

高速線材圧延設備

High-Speed Wire Rod Mill Equipment

橘川 寿夫*

Hisao Kikukawa

原口 成人*

Shigeto Haraguchi

加藤 孝之*

Takayuki Kato

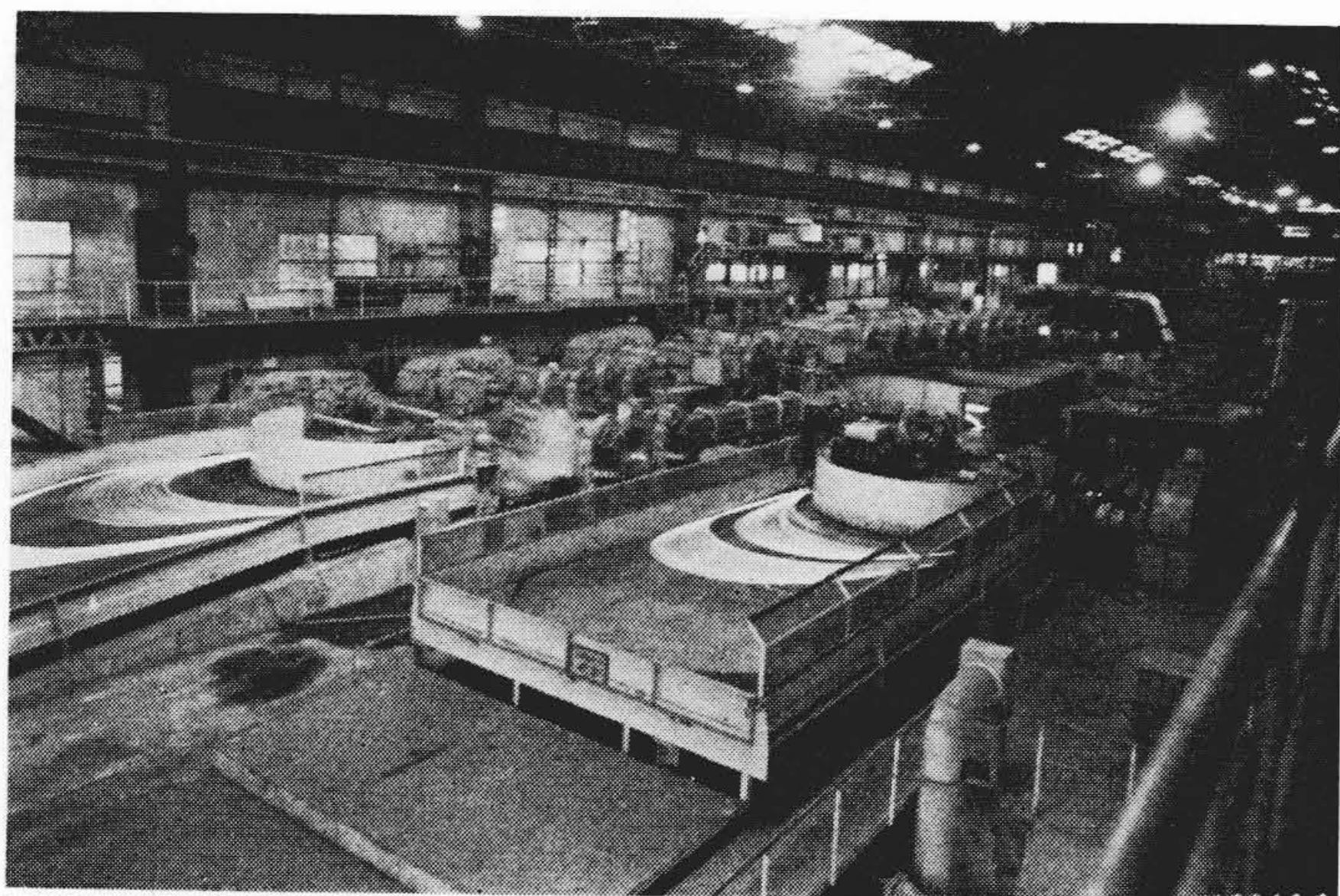
内 容 梗 概

住友金属工業株式会社小倉製鉄所納高速線材圧延設備が昭和33年9月に完成し、営業運転にはいつているが本設備はわが国ではもちろん、世界最高速度のものである。本論文は上記設備の計画概要およびその特長を記す。

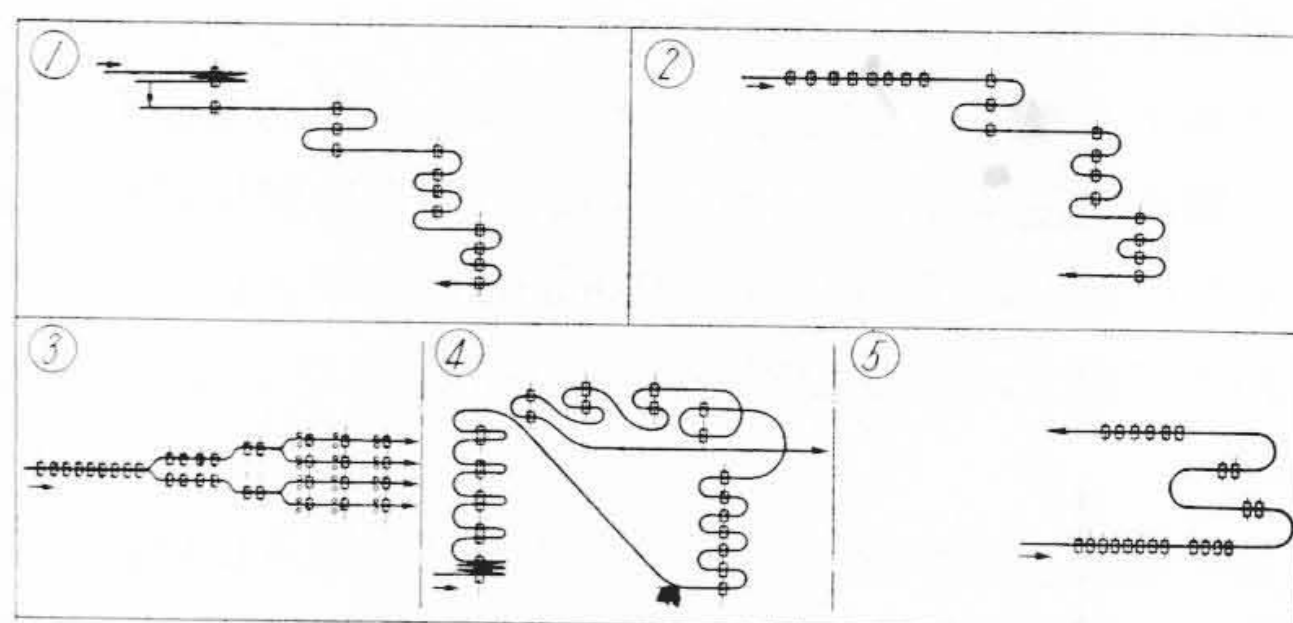
1. 緒 言

線材圧延設備の自動化、生産能力および能率の増大は最近における世界の趨勢であり、わが国においてもこの三、四年間の間に二、三の高速線材圧延設備が設けられた。これらの設備の特長としている共通の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ていること、圧延速度を1,220~1,830 m/minと高速化し生産能力の増大および能率の向上、成品精度の向上などを目的としており種々の形式が採用されている。

今回日立製作所が米国 Blaw-Knox 社と技術提携し製作せる住友金属小倉製鉄所納の線材圧延設備はわが国においては初めて採用された最新形式のもので、同一工場にて機械関係、電気関係とも密接な連携のもとに設計製作され顧客の理解ある協力と援助を得て種々の問題を解決し、昭和32年12月据付け開始以来約9箇月の短時日のうちに据付け、試運転、調整を終り営業生産を開始している。以下線材圧延設備の諸形式に関し略述し、かつ本設備についてその概要を述べる。



第1図 線材圧延設備全景



- ① ガレット式配置
- ② 半連続式
- ③ 連続式配置(ドイツ式)
- ④ " (スウェーデン式)
- ⑤ " (米国式)

第2図 各種形式配置比較図

2. 線材圧延設備の諸形式

従来におけるわが国の線材圧延設備は、ガレット式あるいは半連続式の配置(第2図-①②)であったが最近に至り高速の連続圧延設備が設置されている。この連続圧延の設備特長は

- (1) 遠隔集中操作および自動操作による作業人員の減少
- (2) 連続式であるため1コイルの先、後端における温度差が少なく精度が向上する。
- (3) 大きいピレットの使用が可能であり、このことは歩留まり稼働率を向上せしめる。
- (4) 自動化、高速化による生産量の飛躍的増大
- (5) いわゆる「カン」および人力に頼らず科学的な操作、保守、点検により管理されること。

上記のごとき特長を有する連続式圧延設備はすでに欧米諸国および日本に数多く設置されているが、それぞれ若干形式を異にしている。これらをその特長に応じて大別すると第2図

* 日立製作所日立工場



-③④⑤ のとき三つの形式に分けられる。いずれも最終スタンド出口速度は 1,220~1,830 m/min である。

住友金属小倉製鉄所に設置された設備は、第2図-⑤の形式に属するものでいわゆる米国式と呼ばれているもので米国において多く採用されておりわが国では初めてのものである。この設備の特長は3条同時圧延が可能であり、No. 8 スタンド出口にバースキッチを設け、6パスに振り分け、No. 9 スタンド以降においてループの量を増すことにより、さらに多くの条数の同時圧延ができるので最も多量生産に適する。なおこのほかわが国には高速線材圧延設備として、八幡光製鉄所および神戸製鋼所にそれぞれドイツ式、スウェーデン式の設備が最近設けられている。

