

最近のブルーム連続鑄造設備

Recent progress of Bloom Continuous Casting Plant

A 4-strand bloom continuous casting equipment delivered recently from Hitachi to the Muroran Steel Mill, Japan Steel Corporation was put in commercial operation in October, 1971. Since then the equipment has been operating satisfactorily.

As bloom casting equipment this unit ranks among the largest and being provided with a control computer extremely high efficiency is ensured. Incorporating many new systems such as a 60-minute mold exchanging system utilizing a unit exchanging system and an automatic pre-setting system, a high speed casting system which has about 50% faster in speed than conventional systems, and the like, this new plant maintains the same production output although the number of strands is almost halved.

木村智明* Tomoaki Kimura

遠藤宗宏* Munehiro Endô

西村貞夫* Sadao Nishimura

1 緒 言

近年連続鑄造設備があいついで建設され、造塊作業の合理化が急速に実施されているが、ブルームの連続鑄造においては圧延上の制約より鑄造断面の種類が多く、かつ生産ロットの関係上型替頻(ひん)度が高く、ビレットスラブに比較して生産性が低い欠点があった。しかも鑄造鋼種は最も高級であり、鑄造作業においても高度の技術が要求されるため、比較的導入が遅れていた。

今回、日立製作所が新日本製鐵株式会社室蘭製鐵所に納入した、4ストランドブルーム連続鑄造設備には、前記問題点を根本的に改善するため、

- (a) 型替時間の大幅短縮
- (b) 高速鑄造化
- (c) 完全自動化

などに斬(ざん)新たな技術を開発し、画期的な高能化を図ることにした。

日立製作所においては、国内唯一の国産連続鑄造技術開発を目ざして、十数年前より独自に試作開発を進めていた。また新日本製鐵株式会社との共同研究により実用化技術を完成し、現在まで幾多の設備を納入してきた。本設備はこの豊富な経験を基礎に機械、電気、制御コンピュータなど総合メーカーの技術力を結集し完成したもので、世界最高水準をゆく最新鋭設備である。

なお、「連続鑄造設備の計算機制御」の詳細については、本号43ページ掲載論文を参照されたい。

2 設備の概要

2.1 設備の主仕様

鑄造方式：わん曲鑄型鑄造方式

わん曲半径：12mR

とりべ容量：120t/チャージ

鑄造断面：150×180～250×310mm(全10サイズ)

切断長さ：3.0～7.5mm

引出し速度：最大4m/min

ストランド数：4

鑄造能力：最大180t/h

生産能力：最大45,000t/月

2.2 設備配置

本設備はわん曲鑄型鑄造方式のマルチストランド構造で、全体配置は図1に示すとおりである。LD転炉と直結して既設製鋼工場に設置されたため、鑄込床が低く半地下構造でスプレイ装置以降が収容されている。鑄込床にはレードルカー、タンディシュカーおよび予熱装置が連続-連鑄が容易なよう同一軸線上に配置され、作業性も考慮した十分な床スペースを確保している。鑄型スプレイ装置は同一わん曲半径上に配列され、矯(きょう)正機出側にはダミーバー収容装置がテーブル上に傾斜して設けられている。切断機は後方に配置され高速連続鑄造時の凝固完了位置に対し十分な余裕が取られている。切断されたブルームは2ストランドごとにまとめられ、トランスファによって地上の冷却床まで搬送される。油圧ユニット、冷却水制御ユニットおよび排気ファンなどは鑄込床下のスペースを有効に活用して収容されており、操作室は中央および切断搬出の2個所に設けてあり、遠隔集中操作できるように配慮されている。

3 本設備の特長

3.1 型替時間の短縮

3.1.1 ユニット交換方式

従来の設備においては、各断面専用の鑄型、サポートローラを型替時個別に交換していたため、搬出入に時間を要し、しかも両者の相互心出しを行なっており、これが型替時の最大の隘(あい)路となっていた。

本設備ではこれを一新する画期的なユニット交換方式を開発し、4ストランドで40分以内の型替時間に短縮している。本方式は図2に示すとおり、鑄型サポートローラを振動機に組み込んでユニットを形成し、これを一括して交換するもので交換作業は非常に簡略化されている。これを組み込むとき

