

東都製鋼株式会社豊橋製鋼所納  
**大 中 形 形 鋼 圧 延 設 備**  
 Heavy & Medium Structural Mill for Tōto Seikō Co., Ltd.

原 口 成 人\* 安 田 哲 太 郎\*  
 Shigeto Haraguchi Tetsutarō Yasuda

内 容 梗 概

東都製鋼株式会社豊橋製鋼所納大中形形鋼圧延設備は昭和35年12月に据付けを完了し、ただちに試運転調整を行い、営業運転に入ったがそのおもな特色は、パンチカードプログラミングによる分塊圧延機の自動圧下、ワンマンコントロールによる8スタンド高速タンデム造形圧延機および広大な精整設備からなり、わが国最新式形鋼圧延設備として業界の注目をあびている。上記設備の概要および特長について記す。

1. 緒 言

第2次大戦後最近まで鉄鋼圧延設備の中でいちばん進歩の遅れたものとして、形鋼圧延設備があったが、わが国の著しい経済成長に伴い企業の合理化と急速なる形鋼の需要からストリップミルに匹敵する形鋼圧延設備が要求され、その共通点はいずれも自動操作、遠隔集中操作方式を最大限に利用し圧延速度を上げうるくし形配置の採用と精整設備の増強により生産能力の増大、製品精度および歩留りの向上を目的としている。

今回日立製作所が設計製作した東都製鋼株式会社豊橋製鋼所納め形鋼圧延設備は、さきに納入した尼崎製鉄株式会社納め中小形圧延設備の経験と顧客の積極的な協力と援助を得て完成したもので据付け後2箇月足らずで営業運転に入り当初計画されたものをしのぐ生産能力を上げている。本連続式圧延設備の特長は

- (1) 遠隔集中操作および自動操作による作業人員の節減。
- (2) くし形配置による連続圧延と断続圧延が併用してあるため圧延材の先後端における温度差が少なく製品精度が向上できるとともに負荷の均一化を計りやすく、かつ圧延操作が容易である。
- (3) 大きい鋼塊の使用が可能であるため製品の歩留りおよび稼働率が向上する。
- (4) 自動化、高速化により生産量が増大する。

2. 設備の概要および配置

2.1 配置関係

本圧延設備の配置は、第2図にみられるように分塊圧延設備と造形圧延設備および精整設備からなり、分塊圧延機と造形圧延機を直結し全長450mに及ぶ直線的配置となっているため、鋼塊より製品まで1回の加熱で圧延できるので、熱経済性に富むとともにスケールの発生が少なく、製品の品質および歩留りがよい。また一貫の流れ作業になっているので高度の自動化による高能率高速の圧延が可能である。

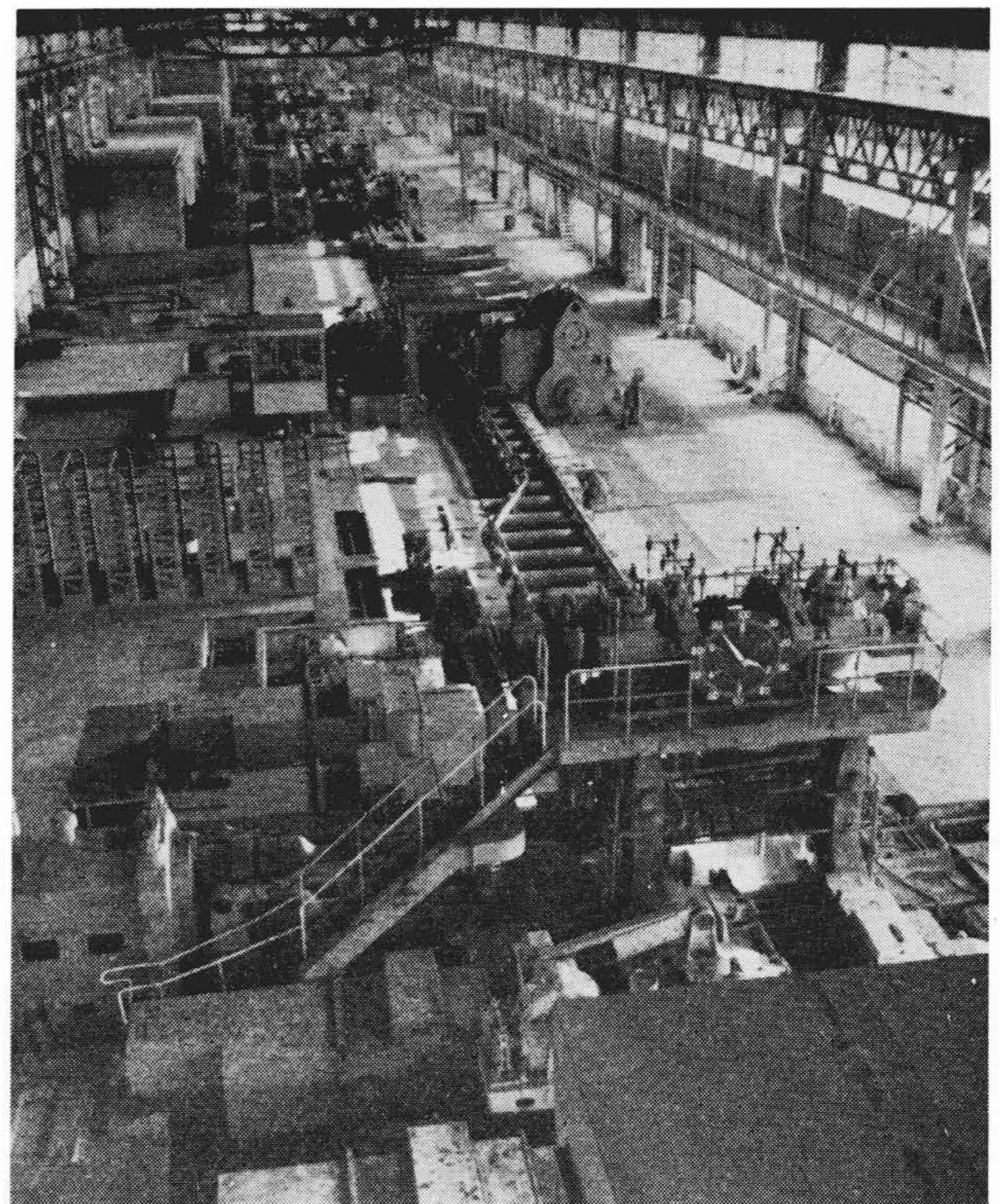
第3図に本設備の概略の圧延工程を示す。

造形圧延機 No. 7, 8 圧延機の前には将来ユニバーサルミルが設置されるよう考慮されているのでワイドフランジビームおよびジュニャビームの圧延も可能である。また水害を考慮し分塊および造形圧延機駆動ピニオンスタンドは上ピニオン駆動方式を採用し電動機の据付高さを高くしている。

2.2 操作関係

圧延工程の各操作はそれぞれの操作室にて行われ、これらを統括する中央指令室があり、中央指令室からの指令通話が出されるときは、各操作室間の通話は自動的に切り替えられるしくみで中央指令

