

掘進切羽における吹き出し通気の到達距離に関する研究 一壁面噴流の場合一

九州共立大学 正会員 中山 伸介
九州共立大学 正会員 亀田 伸裕
九州共立大学 正会員 成富 勝

1. 目的

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る。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。本研究では吹き出し通気を行う掘進切羽における空気の流れのパターンを明らかにするために室内実験と数値解析を行い、その結果について検討した^{1) 2)}。第1報³⁾では同軸噴流の到達距離(Penetration Depth)について調べたが、本報では壁面に接した風管から風が吹き出す壁面噴流について調べた。

2. 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 4m の塩化ビニール製の風管を壁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、このレールにつり下げた風速計（アネモマスター風速計 Model 6071）と切羽面との距離を変化させ、風管の中心線上の任意の箇所において 30 秒間の平均風速を測定した。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 L を 4.0～5.0m、風管直径 D を 0.1, 0.15, 0.2m に変化させて測定を行った。

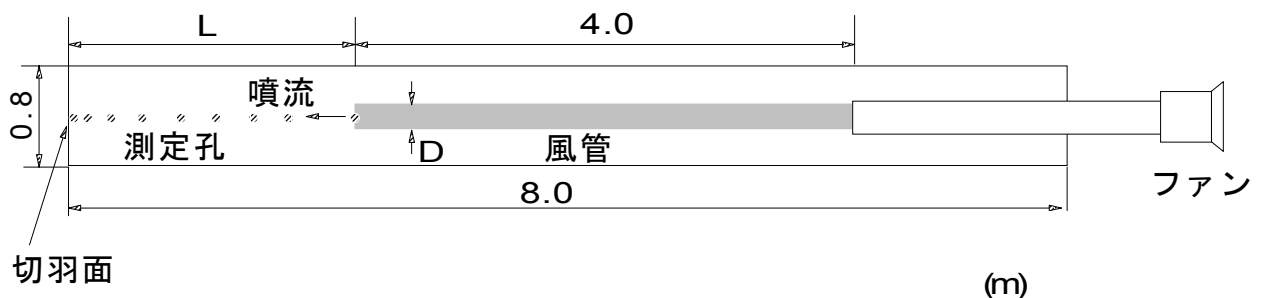


図 1 掘進切羽模型の概略図

3. 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例を図 2 と図 3 に示す。これらの図は、噴流中心軸における無次元化速度と吹き出し口－測定点間距離との関係を L 別に示しており、それぞれ風管直径 D を、0.1m と 0.2m に設定して得られた結果である。

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。風管の直径が大きくなるにしたがって、この逆向きの戻り流れと接する領域も大きくなる。

キーワード：掘進切羽、局部通気、到達距離、同軸噴流、トンネル、掘削

連絡先：北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8, TEL (093)693-3215, FAX(093)693-3258, naka@kyukyo-u.ac.jp

これにより、噴流の運動量が低下し、減衰が大きくなる。このような切羽面付近の複雑な流れは、図4に示す数値流体力学的手法により得られた速度ベクトル図にも現れている。

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と図3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。

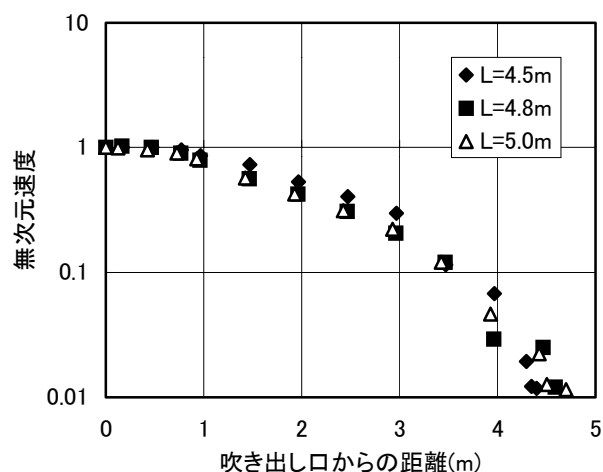


図2 壁面噴流の減衰($D=0.1\text{m}$)

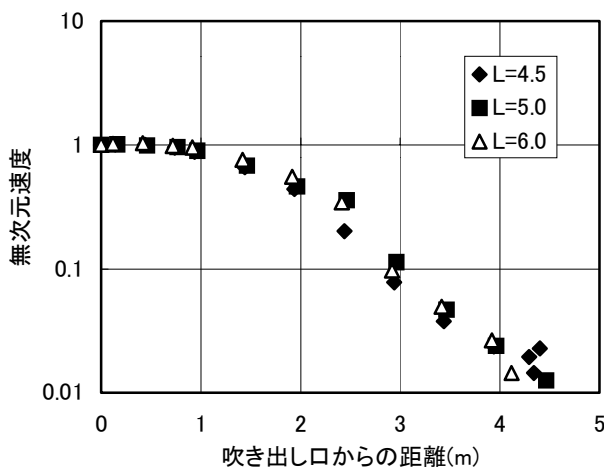


図3 壁面噴流の減衰($D=0.15\text{m}$)

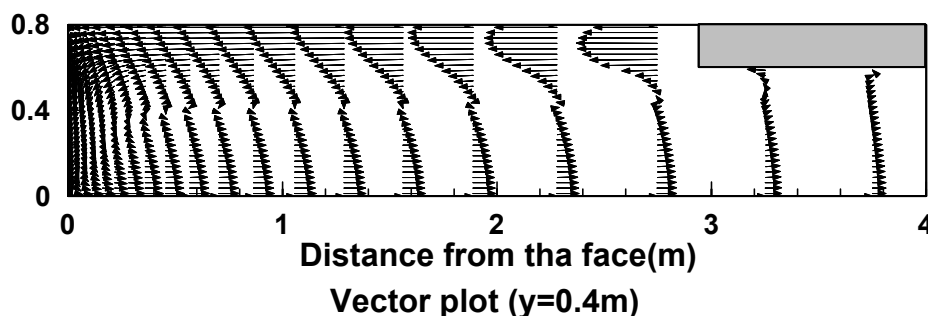


図4 掘進切羽における中央鉛直断面の速度ベクトル図（数値解析, $L=3\text{m}$, $D=0.2\text{m}$ ）

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。その結果、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れば、到達距離が比較的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：掘進切羽におけるメタンガスの流動シミュレーションー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）ー, 資源と素材, Vol.114, No.4, pp.17-23, (1998).
- 2) 一ノ瀬・中山・内野・井上：掘進切羽におけるメタンガス濃度の実測とCFDによるシミュレーション, 資源と素材, Vol. 114, No. 11, pp. 769-775, (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）