

## 水島電炉工場の計算機制御システム

## Production and Process Control System of Mizushima Works

大和電機製鋼(株)水島事業所 池田 留一\*・上田 新  
 上田 道明・藤井 幹雄  
 川崎製鉄(株)水島製鉄所 大岩 美貴

## 1. 緒言

大和電機製鋼(株)は神戸工場から製鋼工場を移設した。主なものは、炉底電極3本・100トンの直流電炉1基と電炉付帯設備(副原料・合金鉄設備, 粉体吹込設備, 送酸設備等)1式および連铸機2基(3ストランドブルーム連铸機1基, 5ストランドビレット連铸機1基)である。

これらの設備は、平成2年11月30日にホットランし、順調に立ち上がった。全体システム構成と特徴、電炉とその付帯設備および連铸機について、制御システム構成、特徴、自動制御内容について以下に報告する。

## 2. システム構成と特徴

## 2.1 全体システム

Fig. 1に水島電炉工場の全体システム構成を示す。

このシステムの特徴は、上位の生産管理用計算機からプロセス制御装置にいたるまで、一気通貫でリンクしていることであり、生産計画、命令をオンラインコンピュータ(以下O/Cと略す。)より切り出してプロセスコンピュータ(以下、P/Cと略す。)で操業命令を付加して下位に伝える。操業実績は逆経路でO/Cを経由してセントラルコンピュータ(以下C/Cと略す。)伝送してファイリングするようになっている。

C. C. M: Continuous Casting Machine  
 C/C: Central Computer  
 O/C: On-line Computer  
 P/C: Process Computer  
 M: Modem  
 E F: Electric Furnace  
 DCS: Distributed Control System  
 Q. V: Quantitative & Volumetric

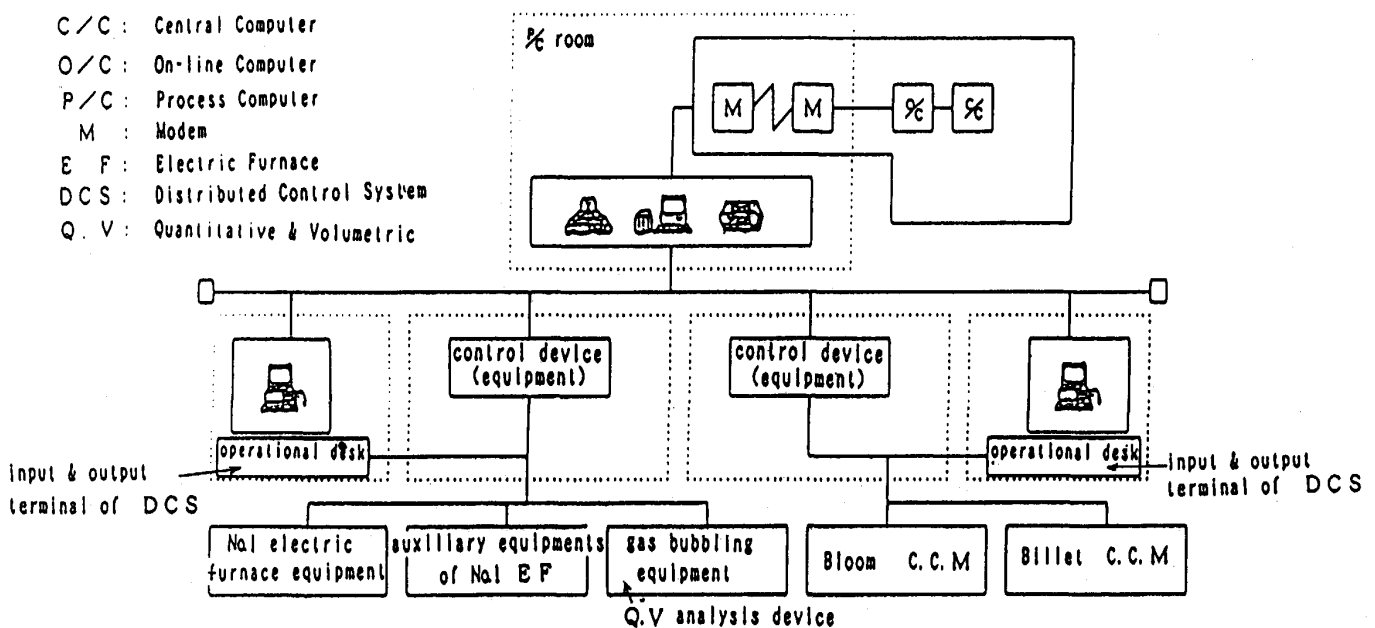


Fig. 1 General view of operation and control system for Mizushima Works

平成4年3月6日受付 (Received Mar. 6, 1992)