3. 設備の概要および配置

3.1 配置関係

本設備の配置は第3図に見られるごとく、鋼塊から鋼片を圧延する鋼片圧延設備と保熱炉以降の線材圧延設備とから成り、その概略圧延工程は第1表のごとく一貫した流れにより最終成品が圧延されるものであって冷鋼片から再加熱する線材圧延設備と比較し、スケールの発生も少なく、成品の品質、歩留まりともに著しく向上しうるものである。特に本線材圧延設備の配置は多種類の品種の生産、多条高速圧延による生産量の増大という点ですぐれた特長をもっている。なお線材圧延設備用主電動機は水銀整流器を電源とする静止レオナード方式を採用し、すぐれた速度制御を行いインパクトドロップをきわめて短時間に回復し、本配置における連続圧延を円滑に行わしめている。

3.2 操作概要

第1表の圧延工程のうち①②の操作は第3図①より,

③は②より、④⑤は③よりおのおの遠隔操作によって運転されかつ監視される。⑥⑦は各機器に取り付けられた制限開閉器によりビレットの流れに応じ自動操作による、⑧は④から遠隔操作される。⑨はエジエクタ操作員により⑤から送られる信号により操作される。⑩は⑤より遠隔操作、⑫⑬はフォトセルによる自動操作にて⑥から監視される。⑯⑰⑱⑲は自動操作で⑨より監視される。なお⑧主操作室で線材設備全般の運転操作状態を監視するとともに、各レピーターのループ量を調整、また必要に応じ各操作室に指令を発する。以上のごとく操作に必要な人員はきわめて少なく高度に自動化された操作方式をとっている。上記操作方式の確立および実際の運転にあたっては電気制御および機械操作関係の密接な連絡が保たれることによりその能力を発揮し得た。

3.3 設備能力

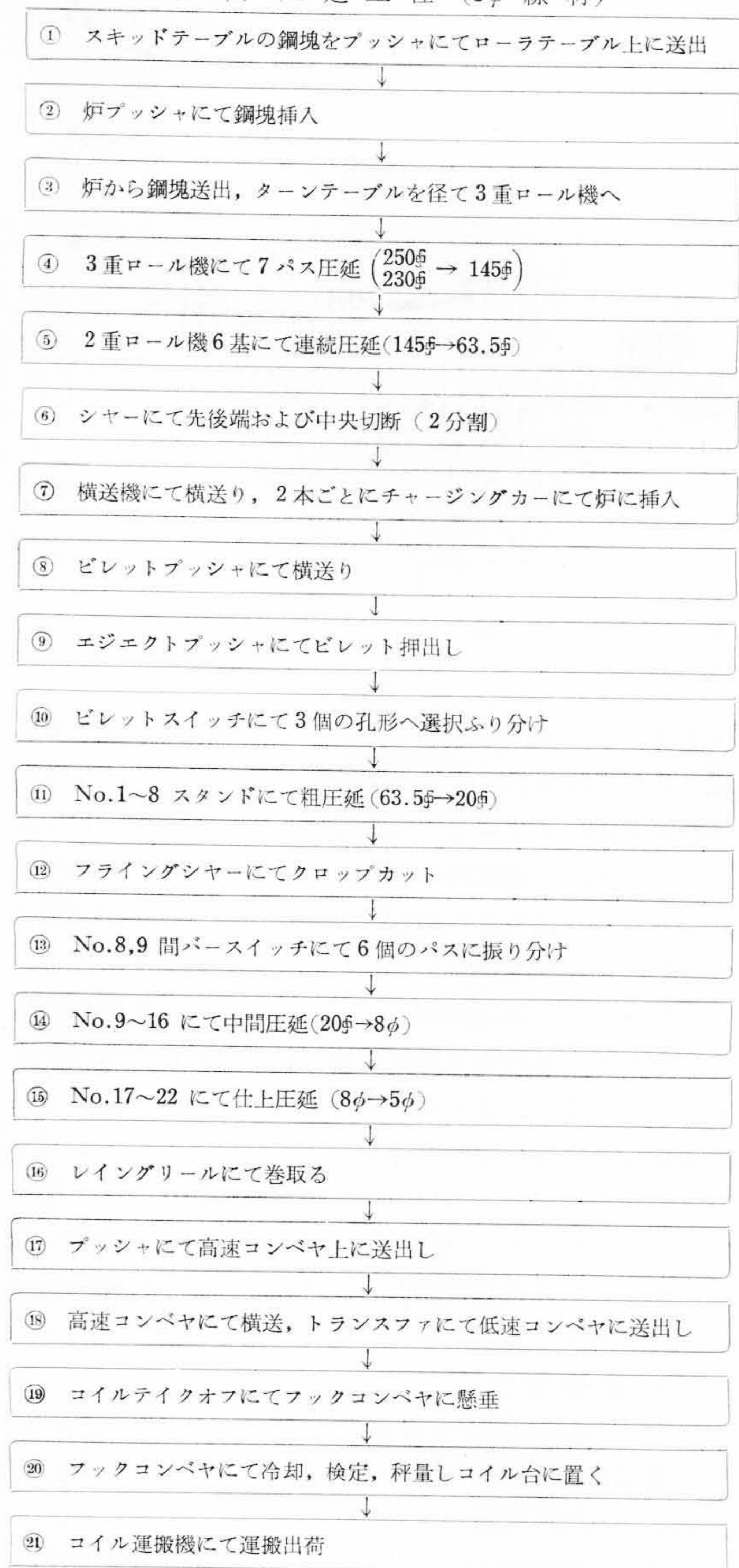
3.3.1 製品品種と生産量

製品の種類は第2表に見られるごとく 5φ~25φ の
範囲にわたり生産しうる。

鋼片圧延設備では 250φ×230φ×1,500L の 600 kg 鋼塊から 600φ 3 重ロール機および 550φ および 500φ 2 重鋼片連続圧延機 6 基により 63.5 mmφ×20m ビレットが生産される。この 63.5 mm ビレットはビレットシャーにて 2 分割され約 9 m の長さになる。線材圧延設備では 5φ~9φ はレイングリールへ 3~4 スtrand 9φ~25φ はボーリングリールへ 2 スtrand にて圧延され、いずれも 300 kg コイルである。なお各スタンドロール回転数調整範囲は第 3 表に示すとおりとなる。また本ミルは 1 時間あたり約 40 t~65 t の生産能力をもっている。

次に一例として5φの場合のパススケジュールを第4表に示す。

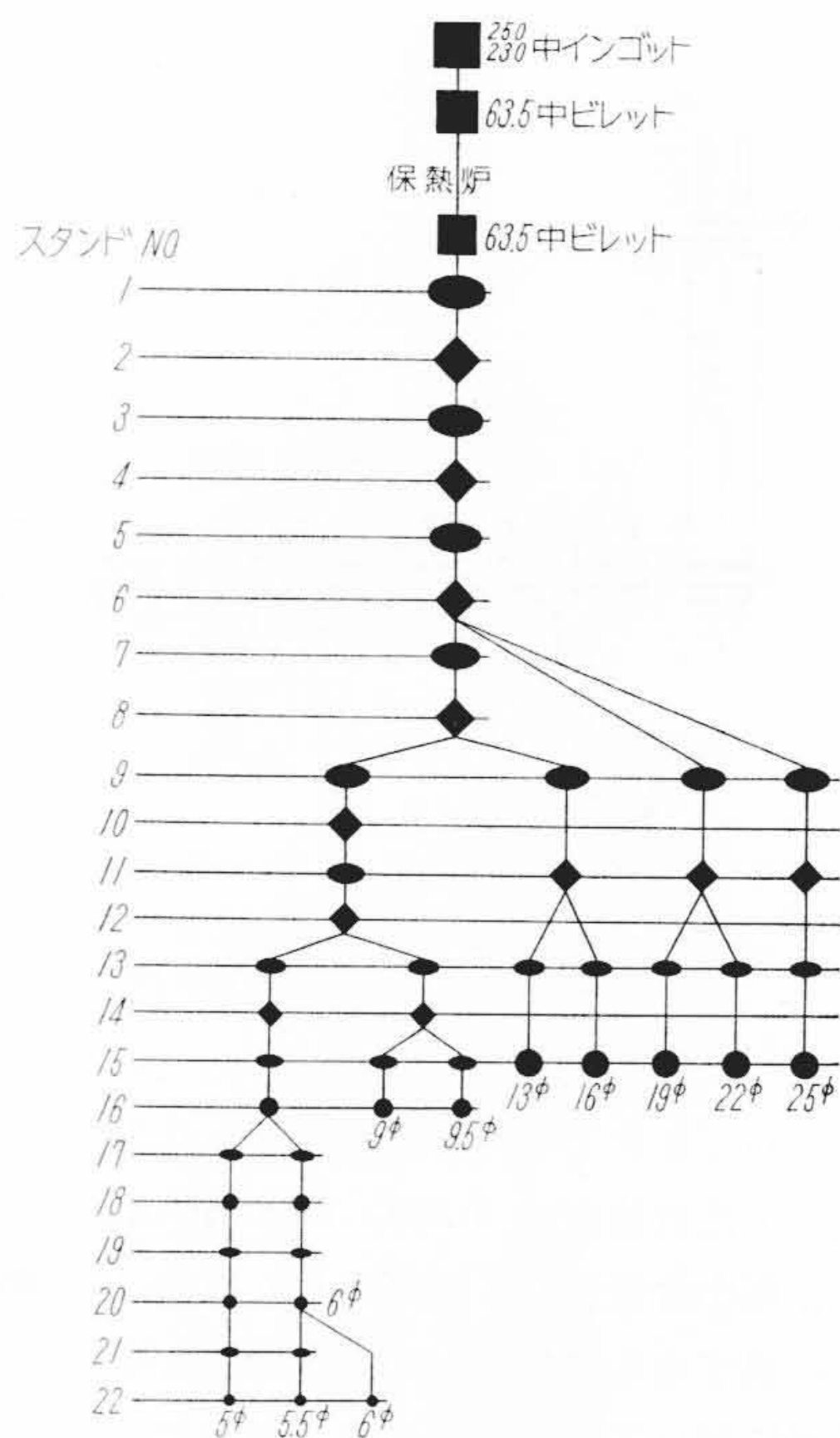
第1表 圧延工程 (5φ線材)



