

トンネル機械掘削時の発生粉じん特性と散水量との関係について

独立行政法人土木研究所 正会員 ○宇田川義夫

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 小林 悟史

1. はじめに

トンネル建設工事に伴って発生する粉じんに起因するじん肺症等の粉じん障害は、大きな社会問題となっている。特に機械掘削時には多量の粉じんが発生する。平成 12 年 12 月には労働省（現厚生労働省）より「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」¹⁾ が策定され、発生粉じん濃度 $3\text{mg}/\text{m}^3$ の目標達成が強く要請されている。

独立行政法人土木研究所では、平成 18 年度 4 月から、「山岳トンネルにおける機械掘削時の粉じん低減に関する研究」について、財団法人先端建設技術センターおよび民間会社 8 社と共同研究を進めている。本論は、機械掘削時の粉じん低減技術の開発を目的とした、土木研究所内の建設工事環境改善実験施設（延長 100m、断面積 80m^2 ）を利用した実物大トンネル模擬実験を行い、得られた実験結果から、発生粉じん特性（粉じん濃度・粒度分布）と散水量との関係について整理し考察を加えたものである。

2. 実験の概要

機械掘削の試験体は、岩盤を模擬した発泡モルタル及びコンクリートを使用した。一軸圧縮強度は、発泡モルタルで 20MPa、コンクリートで 20MPa、40MPa である。機械掘削機はロードヘッダ S-200 を使用した。

実験は、ロードヘッダにより模擬岩盤（発泡モルタル及びコンクリート）を切削し、発生した粉じんを粉じん測定機器により計測した。粉じん測定機器の配置は図 1 に示すように、デジタル粉じん計

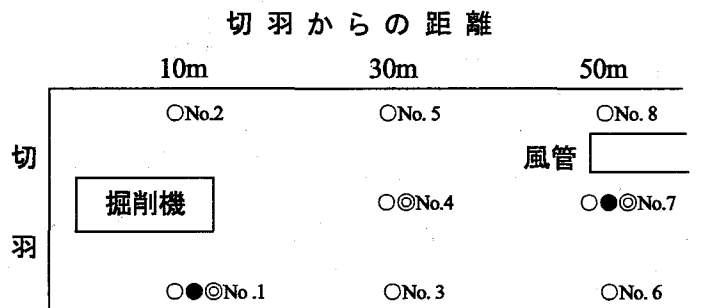


図1 粉じん測定機器配置図

(○:デジタル粉じん計 ●:ローボリュウムサンプラー ◎:アンダーセン式サンプラー)

(LD-3K) 8 台、ローボリュウムサンプラー (LV-40B) 2 台、アンダーセン式サンプラー (AM-200) 3 台により行なった。

3. 測定結果

今回の実験では、切羽から 10m 地点における粉じん濃度が $15\sim 725\text{ mg}/\text{m}^3$ 、切羽から 50m 地点における粉じん濃度が $4.5\sim 244\text{ mg}/\text{m}^3$ と発生粉じん量が非常に多く、基礎実験 10 ケースのうち 8 ケースがデジタル粉じん計の測定限界を超えてしまっていた。このため、発生粉じん濃度の評価はローボリュウムサンプラーの測定結果によった。実験ケース毎の測定結果をまとめたのが表 1 である。なお、散水条件の 10 口、20 口とあるのは、ロードヘッダのカッターヘッドについてある散水ノズルを用いた、散水したノズルの数である。それぞれの掘削対象において、送風量が同一のもの（表 1 で網掛けした部分）で比較すると、散水量が大きくなるほど 10m 地点及び 50m 地点での粉じん濃度が減少しているのが分かる。

これを図に示したのが、図 2 及び図 3 である。これより、ノズル 10 口の散水で大きな粉じん低減効果を発揮しているのが分かる。また、図 4 及び図 5 に、コンクリート (20MPa) で送風量 $1,000\text{m}^3/\text{min}$ の条件で、

