
連続鋳造の熱延同期プロセス制御システム

Control System for Continuous Casting Operation Synchronized with Hot Rolling

山根 弘郷(Hirosato Yamane) 宮原 一昭(Kazuaki Miyahara) 岩村 忠昭(Tadaaki Iwamura) 中路 茂(Shigeru Nakaji) 成石 正明(Masaaki Nariishi)

要旨：

水島製鉄所の製鋼と熱間圧延工場の同期化操業を図るために、連続鋳造プロセス制御システムを一新した。本システムは、(1)鋳造操業を自動制御する DDC システム、(2)タンディッシュ交換やモールド幅変更位置を予測し、発生タイミングを制御する操業イベントスケジューラ、(3)鋳造操業の情報を用いて品質を判定し、鋼片を採取する切断制御システム、(4)成分分析用のサンプルを熱間で採取する熱間スラブ迅速サンプラや設備診断情報、(5)故障情報やプロセスデータのハンドリングを自動化した操業解析サポートシステムなどを具備している。本システムの稼働により、ホットチャージ率の拡大、トラックタイムの短縮等の効果があがっている。

Synopsis：

Synchronized operation system between steelmaking and hot rolling has been developed and is running smoothly at Mizushima Works. The new control system has completely replaced previous slab continuous casting machines and permits general control of the casting, cutting and conditioning process. Characteristics of this system are as follows: (1) Fully automatic control of the casting process by a direct digital control system (2) Scheduling of operational events for the purpose of optimal cutting control (3) Accurate acquisition of process information, real-time decision of the necessity of conditioning, and so on (4) New development of a hot slab sampling device which obtains block-samples for quick qualitative analysis (5) New supporting system developed for analysing operation and quality by the use of LAN and personal computers

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Control System for Continuous Casting Operation
Synchronized with Hot Rolling



山根 弘郷
Hirotsato Yamane
水島製鉄所 電気・計装
部電気・計装技術室 主
査(掛長)



宮原 一昭
Kazuaki Miyahara
水島製鉄所 電気・計装
部電気・計装技術室 主
査(掛長)



岩村 忠昭
Tadaaki Iwamura
水島製鉄所 電気・計装
部電気・計装技術室 主
査(課長)



中路 茂
Shigeru Nakaji
水島製鉄所 電気・計装
部電気・計装技術室 主
査(掛長)



成石 正明
Masaaki Nariishi
水島製鉄所 製鋼部製
鋼技術室

1 緒 言

近年、鉄製所内のプロセス間の連続化および同期化を目的とした製鉄所全体のオンライン一貫生産管理が指向されてきた。

水島製鉄所でも製鉄～製鋼～熱間圧延の同期化を目的とした「製鋼-熱延同期化システム」が1986年10月より稼働した^{1,2)}。この一環として、当所のスラブ連続鑄造工場のプロセス制御システムを一新した³⁾。従来から開発してきた各種制御設備および自動化機器を結合し、鑄造から精整にわたる広範囲なプロセス統括管理・制御するシステムを構築した。

同期化操作を実現するためには、円滑な物流と正確な情報が必要である。円滑な物流を確保する第一歩は鑄造操作における品質のつくり込みである。連続鑄造プロセス制御システム(以下では連鑄制御システムと略す)では鑄造制御DDCにこれを分担させた。第2には、タイマーにそして品質保証された鋼片を供給することがあげられる。連続鑄造プロセスコンピュータ(P/C)が鑄造制御DDCをはじめとする各機器からの操作情報を収集し、鋼片に対する必要

要旨

水島製鉄所の製鋼と熱間圧延工場の同期化操作を図るために、連続鑄造プロセス制御システムを一新した。

本システムは、(1)鑄造操作を自動制御するDDCシステム、(2)タンディッシュ交換やモールド幅変更位置を予測し、発生タイミングを制御する操作イベントスケジューラ、(3)鑄造操作の情報を用いて品質を判定し、鋼片を採取する切断制御システム、(4)成分分析用のサンプルを熱間で採取する熱間スラブ迅速サンプルや設備診断情報、(5)故障情報やプロセスデータのハンドリングを自動化した操作解析サポートシステムなどを具備している。

本システムの稼働により、ホットチャージ率の拡大、トラックタイムの短縮等の効果があがっている。

Synopsis:

Synchronized operation system between steelmaking and hot rolling has been developed and is running smoothly at Mizushima Works. The new control system has completely replaced previous slab continuous casting machines and permits general control of the casting, cutting and conditioning process. Characteristics of this system are as follows:

- (1) Fully automatic control of the casting process by a direct digital control system
- (2) Scheduling of operational events for the purpose of optimal cutting control
- (3) Accurate acquisition of process information, real-time decision of the necessity of conditioning, and so on
- (4) New development of a hot slab sampling device which obtains block-samples for quick qualitative analysis
- (5) New supporting system developed for analysing operation and quality by the use of LAN and personal computers

な処置を決定する。この決定に基づき表面手入れなどの処置が施される。このような機能は正確な情報を用いてはじめて実現できる。P/Cが鑄造操作および切断操作を統括的に管理し、鋼片一品一品に対する鑄造履歴等を正確な情報として得ることができる。

