

粉じん低減を目的に実施した実大模擬トンネルでの吹付け試験（その8）

エアレス吹付けシステムの粉じん低減効果について

リブコンエンジニアリング（株）○正会員 門倉 智

リブコンエンジニアリング（株） 鈴木 広也

（独）土木研究所 正会員 大下 武志

（独）土木研究所 F会員 波田 光敬

（株）フジタ技術センター 正会員 野間 達也

1.はじめに

NA TMトンネルの建設工事では、従来から圧縮空気を使用した吹付けコンクリートが施工されているが、 高压の圧縮空気の作用に伴い多量の粉じんが発生し、作業環境の改善が求められている。 エアレス吹付けシステムは、 圧縮空気を 用いない打撃投射タイプの吹付け機であり、 従来の吹付け機に比べ発生粉じん量が大幅に低減できることが実証されて いる。 ¹⁾ 本報告は、平成 14 年度～平成 16 年度にかけて独立行政法人土木研究所「ずい道建設における吹付け作業時 の発生粉じん量の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」の一環として行ったエアレス吹付けシ ステムによる吹付け実験のうち、平成 16 年度の結果について報告するものである。

2.実験概要

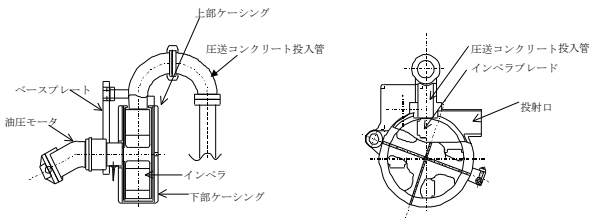
(1)吹付け機の概要と急結剤添加方法

エアレス吹付け機は、図-1 に示すように高速回転するインペラ によってコンクリートを打撃投射するインペラヘッドを搭載し た吹付け機である。本実験ではスラリー急結剤と液体急結剤を用 いて実施した。スラリー急結剤を用いる場合は、圧送コンクリー ト投入管手前でスラリー化装置から送られてきた急結剤を管内 にてコンクリートと混合し、インペラによって打撃投射した。液体急 結剤を用いる場合は、インペラにより打撃投射されるコンクリート に投射口外周に設けた急結剤噴射ノズルから液体急結剤を添加し て空中にて混合した。吹付け時のインペラの回転数は約 2000rpm と した。

(2)実験方法

吹付け実験は、(独)土木研究所が平成 14 年度に建設した延長 100m、 断面積 80m² の模擬トンネルにて行った。 ²⁾

使用材料を表-1 に示す。ベースコンクリー トの配合は表-2 に示すものとし、近隣の生コ ン工場にて SEC 工法により練り混ぜてアジ テータ車で搬送した。測定項目は発生粉じん 量、はね返し率およびコンクリート強度とし た。粉じん量は切羽後方 10,30,50m の地点に おいてローボリュウムエアサンプラおよび デジタル粉じん計にて測定した。吹付け時の換気量は、送風量 1000m³/min、集塵機処理空気量 1260m³/min とした。 はね 返し率は、天端に吹付けてシートにて捕集し、その質量を測定し、吹付け時間から算出した吹付け質量で除して求めた。また、材



図ー１ インペラヘッド外観図

表ー１ 使用材料

種別	種類・物性
セメント	普通ポルトランドセメント
細骨材	陸砂(S1):密度2.61, 吸水率1.45%
	砕砂(S2):密度2.67, 吸水率1.49%
粗骨材	砕石:Gmax13 密度2.66, 吸水率0.96%
減水剤	ポリカルボン酸系
液体急結剤	水溶性アルミニウム塩系
スラリー急結剤	カルシウムアルミネート鉱物系

表ー２ ベースコンクリートの配合

使用急結剤 種 類	記 号	細骨材 種 類	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位重量(kg/m ³)						
						水 W	セメント C	陸砂 S1	砕砂 S2	粗骨材 G	減水剤 Ad	
液体急結剤	混合砂-C360	混合砂	15	52.8	63	190	360	764	339	653	5.04	
	砕砂-C360	砕砂	15	52.8	63	190	360	0	1137	663	5.76	
	砕砂-C400	砕砂	15	47.5	60	190	400	0	1063	703	6.00	
	砕砂-C450	砕砂	15	42.2	58	190	450	0	987	710	6.75	
	混合砂-C400	混合砂	15	55	58	220	400	658	292	694	0	
スラリー急結剤	砕砂-C360	砕砂	15	55	60	198	360	0	1070	708	2.52	
	砕砂-C400	砕砂	15	55	60	220	400	0	1015	672	0	
	砕砂-C450	砕砂	15	51.1	60	230	450	0	973	644	0	

キーワード:エアレス、インペラヘッド、吹付けコンクリート、SEC、粉じん、液体急結剤、スラリー急結剤
連絡先 〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園 720 リブコンエンジニアリング（株）試験研究所 TEL 0467-79-0076

齢3時間および24時間の初期強度をプルアウトにて測定した。なお、急結剤を無添加とした吹付けも実施してその粉じん発生量を測定した。時間当たりの吹付け量は $13\text{m}^3/\text{h}$ とした。

3.結果

(1)粉じん濃度

切羽後方 50m 地点で計測したデジタル粉じん計の値 (CPM) にK値を乗じて換算した粉じん濃度を本実験で別途実施した通常の無対策のエア

吹付けの結果と比較して図-2, 図-3 に示す。また、切羽後方 50m 地点および 10m 地点において測定したローボリュームエアサンプラの結果を図-4, 図-5 に示す。エアレス吹付けの粉じん濃度は通常の無対策のエア吹付けに比べて非常に少ない結果であった。また、急結剤の種類、使用骨材の種類およびベースコンクリートの単位セント量の影響は小さく、50m 地点のローボリュームエアサンプラで測定した結果で見るといずれの場合とも $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であった。