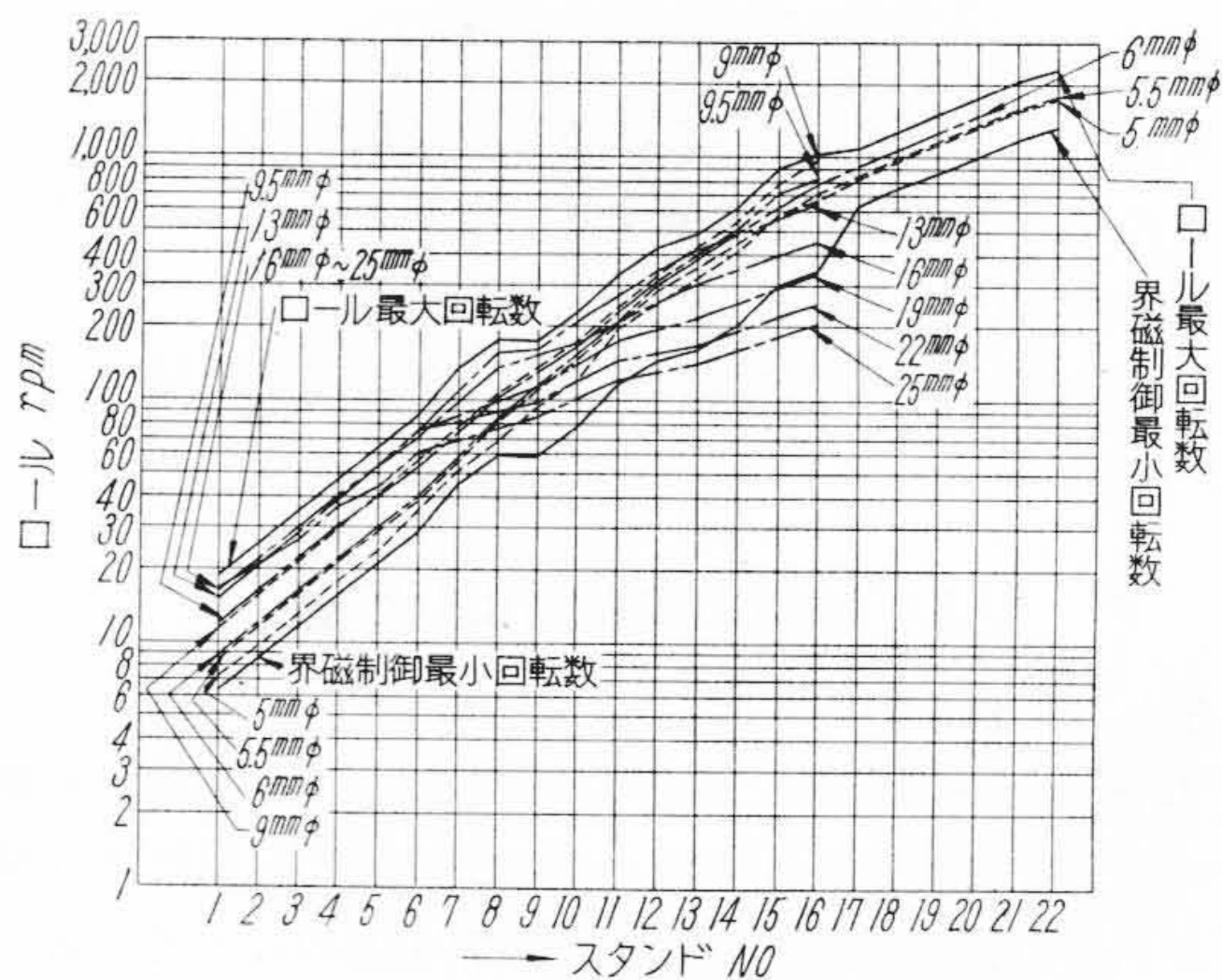
3.3.2 設備能力上の特性

- (1) 本配置において示されているように鋼片圧延設備と線材圧延設備が一貫した連続圧延作業として行われることにより加熱費用の低減，スケールの発生量の減少，保熱炉における均熱が容易であることによる品質の向上などの利点があげられる。
- (2) 製品の多種にかかわらず共通のキャリバーにてロールのライジング調整によりロールの組替えを最小限にとどめ，製品品種を変更圧延しうる(第1表参照)。
- (3) 連続圧延設備の共通の特長であるが先，後端の温度差少なく長さ方向の寸法精度がよい。また仕上関

第2表 フローシート



第3表 各スタンドスピードコーン



- 係の圧下率が少ないため断面寸法精度がよく真円が得られる。すなわち圧下率が少なく圧延荷重も少なくなり各スタンドの弾性変形量が小さいため特殊鋼線材といえども精密な真円度が得られる。
- (4) 半連続式，ガレット式など旧設備に比し消費電力，人件費そのほか多量生産の場合生産費が安くなる。またスタンド数を考慮すれば1基あたりの生産量がほかの形式に比して最大の能力を有する。すなわち設備費に対する生産能力が大である。以上のごとく多品種の製品について精度のよい安価な線材を多量に市場に供給しうる設備で鉄鋼生産合理化推進の大きな力とな

第4表 5φ 圧延スケジュール

パス No.	形 状	パ ス 寸 法	ロール径	ロール回転数 (rpm)	モ ー タ 出 力
1	○	50.8mm×82.5mm(2"×3 ¹ / ₄ ")	440	7.2	300 kW (200~600 rpm)
2	◇	52.4mm(2 ¹ / ₁₆ ")	440	9.6	
3	○	34.9mm×66.7mm(1 ³ / ₈ "×2 ⁵ / ₈ ")	440	13.0	380 kW (225~675 rpm)
4	◇	38.1mm(1 ¹ / ₂ ")	440	17.7	
5	○	25.4mm×49.6mm(1"×1 ³ / ₁₆ ")	440	23.7	380 kW (225~675 rpm)
6	◇	27.8mm(1 ³ / ₃₂ ")	440	32.3	
7	○	18.3mm×37.3mm(2 ³ / ₃₂ "×1 ⁵ / ₃₂ ")	380	51.1	380 kW (225~675 rpm)
8	◇	20.6mm(1 ³ / ₁₆ ")	380	66.9	
9	○	13.1mm×29.0mm(3 ³ / ₆₄ "×1 ⁹ / ₆₄ ")	380	92.7	600 kW (300~900 rpm)
10	◇	15.5mm(3 ⁹ / ₆₄ ")	380	121.5	
11	○	9.13mm×22.6mm(2 ³ / ₆₄ "×5 ⁷ / ₆₄ ")	325	193.7	600 kW (300~900 rpm)
12	◇	11.5mm(2 ⁹ / ₆₄ ")	325	252.3	
13	○	71.4mm×16.7mm(9 ⁹ / ₃₂ "×2 ¹ / ₃₂ ")	325	321.4	750 kW (300~900 rpm)
14	◇	9.13mm(2 ³ / ₆₄ ")	325	407.9	
15	○	5.95mm×12.72mm(1 ⁵ / ₆₄ "×1 ¹ / ₂ ")	280	579.9	600 kW (300~900 rpm)
16	○	8.03mm(0.316")	280	666.6	
17	○	4.76mm×10.72mm(3 ¹ / ₁₆ "×2 ⁷ / ₆₄ ")	280	825.6	
18	○	6.76mm(0.266")	280	969.8	
19	○	3.97mm×2.53mm(5 ⁵ / ₃₂ "×3 ³ / ₈ ")	280	1,130.5	1,860 kW (400~690 rpm)
20	○	5.79mm(0.228")	280	1,327.9	
21	○	3.57mm×7.94mm(9 ⁹ / ₆₄ "×5 ¹ / ₁₆ ")	280	1,540.2	
22	○	5.06mm(0.199")	280	1,755.06	

ることが期待される。

4. 各機器の特長

本設備に使用される各機器については、要求される条件がきわめて高度のものであることから設計はもちろんのことその製作課程においてもすべて細心の注意が払われており、特に高速度部分の駆動系統である減速機、ピニオンスタンド、スピンドル、カップリングおよび各ロールスタンド、メタルチョックなどは日立のもつすぐれた工作機械を駆使しその精華を遺憾なく発揮し製作されている。以下その機能上特に注目される機器について略述する。

4.1 鋼片圧延設備

4.1.1 三重ロール機用固定式自動転回装置

鋼塊が 250~230 mmφ という大きさのものを3重圧延機にて圧延する場合は従来、チルチングテーブルとともに上下動するマニプレータを用いるのが普通であるが本設備においては固定式自動転回装置を用いている。この特長は設備費がきわめて安価であること、操作が自動的でかつ短時間になることがあげられる。欠点としてはパススケジュールに制限をうけること、圧延材が圧延途中にて曲ることを極力防ぐ必要のあること、転回装置ガイド形状の設計がむずかしいことなどあげられるが本設備のごとく製品が一定している場合には非常に有利である。

