

## 棒鋼直接表面焼入技術の開発

新日本製鐵(株) 室蘭製鐵所 ○安沢典男 矢崎 尚 高橋武司

坂口 聡 長谷川光一 原田武夫

## 1. 緒 言

室蘭製鐵所棒鋼工場では、熱間圧延後の鋼材をクーリングトラフで急冷し、鋼材表面からの焼入・焼戻深さを任意にコントロールする制御冷却技術を開発し、低温靱性の優れた低温用鉄筋棒鋼の製造技術を確立したので報告する。

## 2. クーリングトラフ

仕上圧延機後の#1、2クーリングトラフにFig. 2の単位冷却装置14個を配置してある。(Fig. 1)

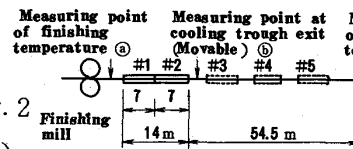


Fig. 1. Positions of DSQ equipment and temperature measuring point

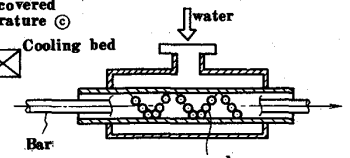


Fig. 2. Cooling device

## 3. 制御冷却技術

棒鋼の直接表面焼入(Direct Surface Quench)技術の確立に当って、次の冷却技術を開発した。

## (1) 冷却能力の向上

クーリングトラフの冷却能力を熱伝達に関する無次元量  $Nu = f(Re, Pr)$  で解析し、DSQに必要な最大冷却水量約  $60 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $m$  を求め、単位冷却装置のノズルを改造して冷却能力を大幅に向上させた。

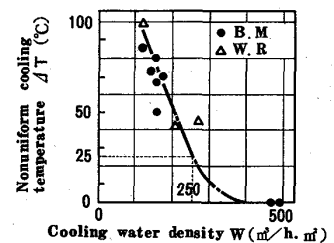


Fig. 3. Effect of cooling water density on nonuniform cooling temperature

## (2) 均一冷却技術

工場および実験装置での各種実験データから棒鋼周方向冷却むらを冷却装置へのセンターリングと鋼材の熱伝導および冷却水境界の安定化から考察し、水量密度との関係で定量化し均一冷却技術を確立した。

## (3) 棒鋼半径方向温度制御技術

冷却過程における棒鋼の半径方向組織変化を考慮した温度計算モデルを作成し、表面からの焼入・焼戻深さを任意に制御する技術を開発した。(Fig. 4)

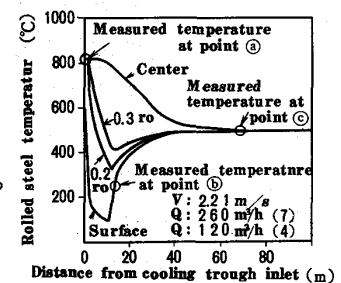


Fig. 4. Cooling curve in DSQ process

## 4. 低温用鉄筋棒鋼の製造技術

工場での各種実験データから要求に応じた鋼種選定指針を確立すると共に再結晶後の粒成長を抑制し、低温靱性を向上させる制御圧延技術を開発した。

## (1) 品質目標とその達成条件

目標…… $vE_{-120} \geq 10 \text{ kg} \cdot \text{m}$ 、 $Yp_{-120} \geq 42 \text{ kg/mm}^2$ 、 $E\ell_{-120} \geq 12\%$

条件……鋼種: 3.5% Ni (Table. 1)、仕上温度:  $820^\circ\text{C}$  (Fig. 5)

## (2) 安定操業技術の確立

材質予測のための品質コントロールファクターとして、復熱温度を考慮工程能力を加味した操業条件決定モデルや冷却装置の出口目標温度決定モデルを開発し、低温用鉄筋棒鋼の安定した製造技術を開発した。

## 5. 結 言

直接表面焼入用制御冷却技術の開発により、昭和60年12月に受注した低温用鉄筋棒鋼のプロパー生産に成功し、オフライン熱処理QT省略を実現した。

Table 1. Chemical Composition (%)

| C    | Si   | Mn   | P     | S     | Al    | Nb | Ni   |
|------|------|------|-------|-------|-------|----|------|
| 0.08 | 0.18 | 0.59 | 0.007 | 0.003 | 0.050 | —  | 3.45 |

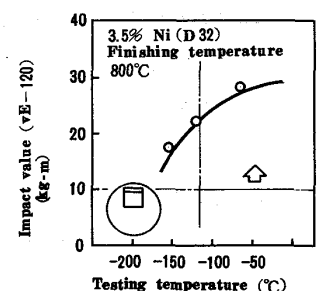


Fig. 5. Transition Curve (Surface)