*日立製作所日立工場

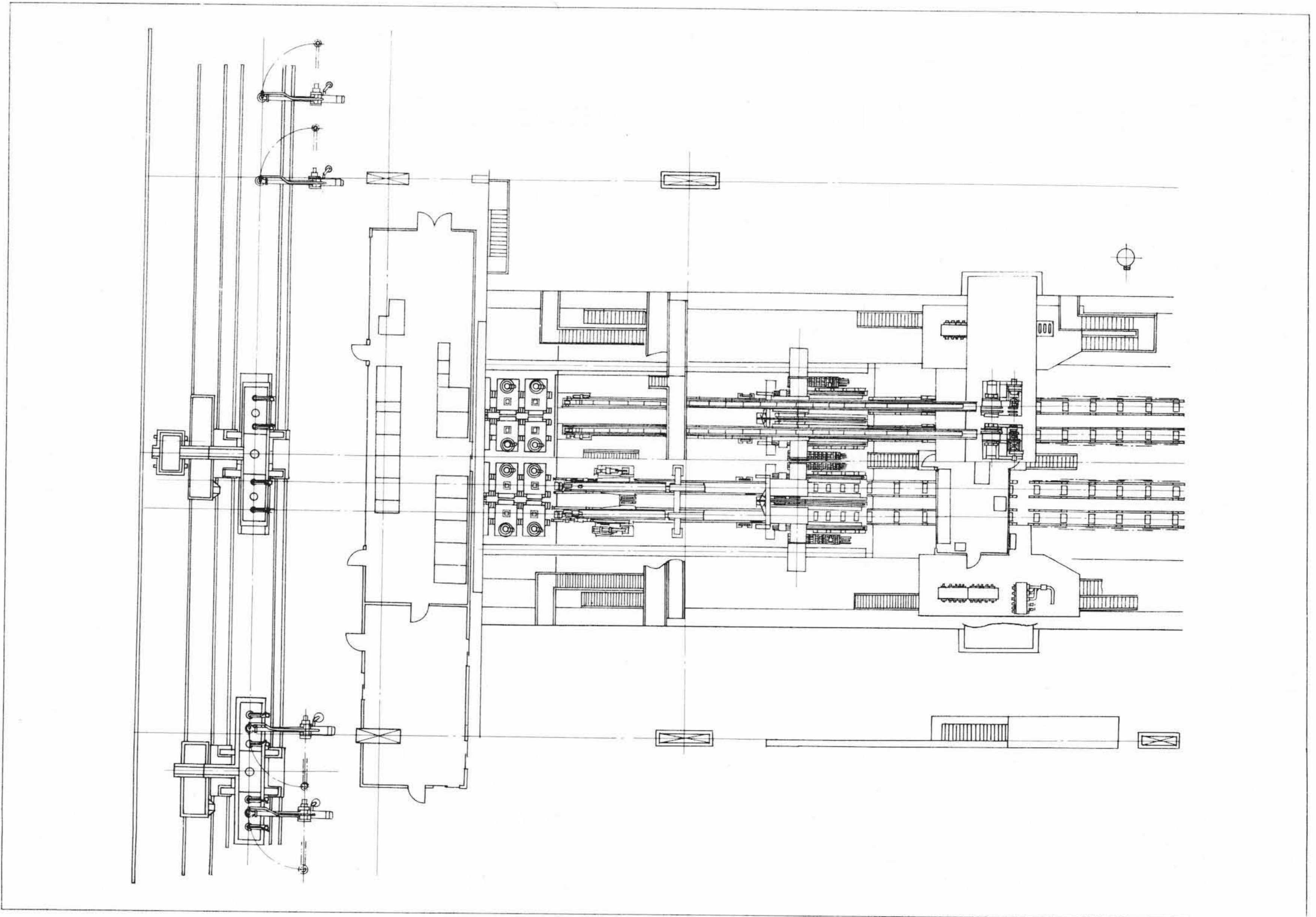


図1 設備全体配置図 連続鋳造設備の平面配置を示したものである。
Fig. 1 Plant Layout

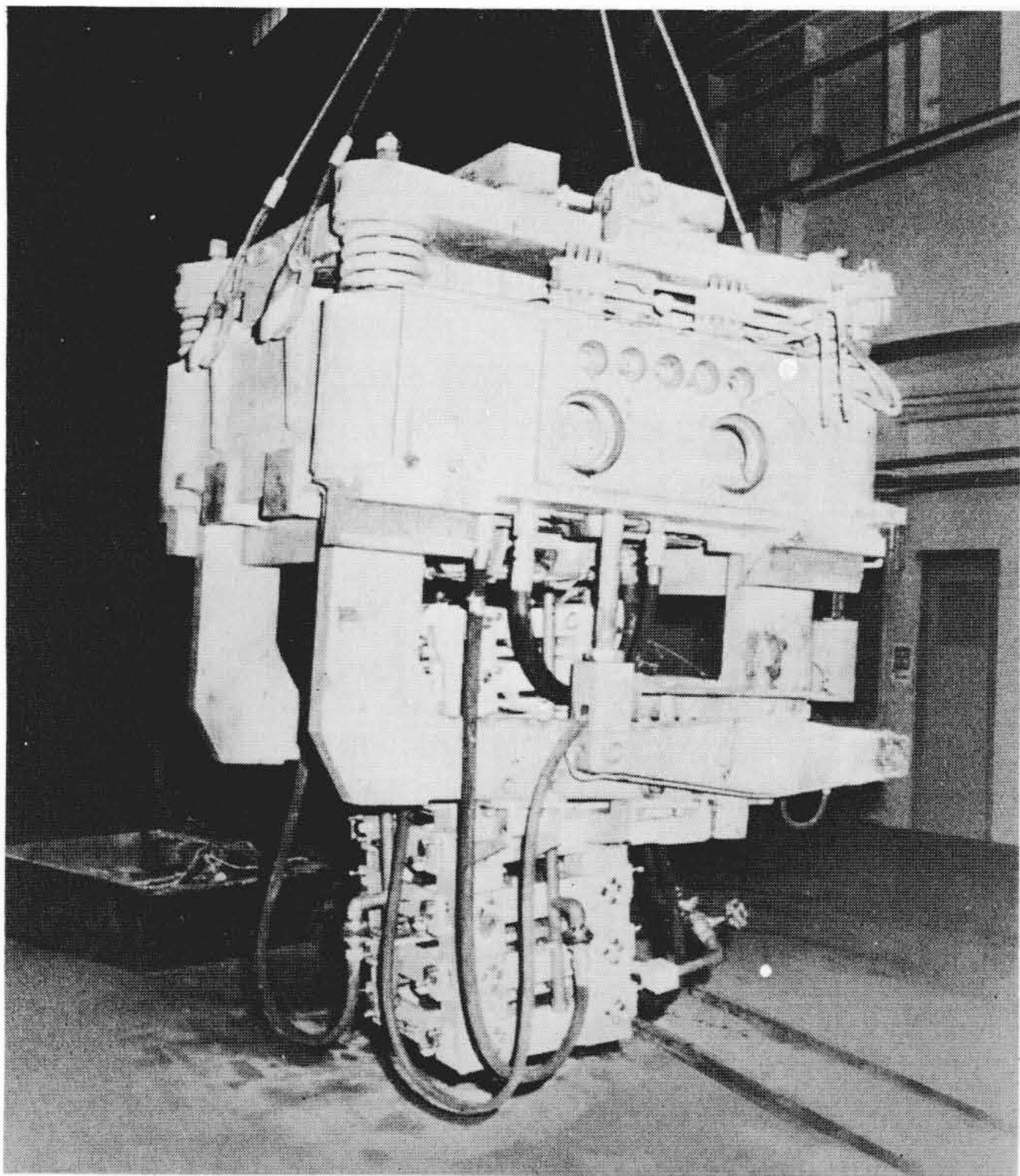


図2 ユニットの全景 鋳型サポートローラを振動機に組み込んだ状態を示す。
Fig. 2 General View of the Exchange Unit

の心出し整備はオフラインにて事前に実施しておき、そのままの状態に設備に装入できるため、設備のオンラインでの心出し作業は全く省略できるようになった。これにより作業性は格段に改善されるとともに、鋳型～サポートローラ間の正確な心出し状態が確保されるため、凝固殻(かく)保護も十分行なわれるようになった。

ユニット交換時の冷却水給排水など着脱にも新技術を開発し、数本の配管をブロックにまとめて油圧装置にて一括し遠隔着脱操作ができるようになっており、かつ装着時のシールにも万全を期している。またユニットの位置決め、固定にも油圧装置を用い、遠隔操作が可能のように設計し、作業の迅速化を図っている。

