

(601) 高炭素鋼線材における初析セメンタイト生成ゾーンに関する熱力学的解析

(連鑄製直引きPC鋼線用素材の開発 第2報)

川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 ○工博 富樫房夫, 藤田利夫
峰 公雄, 片岡健二

1. 緒言

PC鋼線材の冷間伸線時における断線は、主に素材中心偏析部の γ 粒界に析出した初析セメンタイト(以下 θ 相と記す)を起点とするクラックの発生に因ると認められる。この θ 相の析出を抑制し、熱間仕上げのままで伸線加工に供する、いわゆる直引き化を進める目的から、本報告では θ 相析出ゾーンに対する各種影響因子を評価し、工程化にむけての指標となり得た解析結果を紹介する。

2. 解析手法

(a) θ 相析出ゾーン: 過冷 γ の分解過程に対する解釈にしたがい、 θ 相析出ゾーンをAcm線以下および A_3 の A_1 以下低温外挿線以上の温度組成域にあるとする。各種要因の影響は、この θ 析出ゾーン($\gamma+\theta$ 2相域)を増減する度合いで評価することとした。

(b) Cの中心偏析の影響: Fe-C二元系状態図中のAcmおよび A_3 の勾配から、C量の影響を見積った。平均C濃度 C_0 、中心部のそれをCとしてC量増加分 $\Delta C=C-C_0$ による2相域の範囲の広がり分 $\delta c(^{\circ}C)$ は

$$\delta c \approx 500 \cdot \Delta C \dots (1)$$

以下、他の要因も同様にして δ 値に換算する。

(c) 合金元素Mの影響: M添加によるAcm、 A_3 の変化分を正則溶体近似によって計算⁽¹⁾⁽²⁾した。Acm線の場合について示す。Fe-C二元系のC濃度を C_2 、M添加による C_2 からの変化分を ΔC_3 とすると、完全平衡条件では

$$\Delta c_3 \approx c_2 \left[3 \left(1 - K_M^{\theta/\gamma} \right) - \frac{W_{MC}}{RT} \right] X_M^{\gamma} \dots (2)$$

一方、合金元素非分配下での擬二元系的平衡条件では(2)式はさらに減少してその変化分は

$$\Delta c_4 \approx c_2 \left[3 \left(1 - K_M^{\theta/\gamma} - \ln K_M^{\theta/\gamma} \right) \right] X_M^{\gamma} \dots (3)$$

ここで、 $K_M^{\theta/\gamma}$ はMの θ/γ 間の分配係数、 W_{MC} は相互作用パラメーター、 x_M^{γ} はMの濃度(at.fr.)

A_3 線に対するMの効果は別報⁽²⁾に記されている。

Fig.1および2は、(1)~(3)式に基づきPC鋼線を対象とした場合の計算結果である。

3. 結言

初析 θ の生成を抑制し、PC鋼線の直引き化を推進するためには、(1)化学成分上はCの中心偏析を軽減し、合金元素を低減する観点から適正成分を選定する。(2)圧延条件上は、加工組織の回復と巻取り時の冷却強化が有効であることが判明した。

(1) 西沢:日本金属学会会報, 12(1973), 401

(2) 富樫、西沢:日本金属学会誌, 40(1976), 12

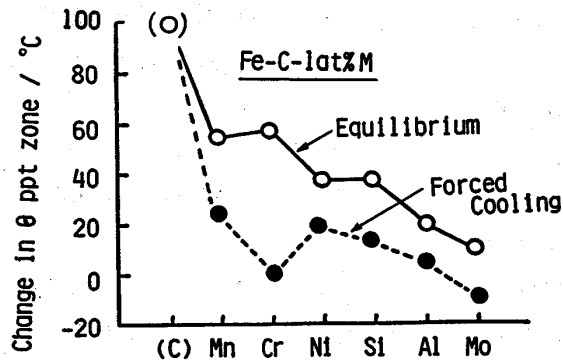


Fig.1 Effect of alloying elements on the θ ppt temperature range

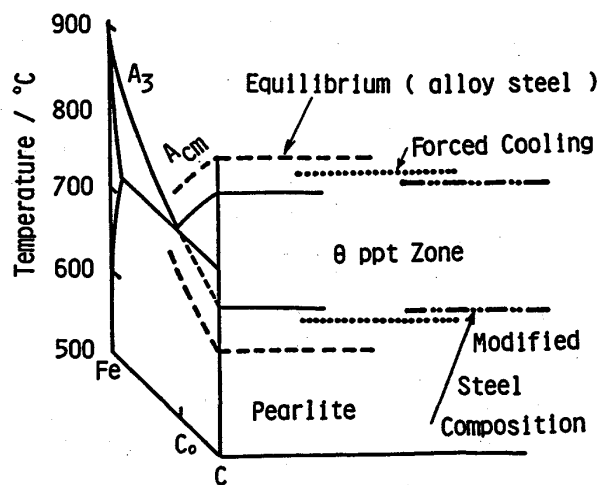


Fig.2 θ precipitation zone in rods for PC wire