

富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納
二重分塊圧延設備
 Two High Slabbing Mill for Fuji Iron and Steel Co., Ltd.

原口成人* 石井英雄* 福井嘉吉*
 Shigeto Haraguchi Hideo Ishii Kakichi Fukui

内 容 梗 概

富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 1,170 t × 2,900 l 二重逆転式スラブ分塊圧延設備は昭和35年2月に据付けを完了し、ただちに営業運転には入っているが、本設備は、主要部分から補助部分に至るまで国内で製作したものであって純国産では最大級に属し、最近この種の設備の特長を十分に採り入れた最新式のものである。

1. 緒 言

スラブ圧延設備の最近の傾向は、生産能力の増大による鋼塊重量の増加と自動化にある。二重逆転式の設備では、20トン程度の鋼塊を取扱い、成品幅 1,500 mm のものを出しているし、さらに堅ロールをもつユニバーサル式の設備では30トン程度のもので、2,000mm 幅のスラブを圧延し、年間 300 万トン以上の圧延能力を有する設備も現われている。わが国においても最近の鋼板の需要増加にともなうて第1表に示すとおり、1954年以来最新式の分塊圧延設備が数基建設された。

これら設備の共通な特長は、いずれも大容量の双電動機式の主電動機により主ロールを駆動し、機械部分は大重量の鋼塊に対して強度的にも、熱的にも十分なるように大形化していることである。

本稿では、これらの設備のうち昭和35年2月に営業運転には入った富士製鉄室蘭製鉄所納の二重逆転式設備について述べる。

2. 最新式スラブ分塊圧延設備の特長

従来わが国のスラブ分塊圧延設備は、取扱鋼塊重量が最大10~15トン、生産能力が年間 100 万トン内外のものであった。機器の構造上からみれば、主電動機は一台でピニオンスタンドを介して主ロールを駆動し、このピニオンスタンドが保守上からみて最大の弱点であった。

これに比して最近の設備は

(1) 圧延成品種目を制限し、その種目に対して高能率な作業を行うように構成機器および配置を考慮している。特にせん断後の成品運搬処理関係が、スラブに適したものになっている。

(2) 取り扱う鋼塊重量が20トン程度、圧延能力は年間 1,500 万トン程度となり、従来の1.5倍の能力を有している。さらに鋼塊重量の増加ならびに二重逆転ハイリフト式のエッジング時間を節約し、圧延能力を増加させるために堅ロールを併置したユニバーサル形式が採用された。この設備では30トン以上の重量の鋼塊を用いることができ、年間 300 万トンの大能力を有するようになった。

(3) 圧延ライン中にホットスカーフリングマシンを取り入れ、圧延後ただちに表面処理を行い、次に続くホットストリップミルへ再加熱なしに、直接圧延をも行いうるようになっている。

(4) 鋼塊秤量機とスラブ秤量機とを取り入れ生産管理を行っている。

(5) 主ロールの駆動は、上下ロールとも長いスピンドルを介して、それぞれ1台ずつの電動機に直結されたいわゆる双電動機式を用いてピニオンスタンドを介していない。このため保守が容易であるとともに、電動機の GD² が小さく、正逆転を短時間に行いうる能率のよいものになっている。

(6) フィードローラ、圧延機前後面の主ローラテーブルの圧延機寄りの一部のローラはそれぞれ単独のモータ直結駆動で鋼塊の短いうちの正逆転時間を短縮するとともに、マイターギヤの故障をなくし、設備の稼働率を上げている。

