

VI-68

数値解析を用いた工事中トンネル切羽付近の粉じん濃度予測

顧問組 技術研究所 正会員○木川田一弥
同 上 正会員 畠山修

1. まえがき

工事中におけるトンネル内空気浄化対策の一つとして使用されている換気・集じん設備は、粉じん対策として見た場合、その容量、方式、設置位置等に関する明確な設計基準がなく、個々のケースで経験的に決めているのが実情である。そのため必ずしも合理的な設備がなされているとは言えず、特に作業員の集中する切羽付近の空気浄化が十分でない例も少なくない。われわれは、これら設備の合理的設計手法の確立を目的に、トンネル内の粉じん濃度分布を数値解析により予測することを試みた。今回、当社が開発した粉じん濃度予測プログラム「CLEAR」を用いて、断面積80 m^2 程度の実物のトンネルを対象に、切羽付近の粉じん濃度分布を予測し、実測値との比較による評価を行ったので結果を報告する。

2. 解析概要

解析は粉じんを輸送する気流および粉じんの拡散に関する方程式を、3次元の差分方程式で離散化して行った。このうち気流解析には、近年多くの分野の流れ解析に使用されている $k-\epsilon$ 法による乱流解析を適用した。解析手順は図-1に示すように、まず換気設備によって生ずるトンネル内の気流分布を計算し、次にこの気流状態での粉じんの拡散を計算して濃度分布を求めるものである。

今回対象としたSトンネルの概要を図-2に示す。図中の斜線部は地山を、黒で塗った部分は送気式の換気吹き出しダクトを示している。解析に用いたメッシュ数は、トンネル軸方向52、横方向26、高さ方向19の合計25688メッシュである。

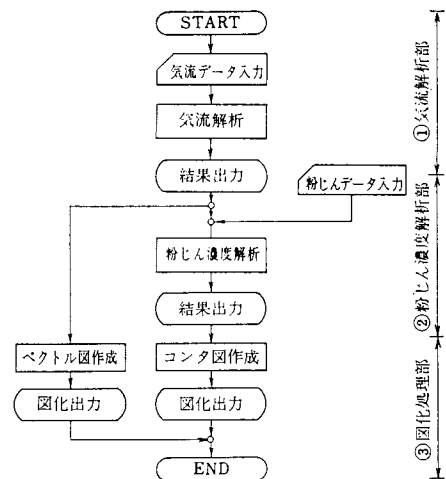


図-1 解析フロー

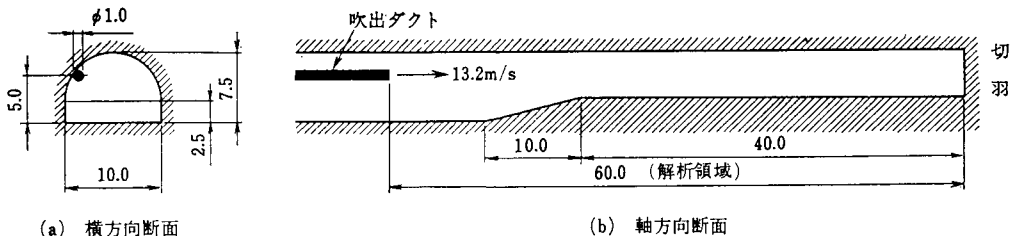


図-2 解析の対象としたSトンネル（単位：m）

3. 解析結果および考察

図-3、図-4は解析および現場実測で得られたトンネル上半盤上1.5mの位置における気流分布である。両図を比較してわかるように、ダクトより吹き出された気流が切羽まで到達せず、ダクトから約30m付近で方向を変えて坑口方向に戻る様子や、これとは反対方向の流れが切羽付近に発生する様子などの、Sトンネルにおける特徴的な気流分布が解析によって良く再現されている。一方、図-5は図-3の気流状態において、切羽付近（図-5中のD点）での吹付コンクリート作業による粉じんの発生を想定した時の、

上半盤上1.5mの位置における濃度分布の解析結果である。これに対し図-6は吹付コンクリート作業時の実測結果から得られた同位置における粉じん濃度分布である。これらの図から解析結果は、切羽付近の領域での粉じん濃度分布をほぼ再現しているといえる。また図-7は、トンネル中心、上半盤上1.5mの高さの位置における粉じん濃度の解析値と実測値の比較である。この図から解析値は、切羽に近い領域で実測値とよく一致していることがわかる¹⁾。

