

(480) 加速冷却材の初析フェライト生成に及ぼすC, Mn量及び圧延条件の影響

川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 ○齊藤良行 中野善文 上田修三

1. 緒言: 加速冷却技術は溶接性のすぐれた高張力高靱性厚鋼板を製造するための主要な製造技術の一つとなりつつある。加速冷却材においては、C, Mn量の低下により平衡変態点 A_{e3} が上昇し、フェライト(α)粒の成長速度の速い領域において、 α 核形成が起こるため、圧延最終数パス及び圧延終了から冷却開始までの製造条件の変化が初析 α 生成過程に大きく影響する。初析 α 生成過程が実質的には製品の変態組織分率を支配しているため、これを適切に制御することは材質制御の面からきわめて重要である。

2. 初析フェライト生成過程の予測と制御: 厚鋼板製造プロセスにおける材質制御モデル¹⁾を用いて初析 α 生成過程をシミュレートし、C量, Mn量, 圧延終了温度, 冷却開始温度の影響を明らかにし、加工変態装置を用いて結果を確認した。初析 α 生成反応は以下に示すKolmogorov-Avramiの式で記述される。

$$X(t) = 1 - \exp \left[- \int_0^t J(t') V(t, t') dt' \right], \quad X(t): \text{時間 } t \text{ における変態率}$$

$J(t')$ は時間 t' における核形成頻度、 $V(t, t')$ は時間 t' で核形成した安定核の体積を示す。 $J(t')$, $V(t, t')$ に対する成分の影響はオーステナイト(γ)/ α 界面の r 側のC平衡濃度への影響を通して変態挙動を左右する。シミュレーションのフローチャートをFig.1に示す。

3. 結果: (1) C, Mn量の減少により A_{r3} 温度が上昇し、定常核形成頻度が増加し、潜伏時間が減少する(Fig. 2)。 α の成長速度についても、C, Mn量の低下により上昇するため、750~850℃の温度域において初析 α 生成反応が急速に進行する(Fig. 3)。

(2) 圧延最終数パスの圧下率・圧延終了から冷却開始までの条件を適切に制御すれば、冷却速度, 冷却停止温度の変動があっても安定な変態組織、さらには材質が得られるため、初析 α 生成反応を最適化するような圧延条件の選定がきわめて重要である。

文献: 齊藤 「熱間加工のシミュレーションとオーステナイトの変態」, P72, 熱延プロセス冶金シンポジウム, 1985

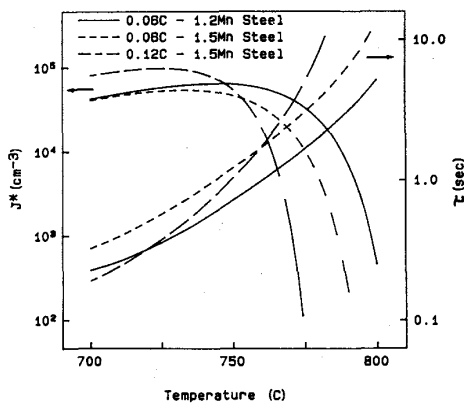


Fig. 2 Effect of carbon and manganese content on steady state nucleation rate J^* and incubation time τ for proeutectoid ferrite

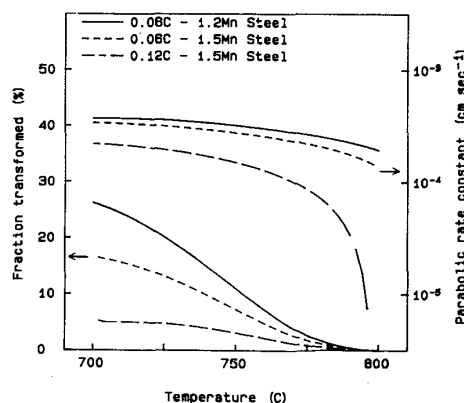


Fig. 3 Effect of carbon and manganese content on parabolic rate constant and proeutectoid ferrite transformation kinetics

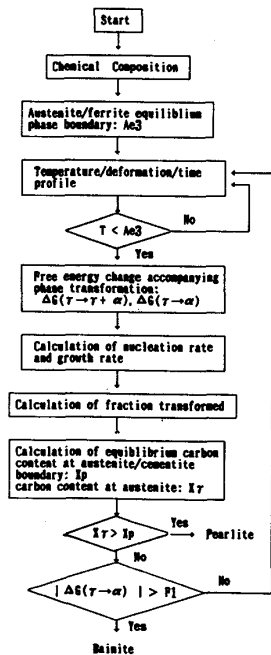


Fig. 1 Flow chart for simulation of proeutectoid ferrite nucleation and growth