(7) プログラムコントロールによる自動運転を採用し成品寸法の均一化と能率を向上させあわせて人件費の節約を計っている。

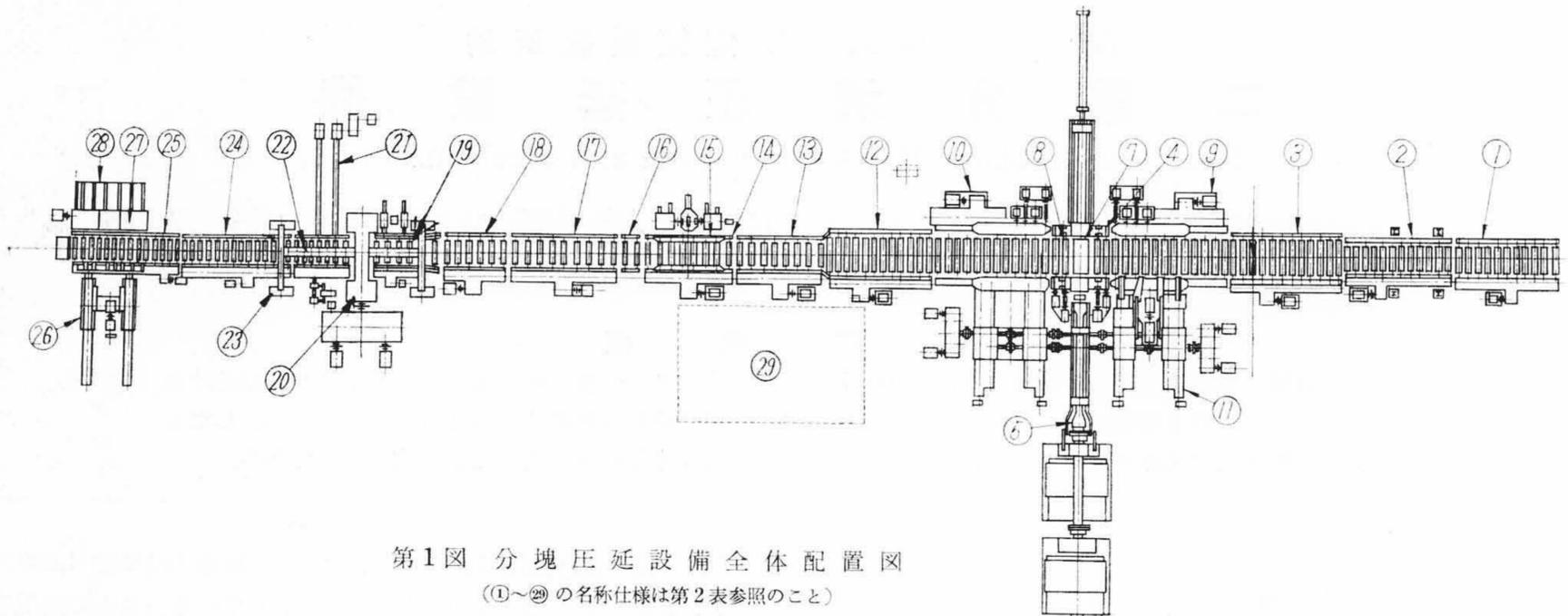
(8) 主ロール軸受には従来合成樹脂軸受を用いてきたが、ころがり軸受の製作技術の向上と相まって、ころがり軸受を採用する傾向にある。

(9) 圧延能率向上のため、前後面マニプレータにフィンガを設

第1表 わが国における最近設置されたスラブ分塊圧延設備 (1954年以降)

会社名	製作年月	型式	ロール寸法 (mm)	主電動機 (kW)	生産能力 (kt/年)	成品最大幅 (mm)	鋼塊重量 (Tons)	機械設備製作会社	電気設備製作会社
川崎製鉄(千葉)	1954.9	2H.ハイリフト	1,120φ×2,920l	2,620×2	1,200	1,500	18	U.E	富士
八幡製鉄(厚板)	1958.8	2H.ハイリフト	1,120φ×2,950l	4,500×2	1,440	1,850	20	SACK 石川島	日立
日本鋼管(水江)	1959.8	2H.ハイリフト	1,170φ×2,900l	3,750×2	1,440	1,500	20	B.K	日立
八幡製鉄(戸畑)	1959.9	2H.ハイリフト	1,220φ×2,950l	4,500×2	1,440	1,850	20	SACK 石川島	日立
富士製鉄(室蘭)	1960.2	2H.ハイリフト	1,140φ×2,900l	3,750×2	1,440	1,500	18.4	日立	日立
富士製鉄(広畑)	1960.4	ユニバーサル	1,140φ×2,280l 915φ×2,080l	4,500×2 3,000×1	2,400	1,900	20	U.E	三菱
住友金属(和歌山)	1960.	2H.ハイリフト	1,220φ×2,950l	3,750×2	1,440	1,850	20	SACK 石川島	東芝
川崎製鉄(千葉)	1961.	ユニバーサル	1,170φ×2,280l 965φ×2,130h	4,500×2 3,000×1	2,400	1,950	26		

* 日立製作所日立工場



第1図 分塊圧延設備全体配置図
(①~⑳の名称仕様は第2表参照のこと)

置できるように考慮されている。

(10) テーブル駆動の歯車の潤滑には従来のオイルバスに代り循環給油方式を採用している。

今回富士製鉄室蘭製鉄所に納入された設備は二重逆転式のもので、上記の特長を種々取り入れた最新式大能力を有する設備である。

第2表 機器仕様一覧表

#項	名 称	仕 様	電 動 機
1	No.1 テーブル	458φ×2,200-11 710 p×10	DC55 kW-1
2	No.2 テーブル	458φ×1,980-12 710 p×11	DC55 kW-1
3	No.3 テーブル	458φ×2,900-12 710 p×11	DC110/220 kW-1
4	スラブ分塊圧延機	最大リフト 1,620	DC110/220 kW-2
5	スピンドルカップリング		
6	ロール組替装置		
7	ロ ー ル	1,150φ×2,900L	DC3,730 kW-2
8	フィードローラ	508φ×2,900L	DC30/60 kW-4
9	No.4 テーブル	508φ×2,900L-12 710 p×7 760 p×4	DC110/220 kW-1 DC30/60 kW-4
10	No.5 テーブル	508φ×2,900L-12 710 p×7 760 p×4	DC110/220 kW-4 DC30/60 kW-4
11	マニプレータ	最大開量 2,900	DC-110 kW-1 DC-160 kW-4
12	No.6 テーブル	458φ×2,900L-12,710 p×11	DC110/220 kW-1
13	No.7 テーブル	405φ×1,680L-8 900 p×7	DC37 kW-1
14	No.8 テーブル	405φ×1,680L-8 900 p×7	DC37 kW-1
15	スカーフアースайдガイド		
16	スカーフアースローラ	405φ×1,680L-2,900 p×1	
17	No.9 テーブル	405φ×1,680L-9 960 p×8	DC37 kW-1
18	No.10 テーブル	405φ×1,680L-6 880 p×5	DC26 kW-1
19	No.11 テーブル	458φ×1,680L-7 765 p×6	
20	スラブせん断機	最大 1,350 t	
21	クランプホイスト		
22	No.12 テーブル	405φ×1,680L-9 458 p×8	
23	定 寸 機		
24	No.13 テーブル	380φ×1,680L-14 610 p×13	DC37 kW-1
25	No.14 テーブル	380φ×1,680L-14 610 p×13	DC37 kW-1
26	スラブブッシャ	最大ストローク 4,900	DC75 kW-1
27	スラブバイラ	最大積載量 18 t 400kg	DC75 kW-1
28	スラブスキッド	最大積載量 18 t 400kg	
29	オイルセラー		

