U.D.C. 621.77/.78 : 658.51.012.2 : 681.322

新日本製鐵株式会社君津製鐵所納

分塊圧延工場の計算制御システム

Computer Control System of Slabbing Process

宮崎義利* 長崎治夫* 住友博和**
Yoshitoshi Miyazaki Haruo Nagasaki Hirokazu Sumitomo
高梨和夫** 藤木勝美*** 宅間豊***
Kazuo Takanashi Katsumi Fujiki Yutaka Takuma
浅田正彦***
Masahiko Asada

要　　旨

このシステムは制御用大形電子計算機 HITAC 7250 を中心に入出力周辺機器，入出力信号制御装置，自動圧延制御装置およびソフトウェア一式から成り，製鉄所の分塊圧延のほとんど全工程を自動化したうえ，君津製鐵所の電子計算機群によるトータルシステムの重要な一部を占め，情報処理上中枢的な役割を演じている。設計上システムとしての信頼性向上を重視し，異常時の再起動の容易化を図る一方，タイムシェアリングシステムを採用し，オンライン中でのソフトウェアの修正や改良を容易ならしめた。

1. 緒　　言

このシステムは同所の分塊工場に設置されたもので，鋼塊の均熱から圧延，せん断，秤(ひょう)量，傷手入精整に至る各種機器の運転とこれに必要な情報処理全般の自動化を目的としたもので，昭和43年11月より操業を行なっている。システムの特長としては

(1) 分塊工場の計算制御だけにとどまらず，世界的規模といわれる電子計算機群による製鉄所トータルシステム計画の一環として，工程的にも位置的にも転炉工場と熱延工場，厚板工場の中間にあって，ほかの電子計算機との間でデータの自動伝送を行ない，情報伝達の正確性と応答の迅速化を図ったこと。

(2) システム全体の信頼性向上のため，特に異常時の再起動，トラッキング方式，データの処理方法などに細かい配慮を払い，安定性に富んだタフなシステムを築いたこと。

(3) タイムシェアリングシステムの採用により，工場の作業方法の変更に伴うプログラムの改造，修正やスケジューリングモデルの改良などがオンライン操業中に容易にでき，計算機の多目的利用を行なっていること。

などがあげられる。

このシステムは同工場の生産性の向上を図って導人されたものであり，稼働開始当初より工場作業員の大幅な削減，そのほか設備投資費の節減など大きな成果をあげてきた。

以下，分塊工場システムの概要とタイムシェアリングシステムにおけるオフラインの機能について述べる。

2. 計算機制御の計画

2.1 概　　要

初めに分塊工場とその周辺のデータ伝送経路を図1に従って説明する。同図にて明らかなように君津製鐵所全体の生産管理を総合的につかさどる中央の電子計算機から，生産命令書および生産命令カードが分塊工場に送られてくる。その情報内容は前工程である転炉工場から送られてくるであろう圧延予定の鋼塊 (Ingot) に関する情報と，製造すべき鋼片 (Slab) に関する生産指示情報である。これらは毎日1回運ばれてきて，向後約1日分，数千枚が HITAC 7250 に読み込まれる。