さらに、操作解析サポートシステム(JUPITER)などの操作支援機能を具備した。

本報では、同期化操作を目的として構築した連鑄制御システムの設計思想および特徴を報告する。

2 システム構成

2.1 システム構成

システム構成をFig. 1に示す。連鑄制御システムは、生産管理用

* 昭和62年8月17日原稿受付

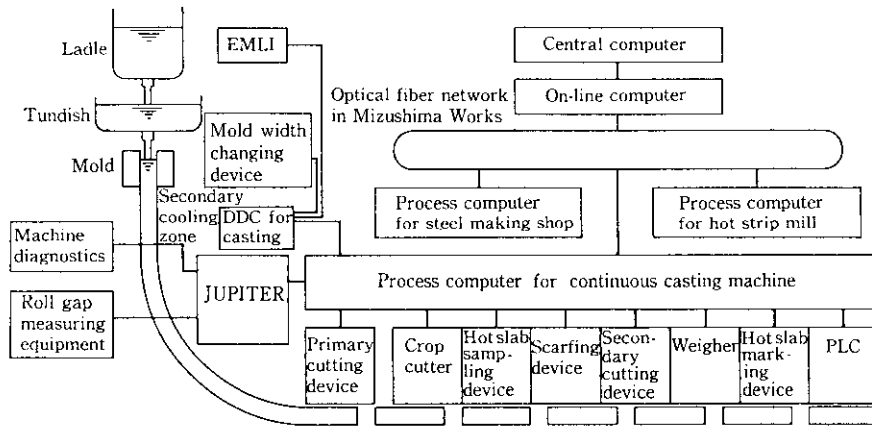


Fig. 1 Configuration of control system for continuous casting machine at Mizushima Works

コンピュータの配下で機能する。生産管理用コンピュータはセンターコンピュータ (C/C) とオンラインコンピュータ (O/C) の2階層から成る。前者は生産計画と製造実績管理を担当している。後者はプロセス間の同期化制御を実行するもので、プロセス間の物流に同期させ製造命令の配信および製造実績の収集を行う。

連鋳制御システムは、P/Cと鋳造制御DDC、PLC(Programmable logic controller) および自動化機器から成る。P/CはO/Cとオンライン結合されている。O/Cから伝達される製造命令に従って連続鋳造プロセスを制御する。P/Cは、製造命令と操業状況により配下の制御設備・自動化機器にタイムリーな指令や的確な制御パラメータ

を与える。

各制御設備や自動化機器が制御した結果はプロセスデータとしてP/Cが収集し、上位O/CおよびC/Cに送信する。また、プロセスデータは、設備診断装置のデータ等とともにLAN (Local area network) を中核とした操業解析サポートシステムに蓄積される。このデータは、操業を改善するための解析に供される。

2.2 連鋳制御システムの機能分担

連鋳制御システムの主な機能項目と機能分担をTable 1に示す。P/Cとその配下の鋳造制御DDC、自動化機器などとの機能分担は

Table 1 Main functions of control system for CCM

	Function	P/C	DDC	Automatic device
Casting process	Slag transfer control	Control of parameters	Man-machine interface	EMLI
	Tundish level regulation	Compiling of casting order	Regulation of each loop	
	Mold level regulation			
	Control of mold cooling water			
Control of secondary cooling water	Control of casting length & casting speed	• Man-machine interface • Regulation of each loop	• Sequencer • Sequential control of width changing	
Control of EMS	Control of parameters & timing	Man-machine interface		
Control of EMBR	Control of parameters	Man-machine interface	Mini-computer for signal processing BO prediction	
Cutting process	Prediction for Break-Out	Processing data as quality information	Acquisition of process data	Measuring length & cutting sequentially
	Control of mold width changing	Judgement of quality		
	Control of cutting process	• Allocation of slab order • Adjustment of cutting length		
Delivery & conditioning process	Control of delivery line	• Judgement of conditioning way • Selection of line		Programmable logic controller
	Marking	Compiling of marking data		Hot slab marking device
	Weighing	Acquisition of data		Weigher
	Scarfing	Control of parameters		Cold scarfer
	Secondary cutting	Control of cutting length		Secondary cutting device
	Sampling	Control of parameters		Hot slab sampling device
	Crop cutting	Control of parameters		Crop cutting device

次のような考え方に基づく。

- (1) 操業におけるタイミング（たとえばモールド幅変更開始タイミング）に関連する機能項目および物流制御については P/C が分担する。
- (2) 鋳造制御は DDC が行う。
- (3) 操業監視のための MMI (Man machine interface) は鋳造制御 DDC がもつ。
- (4) 下位自動化設備（鋳造制御 DDC を除く）は P/C の指令する制御情報に従い動作する。

鋳造制御は基本的に DDC が分担する。モールド幅変更制御のタイミングや鋳造速度指令は、製造命令で要求される量的な仕様に依存する割合が高いため、切断制御と関連をもたせ P/C が分担した。

3 鋳造制御 DDC

3.1 鋳造制御 DDC の構成

鋳造制御 DDC は従来開発してきた種々の機能を集大成したもの

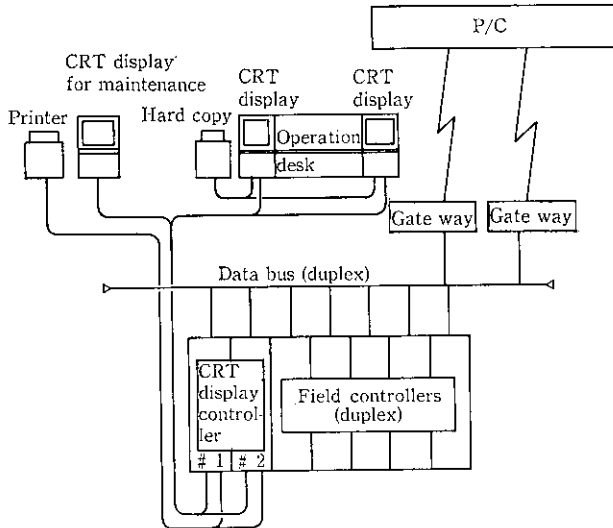


Fig. 2 Configuration of DDC system for casting (Almost all members of DDC system are duplex or dual in order to assure its reliability)