\* Tomeichi Ikeda (Mizushima Works, Daiwa Steel Corporation, 1 Kawasakidori Mizushima Kurashiki 712)

2.2 電炉制御システム

Fig. 2に電炉制御システム構成を示す。

このシステムの特徴は次のとおり。

- (1) CRTオペレーションを基本とする集中操作監視システムを採用した。中央操作デスクとCRTにより全てのオペレーションと状況監視ができるようにした。
- (2) 設備構成(制御機能構成)単位に独立した制御システム構成とし、それぞれの設備はシンプル化し、中央で自動制御方式とした。機側では保守の場合のみ操作可能とした。
- (3) 電気計装一体化システムを採用した。

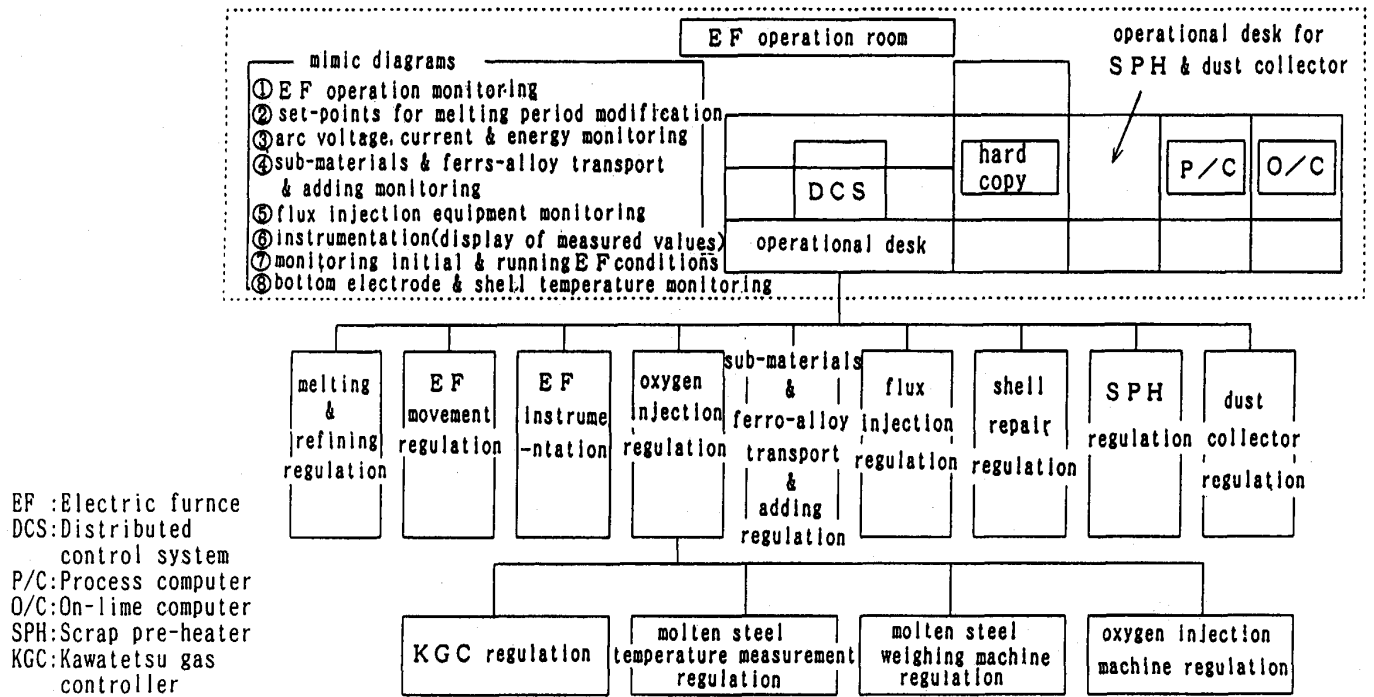


Fig. 2 The formation of automatic control systems for No.1 EF & auxiliary equipments

