

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2）

アンダーセンサンプラーを用いた捕集粉じんの粒度分布について

独立行政法人土木研究所　F 会員　○波田　光敬

独立行政法人土木研究所　正会員　　大下　武志

独立行政法人土木研究所　正会員　　真下　英人

独立行政法人土木研究所　正会員　　井谷　雅司

独立行政法人土木研究所　正会員　　尾花誠太郎

1.はじめに

トンネル建設工事のうち、作業環境が最も厳しいとされるコンクリート吹付け作業について、粉じん低減技術の開発を目的として研究を行ってきた¹⁾。そして、様々な低減技術の効果を調べる目的で、実大規模の吹付け試験を行った。本報告は、その内のアンダーセンタイプのサンプラーを用いて捕集した粉じんの粒度分布の測定結果について報告するものである。

2.試験概要

試験は、所内の建設工事環境改善実験施設（以下、模擬トンネルと記す：延長 100m，断面積約 80m²）で行った。内空は、一般的な歩道付片側 1 車線道路を想定した断面形状をしており、送風機と大型集じん機によりトンネル工事の換気条件を再現することができる。

吹付け試験は 1 回に 20 分以上吹付けることとし、1 日

3～5 回実施した。今回の測定対象となる低減技術とその特徴を表 - 1 に示す。粉じんの捕集は、ローボリュウムエアサンプラーおよびアンダーセンタイプのサンプラーを用いて、切羽から 10m と 50m 離れた 2 地点で、高さ 1～1.5m の位置で行なった。吹付け試験毎に吹付け開始 10 分後から吹付け終了まで行い、サンプラーの捕集ろ紙を計量した。アンダーセンタイプのサンプラーにより捕集される粉じんは、8 段階に分粒される。なお、測定量にある程度確保するため、同一技術について 1 日分の合計を粒度分布の値とした。また、各技術区分とも 7～10 日の吹付けを行なったが、1 日毎の試験結果ではバラツキがあるため、粉じん粒度分布の平均を求めて比較を行なった。

表 - 1　測定対象とした低減技術

技 術 区 分	技術の特徴
エア吹付け・粉体急結剤	粉体急結剤で粉じん低減剤やスラリー急結剤を使った配合、あるいは ^ハ -スコンクリートを SEC 練りして粉じん発生量を低減
エア吹付け・液体急結剤	液体急結剤を使った配合により粉じん発生量を低減する
回転力方式による吹付け	エア（圧縮空気）を使用せず、回転力装置を吹付けロボットに取付けた機械により吹付粉じん発生量を低減する

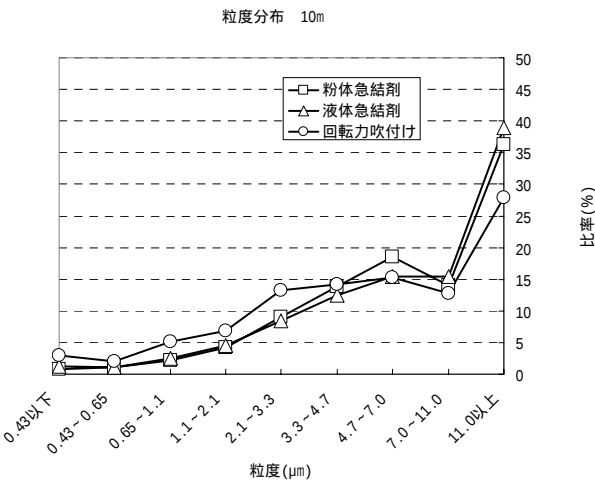


図 - 1　粒度分布(10m 地点)

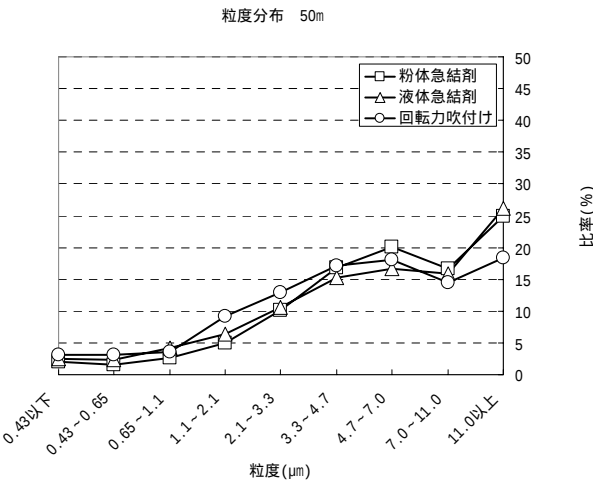


図 - 2　粒度分布(50m 地点)

3.結果と考察

(1)測定結果

キーワード：吹付けコンクリート、粉じん、低減技術、粒径、粉じん濃度

連絡先　〒305-8561　つくば市南原 1-6(独)土木研究所技術推進本部(施工技術)　029-879-6759　FAX029-879-6799

測定結果より、測定位置 10m と 50m の低減技術別の粒度分布を図 - 1 および図 - 2 に示す。いずれの技術でも 11 μm 以上と 4.7~7.0 μm に比率が高くなる粒度分布であることが分かる。11 μm 以上の比率は 10m で 30~40%あるのに対し、50m では 25%弱と大きく異なる。図 - 3 には各技術別に、11 μm 以上の成分を除いた粒度分布を示す。これらの図より 10m と 50m を比較すると、11 μm より粒径の大きな成分は、拡散に伴い沈降する。一方、11 μm 以下の成分は、ほぼ同じ粒度分布を保ちながら拡散することがわかった。

