リバウンドも少なく、湧水箇所への吹付けにおいても良好な状況であった。

表-3 試験項目

試験項目	試験内容
粉じん濃度	厚生労働省「ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」に準拠
プルアウト試験	JSCE-G561に準拠 (材齢 3時間、24時間)
コア圧縮強度試験	JSCE-F561およびJIS A 1107に準拠 (材齢 7日、28日)



写真-2 吹付け状況

3. 試験結果

(1) 粉塵濃度

粉塵濃度の経時変化を図-2に示す。特殊増粘吹付けは、付着ならびに急結剤の混合性に問題は認められず、粉じん発生量も少なく良好な施工性が確認されている。50m 後方での目標値 3mg/m³ に対して、鏡吹付け時に 2.46mg/m³、2次吹付け時には 1.26mg/m³ となり優れた粉じん低減効果が確認出来た。これは特殊増粘剤の柔軟なポリマー構造によって、高い衝撃吸収性が発揮されたと推定される。このメカニズムの解明については検討を進めて行く予定である。

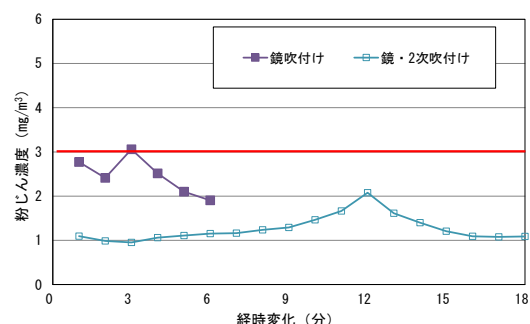


図-2 粉じん濃度の経時変化

(2) 強度試験

強度試験結果を表-4に示す。強度試験結果は、国土交通省基準 ($\sigma 1日 \geq 5 \text{ N/mm}^2$ 、 $\sigma 28 \geq 18 \text{ N/mm}^2$) を十分に満たす値となった。

表-4 強度試験結果

プルアウト N/mm ²		コア N/mm ²	
3時間	24時間	7日	28日
1.54	12.7	23.9	32.7

5. まとめ

当工事の結果から、特殊増粘吹付けコンクリートを用いることでの粉じん低減効果を確認することが出来た。増粘剤は、添加装置により比較的容易にでき、コンクリート性状、時間経過での性状においても特に問題はみられなかった。湧水箇所の付着性能も良好であり、粉じん対策のみならず、当現場での貢献度は極めて大きい。今後は小断面トンネルのみならず、大断面、大容量吹付け等での坑内環境や経済性に寄与出来るよう取り組んでいく所存である。