Table 2 Function of DDC system for casting control

No.	Function
1	Monitoring of casting length
2	Monitoring of remaining steel in ladle
3	Slag transfer control
4	Measuring of molten steel temperature in tundish
5	Measuring of O ₂ content in tundish
6	Control of tundish preheating
7	Tundish level regulation
8	Monitoring of temperature & pressure of mold cooling water and secondary cooling water
9	Control of bust-up pump of spray cooling water
10	Regulation of gas flowage inlet to immersion nozzle
11	Mold level regulation
12	Control of casting speed
13	Automatic casting start & stop
14	Control of mold cooling water
15	Control of secondary cooling water
16	Control of air flowage for mist spray
17	Control of EMBR
18	Control of EMS
19	Monitoring of hydraulic pressure of pinch roll

である⁴⁾。したがって、機能をできるだけ標準化するよう努めて設計した。特に、当所の3基のスラブ連続鋳造機の計装システムをほぼ同一時期にリプレースした関係から、3システムについて同一ソフトウェア、同一ハードウェアにすることを指針とした。

Fig. 2 は鋳造制御 DDC の構成である。No. 2, No. 5 および No. 6 鋳造機に対してほぼ同一の構成となっている。

3.2 鋳造制御 DDC の機能⁵⁾

Table 2 に制御機能を示す。今回導入した鋳造制御 DDC はトラッキング機能を具備し、DDC のみで鋳造に関する制御を行うことができる。このトラッキング機能と主な制御機能を次に述べる。

3.2.1 トラッキング機能

鋳造制御 DDC は、O/C からの製造命令に基づいて P/C が編集した鋳造用の命令により、Table 2 の各制御を実行する。Fig. 3 に示す

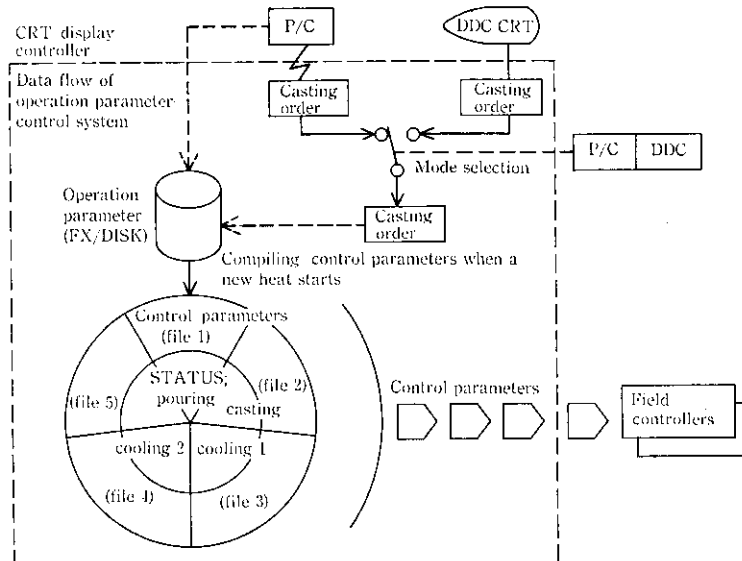


Fig. 3 Data flow in DDC system for casting

ように、鑄造制御 DDC は P/C からの命令をキーとして制御パラメータを検索し、編集する。制御パラメータは 5 章で述べる基準管理システムで管理されている。編集された制御パラメータはチャージ単位の制御パラメータファイルに格納され、該当するチャージの操業進捗に合わせてトラッキングされる。

さらに、モールド幅変更を実施したりタンディッシュ交換を行って異鋼種の継ぎ目が発生したりすると、2 次冷却水制御パラメータは、それらの部分のトラッキングに合わせ変更されていく。

3.2.2 取鍋注入終了制御

取鍋注入終了制御は、取鍋内に存在するスラグが注入末期にタンディッシュへ流出し、鑄片内の非金属介在物の要因となるのを防止するために開発した^{6,7)}。この制御機能は、Fig. 4 に示すように、センサとして EMLI (Electro-magnetic level indicator—スウェーデン MPC 社の商標) を用い、取鍋内の溶鋼レベルを測定し、注入終了タイミングを検知して、取鍋のスライディングノズルを閉じることによって実行される。

Fig. 5 に BaO によるトレーサ実験の結果を示す。これはタンディッシュスラグに BaO を添加し、取鍋のスラグ流出による BaO 濃度希釈状況を示すものである。Fig. 5 より、EMLI を用いて注入終了タイミングを十分予測できることがわかる。

