

4) F5ê4 0j \_ > E •+· · ì

Automatization in Continuous Casting Process

8ã#ã \*O (Yoshiharu Iida) S#ã #^µ(Mizuo Maeda) ä • 6 (Kanji Emoto) £  
î 8p 4{ (Junjiro Yamazaki) W ^ %Ê (Ken-ichi Orito) '1#ã 2< § (Kenji Hirata)  
V#ã G\*>(Masami Ueda) 9 x « (Satoru Takahashi)

---

0[ " :

4) F5ê4 4#&ì \_ > E •+· · ì b% \$x c › >#Õ#Ø ö b ¥ V>\*9x 2A -0É / D b& 'g>\*0 4 ¥  
« ° b \* ö > | g q3Æ0ð8ÿ \_ ^ W Z 8 •9x<K ì&k | b P Â \_ 6 • \&k [+· · ì b S u  
\_6ä\$î K S z ^ •/j c è W b \ > ~ [8p1\* ^ · †) F E Z 8 • (1) v6 ? } b @ °5 D š>\*  
(2)

# 連続鑄造設備における自動化

Automatization in Continuous Casting Process

飯田 義治\*  
Yoshiharu Iida

前田 瑞夫\*\*  
Mizuo Maeda

Kanji Emoto

Junjiro Yamazaki

上田 正美\*\*\*\*\*  
Masami Ueda

高橋 暁\*\*\*\*\*  
Satoru Takahashi

**Synopsis:**

Automatization of some operations in the continuous casting process aims at a high labor productivity

る。一方、作業者の能力には、バラツキがあり、そのため操業および品質上のトラブルが発生することがあるが、設備を自動化することにより、これらのトラブル発生を最少限に抑えることができる。

また、作業者に要求し得る判断力および作業精

## 2. 自動化設備

### 2-1 取鍋からの注入量制御

取鍋注入制御の目的は、タンディッシュの溶鋼

向上する。例えば作業者ではロングノズル内のスラグ流出を検知することは不可能であるが、スラグ検知装置は溶鋼とスラグの電気的性質の差を利用して、スラグ流出を検知し、取鍋のスライディングノズルを閉じることができる。またロールギャップ測定装置およびアライメント測定装置は、作業者では測定不可能な精度でロール間隔およびロール不整を測定する。本報で紹介する自動化開発項目は、Fig. 1 に示すように、①取鍋からの注入量制御、②浸漬ロングノズルへのスラグ混入検知、③ロールドバウダー散布、④鋳型内溶鋼面制

質の安定、特に介在物浮上対策を強化し、また自動スタートを始めとする注入作業の省力、さらに鍋スライディングノズルの寿命延長にある。

これらの要求を満足させるため下記の項目を設計、導入した。

- (1) ノズル閉止の絶対位置検出のためにスライディングノズル位置制御（サーボ制御）の導入。
- (2) スライディングノズルの停止精度を向上させるためのモータ速度制御の導入。
- (3) 省力効果を狙って非定常操業の自動化、オートスタートの導入