第3表 各機器の加速時間

機 器 名 称	電 動 機 (kW) (rpm)	速 度 (m/s)	加 速 時 間 (s)
主 ロ ー ル	3,730 40/80	(0-40rpm まで)	1.5
圧 下 装 置	110/220 460/920	0.2	3.5
作 業 テ ー ブ ル	110/220 460/920	4.85	4.3
ス テ ッ プ ロ ー ラ	30/60 92/184	4.85	2.7
マ ニ プ レ ー タ ラ ッ ク	55/110 230/460	1.1	2.5
マ ニ プ レ ー タ フ ッ ク	160 680	20回/分	1.5

注：主電動機は無負荷時で -40 rpm より +40 rpm までの逆転時間は1sの性能を有しているものである。

3. 設備の概要

3.1 設備のおもなる仕様

圧 延 機
形 式 二重逆転式ハイリフトスラブ分塊圧延機
ロ ー ル 直 径 1,170 mmφ
胴 長 2,900 mm
最大ロール間隙 1,620 mm
主 電 動 機 3,730 kW ±40/80 rpm 2台

せん断機

形 式 ダウンアンドアップカット式
最大せん断面積 250 mm^b×1,500mm^b
せん断回数 9/18回分
電 動 機 375/750 kW 360/720 rpm 2台
生 産 能 力 年間公称 1,440,000 トン

鋼塊および成品寸法

鋼 種 炭素鋼, ステンレス鋼
鋼 塊 高 さ 幅 長 さ 重 量
最 大 840mm 1,620mm 2,000mm 18,400 kg
標 準 790mm 1,470mm 1,700mm 14,000 kg

成品スラブ

高 さ 幅 長 さ
最 大 250mm 1,500mm 6,200mm
標 準 145mm 1,300mm 6,200mm
圧延最大長さ 13,500mm

3.2 配置および圧延作業

第1図に全体配置を示す。

圧延作業を略述すれば、鋼塊は均熱炉より、インゴットバギーによりミルラインのテーブルまで運ばれ、秤量と180度回転され圧延機に送り込まれる。

圧延スケジュールは、最初鋼塊を縦にしてスケールブレーキングパスを2回行ったのち、フラットパスをして厚みを減少し、中間にて幅寸法を規制するエッジングパスを2~4回通して、その後フラットパスにて所定の厚みまで圧下した後、最後にエッジングパスをして、せん断機に送り込んでいる。

パスごとに正逆転を行うわけであるが、この場合圧延能力に影響を及ぼすロール機回りの各機器の加速時間は第3表に示すとおりで、これより計算される最小逆転時間は、フラットパスより次のフラットパスまでは2s、フラットパスより次のエッジングパスまでは10.5sを要し、高効率な設備となっている。

実際の圧延作業での逆転時間は作業員の動作の遅れがあるため上記の値は多少伸びるが、これを考慮して、18 t 塊鋼で厚み 840mm×幅1,620mmより、厚み 150mm×幅 1,325mm に圧延するのに、全パス回数27パス、(フラットパス 18, 平均圧下量 40 mm, エッジングパス(9))を行い、所要時間は 200s を要する計算となる。

最初のスケールブレイキングパスにて、最近では高圧水のデスクーリング装置を設けデスクールしているところもあるが、分塊圧延ではスケールが厚く、エッジングパスによるスケールブレイクと比較して、その効果に疑問がもたれている。

せん断機にて先端部切り落としと、定尺切りを行って、パイラーとブッシャによりスラブを2～3枚積重ねてスキッド上に送り出しクレーンにてスラブヤードに運ばれて冷却されて一連の作業は完了する。なお将来はせん断前に表面のきずを取るスカーフィングを行うようになっている。

4. 機器の構造

各機器の仕様は第2表仕様一覧表に略記したとおりである。

4.1 インゴットバギー

本設備では既設品を使用した。塔乗員により運転されるもので、電動傾倒式ポット形側方送り出し形である。最大積載鋼塊重量は14トンである。将来はこの新設備能力に適合したものを設置される計画になっている。

4.2 鋼塊秤量機(他社製)