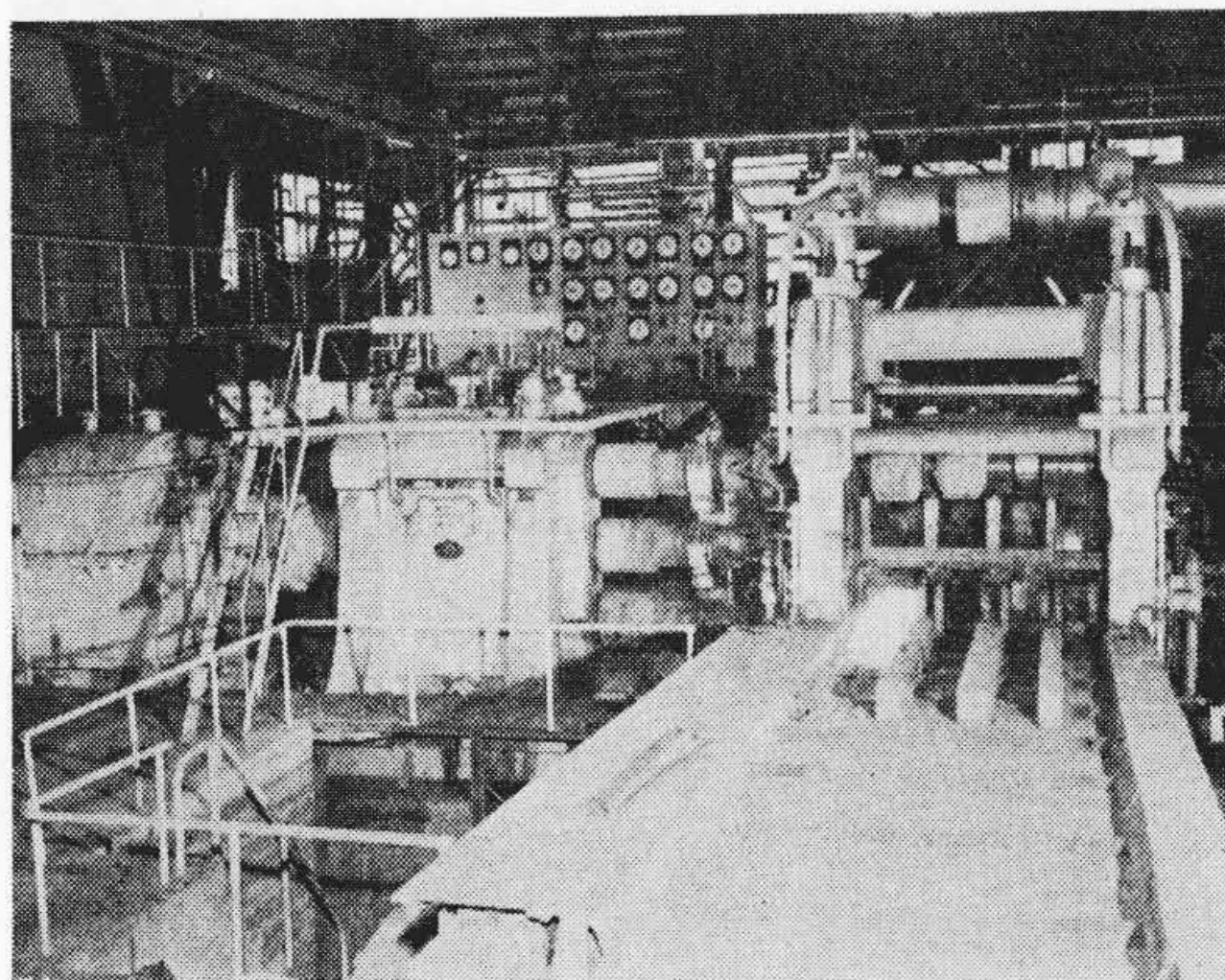
4.1.2 熱鋼剪断機および保熱炉前機器

鋼片連続圧延機により圧延された 63.5 mmφ ビレットはリミットスイッチを駆使することにより自動操作によってビレット先端、後端および一定長さの2分割を行いトランスファにて保熱炉前テーブル上へ横送、チャージングカーにより保熱炉に挿入されるものでその機能とともにタイムスケジュール上も圧延能力に対し余裕のあるよう特に注意が払われている。また必要に応じ手動に切り換え操作盤上からの遠隔操作も可能である。

