

せん断乱流に対する密度分布の影響

K. Nottmeyer* 高木隆司**

The Influence of Density Gradient on Turbulent Structure in the 2D Shear Flow

by

K. NOTTMAYER

Technische Universität Berlin

Ryuji TAKAKI

Tokyo University of Agriculture and Technology

ABSTRACT

The plane turbulent mixing layer in the presence of density gradient was studied experimentally. Its behavior, such as the growth rate, depended critically on whether the density gradient had the same sign as the velocity gradient. A new technique to use the thermochromism for simultaneous and non-intrusive measurements of velocity and temperature was introduced to the 2D mixing layer with temperature distribution. This technique has proved useful for this kind of research.

Keywords: 2D shear layer, density gradient, growth rate, thermochromism, non-intrusive measurement, coherent structure

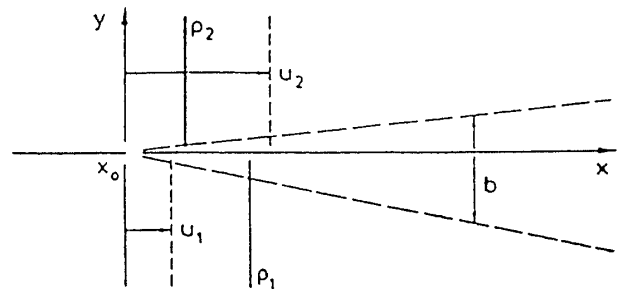
1. はしがき

密度分布を伴う2次元せん断乱流 (Fig.1) では、温度は流れに対し影響を与えることがある。乱流混合に対する密度分布の影響が、異なる気体の混合という場合について、実験的に研究されている。まず、Nottmeyer¹⁾による実験を紹介し(2節)、次に熱発色性を用いた流速温度同時測定²⁾について述べる(3節)。

2. 2種の気体を用いた実験

ヘリウムと空気、あるいは2酸化炭素と空気の組合せで、レイノルズ数をそれぞれ 3×10^5 , 3×10^4 に選び、速度成分 (u , v) と密度 ρ を、異なる直径

と作動温度をもつ2本の熱線からなるプローブを用いて測定した。温度勾配が同じ(同-タイプ)か逆(逆-タイプ)かが、広がり速度 (Fig.2) や、 v 成分の大きさ等に影響した。同-タイプでは、



$$r = \frac{u_1}{u_2}$$

$$\lambda_u = \frac{1-r}{1+r}$$

$$s = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\lambda_\rho = \frac{1-\rho}{1+\rho}$$

Fig.1 Basic flow configuration and parameters

* ベルリン工科大学

** 東京農工大学

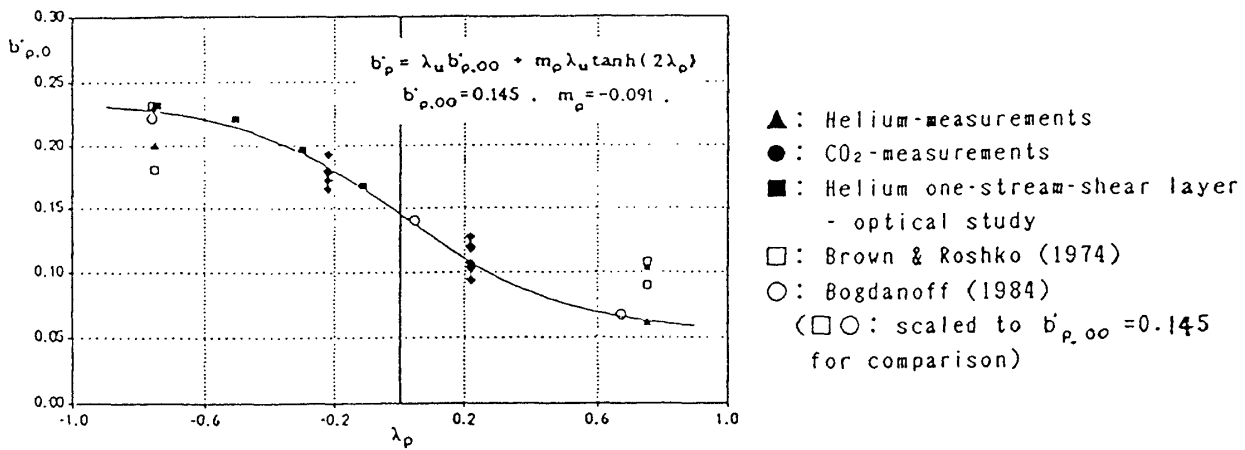


Fig.2 Spread rate as a function of density ratio ($\lambda_u=1$)

