

坑口周辺における自動車排出ガスの拡散

京大. 工 学[○]田中正晴, 学 田中秀穂, 正 西田 薫, 正 山本剛夫

1. はじめに 自動車道路の新設に伴い, 環境対策の面から自動車トンネルの計画が増加している。この場合, 坑口周辺における自動車排出ガスの汚染が問題となる。そこで, 本研究では, 風洞を用いて模型実験を行い, 坑口周辺の自動車排出ガスの拡散現象を把握し, 汚染濃度を予測するモデル式を導きその妥当性について検討を行った。

2. 風洞実験 Fig. 1 に示す回転円盤に, 縮尺200分の1程度の坑口を地上および地下部に設置し, 3風向の坑外風向にて拡散実験を行った。実験条件はTab. 1に示す。坑口はFig. 2に示す構造で, トレーサーガスとしてエタンを用いた。

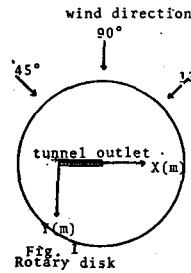
3. 実験結果の解析 地上と地下坑口の排気方向の濃度減衰を比較したのがFig. 3である。次に濃度分布を比較すると, Fig. 4に示すように高濃度領域が異っている。以上の比較から坑口周辺の道路構造の拡散に与える影響が大きいことが推察される。

4. モデル化 厳密な立場をとれば, 排気風と坑外風の流れ場を坑口周辺の道路構造なども考慮して解析する必要がある。しかし, 簡単化のためバフ中心の移動を次の2方法でモデル化した。排気風を噴流で近似し, 坑外風と重ね合わせる放物線型と, バフ移動速度の単位時間当りの減衰は排気風速と坑外風速の差に比例するという指数型とである。指数型によるバフ中心の軌跡を次式に示す。座標はX軸が排気方向, Y軸が風下方向である。

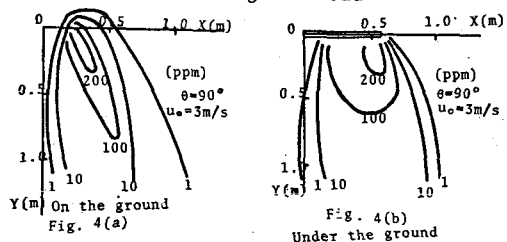
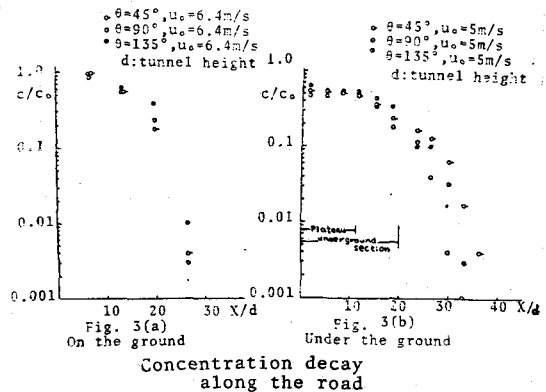
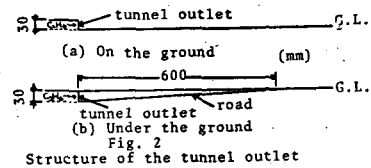
$$\chi_p = \frac{U_i - W \cos \theta}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t'}) + W \cos \theta \cdot t' \quad (1)$$

$$y_p = W \sin \theta \cdot t' \quad (2)$$

ここで, W : 坑外風速(m/s), U_i : 仮想点源[α_i (m)]での排気風速(m/s), θ : 風向(deg.)



	on	under
wind vel. (m/s)	1	1
exhaust vel. (m/s)	3	3
	6.4	5



Contours by experiment.

