

掘削中トンネルの切羽近傍の気流と粉じん濃度の解析

金沢大学工学部 正会員 古内正美* 金沢大学工学部 正会員 金岡千嘉男*
 金沢大学工学部 因幡淳一* 産業医学総合研究所 明星敏彦

1. はじめに

山岳トンネルの建設工事では発破、重機による掘削、ずり積み下ろし及び運搬作業、コンクリート吹付け時に多量の粉じんが発生する。トンネル内の空気を清浄に保つために、ファンと風管を用いた換気が行われているが、換気量や換気手法は経験的に決定され、効率的な換気の指針が明確にされないまま運転されている。また、換気状態の評価指標である粉じん濃度は、現状では局所的な濃度分布が考慮されておらず、その値が正しい評価基準となっていない可能性がある。

本研究では、建設中の道路トンネルを例にとり、換気に伴う気流及び粒子挙動の数値解析を行って、流れ場や粉じんの濃度分布から換気効果に及ぼす換気手法、風管配置の影響、重機などの障害物の影響、粉じん濃度の評価手法について検討を加えた。

2 計算モデル

片側2車線の高速道路トンネル(全断面掘削、断面積約70m²)を参考に、トンネルをFig.1のようにモデル化し、FLUENTによる気流及び粒子運動の解析を行った¹⁾。換気方法は送気式および送排気式とし、風管の取付け位置、計算条件をそれぞれFig.2、Table 1に示した。計算には標準乱流モデルを用いて、Fluent ver.5.2で計算した。

Table 1 Calculation condition

Cross sectional area	:	70 m ²
Air inlet - Working face	:	50 m
Air outlet - Working face	:	100 m
Injection	:	1700 m ³ /min
Suction	:	2200 m ³ /min
Air tube diameter	:	1.7 m

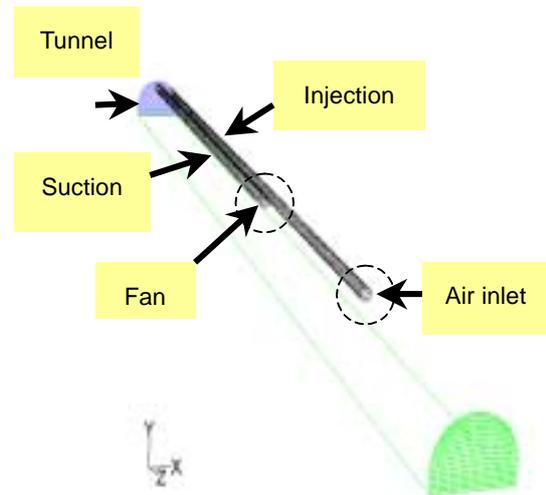


Fig.1 Computational model

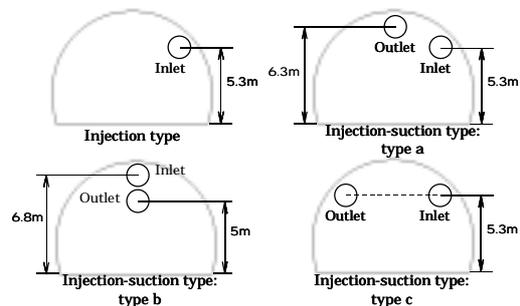


Fig.2 Configuration of air tubes

3 解析結果と考察

1) 粉じん濃度分布

切羽面 - 排気口間のトンネル床面からの高さ1.5mの面における平均濃度と換気量の関係を各換気方式についてFig.3に示した。送気式の場合には換気量によらず粉じん濃度はほぼ一定しているが、送排気式の場合には換気量によって変化し、粉じん濃度が最小になる換気量が存在する。また、Fig.4に示すように、粉じん濃度分布はトンネル内で一様ではなく、切羽付近では平均濃度に比べて著しく

濃度が高いことから、平均濃度を評価指標とするのは適当でないと考えられる。

2) 障害物の影響

建設用重機を模した直方体の障害物 (W3 m × D8 m × H2 m) を切羽近くに設置したときの流れ場を、種々の換気手法について障害物が無い場合と比較した。この結果、障害物後方には渦が発生して切羽側へ戻る流れが形成され、切羽 - 障害物間の粉じん濃度が高くなることが分かった。