鋼塊の秤量と方向を変えるもので生産管理と3.2で述べた歩溜り向上を目的としている。最大秤量重量は20 t で自動秤量、記録装置を有している。

4.3 ローラテーブル

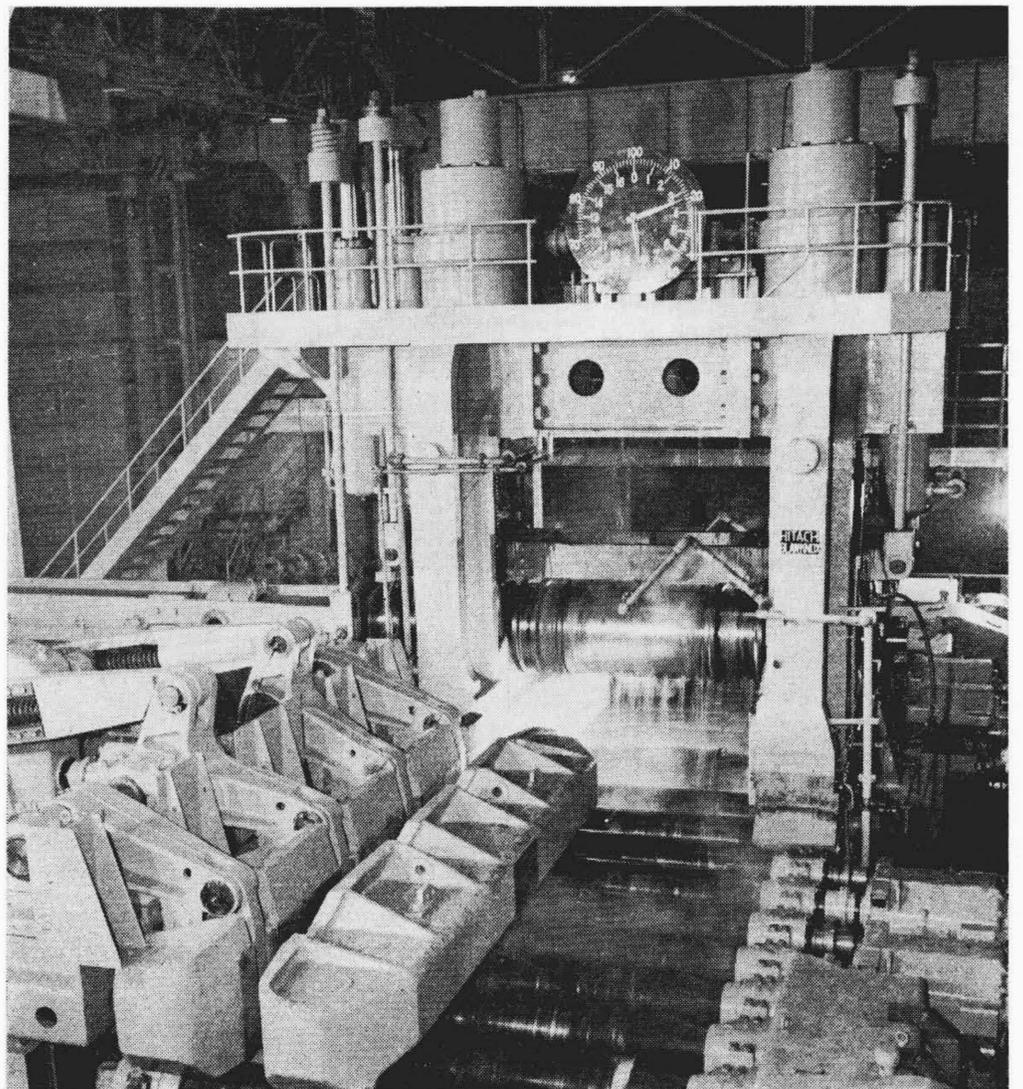
ローラはすべて鍛鋼製で、鋼塊の衝突による衝撃荷重に対しても十分な強度をもっている。ローラのネックの軸受は鋼塊をインゴットバギーより受けるところを除いてはすべてころ軸受を使用し加速時および回転中のマサトルクを極力小さくするようにしてある。駆動方式としては圧延機の前後面テーブルを除きすべてベベルギヤ、ラインシャフト駆動方式を採用した。

圧延機の前後面のローラテーブルでは、圧延機に近い4本のローラをそれぞれ単独の電動機で駆動し、フィードローラと相まって鋼塊の短い間の作業能力向上と、保守を容易にするよう考慮されている。残りのローラ8本は一般的なラインシャフト駆動である。

