

(208) ダイナミック制御のミスト冷却への適用
 (ブルーム連鑄の二次冷却技術の改善-3)

(株) 神戸製鋼所 <神戸製鉄所> 大西 稔 森 高木 彌 河津 利彦
 尾上 善則 清水 秀之 <秀田研究所> 北村 幸

1. 緒言

前報でダイナミック制御システムとそれをスプレー冷却に適用した例について報告した。今回は制御モデルのレベルアップを図ることにより、ダイナミック制御をミスト冷却に適用することを可能にした。これを実機(神戸NO3ブルームCC)に適用したところ良好な結果が得られたので報告する。

2. 伝熱モデル

伝熱モデルとして、鑄片の断面方向の熱伝導のみを考慮した1次元非定常熱伝導方程式を用いている。

その基本式を(1)(2)式に示す。 $\rho \cdot C(\theta) \cdot \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) \dots (1)$ $k(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} = -h(\theta - \theta_w) \dots (2)$

ここに $C(\theta)$: 比熱 ρ : 比重 $k(\theta)$: 熱伝導率 h : 熱伝達率
 (1)(2)式をもとに、ブルームの断面形状が矩形であることを考慮して、Fig. 1のような方形シェルモデルを考案した。これにより、温度分布や凝固シェル厚の計算精度が向上した。

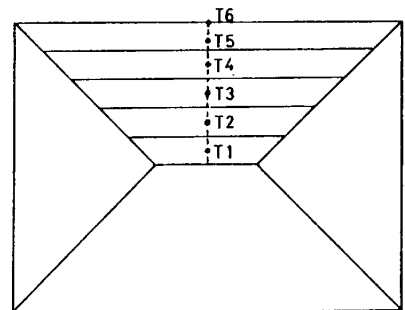


Fig.1 Divide cross-section model of the cast

3. 熱伝達率モデル

熱伝達率の計算において、スプレー冷却では(3)式のような三塚の式の簡略式を用いたが、ミスト冷却では空気のみによる冷却を無視することができない。特に、低水量時には空気による放射熱が顕著であるために(3)式では不十分である。そこで(4)式のようなモデルを考案した。

$h = \alpha W^\beta \dots (3)$ ここに W : 水量密度 t : 鑄造時間
 $h = \alpha W^\beta \cdot f_1(W) \cdot f_2(t) \dots (4)$ α : 学習係数

本モデルでは、 α を水量密度 W とは、独立なパラメータと考え、 α が W に対して一定となるように、実機テストにてチューニングした。(3)(4)式による α と W の関係の比較をFig.2に示す。(4)式による α は W に対してほぼ一定となっていることがわかる。

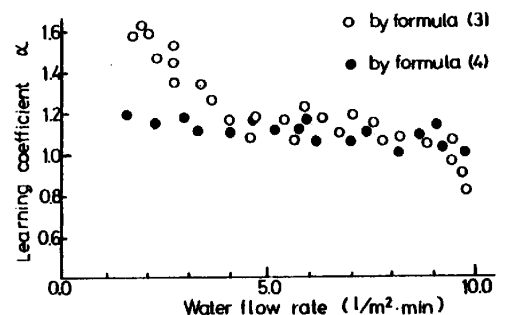


Fig.2 Relation between water flow rate and learning coefficient α

4. 結果

上記のように制御用伝熱モデルを改善し、ミスト冷却と組合せて、実機に適用したところ過冷却部分の救済などのダイナミック制御の特色が発揮され、鑄片表面温度制御精度が向上し、品質改善に寄与していることがわかった。Fig.3にミスト冷却時の比水量制御とダイナミック制御の制御性の比較を示す。

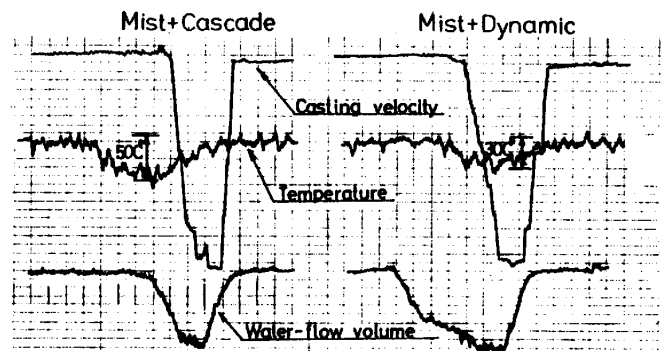


Fig.3 Comparison of surface temperature by dynamic control with that by cascade control under variation of casting velocity

(参考文献)

1) 大西 稔 鉄と鋼69(1983)S167