

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3） 施工条件を変動させた場合の粉じん濃度について

前田建設工業(株) 正会員 ○赤坂 雄司
(独) 土木研究所 正会員 大下 武志
鹿島建設(株) 正会員 大野 俊夫
西松建設(株) 万代 智也
電気化学工業(株) 小林 智仁

1. はじめに

トンネル建設工事で最も作業環境の厳しい吹付けコンクリート工に着目し、実大規模の模擬トンネル(延長100m, 断面積約80m²)で、吹付けコンクリートの施工に伴って発生する粉じんの低減に関する試験を実施した。本報告は、それらの試験の中で、粉じんの発生に関する基本的なデータを得るために、吹付けコンクリートの施工条件を変えて、粉じん濃度がどのように変わるかについて調べたものである。なお、これらは共同研究¹⁾の成果の一部であるが、以下のデータは粉じん低減対策を採っていない方法によるものである。

2. 試験概要

吹付け方式は湿式方式で、ポンプ圧送式の一体型吹付けシステムを用い、コンクリートは運搬時間30分の生コン工場で製造した。生コン車によって吹付け機に供給されたコンクリートは、ポンプによって鋼管内を8.5m圧送された後、圧縮空気によってさらにフレキシブルホース内を10.0m圧送され、ノズルの2.5m手前のY字管部で急結剤が混入されてノズルから吐出されるシステムである。

粉じん濃度の測定は、吹付け箇所から10mと50mの位置で実施し、側壁から1.5m離れた位置と中央で高さ1.0mにデジタル粉じん計とローボリュームエアサンプラを設置した。事前の測定から粉じん濃度が定常状態となる時間を吹付け開始から10分とし、ローボリュームエアサンプラに捕集された粉じん量とデジタル粉じん計のカウント値から質量濃度変換係数(K値)を求め、それぞれの位置で10mでは側壁部の2測点、50m位置では中央を含めた3測点の平均として粉じん濃度を算出した。

コンクリートの配合を表-1に、吹付け条件を表-2に示す。

表-1 コンクリートの配合表

粗骨材最大寸法 G _{max} (mm)	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 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
13	12	2.0	58.3	60.0	210	360	1044	685

表-2 吹付け条件

項 目	条 件、仕 様
コンクリート圧送エア流量	9 m ³ /min
設定コンクリート吐出量	8, 12, 16 m ³ /hr
吹付け厚さ(計画)	15 cm
ノズル～壁面の距離	1, 2, 4 m(目視)
急結剤添加用エア流量	3 m ³ /min
エ ア 圧 送 距 離	7.5, 12.5, 17.5 m
風 管 先 端 位 置	吹付け箇所から50m
送 風 量	1000 m ³ /min
集塵機処理空気量	1260 m ³ /min

3. 試験結果および考察

(1) 吐出量の影響

圧送エア流量を一定にして、コンクリートの吐出量を8～16m³/hrと変えて、粉じん濃度の変動を見たものが図-1である。この図から、吐出量12m³/hr, 16m³/hrはほぼ同じであるが、8 m³/hrでは粉じん濃度が高くなるのが分かる。

(2) ノズルと壁面との距離の影響

圧送エア流量を一定にして、ノズルと壁面との距離を1m, 2m, 4mと変えて、粉じん濃度の変動を見たものが図-2である。この図から、ノズルと壁面との距離が2m程

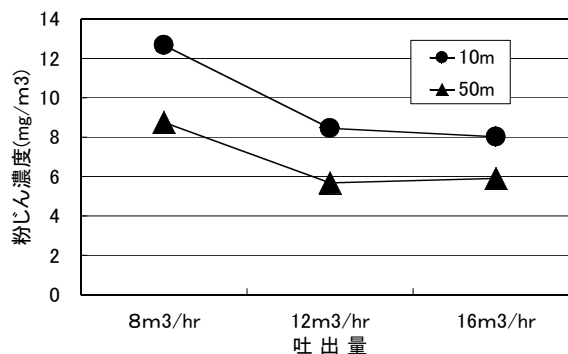


図-1 吐出量の影響

キーワード：吹付けコンクリート、施工条件、圧送エア流量、粉じん濃度

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 TEL 03-3977-2355 FAX 03-3977-2251