(2)はね返り率

スラリー急結剤を用いた吹付けについて測定したはね返り率は、表-3 に示すように平均すると約 16%であった。なお、液体急結剤を用いた場合にはやはり平均で 16%であり（平成 15 年度の結果）、ほぼ同等であった。

(3)吹付けコンクリートの初期強度

表-3 に材齢 3 時間および材齢 24 時間の初期強度を示す。液体急結剤はセメントの水和反応を助長して硬化する急結剤のため、単位セメント量が多くなる（水セメント比が小さくなる）に従い初期強度が大きくなる傾向を示す。一方、スラリー急結剤はそれ自身が硬化する急結剤であることから単位セメント量の影響は受けず、何れの配合とも材齢 3 時間強度は $2\sim 3\text{N}/\text{mm}^2$ 程度を示した。なお、材齢 24 時間強度については、液体急結剤、スラリー急結剤とも何れの配合であっても $10\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の強度が得られた。

4.まとめ

エアレス吹付けシステムは、使用急結剤が液体またはスラリー急結剤であっても、切羽後方 50m 位置での粉じん濃度は $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下となる。これは、通常のエアを用いた吹付け方式の場合と比べて約 1/3 以下である。また、はね返り率も 16%程度と通常のエア吹付けの場合より少ない。また、液体急結剤使用の場合には、ベースコンクリート配合の W/C を 50%以下・単位セメント量を $400\text{kg}/\text{m}^3$ 以上とし、スラリー急結剤を使用する場合には、W/C を 55%程度・単位セメント量を $360\sim 400\text{kg}/\text{m}^3$ 程度にすれば十分な初期強度が得られることが分かった。

【謝辞】本稿は、（独）土木研究所との共同研究の成果の一部であり、実験に携わって頂いた関係各位に深謝致します。

【参考文献】

1) 浜田，門倉，小野ほか：Properties of Steel Fiber Concrete sprayed by Airless Shotcrete Machine, SUS9, 2002.9
 2) 大下武志：トンネル建設工事における粉じん対策技術の開発、平成 15 年度土木研究所資料第 3911 号 2003. 10. 8

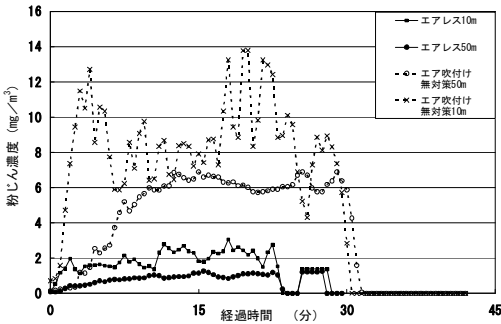


図-2 吹付け経過時間と粉じん濃度
 (液体急結剤使用の場合、砕砂-C400)

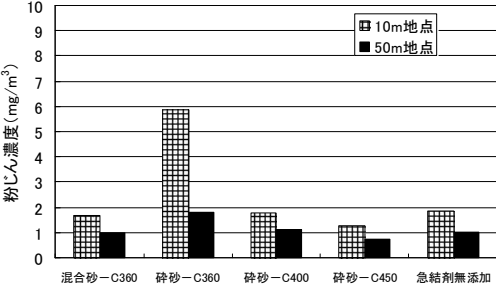


図-4 液体急結剤の場合の粉じん濃度

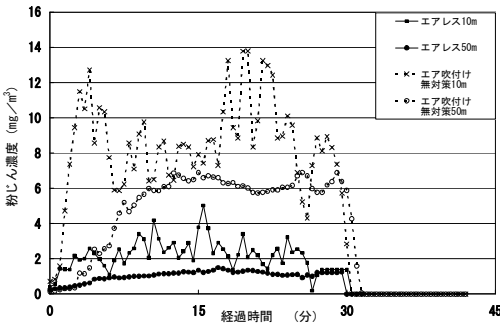


図-3 吹付け経過時間と粉じん濃度
 (スラリー急結剤使用の場合、砕砂-C400)

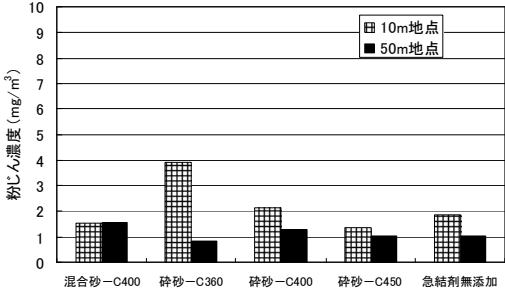


図-5 スラリー急結剤の場合の粉じん濃度

表-3 吹付け性能試験結果

使用急結剤種	記号	はね返り率 (%)	初期強度 (N/mm ²)	
			材齢3時間	材齢24時間
液体急結剤	混合砂-C360	—	1.0	11.0
	砕砂-C360	—	1.4	13.4
	砕砂-C400	—	2.4	11.4
	砕砂-C450	—	2.7	16.8
スラリー急結剤	混合砂-C400	—	2.4	14.1
	砕砂-C360	14.5	3.0	16.5
	砕砂-C400	16.1	2.8	12.8
	砕砂-C450	18.7	3.0	13.7