

(710) オーステナイト化過程における組織制御

川崎製鉄㈱ 技術研究本部 ○齊藤良行 田中康浩

1. 緒言： オーステナイト(γ)化は鋼の加工熱処理の出発点であり、 γ 化過程における組織変化を正確に予測・制御し、最適加熱条件を選定することは、圧延及び冷却時の組織制御と並んで材質制御の面からきわめて重要である。加熱時における主たる組織変化は、(1)フェライト(α)・セメンタイト境界における γ 核発生、成長にともなうパーライト分解、(2)Cあるいは合金元素の拡散に律速される γ の成長、(3) γ 中における析出物の溶解と未溶解析出物のOstwald成長、(4) γ 粒成長があげられるが、これら γ 化過程のメカニズムと加熱条件との関係を定式化した数式モデルを開発した。

2. 組織制御モデルの概要： 2.1 逆変態過程予測 凝化学法により α 及び γ 中の各元素の活量を計算し、平衡温度 Ae_1 , Ae_3 を推定した。与えられた加熱条件にしたがい $\alpha \rightarrow \gamma$ 変態挙動を古典的核形成成長理論により予測した。変態量の計算はKolmogorov-Avramiの式を用いるが、固溶元素による逆変態遅延効果については固溶原子による γ 成長抑制効果を考慮して定式化し、 Ac_1 , Ac_3 を推定した。

2.2 析出物溶解及び未溶解析出物の成長 析出物形成元素の拡散が溶解過程を律速すると考え、析出物とMatrix界面での平衡を考慮した拡散方程式の解をもとに溶解過程を記述するモデルを開発した。未溶解析出物の粒径、分布についてはOstwald成長を考えて定式化した。

2.3 γ 粒成長 低温域加熱においては分散した析出粒子のピン止め効果による粒成長抑制効果を、析出物の固溶する高温域加熱では粒界移動時のSolute drag効果を考慮して γ 粒成長過程をモデル化した。

3. 鋼板加熱時の組織制御： 今回開発した組織制御モデルを用いて鋼板加熱時の組織変化を予測し、全自動変態点測定装置によるシミュレーション実験結果と比較した。Fig.1はNb鋼について γ 粒径と加熱条件との関係を求めた組織制御モデルによる予測結果を示す。加熱時間よりも加熱温度の効果が大きく、温度管理の重要性が示唆される。Z軸に平行な直線は γ 粒径実験結果を示すが、予測値とよく一致することがわかる。Fig.2は2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼を圧延後熱処理した場合の組織変化を示すTTA図である。 Ac_1 , Ac_3 とも推定値と実測値はよく一致し、また析出物固溶曲線と硬度の最高値はよく対応することがわかる。以上2つの例を示したように本組織制御モデルは圧延前の加熱及び圧延後の熱処理時の γ 化過程での組織変化を精度よく予測することが可能であり、圧延及び冷却時の組織制御モデルと組合せることにより鋼板の材質制御の最適化がはかれる。

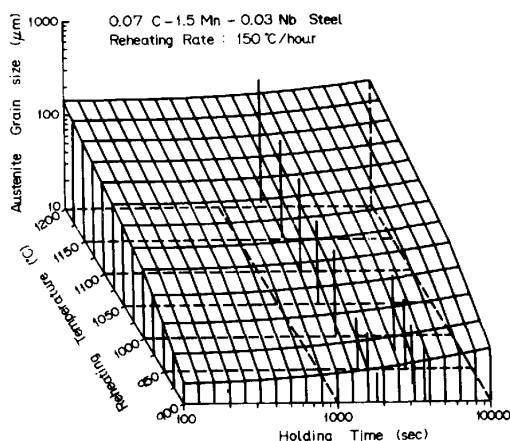


Fig. 1 Effect of reheating temperature and holding time on austenite grain size of Nb steel

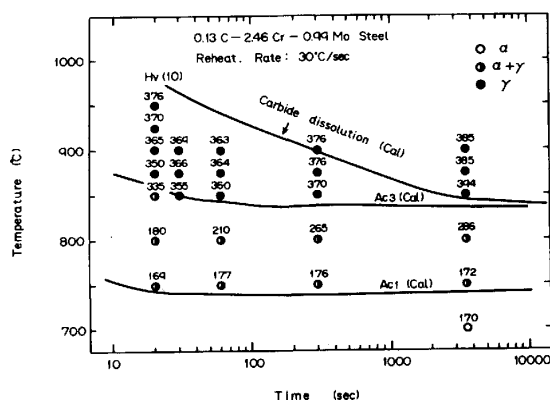


Fig. 2 Computed Time-Temperature-Austenite diagram compared with experimental results