切羽から 50m地点でのアンダーセン式サンプラーの結果（粒度分布）を示した。これより、散水量が無しとノズル 10 口では粒度分布の形状は同じであることがわかる。

表1 実験結果一覧表

掘削対象	送風量(m ³ /min)	散水量	10m粉じん濃度(mg/m ³)	50m粉じん濃度(mg/m ³)
発泡モルタル (20MPa)	1,000	無し	263	39
	1,000	有り(20口)	211	20
	600	無し	152	47
	1,500	無し	480	24
コンクリート (20MPa)	1,000	無し	85	31
	1,000	有り(10口)	42	19
	1,500	無し	380	31
コンクリート (40MPa)	1,000	無し	725	244
	1,000	有り(10口)	176	38
	1,000	有り(20口)	49	8
	1,500	有り(20口)	15	4.5

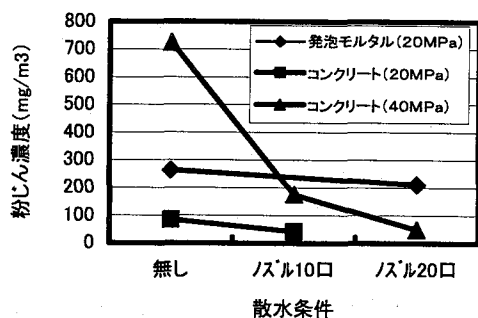


図2 散水量と粉じん濃度の関係(10m地点)

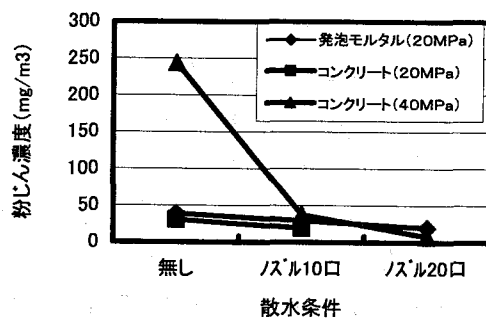


図3 散水量と粉じん濃度の関係(50m地点)

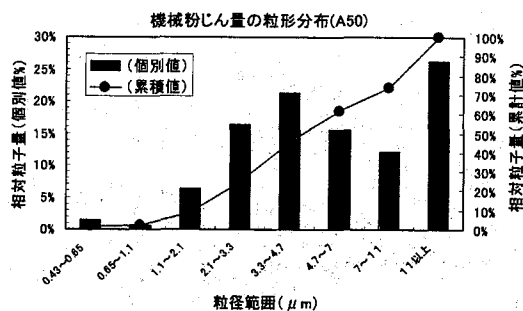


図4 コンクリート 20MPa(送風量 1,000m³/min, 散水無し)

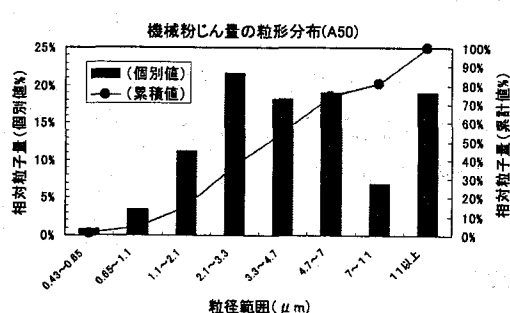


図5 コンクリート 20MPa(送風量 1,000m³/min, 散水ノズル 20 口)

4. まとめ

散水量を増やすと粉じん量の低減効果がある。コンクリート 40MPa の実験ケースでは、ノズル 10 口で大きな粉じん低減効果を発揮した。しかし、散水量を増やしても粒度分布に変化は見られず、じん肺症を引き起こす原因といわれる粒径 5 μm 以下の粉じん相対量を低減するのに至っていないことが明らかとなった。共同研究メンバーの(財)先端建設技術センター、鹿島建設㈱、カヤバシステムマシナリー㈱、清水建設㈱、菅機械工業㈱、西松建設㈱、日鉄鉱業㈱、㈱フジタ、㈱三井三池製作所)の関係各位には謝意を表します。

参考文献

- 1) 労働省：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、2000。