

株式会社 間組 技術研究所 正会員 ○松垣 光威
 島山 修
 木川田 邦

1. まえがき

工事中のトンネルにおける切羽付近の空気浄化は、安全施エや作業環境の整備の面から欠くことのできない重要な課題であるが、一般に設けられている換気・集じん設備は、空気浄化のシステムとしてみた場合必ずしも満足できる状態とは言えないのが実状である。その最大の原因として、切羽付近での気流の挙動が十分に把握されていないことがあげられる。そこで本研究では、まず最初に切羽付近の気流を把握することとし、実トンネルにおける調査および模型を用いた気流実験を行って換気・集じんの合理的設計に資することにした。本文は、これらの結果に、3の考察を加え報告するものである。

2. 実験概要

2-1 実験項目

トンネル断面積が、
 36 m²程度の標準的な
 単線トンネルの切羽付
 近をモデルとし、幾何
 相似で 1/3 縮尺の模型
 を用いて、以下の調査
 を行った。仕様を表-
 1に示す。

表-1 仕 様			
項 目	実 物	模 型	縮 尺 比
トンネル断面	馬蹄形 36 m ²	正方形 4 m ² (2 m × 2 m)	(1/3) ²
ク 長さ	切羽より 40 m 区間	13 m	1/3
換気設備風量	300 m ³ /min	11 m ³ /min	(1/3) ³
ク ダクト口径	φ 600 mm	φ 200 mm	1/3
ク 先端位置	切羽より最大距離 30 m	10 m	1/3
集じん機風量	200 ~ 500 m ³ /min	8 ~ 19 m ³ /min	(1/3) ³
ク 吸排気口径	φ 600 mm	φ 200 mm	1/3
局所ファン風量	200 m ³ /min	8 m ³ /min	(1/3) ³
ク 口径	φ 600 mm	φ 200 mm	1/3

(1) 再現性および相似則の確認と評価

相似則の評価のうち空気浄化設備の風量縮尺比は、当社で施工中のトンネルで行った現地調査結果と模型内の気流調査結果を比較して評価した。

(2) 各状態における切羽付近気流の調査

換気・集じん機器の配置および処理風量の違いによる切羽付近気流の変化の把握を目的として、下記の項目について調査した。① 送気式換気状態 ② 排気式換気状態 ③ 送気式換気状態において集じん機を設置した場合 ④ 排気式換気状態において集じん機を設置した場合 ⑤ 補機として局所ファンを併用した場合

2-2 実験方法

模型の構造を図-1に示す。空気の動きの観察は、格子状に配した吹き流しにより行なうが、吹き流しが動かない程度の微風は、煙により風向きを判定し、風速は熱線風速計により測定した。

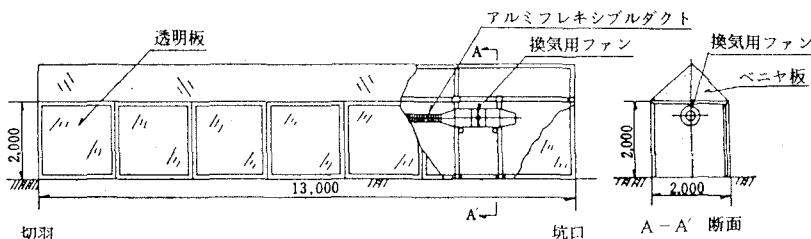


図-1 トンネル模型 (単位 mm)

3. 実験結果および考察

3-1 再現性および相似性の確認と評価

再現性については、実物、模型とも測定中の風向、風速の周期的変動は少なく、比較的安定した流れであることがわかった。また、実物、模型間の相似則については、定性的な傾向はほぼ一致しているが、定量的には模型における結果が理論風速比3:1よりやや大きな値を示している。

3-2 各状態における切羽付近気流の調査

実験結果をもとに、単線断面程度のトンネル切羽における気流の流れ方について2, 3の考察を加える。

(1) 送気式換気状態 代表的な流れ方について列挙すれば以下のとおりである。概念図を図-2に示す。

① 送気式換気①を行うと、切羽付近に流れ域が発生する傾向がある。

② ①の状態では集じん機を換気吹出口と切羽との間に設置する場合、⑥のように流れ域内に集じん機を設置すると流れ域は小さくなり、③のように換気流れ域内に設置すれば大きくなる傾向がある。

③ 切羽付近に連する循環換気流を発生させる吹出口の位置は、切羽から最大12~15m程度の位置と考えられる。

④ 換気吹出口が、③の位置以上に切羽から離れる場合には、切羽との間に④、⑤のように補助用の局所ファンを置くか、または吹出口の向き、設置高さを工夫すれば、切羽から最大30m程度まで離しても、流れ域は発生しないものと思われる。

(2) 排気式換気状態 代表的な流れ方について列挙すれば以下のとおりである。概念図を図-3に示す。

① 排気式換気①を行うと、換気吸込口付近から切羽までの間は流れ域となる傾向がある。

② ③、④のような配置で集じん機を組み合わせる場合は、切羽付近の流れ域を解消することは難しい。

③ ⑤~⑥に示したような流れ域を生じさせないためには、排気式換気装置の吸込口を切羽から2~3m以内に接近させて設置しなければ効果がないと言える。

④ しかし、①~⑥に例を示したように集じん機や局所ファンを併用すれば、この吸込口を切羽より30m程度まで離しても流れ域を解消することが可能となる。

4. あとがき

今回の実験結果から、単線断面程度の工事中のトンネル切羽付近の気流について、空気浄化設備を用いた場合の挙動とある程度把握することができたものと思われる。今後は、現場実測データの採取、模型との相似性の検討、模型実験、現場実験の実施、設計用ノモグラムの作成などを進めてゆく予定である。

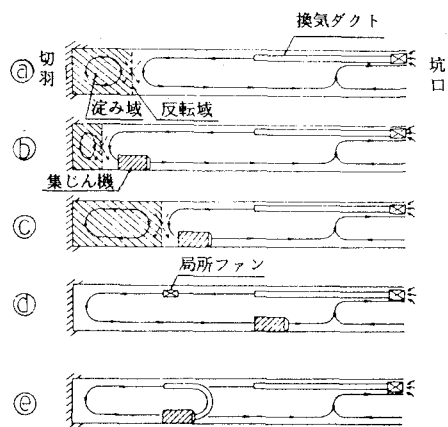


図-2 送気式換気状態の概念図 (トンネル縦断面)

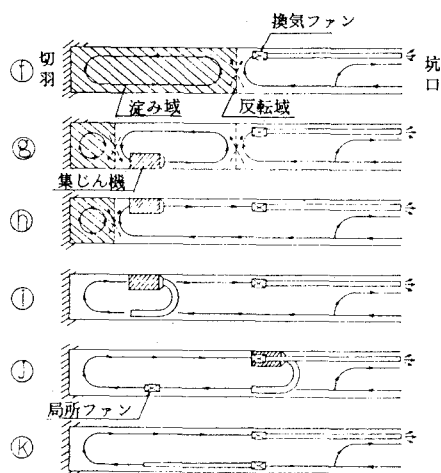


図-3 排気式換気状態の概念図 (トンネル縦断面)