

# 液体噴流を受ける平板の熱傳達

橋 藤 雄・内 藤 正 志

液体噴流が平板に当たると平板上には極めて薄い液膜が形成される。膜の厚みの測定値を見ると、噴流落下点のごく近傍を除けば膜の厚みが半径に反比例する部分が若干存在し、それ以後はそれより厚くなる。このことから落下点の付近に液膜表面の流速が一定の部分がある範囲まで存在することが推定される。しかしある半径の所まで進むと次第に発達した境界層が遂に液膜全体を占めるに至る。この位置は液膜が厚ければそれだけ遠方になる。したがってある場合には膜内の流れが層流であるうちにそのような状態になることもあろうし、また場合によっては乱流になってからそういう状態になることもある。この点、平行流の中に置かれた平板にくらべてさらに複雑である。いま、液膜が全部層流層になってしまう点より内部にある平板部分の熱傳達を考え、境界層が層流であるものと仮定し、境界層内の上下方向の速度分布を3次多項式の形に仮定し、液膜表面の気抵抗を無視すれば速度境界層の厚み  $\delta$  は次式で与えられる。

$$\delta = 2.68 \sqrt{\frac{\nu r}{u_0}} \dots\dots\dots(1)$$

ただし  $u_0$  は液膜内で境界層の外になる部分の流速であり、 $\nu$  は動粘性係数である。さらに境界層内の熱エネルギー式を用い、温度境界層の厚み  $\delta_t$  が  $\delta$  にくらべてかなり小さいものと仮定し、 $(\delta_t/\delta)^3$  を  $(\delta_t/\delta)$  にくらべて無視して計算すると次の解を得る。

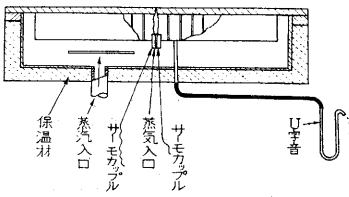
$$\alpha_r = 2.61 a^{-1/3} \nu^{-1/3} \sqrt{\frac{u_0}{r}} \dots\dots\dots(2)$$

$\alpha_r$  は半径  $r$  の点の局所熱伝導率である。 $\lambda$ ,  $\nu$  を液の熱伝導率と動粘性係数とし

$$Nu_r = \frac{\alpha_r r}{\lambda} \quad Re_r = \frac{u_0 r}{\nu}$$

とすれば

$$Nu_r = 0.575 Re_r^{1/2} Pr^{1/3} \dots\dots\dots(3)$$

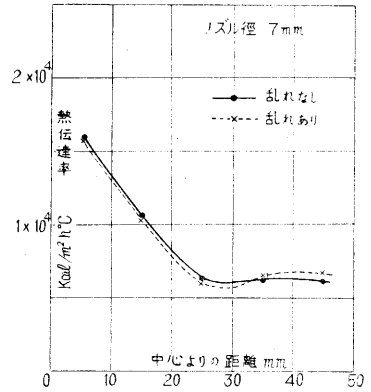


第 1 図

ような装置を用いて実験を行った。装置は黄銅板の裏面に環状室を設けたもので蒸気によって加熱し、冷却されて生じた復水を室ごとに別々にとり出して秤量し伝熱量を測定しようとしたものである。黄銅板表面にはサ

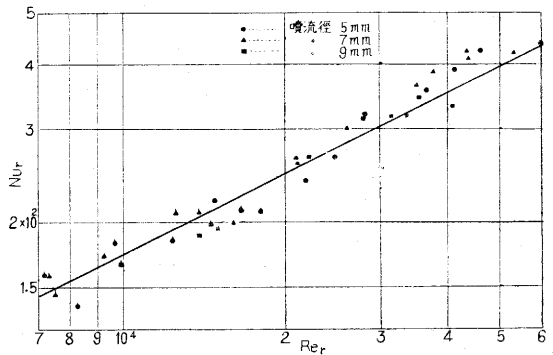
ーモカップルを裏面から埋めこみ、表面温度分布を測定し、局所熱伝達率を求めた。黄銅の内を半径方向に流れる熱流は計算で補正した。

測定結果は第2図のようになる。半径が増すにつれて局所



第 2 図

熱伝達率の低下することが見られるが、ある点から段がついて一時的に増加したりする部分がある。この測定では局所レイノルズ数が臨界レイノルズ数より段違いに小さいので乱流へ遷移したとは考えられない。この点は別の計算を行って見て、境界層が全液膜にひろがる点の付近であるらしいことを知った。この点以前の部分について  $Nu_r$  と  $Re_r$  の関係を求めると第3図のようになる。もっともらしい実験式は次式である。  $Nu_r = 0.89 Re_r^{1/2} Pr^{1/3}$



第 3 図

これは(3)にくらべて 50% ほど高くなっているが  $Re$  の小さい範囲では(3)に近い値も見られる。この差異は表面温度測定が困難な上に、このように熱伝達率が高いときにはそれが大きな影響を持つので、その辺に原因もっているようである。しかし大体の傾向は(3)式に似ている。この関係の成立する範囲では液量を増しても熱伝達率は変わらず、流速の平方根に比例して変ることになる。局所的な冷却を意図する場合には応用の途がありそうである。他の流体については現在実験中である。

(1956. 8. 30)