なお振動発生装置には電動機駆動の偏心カムレバーリンク機構を用いて設備上に別個固定されており、ユニットのセット時、レバーにホローローラが接触して鋳型が振動運動を行ないうよう設計されている。

3.1.2 自動プリセット方式

型替時のセット量調整箇所は、スプレイパターン水量調整、スプレイ装置開度調整および矯正機加圧力調整など4ストランドで150箇所にも及び、これを手動にて行なうことは相当な時間を要すると予想された。本設備では各調整装置はすべて遠隔自動操作可能な構造としてあり、これに制御用コンピュータを用いた自動プリセット方式が採用され、全調整点を15分以内でセットするという画期的成果をあげており、型替時間短縮に大きく貢献している。図3は自動プリセットシステムを示したものである。

調整機構を設ける必要上極力コンパクトな構造とし、駆動機構をすべて機側に配列している。このためスプレイ水中で使用するようになるので、その防水、防熱構造には特別な考慮が払われている。

以上のように技術開発により型替時間は図4に示すとおり、40分以内ですむようになり、月、十数回の高頻度型替を行なっても、設備停止時間は実質的に障害にならぬほど軽微になった。

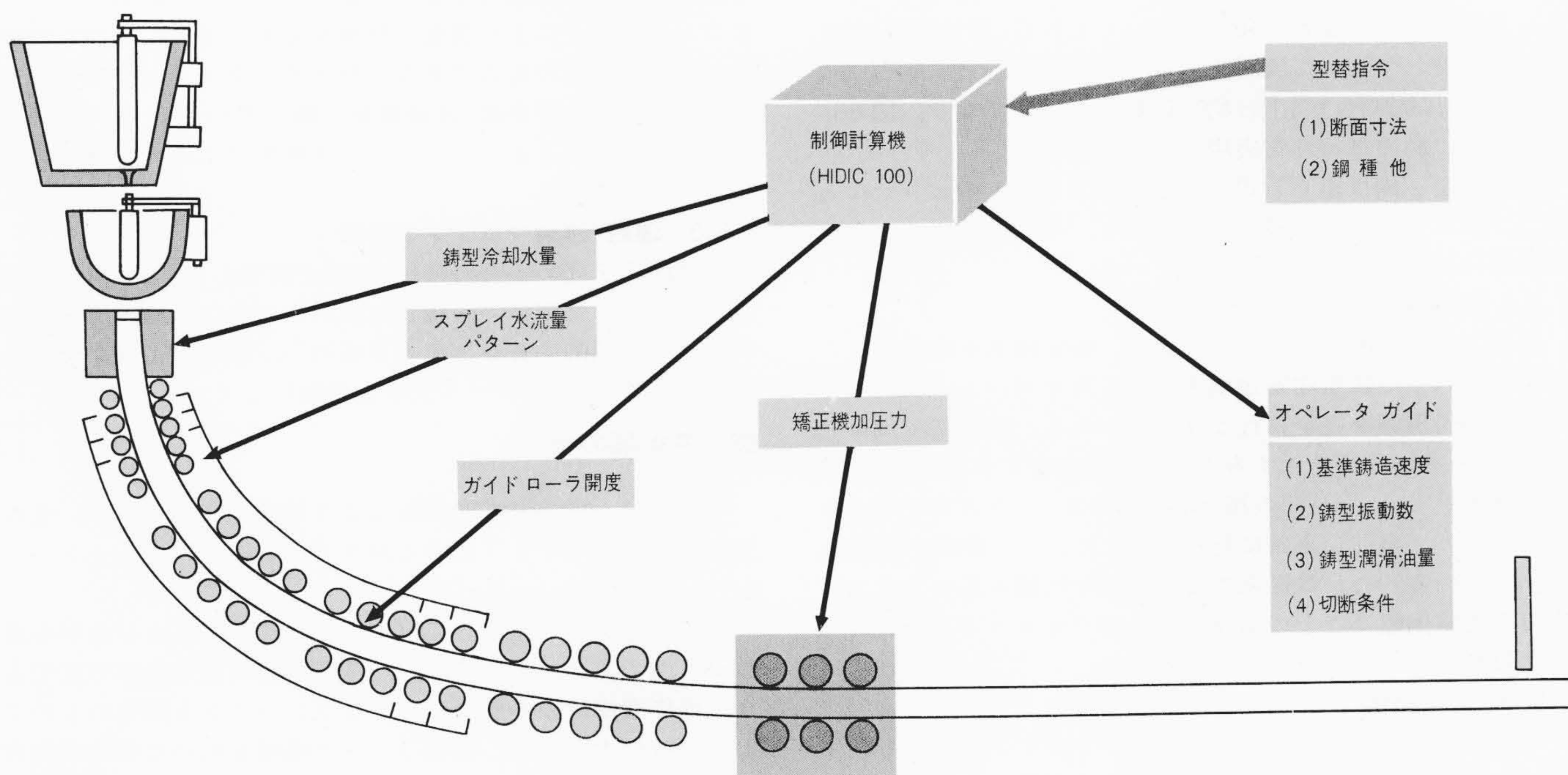


Fig. 3 Diagram of Automatic Preset Control

区分	No.	操 作	ストランド No.	時 間 (min)			
				10	20	30	40
ユ ニ ット 交 換	1	カバー取はずし	1 2 3 4				
	2	給水ジョイント (脱)	1 2 3 4				
	3	クランプ開放	1 2 3 4				
	4	心出しブッシャ後退	1 2 3 4				
	5	使用ユニットつりはずし	1 2 3 4				
	6	新ユニットつり込み	1 2 3 4				
	7	心出しブッシャ前進	1 2 3 4				
	8	クランプ固定	1 2 3 4				
	9	給水ジョイント (着)	1 2 3 4				
	10	通水テスト	1 2 3 4				
	11	カバー取付け	1 2 3 4				
自動プリセット			1.2.3.4.				
合 計				39			

Fig. 4 Time Schedule of the Size Exchange

3.2 高速鋳造

大容量LD転炉と直結してとりべ内溶鋼を60分以内で処理し、しかもストランド数をできるだけ少なくしてメンテナンス性を向上させるため鋳造速度の増大を図った。本設備では図5に示すとおり、従来鋳造速度の50%増加の高速鋳造を可能なよう計画している。

3.2.1 高性能鋳型

鋳型内凝固殻生成に伴い鋳型壁と殻との間にギャップが生じ、冷却能力が急速に低下する傾向がある。これを防止するためすでに垂直鋳型で実用化しているギャップ補正用テーパを、本設備のようなわん曲型においてもNC(数値制御)加工技術を駆使して初めて実用化することに成功した。本方式の採用により冷却能力向上と均一冷却化を図っており、図6に示すように高冷却特性を実現している。

