

(122) 硬鋼線材の中心部炭素偏析の消失について

川崎製鉄 技術研究所 佐々木 徹 峰 公雄
藤田 利夫

1 緒言 : 炭素含有量の多い硬鋼線材を大型鋳型に注入したりあるいは連続鋳造を行なっても、注入温度が高い場合には、不均一凝固による炭素の濃縮が起こり、はなはだしいときには5.5mmφの最終圧延製品になっても中心部に帯状の炭素偏析が認められることがある。これを圧延直角方向の断面で見ると写真1のようにスポット状に見える。この偏析はワイヤロープ索線製造工程の伸線、熱処理(パテンティング)によって消失する傾向を示す。スポット消失におよぼす伸線減面率や温度の影響は大きく、その機構について考察した。

2 実験方法 : SWRH4A(C; 0.65 Si; 0.24 Mn; 0.53 P; 0.013 S; 0.010 Cu; 0.02 Ni; 0.02 Cr; 0.01 各%)の5.5mmφ(圧延のまま)および4.4mmφと2.5mmφに伸線したものを、700°Cと800°C~1050°Cまでの間50°C間隔の各温度で5分間保持した後空冷し、スポットの消失状況を調べた。

3 実験結果 : 空気パテンティング後のスポット状況を、明りょうに残っているもの2、わずかに残っているもの1、消失しているもの0と評定し、線径および温度による変化をまとめると図1のようになる。この図から(1)処理温度が高いほどスポットは消失しやすい(2)減面率の大きいものほどスポットの消失が早いことがわかる。

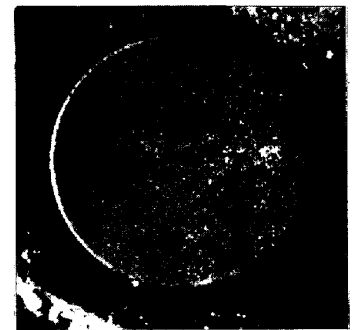


写真1 4.4mmφ伸線後の中心スポット

4 考察 : 初期スポット半径をδとし、この部分の炭素濃度をA₀、周辺部分の炭素濃度をA₁とし、A₀-A₁の偏析炭素が無限遠まで拡散するとすれば次式が成り立つ。

$$\frac{A(x, t)}{A_0 - A_1} = \frac{1}{2} \left\{ \operatorname{erf} \frac{\delta(1 - \frac{x}{\delta})}{2\sqrt{Dt}} + \operatorname{erf} \frac{\delta(1 + \frac{x}{\delta})}{2\sqrt{Dt}} \right\} \dots\dots(1)$$

x; スポット中心からの距離 t; 時間 D; 拡散係数
スポット中央(x=0)の偏析がある一定量まで減少したとき、すなわち A(0, t)/A₀-A₁ = α のとき、見かけ上スポットが消失するとすれば(1)式より次の関係が求まる。α = erf δ/2√Dt ……(2)

したがって Dt = βδ² ……(3) β; αに依存する定数となるので、スポットが消失する迄の時間は、偏析部分の半径の自乗に比例する。減面率が大きくなるほどスポットの消失が早かったのは、スポット径が小さくなって来たためである。つぎに拡散係数は D = D₀ exp(-Q/RT) なのでこれを(3)式に代入して変形すると以下の(4)式が得られる。2 ln δ = ln D₀ t/β - Q/RT ……(4)

D₀; 定数 R; 気体定数 T; 温度(°K) Q; 活性化エネルギー
これは初期スポット半径、処理温度、時間とスポット中心の偏析状態の関係を表わしている。tとβが同一の状態では、ln δと1/Tは直線となり、その勾配から拡散の活性化エネルギーを求めることができる。図2にlog δと1/Tの関係を示し、活性化エネルギーは約37,000 cal/mole と鉄中の炭素の33,800 cal/moleに近い値が得られた。

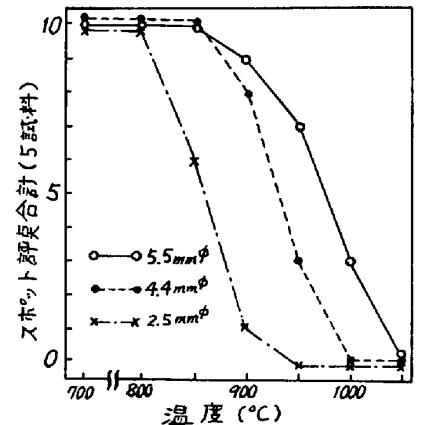


図1 処理温度によるスポットの変化

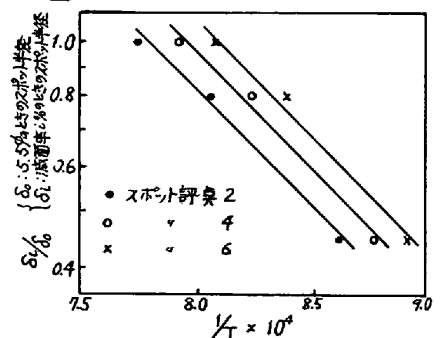


図2 1/Tとlog δの関係