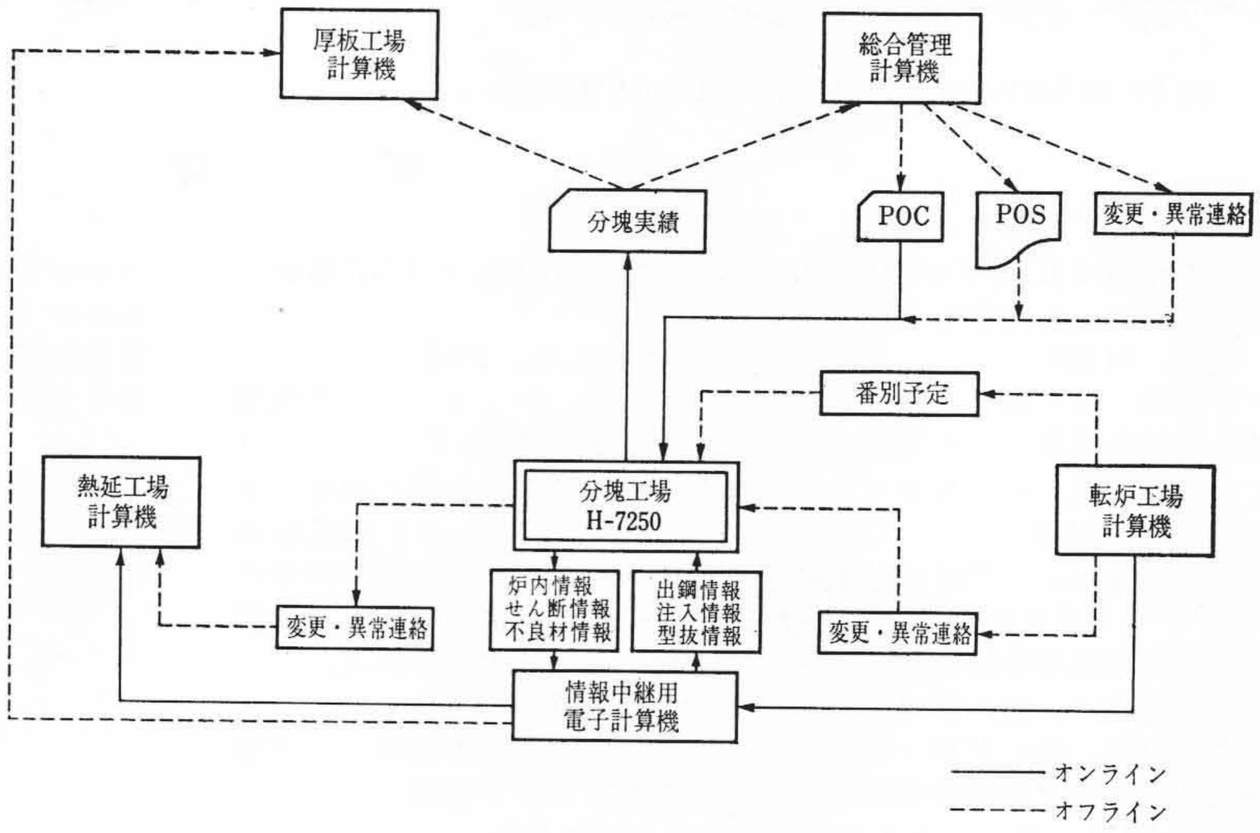


図1　分塊工場周辺データ伝送経路

この計画情報に対して実際に転炉工場を出発した鋼塊についての出鋼，注入および型抜きに関する情報は，転炉工場より中継用電子計算機を経由して，直接有線で送信されてくる。HITAC 7250 はこれを受信し，先のカード情報とともに分塊圧延作業の基礎データとする。

計算機に対する入力データには，これらのほかに各種設定盤からの設定データや，プロセス入力信号がある。

これらに対して出力データとしては，プロセス制御用出力信号や各運転室への作業指示用表示データ(CRT ディスプレイ装置，ニキシ管表示装置など)のほかに，分塊工場の生産実績に関する均熱，圧延，せん断，傷手入の各カードを出力し，炉内明細表，圧延計画表，圧延・手入番報，焼上・圧延スケジュールエンジニアリングロギングなどのレポート類を印字する。

また，次工程である熱延工場および厚板工場に対しては，生産さ

*　新日本製鐵株式会社建設本部
**　新日本製鐵株式会社君津製鐵所
***　日立製作所大みか工場

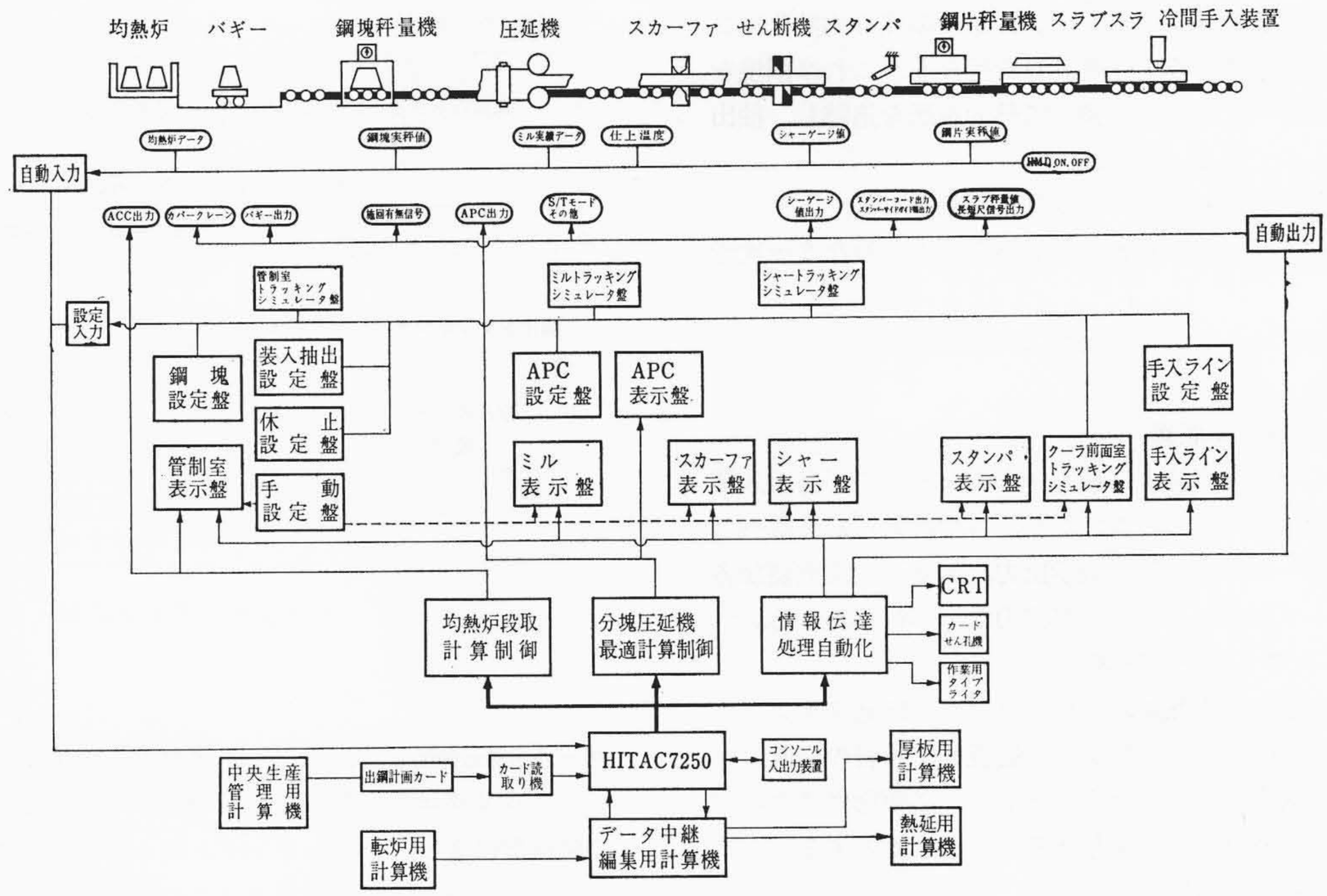


図2 分塊工場情報系統図

れた鋼片に関する情報を，中継用電子計算機を介して伝送する。

HITAC 7250 を中心にした情報処理系は図2に示すとおりである。

2.2 均熱炉周辺計算制御

均熱炉周辺の計算制報システムは大別して

（1） 鋼塊が分塊工場に到着するまでの情御取り込みによる基本データテーブルの作成，均熱炉で加熱後抽出して，バギーにより圧延ラインへ鋼塊を送り出す間の情報処理とプロセス制御を含めた均熱炉周辺情報処理システム。