鋳型構造を銅板組立方式とし、冷却スリットのピッチなどもコンピュータにより最適値を決定し、冷却能力のみならず長寿命化に関しても十分配慮している。

3.2.2 凝固殻保護

鋳型下端での凝固殻破断を防止し、安定操業を確保するため、鋳型内での殻生成安定増大とともにサポートローラゾーンでの殻保護を完全に行なう必要がある。本設備ではローラピッチを十分細密化するよう設計上配慮するとともに、鋳型とサポートローラ間の相互心出しをユニット方式を用いることにより、事前に正確に行なえるようにし、作業の安全化を図っている。これは従来のように個々に組み込む方式では実際上実施困難なことであり、この面でもユニット方式は非常に効果的である。

3.3 完全自動化

本設備に導入したコンピュータをオンライン制御にも利用し、完全自動化を完成し大幅な省力化を可能にした。自動制御の系統は図7に示すとおりで、多断面、多鋼種を鋳造する場合、操業の安定化、高品質確保および作業性改善などに大きな効果をあげている。

おもな自動化の内容は下記に示すとおりである。

3.3.1 鋳型内湯面自動制御

γ 線により鋳型内湯面を検出し、矯正機速度とタンディッシュ溶鋼注入量を調整して湯面を一定位置に自動制御する方式とした。本設備のような大形ブルームで75mmの広範囲鋳型湯位置連続計測を実現したこと、タンディッシュノズル開度制御装置を開発したことは、従来に例をみない画期的な試みである。

3.3.2 スプレイ水量自動制御

高級鋼の安定品質確保に欠くことのできない制御で、鋼種、溶鋼温度および鋳造速度などによりスプレイの最適パターンをコンピュータにより選定し制御するもので、従来のものに比べ高度の内容のものである。特にタンディッシュ交換を行ないながら実施する連続-連鋳操業で鋳片ダミーバー部の制御に初めて成功したことはコンピュータ使用によるオンライン制御の効果である。

3.3.3 連続-連鋳マッチング制御

鋳造能率を高めるため連続-連鋳を実施しているが、LD転炉よりバッチ処理にて出鋼されるのに対し、最適鋳造速度を事前に指示制御するシステムを採用し、従来のようなマッチングタイムスケジュール失敗を皆無にしている。

4 各機器の構造

本設備は各種の高性能機器により構成されているが、その主要なものを示すと下記のとおりである。

4.1 タンディシュカー

タンディシュを積載して自走、昇降、傾倒および水平心出しが可能であり、すべて電動、油圧駆動の遠隔操作方式であり、操作機構は中央部に集中したコンパクトな構造のものである。特に水平心出し機構はリンク機構を用いた電動駆動方式の独特な構造となっており、4ストランドの微少な心出し操作を円滑に実施している。駆動源となる油圧ユニットはマニホールド構造として最小スペースでメンテナンス性にすぐれており、タンディシュ全周より鋳型に接近できるよう配慮されている。