3.2.3 オートスタート

鑄造開始の自動化を達成するために導入した。Fig. 6 はオートスタート実施例である。オートスタート制御は、モールドレベルを基

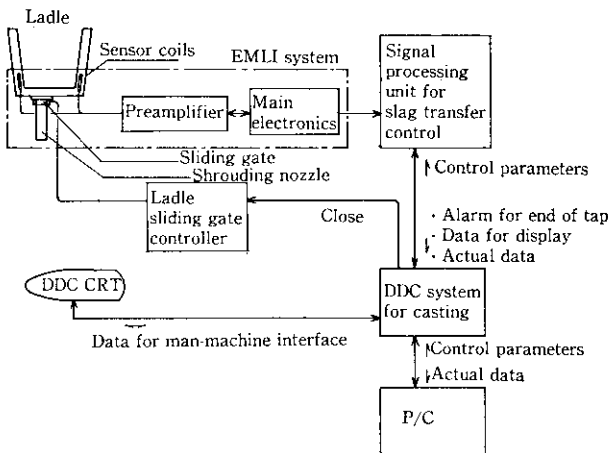


Fig. 4 Configuration of slag transfer control system with use of EMLI

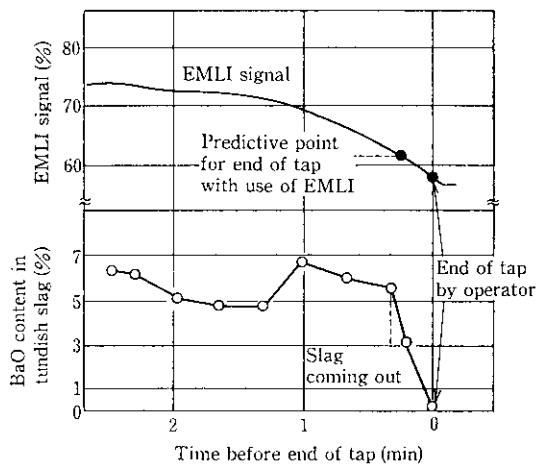


Fig. 5 Behavior of BaO tracer before end of tap versus prediction of slag transfer control system with use of EMLI

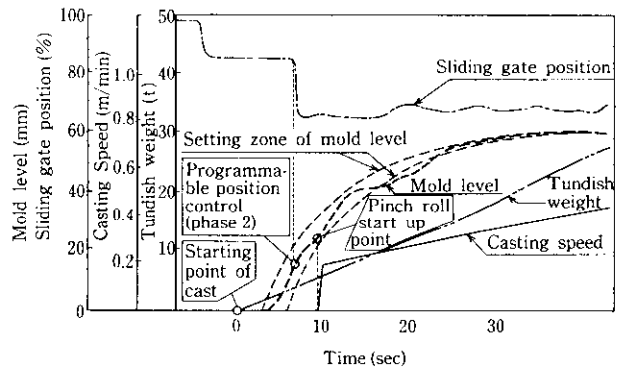


Fig. 6 An example of automatic start-up

準として、ピンチロール起動タイミングおよびスライディングノズル規定開度処理、モールドレベル目標値設定処理を行う。

基準となるモールドレベルの値、スライディングノズル規定開度などのパラメータは、モールドの厚さ、幅に応じて決められている。これらは、3.2.1 のトラッキング機能により管理されている。

3.3 鑄造制御 DDC の信頼性の確保

Fig. 2 に示した鑄造制御 DDC のコントローラ部は、信頼性を確保するため、すべて 2 重化構成とした。

CRT コントローラには、3.2.1 で示したトラッキング機能を担当させた。しかし、CRT 制御機能とトラッキング機能を実行させると高負荷になることが予想されたため、この両機能を 2 台の CRT コントローラにそれぞれ分散させた。この場合、2 台の CRT コントローラのいずれか一方がダウンした場合、鑄造制御 DDC としての機能を果たせなくなる。そこで一方がダウンした場合は Table 3 に示す機能縮退を行い、必要最小限の機能を継続できるようにした。

3.4 鑄造操業のシングルウィンドウ化

鑄造制御において、モールド幅変更制御と鑄造速度制御は P/C が分担し、その他の項目については鑄造制御 DDC が分担した。しかし、オペレータとの MMI は鑄造制御 DDC の CRT に委ねた。すなわち、鑄造操業監視は、モールド幅変更制御・鑄造速度制御についても鑄造制御 DDC の CRT で行う。

このようなシングルウィンドウ化によって機能ごとに CRT を使い分ける必要がなくなり、集中監視が可能となる。Photo 1 は、この

Table 3 Function*1 of CRT display controller in DDC system and functional contraction when failure occurs

Item	Condition CRT controller*2		Contracted*3
	Normal # 1	Normal # 2	
Tracking	○	×	⇒ ○
CRT display control (display period)	△ (1s)	○ (1s)	△ (3s)
Trend recording	×	○	×
Historical message	×	○	×

*1 ○ indicates "operate perfectly"

△ indicates "operate, but not perfectly"

× indicates "not operate at all"