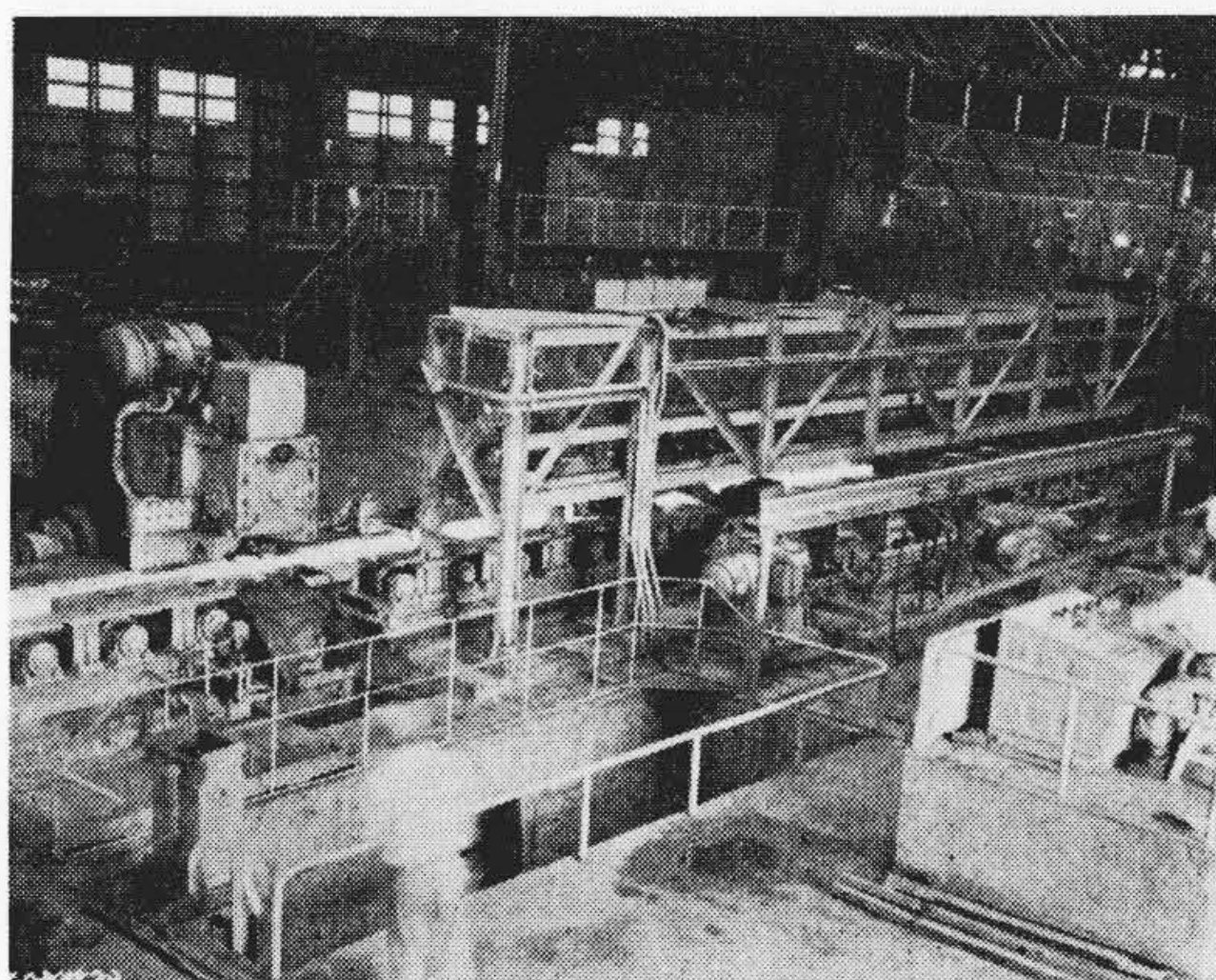
4.2 線材圧延設備

4.2.1 ロールネックベアリングの構造

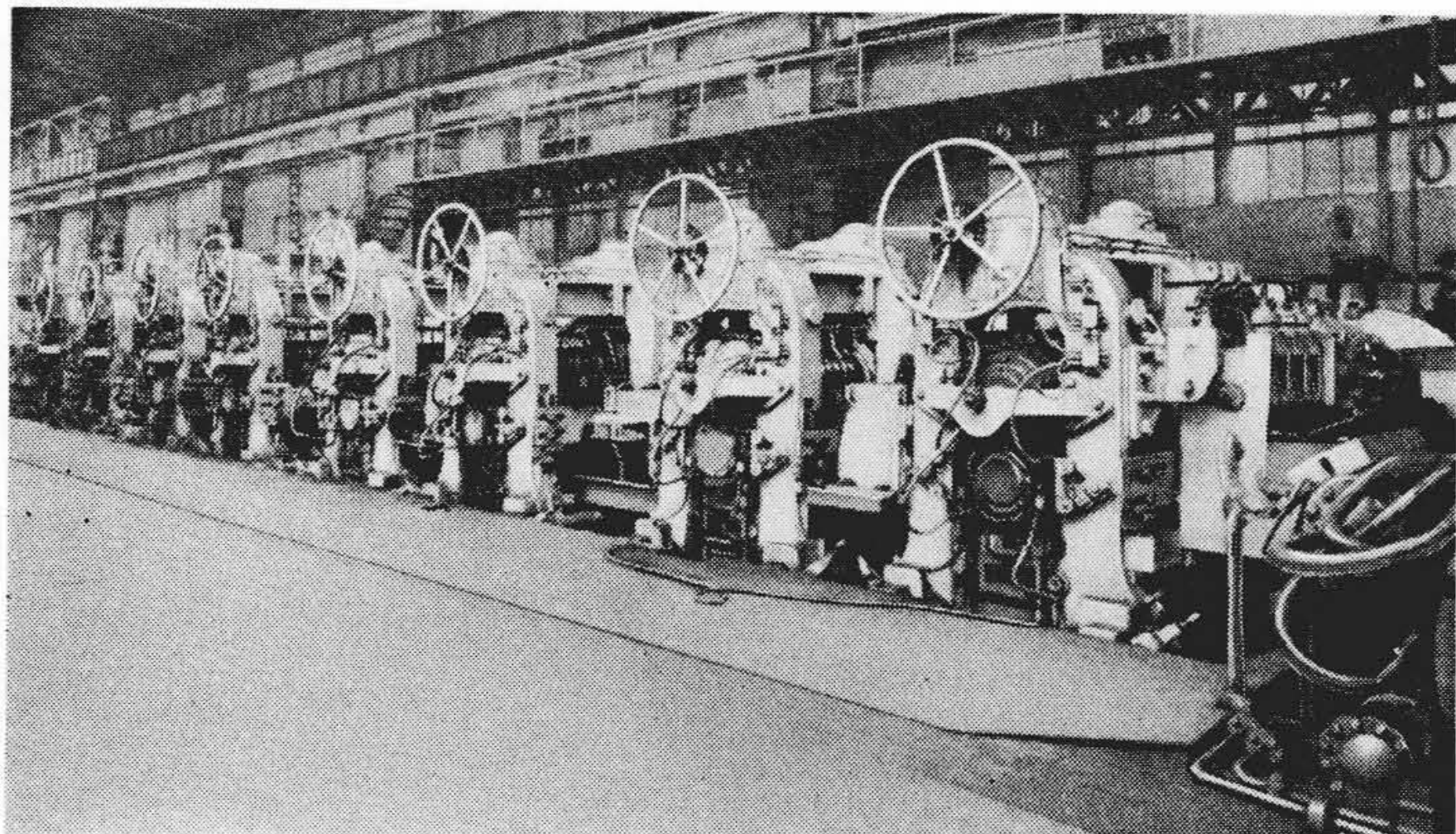
回転数の比較的低い箇所には4列テーパローラベアリング(第7図)を使用し回転数の高いロールには4列シリンダリカルローラベアリングおよびスラスト用のアンギュラーコンタクトのボールベアリング(第8図)を使用している。4列テーパローラベアリングはストレイトボアであるが、ベアリングの寿命、ロ



