

粉じん低減を目的に実施した実大模擬トンネルの吹付け試験（その4）

— 粉じん低減剤を用いた吹付けコンクリートの粉じん濃度について —

太平洋マテリアル(株) 正会員 ○茂浦口 剛

信越化学工業(株) 早川 和良

信越化学工業(株) 巨島 敏行

太平洋マテリアル(株) 正会員 杉山 彰徳

太平洋マテリアル(株) 玉森 俊裕

1. はじめに

吹付けコンクリート作業時に発生する粉じんに関する対策について、（独）土木研究所、（財）先端建設技術センター、民間 17 社により、平成 14 年度から 3 年間にわたり、ずい道建設における吹付け作業時の発生粉じん低減技術および局所集じんシステムの開発に関する共同研究を実施してきた。本報告は、実大規模の模擬トンネルにおいて、粉じん低減剤を用いた吹付けコンクリートの粉じん低減効果を調査した結果について報告するものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表－1 に吹付けコンクリートの使用材料を、表－2 にベースコンクリートの配合を示す。粉じん低減剤は、主成分がセルローズ系水溶性高分子の材料であり、3 種類使用した。

粉じん低減剤：A は可溶性の袋に所定量詰めたものをアジテータトラックに投入して添加した。粉じん低減剤：B および C はコンクリートプラントで計量・投入して添加した。

コンクリート配合は、単位セメント量が 360kg/m³ の一般的な吹付けコンクリートを想定したものであり、細骨材は陸砂と砕砂を 7：3 で混合したものをを用いた。また、目標スランプは 11～16cm とした。なお、コンクリートは、運搬時間で約 30 分の距離にある JIS 生コン工場から出荷した。

2.2 吹付け設備および吹付け条件

吹付け方式は湿式方式、吹付け機はポンプ圧送式のものをを用いた。吹付け設備はコンプレッサや急結剤添加装置などを搭載し、吹付けロボットのアームが取付けられた一体型吹付けシステムである。模擬トンネルの内空断面積は約 80m²、延長 100m であり、送風量は 1000m³/分、集じん量は 1260 m³/分とした。

2.3 実験項目および実験方法

ベースコンクリートのフレッシュ性状は、スランプ、空気量、温度、また、施工性は目視観察、硬化特性は初期強度とコアの圧縮強度により評価した。粉じん濃度は、吹付け箇所から 10m と 50m の位置でローボリュウムエアサンプラとデジタル粉じん計を用いて測定した。

キーワード：トンネル、吹付けコンクリート、粉じん、粉じん低減剤

連絡先：〒285-0802 千葉県佐倉市大作 2－4－2 Tel. 043-498-3921 Fax. 043-498-3925

表－1 使用材料

材料	記号	仕様
セメント	C	普通ポルトランド, ρ :3.15g/cm ³
細骨材	S1	茨城県鹿島産陸砂, ρ :2.56g/cm ³ , F.M.:2.61
	S2	茨城県葛生産砕砂, ρ :2.67g/cm ³ , F.M.:2.67
粗骨材	G	茨城県岩瀬産砕石, ρ :2.65g/cm ³ , F.M.:6.01
粉じん低減剤	LD	セルローズ系, 3種類(A、B、C)
急結剤	Q	カルシウムアルミネート系, ρ :2.57g/cm ³
備考		S1:S2=7:3

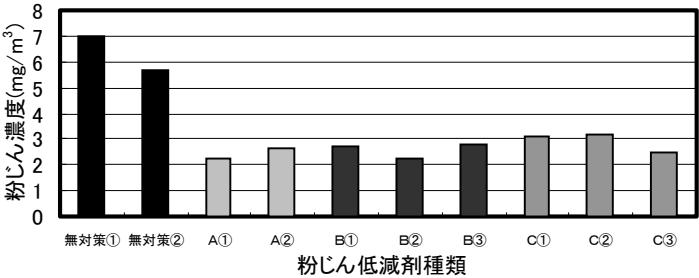
表－2 コンクリート配合

粉じん低減剤	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)		
			W	C	LD
なし	58.3	60	210	360	—
A	61.1	60	220	360	0.36
B	58.3	60	210	360	0.36, 0.43
C	59.7	60	215	360	0.36, 0.43

