

(141) 溶鋼流れ場における冷却体からの凝固現象の解析 (薄鋼片の連続製造-3)

川崎製鉄㈱ 鉄鋼研究所 ○別所永康, 糸山誓司, 戸沢宏一
藤井徹也, 野崎 努

1. 緒 言:

近年、製鋼分野での革新的な製造法として、長辺に鋼片と同期するベルトを配した薄スラブ連続機¹⁾が注目されている。本連続機において、薄鋼板ベルトの裏面では、強制冷却が、表面では、溶鋼の流れによる熱伝達が存在する。ベルト面への最大熱負荷時のベルト熱変形、ベルト溶損を考える場合、ベルトと溶鋼の直接接触下での熱計算による検討が必要となる。

2. 計算方法および結果:

前記条件下での一次元熱計算モデルの概略を図1に示す。ベルト厚BWは、ベルト面でのシェル成長、溶損により増減する。

2.1 基礎式および境界条件

- 1) ベルト冷却面において ($x=0$)

$$q_1 = h_w (T_B - T_w) \quad (1)$$

- 2) ベルトあるいはシェルと溶鋼との境界面において

$$(x=BW) \quad T = T_L \quad (2)$$

- 3) ベルトおよびシェル内において ($x=0 \sim BW$)

$$\partial H / \partial t = k d / \rho_m (\partial^2 \phi / \partial x^2) \quad (3)$$

- 4) ベルトあるいはシェルと溶鋼間の熱収支式

$$\rho_m S \frac{dL}{dt} = k \frac{\partial T}{\partial x} \bigg|_{x=BW} - q_2 \quad (4)$$

$$q_2 = h_m (T_I - T_L) \quad (5)$$

2.2 計算条件

(1)~(5)式を explicit 法で倍精度計算により、表1の条件で計算を行なった。

2.3 計算結果

$h_w = 0.278 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ の条件下で、 h_m を $0.5 \sim 40 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ と変動させた場合の、ベルト厚み、ベルト温度の経時変化を図2に示す。 h_m が $5 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 以下では、ベルト厚は $1.45 \sim 1.65 \text{ mm}$ で、 T_B は $750 \sim 800^\circ\text{C}$ で定常状態となる。 h_m が $25 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 以上では $0.1 \sim 0.5 \text{ sec}$ でベルトは溶損する。

3. 結 言: ベルトと溶鋼が熱抵抗なしに直接接触した条件下での凝固の初期現象を熱計算モデルにより考察し、適切な冷却条件を求めた。

記号説明: T_L : 液相線温度, H : 鋼の含熱量, ϕ : 鋼の換算温度, $k d$: 基準温度における鋼の熱伝導度, k : 鋼の熱伝導度, ρ_m : 鋼の密度, S : 鋼の凝固潜熱, dL : 差分時間内のシェル厚み変化量
参考文献: 1) 糸山ら: 鉄と鋼, 71 (1985) 4, S272

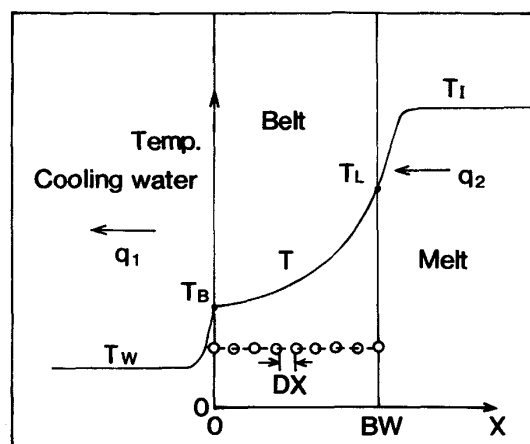


Fig. 1 Schematic representation of heat transfer model.

Table 1. Calculation conditions.

initial belt thickness BW	= 0.8mm
mesh width DX	= 0.1mm
time interval DT	= 10^{-4} sec
calculation time T _{max}	= 1 sec
heat transfer coefficient of cooling water: h_w	= $0.01 \sim 1.0 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
heat transfer coefficient of melt: h_m	= $0.5 \sim 40 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

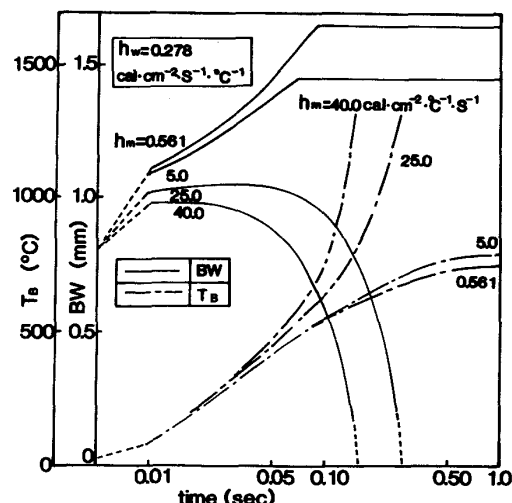


Fig. 2 Variation of belt thickness and belt temperature with time.