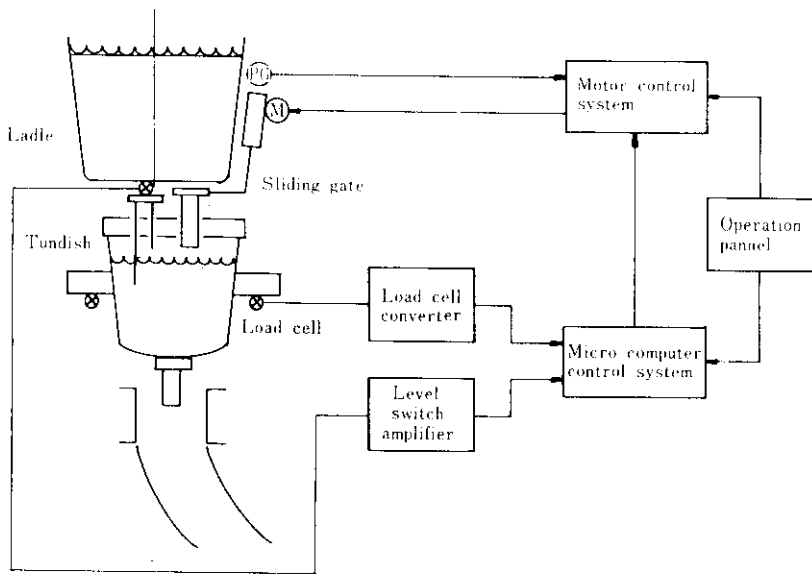


Fig.2 Principal configuration of molten steel level control system in tundish

仕様を各々 Table 1 および Table 2 に示す。本システムの制御機能は、開閉 2 位置によるオンオフ

ladle sliding nozzle

\_\_\_\_\_

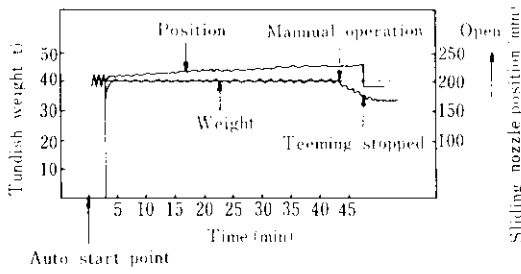
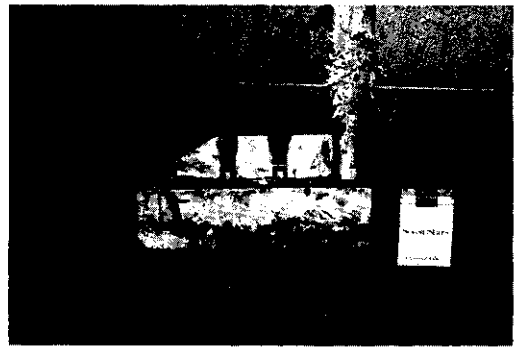
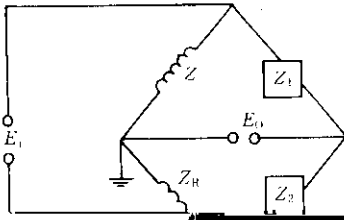


Fig.3 An example of molten steel level control in tundish



化(コイル自身の Q 値やインダクタンス変化)を

$d$ mm



を、ロングノズル内で溶鋼からスラグに変わった場合に発生するブリッジ不平衡として検出し、さらに位相弁別や振幅弁別により必要信号を取り出す。重要なことは、コイルの温度ドリフトや鍋スライディングノズルの動作によって発生するブリッジ不平衡である。それを排除するためにオートバラ

$Z$ : Impedance of coil only filled with steel  
 $\Delta Z$ : Impedance of coil mixed with steel and slag  
 $E_1$ : Input signal into bridge  
 $E_0$ : Output signal from bridge

号は、鋼種やコイルの着装状態により信号水準が異なる。そこで一次信号処理部で信号レベルをノ

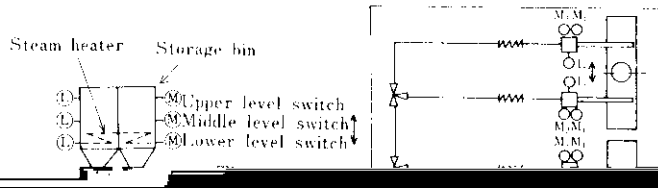


Table 3 Results of meniscus level control

Continuous casting		No.6 machine			
Steel grade		APIX 70			
Charge number		35-37459-60		36-32161-62	
Control method		PRC	SNC	PRC	SNC
Control results	Level (mm) $\bar{x} \mid \sigma$	40.6   25.0	4.7   2.2	13.3   6.2	4.3   1.6
	Speed (m/min) $\bar{x} \mid \sigma$	0.21   0.15	0.02   0.014	0.11   0.05	0.012   0.013
Slab defects	Longitudinal crack (mm/m)	20.4	0.5	16.8	4.2
	Star crack (numbers/m)	0.19	0.18	0.18	0.3
	Center crack (number)	19	2	0	0

PRC : Meniscus level control by pinch roll  
 SNC : Meniscus level control by sliding nozzle

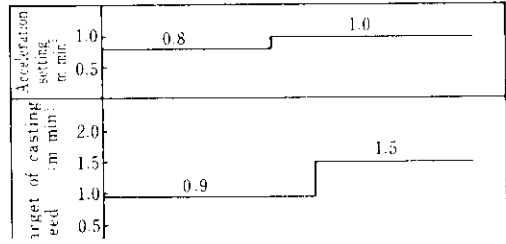
※本操業条件のもとで比較したところ、縦割れで





ころが大きかった。しかし水島第5連鑄においては、これまでの多くの品質調査と操業分析から、ダミーバー装入後の鑄造初期のオートスタートを含め鑄造速度制御の全自動化を実現した。その全体の基本構成を Fig. 14 に示す。

本制御システムはサーボモータ式の自動鑄造速



度な熟練度を必要とする連鋳の鋳造作業が未熟練な作業者でも可能となり、さらに鋳造速度の徹底

た記録計に送られる。本装置では、このように、信号を電流で送っているため、装置の温度が80°C

一方、第5連鋳は上記の各種操業技術の導入に対して、鋳片品質と設備保護を目的に Fig. 18 に示すような冷却水制御システムを導入した。その主要な機能は、

- (1) 仮想区分化された鋳片の冷却および操業履歴のトラッキング
- (2) 上記による冷却および操業履歴による冷却制御
- (3) 非線形カスケード制御である。