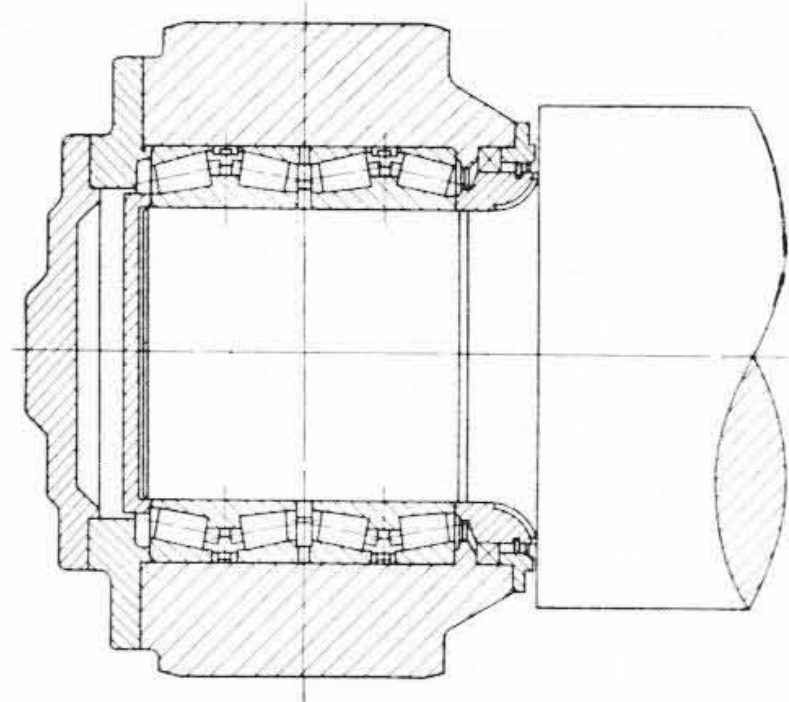
第4図 600φ 三重圧延機



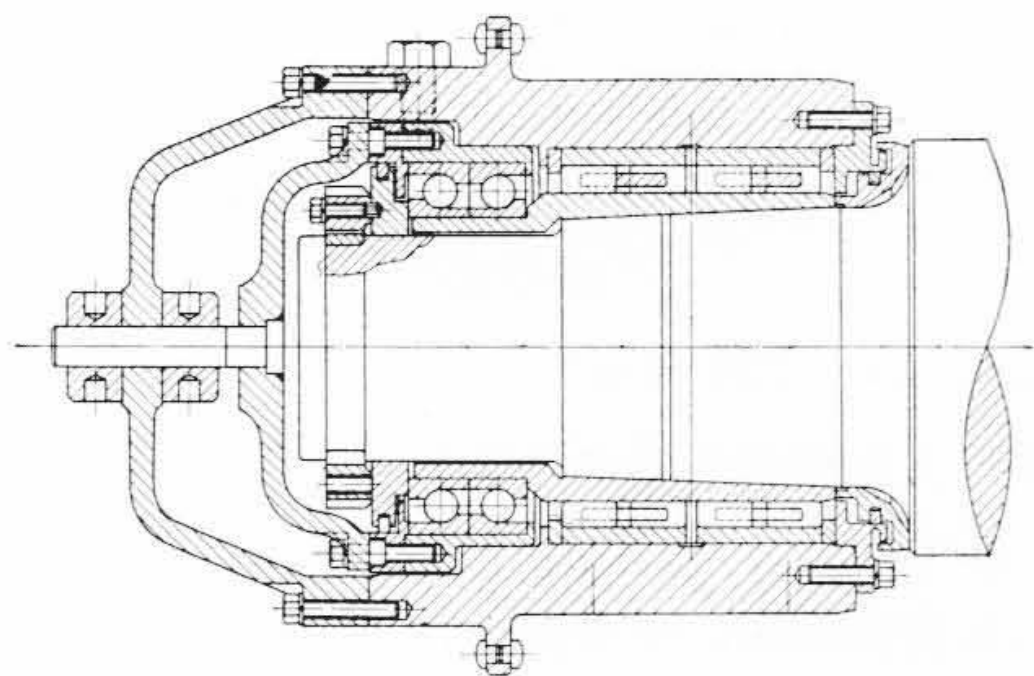
第5図 保熱炉回り各機器



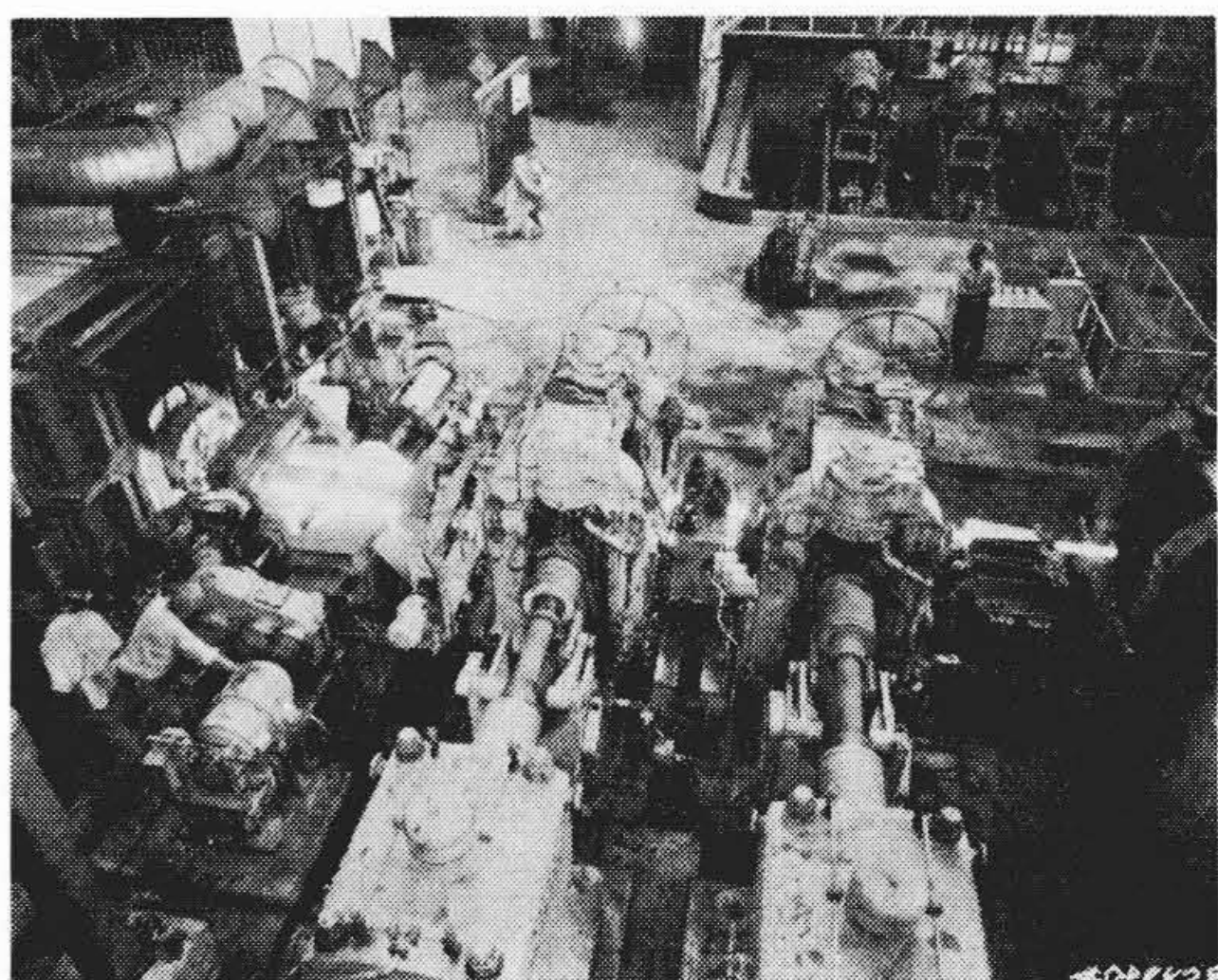
第6図 保熱炉後2重ロール機



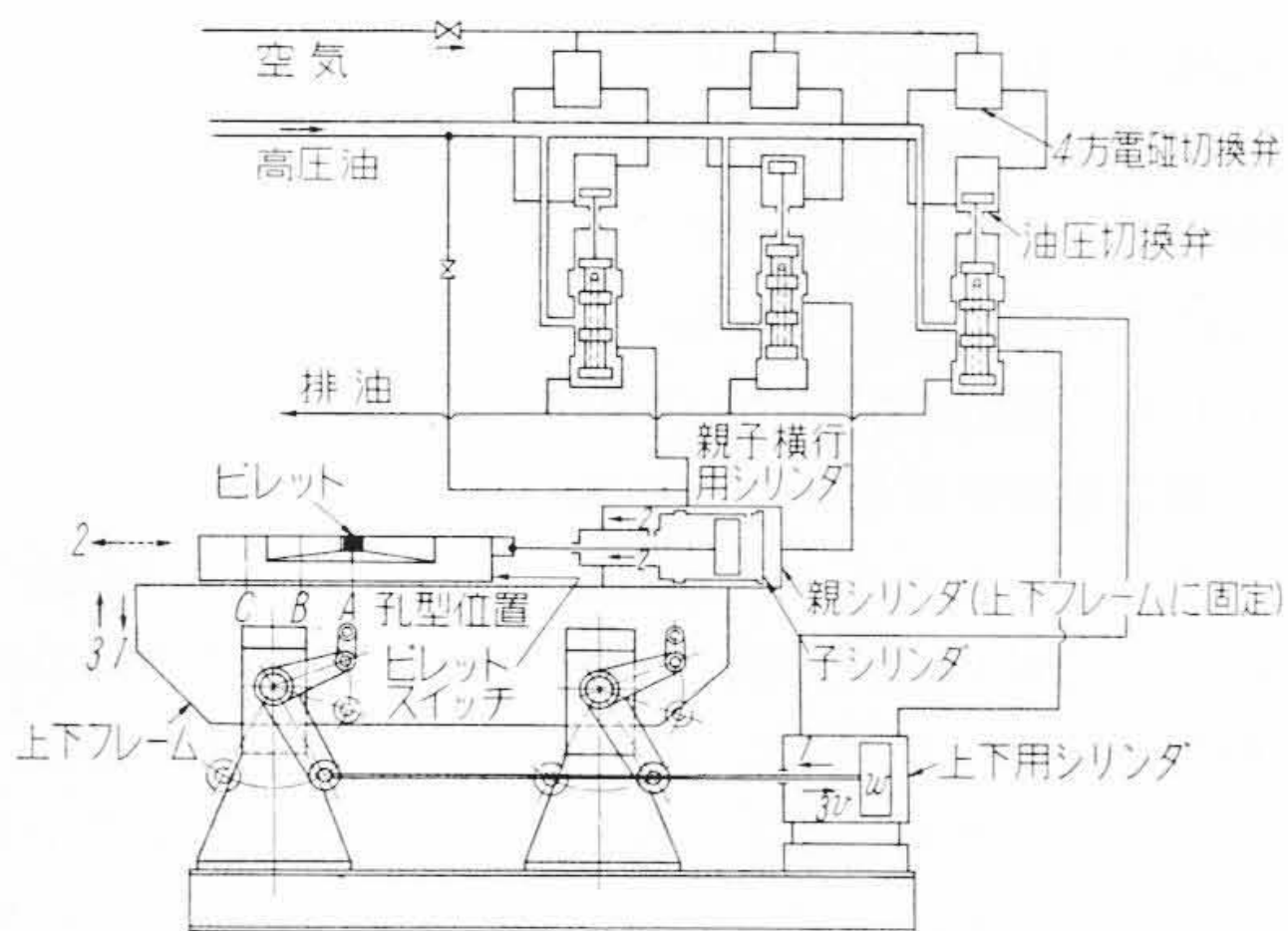
第7図 407 mm (16") 2重ロール機用軸受組立図



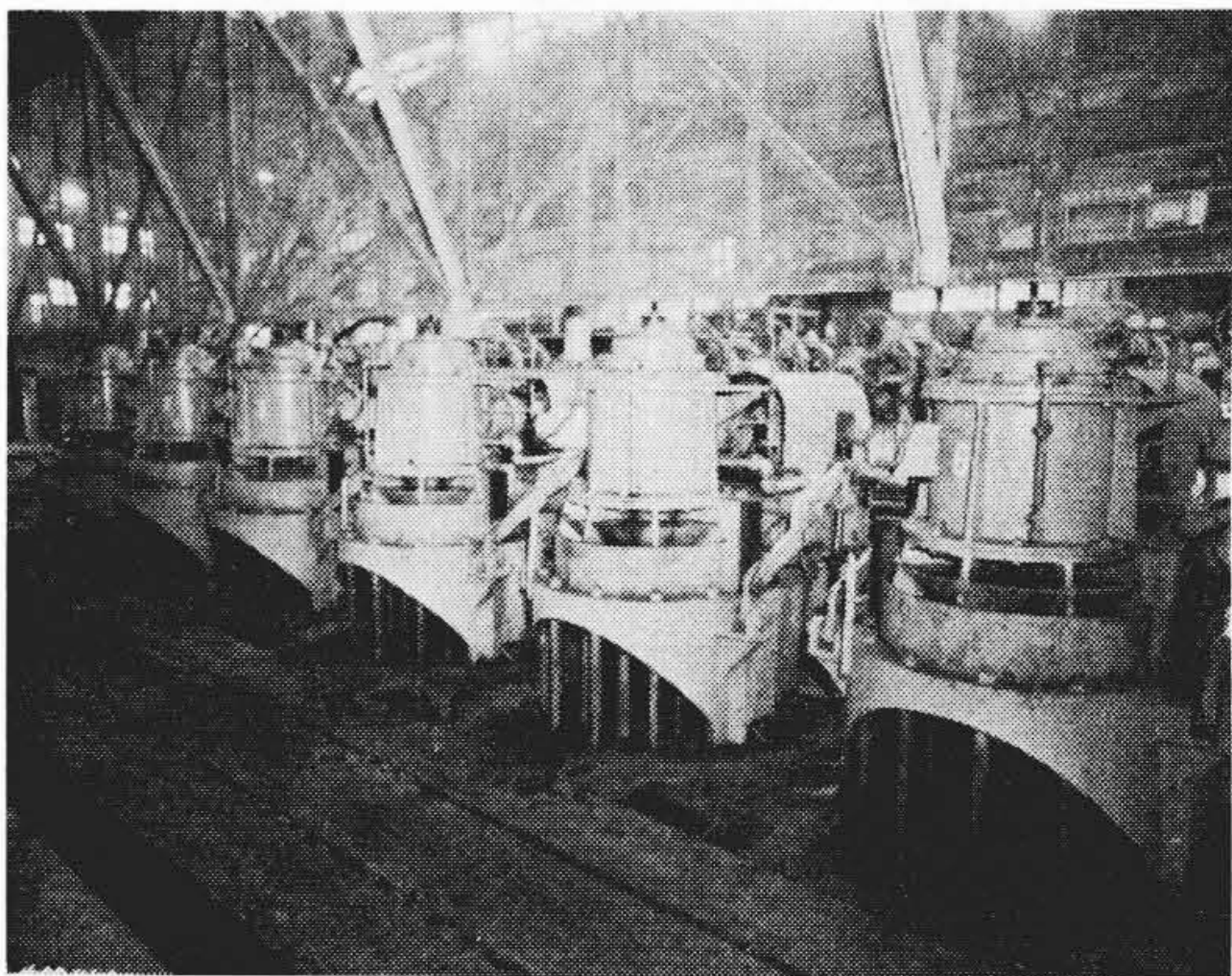
第8図 254 mm (10") 2重ロール機用軸受組立図



第9図 保熱炉出口各機器



第10図 ビレットスイッチ操作図



第11図 レイニングリール

