

大気汚染に関する風洞実験(4)

——トレーサーガスの拡散に対する障害物の影響——

京都大学工学部 正員 庄司光 山本剛夫 西田薫

学生員 上田玄雄 奥村知一

1. 緒言

前回の報告¹⁾において筆者等は風洞内床面に設置された二次元模型の後方に生じる乱れ領域内の風速分布、乱れの状態、トレーサーガスの拡散に関する実験結果を報告した。本報では引き続き断面が正弦波状の二、三の二次元模型を使用して、乱れ領域内の特異な拡散状態についての定性的考察を加えた結果を報告する。

2. 実験の概要

使用した二次元模型は、前回では頂長の高さが $d = 20\text{ cm}$ で、正弦波状及び半円形の断面を持つ長柱であったが、今回は高さがそれぞれ $d = 10\text{ cm}$ (Model Type-2), 5 cm (Model Type-3) の正弦波状模型を使用し、前回の 20 cm の正弦波状模型 (Model Type-1) と合わせ比較した。風速測定及び濃度測定に使用した機器類はおおむね前回の通りである。

3. 実験結果及び考察

熱線風速計を使用する事により模型後流 (wake) 内の平均風速分布、乱流強度 $[=(\text{変動速度の RMS}) / (\text{平均風速})]$ 分布を実測した。図 1 (a), (b) はその一例である。また図 2 は乱流強度が 5% である英を結んだ線 (一英鎖線) と、模型前方の種々の高さ ($H\text{ cm}$) から塩化アンモニウムガスを流しこめを写真撮影により読み取った煙の上端を結んだ線 (実線) を示している。図 1 に見られる様に模型後流内では運動量の減少に伴う著しい風速の低下と、乱れの増加を示した。また図 2 から分る事は、5% 等乱流強度線はほぼ $x^{0.4}$ に比例して増加し、この領域内に入ったガスはほとんどこの領域外へ出ず、顕著な down draught の傾向が観察される。なお図 1 の分布形は Model Type-1, 2, 3 に関してその流下距離 x/d において一致を示さずむしろ絶対長さの所で一致する傾向を見せた。これは長さを相対値 $x/d, z/d$ で相似させても空気の Reynolds 数 (従って動粘性係数 ν) と相似させる事は出来ないためであると思われる。

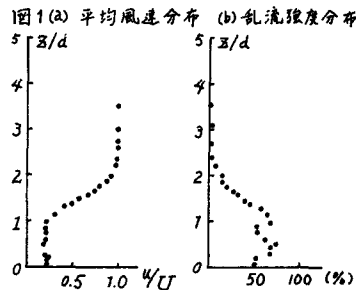
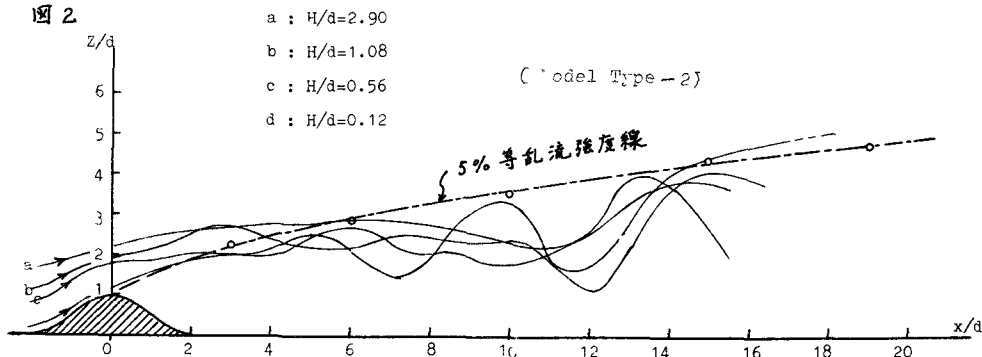


図 2



次に熱線風速計によって得られた変動風速のデータを電磁オシログラフに記録し、その読み取りデータから Euler 的な自己相関係数 $R(\tau)$:

$$R(\tau) = \frac{\overline{u'(\tau)u'(t+\tau)}}{\overline{u'^2}}$$

及びその Power Spectrum Density $F(n)$:

$$F(n) = 4 \int_0^{\infty} R(\tau) \cos 2\pi n \tau d\tau$$

をデジタル電子計算機により計算し求めた。図3, 4はその一例である。図3より, lag time が約100 msecで相関が零となりそれ以降は低相関ながら周期的変動を示す事が分かる。この周期成分は後流内に吹き降す大きな渦の影響と見られ、また図4のスペクトル図が周波数が約2~3 cpsでピークを示すことと比較すると、この様な低周波の大きな渦が down draught に着じるしく関与している事が予想される。

次にエタンをトレーサガスとして後流内における濃度分布の実測を行なった。図5は後流内の一断面における濃度の鉛直分布を、図6は風速と地上軸上濃度との関係を、図7は放出口高度と地上軸上濃度との関係を示している。これらの図から放出口高度×模型高さの約3倍になると後流の上方を煙が通過するため鉛直濃度分布は正規分布に近い形を示すが、放出口高度がこれより低くなるにつれ徐々に非対称分布となり地上汚染が強くなる事、更に風速が弱くなるにつれ地上濃度が著じるしく高くなる事が分かる。

4. 結言

以上の風速、乱れ、濃度の実測結果からも分かる様に模型後流内では特異な風速分布、乱れを示すため濃度分布は著じるしく非対称となり、従来の Fickian 式或は現象論的な正規分布を基礎とした拡散方程式ではそのまま説明する事が出来ない。従って今後はこの様なデータをプログラムに組み込んで数値解析的に拡散方程式を解く予定をしている。なお今回の実験では風向を実測する事が出来なかったが、これは重要なファクターであるため今後なんらかの方法で定量化したいと考えている。

[参考文献] 1) 昭和42年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集Ⅱ~41 (P. 175)