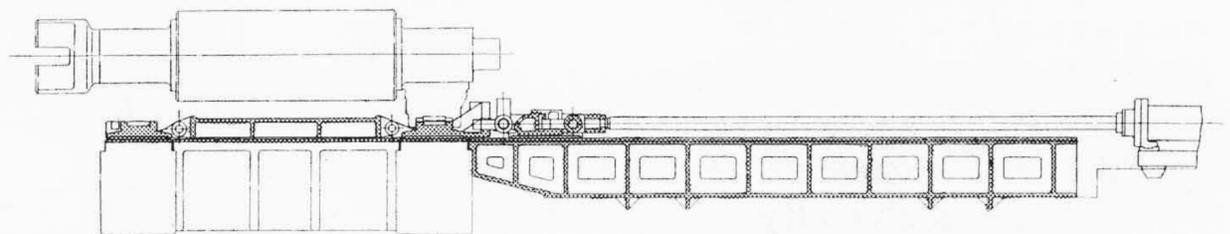
この単独駆動の4本のローラに作用する力は、主ロールのパスラインとテーブルのパスラインの高さの差による鋼塊の落下衝撃荷重と、スラブが下向きにでてきた場合のスラブの衝突荷重であるが、この衝撃荷重は(Pick up の量にもよるが) 10 g 以上の荷重がかかると考えられる。

従来のものはこの部の破損または消耗が多く分塊圧延設備の一つの弱点になっていたものであり、したがって最近の設備では単独駆動方式が多く採用されている。

しかし単独駆動方式には1～2本のローラのみ集中負荷されることがあり、そのローラを駆動する電動機が過負荷され電流制限開閉器が働き、テーブル関係が停止しやすいという不利点があるが、これは駆動電動機の容量と運転技術によって解決されるものである。



第2図 圧延中の圧延機附近



第3図 ロール組替装置

本テーブルは鋼塊からの熱を多量に受け、相当高温になり、現場測定の結果では表面温度は300°Cを記録している。この熱によるローラの膨脹と軸受の保護のため、テーブルローラの下方より水冷を行うと共に、ラインシャフト駆動の部分の歯車類は、すべて強制循環給油方式により冷却をかねた潤滑方式を採用している。

(第2図)

4.4 圧延機

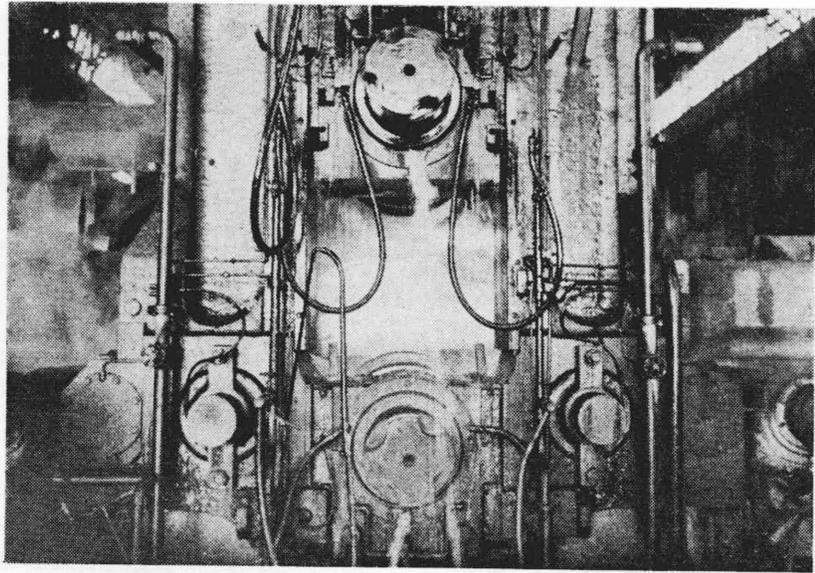
4.4.1 ロール軸受およびロール組替装置

主ロールの軸受には合成樹脂を使用し、下ロール上部にはスケール防止のため胴部端局シールを取りつけた半閉形である。メタルチョックは、ロールスタンド内面としゅう動する面には特殊銅合金を肉盛熔接し、焼付防止を考慮されている。

ロール組替の際には簡単に上メタルチョックを下メタルチョックに重ねることができ、第3図に示す下メタルチョックと別体の組替用そりに乗せて上、下ロールともスタンド外に引出され組替を短時間内に容易に行いうるよう考慮されている。

4.4.2 圧下装置

ロールバランスには60 kg/cm²の圧油を使用し、圧下ネジは高速のしゅう動に対して耐摩耗性を考慮し、雌ネジには特殊青銅を用い雄ネジの受圧面に熱処理を施した。圧下速度は約200 mm/sで、歯車類は高速のためすべて強制循環給油方式を採用している。



第5図 圧延中の圧延機

4.4.3 フィードローラ

前後面に2本ずつ、ロールスタンドに取り付け減速歯車を介さずそれぞれ単独の電動機にて駆動し、保守を便ならしめた。

このローラには4.3項にて述べた荷重が掛り、そのため軸受の形式および強度が問題になる。特にローラのたわみによる局部負荷が作用すると考えられるので、テーパローラベヤリングを使用し、合わせて電動機の容量の節約をはかった。

4.5 マニプレータ

ラックピニオン形電動式で、サイドガードは鋼塊からの熱の影響を考慮して鋳鋼製とした。高さ1,200mm、長さ6,400mmの大きさを有し、前後面の操作側、駆動側は連結軸により機械的に結合し前後面が同じ動きをするようになっている。

