

—拡散係数に関する検討—

京都大学工学部 正員 庄司 光, 山本 圭夫, 口田 豊
 " " 学生員 八木 康雄, 金子 珠四郎

1. 講 言

最近、大気汚染対策の問題が非常に重要なになってきて、現地においていそゞら実験観測が行なわれている。しかし、自然現象は非常に複雑であり、種々の限界のために条件のひとでは、到底十分な結果は得られない。そこで本研究では、大気汚染現象が風、温度、湿度およびこれらの熱力学的な気象条件と地形などに大都市構造とに大きく支配されることが着目し、風洞内にこれらの条件の再現を行ない、野外実験では得られない普通的な結論を、模型実験より導く基礎資料を得るため、拡散係数について簡単に検討を加えたので、以下これらの大要について報告する。

2. 実験装置および実験方法

風洞はエッセル型であり、測定部は長さ 5.6 m、幅 2.5 m、高さ 1.5 m である。実験用乱流制御カードに設置した径 22 mm の塗装管で作製されたメッシュサイズ 9 cm, 12.5 cm の二種の方形格子を作られた乱流場を行なわせた。風速、変動速度の測定には定温度型熱線風速計とこれに付随して線形化増巾器を接続して使用し、記録には電磁式シログラフを用いて変動速度の相關係数を求めた。

トレーサーガス実験はエタンをトレーザーガスとして使用し、エタンボンベから流量計を通して連続点源となりうる直径 1 mm のステンレスパイプより、風洞内気流と同一方向、同一速度にてした。連続点源の位置は横方向に平行中央部、風洞床面より 4.8 cm、格子から軸方向に 24.2 cm 離れた位置に設けられた。上記実験に設定された平均風速は 2 ~ 6 m/sec であった。

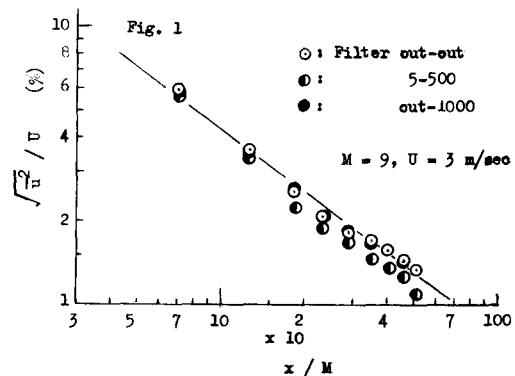
3. 実験結果と考察

3~1. 等方性の検定 X型エレメントを用いて変動速度の rms $\sqrt{u^2}$, $\sqrt{v^2}$, $\sqrt{w^2}$ を測定した結果、各種条件において、 $\sqrt{u^2}/\sqrt{v^2} = 1.01 \sim 1.16$, $\sqrt{u^2}/\sqrt{w^2} = 1.01 \sim 1.21$ であり平均して約 10% の範囲内であり、実験的には等方性の假定が成立すると考えられる。

3~2. 乱流の減衰 I型エレメントを風洞に付属したプローブ移動装置により付近軸方向に移動させ、乱流強度 $\sqrt{u^2}/U$ を測定し、 x/M に対して面対数紙にプロットすると、Fig. 1 のようになり、面対数紙上で平行直線を近似され、閑数型、

$$\log(\frac{\sqrt{u^2}}{U} \times 10^2) = -A \log(\frac{x}{M}) + B \quad (1)$$

で表わされ、最小自乗法により、定数 A, B を算出すれば、減衰式が算出される。 $M = 9 \text{ cm}$, $U = 3 \text{ m/sec}$ のときには、 $A = 0.99$, $B = 1.44$ となり、地



