

Development of Surface Temperature Control in Slab Caster

(Yoshiharu Iida)

(Masanori Kodama)

(Koji Suzuki)

(Junjiro Yamazaki)

(Shinji Kojima)

---

:

2

No.6

2

(1)

† 15

(2) Nb, V, Al

---

Synopsis :

Slab temperature control in the secondary cooling zone of continuous caster is

Discussed in this paper. In NC.C. machine (at) works

Kawasaki Steel C(s) (Fe03.2(rp., a)7.3(n)9( automatic surfac)TJ19.814) TD:0002 Tc(e temperature control

## 連続鋳造における鋳片の表面温度制御技術の開発

## Development of Surface Temperature Control in Slab Caster

飯田 義治\*  
Yoshiharu Iida児玉 正範\*\*  
Masanori Kodama鈴木 康治\*\*\*  
Koji Suzuki山崎 順次郎\*\*\*\*  
Junjiro Yamazaki小島 信司\*\*\*\*\*  
Shinji Kojima

## Synopsis:

Slab temperature control in the slab caster is one of the important factors for the quality of the slab.

defects. In No. 6 C.C. machine at Mizushima Works of Kawasaki Steel Corp., an automatic surface temperature control system was developed and has been working satisfactorily with such performances as follows:

- (1) The deviation from aimed cooling curve of slab surface temperature in this system was considerably corrected to become better than the conventional speed cascade control. It is now constantly controlled within the range of  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ .
- (2) The transverse cracks on the surface of steel slab are almost completely eliminated.

結果、横割れの発生はほとんど皆無となった。力される。

本報ではこの制御法の開発経過およびその効果について概要を述べ

## 2・2 2次冷却制御法

## 2. 2次冷却自動制御システム

### 2・1 制御システムの概要

2次冷却制御法として従来速度カスケード制御法が使用されてきた。今回表面品質をさらに向上させるために冷却パターンを一定のパターンに維持する制御法の検討を行い3種の制御法（速度カスケード制御，比水量制御，表面温度制御）につ

ニ・コンピュータ (YODIC-100, 容量38K)により直接デジタル制御 (DDC) を行っている。システムの概要を Fig. 2 に示すが次の4点に特に留意した。

No. 6 スラブ連铸機における冷却ゾーンの分割図を Fig. 1 に示した。これら各冷却ゾーンにおける冷却水配管は元管に自動流量調節弁を設置しそのあと内外面支管に分岐されているが制御ループと

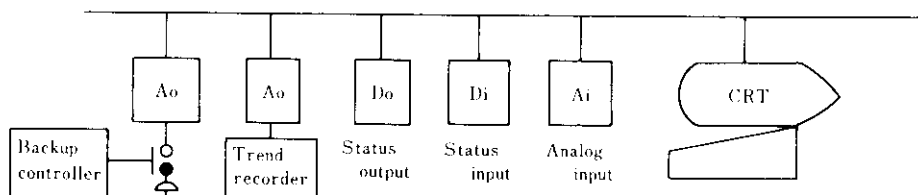


Fig. 2 Schema of direct digital control (DDC) system

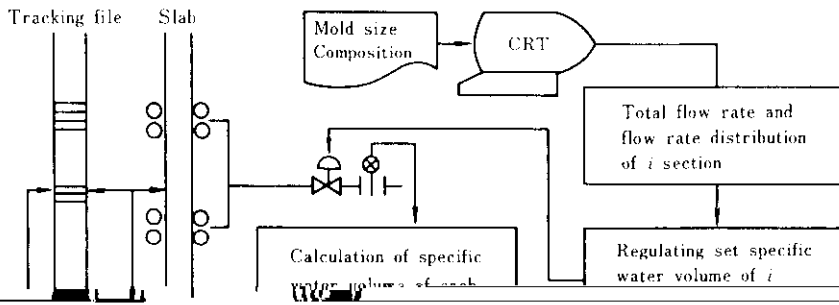
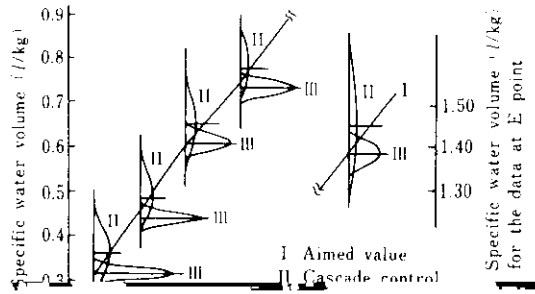


Fig. 4. Schematic flow diagram of water ratio control.

### 3. 各制御法の制御結果

Table 2 に速度カスケード制御法と比水量制御法による鋳片表面温度の比較を示す。両者の鋳込条件はほぼ同一で鋳造速度の変動量も差がないにもかかわらず各測温位置 (Fig. 1 中 A~D 点) での鋳片表面温度は、比水量制御の方がバラツキが大



度の比較例を Fig. 9 に示す。表面温度のバラツキは比水量制御による改善に比べてさらに低減し特に下位ゾーンでの低減が著しい。このように 3

を行った際、鑄造速度が急低下すると上位ゾーンで鑄片表面温度が急激に低下しすぎて異常低温の鑄片を生ずることがある。Fig. 10 は、表面温度計

る表面温度は、Fig. 12 に示すように、鋳造速度  $h_s = 10^{-A(W)} \cdot \theta_s \times B(W)$  ..... (5)



