

(351) 過熱液体噴流による鋼材の冷却

日本鋼管中研

藤林 晃夫

寺本 豊和

福田 脩三

1. 緒言

鉄鋼プロセスにおいて、冷却技術は重要な位置を占めており、数多くの研究がなされてきた。しかし、不均一冷却や冷却終了点温度制御など、既存冷却技術では、対応が困難なニーズがまだまだ存在する。そこで、新しい冷却法として過熱水のフラッシュ現象を利用する冷却法を検討した。

2. 本冷却法の概要

100℃以上の過熱水をノズルから大気中に噴射すると過熱水は急減圧されて突沸的に沸騰を起こし一部が自己蒸発する（フラッシング現象）。その結果、残りの過熱水は蒸気の膨張によって微細に碎かれ、高速の液滴と蒸気の二相流（以下、過熱液体噴流と呼ぶ）となる。本冷却法は、この過熱液体噴流を冷却媒体として、高温物体を冷却する方法である。現在、一般には、冷却ノズルとしてスプレーノズルが使用されているが、このスプレーノズルで過熱液体を噴射すると、フラッシングが不安定となり、流量が変動するという問題点があった。そこでまず、過熱液噴射用のノズルを開発した（図1）。次に、非定常の冷却実験を行い、熱伝達特性を調べた。結果を図2に示す。尚、比較のためミスト噴流冷却の実験も行った。表面性状の影響が少なく、しかも、実際に鋼材を冷却する際の条件に近い鋼材表面温度の高い領域（ $T_w > 550^\circ\text{C}$ 、膜沸騰領域）について、各因子（鋼材表面温度 T_w 、水量密度 W 、液滴速度 V_o ）の影響を重回帰分析により整理して、次の回帰式を得た。

過熱液体噴流冷却

$$q = 5083.9 \quad T_w^{0.88} W^{0.63} V_o^{0.35}$$

ミスト噴流冷却

$$q = 8828.9 \quad T_w^{0.85} W^{0.64} V_o^{0.38}$$

$$\left[\begin{array}{l} T_w = 550 \sim 800 \quad ^\circ\text{C} \\ W = 0.06 \sim 0.18 \text{ L/cm}^2\text{min} \\ V_o = 4 \sim 45 \text{ m/sec} \end{array} \right]$$

各因子が同じ場合には、熱流束は、過熱液体噴流冷却の方が小さくなっている。これは、液のサブクール度の差によるものと考えられる。

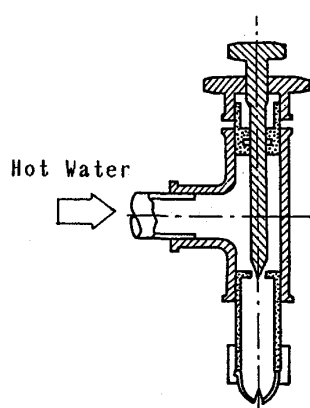


Fig.1 Schematic Diagram of Nozzle

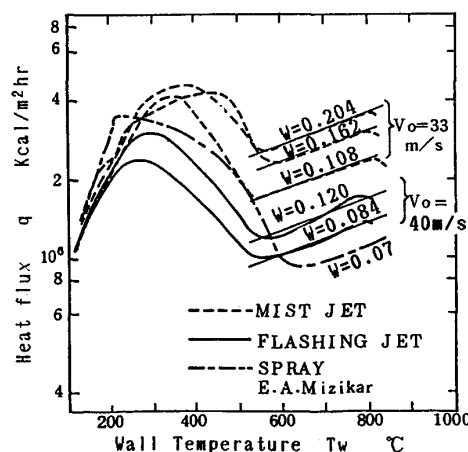


Fig.2 Heat Flux at Various Water Flux

3. 結言

自己蒸発して微粒化する過熱液体噴流の冷却特性を調査し、その熱伝達率が液滴速度、水量密度、鋼材表面温度で表せることを明らかにした。