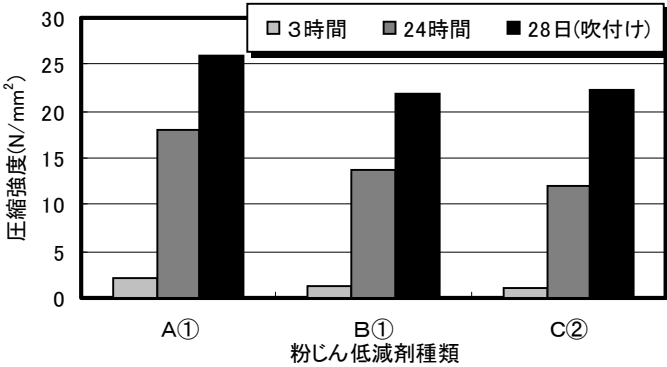
3. 試験結果

図－１に粉じん濃度を、図－２に圧縮強度を、表－３に試験結果一覧を示す。その結果、以下のことがわかった。

- ① いずれの粉じん低減剤を用いても無対策に比べて大幅に粉じん濃度が低減されることが確認でき、今回の試験条件下ではガイドラインの目標値である3mg/m³を多くのケースで下回ることができた。
- ② 粉じん低減剤BおよびCは脈動・噴発・閉塞等はなく、良好な吹付け性能・施工性が確認されたが、粉じん低減剤Aは噴発が生じた。この原因は、コンクリートの練混ぜが不十分なために粉じん低減剤が不均一なコンクリートであったためであると推察される。
- ③ 圧縮強度は設計基準強度σ28：18N/mm²を全て上回った。
- ④ リバウンド率は20%程度であり、無対策の20～25%と比べて同等若しくは低い値を示した。
- ⑤ 低減効果係数は0.31～0.44であり、建設業労働災害防止協会の指針に示された粉じん低減剤使用時の0.5と同等かそれ以下の値となった。



図－１ 粉じん濃度 (50m 地点)



図－２ 圧縮強度結果例

表－３ 試験結果例一覧表

種類		無対策		A		B			C		
実験年度		H15	H16	H15		H16			H16		
No.		①	②	①	②	①	②	③	①	②	③
粉じん低減剤添加率(C×%)		—	—	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.12
吹付け作業	コンクリート吐出量(m³/h)	—	12.0	11.2	11.4	10.3	10.1	10.2	10.3	10.1	11.1
	リバウンド率(%)	—	20～25	—	—	21.5	—	—	19.5	18.8	17.6
吹付け機	エア搬送距離(m)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	7.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	圧送エア流量(Nm³/分)	—	10	>10	>10	8.0	6.0	6.5	6.5	9.5	6.5
粉じん濃度	10m (mg/m³)	6.53	8.45	2.23	2.52	3.86	3.23	3.56	4.30	5.40	3.39
	50m (mg/m³)	6.99	5.68	2.29	2.62	2.72	2.22	2.78	3.13	3.18	2.48
無対策に対する粉じん濃度の比(50m)		1	1	0.32	0.37	0.48	0.39	0.49	0.55	0.56	0.44
低減効果係数α(50m 位置)*1		—	—	0.31	0.36	0.38	0.31	0.38	0.43	0.44	0.34

注) *1: 低減効果係数α＝所要換気量(m³/分)×粉じん濃度(mg/m³)／(90×トンネル掘削断面積(m²))

4. まとめ

低減効果係数は0.31～0.44であり、建設業労働災害防止協会の指針に示された値を裏付けるデータを得ることができた。

<謝辞> 本報告は、「ずい道建設における吹付け作業時の発生粉じん低減技術および局所集じんシステムの開発」として、平成14～16年度にかけて、(独)土木研究所、(財)先端建設技術センターならびに民間17社で実施した共同研究成果の一部であり、試験に携わって頂いた各位に深く感謝の意を表します。