鋼塊転回用のフィンガの駆動機構は第6図に示すとおりのもので、特にコネクティングロッドの中をクランクがしゅう動し、フィンガが鋼塊に突当たった時の電動機、リンク、レバーなどの破損防止を考慮した。また駆動装置はすべてラックバーに取り付けられた一体の鋳鋼フレーム上に取り付けられラックバーと共に移動し得るものである。

4.6 せん断機および付属機器

(他社製)

既設のものを本設備中にそのまま使用したもので、おもなる仕様は3.1にて記したとおりである。

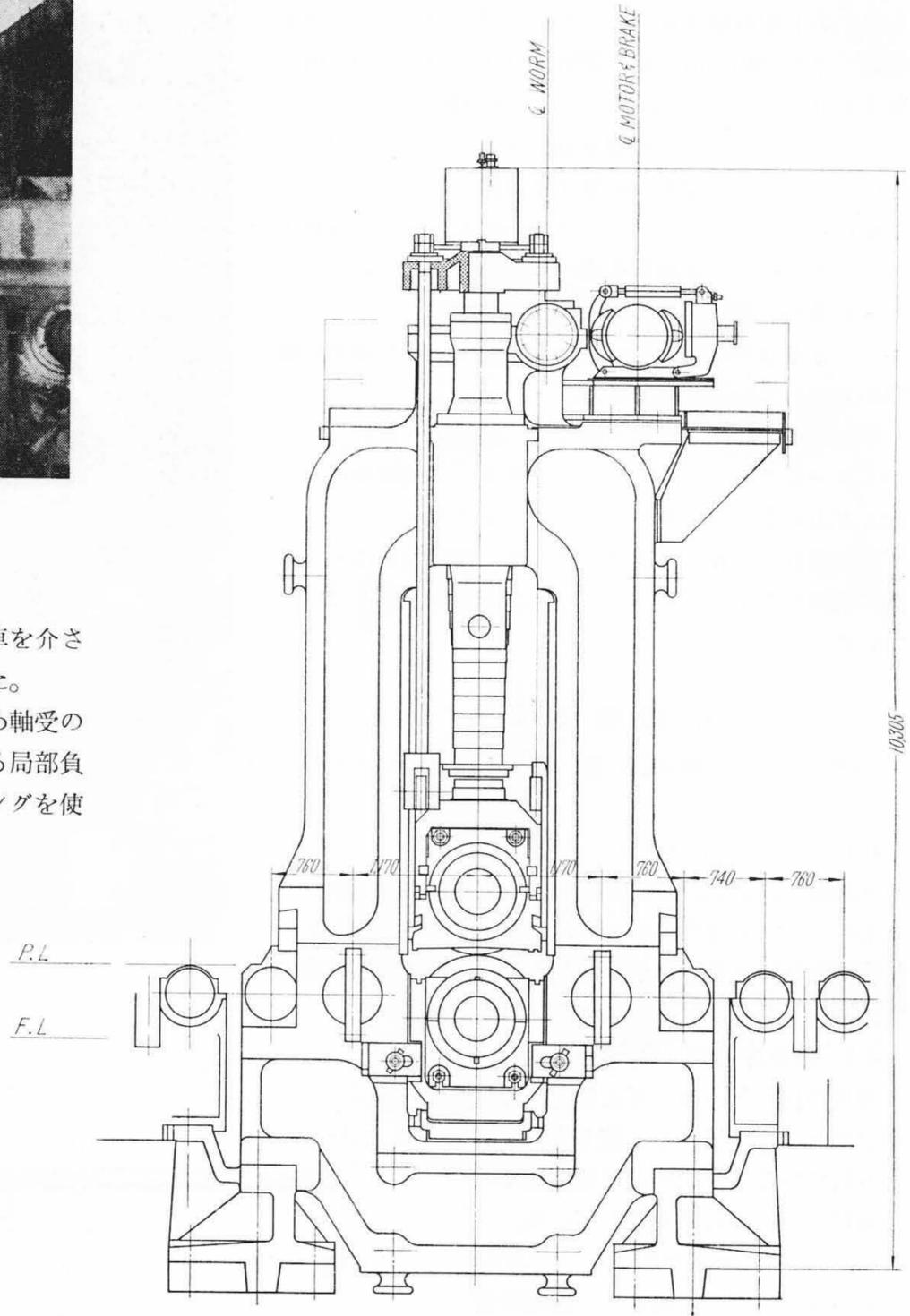
スラブせん断機としては水圧式と電動機があるがせん断圧力1,500t程度までは保守上の点からいって電動式を採用するのが普通で、3,000t程度になると電動機の容量が大きくなりすぎ、経済的な理由で油圧式を採用している。

定寸機はネジ形で測長1.5~6.4m、クランプ処理は空気シリンダ作動のクランププッシャによりせん断機の後面に落とし、クランプカーに入れロープ式のクランプホイストにて持ち上げて、圧延ヤードより外に出す形式を取っている。