以上の結果をまとめると、解析結果は実物のトンネル切羽付近の気流、粉じん濃度分布をよく再現しており、本手法がトンネルにおける粉じん濃度予測の有効な手段になり得ると考えられる。

4. あとがき

本手法によって工事中トンネルの最適な換気・集じん設備計画を行うためには、各トンネルにおいて換気・集じん設備容量や設置位置などを変えた数ケースの解析を実施する必要がある。しかし現状では一ケースの解析に長時間を要するため、本手法と実験などを組合せることにより、トンネル工事における作業環境の改善に役立てて行きたいと考える。最後に、特に数値解析の御指導いただいた東京大学生産技術研究所村上周三教授に謝意を表します。

（参考文献）

- 1) 木川田・須山：工事中のトンネル切羽付近における粉じん濃度分布，間組研究年報，1986。

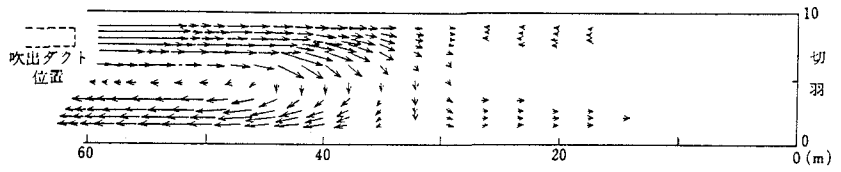


図-3 気流分布解析結果

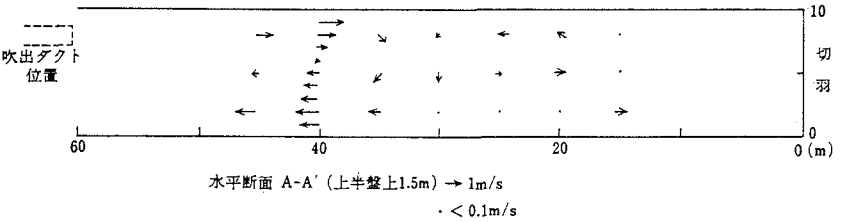


図-4 気流分布計測結果

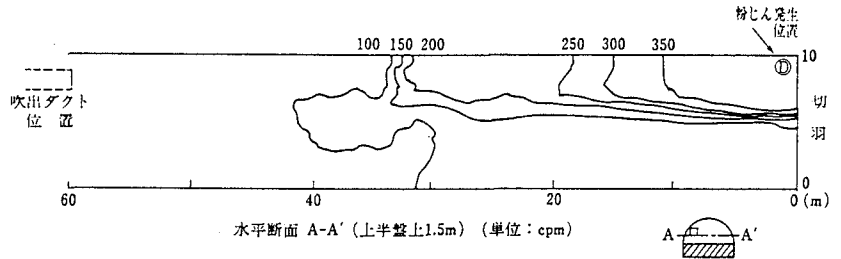


図-5 粉じん濃度分布解析結果

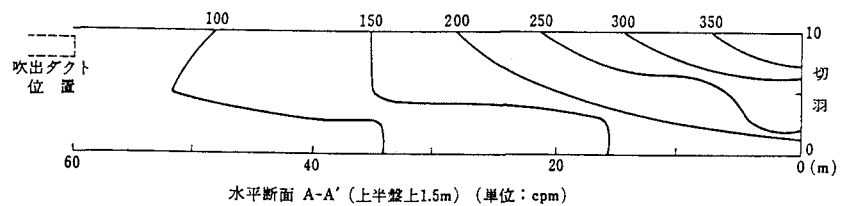


図-6 粉じん濃度分布計測結果

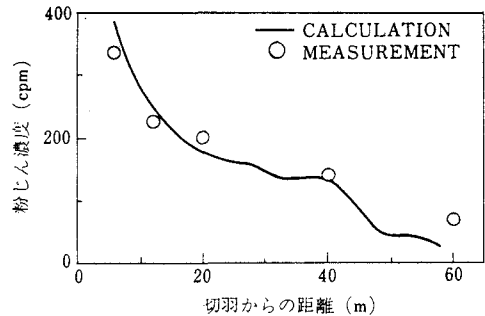


図-7 粉じん濃度の解析値と実測値の比較