\* 日立製作所日立工場



第1図 大中形圧延設備全景

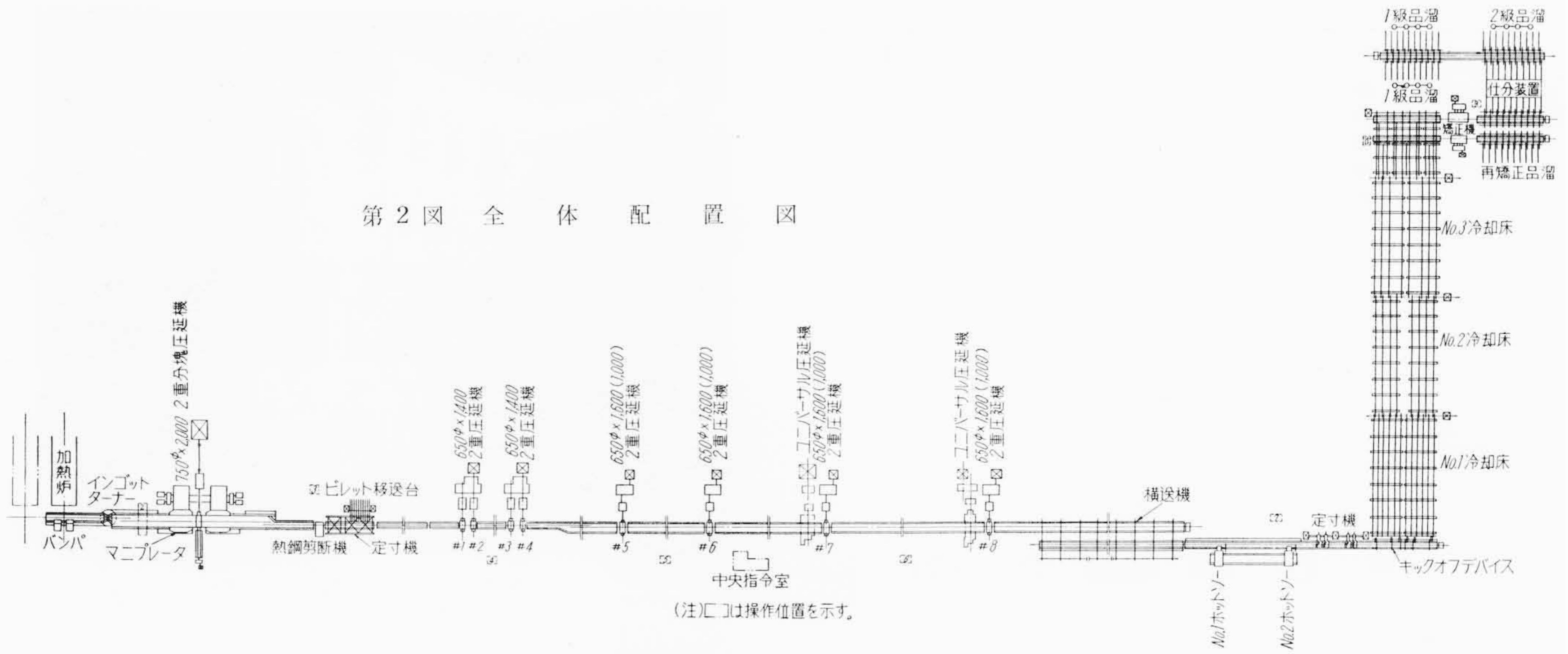
が優先する。

各操作室の分担範囲は下記のとおりである。

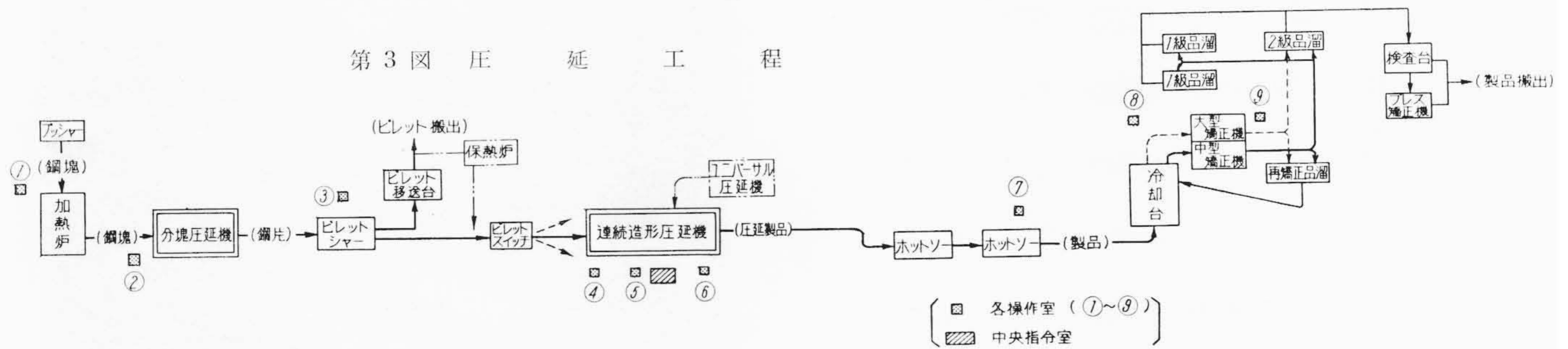
- |           |  |
|-----------|--|
| No. 1 操作室 | 加熱炉関係  |
| No. 2 "   | アプローチテーブル、分塊前後面テーブル：分塊圧延機、マニプレータ             |
| No. 3 "   | ビレットシヤ、定寸機、シヤ前後面テーブル<br>ビレット送り台              |
| No. 4 "   | No. 1～No. 4 造形圧延機およびミル間テーブル                  |
| No. 5 "   | No. 5, 6 造形圧延機およびミル間テーブル(造形圧延機全体の指令および操作の管理) |
| No. 6 "   | No. 7, 8 造形圧延機、ミル間テーブルおよびミル出口テーブル、横送機        |
| No. 7 "   | ホットソー前後面テーブル、No. 1, 2 ホットソー、定寸機、キックオフデバイス    |
| No. 8 "   | 冷却床  |
| No. 9 "   | 矯正機以降  |

各操作室間の連絡および作業指令はすべてランプ表示またはインターホンにより行われる。

第2図 全体配置図



第3図 圧延工程



なお、造形圧延機 No.5～No.8は高低速切替えとなっており、高速圧延、低速圧延の2種に選択することができる。建屋は、鋼塊ヤードを含め延べ800m、圧延の建屋だけでも460mに及ぶ長いものであるが、自動化が徹底しているため、これに要する運転直接要員は1交代で、加熱4、圧延9、運転(起重機7基を含む)14、精整7の合計34名という少数で足りる。

2.3 設備能力

2.3.1 おもな機器の仕様

(1) 分塊圧延機	1基
形式	2重逆転式
ロール寸法	750φ×2,000mm
ロール最大リフト	530mm
主電動機	D. C. 1,860kW ±50/120rpm 1台
压下速度	最大 80mm/s
压下電動機	D. C. 55kW 515rpm 2台
(2) ピレットシヤ	1台
形式	電動ダウンアンドアップカット式
最大せん断力	320ton
刃物最大開き	280mm
せん断回数	15回/分
電動機	A. C. 75kW 900rpm 1台
(3) 造形圧延機	8基
形式	2重開頭式
ロール寸法	650φ×1,400mm (No.1～4圧延機) 650φ×1,000mm, 1,600mm (No.5～8圧延機)
压下速度	0.5mm/s
主電動機	合計A. C. 7,210kW

(4) ホットソー	2台
形式	水平動形油圧式
のこ刃径	1,500mm
送り速度(往)	3～6m/min
"(戻)	14m/min
主電動機	A. C. 75kW 1,200rpm
(5) 形鋼矯正機	1台
(i) 中形矯正機	1台
形式	片持ローラ式
ローラ本数	7本
ローラピッチ	700mm
矯正速度	40/80m/min
主電動機	A. C. 55kW 450/900rpm
(ii) 大形矯正機	1台
形式	片持ローラ式
ローラ本数	7本
ローラピッチ	900mm
矯正速度	30/60m/min
主電動機	A. C. 100kW 450/900rpm

2.3.2 圧延品種ならびに生産能力

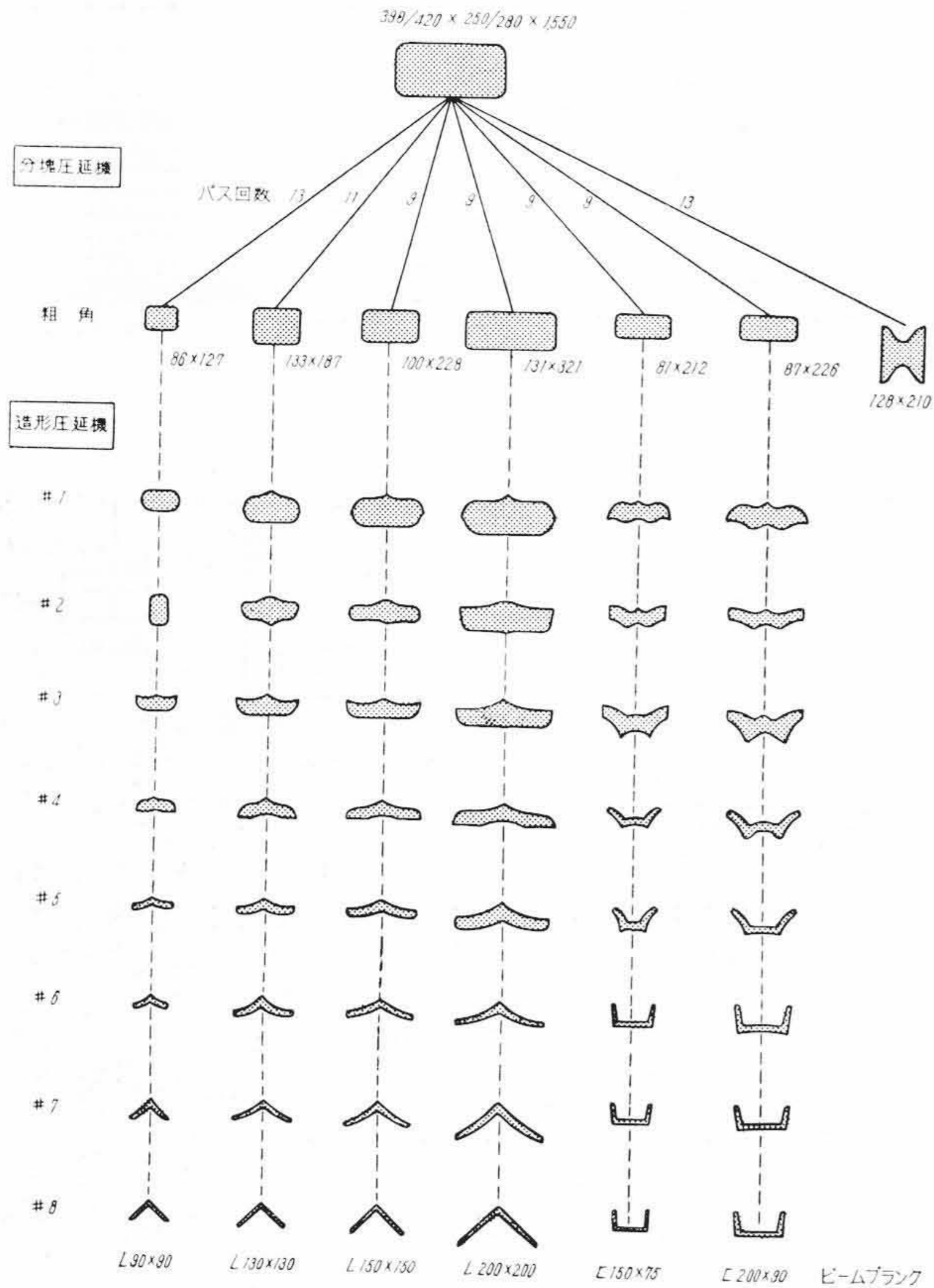
代表的な圧延品種を第1表に示す

鋼塊は、1ton (390/420×250/280×1,550mm) および2ton (420/540×390/505×1,550mm) からなり、分塊圧延機にて9～13パス圧延後、半製品はピレットレシヤに送り、分割後ピレット移送台に送る。

製品を圧延する場合はピレットシヤより直接造形圧延機に送られ、圧延後、横送機を経てホットソーラインにて、ホットソー2台による同時2本切り後冷却床に送り込まれる。

第1表 圧延品種一覧表

圧延品種	圧延サイズ	
等辺山形鋼	L75×75×9~12,	L200×200×15~20
不等辺山形鋼	L100×75×7~10,	L150×100×9~12
みぞ形鋼	〔125×65×6,	〔200×90×8
I形鋼	I125×75×5,	I200×100×7
その他	軌条付属鋼,	大中形リム, 覆板
(将来)	I160×160 I300×75	ワイドフランジビーム, ジュニヤビーム



第4図 フローチャート

冷却床は3面よりなり、全長75mに及ぶもので、冷却後の製品は矯正機にて曲がりやを矯正したのち再矯正品、1, 2級品に仕分けられ、検査台で検査後製品として出荷される。

