

1. 緒言

近年、厚板のオンライン制御冷却設備が各社において設置され、高強度、高靱性かつ溶接性の優れた製品が製造されている。この厚板を条切り材とする際、板面内の曲り(キャンバーと呼ぶ)が問題となることがある。キャンバーの原因は残留応力であると考えられ、制御冷却においては、さらに短いスパンでの残留応力分布の制御が必要となってくる。最近、大板の形状確保のための冷却技術は進歩してきている¹⁾。しかし、より高精度の残留応力制御には、十分であるとは思われない。

そこで、制御冷却条件と残留応力および条切りキャンバーとの関係を定量的に把握する目的で、熱弾塑性数値解析により検討を行った。

2. 解析方法

条切りキャンバーは長手方向残留応力の板幅分布により支配され、これと関連のある板幅温度分布を、制御冷却の条件として考慮した。図1に示す制御冷却と、その後の空冷される厚板の温度履歴に対して、長手方向応力のみを考えた熱応力解析を行った。弾完全塑性材料モデルを採用し、変態域を含んだ冷却試験により線膨張率を求め、計算に用いた。

3. 解析結果

初等熱弾性応力解析によれば、条切りキャンバーは残留応力の幅方向勾配Sと比例関係が存在するので、一般に、Sが板幅全体において小さい方が好ましい。図2は制御冷却条件A~Cに対応した残留応力勾配Sを計算した結果を示す。板幅エッジ水切りを行わずに制御冷却する場合(C)は、水冷却における熱伝達率の温度依存性のゆえ、冷却中の温度差が一層大きくなるため、エッジ部に大きな圧縮残留応力が生じ、かつ、その幅方向勾配も大きい。従って、エッジ座屈の危険が大きいだけでなく、図2のように残留応力勾配は大きくなり、大きな条切りキャンバーが予想される。

水切りを行うと、エッジ部の圧縮残留応力は小さくなり、座屈が防止され、かつ、エッジ部の残留応力勾配も小さくなる。水切り条件Bでは、エッジ40mm部を除けば残留応力勾配は小さく、条切りキャンバーは小さい。さらに水切りを大きくすると(Aの場合)、エッジから200mm付近に比較的大きな残留応力勾配が生じ、条切り時、この部分は内側に凸形状となり、キャンバーが問題となる。従って、制御冷却条件Bが好ましいと考える。

参考文献

- 1) 圧延鋼材のオンライン熱処理; 鉄と鋼 70, (1984) A193~A209

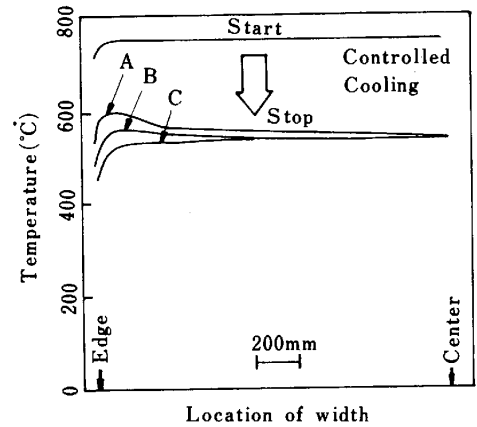


Fig.1 Temperature distribution under controlled cooling

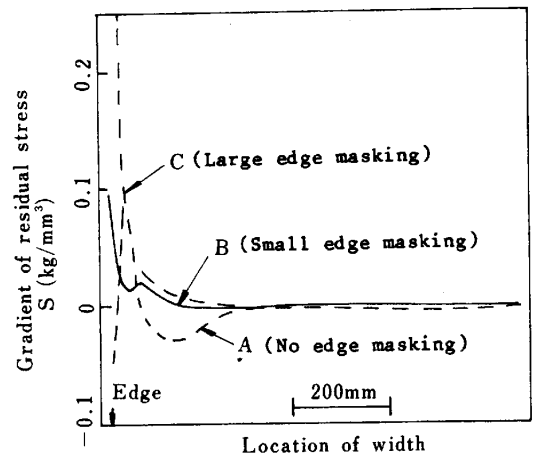


Fig.2 Distribution of residual stress gradient