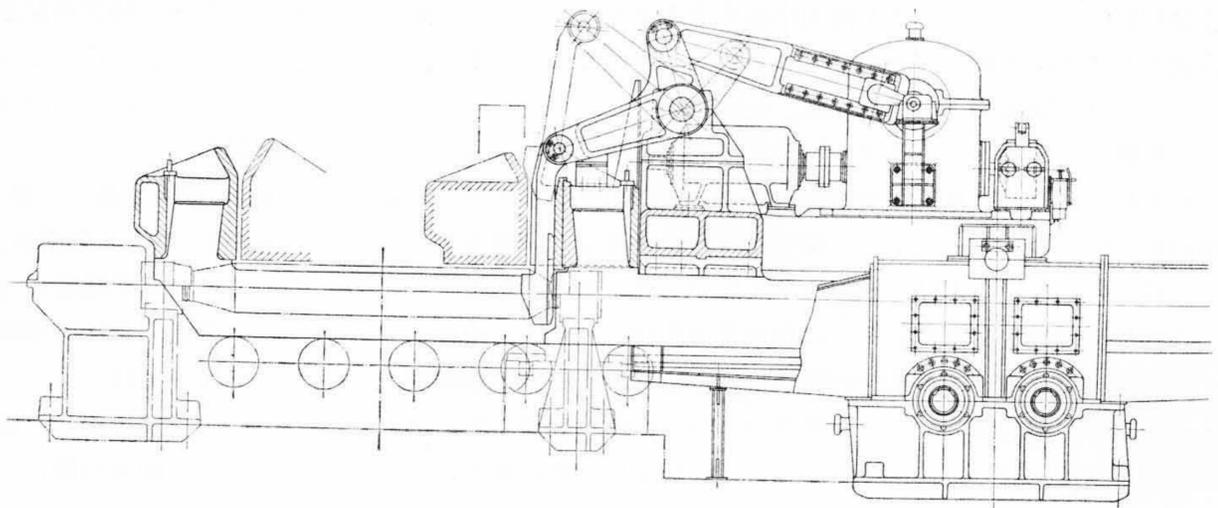
せん断機後面のテーブルはクランプ処理のためプルバック式テーブルが使用されている。

4.7 スラブプッシャ、スラブパイラ関係

せん断後のスラブをライン外に出し積重ねる装置で、プッシャは



第4図 圧 延 機



第6図 マニプレータ断面

ラックピニオン式、最大ストローク4,690mmでパイラには積重ねのちスキッドまで押出す。

パイラはマガジン式で2本のネジによりささえられ、能力は最大鋼塊1個分のスラブを処理するよう計画されている。将来生産量の増加した際はこの処理装置を1式追加するよう計画されている。(第9図)

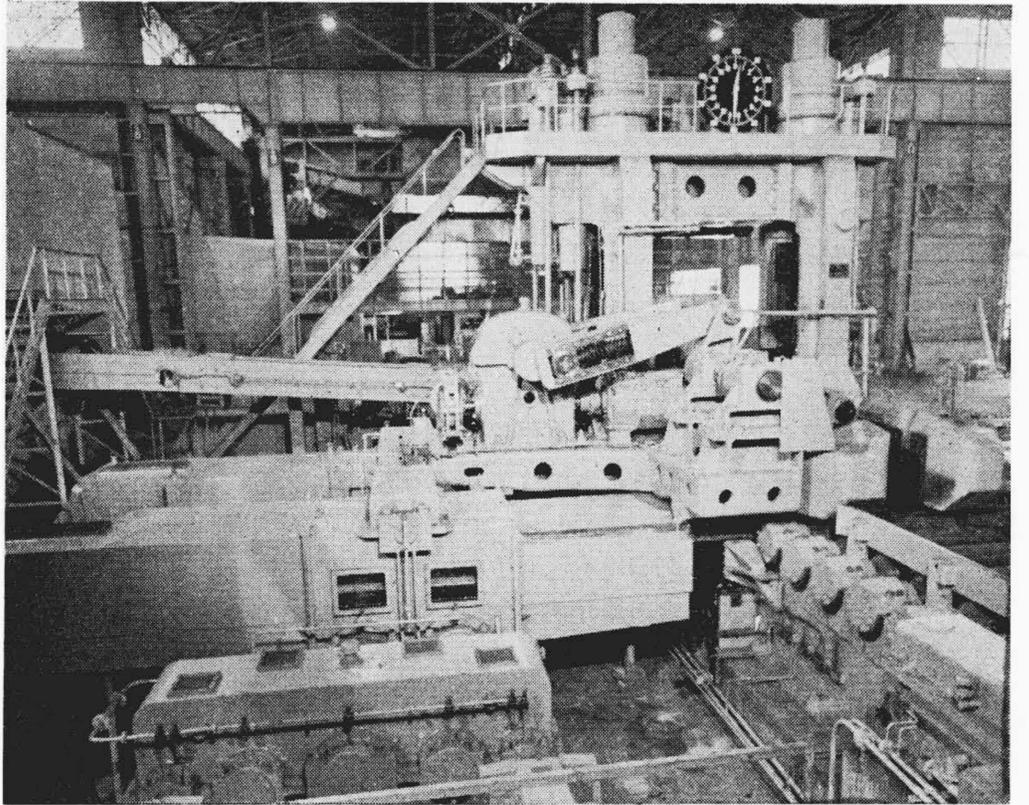
4.8 スケール除去装置

分塊圧延の際に発生するスケールの量は膨大なもので鋼塊重量の2～3%といわれている。本設備の能力は、240t/hでスケールの量は毎時7tにもなる。これを除去するのに流水式を採用し、インゴットレシービングテーブルよりせん断機までの間をテーブルの下に傾斜みぞを設け、圧水をみぞの末端より噴出させ圧延機の後面テーブルの下を最下部としてそれよりスケールピットに流し集める方式を採用している。また圧延機の近くは圧延中鋼塊の不良部が大きな塊りとなって落下するため、電動式ホイストを通し、拾い集めて台車にて搬出するようにしてある。