造形圧延機前のビレットスイッチは、小物圧延の場合シャーで2~3分割したものの素材を2本通しするようになっている。

分塊および造形圧延機は70t/hrの能力をもっているため、加熱炉および精整設備はもう一連増強するよう計画されている。

第4図に代表的製品のフローチャートを示す。

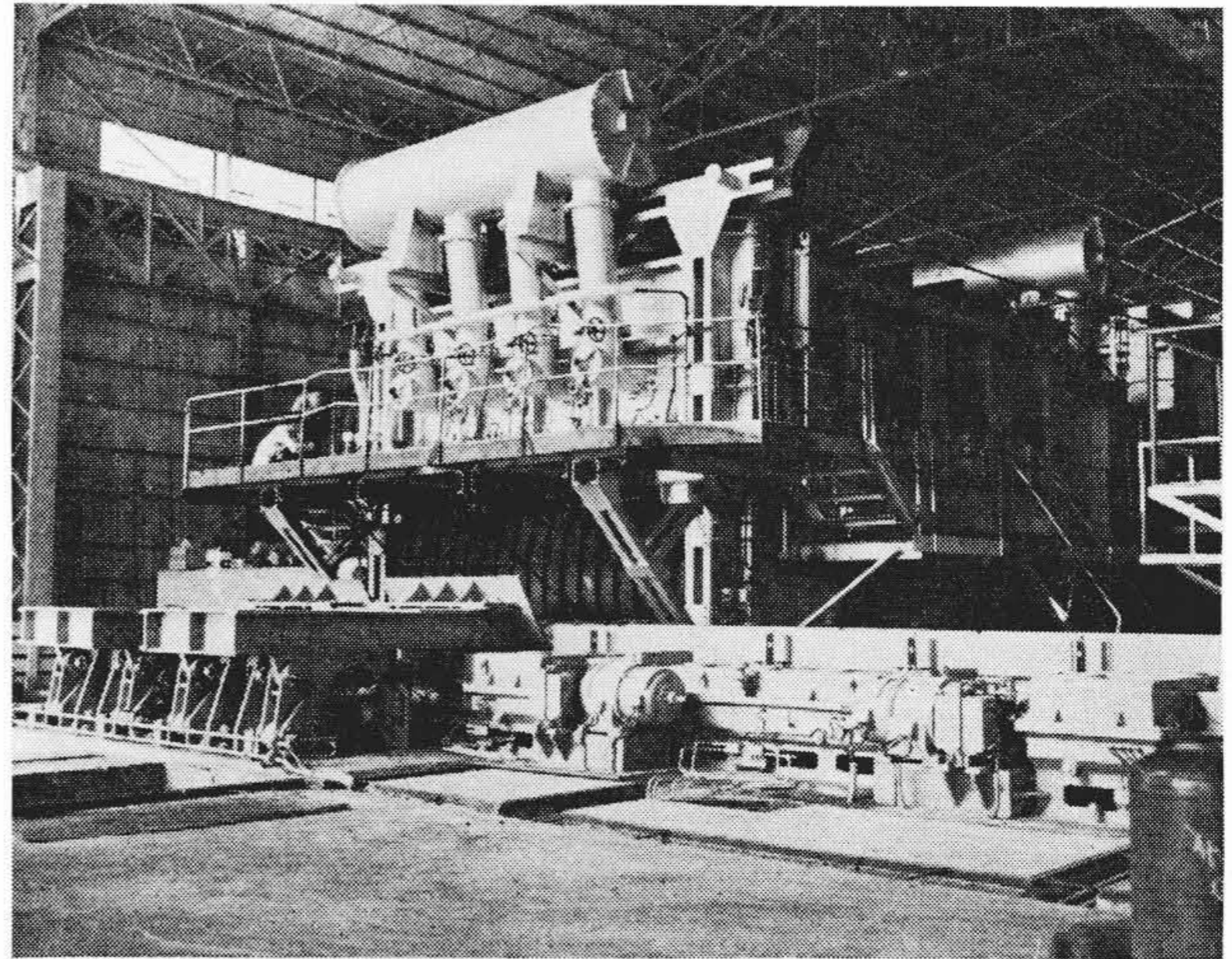
### 2.3.3 本設備の特長

#### (1) 加熱炉(他社製)

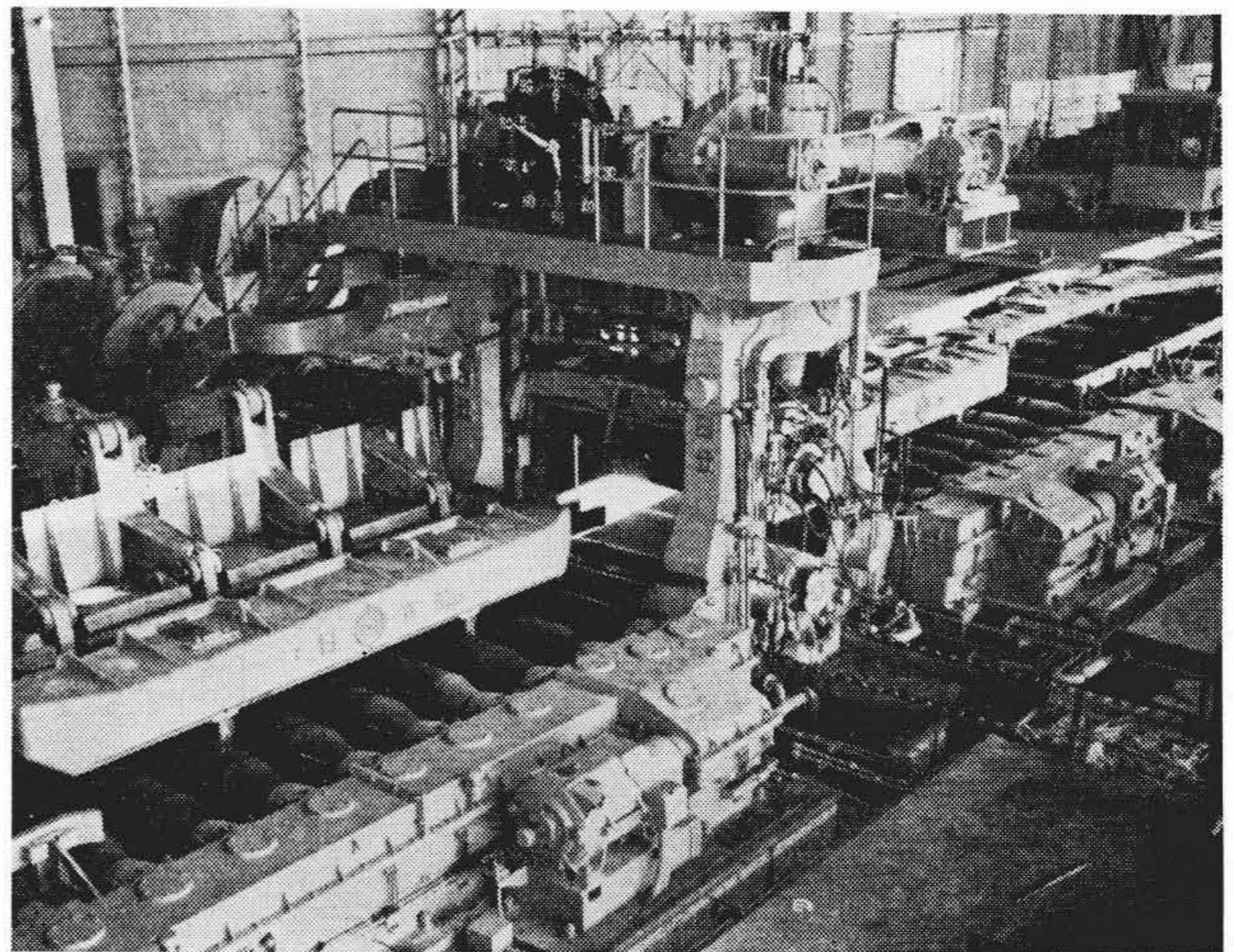
(i) 加熱炉は3带式複列連続加熱炉で、鋼塊のプッシャへの装入はリフティングマグネットを装備したクレーンにて行われる。停電時はリフティングマグネットにバッテリーを電源とする非常回路に自動的に切り替えられるようになっている。

(ii) インゴット装入用起重機のクラブ内部には電子管式計量機が装置されているので、つり上げと同時にインゴットの重量が計量される。

(iii) 加熱炉の操作は完全に自動化され鋼塊抽出指令によりオペレータが押ボタン一つ押すと、加熱炉の両側のドアが開き、冷風防止用のカーテンバーナが点火され、プッシャが作動、鋼塊がアプローチテーブルに落ちるとプッシャが止まり、バーナが消え



第5図 加熱炉



第6図 分塊二重圧延機

ドアがしまる。また抽出本数は、加熱炉出口に設けられたフラグスイッチにより自動的にカウンターし記録される。

(iv) 自動燃焼制御装置によって炉内温度および炉内圧力は一定の炉内温度と圧力を維持するようになっているので、鋼塊の抽出温度が均一であり、スケール発生量が少ない。

#### (2) 分塊圧延設備

(i) 分塊圧延機は直流電動機による2重逆転式を採用しているため加減速時間が短く大きい鋼塊を高効率で圧延できる。

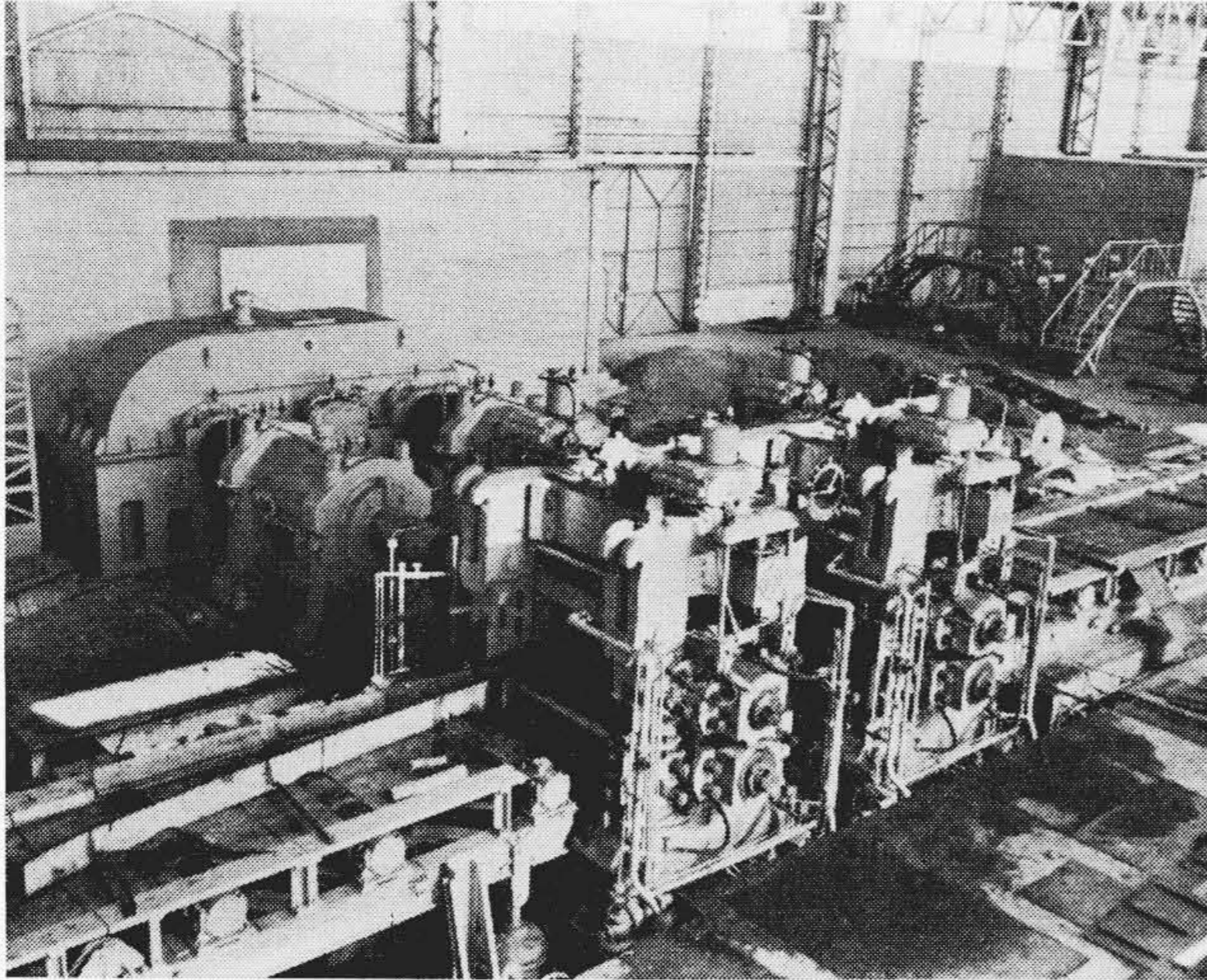
また2重逆転式になっているため前後面テーブルは固定形によくチルチングテーブル使用によるトラブルがない。