（2） 生産計画，前工程情報による鋼塊の装入，抽出スケジュールの作成および現在の実績を基にした段取モデルシステムで，その修正を含むもの。

（3） 転炉情報，装入時情報，使用燃料量，炉内温度などをもとにした鋼塊の抽出可能時刻の予測，燃料制御を行なう焼上モデルシステム。

の3システムで構成されている。

2.2.1 均熱炉周辺情報処理

転炉工場で造られた鋼塊が台車に載せられ分塊工場へと運び込まれる輸送過程と，均熱炉に装入し鋼塊内部温度が一定，均等になるまで加熱したのち，抽出するまでの均熱過程の情報処理について述べる。まず目的としては次のようなことがあげられる。

（1） チャージ，鋼塊，鋼片各単位の情報をチェックして取り込み，マスタテーブルを作成すること。

（2） 段取，焼上モデルに必要な情報を渡すこと。

（3） あと工程たるミルラインの初期情報を作成すること。

（4） 均熱炉情報，一般作業報告などのロギング。

（5） バギー，均熱炉燃料オン・オフ，ピット，カバー・クレーンのインターロックなどの自動化。

以上に関する情報の設定方法を簡単に述べる。

(a) 生産命令カードによる入力

生産管理センタより送られてくる生産命令カードはチャージ，インゴット，スラブごとに分かれており，これらのカードは毎日1回，24時間以内に転炉工場から出鋼される全チャージとその間に装入される冷塊について読み込ませる。生産計画は現場の作業上変化しやすく，変更があれば直ちに鋼塊設定盤または生産命令修正カードにより変更しなければならない。カード読込みをはじめインプットデータ処理タスクは，データミスを避けるため厳重な合理性チェックを行なっており，システムの安定性を保つよう配慮されている。

(b) 鋼塊設定盤とその処理機能

この設定処理は，装入，抽出処理，休止処理を除く一般的な事項であり雑処理機能を数多く持っている。特に重要なものは番別予定設定機能であり，甲，乙，丙，各番ごとに次番以降16時間分の出鋼予定を設定するもので，段取モデルの基礎データになる。このほか転炉情報オンラインリンケージのバックアップの機能をも備えている。

(c) 装入・抽出処理

転炉から送られてきたチャージは，段取モデル計算結果により装入ピットと時刻が指定される。一方，圧延ラインの規制条件，鋼塊の焼けぐあいによって抽出ピットと抽出時刻が決まり，これも表示盤に表示される。これらの指示に従い，作業員は装入，抽出の設定を行なう。しかし均熱過程においては種々の異常事態が発生する。たとえば追加装入，炉変更，異常装入，再装入，炉間移動，急速加熱処理などであり，プログラムはこれらの異常処理に対処できるように作られている。装入抽出設定盤からはピットカバークレーン開閉のインターロック信号を出し，装入抽出の誤設定を防ぎ，バギーに対しては自動運転信号を出して自動化している。

2.2.2 焼上，段取計算

鋼塊の均熱炉への装入に際して，炉配分と装入順位を決めるため段取計算を行なう。この計算は均熱炉の燃料コスト最小と圧延操業能率化を目的関数とするコスト行列を解くもので，30分ごとに計算する。その内容は，

（1） 装入炉配分，順位の決定

（2） 抽出順位の決定

（3） 休止時点の決定

（4） 冷塊処理の算出

（5） 異 常 処 理

などであり，その時点より2交代（16時間分）にわたって算出す

る。また，この段取計算を円滑に行ない，かつ鋼塊の均熱化による品質の向上を図るため，焼上予測計算を行なう。これは鋼塊を物理的に等価な球体モデルに置き換えて熱的履歴を追跡し，抽出時刻を予測するものである。計算は，

（1） 装入完了以前において行なう0次予測

（2） 装入完了より均熱始めまでの加熱期間中に行なう一次予測

（3） 均熱期にはいってから行なう二次予測計算

から成っている。

2.3 ライン情報処理計算制御

情報処理システムの中で機能上，最も中心になるものが傷手入精整場を含むライン情報処理システムであり，各種自動運転装置への信号出力，各運転室への作業指示用表示出力，生産管理上重要な各種実績データのタイプ出力およびカード出力などが行なわれる。

2.3.1 圧延ラインのトラッキング

トラッキングの論理は均熱炉，バギーライン，圧延ライン，クーラ，手入場の鋼塊や鋼片の移動を常に監視し，材料の位置を検出，追跡し情報の対応づけを行なうとともに，必要なタスクの起動タイミングおよびパラメータを与えることを目的とする。トラッキングの機能はその領域別に，