2.2.1 自動制御の内容

主な自動制御項目について列挙する。

- (1)電極昇降制御
- (2)スクラップ溶解制御 (アーク電力制御と個別電流制御)
- (3)O<sub>2</sub> 吹き込み流量制御
- (4)粉体インジェクション設備の制御
  - ①粉体のタンクローリからの受入れと貯蔵
  - ②貯蔵タンクからインジェクションタンクへの切り出し
  - ③インジェクションタンクからの粉体吹き込み
- (5)副原料・合金鉄設備の制御
  - ①銘柄別の貯蔵量の把握と受入
  - ②秤量ホッパーによる銘柄別秤量
  - ③投入ホッパーの投入先切換えと投入

主な自動制御項目の内、代表例として電極昇降制御とスクラップ溶解制御について述べる。

電極昇降制御は、上部黒鉛電極の昇降制御のことであり、電炉の中心をなすスクラップ溶解制御と密接に関係している。Fig. 3に溶解制御シーケンスの概念を示す。オペレータはパワーONするだけで上部黒鉛電極は上々限よりスタートし、スクラップに到達すると電圧がほぼ零ボルトとなり、電流が流れ始める。

そして、アーク電圧とアーク電流の設定値をあらかじめ設定された値まで立ち上げていく。電圧・電流実績値が操業設定値に到達すると、そこから電圧制御、電流制御を独立して行っていくので、no-man controlが可能となっている。アーキング中は、アークの偏りを制御できる炉底電極構成、および制御装置構成を採っているため、アーク電圧、アーク電流それぞれを制御するとともに、炉底電極毎の個別電流制御を可能としている。個別電流制御とは炉底電極それぞれの電流値の偏差が、事前に設定される値より大きくなると、残りの正常な炉底電極にその不足分を分担してトータル電流は常に一定（設定値どおり）とするように制御する方法のことである。

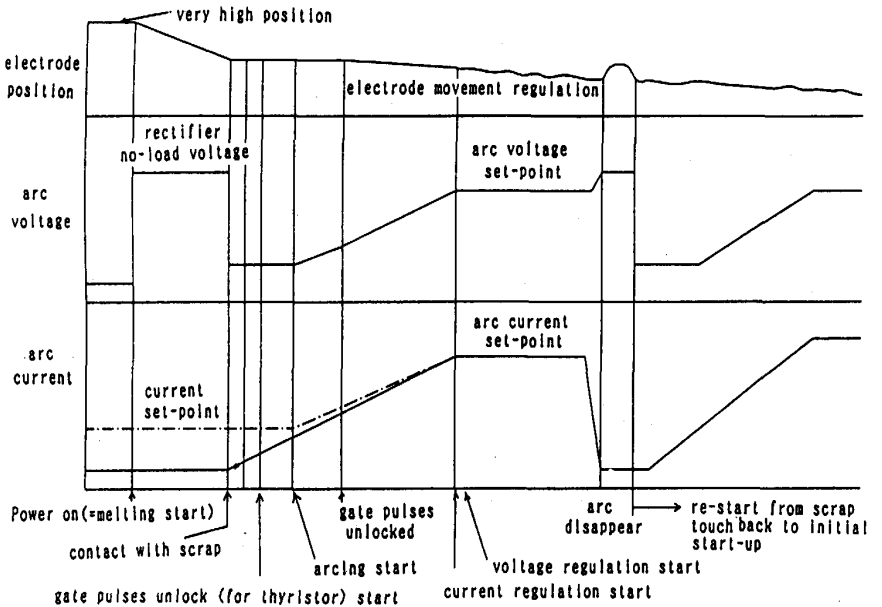


Fig. 3 Melting regulation diagram

2.2.2 オペレータの作業内容

自動制御を実施したことにより、no-man controlが可能となったので、オペレータの作業は操業監視、設備状況監視のみとなった。

操業監視の実施例として、Fig. 4に電炉操業監視画面を示す。

- 主な監視項目は次のとおり。
- (1)アーク電圧・アーク電流の設定値、実績値
  - (2)操業時間、投入電力量
  - (3)O<sub>2</sub> インジェクション状況
  - (4)粉体インジェクション状況
  - (5)副原料・合金鉄添加量
  - (6)炉底電極温度

