

(351) 鋼の冷却過程における変態現象を定量化する数式モデル

(ホットストリップミルにおける制御冷却の適用 第4報)

川崎製鉄 技術研究所 ○伊藤 庸 坂元祥郎 佐伯真事

水島製鉄所 齊藤吉弘 滝沢昇一 東野健夫

1. 緒言: 水島製鉄所ホットストリップミルでは前報^{1),2)}に報告したように熱延板の制御冷却が可能となった。本報ではそれを材質設計に活用するための手段として開発した変態現象を定量的に表現する数式モデルの内容, すなわち計算 T T T 曲線を用いて任意の冷却曲線に対する変態挙動を計算するアルゴリズムについて述べる。

2. T T T 曲線の数式モデル: 著者らのモデルは T T T 曲線を直接(1)式の形で与える。この式の特徴は定数 D 以外の係数 T_0 , t_0 , T_N , t_N がそれぞれ平衡変態温度およびそれとの交点, そして変態のノーズの温度と時間というきわめてわかりやすい意味を持っていることである。これらの係数は U S Steel 社のデータ³⁾ から上下ベイナイトの C 曲線の分離が生じない範囲の 65 例を選び化学成分およびオーステナイト粒度の関数として重回帰分析を行なつて決定した。図 1 にモデルと実測値を比較した例を示す。

$$\frac{S - S_0}{S_N - S_0} = \frac{1}{\exp D} \cdot \left(\frac{U - U_0}{U_N - U_0} \right)^{-D} \cdot \exp \left\{ D \cdot \left(\frac{U - U_0}{U_N - U_0} \right) \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} U &= 1000 / (T(^{\circ}\text{C}) + 273), & U_0 &= 1000 / (T_0(^{\circ}\text{C}) + 273), & U_N &= 1000 / (T_N(^{\circ}\text{C}) + 273) \\ S &= \ln t & S_0 &= \ln t_0 & S_N &= \ln t_N \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

3. 変態現象の計算モデル: 上記計算 T T T 曲線を用いて任意の冷却曲線が与えられた時の変態挙動を次のような論理構成にしたがつて計算する。

- (1) 冷却曲線を温度あるいは時間で分割した階段状の温度-時間曲線で近似する。
- (2) 変態開始までの潜伏期間は Scheil⁴⁾の方法で計算する。
- (3) 変態開始後はそのステップの温度 T_i , 時間 Δt_i の間に進行する変態を等温変態として計算する。
- (4) 次のステップ, T_{i+1} においては未変態率が等しい t_{i+1} の状態から計算を続ける。

M. P. I. E が発表している C C T 図のデータ⁵⁾ から約 50 例を選び, 図 2 に例を示すように計算 C C T 図との比較を行なつて本モデルが変態現象の定量的解析に利用できることを確かめた。

参考文献 1) 三宅ら: 鉄と鋼 63 (1977) 11, S 690 2) 三宅ら: 同左, S 691

3) I - T Diagrams, U S Steel (1966) 4) E. Scheil: Arch Eisenhüttenw. 8 (1935), P 565 5) Atlas zur Wärmebehandlung der Stähle, M. P. I. E. (1961)

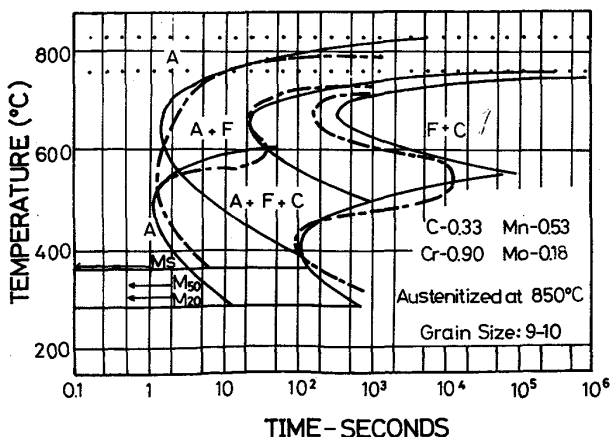


図1 計算 T T T 図と実測値の比較例

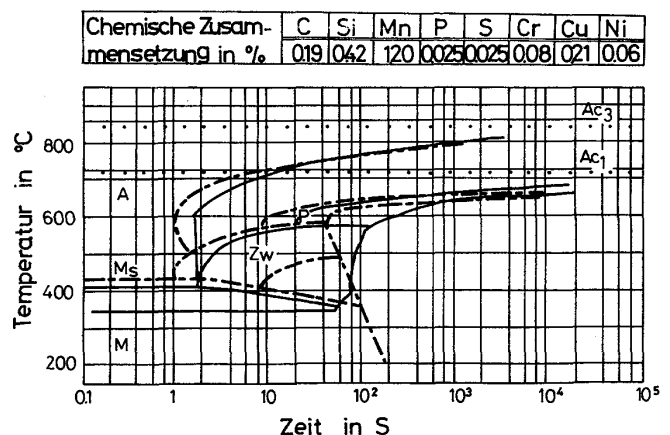


図2 計算 C C T 図と実測値の比較例