

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○吉田博, 佐々木徹, 近藤信行  
工博 田中智夫

1. 緒言

U形鋼矢板は、断面形状が上下非対称であるため、圧延後の冷却時に発生する熱応力により反りを発生することが知られている。特に、断面寸法が大きい場合には、冷却時に3段階の反り変化(上反り→下反り→上反り)を示し、その反り量が大きいためホットソーによる切断、冷却床への搬送、冷却後の矯正時の能率を阻害している。本報では、著者らが開発した相変態を考慮した鋼材の温度、熱応力計算手法<sup>1)</sup>をさらに拡張して反り計算も行えるようにし、これにより鋼矢板冷却時の反り解析を行った。

2. 計算方法の概要

複雑な断面形状のU形鋼矢板を簡単な形状の溝形鋼で近似する。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<sup>2)</sup>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る。熱応力はL方向のみを考え、反りは円弧を描き、横断面(C断面)は平面を保持するとして熱応力、反り量の計算を行う。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、温度だけでなく相変態率の関数であるため変態量の計算<sup>3)</sup>も温度計算と同時に行う。

3. 解析結果

冷却時の反り量が大きいU形鋼矢板5L(切断長さ15m)についての計算結果を図1、図2に示す。

図より次のことが認められる。

- (1) ウェブ、フランジとも変態による冷却停滞が認められる。
- (2) 仕上温度が高く肉厚の厚いウェブよりも仕上温度が低く肉厚の薄いフランジのほうが、変態の進行は速い。
- (3) 冷却中の熱応力の経時変化は、ウェブでは引張→圧縮→引張、フランジでは圧縮→引張→圧縮となる。
- (4) 冷却時の反り変化は、実現象と同じく上反り→下反り→上反りとなる。
- (5) 初期上反り、下反りの発生原因はそれぞれフランジ、ウェブの変態時の急激な膨張と冷却停滞であり、最終上反りのそれはウェブとフランジの仕上温度差による熱収縮量差である。

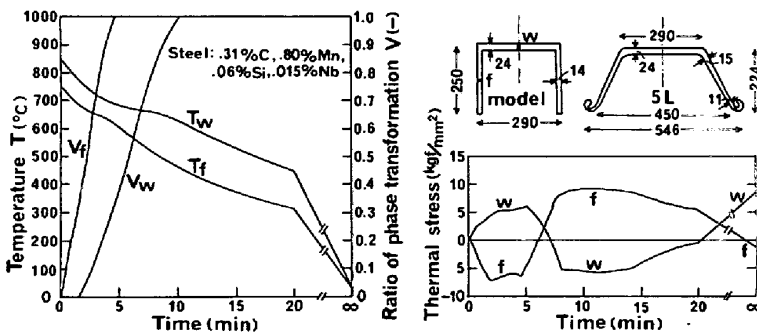


図1 温度、相変態率、熱応力の圧延後の経時変化

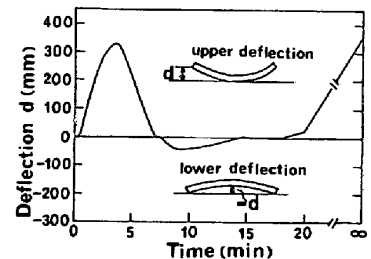


図2 反り量の圧延後の経時変化

(参考文献) 1)吉田, 佐々木, 田中: 鉄と鋼, 66(1980)11, S973 2)G.Birkhoff and R.S. Varga: Trans. Amer. Math. Soc., 92(1959), 13 3)伊藤ら: 鉄と鋼, 64(1978)11, S806