（1） 均熱炉から圧延ラインまでの間のトラッキング

（2） 圧延ライン(レシービングテーブル以後)のトラッキング

（3） 手入精整場のトラッキング

の三つに分けられるが，この間における関係プログラムのおもな機能は次のとおりである。

鋼塊を均熱炉から抽出する際に必要な操業上の合理性チェックや均熱炉やバギー車に対する自動運転信号など，種々の抽出始処理が行なわれる。また熱塊が圧延ラインにはいってからは，ライン上のトラッキングチェックポイントに設置された熱塊検出器(Hot Metal Detector)からの検知信号をもとに鋼塊や鋼片の正逆方向通過判別を行ない，トラッキングを行なうとともにラインの自動運転指令を発する。正常操業中はシングル圧延はもちろん，タンデム圧延についてもあらかじめ計画された圧延情報をもとにライン上の各種機器はすべて自動的に運転される。すなわち秤量機秤量値の取り込み，ラインテーブルの起動停止，品質管理用圧延仕上温度の取り込み，自動圧延制御装置との信号授受，せん断機ゲージ値出力，各種せん断処理などである。また前記の各種出力カード，レポート類の編集と出力タイミングを与えるほかトラッキングシミュレータ盤の機能を処理する。

トラッキングシミュレータ盤は各運転室にそこに帰属する作業管理領域に関する鋼塊や鋼片の移動をシミュレートするためのもので，盤面上に鋼材をランプ表示したり，熱塊検出器の故障や誤動作のときにはトラッキングミスを作業員が修正したり，ライン上の鋼材のリジェクトや炉戻りなどの異常操業に対処する役割を果たす。

図3は鋼塊および鋼片のトラッキングインジケータで，それぞれ3語から成り，ライン上を移動する場合にデータエリア上を転送処理する最小限の鋼材情報である。これらの情報をKey Wordにして磁気ドラムに配置されたデータテーブルの索引を行ない種々の処理を行なわせる。

鋼塊トラッキングインジケータ

0	鋼塊のトラッキング自動運転などに必要判定情報	
1	抽　出　N o.	
2		鋼塊データテーブルの相対アドレス

鋼片トラッキングインジケータ

0	鋼片のトラッキング上必要な要因判定情報	ス ラ ブ No.
1	抽　出　N o.	
2		鋼片データテーブルの相対アドレス

図3　トラッキングインジケータ

2.3.2 圧延機自動制御運転のためのトラッキング

圧延機近辺におけるトラッキング要因としては1工程内で垂直ロールおよび水平ロール中心位置に取り付けられた熱塊検出器のオン・オフ信号，ロードセルのオン，オフ，垂直ロールに取り付けられた主パルスカウンタと補助パルスカウンタおのおののオーバーフロー割込信号，水平ロールに取り付けた同上割込信号，水平ロール正転逆転信号，水平，垂直ロール圧下完了信号，圧下スケジュールリクエスト信号など計16種の信号がある。これら要因の使用数により密トラッキングと粗トラッキングに分けている。

密トラッキングでは計算タスクの全機能を駆使する。すなわち自動圧延制御装置に対しては鋼塊のかみ放し減速演算開始点，タンデム圧延時の中間減速点，タンデム圧延時1本目の第1圧延機通過2本目の第2圧延機かみ込み時点を数えて，かみ込速度，圧延速度，中間速度，圧延速度，かみ放速度という水平，垂直ロールの回転速度パターンを最適に与え圧延能率を上げる。またデータ処理としては電流，速度，圧延荷重など自動入力データを取り込み，圧延最適スケジュール作成のときのフィードバックデータとする。

粗トラッキングは各圧延機のかみ込みと通過の最小限の割込要因だけを採用して自動圧延を行なうものである。速度パターンの修正によるきめ細かい制御や圧延データの採取は行なわれない。

3. システムオペレーション

計算機システムの初起動，停電回復後あるいはそのほかの理由による計算機停止後の再起動，そのほか運転状況を分類したモードの変更などの処理を総称してシステムオペレーションと呼ぶ。システムの安定性と再起動の容易さの実際に寄与している幾つかの機能について以下に述べる。

3.1 システムの分類と起動

アプリケーションソフトウェアシステムの構成は図4に示すように操業上の管理領域区分に沿って分類される。情報処理関係では均熱炉周辺，ミルライン手入精整場，ミル周辺の三つと数式モデルとして段取，焼上計算モデルの計五つに大別される。システムオペレーションの役割を演ずるタスクは，アプリケーションタスクのすべてを統轄しており，システムを起動するにあたり，作業員は4けたの数字コードを入力するだけでシステムオペレーションを簡単に実行することができる。

システムオペレーションにおけるモードとは，各システムの初起動時はまず，テストモードとしておき，ある期間そのシステムが正常な処理を行なっていることを確認したのち，あらためてノーマルモードへの切換を行ない，正常運転に移すためのものである。たとえばライン情報処理システムの場合にはテストモード時は危険を避けるため，自動運転関係の出力を行なわず，代わりにその結果を確認できるようにデータをロギングさせる。

