

IV-199

一方向交通トンネルの集中換気における換気パラメータの推定

東北大学 学生員 ○小野寺俊和

東北大学 正 員 武山 泰

1. はじめに

集中換気が行われる一方向交通トンネルに対して、トンネル内の濃度分布およびその時間変動を適切に評価できる換気モデルはいまだ確立されていない。本研究においては、一方向交通の集中換気トンネルに対して考えられるいくつかの換気モデルについて、換気のシミュレーション結果と実際のトンネルにおける濃度測定値とを比較することにより、各モデルにおける換気パラメータを推定するとともに、最適な換気モデルについて検討することを目的とした。

2. 換気モデル⁽¹⁾

ここで考えるシミュレーションモデルは、図-1のように、トンネル内を微小区間に分割し、 $\Delta t = 1$ 秒毎の各微小区間毎の汚染物質の収支から各区間の濃度変動を求めていくものである。対象とするトンネル内微小区間をIとし、その前後の区間をそれぞれ、I-1、I+1とする。

対象とする区間を、前回の濃度計算時以降の1秒間に自動車が行き止まりする場合、その自動車は、その走行量に見合った汚染物質を微小区間に排出する(図-1①)。

また、強制換気が行われる場合には、

換気塔に向かう換気風により、汚染物質が移動する(②)。この換気風による物質の移動のみを考慮するのが最も単純な縦流換気モデルとなるが、ここでは濃度勾配に従う軸方向拡散による移動(③)を合わせて考慮したモデルと、自動車交通により引き起こされる換気風と反対方向の空気の流れによる移動(④)を考慮したモデルについて検討を行った。

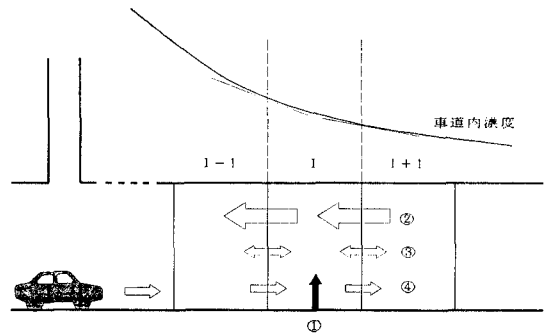


図-1 換気モデル（微小区間の汚染物質収支）

2-1 軸方向拡散の影響を考慮した場合（軸方向拡散モデル）

軸方向拡散の影響を考慮する場合、汚染物質は濃度勾配に従い、濃度の高い方から低い方へと移動する。このとき区間Iでの汚染物質の収支は次式となる。

$$C_{I-1} \cdot Q + E_I - C_I \cdot Q + \frac{C_{I-1} - C_I}{dx} \cdot A \cdot D + \frac{C_{I+1} - C_I}{dx} \cdot A \cdot D = dC_I \cdot A \cdot dx \quad (1)$$

ここで、 Q : 換気風量(m^3/s) E_I : 区間Iに排出される汚染物質(m^3) dx : 微小区間の延長(m)

A : トンネル断面積(m^2) D : 軸方向拡散係数(m^2/s) dC_I : 区間Iの濃度変動

2-2 交通風を考慮した場合（対向流モデル）

集中換気が行われるトンネルにおいては、換気塔から出口側では、強制換気による換気風と交通の方向が逆となる。この区間において、自動車交通により換気風とは逆方向の風が引き起こされることを考慮したモデルが対向流モデルである。

ここでは、トンネル内の風速計により換気風速が測定されているものとして、その換気風とは別に、換気

風にパラメータ k を掛けた風量が自動車交通により引き起こされることを考えることとする。このとき、汚染物質の収支は次式となる。

$$C_{i-1} \cdot Q + E_i - C_i \cdot Q + C_{i-1} \cdot k \cdot Q - C_i \cdot k \cdot Q = dC_i \cdot A \cdot dx \quad (2)$$

