

(185) 空気・水直交ノズルおよび空気・水混合噴霧流の特性について

— 噴霧冷却に関する研究(Ⅲ) —

新日鐵 生産技術研究所

○三塚正志

福田敬爾

I いきさつ

空気・水混合噴霧冷却法は、強制空冷と水冷の中間領域の冷却に適している。しかし、市販ノズルは、噴水孔が小さいため、目詰りが発生しやすく、実機での使用には適さない。それ故、筆者らは、大きな噴水孔から少量の水も噴出できる空気・水混合噴霧流発生用ノズル(空気・水直交ノズル)を開発した。このノズルの主な特長は、目詰りの軽減と噴水量範囲の広いことである。

II ノズルおよび噴霧流の特性

(1) ノズル構造：内径10~30mmの直管(空気用)と内径3~8mmの直管(水用)をほぼ直交させた構造である。空気の噴出流速は、30~100m/secで水の微粒化のみに使用し、噴水量は配管系で制御する(図1)。

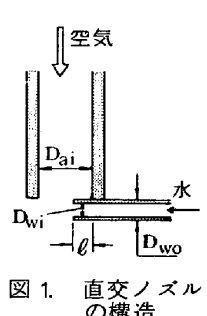


図1. 直交ノズルの構造

(2) 噴霧流の状態：噴霧流の状態は、“ Q_w/Q_a ”や“ D_{wo}/D_{ai} ”に依存し、大きく3種類(非噴霧流、粗い噴霧流、細かい噴霧流)に分類できる。これらの状態は、連続的ではなく階段状に変る(図2)。

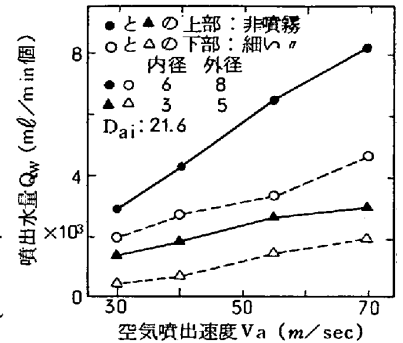


図2. 噴霧流の変化状況

しかし、この変化点を各要因の関数として定量化していない(Q_w, Q_a :水と空気の噴出量)。

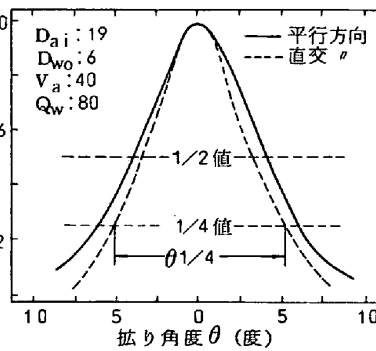


図3. 噴霧流の水量分布

(3) 噴霧流の拡がり：噴霧流は、主に空気流に支配されるから、その拡がり小さい。拡がりの指標として、水量分布を用い、最大値の1/2値と1/4値に対応する拡がり角を1/2値角、1/4値角と呼ぶことにした(図3)。

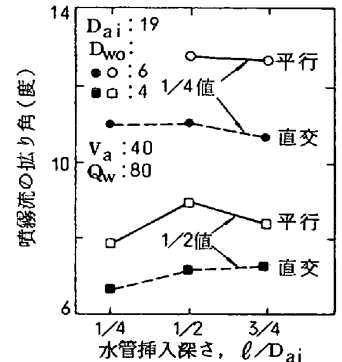


図4. 水管深さと拡がり

拡がり角は、10~20度であり、“ D_{wo}/D_{ai} ”や Q_w に比例する。拡がりの方向性は、“平行>直交”である(平行：水管の方向、直交：水管と直交する方向)。

(4) 噴出水量の範囲：1個のノズルから、 Q_w ：0~数l/minの水量を噴出できる(図2)。それ故、冷却強さの制御範囲は広い。もちろん、 Q_w に比例して Q_a を増大せねばならない。

(5) 水管挿入深さの影響： l/D_{ai} が1/4~3/4の範囲内では、 l は、噴霧流の状態にも拡がりにもほとんど影響しない(図4)。

(6) ノズルの抵抗係数：ノズルのRを測定し(図5)、次の実験式を得た。噴水なし……… $R_0 = 4.20 \cdot (A_w/A_a)^{1.23}$

噴水あり……… $R = R_0 + f(Q_w)$, $A_w = D_{wo} \cdot l$, $A_a = \pi \cdot D_{ai}^2 / 4$

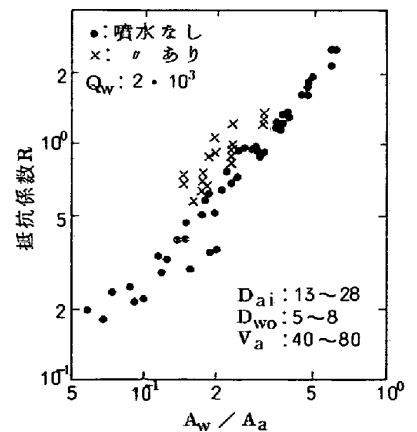


図5. 直交ノズルの抵抗係数

III まとめ

上記ノズルは、目詰軽減と噴出水量範囲の広さの長所と空気使用による配管の複雑化と騒音発生短所を有することがわかった。