の条件の場合にも、A は約 0.8、B は約 1.55 付近にあり、 $\sqrt{U}/\sigma + x/M$ の関数は対数紙上では直線となる。

3~3. 自己相関係数 I 型エレメントを用いて、各種条件下で変動速度を記録し、記録チャートから、時間で圧縮を読みとり、電子計算機 KDC-I によって、式 2 で表される $R(\tau)$ を計算した。

$$R(\tau) = \frac{\bar{u}(t)u(t+\tau)}{\bar{u}^2} \quad (2)$$

$M=9 \text{ cm}$, $U=2.36 \text{ m/sec}$, $x=269, 369, 470 \text{ cm}$ における自己相関係数を求めた、Fig. 2 及び 3。

3~4. トレーサーガスによる拡散実験

トレーサーガスの放出速度は石けん膜流量計を放出口に接続して検定した。座標計として、原点をトレーザーガス放出点源に置き、主風向に x 軸、横方向に y 軸、垂直方向に z 軸をとった。 $D=2.36 \text{ m/sec}$, $M=9 \text{ cm}$ の実験条件における $x=119, 139, 159, 179 \text{ cm}$ の各断面における濃度分布は、Fig. 3 とおり、正規分布をしておると思われ、確率紙によつて正規性を検討すると、濃度分布曲線は正規分布であることが認められた。これから、 \sqrt{x} を求めてプロットすると、Fig. 4 となり、同じ图形測定点を補うため、Taylor (1921) の発表したデータを合わせてプロットする。この図に減衰を考慮して、回式的に微分を行なうラグランジ相関係数を求めると、Fig. 5 となる。この関数によつて Taylor (1921) の発表した理論を用いて拡散係数を推定することも可能となる。

4. 結 言

以上は理屈まで述べられて乱流統計理論を応用して、理論的実験的考察を行なつた。大気汚染問題を解明するのに有効な手法である模型実験の基礎資料の一端を得た。今後は乱流境界層についても実験・検討する予定である。

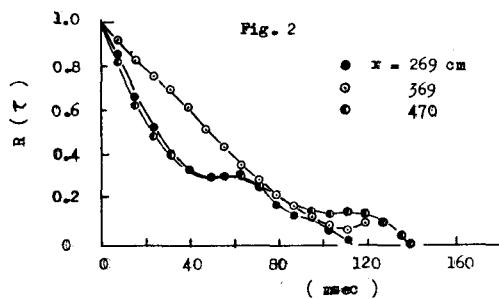


Fig. 2

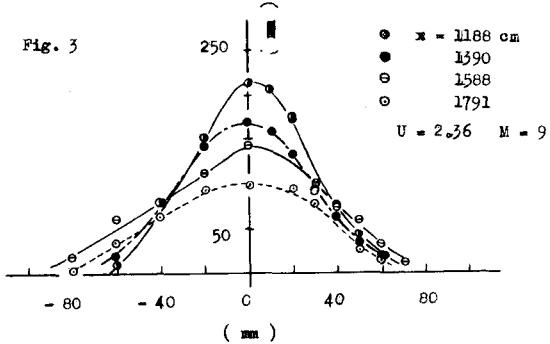


Fig. 3

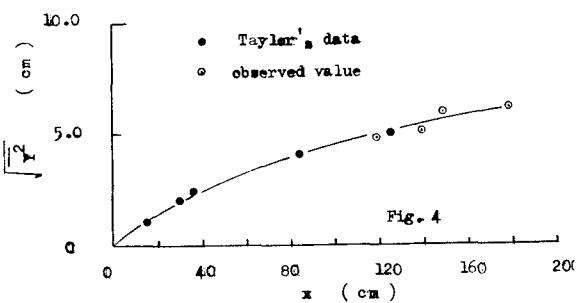


Fig. 4

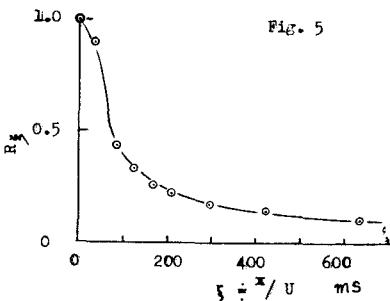


Fig. 5