



# 高張力鋼の制御圧延・加速冷却における組織変化の コンピュータシミュレーション\*

川崎製鉄技報  
21 (1989) 3, 195-201

## Computer Simulation of Microstructural Changes in Controlled Rolling and Accelerated Cooling of High Strength Low Alloy Steel

### 要旨

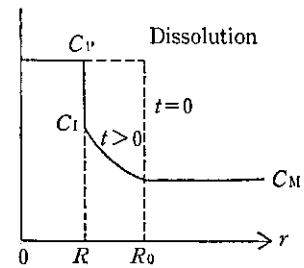
炭窒化物析出, オーステナイト ( $\gamma$ ) $\rightarrow$ フェライト ( $\alpha$ ) 変態,  $\gamma$

$\gamma \rightarrow \alpha$  変態,  $\gamma$  および  $\alpha$  粒径変化の予測モデルを説明し, とくに Nb(C, N) の歪誘起析出,  $\gamma \rightarrow \alpha$  変態に及ぼす圧延後の熱履歴の影響, 直送圧延における  $\gamma$  および  $\alpha$  粒径変化についてのシミュレーション例を紹介する。

## 2 コンピュータシミュレーションモデルの概要

### 2.1 基本概念

鋼板の材質面から見て、制御の対象となすべき要素は組織変化は



炭窒化物形成元素のモル濃度,  $\Delta G_v$  は核形成にともなう自由エネルギー

Table 1 Rolling conditions used for computer simulation

Fig. 5 に示す。また、成長速度  $v$  と時間  $t$  を  $v=at^{1/2}$  で結び付ける parabolic rate constant  $\alpha$  の温度依存性を Fig. 6 に示す。また 800°C から 15 mm の厚板に相当する 0.5°C/s の速度で冷却した

場合の変態率の変化も同時にプロットした。低 C 低 Mn 鋼では核形成、成長とも速く、変態が急速に進行することがわかる。低 C-低

Mn 鋼の組織形成: 800°C から厚さ 15 mm の厚板を 0.5°C/s の速度で冷却した

で空冷した後、それぞれ、8, 10, 12°C/s の冷却速度で強制冷却したときの初析  $\alpha$  生成反応が Fig. 7 に示されているが、冷却速度の変動に伴う変態発動の変化は小さく、直前に冷却前の熱履歴によ



TS は、マルテンサイト相の形成、組織変化の関数として用いられる。また、マルテンサイト相の形成、組織変化の関数として用いられる。

した変態組織分率と  $\Delta TS$  との関係は以下に示す実験式で記述される。

$$\Delta TS(\text{MPa}) = -4.0(\text{MPa} \cdot \text{mm}^{1/2}) \Delta d_{\alpha} / d_{\alpha}^{-3/2} + 1.0 \Delta V_P + 2.5 V_B + 13.2 V_M \dots (16)$$

ここで、 $\Delta V_P$  は水冷によるパーライト体積分率化 (%),  $V_B$ ,  $V_M$  はそれぞれベイナイトおよびマルテンサイト体積分率 (%) を表す。また  $\Delta d_{\alpha}$  は水冷による  $\alpha$  粒径変化を示す。(16) 式の右辺が冷却条件の関数として用いられる。

0.02 以上においては  $P_T$  と  $\Delta TS$  および第 2 相分率との間に直接関係が得られ、 $P_T$  がオンラインでの制御パラメータとして適切であることが示されている。

### 3.2 製造条件の最適化

目標とする材質の鋼板を制御圧延・制御冷却により安定に製造するため、組織の制御に加えて、製造条件、とくに冷却条件を最適化

図 10 鋼材の組織変化のシミュレーション結果 (1)