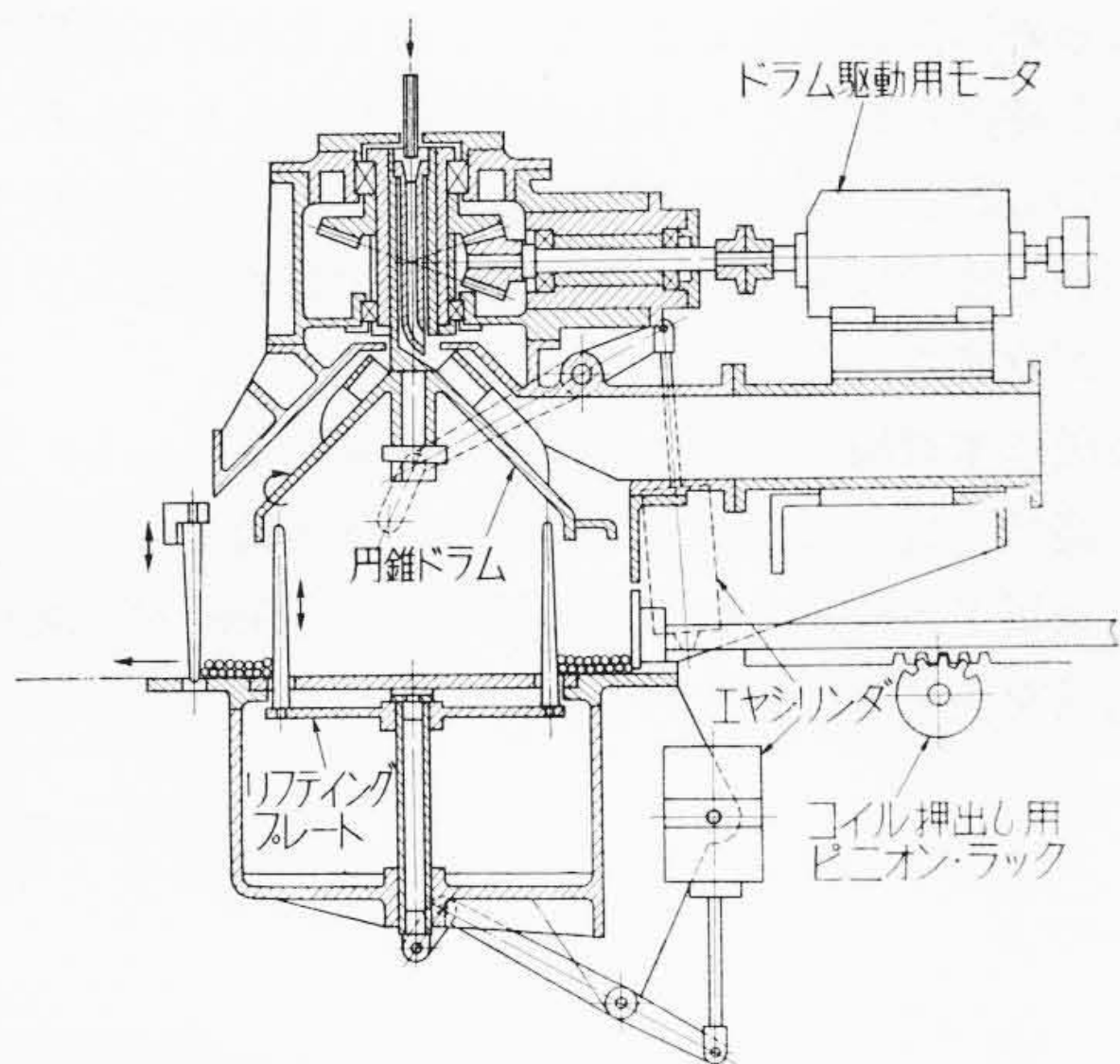
ールネックの損耗を考慮し、タイトフィットにしてありロールの再研磨はメタルチョックごと行うよう、特殊ロール旋盤を使用している。しかしベアリングの取替え時間を要する点にやや難点がある。また仕上スタンド254 mmミル用ロールネックベアリングは第8図のように特殊タイプを採用している。この形の特長はスラストボールベアリングの保護に注意されていること、ロールのスラスト方向調整が容易であること、ベアリングの組替えが簡単であること、などがあげられる。

4.2.2 ビレットスイッチ

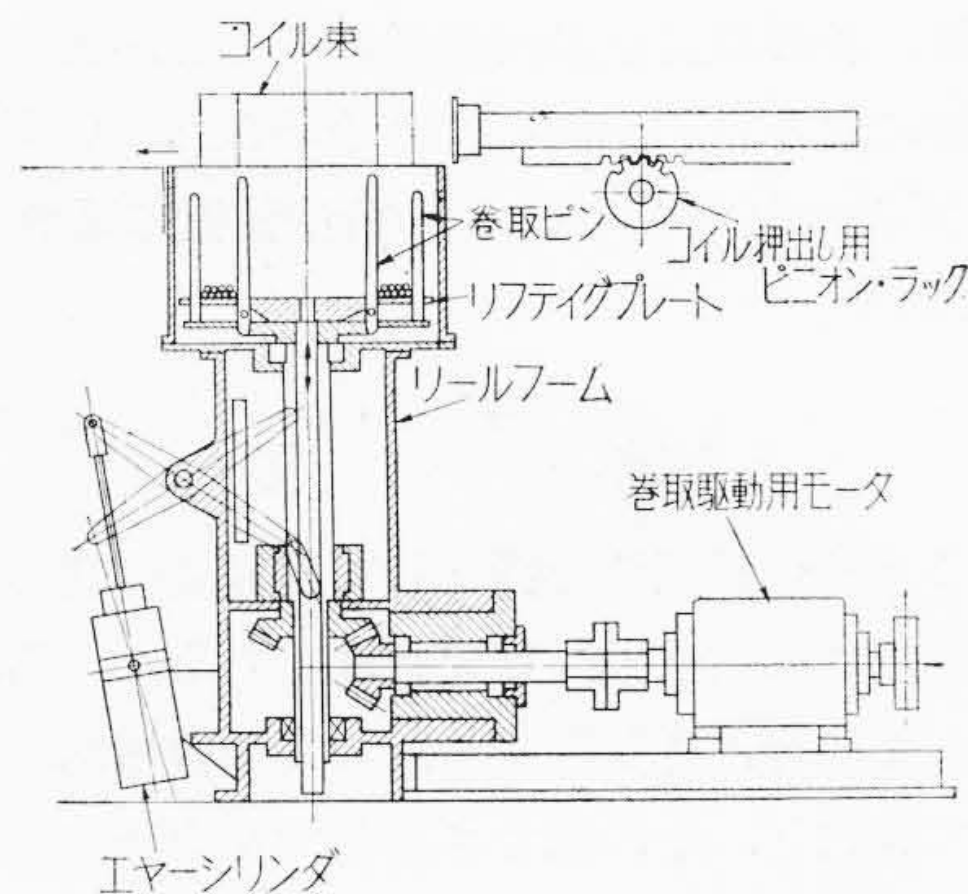
第10図のごとく構造および操作回路を用い油圧作動によって任意のパスへエジェクトプッシャにて炉から押し出されたビレットを選択案内するものでその操作時間はきわめて短時間である。

