

## (233) 圧延H型鋼に発生する残留応力の予測計算について

日本鋼管 技術研究所 日下部 俊  
○三原 豊

§1 緒言 ここ数年の間に圧延H形鋼に対する需要は急速に伸びた。特に大形の構造物に使用される断面性能の優れた、ウェブ高さが高く、 $t_1/t_2$ の小さな大形H形鋼に対する需要が増大した。しかし、特に大形のH形鋼には、フランジに引張りの、ウェブに圧縮の大きな残留応力が存在しており、使用上に大きな悪影響を与えており、これを除去する事が望まれている。当研究はこの一環として、残留応力の発生原因を明らかにすると共に、残留応力値の予測を行なう事を目的として行なった。

§2 残留応力発生要因 圧延H形鋼の製造過程において、残留応力の発生原因となる部分は、(a)加工中に受ける塑性変形、(b)圧延、冷却過程に発生する温度不均一が考えられる。ここでは実測値との比較により、(b)が残留応力の主原因であると考え、熱応力を求め、その履歴より残留応力を求めた。

§3 解析方法 熱応力を求めるために、第一に断面内の温度分布を求め、第二にこの温度分布より熱応力解析を行った。温度分布を求めるために、(1)式の如き簡単化されたFourierの方程式を、(2)式に示されるニュートンの冷却式の境界条件のもとに、差分法により、数値解法により解いた。

$$R \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + R \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} \dots\dots (1) \quad -R \frac{\partial T}{\partial N} = h(T - T_m) \dots\dots (2)$$

これらを、一般的な“explicit”な方法で解けば、計算時間が大変に長く必要なため、我々はI.A.D.法と呼ばれる特殊な“implicit”差分法を用いた。当方法によれば、応力計算も含め、大変短時間の計算により解を得られた。なお応力計算は、長手方向の応力のみを考え、差分法により解を求めた。

§4 計算結果と考察 前節にて述べた方法を用い、種々の形状に対する残留応力分布を求めた。その結果の一例を、図1、図2に示す。図1には冷却過程における各部の温度変化を示すが、時間の経過と共に、各部に温度差の生じている事が判る。図2には残留応力の断面内の分布を示すが、フランジには引張、ウェブには圧縮の残留応力が発生しており、実測の分布と同一の分布形状となっている事が判る。同一の計算により(a)1000℃均一状態より冷却した場合、(b)初期より温度差の存在する場合、(c)形状の差による影響等に検討を加えた。

§5 まとめ (1) I.A.D.法は、他の方法に比べ大変能率的に解が得られる事。

(2) 残留応力発生要因は、主に圧延、冷却の過程で生ずるWeb、Flange間の温度差に存る事。

(3) 残留応力値は、 $t_1/t_2$ が小さく、形状の大きい方が大きい事。

(4) 初期の絶対温度の高低は、残留応力値に大きな影響は与えない。といった結果が得られた。

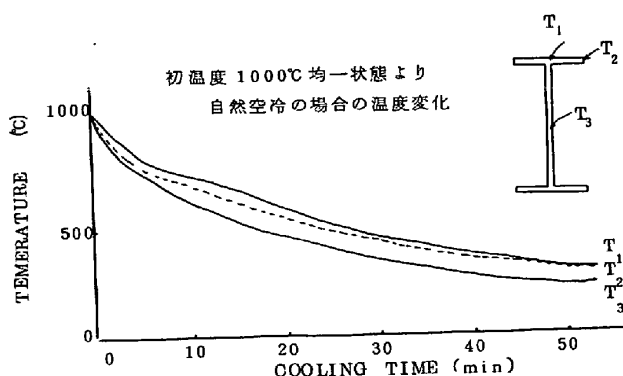


図1. 初期温度が断面内で均一な温度1000℃より冷却した場合の各部の温度変化

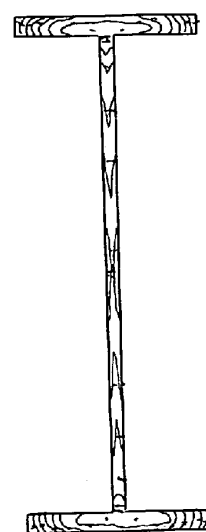


図2. 断面内の残留応力分布