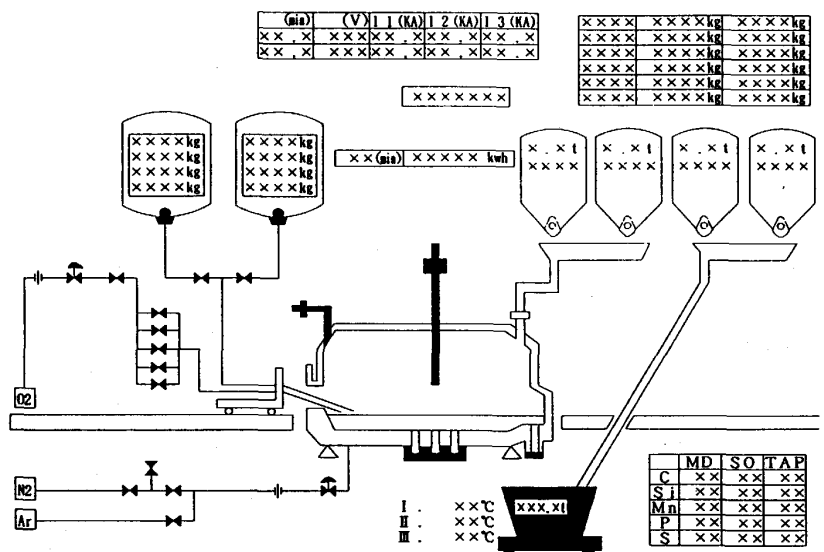


Fig. 4 Mimic diagram for EF operation monitoring

アラーム吹鳴、カラーコントロール等により、オペレータが使い易い設計となっている。

## 2.3 連鑄制御システム

Table. 1 にビレットおよびブルーム連鑄の制御機能項目を示す。

主な自動制御項目について、以下に述べる。

①タンディッシュ内溶鋼重量制御  
レードルマンデッキより設定されるタンディッシュ目標重量値になるよう、取鍋スライディングノズルの開度を調整して溶鋼注入量を制御する。

②モールドレベル制御  
ビレットについては熱電対レベル計と渦流式レベル計による制御が、ブルームについては渦流式レベル計による制御が可能である。

③モールド冷却水制御  
ビレットについては、Bang-Bang制御のみのパラメータをCRT画面より設定する。  
ブルームについては、Bang-Bang制御と $\Delta T$ 制御があり制御選択とパラメータ設定をCRT画面から行う。

④切断制御  
チャージの切れ目(Real boundary)、異常部分を考慮した切断長計算を行う。  
調整切断、五月雨切断を行う。

⑤秤量制御  
全鋼片の秤量は可能であり、更にCRT画面から秤量鋼片を指定することにより抜きとり秤量が可能である。  
秤量機からの秤量実績データに基づいて秤量補正計算を行い、切断長計算へ反映する。

⑥刻印制御  
切断された鋼片に対して、刻印NOを決定し、刻印機への刻印NO設定を行う。

## 3. 結言

水島電炉工場の計算機システムについて、全体システム構成と特徴、電炉とその付帯設備および連鑄についての制御システム構成、特徴、自動制御内容について報告した。

- (1)電炉については自動制御を実施したことにより、no-man controlが可能となった。  
その結果、オペレータの作業は操業監視、設備状況監視のみとなった。
- (2)連鑄については自動制御を実施したことにより、品質保証が向上した。

## 〔参考文献〕

- 1) 上田ら：材料とプロセス, Vol. 4 (1991) - 1274 (1275, 1276)

Table. 1 Regulation functions

Regulation functions	○:With    ×:With out	
	Billet C. C. M	Bloom C. C. M
calculation molten steel weight in ladle	○	○
tundish pre-heating regulation	○	○
molten steel weight in tundish regulation	○	○
molten steel temperature measurement in tundish	○	○
mold level regulation	T. C & E. C	E. C
Auto-start & stop	○	○
cooling water regulation in mold	Bang-Bang	Bang-Bang & $\Delta T$
secondary cooling water regulation	○	○
on-off valve control sequentially & flow rate control	○	○
secondary cooling water regulation according to boundary point tracking	○	○
secondary cooling water pressure monitoring	×	○
mold-EMS control	○	×
cutting control	○	○
weighing control	○	○
marking control	○	○
carrier control	○	○

T. C: thermocouple type mold level detector  
E. C: eddy current type mold level detector