4.2.3 巻線機

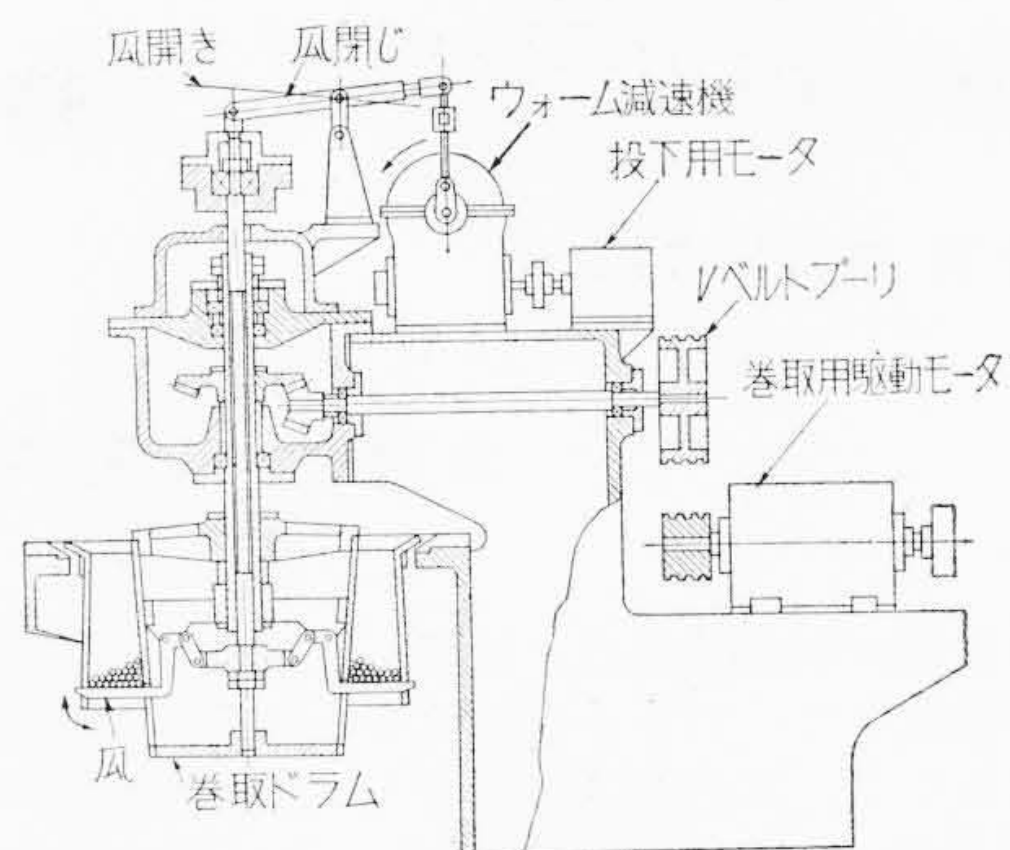
5φ~9φの製品はNo.22スタンド出口から約10m~



第12図 レイングリール構造図



第13図 ポーリングリール構造図



第14図 ガレット式リール構造図

第5表 リール形式比較表		レイング式リール	ポーリングリール	ガレット式リール
一例の比較	ロッド径	5~9φ	9~25φ	5.5~12φ
	コイル径	860(34")×1,170(46")φ	860(34")φ×1,170(46")φ	600φ×800φ
	コイル重量	300 kg	300 kg	100 kg
	巻取速度	1,840m/min	920 m/min	600 m/min
	駆動モータ	11 kW DC	37 kW DC	11 kW AC
一般性能比較	ロッド径	細物	太物	中細物
	コイル重量	大	大	小
	速度	高中速	中低速	中低速
	駆動関係馬力	小 (加減速不要)	大 (加減速に必要)	やや大 (加減速に必要)
	コイル形状	くずれぬが線材がねじれやすい	くずれずタイトになりもつれぬ	くずれやすく線材もつれやすい

25mのガイドパイプを経て6台のレイングリールに巻き取られる。また一方 9φ~25φ の製品は No. 16 スタンド出口から約 15m~25mのガイドパイプを経て4台のポーリングリールに巻き取られる。いずれも最終スタンドと巻線機の間のガイドパイプ中では冷却水により線材は冷却される。それぞれの巻線機の概略構造は第12,13図に示されるとおりである。

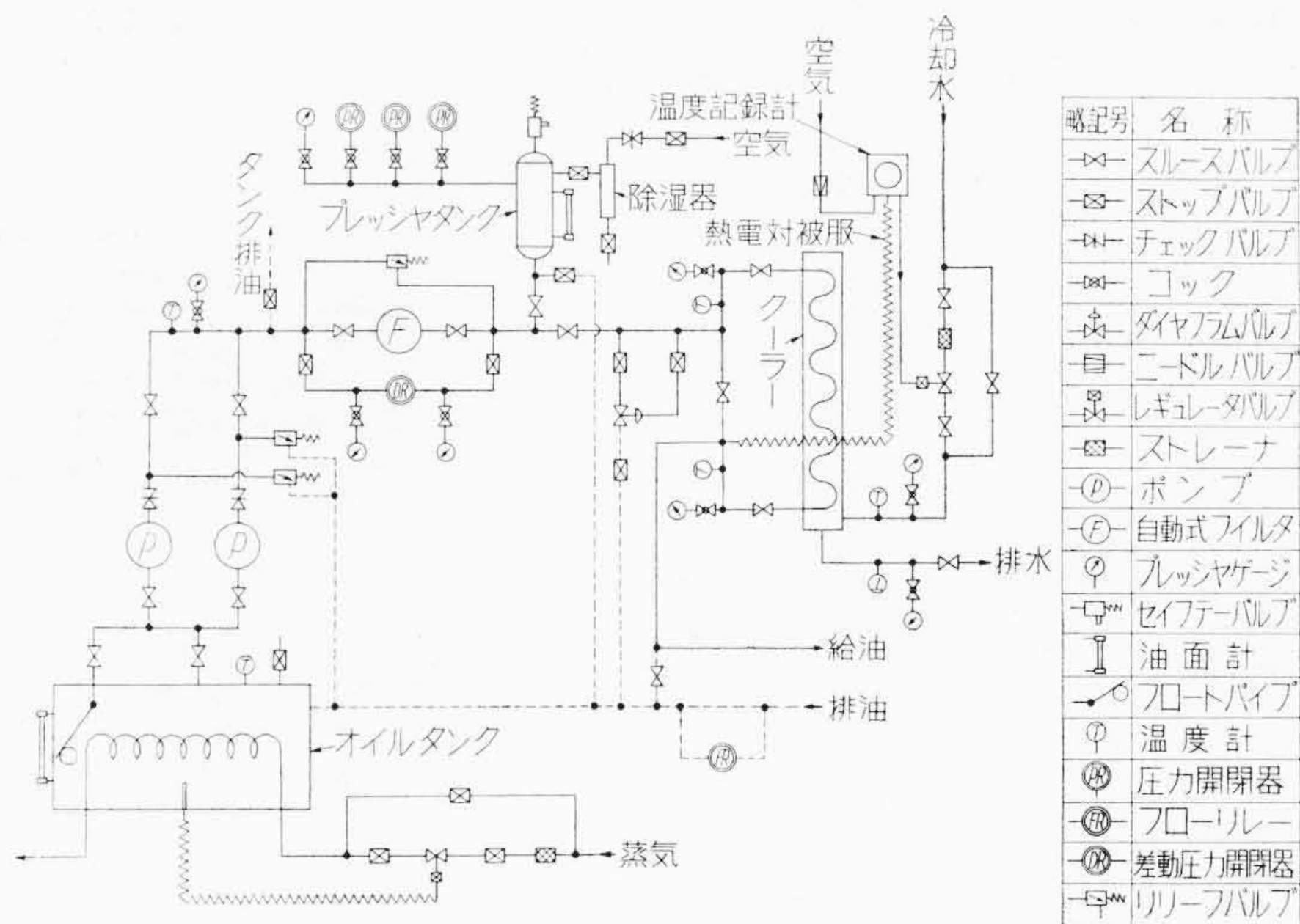
なお従来使用されてきたガレット式リール (第14図) および本設備に使用されているポーリングリール, レイングリールの特長は第5表に示すとおりである。

4.2.4 給油装置

完全な自動操作により運転される本圧延設備の給油設備には特に注意が払

われ、線材圧延設備に対してはすべて一つの地下室に各種給油設備が集中して設置され1名の監視員により操作されるようになっている。

この地下室にはロールバランスおよびスピンドルキャリア操作用高圧油装置, ビレットスイッチ操作用高



第15図 循環給油装置系統図

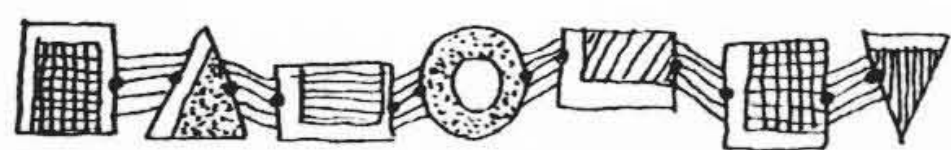
圧油装置、各種機器駆動用給油装置などが配置され、各種計器による自動運転により給油され、いずれも予備ポンプ1台を有している。給油装置の系統図を第15図に示す。

5. 結 言

上記のごとく線材圧延設備として世界最高速の設備が大部分国産化され、据付け、試運転はもちろん、営業運転にはいるまで顧客、電気関係者、および機械関係者が一体となって協力と、その総合された力を十分に発揮し、

なんら外国技術に頼ることなくしかもきわめて短期間に成し遂げられたことはわが国で最初のことである。この種の設計製作では欧米に比し遅れていると思われていたがわが国の技術水準は欧米諸国に十分太刀打ちできることが立証されたといえる。

最後に本設備の設計に始まり営業運転にはいるに至る間、終始一貫して熱意ある御指導、御援助をいただいた住友金属工業株式会社小倉製鉄所関係各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。



特 許 の 紹 介



特 許 第 247371 号

渡 部 富 治

流 体 式 自 動 変 速 装 置 に お け る 制 御 装 置

この発明の制御装置は、流体トルクコンバータ1と変速歯車機構4ないし8とを組み合わせた流体式自動変速装置において、入力軸2の速度を検出する油圧ガバナ15と終端被動軸9の速度を検出する遠心ガバナ14とを装備し、圧油ガバナ15の油圧力と遠心ガバナ14の遠心力との差によって変速歯車切替指令用のパイロット弁13を操作するようにしたことを特長とするものである。

パイロット弁13は終端被動軸9が低速の範囲では図示の位置より下方の位置にあり、サーボモータ10の圧油は排出されている。このため、バネ12の力によりクラッチ6は低速側歯車4に噛み合わされ、動力は歯車7を介して終端被動軸9に伝えられる。次に、終端被動軸9が高速になると、パイロット弁13は図示の位置に動きサーボモータ10に圧油が送られる。このためピストン11はバネ12を圧縮してクラッチ6を高速側歯車5に噛み合わせるので、動力は歯車8を介して終端被動軸9に伝えられる

ようになる。

このように、パイロット弁13が切り替わる瞬間について考えると、その際の入力軸2と終端被動軸9との速度比は常に一定である。このためトルクコンバータの効率が低下する範囲での運転が自動的に防止される。

この発明の制御装置によれば、トルクコンバータの入力軸速度が広範囲に変動しても、トルクコンバータを常に効率の最良の範囲で運転することができ、また入力軸の速度を検出するのに油圧ガバナを用いたので終端被動軸の速度を検出する遠心ガバナの構造が簡単になり、複数の遠心ガバナを設ける必要がある場合（多段変速切替の場合）でも油圧ガバナは1個でたり、かつ各遠心ガバナを油圧ガバナに管により容易に関係をつけることができる。したがって、個々のガバナの取付け位置はほとんど制限を受ける心配がないので設計上都合がよい。

(富田)

