

VI-45 換気条件の違いによる粉じん浄化効果の比較実験結果と考察

機関組 技術研究所 正会員 木川田一弥
同 上 正会員 畠山 修
同 上 志野 和巳

1. はじめに

工事中トンネルで使用される換気設備の粉じん浄化に対する効果は、定量的には明らかでない点もあり、したがって効果的な換気方式や風管端の位置、風量などが十分に把握されていないのが実状である。本実験は換気による粉じん浄化効果を明らかにするために、換気条件の違いが粉じん濃度分布に与える影響を、模擬トンネルを用いた実験結果から比較検討したものである。

2. 実験概要

1) 実験装置 実験は長さ30m、断面積約7㎡のコルゲート鋼管製の模擬トンネル（高速道路2車線断面トンネルの上半断面部分の1/3スケールモデル）を用いて行った。模擬トンネルの概要を図-1に示す。粉じんはトンネル内切羽側中央部においた粉じん発生装置よりフライアッシュを定量的に発生させた。

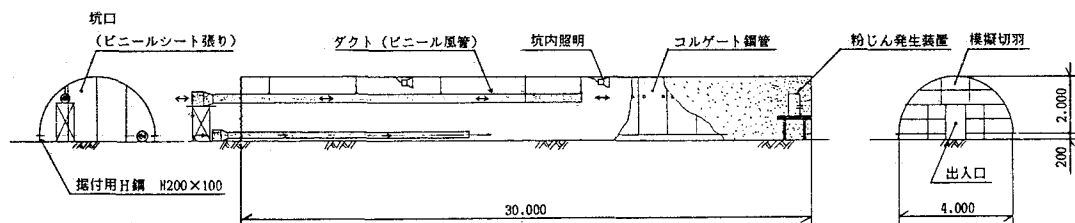


図-1 実験に使用した模擬トンネル（単位mm）

2) 実験方法 表-1に示した因子と水準により、実験計画法を用いて実験を行った。各因子の水準は、一般に実際のトンネル工事で採用されている値と、さらに粉じんの浄化に効果があると予想される値の2水準とし、トンネルの縮尺比に合わせ、長さに関するものは一般に用いられている数値の1/3、体積は $(1/3)^3$ とした。粉じん発生量に関しては縮尺をとらずに、模擬トンネル内の粉じん濃度を現場の吹付コンクリート作業時の濃度に合わせる方法を用いて水準を定めた。また粉じん濃度の計測は、粉じん発生点（切羽）から5mごとに高さ0.5mの位置で、デジタル粉じん計を用いて連続的に行った。

表-1 実験に用いた因子と水準

分類	因 子	水準数	(水準1)	(水準2)
粉 じ ん の 発 生	D 発 生 量	2	16 g/min	8 g/min
	発 生 位 置	1	切 羽 付 近	
	粉じんの種類	1	フライアッシュ	
換 気 設 備	W 換 気 方 式	2	送 気	排 気
	Q 換 気 風 量	2	40 m ³ /min	60 m ³ /min
	風管の設置位置	1	ト ン ネル 隅 部	
	L 風管端の位置	2	10 m	20 m

3. 実験結果と考察

1) 実験結果と現場実測値との比較 図-2は実際のトンネル上半切羽付近での吹付コンクリート作業時における粉じん濃度の計測結果と、換気条件を一致させた模擬トンネルによる実験結果との比較を示したものである。図より模擬トンネルの切羽から17m（実物トンネル長さでは約50mに相当）付近までは、両者の濃度がよく一致しているが、切羽からさらに離れるにしたがって、模擬トンネル内の粉じん濃度が現場の濃度より低くなっていることがわかる。これは実物トンネルでは、この付近の粉じん濃度が後方作業から発生した粉じんの影響を受けていたのに対し、実験では切羽以外の場所からの粉じんの発生がないためと思われる。したがって現場で後方作業を行っていない条件を考えれば、実験結果は現場における現

象を再現していると思われる。

2) 換気方式による粉じん濃度分布への影響（図-3）

排気式換気では、切羽から25m地点の濃度が、粉じん発生点に最も近い同5m地点の濃度の5%程度まで減少するのに対し、送気式では50%程度までしか減少していない。これは排気式では外部の清浄な空気がトンネル内に流入するのに対し、送気式では粉じんを含んだ空気がトンネルを通じて坑外に排出されるためと思われる。

