

(336) 安定なラミナーフローと、その冷却特性について

日本鋼管(株)技術研究所 国岡計夫
野口孝男

1. 緒言

熱鋼板の冷却には、加圧水による噴流冷却が最も多く用いられているが、ここでは、噴流冷却方式に比べて水の圧力が低く、かつ、装置も簡単なラミナーフロー冷却方式の特性を「ラミナーフローの生成と、その冷却性」について、工業的立場から研究、調査した。

2. 実験方法

ラミナーフロー生成と、その冷却性、の2点について実験を行った。まず、ラミナーフロー生成実験は、ノズルとして長さ300mm、口径4.8φ~26.0φの継目無管で「流れ状態の観察」を行った。また、冷却能の測定は、25×300×400mm熱鋼板(普通鋼)を冷却して、これの表面下5mmの冷却速度(700~450℃間)及び、通電発熱体の発熱量と冷却による奪熱量との平衡値、等による冷却能力の比較を原理として、水吐出流速を零~数m/sec、の間で変化させて、よどみ点及び、その周辺の冷却パターンの測定を行った。

3. 実験結果

ノズルからの垂下ラミナーフローは、図1の如くラミナー生成成長が吐出流量とノズル口径との間に有限な関係をもっている。ここでノズルの口径20φの場合は、高さ1500mm迄設置可能で、この点のノズル出口でのレイノルズ数は 1.5×10^4 前後となった。また、吐出流速によって流れは、ラミナー、横振れ、乱流の各領域で分けられ、各々の領域での冷却性は図2の如く異ったパターンを示すことがわかった。すなわち、水冷却の場合、ノズルからの吐出流の流れ状態が流速の早い乱流領域(噴流)では、その直下における冷却能力が高い値を示すが、それより離れた点は急激な減衰を示す。また一方、同じ水量を流速を下げても吐出すると、その直下での冷却能力は噴流の場合より劣るが、その周辺冷却能の急激な減衰はみられない。

4. 結論

すなわち熱鋼片又は、厚鋼板の冷却には、乱流領域である噴流スプレイなどの局所的な強冷却面の発生による方法よりも、もっと流速を下げた、ラミナーフロー領域で吐出される流れの方が強冷却面の積分値は、はるかに大きいことが、わかった。また、ラミナーフロー領域であっても、ノズル設置高さを高くして限界ラミナーフロー長以上にした場合、その冷却パターンは噴流の冷却パターンと似ており、直下の冷却能に対して、その周辺の冷却能の減衰が非常に大きくなった。従って、ノズル設置高さは、限界ラミナーフロー長以内の範囲で使用する方が強冷却面の積分値が大きく、冷却への寄与率が大きいことが、わかった。

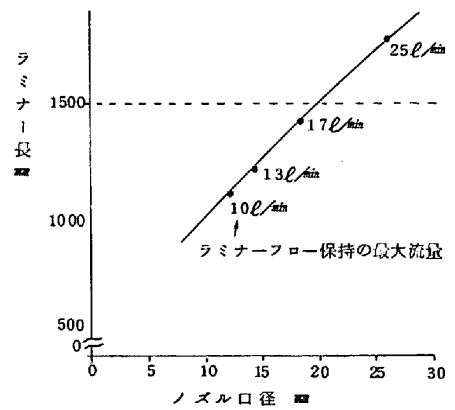


図1. 限界ラミナーフロー

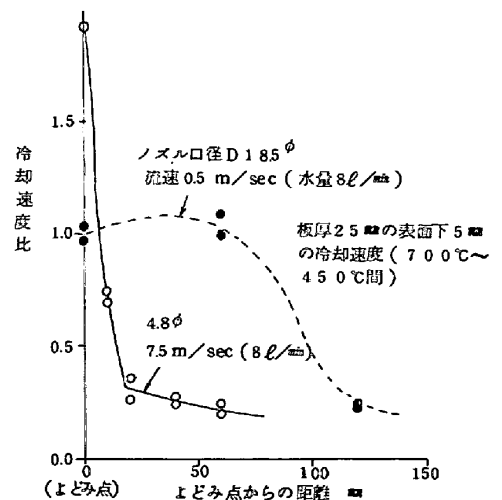


図2. 流速 0.5 m/sec のよどみ点の冷却速度(1.0)に対する冷却速度比