*2 #1 & #2 indicates the number in the DDC system shown in Fig. 2

*3 when one of two CRT display controllers fails

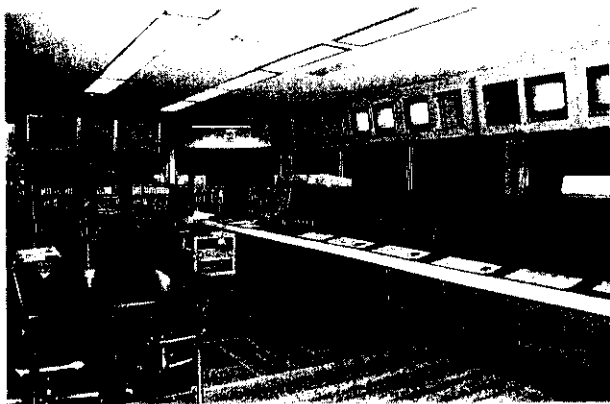


Photo 1 Operation room of No. 5 & No. 6 continuous casting machine

ような考え方のもとに設計した No. 5, 6 連鋳機の中央操作室である。

4 同期化のための連鋳制御システムの機能

4.1 鋳造, 切断, 精整プロセスの統括

連続鋳造工場は、鋳造, 切断および精整の3つのプロセスで構成されている。

鋳造操作の主目的は安定して鋳片の品質をつくり込むことにある。品質のつくり込みは、厳格な設備管理や冷却水制御などによってなされる。鋳造操作では品質のつくり込み以外にタンディッシュ交換やモールド幅変更等の操作も存在する。これらは製品を生産するのに必要な量的な仕様（鋼片命令幅, 鋼片長）に基づいて実施される。

切断操作は鋳片から圧延工程で必要な素材を採取するプロセスである。ここでは、製品に要求される品質や形状を保証することが最大の課題となる。したがって、切断操作では鋳造操作で得られる操作情報から鋳片品質を判断する必要がある。さらに、品質判定を直接行うための成分分析や品質保証のための表面手入れ等に関して、必要性を判断することも、切断操作の重要な機能である。

精整プロセスは、切断操作で採取した鋼片を2次加工するための

プロセスで、切断操作にて必要とされた表面手入れ等を実施する。

このように鋳造, 切断, 精整の各プロセスは相互に関連性をもっている。同期化操作を実現するには、操作情報の有機的結合によりこの関連性を強くすることが必要である。すなわち、Fig. 7に示すように、

- (1) 鋳造操作結果に基づく品質予測と処置の判断
- (2) 鋳造操作状況と切断操作結果に基づく、鋳造操作のスケジュールリング
- (3) 切断操作結果による物流の制御と精整

を実時間で実施しなければならない。

これを実現するために、今回、「操作イベントスケジューラ」、「鋼片採取最適化システム」および「精整操作システム」を新たに開発した。

4.2 操作イベントスケジューラ

操作イベントスケジューラとは、鋳造操作で発生する事象（操作イベント）の発生タイミングをスケジュール化する機能である。ここでいう操作イベントは、

- (1) タンディッシュ交換
 - (2) 鋳込終了
 - (3) モールド幅変更開始
 - (4) モールド幅変更終了
- の4事象である。

操作イベントスケジューラの基本機能は次のとおりである。まずこれから鋳造する鋳片を仮想する。その仮想した鋳片に対して製造命令の鋼片を割付けていく。割付け結果より製造命令の切替え点を見いだす。切替え点をもとに操作イベントの発生位置を予測する。モールド幅変更開始タイミングの予測例を Fig. 8に示す。

操作イベント発生予測タイミングは、切断操作の結果によりダイナミックに変わる。ただし、溶鋼量という制約の範囲内である。特に、タンディッシュ交換と鋳込終了の発生タイミングは、全ストランド同時発生が原則である。同時性を保証し、かつ鋳片上の発生位置を守るようにする必要がある。

そこで、鋳造速度制御に鋳造長制御の機能をもたせた。すでに、鋳造速度制御は品質上の制約や次回取鍋交換時間とのマッチング等の機能を有していたが、これに新たに追加した。

本システムの実現により、鋳造操作の自動化設備を統括制御できるようになった。

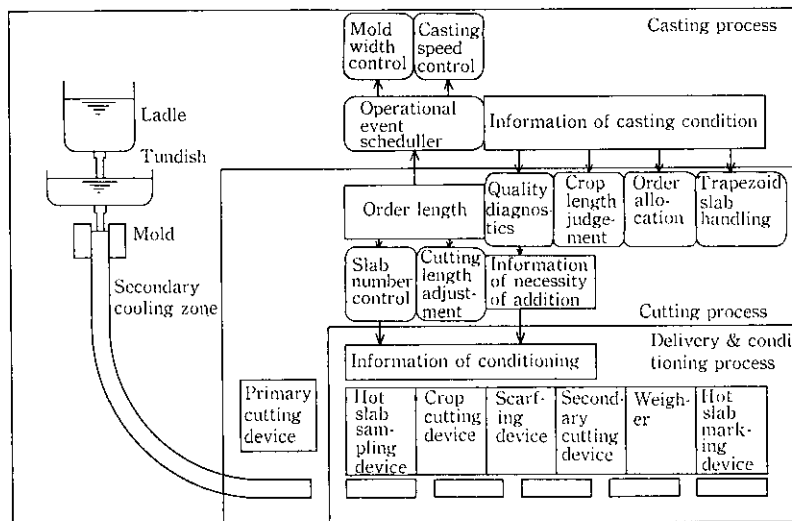
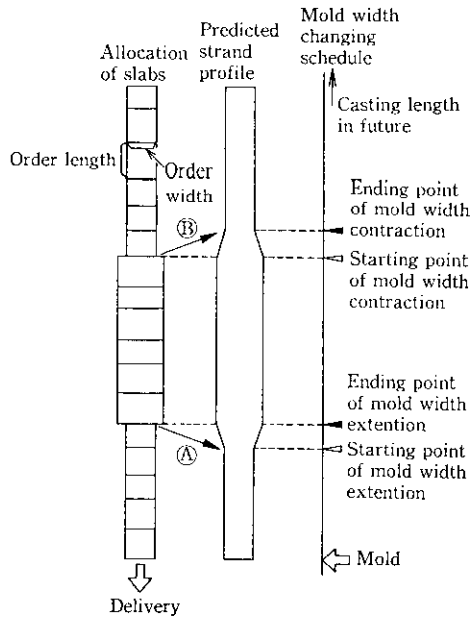


