

トンネル掘進切羽における局部通気に関する研究(第2報)

—壁面噴流の到達距離—

九州共立大学工学部 正会員 中山 伸介

九州共立大学工学部 正会員 亀田 伸裕

九州共立大学工学部 正会員 成富 勝

1. はじめに

坑道やトンネルを構築していく作業の先端部である掘進切羽では、通常、局部ファンと風管による強制通気が行われる。これは他の作業個所に比べて地山に近い領域内での掘進では、ガス・熱の坑道内への流入量が多くなる事が予想され、さらに掘削により粉塵なども発生するので、これらの有害な物質を希釈・排除させるのに十分な風量を確保するためであり、より安全でかつ良好な作業環境を実現するには、これらの効果的な制御が必要である¹⁾²⁾。本研究では吹き出し通気を行う掘進切羽の空気の流れのパターンを明らかにするために室内実験を行い、その結果について検討した。第1報³⁾では、同軸噴流の到達距離(Penetration Depth)について調べた。本報では、壁面に接した風管から風が吹き出す壁面噴流の到達距離について調べた。

2. 実験装置および実験方法

まず、直径 0.8m、長さ 4 m の硬質塩化ビニール製スパイル管を 2 本つなぎ、円形断面の掘進切羽の模型を作成した(図 1)。この模型の中に、長さ 4 m の塩化ビニール製の風管を床面に接するように設置した。この風管の一端にフレキシブルダクトとファンをつなぎ、切羽面に風を送り込むようにした。トンネル内の天井部には、測定装置をつり下げるためのレールを設置した。

このレールにつり下げた風速計(アネモマスター風速計 Model6071)と切羽面との間隔を変化させ、風管の中心線上の任意の箇所において 30 秒間に 250 回の割合で、風速に比例する電圧を測定した。この電圧を、マルチメーターを介してパソコンに取り込み風速に変換した。風管から吹き出す風量は風管の直径 D により異なるが、その範囲は、 $0.13 \sim 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度である。

本実験では、風管の吹き出し口と切羽面の間隔(以後、風管距離 L と呼ぶ)と風管の直径 D を変化させて測定を行った。風管距離 L は、4~5m、風管直径 D は、0.1, 0.15, 0.2m の 3 種類である。

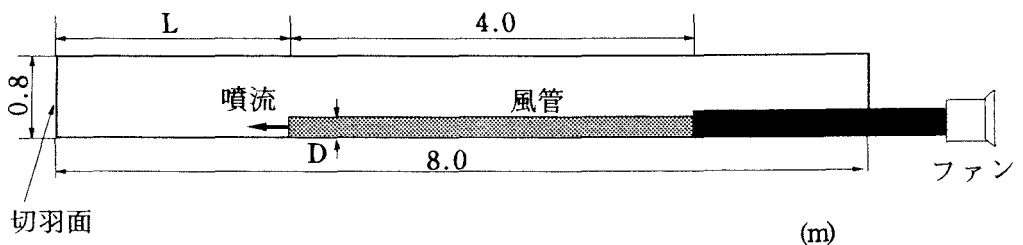


図 1 掘進切羽模型の概略図

3. 実験結果の比較・考察

測定により得られた噴流の最大速度の減衰曲線の一部を図 2~図 4 に示す。これらの図は、噴流中心軸における風速と吹き出し口ー測定点間距離との関係を風管距離別に示しており、順に風管直径 D を、0.1m, 0.15m, 0.2m に設定して得られた結果である。なお、縦軸の風速は無次元化し、対数で表している。

これらの図から、吹き出し口から 1 m 以内の領域では、速度一定の助走区間を示し、その後緩やかに速度が減少している様子がわかる。この減衰の程度が最も大きいのは、風管の直径 D が 0.2m の場合である。こ

の理由として、次のことが考えられる。つまり風管から吹き出した噴流は、切羽面に衝突した後、逆向きの戻りの流れに変わる。風管の直径が大きければ大きいほど、噴流とこの逆向きの戻り流れの接する領域が大きくなる。これにより、噴流の運動量が低下し、減衰が大きくなる。

次に到達距離について述べる。本研究では、無次元速度が吹き出し速度の0.02となる点と吹き出し口との間隔を到達距離とする。図2～図4の比較から、 $D=0.15\text{m}$ の場合に噴流は最も遠くまで届いているが、どの直径においても、到達距離は、おおむね4.5m前後であることが理解できる。これは、既報で示した同軸噴流における到達距離2.5mのおよそ1.8倍である。

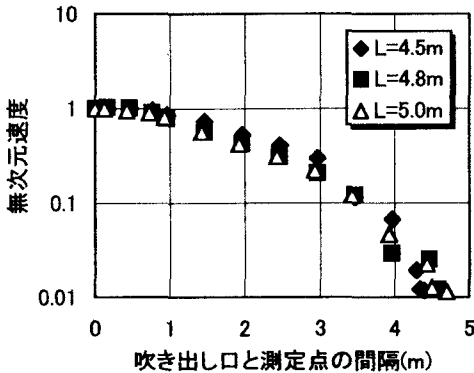


図2 噴流の中心軸上の速度と風管距離Lの関係($D=0.1\text{m}$)

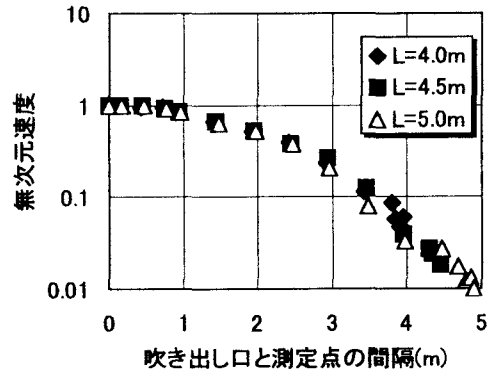


図3 噴流の中心軸上の速度と風管距離Lの関係($D=0.15\text{m}$)

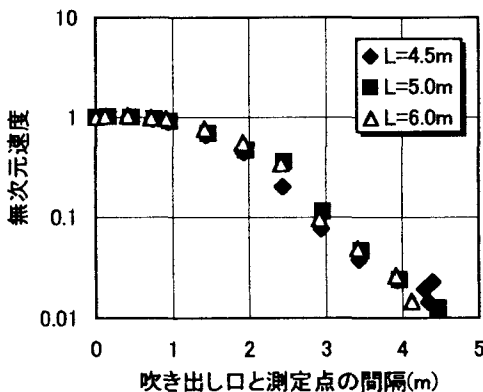


図3 噴流の中心軸上の速度と風管距離Lの関係($D=0.2\text{m}$)

4. おわりに

本研究では、円形断面を有する掘進切羽における壁面噴流の風管距離と風管の直径が到達距離に与える影響を明らかにするために室内実験を行い、その結果について検討した。

これにより、掘進切羽のような閉鎖空間においても、風管を壁面に接するように設置する方が、そうでない場合に比べて到達距離が延びることなどを見出した。

今後は、風管の位置と到達距離との関係についてさらに調べていく予定である。

参考文献

- 1) 中山・内野・井上：掘進切羽における3次元風速測定とCFDの適用—局部通気を行う作業箇所における環境条件の解析（第2報）—，資源と素材，Vol.112，No.9，pp.56-62，(1996)。
- 2) 中山・内野・井上：掘進切羽におけるメタンガスの流動シミュレーション—局部通気を行う作業箇所における環境条件の解析（第3報）—，資源と素材，Vol.114，No.4，pp.17-23，(1998)。
- 3) 中山・亀田：トンネル掘進切羽における局部通気に関する研究（第1報），土木学会西部支部（2001）