

1. 緒言

鉄鋼製造においては、鋼材の冷却や設備の冷却などにスプレ-冷却が広く使用されている。そのためスプレ-冷却した場合の冷却能力に及ぼす各種要因の影響を調べることは重要である。そこで、本研究では比較的測定し易い低温領域、すなわち強制対流の領域でスプレ-の冷却能力を検討し高温領域でのスプレ-冷却能力を考える上での第1段階とした。

2. 実験方法

2.1 実験条件範囲、ノズル：スプレ-ノズル、ノズル径 D ：3～5 mm、水温：10～15℃
噴射圧力：1～5 Kg/cm^2 、ノズル高さ H ：200～400 mm の条件範囲で下記実験を行った。

2.2 水流密度の測定 所定の高さに固定したノズルより水を噴射し、ノズル直下から噴射幅方向の各位置で10 mm角の口を持つ容器で所定時間受け水流密度を測定した。（*ゲージ圧力）

2.3 熱伝達率測定 厚さ0.2 mm、幅5.0 mm、長さ8.5 mmの白金板の表面を所定の高さからスプレ-冷却を行い、白金板裏面中心位置に点溶接した0.3 mmφ C.A熱電対により、白金板の温度を制御しながら直接通電加熱し、熱流束をノズル直下から噴射幅方向の各位置で測定した。また熱伝達率は次式で定義した。

$$h = q / (\theta_s - \theta_w) \quad \text{--- (1)} \quad \text{ただし、} h : \text{熱伝達率 (Kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C)}$$

q : 熱流束 ($\text{Kcal/m}^2\text{hr}$) θ_s : 伝熱面温度 ($^\circ\text{C}$) θ_w : 水温 ($^\circ\text{C}$)

3. 実験結果

3.1 水流密度分布 各ノズルの噴射幅方向の水流密度を測定した結果、ノズルごとに、噴射幅方向各位置ごとに、また噴射圧力ごとに水流密度分布のパターンが異なることがわかった。

3.2 直下の熱伝達率 ノズル直下の熱伝達率は Re 数、 Pr 数、 H/D の関数として整理できることが報告されている¹⁾が、今回の実験範囲では次式で高精度に近似できることがわかった。（図-1）

$$Nu = 12.6 \times Re^{0.64} \quad \text{--- (2)} \quad \text{適用範囲 } 40 < H/D < 150$$

3.3 噴射幅方向の熱伝達率 ノズル直下の関係より求めた(2)式を噴射幅方向においても適用してみた結果かなり精度良く近似できることがわかった。つまり、(2)式を用いればノズル直下のみならず噴射幅方向全域で精度良く熱伝達率を近似することができる。

3.4 ノズル高さの影響 ノズル高さは200～400 mmの範囲では(2)式で整理することができ高さの影響は見られなかったが、更に高い場合においては考慮する必要がでてくることも考えられる。

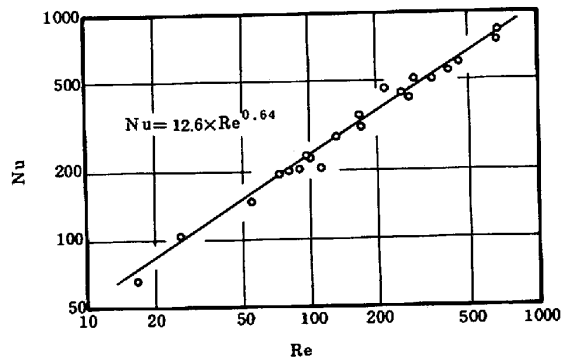


図-1. スプレ-冷却での Re 数と Nu 数の関係

4. 結論 スプレ-直射部であればいかなる水流密度分布パターンであっても各位置での熱伝達率は(2)式で高精度に推定できる。この場合、熱伝達率に影響を及ぼす主要因は伝熱表面での水流密度である。そして、高温の場合においても伝熱機構は異なるが、従来から言われている²⁾ように水流密度の影響は大きいと思われる同様の考え方で整理できるか検討していきたい。

参考文献 1) 日本機械学会：伝熱工学資料，1975，P111

2) 大中，福迫：第12回日本伝熱シンポジウム講演論文集，1975，P217