3. 実測値とシミュレーション結果の比較

この2つの換気モデルについて、仙台西道路青葉山トンネル上り線の出口から100mの地点におけるCO濃度の実測値とシミュレーション結果との比較を行った。

実測値については、換気機械の運転状態が同一の条件について1時間の実測値から平均の濃度、換気風速を求めた。

シミュレーションにおいては、対応する時間の交通量・大型車混入率をもとに乱数により車頭時間(シフトした指数分布)、車種(大型・小型)および排出ガス量(対数正規分布)を与えた。計算に用いた車種別の排出係数を表-1に示す。この値は、昭和63年度に青葉山トンネル下り線(縦流換気)での実測値から推定したものであり、この路線を走行する車両の特性を反映したものと考えられる。換気風速については、実測値(平均)を用いた。

比較においては、換気パラメータとして、軸方向拡散係数の値を20, 40, 60, 70, 75, 80, 100の7種、また交通風の影響のパラメータ k を

0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6の7種の値を用いてシミュレーションを行い、実測値との比較を行った。

図-2に軸方向拡散を考慮した場合の実測値とシミュレーションによる推定値の散布図を、また、図-3に交通風の影響を考慮した場合の結果を示す。

軸方向拡散を考慮した場合、軸方向拡散係数の値を大きく変化させても、シミュレーションにより得られる濃度分布はほとんど変化しない結果となった。

4. まとめ

今回の解析においては、CO濃度の1地点の測定値のみについて検討したが、今後、他の測定点、また、透過率の測定値のデータを含めて、一方向交通の集中換気トンネルに対する換気モデルを検討していく。

〔謝辞〕トンネル内濃度値のデータ収集においてご協力いただきました建設省東北地方建設局仙台工事事務所ならびに西国道出張所の皆様、また、データ解析にご協力いただきました当研究室卒業生望月靖之君に感謝致します。

参考文献

- (1) 武山：一方向交通の集中換気トンネルにおける換気モデルの検討，平成元年度東北支部講演概要，pp. 406-407
- (2) 武山：自動車からの排出ガス量の分散の推定，土木学会第44回年講概要 第4部，pp. 212-213

表-1 計算に用いた排出量⁽²⁾

物質	平均値		標準偏差	
	大型車	小型車	大型車	小型車
CO	0.218	1.26	3.95	3.99
ばい煙	3.12	0.029	1.39	0.424

単位(CO: g/km・台，ばい煙: m²/km・台)

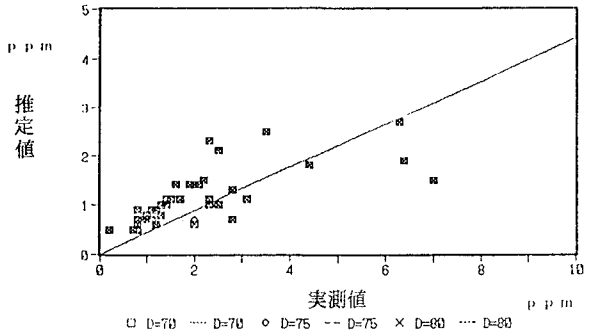


図-2 軸方向拡散係数Dについての計算結果

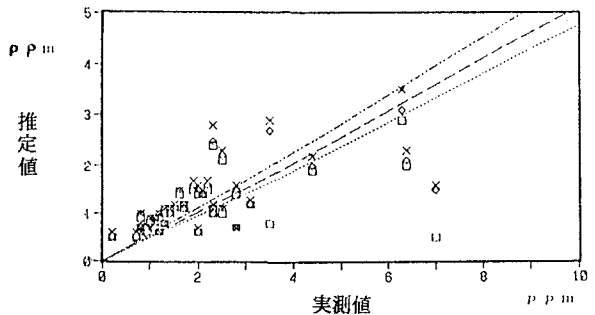


図-3 交通風の影響パラメータkについての計算結果