3.2 異　常　処　理

異常発生の場合の措置として対策した事項について述べる。

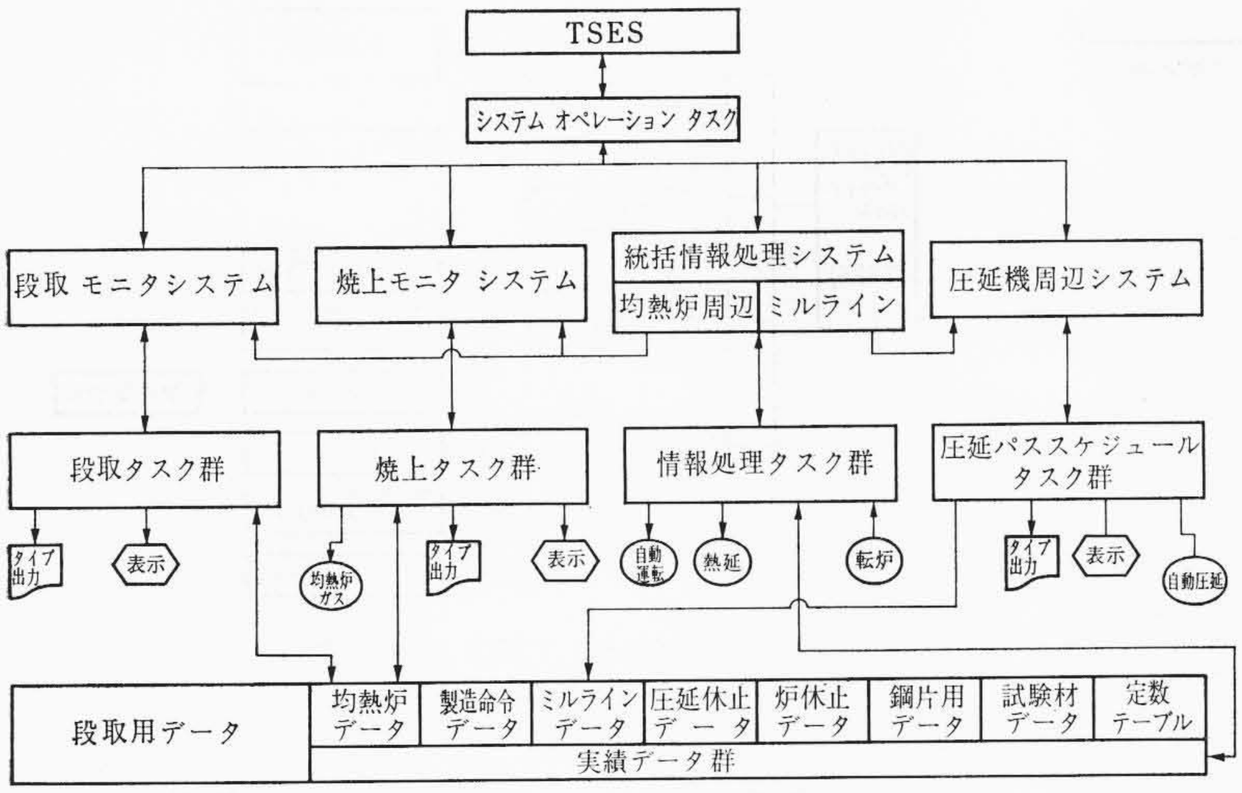


図4 システムの構成

表1 ハードウェア仕様

中央処理装置	HITAC 7250	
	コア 32 kW	
	割込レベル	32 レベル×8 ビット
	タイマーパルス	10 ms
外部記憶装置	H-7521 形磁気ドラム装置 512 kW	
周辺入出力装置	CRT デスプレイ装置	一 式
	カードリーダ	2 台
	タイプライタ	8 台
	カードパンチャー	2 台
	表示盤	8 面
	設定盤	9 面
	アナログ入力盤	4 面
	ディジタル入力盤	2 面
	ディジタル出力盤	3 面
入出力点数	割込入力	141 点
	アナログ入力	111 点
	ディジタル入力	59 語×16 点
	自動ディジタル出力	38 語×16 点
	表示ディジタル出力	256 語×16 点
自動制御装置	自動圧延制御装置	一 式

3.2.1 停電，停電回復，CPU のパリティエラー，メモリプロテクト侵害，インバリッド命令の場合

この場合には，レベル 0 および Z の高い割込みにより最優先処理を行なう。すなわち実行中のタスク No. とエラーコードをメッセージとしてタイプ出力し，その種類に応じてタスクをストップ状態にしたり，あるいはそのままの状態を維持させたり区別する。また停電回復時は全タスクが一時休止状態にしてあるので，システムオペレーションにより運転再開のため，その関係のタスクのみを起動状態にセットする。

3.2.2 CPU 以外の周辺入出力機器におけるエラー発生の場合

磁気ドラムはもちろんプロセス入出力信号の場合も含むすべての入出力動作中のエラー発生の場合は，発生時動作中のタスク No.，機器 No.，エラー発生個所，入出力転送データ，エラー種類をアラームとして出力し，そのエラー内容により計算機による運転をできるだけ維持するよう措置を分けている。たとえば，磁気ドラムの場合にはその種類に応じて全タスクを停止状態にしたり，あるいはそのタスクのみ停止状態にしたりする。また自動圧延運転における圧延スケジュールタスクでのプロセス入出力関係エラー発生時には危険を避けるため，圧延スケジュールシステムをダウンモードに切り換える。一方，タイプライタなどの場合は，エラー処理ルーチンにより故障を宣言されたデバイスについては使用不可となり，自動切換をさせるのであるが，簡単な動作不能，たとえば用紙切れや一時的な電流オフなどの場合には 1 分間待って，なお回復しない場合に初めて切り換えるようにし，月報などの編集不ぞろいの起こらぬようにしている。また故障によりデバイス切換が行なわれたのち，故障回復の場合は元の状態に戻すため，常に故障回復を診断するタスクがその状態をチェックし，回復したデバイスについては自動的に復帰させるようにしている。