度が最小であり、それよりも大きくても小さくても粉じん濃度が高くなることが分かる。

(3) エア圧送距離の影響

圧送エア流量を一定にして、コンクリート圧送用の圧縮空気の挿入位置を変え、エア圧送距離を7.5m, 12.5m, 17.5mに変えて、粉じん濃度の変動を見たものが図-3である。今回の吹付けシステムでは12.5mが標準であるが、この時の粉じん濃度が一番小さく、これよりも近くても遠くても粉じん濃度が大きくなることが分かる。

(4) 急結剤添加の影響

圧送エア流量を一定にして、急結剤の添加率を7%, 5.5%, 0%に変えて、粉じん濃度の変動を見たものが図-4である。急結剤添加率5.5%と7%はほぼ同程度であったが、急結剤を添加しない場合は、粉じん濃度が若干高いことが分かる。

(5) 粉じんの発生、濃度

粉じんの発生は次のような機構によると考えられる。まずコンクリートが配管中をポンプによって圧送され、途中で圧縮空気によってほぐされ、閉塞されたフレキシブルホースの内部を高速で圧送される。ノズルから大気中に射出・開放される時に、セメントペーストが微細粒子として逸散し、また壁面に衝突してはね返った微細粒子が、粉じんとなって空気中に浮遊して粉じんとなる。

ここで、供給されるコンクリート量が同じであれば、圧縮空気量が多い時と少ない時では、閉塞されたフレキシブルホース内を移動する速度やノズルから大気中に射出・開放されるコンクリートを構成する粒子の速度が変わり、これが空気中に浮遊させる微細粒子の量を変動させて、粉じん濃度に影響するものと考えられる。また供給されるコンクリート量が少なくなれば、圧送エア流量が同一であっても、相対的な圧送エア流量が多くなって、結果として発生粉じんが多くなるものと考えられる。他方、ノズルと壁面との距離が近い場合は、壁面でのね返りが多くなり、遠い場合は壁面に到達するコンクリートが広い範囲に拡散するため、粉じん量が多くなると考えられる。

4. おわりに

吹付けコンクリートの施工条件と粉じん濃度については、経験的に知られていることが多く、今まで明確な関係が示された報告は少ないが、今回の試験によってそれらの一部が明確となり、粉じんを低減させたい場合の施工条件の変更の一助になれば幸いである。

なお本報告は、「ずい道建設における吹付け作業時の発生粉じん量の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の成果の一部であり、試験に携わっていただいた各位に深く感謝致します。

【参考文献】

1) 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，土木研究所資料第3911号，2003. 10. 8

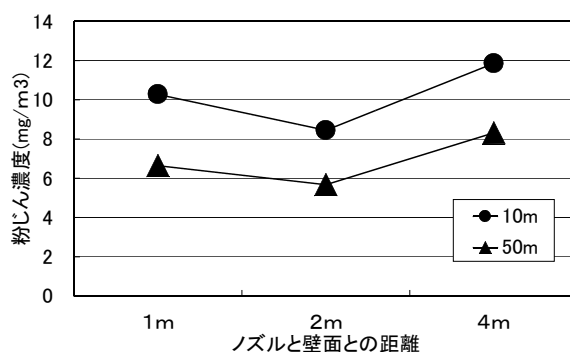


図-2 ノズルと壁面との距離の影響

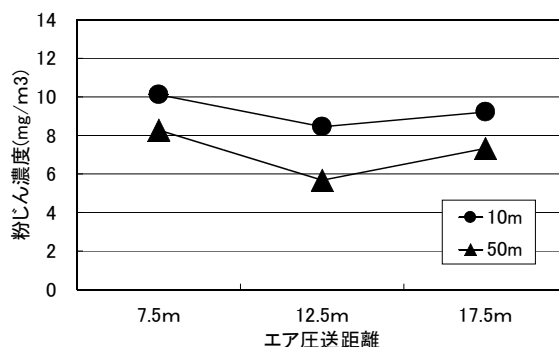


図-3 エア圧送距離の影響

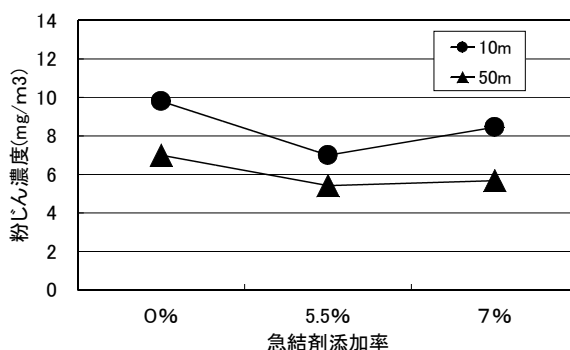


図-4 急結剤添加の影響