

トンネル内自動車走行風の数値実験

Numerical Experiment of wind generated by automobiles

- 近藤裕昭, 産総研, 茨城県つくば市小野川 16-1 産総研西事業所, kondo-hrk@aist.go.jp
 富塚孝之, みずほ情報総研, 東京都千代田区神田錦町 2-3, takayuki.tomizuka@mizuho-ir.co.jp
 Kondo, Hiroaki, AIST, AIST-west, 16-1 Onogawa, Tsukuba, 305-8569, Japan
 Tomizuka, Takayuki, Mizuho Information & Research Institute, 2-3 Kanda-Nishikicho, Chiyoda, Tokyo, 101-8443, Japan

In order to make a model to calculate the wind generated by traffic, the wind flow in a road tunnel was calculated with a standard k-ε model (α-FLOW) and compared with observation data in an actual road tunnel. The proposed model uses similar terms to those of an urban or plant canopy model, and the coefficient is estimated from the traffic volume in the road tunnel as the first guess. Then the coefficient is corrected with relationship between the coefficient obtained from calculated wind and observed wind.

1. はじめに

自動車走行により引き起こされる風や乱流は、道路沿道拡散やトンネル内換気等に大きく影響する。ここでは道路沿道拡散の問題に応用することを目的に、自動車走行風および乱流をCFDモデル内に導入することを試みている。使用するCFDはRANSのk-εモデルである(α-FLOW)⁽¹⁾。このような自動車走行風をモデル化するにあたり、長さ450mの自動車専用道路トンネルにおける風の測定結果との比較を行った。

2. 計算の方法

自動車走行風のモデル化はMochida et al.⁽²⁾と同様の手法を用いた。すなわち、標準k-εモデルの運動方程式、k方程式、ε方程式にそれぞれ次のような付加項をつける。

$$\text{運動方程式}(x \text{ 成分}): F = C_1(\langle u \rangle - U_{veh})\langle u \rangle - U_{veh} \quad (1)$$

$$k \text{ 方程式} \quad F_k = (\langle u \rangle - U_{veh})F \quad (2)$$

$$\varepsilon \text{ 方程式} \quad (\varepsilon/k)C_2F_k \quad (3)$$

ここで係数 C_1 については、自動車交通量と大型車混入率を考慮し、

$$C_1 = \frac{1}{2} c_0 (\Delta/U_{veh}) \times (N/3600) \quad (4)$$

のようにまず仮決めをする。ここで c_0 は実効抵抗係数であり、大型車混入率の関数として小型車の抵抗係数0.3と大型車の抵抗係数0.9の間の値をとる。また、 Δ は流れ方向の格子長、 U_{veh} は自動車の車速(ここでは時速80kmとした)、 N は時間交通量である。計算領域は内側領域と外側領域の2つに分け、外側領域を長さ800m、幅300m、高さ300mにとり各境界からの流出・流入は無いものとした。また水平方向の格子間隔を20mとした。外側領域の中に長さ700m、幅280m、高さ180mの領域をとりさらにこの中に長さ450m、幅100m、高さ50mの直方体の山を置き、この下部中央にトンネルを設置した。トンネル開口部は、水平方向に10m高さ方向に6mのほぼ半円形である。トンネル断面内で水平方向に24格子、鉛直方向に14格子(約40cmの解像度)、トンネル長さ方向には10mの格子間隔を取った。トンネルの内外に、大型車が通行する領域、小型車が通行する領域をそれぞれ直方体にとり、この中でのみ上記のモデルを設定した。計算は自動車排熱を考慮せず、中立状態で行った。式(3)の C_2 はとりあえず1.0とした。またトンネル内壁には滑面上の対数則を適用した。

3. トンネル実験データ

トンネルでの風の実測値は、トンネル入り口から約21mの地上2m、トンネル壁から0.3mの位置でギル風速計で取得された。風速は10秒間隔で1時間平均値に整理されている。また大型車・小型車別時間交通量も測定されている。

4. 計算結果

実測データが取得された平日の1日の24時間についてまず計算を行った。本研究の主な目的は式(1)-(3)の係数 C_1 を求めることである。このため、(4)式によって仮決めした係数 C_1 と計算された風の測定点に最も近い格子点での風速の関係を作成した(Fig.1)。これによれば、係数は計算された風速の4次関数

$$C_1' = 8.6 \times 10^{-6} u^4 - 5.4 \times 10^{-5} u^3 + 3.5 \times 10^{-4} u^2 - 1.5 \times 10^{-4} u + 3.2 \times 10^{-6}$$

で近似できる。したがってこの4次式を用いて実測風から逆に C_1' を求めると、原理的にはこの係数によりモデル内で実測風と同じ強さの風が計算されるはずである。

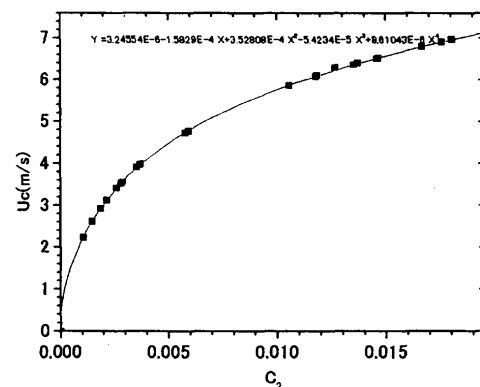


Fig.1 The relationship between C_1 (C_2 in the figure) and calculated wind velocity near the wall.

5. おわりに

道路沿道拡散モデル(RANS)に自動車走行風・走行乱流の影響を組み込むため、自動車走行風モデルの開発を行っている。本研究ではその手始めにトンネル内で実測された風速を元に、自動車走行方向にのみエネルギーが伝えられるとして自動車交通量と車速から推定されるモデル定数を修正することにより決めることを試みた。今後はトンネルでない場所における実測値との比較を試みていく。

謝辞 本研究は環境省地球環境保全等試験研究費(公害防止等)により行っている。

参考文献

- (1) 富士総合研究所編, 汎用流体解析システム-Fuji-RIC/a-FLOW、丸善、(1993)。
- (2) Mochida, A., Hataya, N., Iwata T., Tabata, Y., and Taniguchi, N., Yoshino, H. Watanabe, H., Proc. 6th ICUC, (2006), pp. 196-199.