(ii) 分塊圧延機の操作は、カードプログラミング制御を行うようになっているので、ロールの圧下、正逆転、圧延速度および前後面テーブルとの連動動作は押ボタン操作だけで自動運転ができるので、マニプレータ操作以外は老練な運転員を必要としない。

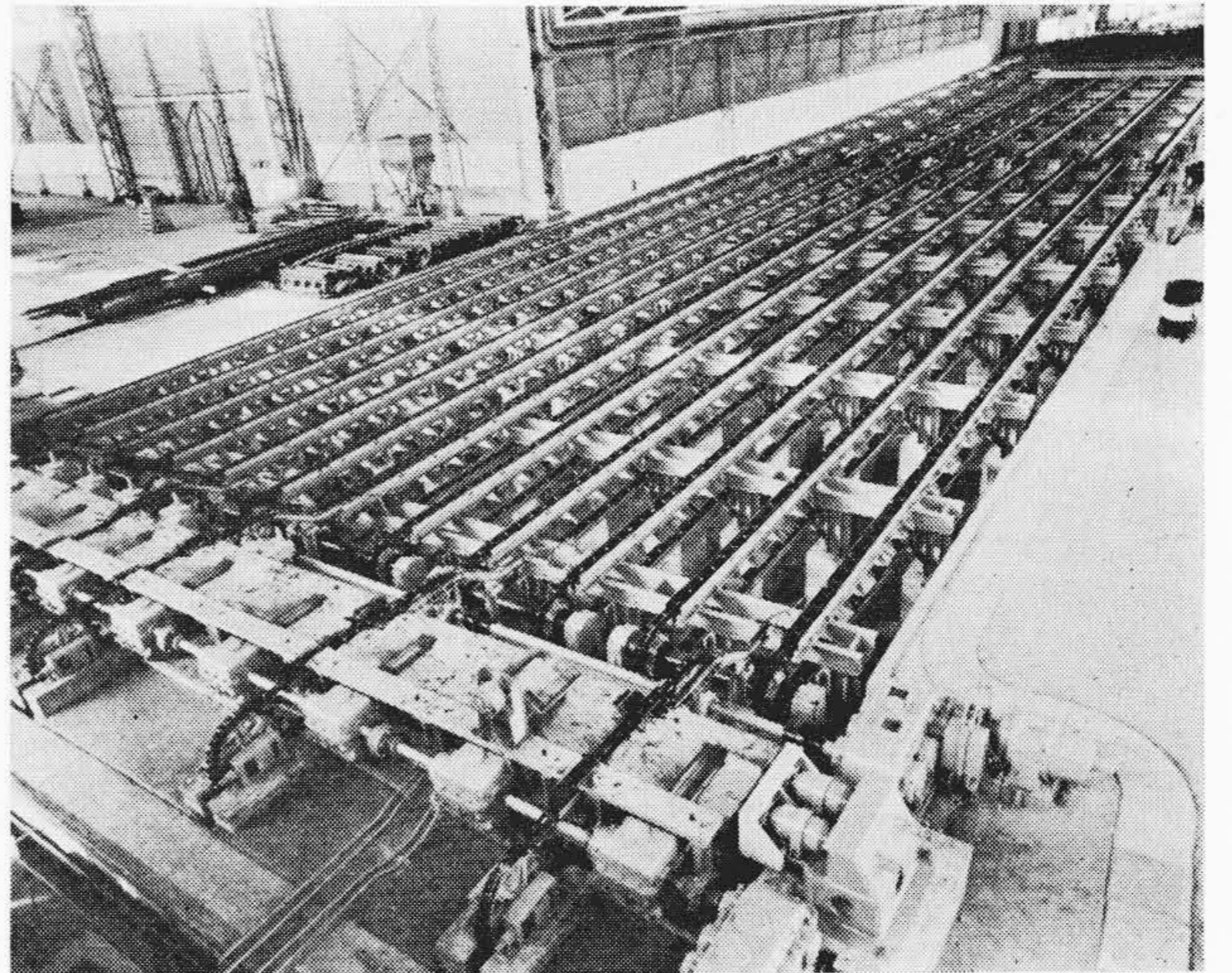
(iii) 分塊圧延機にてビームブランクなどの初期成形パスを行うので、複雑な形状の製品をこなすことができる。

(iv) マニプレータはきわめてがんじょうに作られているので、サイドガードで孔形に誘導するとともに鋼塊の曲がりも矯正しうるので圧延作業が容易である。

(v) ビレットシャー後面にはビレット移送台が設けられているので半製品の単独生産もできる。将来リムおよびワイドフランジビームの圧延のためビレット移送台に隣接して保熱炉を設けるようスペースがとってある。



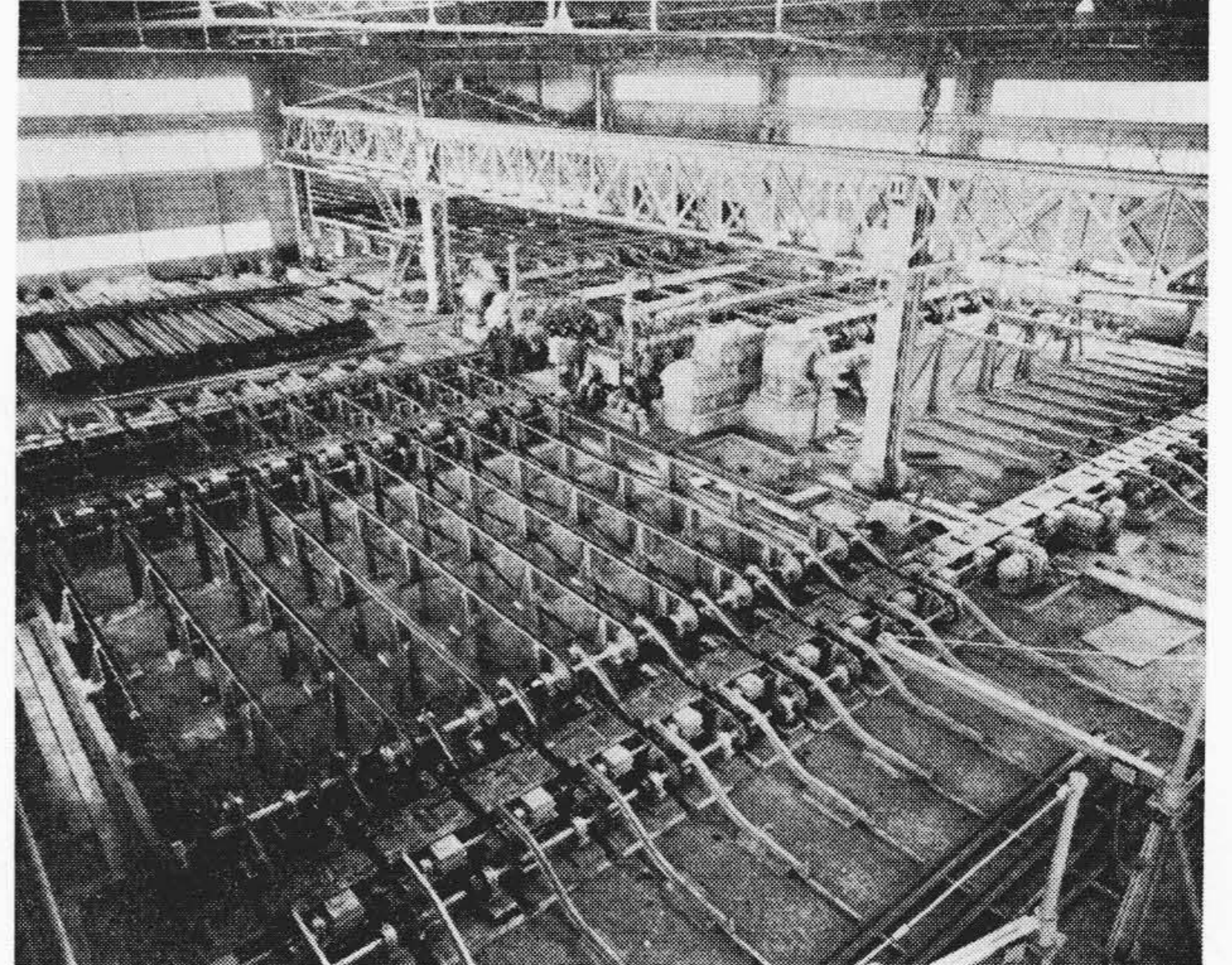
第7図 造形二重圧延機



第9図 冷却床



第8図 ホットソーおよび定寸機



第10図 仕分装置

(3) 造形圧延設備

(i) 本設備は直列に配置された8基の2重圧延機よりなり、駆動は同期電動機を使用している。

(ii) ロール孔形が比較的単純な No.1, 2 および No.3, 4 スタンドはそれぞれ2スタンドを1台の電動機で駆動され、No.5 ~ No.8 スタンドは1スタンド1モータの半連続式配置となっているので、孔形の設計に制約が少なく、運転調整が容易である。

(iii) 主電動機には別個のインテグレーションモータを備えてロールの微速回転ができるので圧延材の形決め、調整および事故の場合に迅速に処置できる。

(iv) 造形圧延機は電動圧下となっているためロールの回転の高速切替えとともに遠隔操作ができる。また操作室が三つに分れていて、テーブルの運転をふしめ迅速に操作できる。

(v) No.5以降の圧延機は操作側ハウジングをソールプレート上を移動することにより、ロール面長の異なるロールを装着できロール径を変更することなく、ロール強度を変えることができるので特殊サイズの圧下率の大きいものにも適用できる。

(vi) 各スタンドの前面テーブルおよび No.6 スタンド以降の後面テーブルはハンドルで簡単に高さを調整しうるので、圧延品種により下ロールカリバ底とローラテーブル上面との関係位置を各スタンドにて調整する必要がなく組替えを迅速に行うことができる。

(vii) 事故防止のため圧延機主電動機には普通のストップボタンのほかにダイナミックブレーキボタンがあり、ロールの回転がきわめて短時間に停止するようになっている。また運転中のテーブルを止めると一つ前のテーブルも自動的に停止するようになっているので、圧延材の追突が起らない。