Fig. 7 Relationship between casting, cutting and conditioning process from the standing point of controlling the slab casters



- A: Prediction of strand profile changing point, using the data of order width, operation parameters and so on
- B: Prediction of both starting and ending points of strand profile changing in order to protect from interference with any other operational events

Fig. 8 An example of operational event scheduling—timing of mold width changing

4.3 切断制御システム

従来の切断操作では、オペレータの設定する鋼片長に従って切断制御装置を用い単に鋳片を切断するのみであった。したがって、鋳片に対してどの鋼片を採取するかはすべてオペレータの判断によっていた。

今回開発した切断制御システムは、鋳造操作の情報を用いて鋳片品質を判定し、製品に要求される品質を保証して鋳片から鋼片を採取する。

本システムの機能を以下に示す。

- (1) クロップ長決定処理
鋳込開始、鋳込終了、タンディッシュ交換時などに発生する廃片部(クロップ)を検出し、クロップ長を決定する。
- (2) 充当規制処理
鋳造プロセスの性格から、鋳片は、その位置により品質が異なる。鋼片の品質保証条件を参照し、鋼片の鋳片上での採取位置を決定する。
- (3) 品質予測処理
鋳造プロセスの制御情報等を用い、鋳片の品質を予測する。予測結果に基づき、鋼片の採取の可否、成分分析の要否、表面手入の要否を決定する。成分分析や表面手入が必要な場合は、精整プロセスで2次加工するためのサンプルを付加する。Table 4にセンサー情報による品質予測項目を示す。
- (4) 調整処理
クロップに代表されるように必ず鋳片を切断しなければならない位置(調整位置と呼ぶ)がある。鋼片長で順に切断した場合、この調整位置で鋼片長と鋳造長があわない鋳片が発生する。そこで、この調整位置の鋳片が製品として採取できるように鋼片長を許容範囲内で調整する。

Table 4 Items of quality diagnostics with use of process data

	Item	Sensor
1	Tundish weight	Tundish weigher
2	Superheat of molten steel in tundish	Molten steel thermometer
3	Tundish nozzle opening	Tundish nozzle position meter
4	Tundish nozzle opening fluctuation	
5	Casting speed	Casting speed meter
6	Casting speed fluctuation	
7	Molten steel throughput from tundish into mold	Casting speed meter (and thickness & width)
8	Gas flowage inlet to immersion nozzle	Flowmeter
9	Mold level	Mold level detector
10	Mold level fluctuation	
11	Mold cooling water	Flowmeter
12	Secondary cooling water	
13	Specific cooling water	Flowmeter (and data tracking)

合、この調整位置で鋼片長と鋳造長があわない鋳片が発生する。そこで、この調整位置の鋳片が製品として採取できるように鋼片長を許容範囲内で調整する。

- (5) 連尺組処理
切断プロセスで切断できる長さは、切断装置の設備制約から規制される。鋼片長は、この設備制約長以下のものもある。この場合、設備制約内で切断できるように鋼片長を組み合わせる(「連尺組」と呼ぶ)。連尺組された鋼片は、精整プロセスで分割される。
- (6) 幅変更部処理
幅変更部をトラッキングし、鋳片幅にあった鋼片を採取する。

4.4 熱間スラブ迅速サンブラ

熱間スラブ迅速サンブラは、4.3の(3)の品質予測処理でチェックサンプルの採取が必要とされた鋼片からチェックサンプルを採取するために開発した。本装置の最大の特徴は、Fig. 9に示すように一体の刃物で座ぐりと根切りを行うことができる点にある。Photo 2に本装置の概観を示す。熱間スラブ迅速サンブラの導入により分析待ち時間が従来の1/50に短縮された。

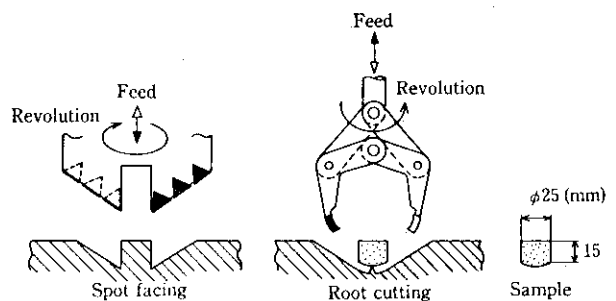


Fig. 9 Sampling method by hot slab sampling device

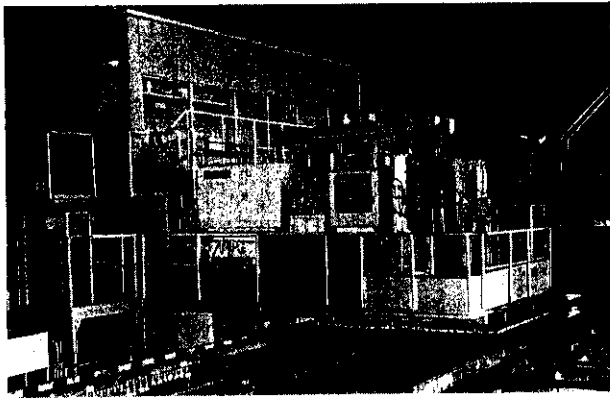


Photo 2 Hot slab sampling device

5 操業支援システム

連続鋳造工場の各プロセスを直接制御する機能の他に、操業を支援するシステムを開発した。本章では、操業解析サポートシステム、基準管理システムおよび一貫品質管理システムについて述べる。