3.2.3 操業上の異常データ発生の場合

本システムがプロセス，コントロール以外に情報処理上果たしている役割もきわめて大きい。このため入力データについては，異常データの水際撃退のため多くの合理性チェックにより摘出するよう努めている。異常発見の場合はアラーム出力を行なうが，その内容は，発生場所，時刻，アラーム，コードアラームメッセージを赤印字する。またニキシ管にコードを表示するほか，ブザーを吹鳴してこれを報知する。さらに改善するために，ブザーの音色を異常の種類によって変えたり，要対策緊急性アラームと単なる警告的記録程度のアラームを区分することも検討中である。

3.3 計算機 CPU 遠隔操作と電源自動投入

当工場は省力化の徹底から作業員の定員も極端に少なくしている。これらの人たちの主務は操業自体の管理にあり，計算機に関しては専門家ではない。このためシステムの異常発生時には「一刻も早く，簡単に」再起動できることが強く望まれている。そこで計算機の CPU を管制室より遠隔操業することができるようにした。たとえば停電回復の場合は 1 個のボタンだけで全機器の電源がタイマー動作を伴って自動投入される。また再起動の場合は，通常は 1 個のボタンを押し，システムオペレーションコード 4 けたがプリパンチされたカード 1 枚をカードリーダより読み込ませるだけで済むようにしてある。これにより CPU や磁気ドラムのような中枢部分のハードウェア上の故障の場合は別として，通常の不良データによる暴走やミスオペレーションによる混乱の場合などは「現場作業員 1 名により 1 分以内」に再起動し復元できるようになっている。

4. システム仕様

4.1 ハードウェア

本システムは HITAC 7250 制御用計算機を中心にしたシステムで，その仕様と周辺機器構成は表 1 に示すとおりである。

4.2 ソフトウェア

タイムシェアリングエグゼクテブシステム (TSES) は，制御用アプリケーションタスク群の動作を管理するモニタリングシステムの下でいちばん低いレベルに属するタスクとしてアセンブラや，FORTRAN などの非制御システムの機能を登録したもので，制御用のあき時間を使ってプログラムの修正，数式モデルの改良などのバッチ処理を行ない，計算機の有効活用ができるようにしたものである。したがって不完全なプログラムのデバッグ中にパリティエラーやインバリッドエラーが起こってもオンライン稼働中の計算機の動作を止めることのないようにオペレーティングシステムとして完備したものとなっており，実操業に支障を与えないようにじゅうぶんな対策が施してある。TSES の構成と機能については次節で述べる。

アプリケーションプログラムをも含めたソフトウェアの全体は TSES が 53 kW，アプリケーションタスク 141 kW から成り，タスクの数は 130 件になる。これらは磁気ドラム上に配置され，再スタート時あるいはコア時分割処理動作時にコアに呼び出されてその役

表2　磁気ドラムメモリ配分

分類	内容	容量（キロ語）
TSES	タイムシェアリングシステム（JC，システムテーブルを含む）	53
	サブルーチン	3
	JC ワークエリア	39
	JC 退避エリア	8
	タスク退避エリア	16
アプリケーションタスク	均熱炉周辺	48
	ライン情報処理	66
	ミル周辺	28
	システムオペレーション	18
データ	常数	5
	データ	228
合計		512

割を演ずる。表2はソフトウェアの構成，すなわち磁気ドラム上の配分を示したものである。

32 kW の磁気コアの配分についてはTSESが7kW，リエントラント可能なサブルーチン3kWおよび特急処理を要するタスク，同時処理を要する入出力装置関係タスクなど7kW計17kWがコア常駐で残り15kWが非常駐エリアとして使われている。ここで特急処理を要するものとしては，圧延機自動運転信号入出力，均熱炉重油燃料積算ライントラッキング用HMD信号取込判定などがあげられる。

非常駐エリアのタスクの取扱いについては，

（1） プロセス入出力関係は同一チャンネルごとにオーバレイ

（2） 段取，焼上計算関係は一連の計算順序を別のモニタタスクがコントロールするのでオーバレイ

（3） 設定盤関係およびデータ編集タスクは起動ひん度がほかに比べて少ないのでオーバレイ

以上のような考え方で配置されている。

5. タイムシェアリングシステム

このシステムで採用されたHITAC 7250のTSESの構成と，その非制御系におけるデバッグの機能について述べる。

5.1 TSESの構成

TSESはデバッグ済みの制御用プログラムにより制御系を動かしながら，計算機CPUのあき時間を使って新たなプログラムの作成やデバッグ，メンテナンスを行なうことができるような機能を備えたモニタリングシステムである。HITAC 7250用のTSESは図5に示すようにシステムコントロール(SC)，I/Oコントロール(IOC)，タスクコントロール(TC)およびジョブコントロール(JC)の4種のコントロールシステムから構成されている。SCは計算機システムの有する各種機器の割当ておよび計算機内外で発生した異常に対処する。IOCは各種入出力機器の制御を行なう。TCは制御系をオンラインで運転中に起動や演算を行なうプログラム（これをタスクと呼ぶ）を優先順位に従ってその動きをコントロールし，計算機システムの稼働率をあげる。JCはプログラムの作成，デバッグおよび非制御系のプログラムの実行などを連続的に処理する。これに必要なFORTRANコンパイラやアセンブラ，各種ライブラリルーチンを編集する機能はすべてこのJCに属している。

これらの各コントロールシステムの間の関係を示したのが図6である。

5.2 JCの特長

JCはTSESのうちで非制御系のプログラムの実行をオペレータの介入なしに連続的に行なうためのコントロールシステムで優先度のいちばん低いレベルに登録されたタスクとして起動される。JCを