(viii) 各スタンドにはロール冷却水用操作側立上り管に非常バルブを設け圧延時のトラブルに対し、ロールを保護できるよう考慮されている。

(4) 精整設備

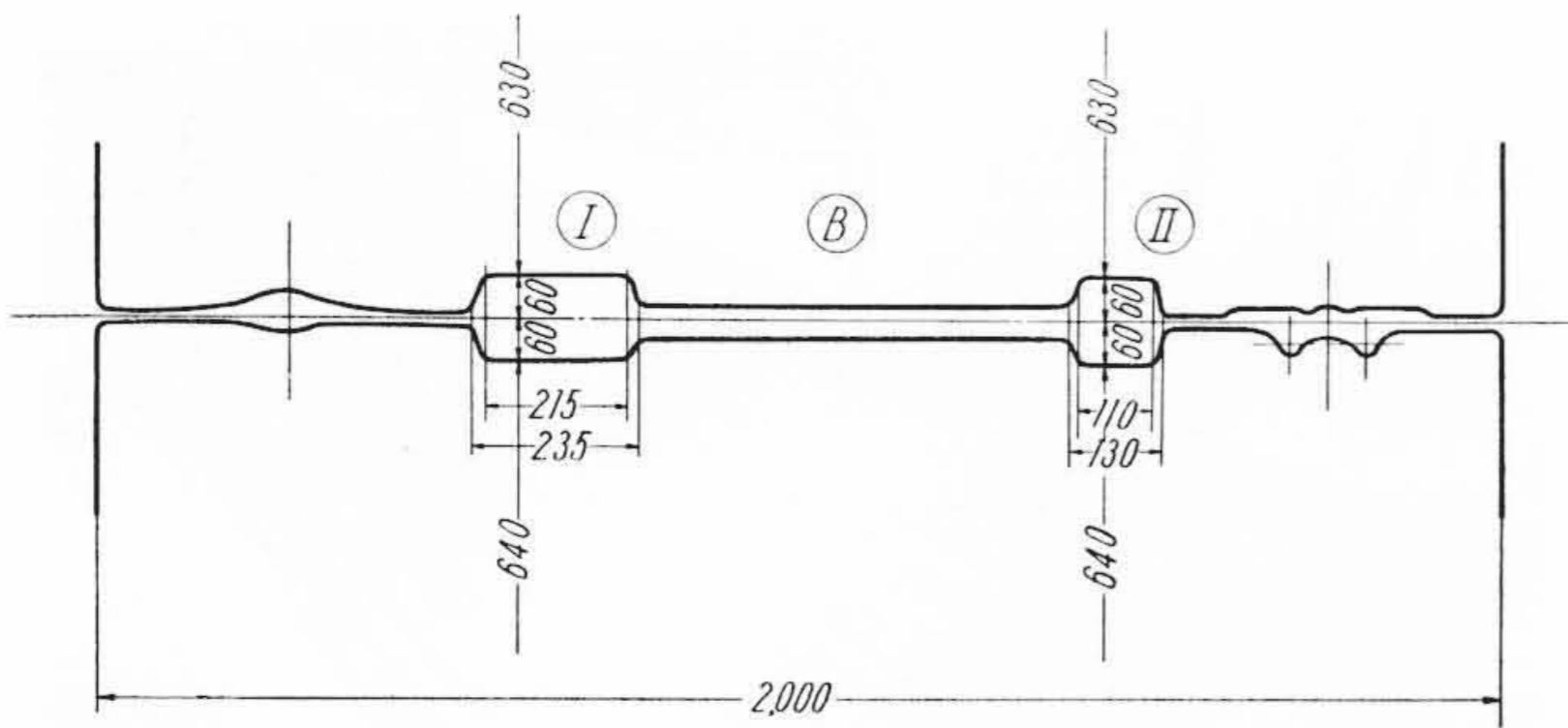
(i) 製品はホットソー2台で同時切断される。ソーは油圧作動式であるため圧延材に応じ切断速度を容易に変えることができるとともにクイックリターン方式を採用しているため高能率である。

(ii) ソーへの送り込み、切断、送り出しおよび冷却床へのキックオフはすべて自動化されているので、オペレータは定寸機のストップヘッドの選択、下げ動作およびソーの前進指令のみを押ボタンで行えばよい。

(iii) 定寸機ヘッドは1m間隔の2個の組合せの2組となっているので、乱尺ものの端数切りが可能で歩留りがよい。

(iv) 切断後の製品は冷却床にはいるまえに自動的に長さが計測されるようになっている。

(v) 冷却床は3ブロックに分けられ、チェーンによる直接の



第11図 分塊ロール孔形

輸送形式をとっているため疵付の心配がなく、また各ブロックは3段の速度切替えができるので、製品の形状寸法に応じて最も適した冷却時間を選ぶことができる。

(vi) 矯正作業は圧延製品の大きさに応じ大形または中形矯正機を使用し、矯正速度を2段階に選択できるので矯正精度がよいとともに能率的である。

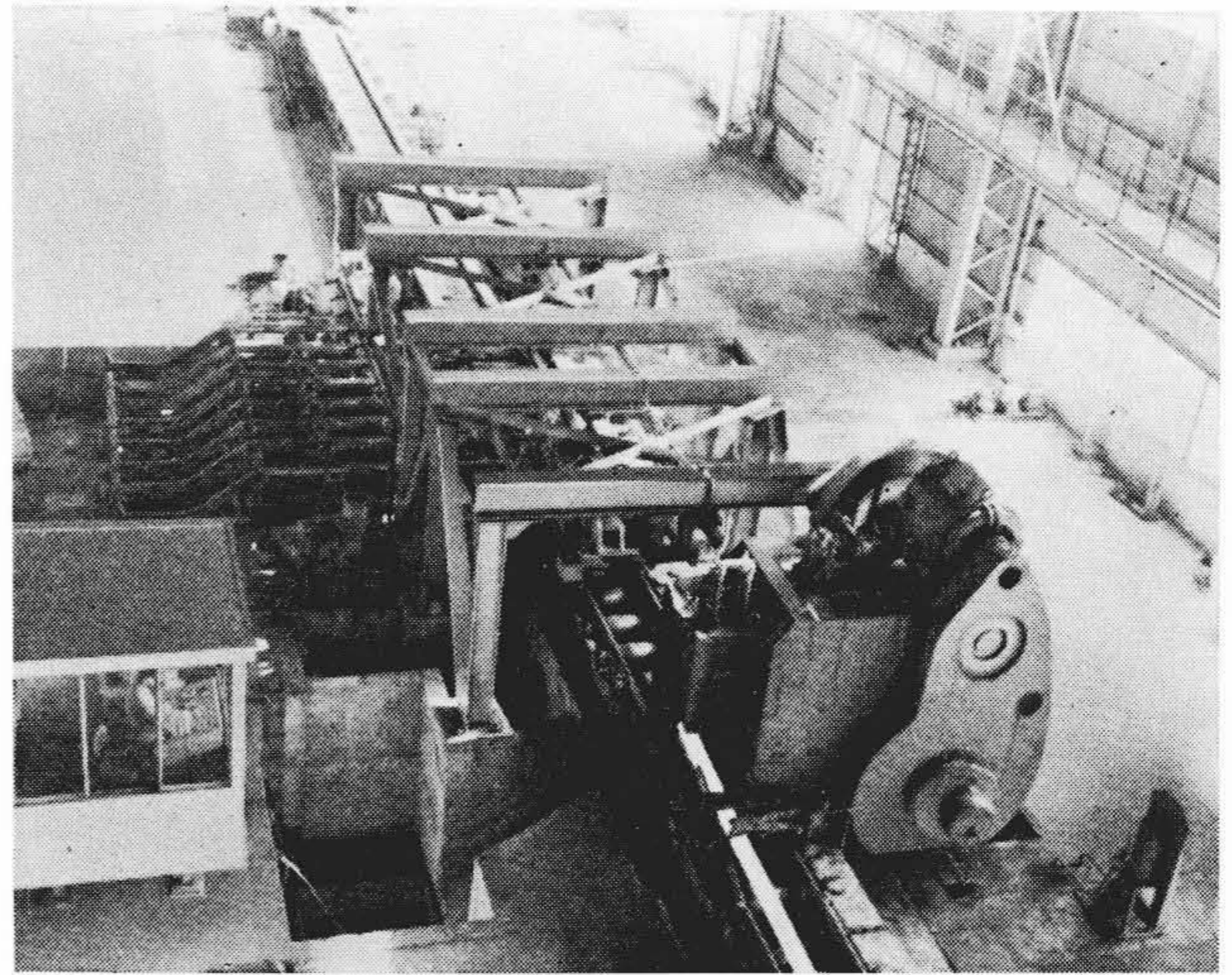
(vii) 矯正後の製品は押ボタン操作により自動的に等級に仕分けされる。

### 3. 主要機器の構造

#### 3.1 分塊圧延機

##### 3.1.1 ロール軸受およびロール組替装置

ロールは750φ×2,000mm特殊鋼製にて第11図にロール孔形を示す。メタルチョックは半閉分割形で、主ロールの軸受は合成樹脂を使用し、スケール浸入防止シールを使用しているのでは



第14図 ビレットシャおよび定寸機

の寿命はきわめて長い。また上ロールは下軸受で重量をささえているため軸受摩耗に対して調整の必要がない。メタルチョックをガイドしているハウジングウインドウ内面には、特殊鉄製ライナを用い、しゅう動時の焼付を防止している。ロール組替は、上下ロールを重ねて組替用そりにのせてスタンド外に引き出す方法で組替時間の短縮を図っている。なお引出しは電動スクリュー式である。

この圧延機では同じロールに設けられた別カリバーでビームランクの圧延まで行うため出入口にフィードローラ各2本ずつ有するとともに出入口ガイドが設置されている。さらに上ガイドは上ロールとともに昇降するようになっている。

##### 3.1.2 圧下装置

圧下ネジは高炭素鋼に入念な熱処理を施し高耐摩耗性の特殊鋼合金製メネジと組み合わせ、寿命の増大を図っている。軸受はすべてころがり軸受を採用し給油は強制循環方式を採用している。圧下指示はダイヤルインジケータを設けているほかセルシン装置により遠隔指示も可能である。