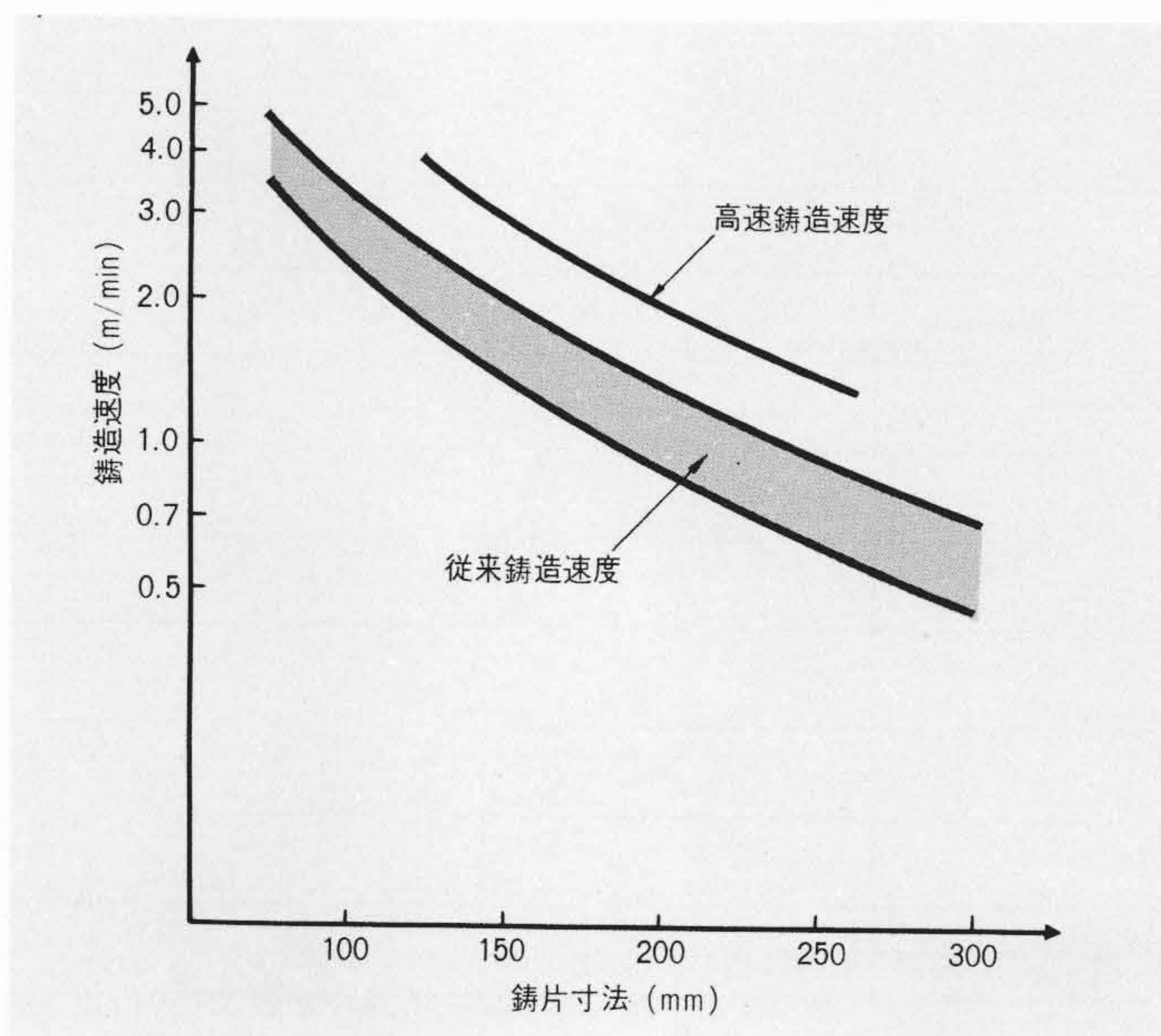


図5 鋳造速度特性 鋳片寸法に対する鋳造速度を示す。

Fig. 5 Performance Curve of the Casting Speed

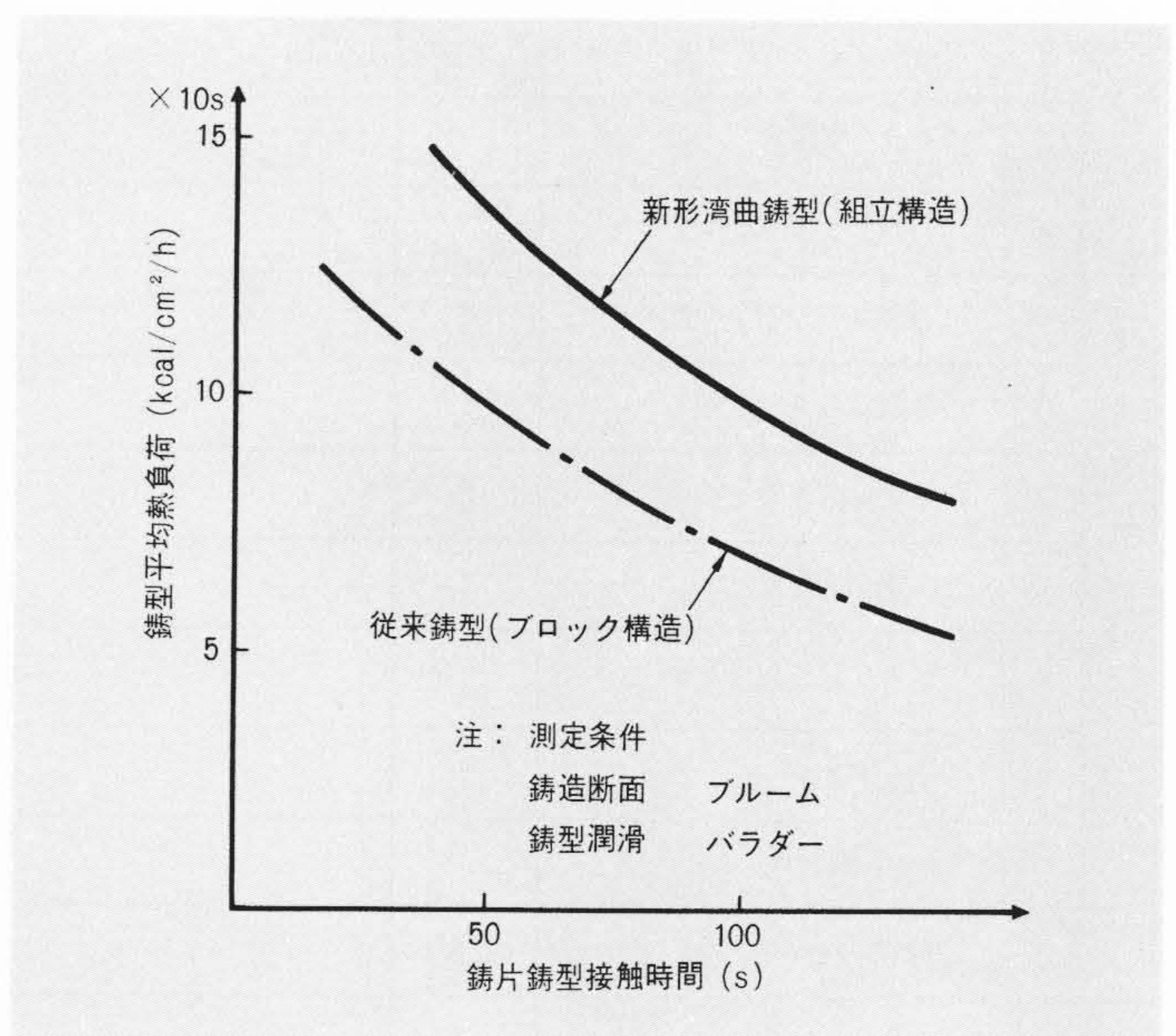


図6 鋳型冷却特性 鋳片と鋳型との接触時間変化に対する実測熱負荷を、各鋳型構造につき示す。

Fig. 6 Performance Curve of the Mould Cooling

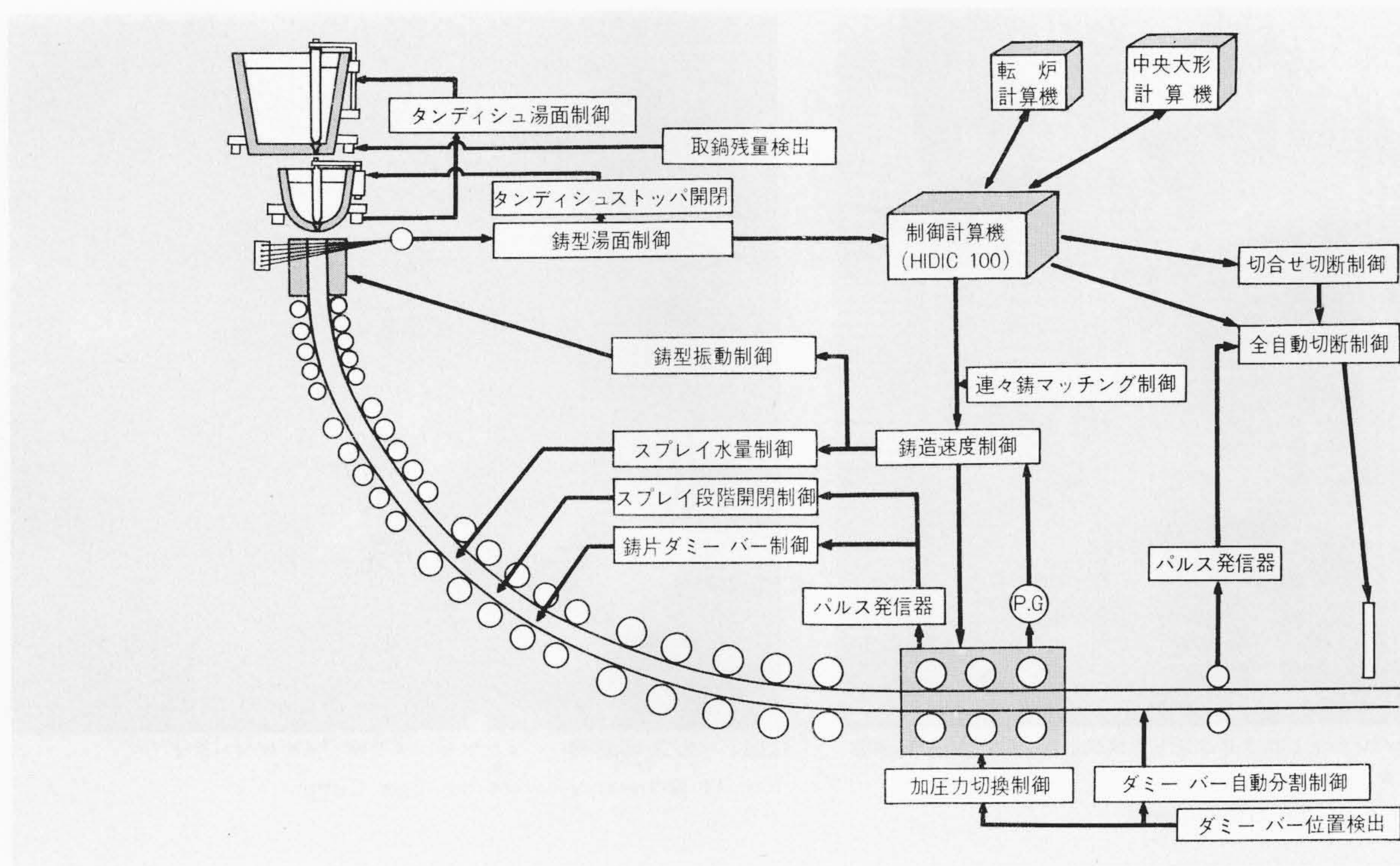


図7 自動制御系統 コンピュータを用いたオンライン自動制御の系統を示す。

Fig. 7 Diagram of Automatic Control

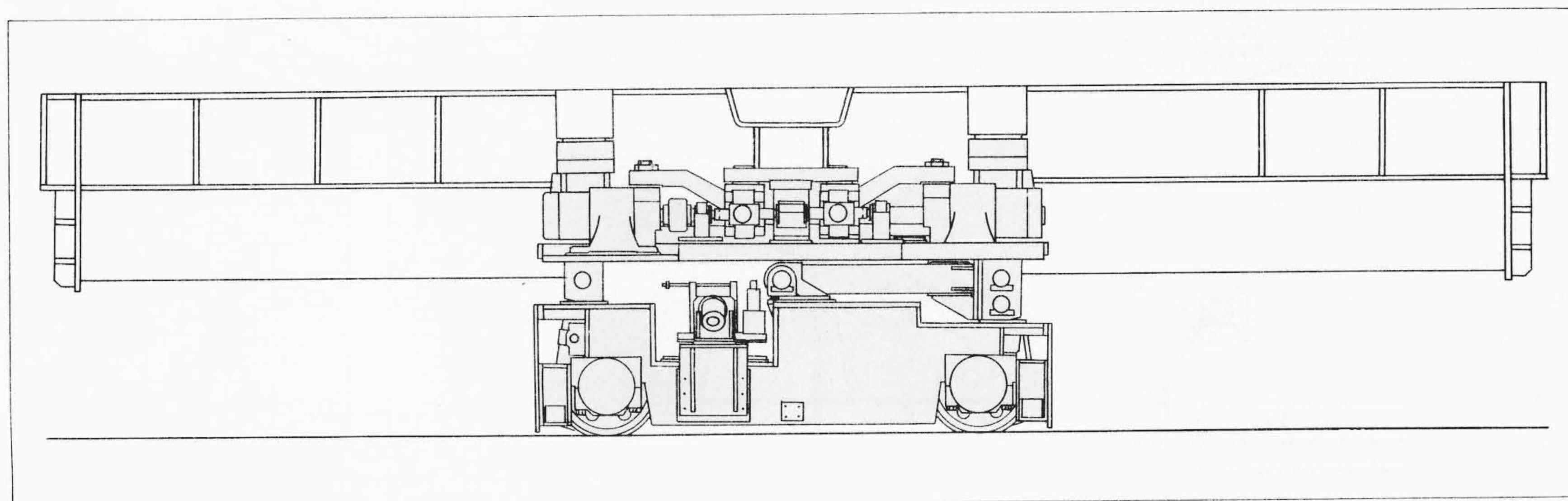


図8 タンディッシュカー タンディッシュ積載状態を示す。

Fig. 8 Tundish Car

図8は全体図を示したもので、おもな仕様は下記のとおりである。

- 積 載 重 量：最大40t
- 走 行 機 構：油圧電動機駆動方式
- 走 行 速 度：高速20m/min
低速 2m/min
- 昇 降 機 構：油圧シリンダ作動方式