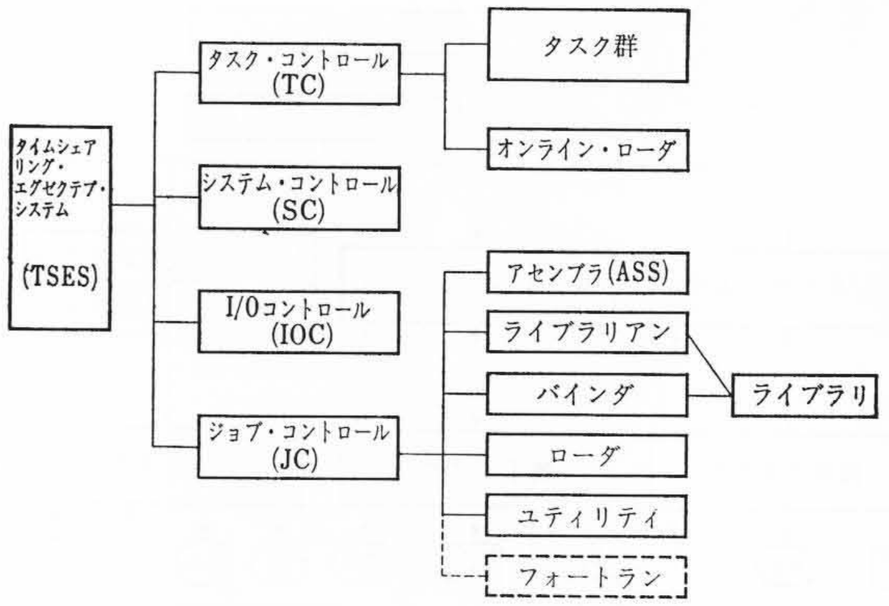
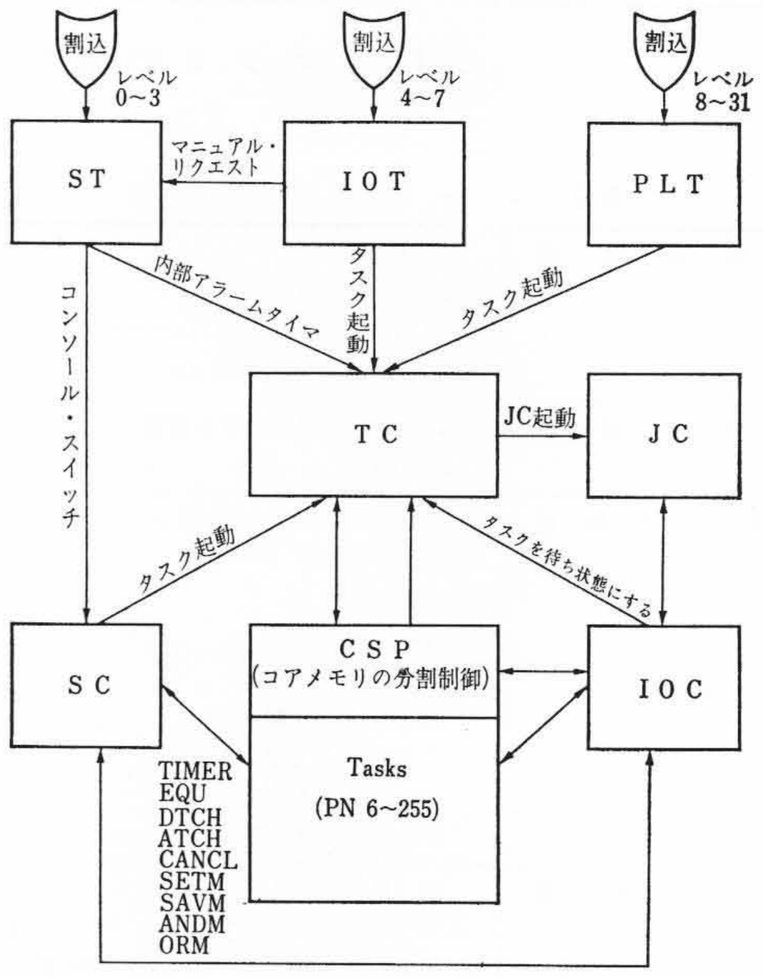


図5　TSESの構成



ST : System trap
IOT : I/O trap
PLT : Process level trap
TC : Task control
SC : System control
JC : Job control
CSP : Core sharing program
IOC : I/O control

図6　TSESの概念図

起動するためのコントロール指令は23種類あり，アセンブラあるいはFORTRANを呼び出したり，サブルーチンのライブラリへの登録を指示したり，オンライン中にタスクを制御用に登録したりするなど，種々のコントロールを与えることができる。このようなオペレーティングシステムとしての一般的な機能はもちろんのこと，非制御系のタスクがコアへロードされランする場合(ジョブのラン)には，そのジョブがオンライン制御用プログラムに悪い影響を及ぼさないように厳重なチェックをする必要がある。このためにHITAC 7250 TSESには種々の機能が準備されている。それらの特長を以下に述べる。

5.2.1 ジョブのモードの選択

デバッグ中のタスクを実行する場合にモードを指定することができ，これに2種類ある。一つはトレースランモードでありほかの一つはフリーランモードである。この指定はジョブの始めにコントロールカードまたはコンソールタイプライタからのタイプインにより与えられる。フリーランモードではアセンブリ終了後のタスクが直接制御系に登録され，実行される。このため通常は次節で掲げる機能を有するトレースランモードで演算を実行する。