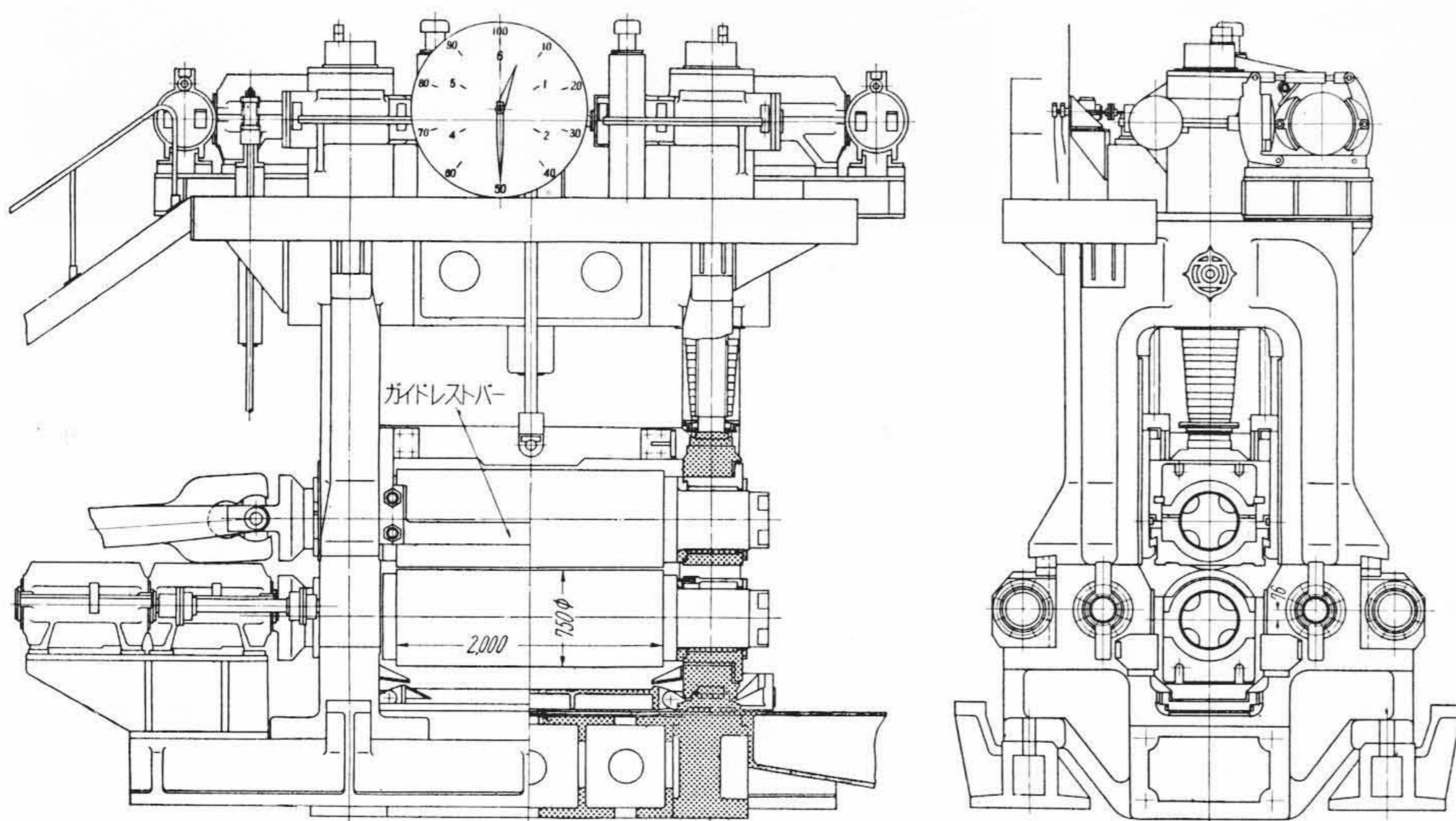
##### 3.1.3 フィードローラ

主ロールの前後に配したフィードローラは、それぞれ1台の電動機にて駆動され、ローラは四列テーパローラベアリングにて支持され、動力損失が少なく運転能率の向上が図られている。

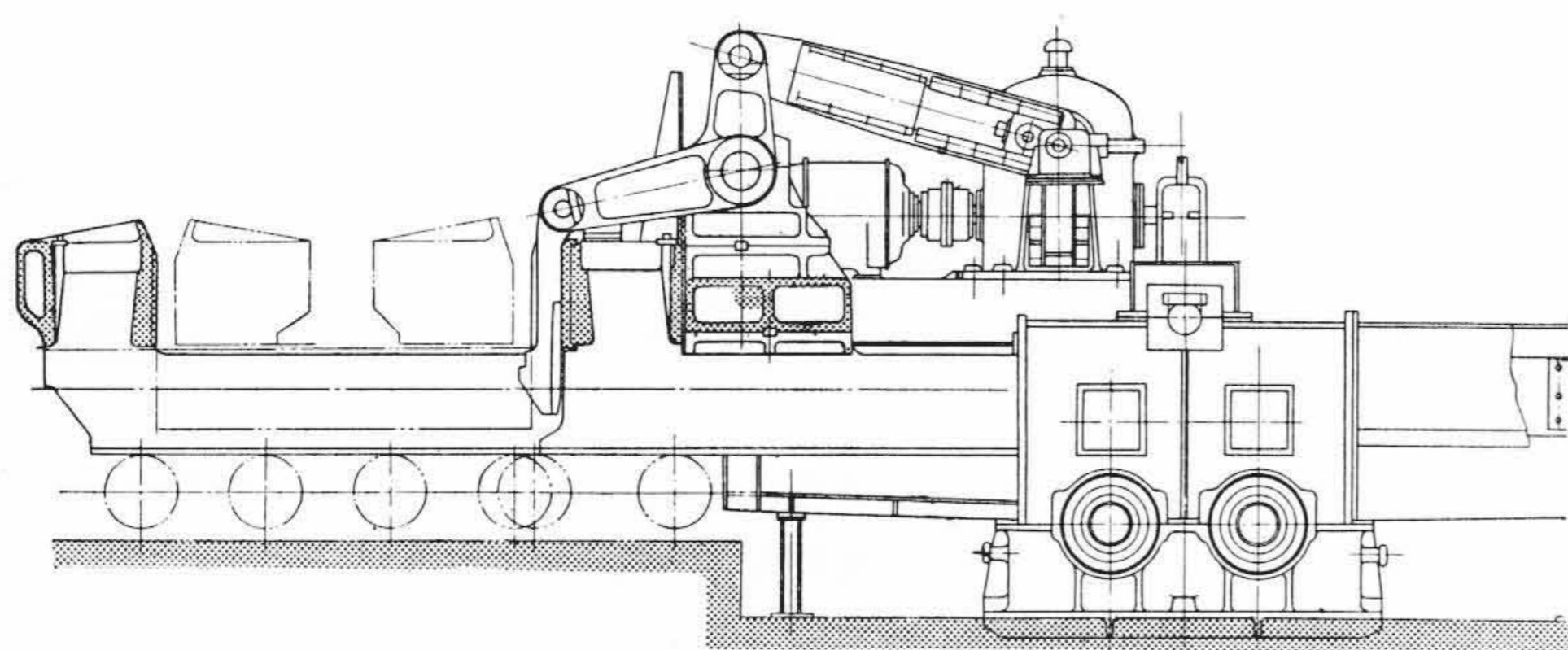
#### 3.2 マニプレータ

ラックピニオン形電動式でサイドガードは鋳鋼製、高さ650mm、長さ5,200mmを有し、きわめて強力である。前後面サイドガードは操作側駆動側それぞれ一軸にて機械的に連結されている。

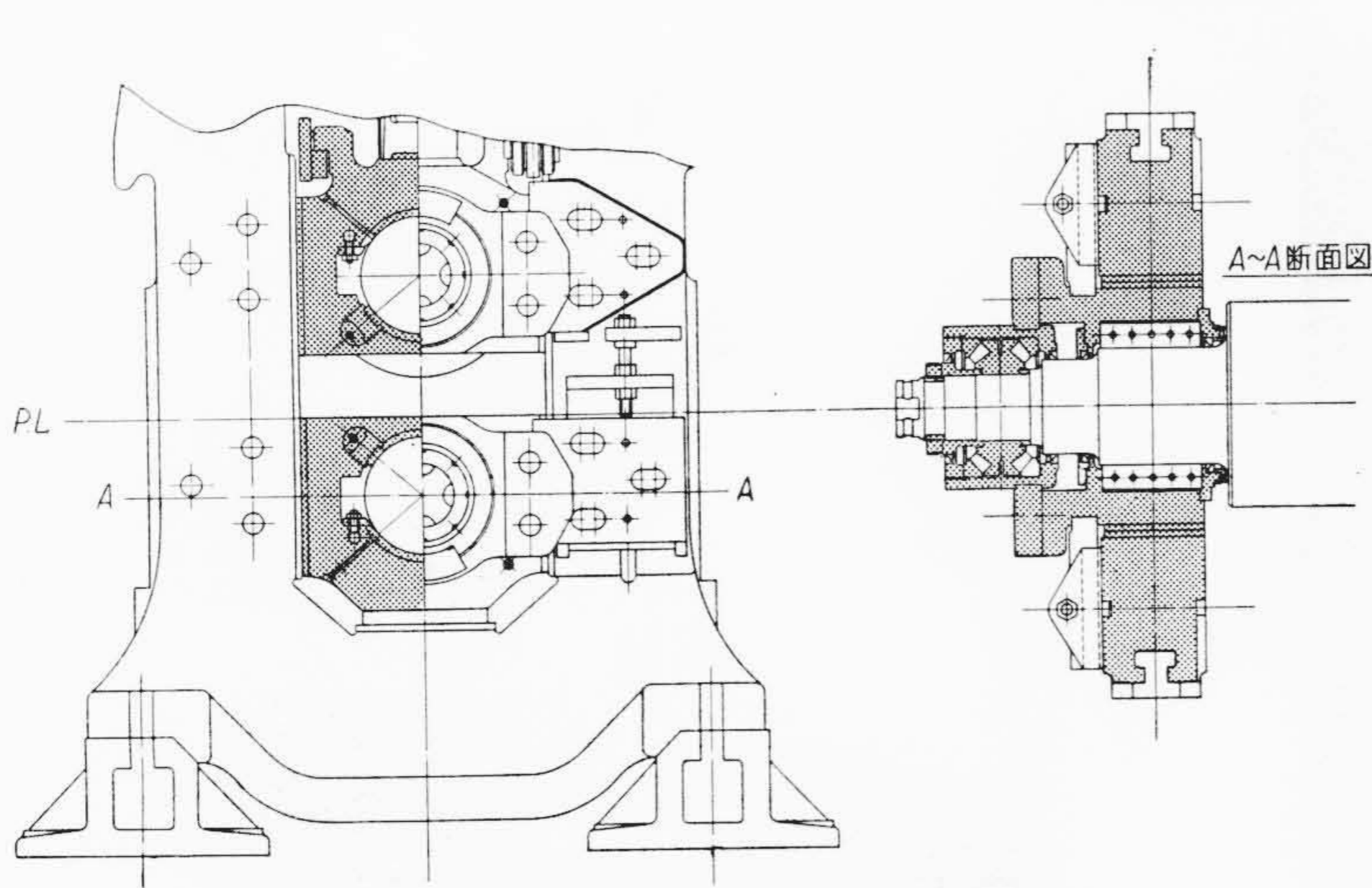
鋼塊転回用フィンガは第12図に示すとおりで、交流電動機が使用され、フィンガ駆動用連かんには、フィンガが鋼塊に突き当たったときの破壊防止が考



