

II-214 ヒートアイランドの基礎的研究

東京工業大学 正 日野 幹雄
東京工業大学大学院 学 O 佐々木 朋介

序論

最近、土木工学の分野でも、大気環境の問題が注目を集めるものとなった。そのうち、特に熱に関するものとしては、原子力発電所の廃熱水と大気との関連、廃熱の *cooling tower*, *cooling pond* による処理、都市と水圏との関連（例えば、東京湾の埋立案や野水池他のメロ気象への影響）などがある。

これら熱の問題は、温度境界層の問題としてとらえることができるが、他の分野では早くから研究されてきている。すなわち、機械工学、化学工学の分野の研究は、管路の中の一様化した流れの中の熱輸送効果の問題に重点がおかれているために発達する境界層内の細かな速度、温度の分布形については直接問題にしていない。

一方、気象気流の分野では、ソ連学派を中心とした *Similarity Theory* により、平衡状態での風速、温度分布則の研究 (*KEYPs* eg.) が行われてきている。これは主に地表付近に関するものである。発達する温度境界層の問題に、この *Similarity profile* がそのまま拡張できるものとして、*heat-island* に関する数値計算が盛んに行われるようになってきた。 (*Estoque*, *P.A. Taylor*, etc.)

従って本研究では、発達する温度境界層の問題としてヒートアイランドの現象をとらえ、風洞内に簡単なモデルをつくり、これを流体力学の立場からさぐるものとするものである。

実験装置

風洞はエツフル型低圧風洞で、吹き出し口は 25×25 cm であり、測定はその中に支持した平板上で行った。 (*Fig-1*) 平板は前半が非加熱部で 60cm のベークライト、後半が 120cm のアルミでできている。熱はアルミ板裏面につけたニクロム線から与え、電圧をスライダックで変化させた。風速はバツ型マノメーターで測り、温度は熱電対で測定した。熱電対は $\phi 0.1$ mm の銅・コンスタンタン線をハンダ付けしたもので、電圧温度の関係は精密にキャリブレーションを行った。測定は対称性を考慮して中心線上で行った。

実験結果及び考察

○層流

層流実験は、風速 240 cm/s で行い、壁温分布、各断面の風速分布、温度分布を測定した。速度分布はブラジウスの解と一致した。温度差のため生じる浮力の効果を評価するグラスホッフ

数は、重力加速度 g 、特性長さ β 、基準温度差 ΔT 、粘性係数 ν を用いてあらわされる。

$$Gr_x = \frac{g \beta \Delta T x^3}{\nu^2}$$

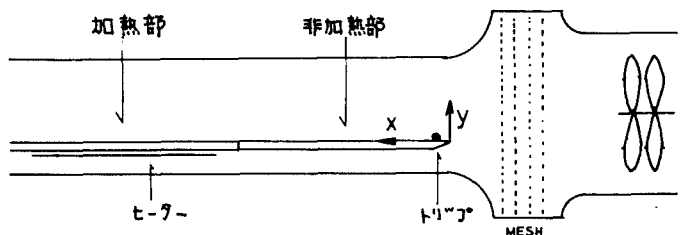
本実験では、 0.002 以下である。

解析は浮力を無視し、相似を仮定し

FIG 1

、*profile* 近似法を用い、壁温分布形をステップ関数の重ね合わせでおきかえた。 (*FIG 3*)

FIG-2 は、実験値と計算値の比較でよく一致している。



式は下のようになる。但し (x, y) の温度を $T(x, y)$ 無限遠での温度を T_∞ とする。

$$T(x, y) - T_\infty = \int_0^x \theta(x, y, x_0) dT_p(x_0)$$

$$\theta(x, y, x_0) = \frac{T(x, y, x_0) - T_\infty}{T_w - T_\infty} ; x = x_0 \text{ で "ステップ" 的に}$$