α : 速度減衰係数(sec^{-1})である。放物線型は $\alpha \div 5$ で指数型に近似的に一致する。Eg.(1)(2)を用いて地上濃度を求める式は次のようになる。濃度は完全反射として2倍している。

$$C(x, y) = 2 \int_{x_1}^{x_2} dC = \int_{x_1}^{x_2} \frac{2 \cdot Q \cdot dt'}{(\sqrt{2\pi})^3 \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{x-x_p}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y-y_p}{\sigma_y}\right)^2\right]\right\} \quad (3)$$

$$\sigma_x = \sigma_{x0} + \sqrt{2D_x t'}, \quad \sigma_y = \sigma_{y0} + \sqrt{2D_y t'}, \quad \sigma_z = \sigma_{z0} + \sqrt{2D_z t'}$$

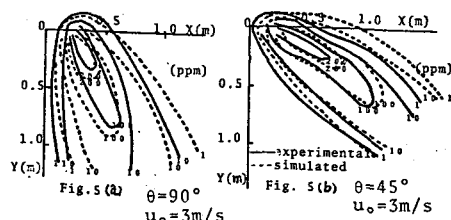
$\sigma_{x0}, \sigma_{y0}, \sigma_{z0}$: 初期拡散幅(m), Q : 排出強度(g), D : 拡散係数(m^2/s)

地下坑口の場合 Fig. 3 に示すように坑口近傍の濃度減衰が小さいため、この部分を n 個の点汚染源と見なして Eg. (3) を用いると、地上濃度分布を求める式は

$$C_{\text{tot}}(x, y) = \sum_{i=1}^n C_i(x - a_i, y, Q_i) \quad (4)$$

となる。 Q_i は実験から得られる値である。 a_i は連続の式から近似的に求められる。

5. 結果 数値積分によって得られた結果を以下に示す。地上坑口における実験結果と比べると Fig. 5 に示すようによく一致している。しかし、地下坑口の場合には単一の点汚染源では対応できなくなるので、前述のように Eg. (3), (4) を用いてシミュレートした。一例を Fig. 6 に示す。風向が 45° の場合、高濃度領域はよく一致している。 90° の場合にはおよその分布パターンが一致しており、 135° の場合にも同様のことが言える。実験結果と計算結果の対応する点の濃度に関して単回帰分析を行ってみると(相関係数は Fig. 6 に併記)相関係数は $0.8 \sim 0.9$ 程度である。以上のことから、このモデル式において地下坑口の場合も適用できることが確認された。しかし、周辺地形が今回の実験では平坦であったため、このモデル式を複雑な地形に適用する場合にはさらに研究が必要と考えられる。



Comparison between obs. and cal.

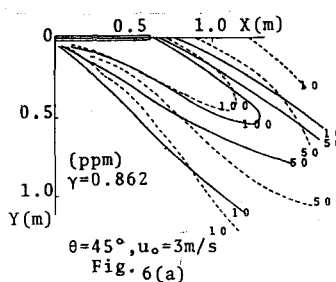


Fig. 6(a)

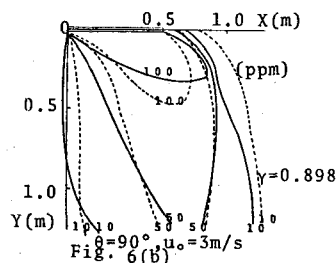


Fig. 6(b)

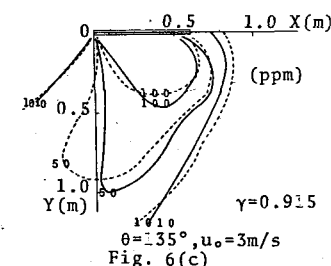


Fig. 6(c)

Comparison between obs. and cal.

— experimental
--- simulated

Parameters

$w = 0.8 \text{ m/s}$
 $\alpha = 5.0$
 $n = 5$
 $D_x = 0.02 \text{ m}^2/\text{s}$
 $D_y = 0.02 \text{ m}^2/\text{s}$
 $D_z = 0.002 \text{ m}^2/\text{s}$
 Q_i : observed value

γ : correlation coefficient