- 昇降ストローク：450mm
- 心 出 し 機 構：電動リンク駆動方式
- 心出しストローク：70mm

4.2 矯正機

マルチ ストランドの場合、ストランド ピッチの関係で矯正機のメンテナンスは一般に非常に困難であり、設備的トラブルが発生した場合、ダウン タイムが過大になる危険があった。本設備では図9に示すようなセパレート形スタンド構

造を採用し、各ストランドごとに3スタンドで構成する方式としてある。各スタンドにはそれぞれ直流電動機を装備し、ドライブ シャフト、ベベル ギヤ駆動にて上下ローラを駆動するとともに、基礎ボルトを取れば予備スタンドと一括交換できるようにしてある。ローラには耐ヒート クラック性に富む特殊鍛鋼材質を用い、連続鋳造特有の低速連続回転において1年以上手入れなしで使用できるよう配慮している。

4.3 ダミーバー

ダミーバーはブロック リンク構造のもので、矯正機出側より直接上方に傾斜した収容装置に収容され、鋳片と結合した部分は図10に示すようなかぎ形構造で油圧装置により直接分割される方式である。本方式は新日本製鐵株式会社と共同開発した独特のもので、矯正機以降はダミーバー ブロックを付けることなく鋳片のみ搬出されるようになり、次回準備作業も非常に単純化され、作業性も著しく改善されている。