第12図 二重分塊圧延機



第13図 マニプレータフィンガ部分



第15図 ロール軸受断面図

慮されている。

### 3.3 ビレットシヤーおよび定寸機

ビレットシヤは片持形ダウンアンドアップカット方式を採用しているため、刃物交換および運転操作が容易であり、また上刃物およびレバーには油圧バランス方式を採用してあるため、大きいストロークに対してもスムーズな運転が可能である。

せん断機本体には短い鋼片の搬送のために下刃物前後にチェーン駆動のローラが設けてある。

またクロップは後続のビレットによりローラ間からクロップシュートを経てクロップピットに落とし込む方式を採用している。

定寸機はラックピニオン形移動式で測長は1.2~8.5mである。移動はセルシンにて読み取れるので遠隔操作が可能である。

ストップヘッドの上下動作はクランク機構により行われ、鋼片が通過中にストップヘッドが降りても破損しないよう考慮が払われている。

### 3.4 造形圧延機

#### 3.4.1 ロール軸受およびロール組替え

ハウジングは開頭式を採用し孔形に応じカラー径の大きいロールの使用を可能にしている。

メタルチョックは全閉形でラジアル軸受は合成樹脂メタルで、スラストは別個の軸受箱に納めた球面コロ軸受でささえられている。ロールの軸方向の調整は下ロールの操作側ハウジングとメタルチョック間に設けられたクサビにより行う構造である。本軸受構造は形状、寸法精度のよい製品をうるのにきわめて良好な結果を示した。

またこのメタルチョックはそのまま合成樹脂製のスラストメタルも組込可能にしているため、生産量の少ないものおよび寸法精度をあまり必要としないものに対してロール原価の低減を計ることができる。

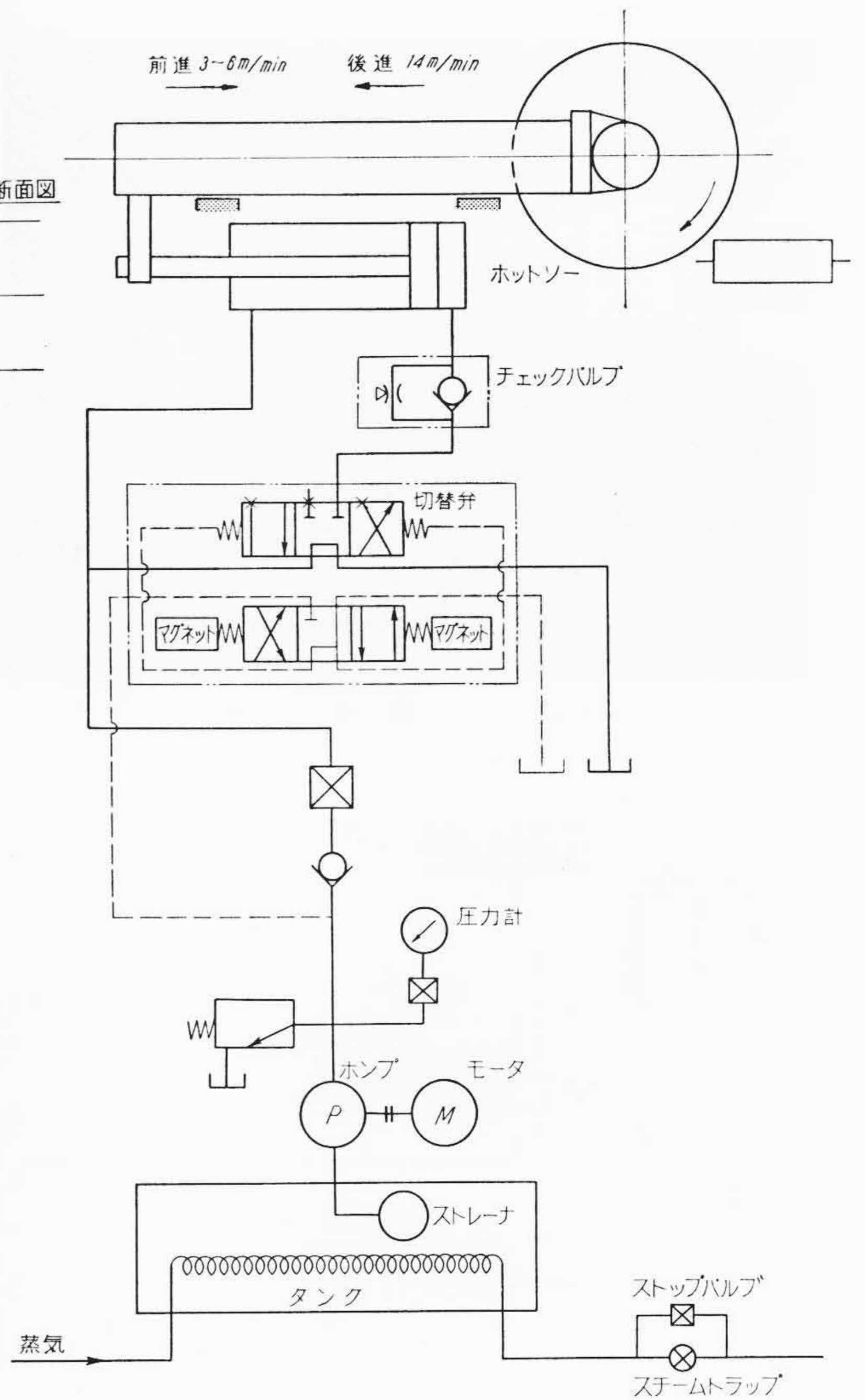
ロール組替えは上ロールささえビームにより圧下装置と上ロールをもろに取りはずし、ささえビームを左右にずらすことにより簡単に上ロールをはずしうるため組替えが簡単である。

#### 3.4.2 圧下装置

電動式圧下で左右ハウジングの連結キャップ上にコンパクトにまとめられているため、出入口ガイドの組替えが容易である。

またロール面長の変更の際にも圧下装置をマウントした連結キャップはそのまま使用しうるよう考慮されている。

圧下メネジは電動機より2段ウォームギヤを介して駆動し微細な調整ができる。



第16図 ホットソー圧油系統図

#### 3.4.3 ロール冷却水

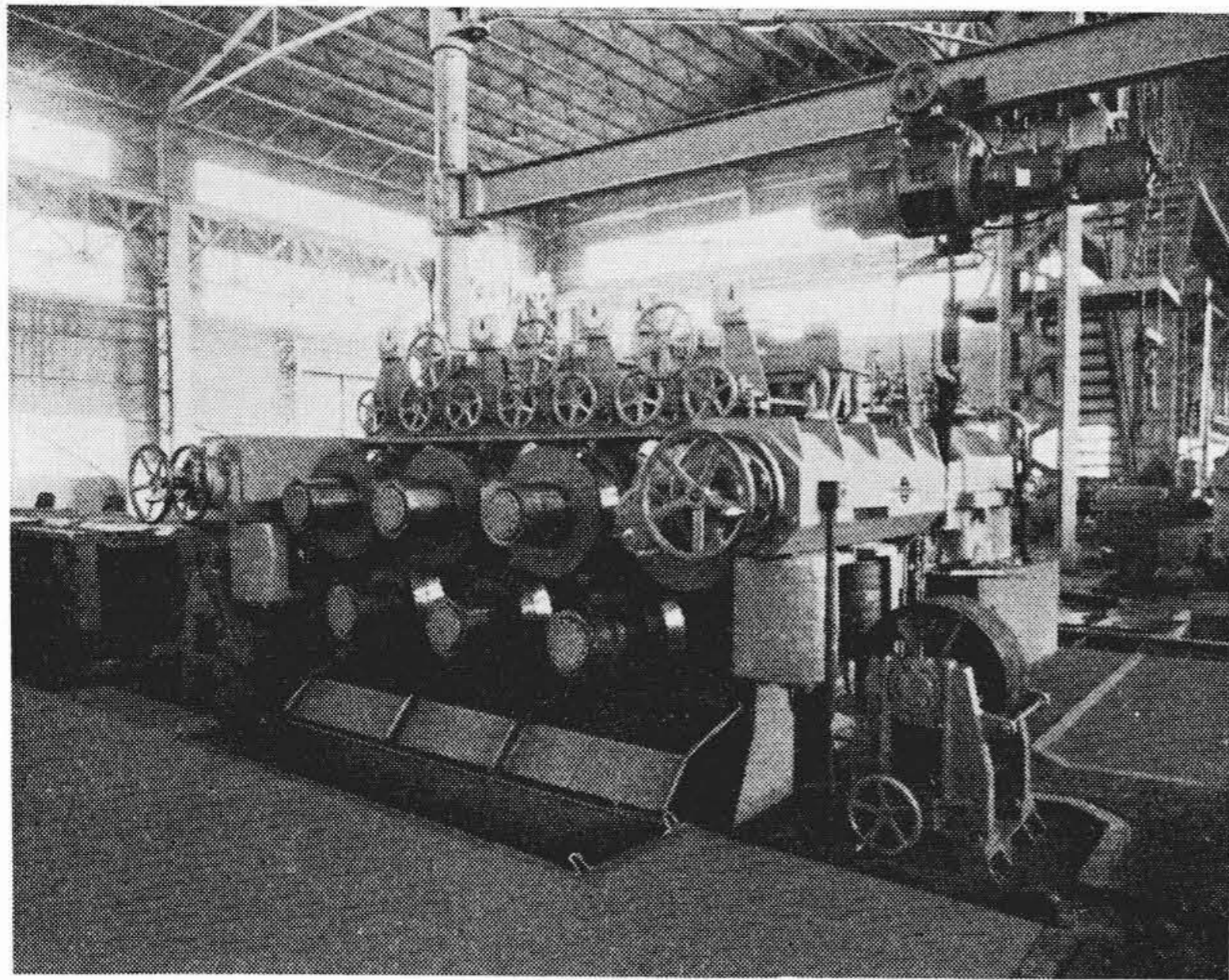
ロール冷却水は上下ロールの両側面より行うようにした結果、ロールのヒートクラックおよび焼付きが従来のものより少ないのでロールの寿命を長くすることができた。