5.1 操業解析サポートシステム JUPITER

操業解析サポートシステム JUPITER (Joint utility for process investigation, technical evaluation and revolution) は、連続鋳造工場における操業と設備状態の解析を支援するために開発した。

システム構成を Fig. 10 に示す。システムは、8 台のパーソナルコンピュータ、3 台のロールギャップ & アライメント計、1 台の設備診断用ミニコンピュータ、1 台のファイルサーバ、それに 2 章で述べた 3 台の P/C で構成されている。各装置は、LAN (Local area network) で接続され、各々が所有しているデータを 1 台のパーソナルコンピュータ上に表示することができる⁹⁾。このため、従来、各装置が個々に提供していたデータを一元的に監視することができる。MMI コストの低減やオペレータの負荷軽減に寄与している。

パーソナルコンピュータから提供されるデータは、設備診断情報、トラブル解析用データおよびプロセスデータの 3 種類である。

Table 5 に提供する情報を示す。

設備診断情報は、ロールギャップ値に代表されるように機械設備

Table 5 Information managed by JUPITER

Item	Data	File server capacity (MB)	
Operation analysis	Process data	1CC	60
		2CC	30
		3CC	40
		5CC	30
		6CC	30
Trouble analysis	Characteristic data of each of heats	1	
	Characteristic and statistical data of each slab	16	
Machine diagnostics	Information of failure and alarm	9	
	Monitoring data	46	
Machine diagnostics	Prediction data of breakout	(JUPITER system gathers data from each equipment when necessary)	
	Trend of mold copper plate temperature		
	Mold oscillation wave form		
	Historical data of roll load		
	Historical data of roll gap and roll alignment		

の状況を示すもので、機械設備トラブルの早期発見に使用されている。

トラブル解析用データは、各自動化設備が出力している故障情報や P/C が検出する異常情報を過去 3 日間にわたり提供するもので、設備トラブルや操業トラブルの原因究明に使用される。

プロセスデータは、従来、記録計に出力していたものをパーソナルコンピュータ上に表示するもので、操業に関するすべてのプロセスデータを鋳片または時間と対応をとって表示することができる。過去 5 日間のデータを提供する。データの収集および解析の煩雑な作業の省力化に寄与している。

5.2 基準管理システム

3 章および 4 章で述べた連続制御システムは、製造命令に基づき基準を検索して制御パラメータを決定する。基準には、Fig. 1 で示

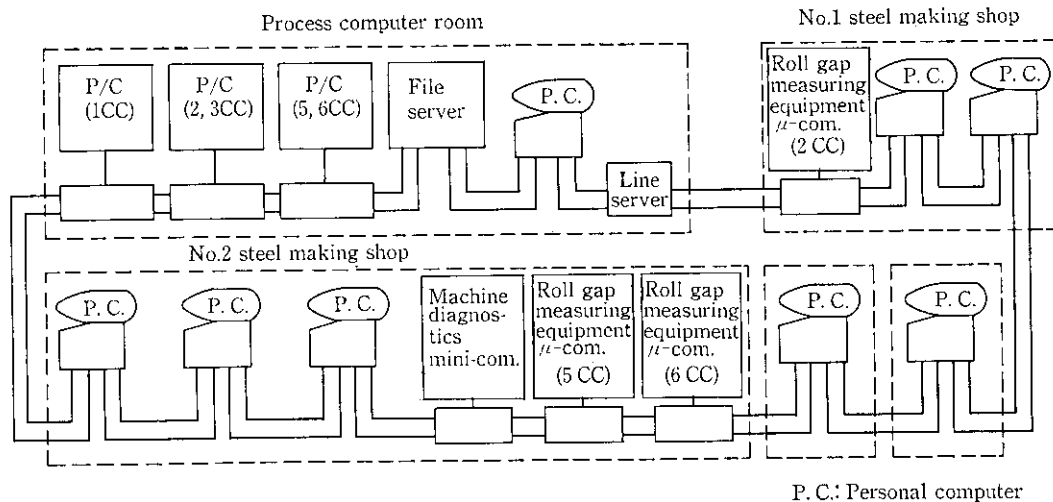


Fig. 10 Configuration of JUPITER

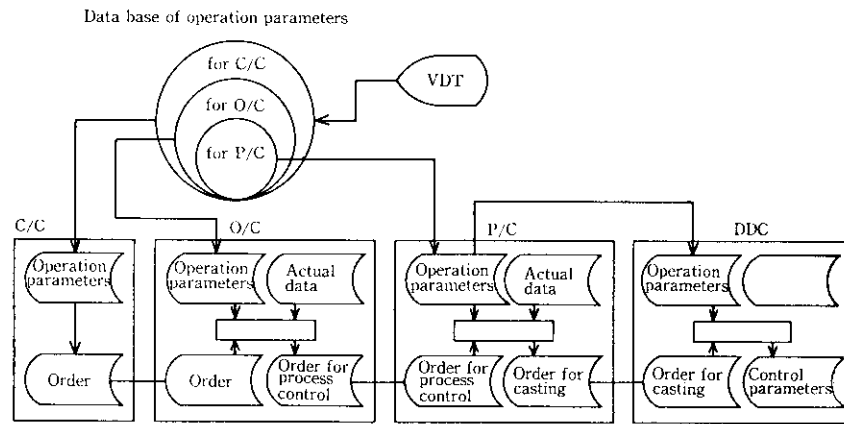


Fig. 11 Schematic diagram of operation parameter control system and its data flow (Operation parameters and control parameters are controlled totally all over the hierarchy system from C/C to DDC)