表3 CPU 負 荷 状 況

	調査条件					CPU負荷状況			
	均熱炉数（ピット）	圧延状況	段取LP計算	JC	調査時間（h）	CPV占有時間（%）	磁気ドラム動作のためのオーバーキッドタイム（%）	あき時間（%）	計（%）
1	15	鋼塊7本/0.5h	含む	停止中	0.5	33.3	6.7	60.0	100
2	15	正常	含む	動作中	0.5	90.0	10	0	100
3	30	正常	含む	停止中	24.3	56.0	7.2	36.8	100
4	30	鋼塊15本/0.5h	含む	動作中	0.5	94.4	2.5	3.1	100

5.2.2 トレーサの機能

トレースランモードを指定された場合，TSESが有するトレーサは次のような機能を果たす。

（1） 警告の印字

トレーサは，実行しようとした命令をそのまま実行させた場合，制御用プログラムに対するプロテクションの保障が得られないことをあらかじめ実行前のチェックで知り，その命令の実行をせずに警告のメッセージをプログラマに送る。その種類は次のような場合である。

（a） メモリエラーの要因を持つ場合
（b） オペレーションコードにない命令を実行しようとする場合
（c） 無効命令（たとえばシステムチャンネルに対する特定命令以外の命令など）とみなす場合
（d） 命令の実行アドレスがジョブのエリアの範囲を越える場合
（e） サブルーチンのパラメータの使い方がおかしい場合
（f） サブルーチンをコールするときのインデクスレジスタの使い方がおかしい場合

（2） CALLステートメントの印字

デバッグ中のタスクが実行したCALLステートメントにはどのようなものがあるかを印字する。

（3） 警告メッセージ出力後の処理

（1）の警告メッセージ出力後は直ちにジョブを打ち切ったり，次の命令に移行したりその種類に応じた処理を行ない，オンライン系への影響のないような措置をとっている。

5.2.3 プロセスI/O（入出力）シミュレータの内蔵

ジョブを行なう場合は，プロセスI/Oデバイスを直接駆動することは危険であり許されない場合が多い。このためこのシミュレータがプロセスI/Oの各入出力を磁気ドラムメモリ上にシミュレーションを行ない，ジョブのデバッグを可能とするようにしたものである。ジョブをトレースモードで行なう場合はすべてこのシミュレータが使われ，TSESはプロセスデータの入出力マクロ命令を自動的に強制的に変更する。このためプロセスI/Oシミュレータを使うためにプログラマはその都度命令を直す必要はない。シミュレータには

（1） アナログ入力装置のデバイスNo.を定義するとともに，入力データの変動幅を乱数により与えるためのマクロ命令
（2） ディジタル入力装置のデバイスNo.を定義し，入力データをセットするためのマクロ命令
（3） アナログ出力，ディジタル出力のデータを印字するためのマクロ命令

などが準備されている。

5.2.4 凝似サブルーチンへの切換

ジョブがコールするサブルーチンの中で，たとえばほかのタスクに起動をかけるなど，実際に行なっては制御用プログラムの動作に影響を与えるようなものがある。このためタスクの制御に使われるサブルーチンの中である種のものについてはすべて凝似サブルーチンに自動的に切り換えられる機能を持っている。

5.2.5 オンラインローダの内蔵

デバッグを終えたタスクは，TSESが有するオンラインローダの機能により，制御系へラインを停止することなしに登録することができる。登録する場合はタスクの目的語をカード，紙テープの形いずれでも可能であり，さらに磁気ドラムの目的語のイメージを直接登録することもできるので，非常に便利である。

5.3 CPU占有率計測の機能

HITAC 7250のTSESはCPUのコンソールパネルにあるメモリレジスタ1個をセットすることにより簡単に任意の時間のCPUの占有率をカウントする機能を備えている。これはプラントが実稼働にはいったのちの計算機の負荷を知るうえにきわめて有用である。この機能を使って求めることができるのは次のとおりである。

（1） CPU演算時間
（2） 磁気ドラム処理（読み書き）のためのCPU処理時間
（3） 余裕時間

君津製鐵所分塊工場における実測の一例を示すと表3のようになる。

6. 結 言

このシステムは昭和43年11月操業運転にはいって以来，生産計画の修正に伴う均熱炉の増設，操業方式の一部変更などにより，ハードウェアの増設のみならずソフトウェアに対しても大幅な更新を図り，45年9月にこれを完了した。特にソフトウェアの入替えについては160キロ語に及ぶアプリケーションプログラムの更新にあたり，工場操業停止期間を最短にするため，種々検討を重ねた結果，TSESの機能を駆使してプログラムデバッギングを行ない，レベルアップに努めた。この結果，操業停止期間はハードウェア関係，すなわちプロセス入出力信号40%増設，磁気ドラム容量50%増設そのほかCPU遠隔起動，タイプライタ増設などのために7日間，ソフトウェア関係全面入れ替えのために7日間，計14日間にとどまった。

システム設計上，多くの新しい試みと人間対計算機コミュニケーション上の細かい配慮が，システム全体を安定性に富んだタフなものに築きあげた。ハードウェアが好調なのに加えて再起動の容易化により稼働率は99%以上を維持している。

本システムの建設にあたっては新日本製鐵株式会社建設本部，君津製鐵所の担当各位，ならびに君津製鐵所技術部門，生産部門のかたがたのご指導ご協力を得ている。ここに本紙を借りて厚く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

（1） 森田ほか： 日立評論 51，565（昭44-2）
（2） 宮崎ほか： 日立評論 51，176（昭44-2）
（3） 伊理正夫： 輸送問題および割当問題の新しい解き方
（4） 野坂ほか： 鉄鋼業のコンピュータコントロール 産業図書株式会社