### 3.5 ホットソーおよび定寸機

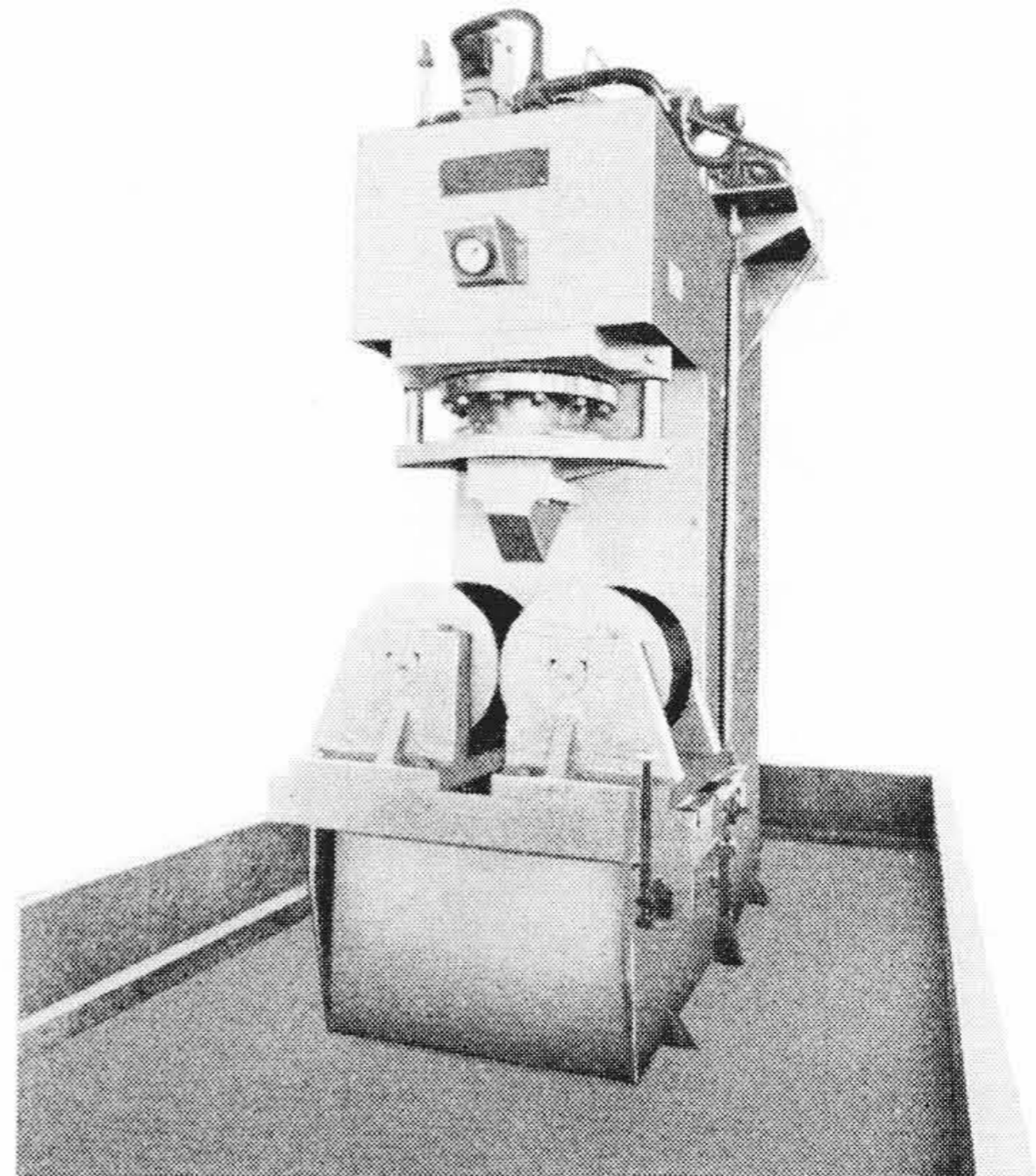
ホットソーのこ刃は周速100m/sの高速回転でのこ刃軸の振動について十分考慮が払われている。また周速を上げることにより切断面の返りが少なくきれいになった。送りに油圧式を採用しているため切断速度の微細調整および早戻り操作を行うことができる。ソー2台は移動式となっているため、リム材などのように切断長さに端数のでもものでもローラピッチから制約されずにすむ。ソーのライン方向の移動に対し、圧油および冷却水源との連結はタップ切替にて行うもので特殊継手により簡単に着脱できるよう考慮されている。

第16図に油圧作動のクイックリターン方式の系統図を示す。本機構を採用することによりポンプ容量の小さいもので十分その機能を果たすことができる。

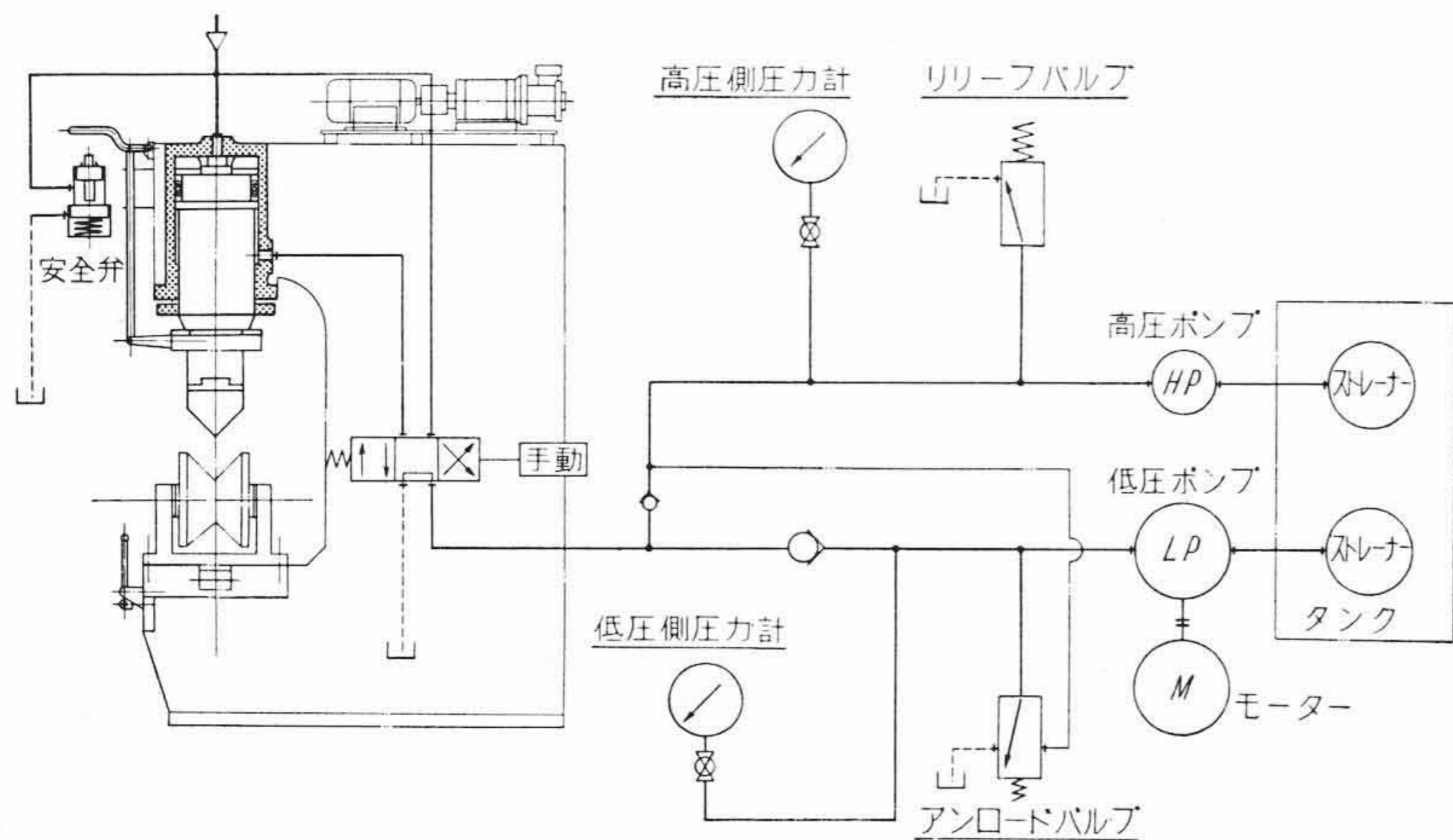
定寸機はスクリュウ式レバー回転形で測長4~15m、2個のストップヘッドをもち乱尺とりが可能である。特に常時使用する切断長さ9~12mではストップヘッド4個を使用しうるため、乱尺物の寸法とりが容易で歩留りが向上する。先端クロップはテーブル間からシュートを経て、クロップピットに取り出し、後端の長いものはそのまま冷却床に送り込む。



第 17 図 形 鋼 矯 正 機



第 18 図 プ レ ス 矯 正 機



第 19 図 プ レ ス 矯 正 機 圧 油 系 統 図

### 3.6 形鋼矯正機

第 17 図 にみられるようにローラの支持が片持式となっているためローラを取替えが容易であるとともにスケールの除去ならびに保守が便利である。上ローラは固定、下ローラが上下方向に調整する機構である。特にがんじょうな一体鋳鋼フレームとし軸受にころがり軸受を採用しているので製品の矯正精度が高い。

ローラの上下方向の調整および軸方向の調整はすべて操作側に設けられたハンドルまたは電動機にて行われインジケータにより指示されるので調整が容易である。

矯正ローラの締付けはスリーブを介してスリーブ内部に設けられたボルトにより行うため、ネジ部にスケールのかみ込みがなく、ローラ組替えにはボルトをわずかにゆるめるだけで簡単に取はずしができる特長を有している。

さらにローラ組替えのため専用のジブクレーンが装備してある。

### 3.7 プレス矯正機

矯正機にて矯正後の製品の前後端曲がりの著しいものを本機にて

矯正するもので油圧式であるため操作が簡便で、最大矯正荷重 160 ton、矯正材に応じ下側に設けられた支持ローラの間隔をスクリューで開閉するようになっている。

第 18 図に本プレス矯正機を第 19 図に圧油系統図を示す。

ポンプは高低圧切替えの 2 段式ポンプを使用し、油圧装置をフレーム上部に装備しているのでコンパクトな構造になっている。

### 3.8 スケール処理装置

インゴットパンパ直下のアプローチテーブルに落下するスケールはパンパの下に設けられたカーにより引き出される。

分塊圧延機回りのスケールはホッパに受け前後面テーブルの大きいスケールとともに台車にて引き出される。

他のスケールは流水にてスケールピットに流される。

造形圧延機回りのスケールはスタンド近くに設けられたスケールピットに流し込む。そのほかの輸送装置にて発生するスケールはドライにて処理される。

## 1. 結 言

上述のように本設備は高速大能力を有するほかに分塊、造形圧延作業および精整作業が一貫の流れ作業になっていること、造形圧延機はタンデムに配置されているが同期電動機を用い同時かみ込みを避けている点に種々の特色を有すること、および分塊造形などの各機器に斬新な設計が採用されていることなどに、別記尼崎製鉄所納中小形圧延設備と異なる特長を有する設備である。

最後に、本設備の設計製作より据付け試運転まで、終始一貫して熱意あるご協力いただいた東都製鋼株式会社豊橋製鋼所関係各位に対し深謝する次第である。