

(546) 冷却中の変態温度域における降伏応力-温度特性のモデル化
 (制御冷却型厚鋼板の熱変形挙動の解析 第3報)

㈱神戸製鋼所 中央研究所 ○(工博)高塚公郎 板山克広
 加古川製鉄所 大江憲一 (工博)松岡雅典

I 緒言

制御冷却型厚鋼板の水冷過程における変形挙動を解析するためには、冷却速度に応じた変態塑性を考慮した物性値が必要であるが、変態塑性変形時の降伏応力-温度特性は未だ明らかにされていない。今回、応力緩和試験により降伏応力-温度特性をモデル化したので以下に報告する。

II 降伏応力-温度特性を求める応力緩和試験

冷却中の変態温度域での降伏応力-温度特性を明らかにするために用いた応力緩和試験装置を Fig. 1 に示す。供試材には 0.14%C-0.25%Si-0.99%Mn 鋼を用いた。試験片の変位を拘束し、冷却速度を変化させて応力緩和試験をおこなった。1°C/S, 10°C/S および 18°C/S における反力の変化を Fig. 2 に示す。

III 降伏応力-温度特性のモデル化

モデル化のための前提および手順を以下に示す。

- (1) 各冷却速度における変態開始温度 T_s および終了温度 T_F は、連続冷却における膨張温度曲線より決定する。
- (2) T_s 以上および T_F 以下の温度域の降伏応力および加工硬化率は、高温引張試験の結果より決定する。
- (3) 応力緩和試験の結果より、変態塑性変形時の定常降伏応力値の第1近似値を決定する。
- (4) 降伏応力が定常降伏応力値となる温度範囲 $T_F' \sim T_s'$ 間 ($T_F' < T_s'$) における加工硬化率を零とし、また $T_F \sim T_F'$ 間および $T_s' \sim T_s$ 間の降伏応力および加工硬化率の温度に対する変化を直線近似する。
- (5) 変態開始直後および終了直前の非定常温度域を等しいとし ($\Delta T = T_s - T_s' = T_F' - T_F$)、有限要素法により応力緩和試験のシミュレーション解析をおこない、Fig. 2 とよく一致する ΔT および定常降伏応力値を求める。

Fig. 3 は上記の手法によりモデル化した降伏応力-温度特性であり、この材料特性を用いて有限要素法により応力緩和試験をシミュレートした結果を Fig. 4 に示す。Fig. 2 との対比において上記のモデル化の手法が妥当と判断される。

IV 結言

炭素鋼および低炭素鋼のオーステナイト域からの冷却過程での変形解析に必要な変態温度域での降伏応力のモデル化の手法が確立できた。本モデルを用いることにより、変態温度域を含む鋼板の変形挙動が解析可能となる。

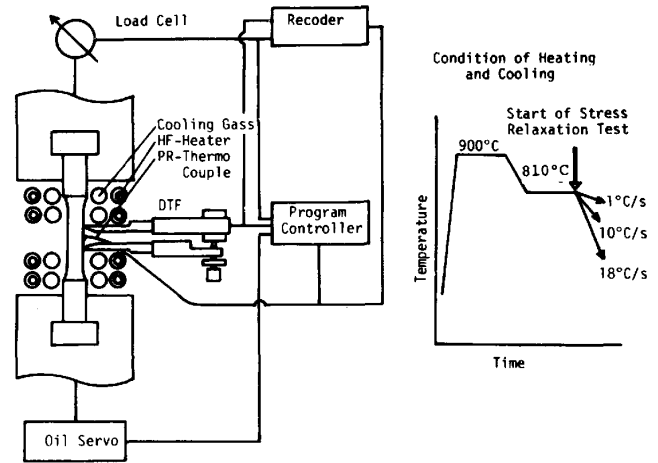


Fig.1 Apparatus for Stress Relaxation Test

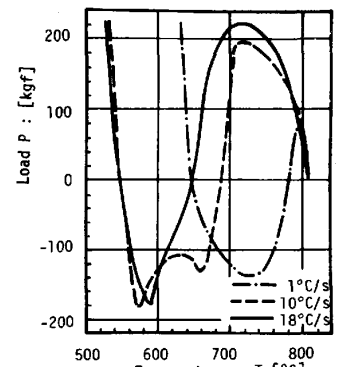


Fig.2 Results of Stress Relaxation Test

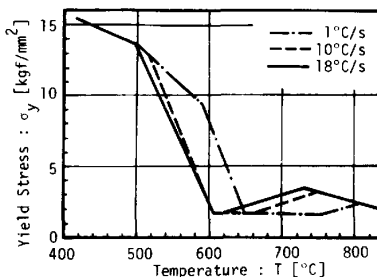


Fig.3 Yield Stress Model of Steel(Si-Mn) during Phase Transformation

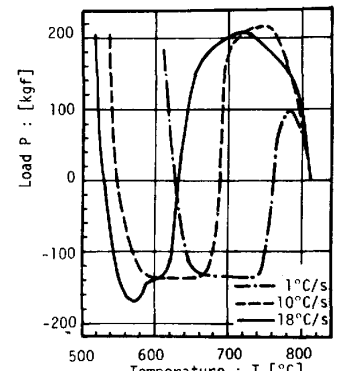


Fig.4 Simulation Results of Stress Relaxation Test