3) 風管端位置による粉じん濃度分布への影響（図-4）

送気式換気では、換気風管端の位置を切羽に近づけた場合5m地点の粉じん濃度は低くなるが、多量の粉じんを後方へ運ぶため、10mより坑口側では逆に濃度が高くなっている。一方排気式換気では、風管端が切羽に近い場合、全体的に粉じん濃度は低くなっている。

4) 換気風量による粉じん濃度分布への影響（図-5）

送気式換気では、今回の実験範囲では風量を増加した効果が明確に見られず、逆に切羽から5m地点の濃度は風量の大きい方が高くなった。これは風量の増加＝風速の増加に伴って、切羽付近の堆積粉じんが再飛散したものと思われる。また排気式換気では、換気風量の大きい方が粉じん濃度が低く、特に5m地点ではその効果が著しい。

5) 送気・排気組み合わせ換気（図省略）

送気・排気を組み合わせた場合、粉じん濃度は送気式換気時と排気式換気時のほぼ中間的な分布を示した。

4. まとめ

以下に模擬トンネルによる実験結果をまとめる。

- ① 排気式換気では送気式に比較して、粉じん発生源から離れた地点での著しい粉じん濃度の低下が見られた
- ② 換気風管端を発生源に近づけることは、特に排気式換気では粉じん浄化に対する効果が大きかった。
- ③ 排気式換気における風量の増加は、切羽から5m地点の粉じん濃度の低下に効果があった。

5. おわりに

今後さらにデータの分析・蓄積を行い、粉じんの浄化効果だけでなく、作業性、経済性、保守性、安全性などを総合的に考慮した上で最適な換気設備を提案して行きたい。また今回の実験から粉じん濃度に与える影響は、粉じん発生量が最も大きく、粉じん浄化対策として粉じん発生量の低減が効果的であると推測される。今後は発生源対策も換気対策同様、積極的に取り組む必要があると思われる。

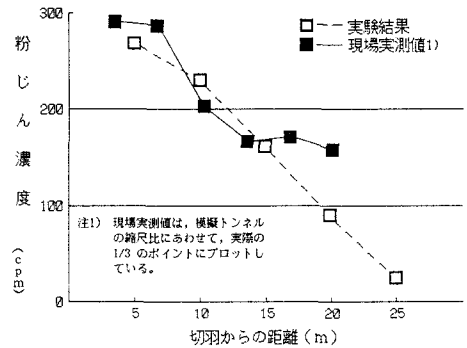


図-2 実験結果と現場実測値の比較

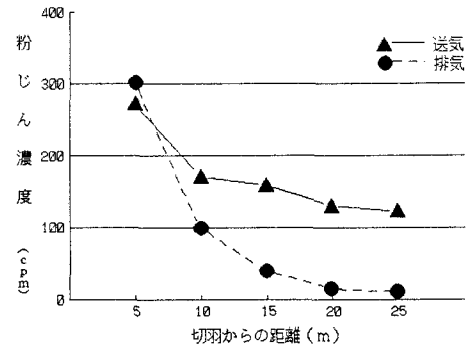


図-3 換気方式による粉じん濃度の変化

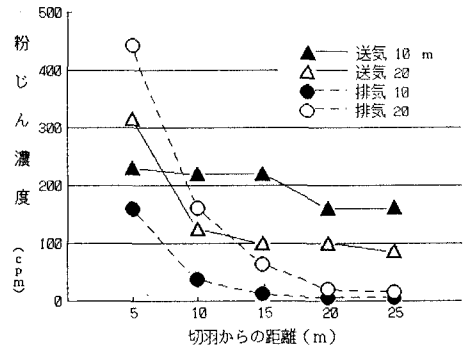


図-4 風管端位置による粉じん濃度の変化

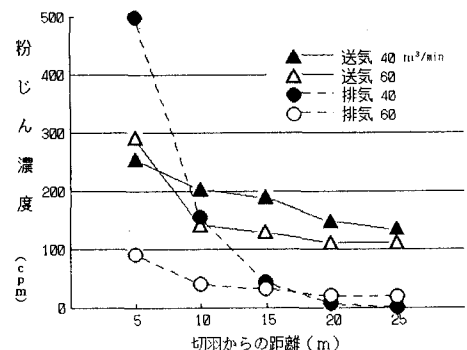


図-5 換気風量による粉じん濃度の変化