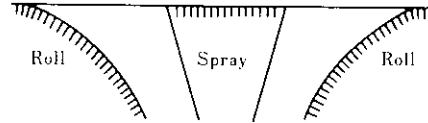
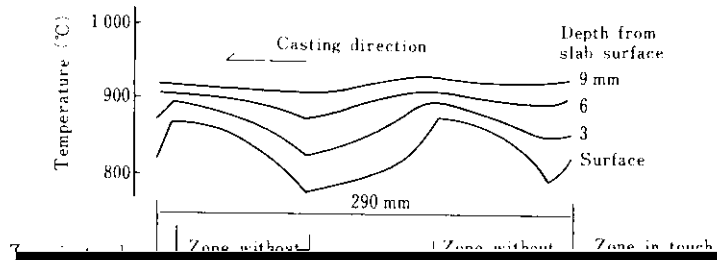


Fig. 13 Calculated change of the slab temperature at the various depth from surface

この計算結果に基づいて、鋳造速度に流量をカ Table 4 Calculated ratio of heat extraction at diff

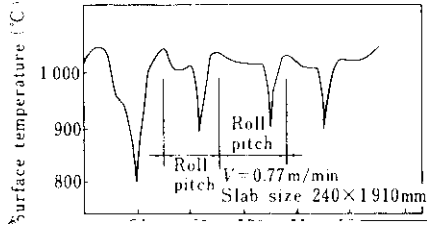


Fig. 15 Actual surface temperature

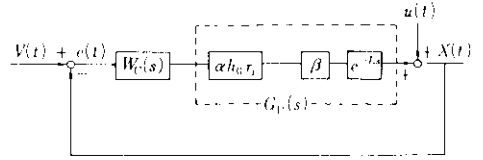


Fig. 18 The simplified block diagram of surface temperature control

(2) フィード・バック系に限定する。

$u(t)$ による温度偏差  $e(t)$  の2乗平均値  $\langle e^2(t) \rangle$  ..... 制御周期による表面温度改善の解析

る。

$$e(t) = u(t) - w(t)$$

(10) .....

### 5・2 2次冷却制御と表面改善

$$\langle e^2(t) \rangle = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T e^2(t) dt \quad \dots (11)$$

こうして、良好な制御性が確認された表面温度

2次冷却帯頭部における過度の冷却は鋳片表面欠陥の発達を助長する。

次に、横割れはこの鋼種に特に発生しやすい傾向があり次の3種類に分類される。

- A. 表層直下(10~35mm深さ)の内部割れ,
  - B. 表面でのAIN, Nb,  $V_{insol}$ などが粒界に析出することによる粒界脆化割れ,
  - C. 特定C濃度域(0.10~0.12%)での $\delta \rightarrow \gamma$ 変態・包晶反応によるデプレッション割れ,
- これらのうち、Aタイプの欠陥は、鋳片表面を

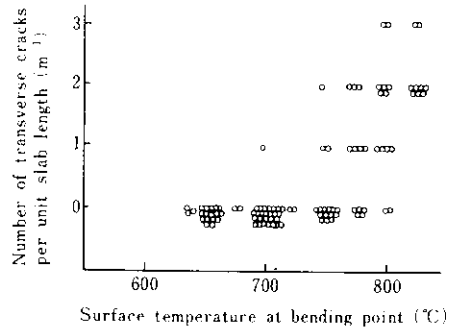


Fig. 22. Relation between surface temperature at

入時でもほとんどの場合中みオレは山・開口・製品未

bending point and transverse crack index

面に露出して星状の重大欠陥となる。鋳片横断面で観察された欠陥発生状況を **Photo. 1** に示す。欠

Cooling pattern Index of transverse crack

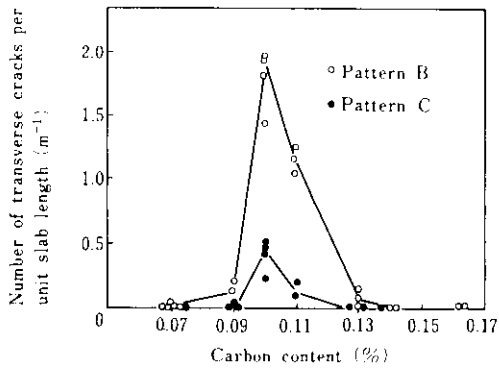


Fig. 24 Influences of both carbon content and cooling pattern on transverse crack index

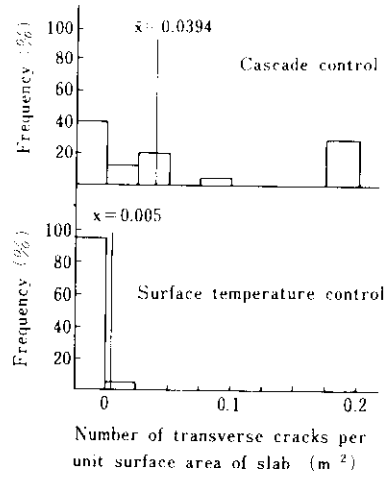


Fig. 25 Comparison of transverse crack index

- 10) 児玉ら：川崎製鉄技報，9（1977）1・2，14
- 11) 橋尾，丸川，城田，豊田：鉄と鋼，62（1976）4，S89
- 12) H.Kobush：Proc. Nat. O-H Comm.（1968），118
- 13) 川崎製鉄機（水島）：製鋼部会，鋼65-9，（1976）
- 14) 山本，内田，宮原，武田：鉄と鋼，64（1978）4，S154，155

