669.14-712: 621.784.87: 621.647

(226) ミスト・ジェットによる冷却法の研究

日本鋼管　技術研究所　　国岡計夫　　○野口孝男

1. 緒言　加熱鋼板の冷却において，現今行われている最も一般的な冷却方法は，自然放冷・強制空冷または，水によるシャワー・ドブ浸け・高圧流水およびラミナーフロー，によるもの等が広く使用されている。前者の空冷での冷却能は，高い冷却能を得ることに対して限界があり，また，後者の水による冷却では，冷却能は高いが冷却能の制御や，工業用水の供給上の理由からその使用量の制限などの問題がある。ここで，まったく新しい冷却装置および方法である「ミスト・ジェット冷却法」を開発した。これは，比較的少水量で水による最高冷却能よりもすぐれているか，または，同等の冷却能を発揮し，また更に，この冷却能の制御も自然放冷から最高冷却能までを自在に制御することが可能である。従って鋼材の急冷焼入れ硬化に，また，加速冷却にと用途は広く使用される。

2. 冷却装置および方法　図1のようなノズルおよび冷却方法を用いることにより高速ガス（普通空気）中に冷却水を噴出し，高速ガスにより霧化を行い高速ガス流と近似した速度まで加速し，そのジェット流をスリット状ノズルから噴射すると高い冷却能から空冷による冷却能までを水量（W）と噴射ガス重量（A）の比，つまり〔W／A〕比を0～5までか，それ以上に変えることにより自在に制御出来，かつ，均一冷却出来る方法および装置である。

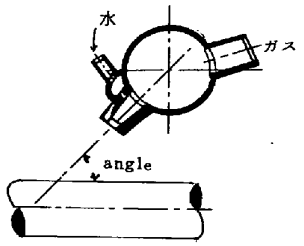

図1. ミストジェット冷却用ノズル及び冷却方法

3. 実験方法　図1のような装置および方法を用いて，実際に冷却し，次の様な算出方法で熱伝達率を算出した。

「通電実験による方法」　被冷却物に白金薄板（0.1㎜）を使用し，これに電流を流し，ジュール熱によって発熱させ，この発熱量と，ミスト・ジェット冷却による冷却能の平衡した点の白金薄板の温度から熱伝達率を算出しようとするものであり，その式を下記する。

被冷却物（白金薄板）からミスト・ジェットによる奪熱量Qは

$$Q=\alpha\times(Ts-Tb) \qquad \therefore\ \alpha=Q/(Ts-Tb)$$

但し，　α：熱伝達率（kcal/m^2h ℃），　Ts：白金薄板表面温度（℃）

Tb：冷却体と被冷却物との隔壁の冷却体温度（℃）

$$Q=\frac{1}{4.2}\times V\times I\times\cos\theta\times\frac{1}{L\times B}\times\frac{3600}{1000}\quad(\mathrm{kcal}/m^2\mathrm{h}\ ℃)$$

V：電圧，　I：電流，　cos θ：力率，L×B：白金板平面積

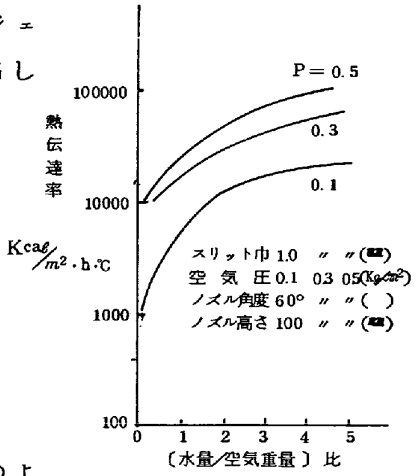

図2. 通電実験による算出測定時発熱体温度 50℃

4. 結果　ミスト・ジェット冷却の冷却能をあらわす熱伝達率αは，上記のようにして求められるが，このαを決定する因子はノズルのスリット巾（S），ノズルから被冷却物までの距離（H），ノズルと被冷却物との角度（An），ノズルのガス圧力（P），〔水量／ガス重量〕比（R）によって決まり，これらの因子と熱伝達率の関係式を求めた。

従って，表面温度50℃の時点の熱伝達率を〔水量／ガス重量〕比の関数としてグラフ化すると，図2のようになり，その高い熱伝達率は，10^5 kcal/m^2h ℃に達し，また，自然空冷域から，この高熱伝達率までの間を自在に制御・選択でき，また，この間の冷却は，安定でムラのない冷却が可能である。