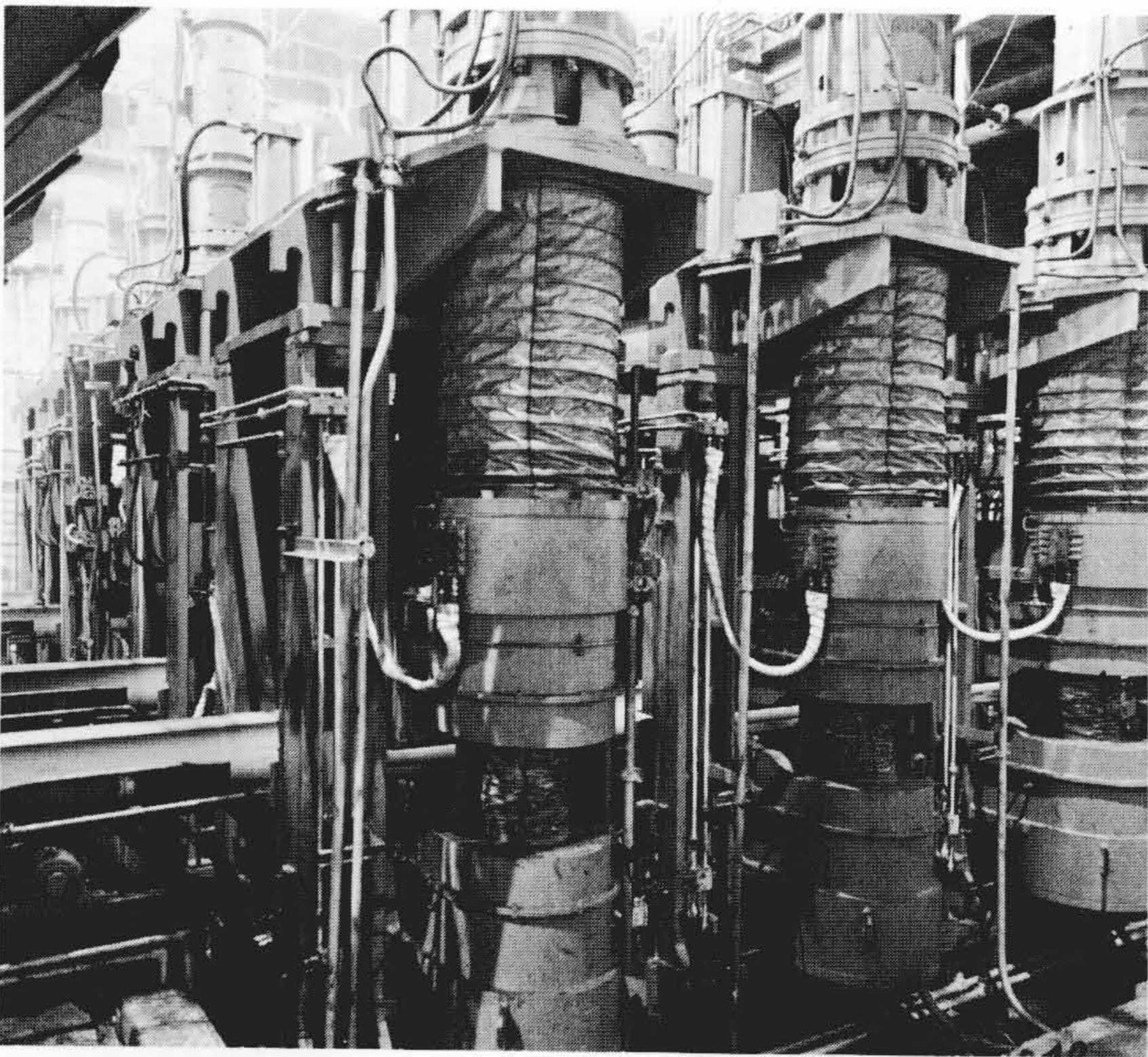


図9 矯正機 セパレートした3スタンドで構成され、それぞれ駆動装置は上部に配置されている。

Fig. 9 General View of the Straightner

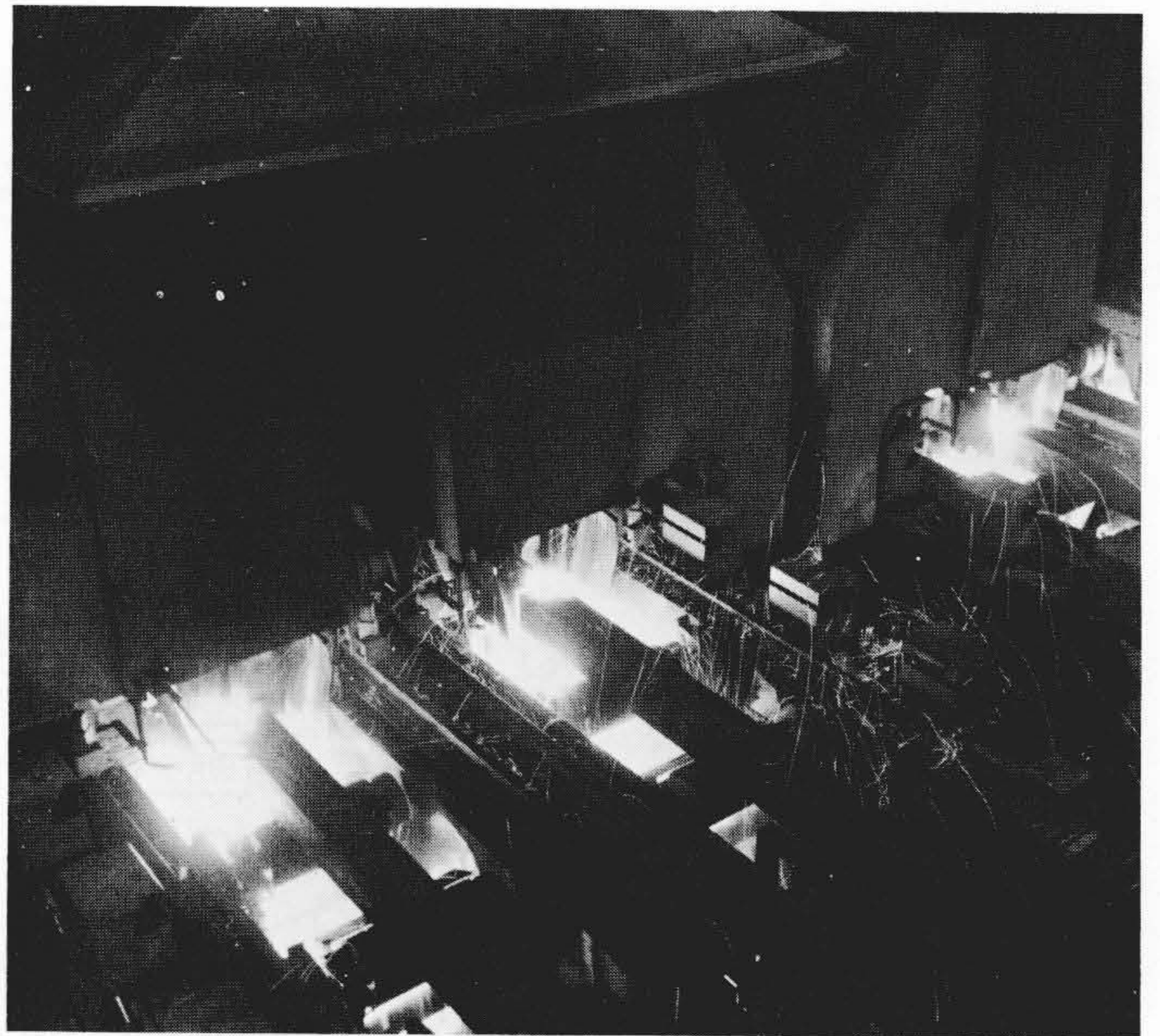


図11 ガス切断機 4ストランド同期切断の状況を示す。

Fig. 11 General View of the Gas Cutter

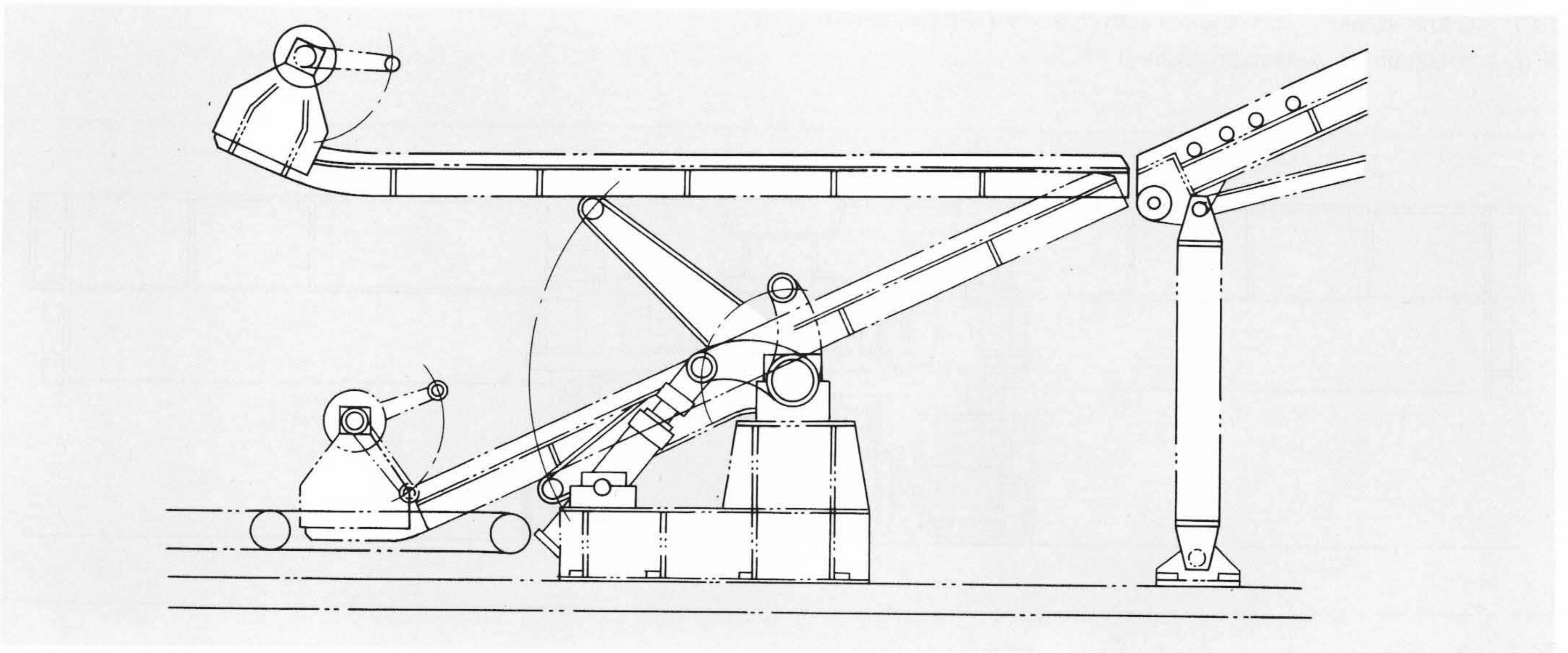


図10 ダミーバー収容装置 鋳片と結合したダミーバーヘッドを直接分割し、上部へ回転収容する方式である。

Fig. 10 Dummy Bar Storage

4.4 ガス切断機

高速鋳造に伴いガス切断には新たに開発した大容量酸素、プロパンガス火口にて、高速切断するとともに従来切込み時に要した予熱時間をゼロにしてランニングカットを可能にし、全切断時間を大幅に短縮し、切断の確実性を高めている。

切断はスイングカット方式で、トーチ駆動機構はコンパクト化している。切断機自体は台車構造で、切断時は鋳片をクランプして同期し、切断終了後は内蔵した電動自走装置にて復帰している。図11は全体図を示したものである。切断精度確保のため、切断停止位置に特別のロック装置を用い、同時にパルスカウンタによる測長指令に基づく自動切断方式を採用して、±5mm以内の高精度を確保し、歩どまり向上に大きく寄与している。

5 結 言

以上、紹介したように、本設備の完成によりわん曲鋳型の大形ブルームマルチストランド連続鋳造設備が純国産技術で十分実用化できることを実証した。本設備において開発したユニット交換方式、スプレーガイドローラ電動開度調整装置、ダミーバー直接分割方式および制御用コンピュータを用いた自動プリセット方式ならびに完全自動制御方式は、他に例をみない高性能を具現した最新鋭の設備といえる。

終わりに臨み、本設備の設計製作から営業運転に至るまで終始熱意あるご指導とご援助をいただいた新日本製鐵株式会社の関係各位に対し、深く謝意を表わす次第である。