

669.14-122.4-415: 531.717.8: 539.377
(372) ホットストリップ冷却後の平坦度不良発生機構

(鋼材冷却時の熱応力解析 第1報)

川崎製鉄㈱ 技術研究所 ○吉田 博, 佐々木徹

工博 田中智夫

1. 緒言

ホットストリップでは、仕上圧延機出側から巻き取りまでの形状が平坦であっても次工程のスキンスミルの入側で平坦度不良（通常は耳のび）を発生することがあり、スキンスパス能率を阻害している。また、これを防止しないと仕上圧延におけるベンダー等による平坦度制御は意味がないことになる。本報はこの平坦度不良が仕上圧延後に生じる熱応力と関係があると考え、変態を考慮した鋼板の熱応力を計算により求め、熱応力が平坦度不良発生に及ぼす影響を明らかにした。

2. 解析手法

長手方向（L方向）の熱流は無視できるとして2次元のFourierの熱伝導方程式（発熱項を含む）を導き、これをIAD法¹⁾と呼ばれる特殊な差分法を用いて断面内の温度分布を求めた。熱応力計算はL方向のみを考え、C断面は平面を保持するという仮定を設けた。ただし、計算に必要な物性値（比熱、熱伝導度、熱膨張係数、降伏応力など）は温度だけでなく変態相分率の関数であるため変態量の計算²⁾も温度計算と同時に行った。また、平坦度の良、不良は圧縮熱応力と板の臨界座屈応力との比較により判定した。

3. 計算結果

川鉄水島製鉄所のホットストリップ工場における冷却設備を想定し、冷却後の耳のび不良を起こしやすい板厚 3.24 mm、板幅 2173 mmの薄物広幅材（0.14 % C, 0.05 % Si, 0.90 % Mn）について種々の冷却条件で計算を行った。その一例を図1、図2に示す。図より幅端部（耳部）と幅中央部とでは温度、熱応力、変態相分率の経時変化が異なり、その結果として室温における熱応力（残留応力）は耳部（約 200 mm）で圧縮、その他で引張りになっているのがわかる。種々の条件で計算した結果、仕上圧延直後の幅方向温度分布（耳部で温度が低い）が大きく、冷却が幅方向不均一（耳部で冷却が速い）で、巻き取り温度が低いものほど耳部の圧縮応力は大きくなり、耳のびを発生しやすくなることがわかった。また、この計算結果は実現象とよく一致しており、本解析法の妥当性を示している。

4. 結言

ホットストリップ冷却後の平坦度不良が冷却時に発生する圧縮熱応力が板の臨界座屈応力を越えるため生じることを変態を考慮した熱応力計算により確認した。

(参考文献)

- 1) G. Birkhoff and R. S. Varga: Trans. Amer. Math. Soc., 92(1959), 13
- 2) 伊藤, 坂元, 佐伯ら: 鉄と鋼, 64(1978)11, S806

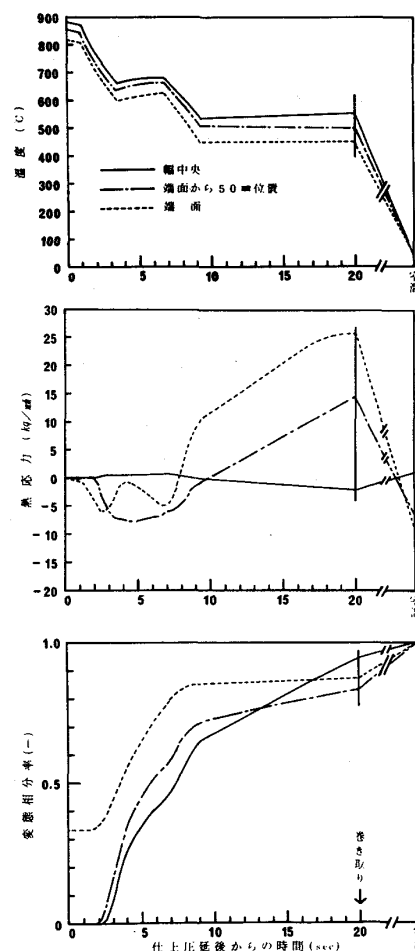


図1. 温度、熱応力、変態相分率の経時変化

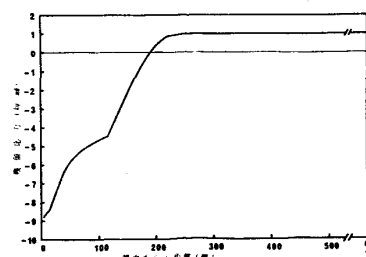


図2. 残留応力の幅方向分布