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

(Yoshiyuki Saito)

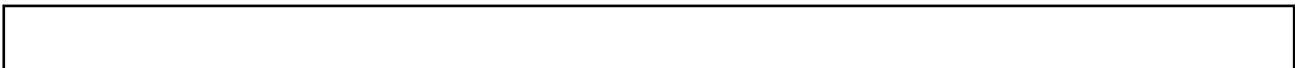
(Chiaki Shiga)

:

() ()

(1) Nb(C,N)U⁻¹ a c X Y⁻¹ g⁻¹ c Z⁻¹ W U f V c b] h
Z Y f f] h Y⁻¹ fl⁻¹ L⁻¹ d \ U g Y⁻¹ h f U b g Z c f a U h] c
have developed for the purpose of executing computer simulation
changes in controlled-rolling and accelerated-cooling processes.
U f Y c M U] b Y X⁻¹ f L H Y U a c i b h U b X g] n Y X] g f] M h] c b⁻¹ c Z B V f 7 B
controlled rolling predicted by the model are in good agreement with
Simulation of f Y g⁻¹ h g⁻¹ c b⁻¹ h Y Y Z W c Z W c] b] W b X] h c b⁻¹ U n f⁻¹ W b f c
transformation indicate that the thermal cycle from the end of r
a W c] b] \ U Y U g] h] b] M b Z Z W c b⁻¹ Y a c a U b g c b⁻¹ W X g f c W g Y] g
herein-described computer simulation method.

(c)JFE Steel Corporation, 2003



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

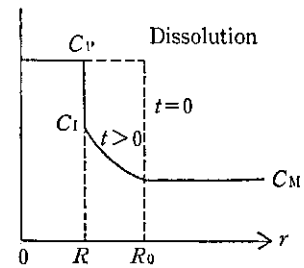
炭窒化物析出, オーステナイト (γ) \rightarrow フェライト (α) 変態, γ

$\gamma \rightarrow \alpha$ 変態, γ および α 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 γ および α 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, ΔG_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

Rolling temperature (°C)	Rolling speed (mm/s)	Rolling force (kN)	Rolling reduction (%)	Rolling direction
1100	100	1000	50	Horizontal
1050	100	1000	50	Horizontal
1000	100	1000	50	Horizontal
950	100	1000	50	Horizontal
900	100	1000	50	Horizontal
850	100	1000	50	Horizontal
800	100	1000	50	Horizontal
750	100	1000	50	Horizontal
700	100	1000	50	Horizontal
650	100	1000	50	Horizontal
600	100	1000	50	Horizontal
550	100	1000	50	Horizontal
500	100	1000	50	Horizontal
450	100	1000	50	Horizontal
400	100	1000	50	Horizontal
350	100	1000	50	Horizontal
300	100	1000	50	Horizontal
250	100	1000	50	Horizontal
200	100	1000	50	Horizontal
150	100	1000	50	Horizontal
100	100	1000	50	Horizontal
50	100	1000	50	Horizontal
0	100	1000	50	Horizontal

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 α 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 鋼の制御工程 800°C から厚板に相当する 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 α 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、直ちに冷却前の熟成区に

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、TS は、

した変態組織分率と ΔTS 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、 ΔV_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 Δd_{α} は水冷による α 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 ΔTS 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 圧延後の組織変化のシミュレーション結果 (圧延温度: 1100°C, 冷却速度: 10°C/s)