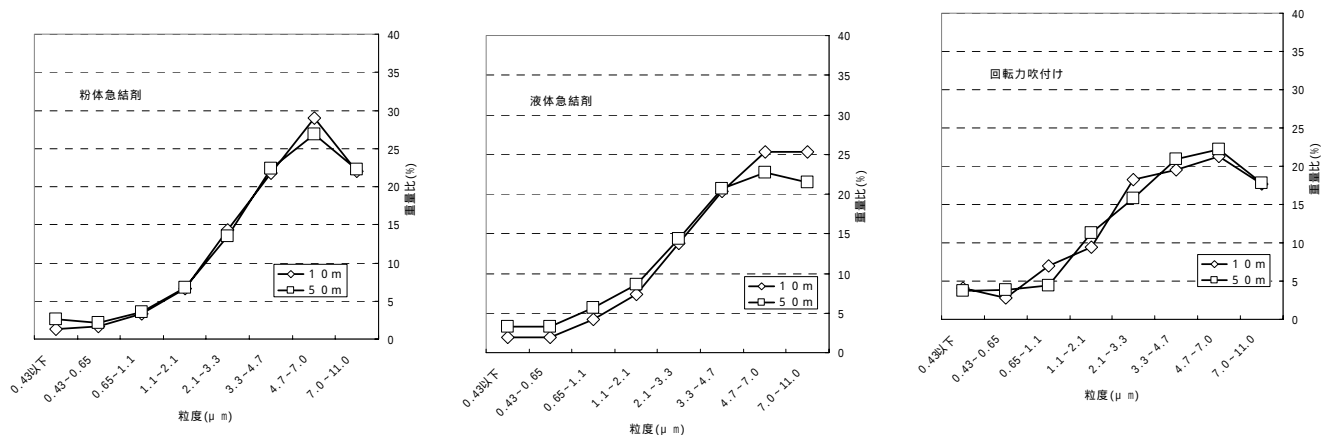


図 - 3 11 μm 以上の粒度を除いた各技術別の粒度分布

(2) 各低減技術の粒度分布比較

図 - 4 には図 - 3 における 50m の粒度分布について、粉体急結剤を 100 として基準化した場合の比較である。粉体急結剤に比べて、液体急結剤と回転力による吹付けは粒径の小さい成分を多く含み、粒径の大きい成分も少ないという傾向が見られる。この傾向は粉体急結剤・液体急結剤・回転力による吹付け方式の順に強く現れている。

(3) 粒度分布からの K 値の推定

粉じんの質量濃度換算係数 K 値（以下、K 値）は、デジタル粉じん計で測定された換算濃度(cpm)に乗じて質量濃度(mg/m^3)を算定するために用いる。粉じん 1cpm あたりの平均粉じん質量と考えることもでき、粉じん性状、測定環境、測定機器の特性などの諸条件により変化する係数である。

ここで、粉体急結剤による技術で発生する粉じんの K 値を 1 として、粉じんの 1 個当たりの体積は、各紙の平均捕集粒径を直径とする球体、密度は、どの粒径でも同じであるとの仮定から、粒度分布より他の低減技術の K 値を算定した結果(推定 K 値比)と実測 K 値を表 - 2 に示す。両 K 値は、粉体・液体・回転力の順に小さくなり、ほぼ同じ傾向を示している。このことより粒度分布の違いにより K 値が異なることが考えられる。

5. おわりに

これまでに急結剤の違いにより、K 値が異なることが確認されている²⁾。今回の試験により、吹付けによる粒度分布の違いが K 値の差に影響していることを定性的に確認することができた。なお、本報告は、平成 14~16 年度にかけて官民 19 機関で行った共同研究「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」で得られた成果の一部であり、関係各位に深く感謝致します。

参考文献 1) 大下：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、pp. 11 ~ pp. 30、2003. 10、

2) 大嶋ほか：高強度吹付けコンクリートの粉じん低減効果に関する検討、土木学会第 58 回年講、pp95 ~ 96、2003. 9

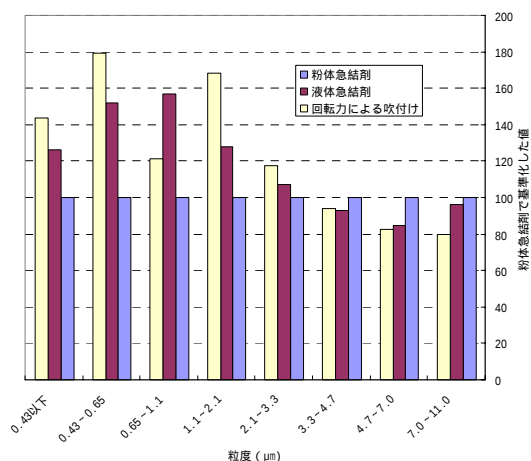


図 - 4 粉体急結剤で基準化した粒度分布

表 - 2 推定 K 値と実測 K 値比

技術	粉体	液体	回転力
推定 K 値比	1.000	0.935	0.819
実測 K 値	0.00259	0.00216	0.00207
実測 K 値比	1.000	0.834	0.799

(脚注：実測 K 値比：粉体の実測値を 1 とした場合の比)