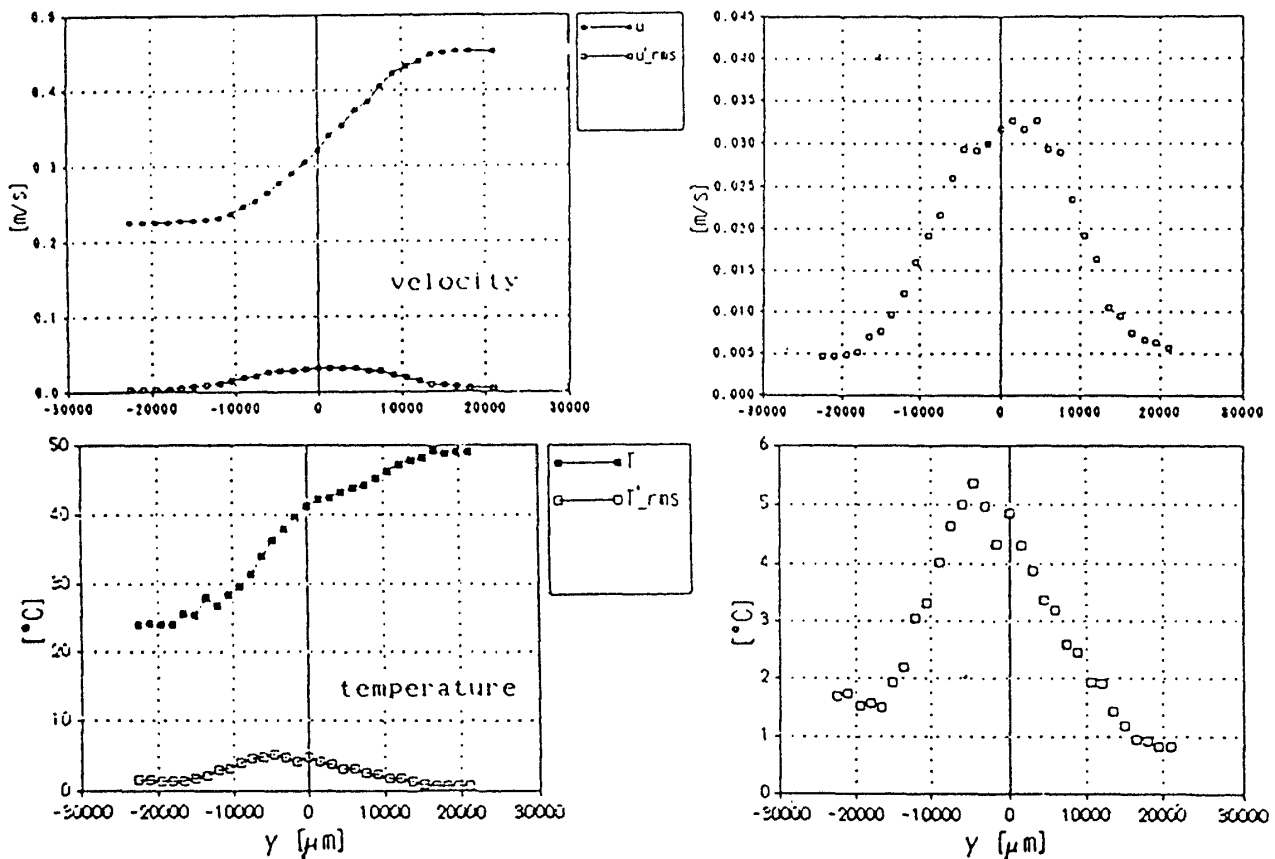


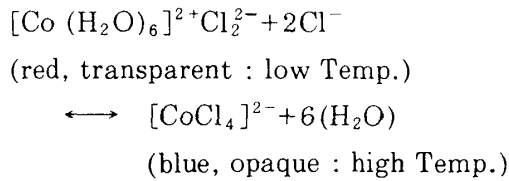
Fig.3 Velocity and temperature profiles in the thermochromic liquid

$u_{rms}/\delta U$ が7%に対し、逆タイプでは16%であった。同様のことが、乱流応力や乱流拡散についても見られた。

混合層の広がり速度の、密度依存性をFig.2に示す。このデータから、密度依存性を与える実験公式が導かれた(図中に表示)。

3. 光学的測定

回流水路中に異なる温度を持つ、塩化コバルト-塩化ナトリウム水溶液の混合層をつくり、流速はLDV、温度変化は、LDVの1つの光線の強度をフォトダイオードで測って求めた。この水溶液は、次のように、温度によって色と透明度が変化する²⁾。



予備実験として求めた温度分布，速度分布を Fig.3 に示す。温度分布には中央にプラトーがあり，変動強度のピークが y の負の側にずれていた。これらは，密度分布を与えた従来の実験と同じ傾向であり，秩序構造の影響を示唆している。

4. あとがき

同一タイプで強い秩序構造が現れ， y 方向の広がりや拡散が抑えられることが確認された。これ

は，可視化実験でも確認されている。熱発色性を利用した測定法には，(1)測定された温度は光の経路にわたる平均であること，(2)温度分布からくる屈折や，液体中の泡や沈澱粒子によってノイズが生れる等，いくつかの技術的な問題を解決する必要がある。

文 献

- 1) K. Nottmeyer : PhD Thesis, Tech. Univ. Berlin (1990).
- 2) O. Sano and R. Takaki : Phys. Fluids, 28 (1985), 818-822.