2・7・1 継ぎ目部冷却制御

第5連鋳機の異鋼種連々鋳造の頻度は、月間約100回で非常に多い。この異鋼種連々鋳造の継ぎ目部は冷却材の冷却効果により凝固を促進させること、凝固による潜熱の放散のないことおよび数分間滞留することにより過冷却される。この継ぎ目部の冷却制御の目的は良好な鋳片表面の確保と継ぎ目部の過冷によるロールに対する負荷の増大を防止することである。従来型の冷却材で Table 6 に示す工程冷却水量の場合と、改良型冷却材で同表の冷却水制御を考慮した水量の場合の第1矯正

Table 6 Spray cooling water flow rate (l/min)

	Conventional method	Improved method
M.S.	400	268
I	350	235
II	420	420
III	1 520	1 020
IV	1 810	1 210
V	1 430	961
VI	1 170	787
VII	863	578
VIII	513	344
IX	268	180

Note Each cooling zone length (m) is as follows  
 M.S. : 0.045, I : 0.3, II : 0.585, III : 2.0, IV : 3.84  
 V : 4.46, VI : 4.46, VII : 4.81, VIII : 4.76, IX : 6.43

スケード制御では温度プロファイルの維持は困難である。そこで本制御システムでは、次式

$$Q (l/min) = f(\text{鋳込速度, チャンバー滞留時間, 標準速度})$$

による補正演算モデルを採用し、Fig. 20 に示すような良好な結果を得ている。

位置の前縁計 500mm の鋳片の中心温度を Fig. 19

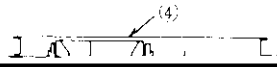
Case 1 Case 2 パ制御も目ざしている。

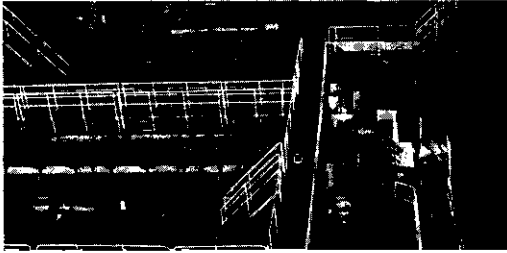
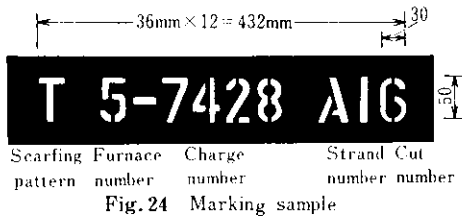
吹管の改良、切断スラブ下面に異種層を被覆する方法、高圧水、酸洗

Hardware	Specification
CPU	Tosmic 12

置の機械化が要求された。

そこで当社は、昭和50年、吹管の改良、切断スラブ下面に異種層を被覆する方法、高圧水、酸洗



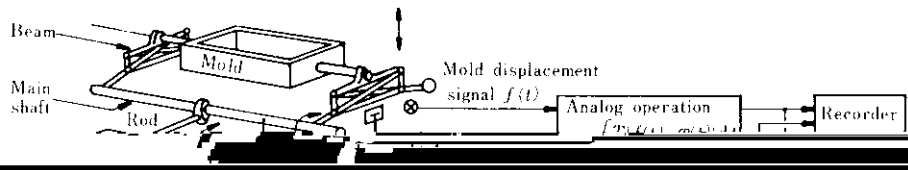


## 2・11 ブレークアウト予知装置

連鑄のブレークアウトは多くの要因で発生するが、モールドに凝固シェルが拘束されることによるものが大きな比率を占めている。この種のブレークアウトは、モールドと凝固シェル間のモールドパウダーの潤滑不良による異常な摩擦抵抗によって発生するものと考えられ、モールドオシレーション波形やオシレーション伝達機構の弾性ひずみなど、摩擦抵抗に影響を受ける物理量を測定することにより予知がある程度可能である。

### 2・11・1 装置の原理







Reference														
Mold displacement														
Shaft strain														
Casting speed	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>1.06m/min</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.86m/min</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		1.06m/min		0.86m/min			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0.89m/min</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		0.89m/min				
	1.06m/min													
0.86m/min														
	0.89m/min													

warning break-out, casting speed was reduced from 1.06mpm to 0.86mpm to prevent it. In this case, viscosity of powder is 1.8 poise of powder is 1.8 poise