した C/C~鋳造制御 DDC の各階層で共通のものがある。したがって、各階層の基準に矛盾があってはならない。

基準を変更する場合は、各階層のシステムに分散されている基準をその関連性に基づき同時にかつ正確に行われなければならない。しかし、基準の量は多くかつ各システムの基準間の関連性も複雑である。そこで、C/C の端末を使用した各階層の基準を一元的に管理できる基準管理システムを開発した。Fig. 11 は基準管理システムの概要を示すものである。C/C の端末から基準を変更すると、基準間の関連性に基づき、基準は各階層に配信される。この基準を用いて制御が実行される。

5.3 一貫品質管理システム

本システムは、溶銑から圧延まで全プロセスにわたり、品質を管理するもので、最終製品の品質がどのプロセスのどの要因により影響を受けているか解析するのに使用される。

連続鋳造工場では、鋳造プロセスでは溶鋼温度等を、切断プロセスでは鋼片に対応するプロセスデータの評価値や品質予測結果を、精整プロセスでは秤量値等を解析用データとして提供している。

6 結 言

水島製鉄所のプロセス間の連続化および同期化によるオンライン一貫生産管理の一環として、製鋼工場と熱延工場の同期化操作を目的として開発した連続鋳造プロセス制御システムについて紹介した。その特徴は以下のとおりである。

(1) システム構成は、生産計画と製造実績管理を担当しているセクターコンピュータ、プロセス間の同期化制御を実行するオン

ラインコンピュータ、連続鋳造プロセスを統括的制御するプロセスコンピュータおよびプロセスコンピュータの配下でプロセスを直接制御する下位制御機器（鋳造制御 DDC、PLC および自動化機器）の 4 階層から成る。

(2) 鋳造制御 DDC は、2 重化構成とすることにより信頼性の向上を図っている。また、鋳造操業に関する情報は、すべて DDC の CRT 上に表示するシングルウィンドウ化を達成している。特徴的な機能として、トラッキング機能、オートスタートおよび取鍋注入終了制御がある。

(3) 製造命令の鋼片長を累積し、操業イベントの発生位置を予測する操業イベントスケジューラを開発した。本システムの実現により、鋳造操業の自動化設備の統括制御が達成された。

(4) 鋳造操業の情報を用いて品質を判定し、製品に要求される品質を保証して鋳片から鋼片を採取する切断制御システムを開発した。精整プロセスでの 2 次加工用のサンプル付加も考慮されている。

(5) 成分分析用のチェックサンプルを熱間スラブから採取する熱間迅速サンブラを開発した。本装置の導入により、分析待ち時間が従来の 1/50 に短縮された。

(6) 操業を支援するシステムとして、操業と設備状態の解析用データを提供する操業解析サポートシステム、各計算機システムで使用されている基準をセンターコンピュータで一元管理する基準管理システムと品質解析用のデータを提供する一貫品質管理システムを構築した。

以上のような特徴をもつ連続鋳造プロセス制御システムの稼働により、ホットチャージ率の拡大、トラックタイムの短縮等の成果があがっている。

参 考 文 献

- 1) 滝沢昇一, 藤原煌三, 平山勝久, 播本 彰, 葛原民雄, 中西正夫: 「水島製鉄所における製鋼-熱延同期化操業システム」, 鉄と鋼, 73 (1987) 4, S369
- 2) 成石正明, 平山勝久, 日名英司, 田中秀幸, 岩村忠昭, 滝沢昇一: 「連続のオンライン操業・品質保証システムの開発」, 鉄と鋼, 73 (1987) 4, S370
- 3) 岩村忠昭, 宮原一昭, 山根弘郷, 平山勝久, 成石正明, 日名英司: 「水島スラブ連鋳計装リフレッシュ」, 鉄と鋼, 73 (1987) 4, S264
- 4) 飯田義治, 前田瑞夫, 江本寛治, 山崎順次郎, 下戸研一, 平田賢二, 上田正美, 高橋 暁: 「連続鋳造設備における自動化」, 川崎製鉄技報, 12 (1980) 3, 110-126
- 5) 宮原一昭, 山根弘郷, 菊池 茂, 吉原勘治: 「連続鋳造設備のデジタル計装システム」, 横河技報, 30 (1986) 4, 47-52
- 6) 岩村忠昭, 宮原一昭, 日和佐章一, 丸谷 睦: 「電磁誘導式溶鉄レベル計の取鍋溶鋼量測定への適用」, 第 23 回計測自動制御学会学術講演会予稿集, (1984), 97-98
- 7) 丸谷 睦, 宮原一昭, 岩村忠昭: 「電磁誘導式による溶鋼レベル計とその応用」, 計装, 28 (1985) 7, 10-13
- 8) 宮原一昭, 高橋秀公, 蔵本 実, 芳賀英夫: 「製鉄所光 LAN-SUMINET-3200 による連鋳操業解析サポートシステムの開発」, 住友電気, (1987) 135, 202-207