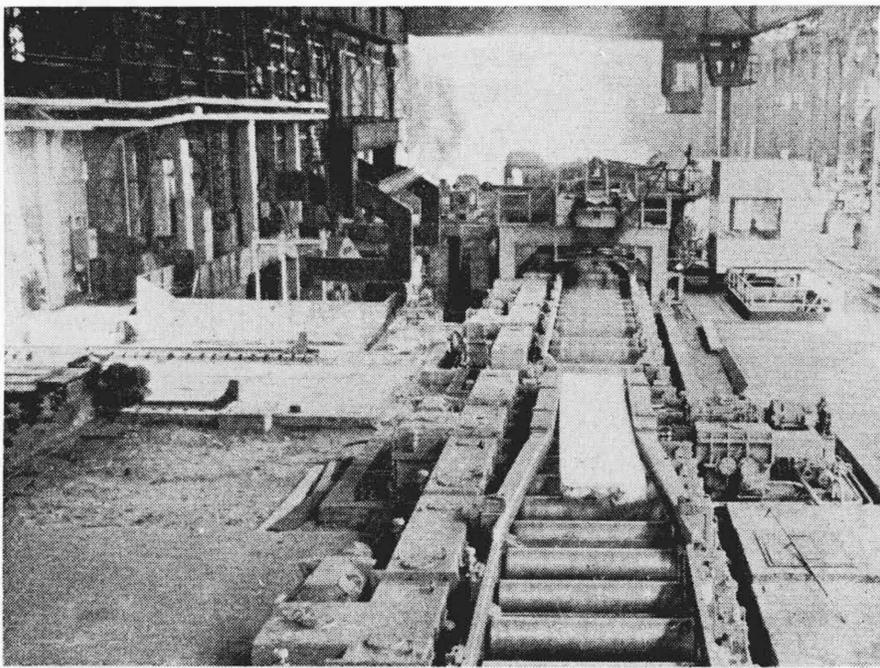
5. 結 言

上述のように分塊圧延設備として最新式、大容量の設備が、その主要部より補助部分まで純国産技術をもって完成され、しかも設計より営業運転まで、350日という短期間になし遂げられた。この間使用者メーカーおよび工事関係者が協力しその総合された力を十分に発揮して達成したものである。

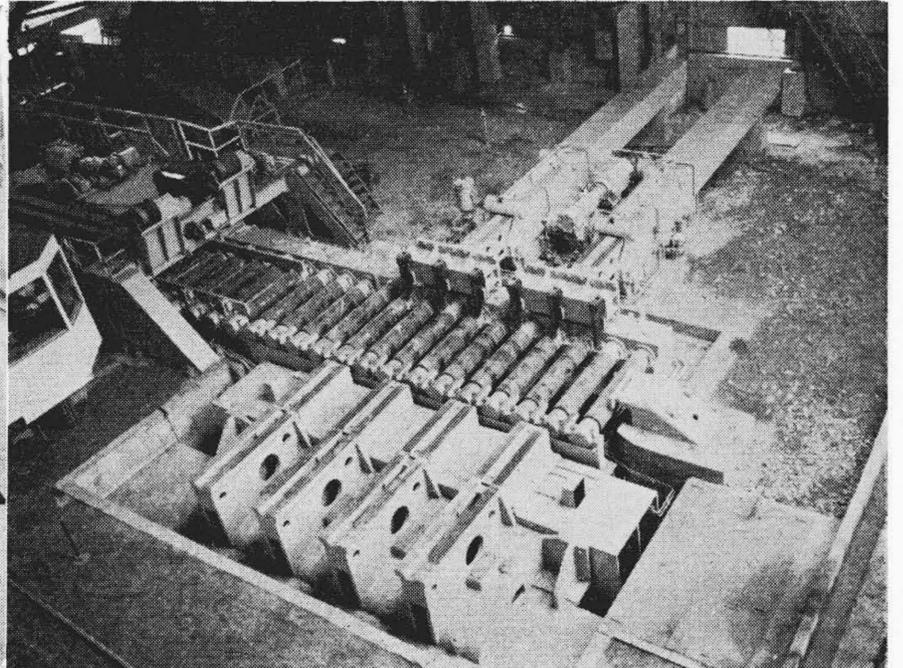
最後に本設備の製作に当り、設計より試運転まで終始一貫熱意あるご指導をいただいた富士製鉄株式会社殿および同社室蘭製鉄所の各位に深謝する次第である。



第7図 マニプレータ



第8図 サイドガイド



第9図 プッシャーパイラ