

(479)

冷却ひずみの発生機構と対策
(厚板オンライン加速冷却方式の研究 第2報)

日本鋼管(株)技術研究所

京浜製鉄所
福山製鉄所

国岡計夫 上野 康
○神尾 寛
滝川信敬
平部謙二 有方和義

1. 緒言

厚板のオンライン加速冷却設備の実用化のために、前報(第1報)の冷却設備の基礎検討に加え、冷却ひずみ防止に対する基礎的な研究を行った。

2. 上下水量比と反り変形

上下面を不均一冷却すると反り変形が発生する。図-1に上下面水量比と反りとの関係を例示する。本冷却方式では、上面側ラミナフロー、下面側スプレであり、冷却方法が異なることや、上面側は滞溜水による二次的な冷却作用があることなどから、上面側の冷却が強い。反り変形を防止するためには、下面水量は上面の2.0~2.5倍程度必要であり、この比率は水量密度が高いほど大きくなる傾向がある。

3. 冷却停止温度とひずみ

図-2に冷却停止温度とひずみ量の関係を例示する。冷却停止温度が450℃以下になると、ひずみ量は急激に増加する。これは、遷移沸騰域に入り板表面が濡れ始めると、冷却むらが助長されることによる。従って、450℃までに水冷停止することが望ましい。

4. 滞溜水の幅方向流れの影響

上面ラミナフローのノズル流量を板幅方向で均等にして冷却すると、冷却停止時の幅方向温度は中央部から端部に行くに従って低く、端部近辺でさらに急激に低下する二段勾配型の温度分布が付く。この傾向は低水量ほど顕著であり、鋼板は最終的には耳波形状となる。図-3に板幅方向に対する滞溜水の平均流速および平均熱伝達率の分布を例示する。端部側ほど滞溜水は加速され、二次的な冷却作用が増加するため、板幅方向に温度分布が発生するものと思われる。弾性座屈解析により検討した結果、冷却停止温度の板幅方向の許容温度勾配は5℃/m(20mm^t)以下とかなり厳しい結果が得られた。幅方向のノズル流量の調整および板端部に落下するラミナフローの部分遮蔽を行い、幅方向温度分布の均一化を図れば、座屈波を防止できる。

5. 結言

上下面水量比、冷却停止温度および上面側幅方向の水量パターンを適正化することにより、冷却ひずみは軽減できる見通しを得た。福山厚板工場のオンライン加速冷却設備では、本対策以外に鋼板前後端の時間差冷却制御も加え、ひずみのない冷却が可能となった。

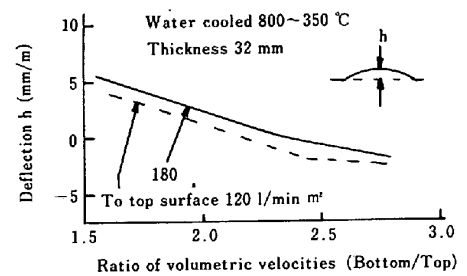


Fig.1 Relation between ratio of volumetric velocities and deflection

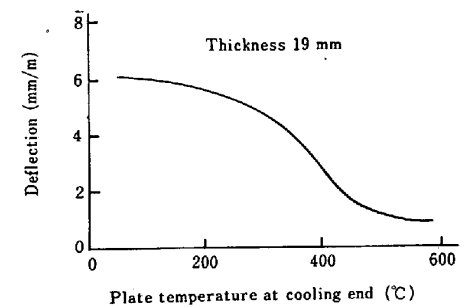


Fig.2 Relation between plate temperature at cooling end and deflection

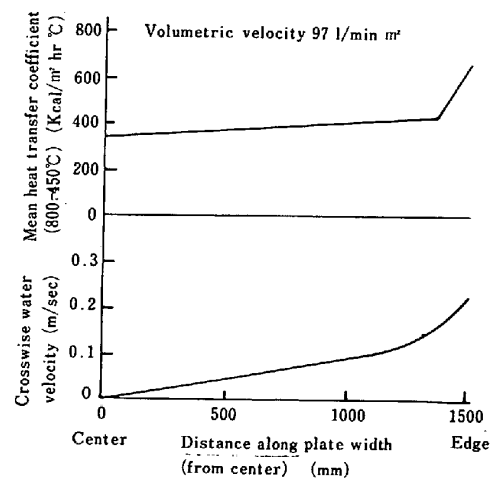


Fig.3 Distribution of crosswise water velocity and mean heat transfer coefficient