3) 粒子の挙動

切羽面で種々の大きさの粒子が発生した場合の粒子の運動軌跡を解析した。Fig.5 に粒径と切羽面で発生した粒子のうち排気管から排出されるものの割合を各換気方式について示した。ただし、トンネル内壁に衝突した粒子は全て付着することを仮定している。100 μ m の大径粒子は切羽面近傍に沈着しているのに対し、10 μ m 以下の微粒子は排気口まで到達している。粒子の排出割合は換気方式によって異なり、送排気式 C では 10 μ m 以下の粒子のおよそ 80% が排出される。

4) おわりに

以上得られた結果は次の様にまとめられる。

- 1) 換気方式によっては換気量の増加は粉じん量の減少をもたらさない。
- 2) 切羽近傍で粉じん濃度は顕著に高くなり、平均的な濃度を評価指標とするのは適当でない。
- 3) 切羽近くの障害物後方には渦流れが形成され、切羽 - 障害物間の粉じん濃度が増加する。
- 4) 排気口から除去される粉じんの割合は粒径と換気方式によって異なる。

参考文献

- 1) Kanaoka C., K.O.Lee, K. Ohmata, M. Furuuchi and T. Myojo (1999). Numerical calculation of fluid and particle motions near the working face of a tunnel under construction, in Proc. 1st Asia Aerosol Conf., Nagoya, 201.

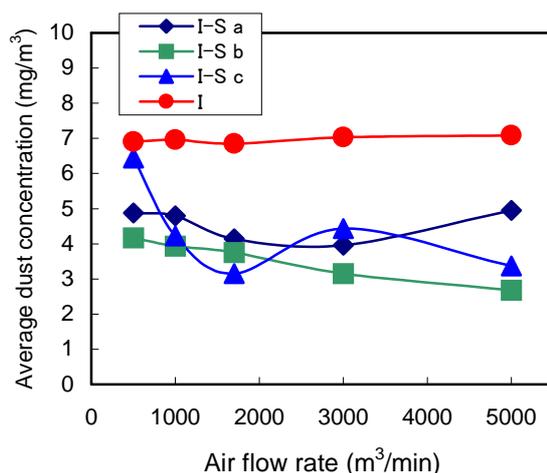


Fig.3 Average dust concentration plotted against the air flow rate for different ventilation pattern

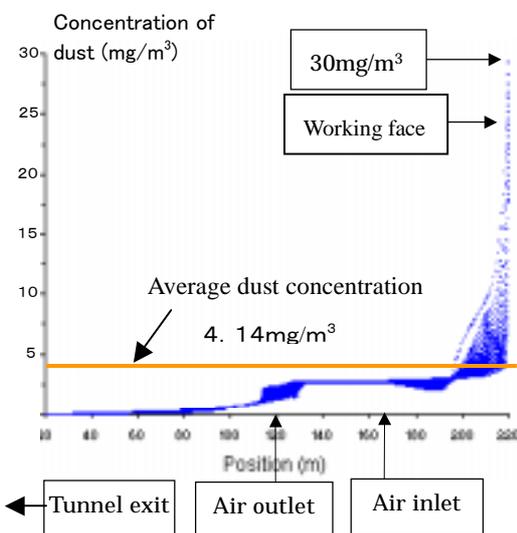


Fig.4 Dust concentration distribution along tunnel at the height of 1.5m

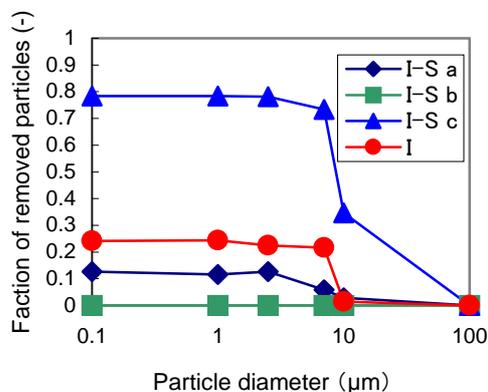


Fig.5 Fraction of particles removed from the air outlet.