壁温が滑るときの逐次元温度場

$T_p(x_0) = T_w - T_\infty$; 壁温もステップの重ね合わせで置きかえらる。

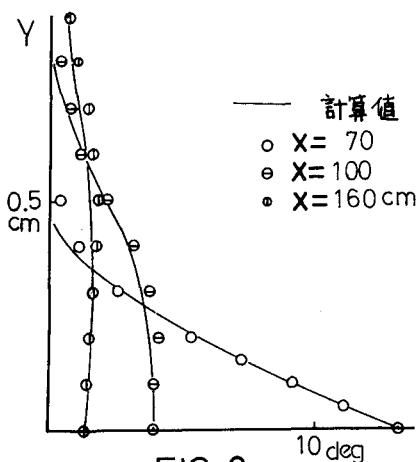


FIG 2

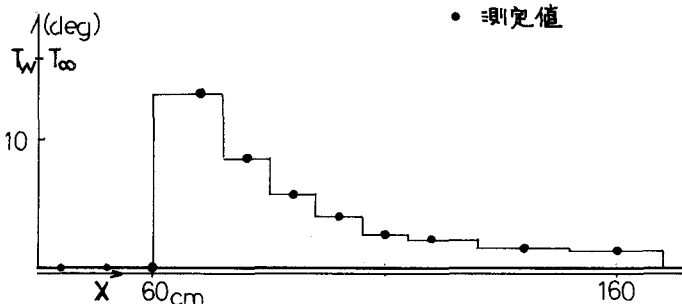


FIG 3

・乱流

乱流実験は、風速 390 cm/s で行った。平板前縁には $\phi 1.0 \text{ mm}$ のトリップをおいた。

FIG 4 は壁温分布と加熱時、非加熱時の運動量厚である。加熱により鉛直方向の速度成分が増加し速度境界層が厚くなっている。

FIG 5, 6 は、各断面での温度と速度の分布形である。速度場にも加熱による上昇流の影響がみられる。なお壁温は、壁面近傍の熱流束は壁面の熱流束に等しいと仮定して空気流温度から逆算して求めた。

・壁温

○ 加熱時
○ 非加熱時

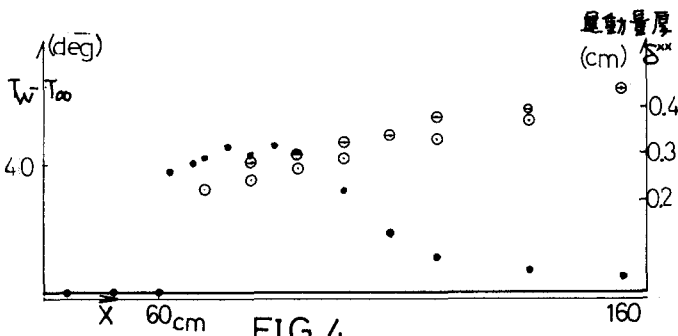


FIG 4

参考文献 Schlichting; Boundary Layer Theory

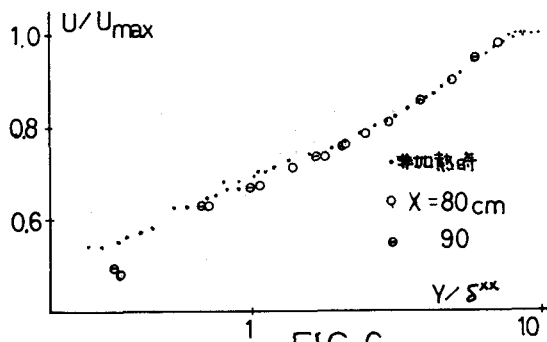


FIG 6

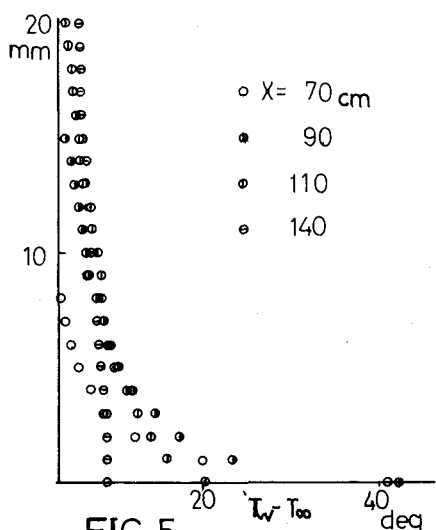


FIG 5