

最近の大形分塊圧延設備
Recent Progress of Large-sized Slabbing and Blooming Mills

谷口 哲二* 林 正 広*
Tetsuji Taniguchi Masahiro Hayashi

要 旨

最近の大形分塊圧延設備は、その規模、性能ともに飛躍的な進歩を続けている。本文は大形分塊圧延設備の最近の傾向と将来の展望について述べるとともに、圧延機、マニプレータ、せん断機などに開発された新技術について紹介する。

実績に基づき、最近の大形分塊圧延設備の傾向および新技術について紹介する。

1. 緒 言

最近のわが国の鉄鋼業は、粗鋼生産高予想、昭和46年度9,650万t、昭和50年度13,000~16,000万tとその躍進にはめざましいものがあり、世界の注目を集めている。分塊圧延設備においても表-1に示すように製品の大形化、作業能率の向上および省力化のために新技術ならびに自動化された設備が数多く設置され、設備の能力および性能については、世界の最高水準をゆくものとなっている。
日立製作所においては、最新1971年に株式会社神戸製鋼所、加古川製鉄所に納入したスラブおよびブルーム圧延兼用ユニバーサルスラッピングミルをはじめ、各製鉄所に数多くの分塊圧延設備を納入し、いずれも好調に稼働中である。これらの製作経験および稼働

2. 最近の分塊圧延機の傾向

2.1 生産量の増大および稼働率の向上

2.1.1 鋼塊および圧延機の大形化

表1は最近設置された大形分塊圧延設備を年代順に示したもので、これから鋼塊の大形化とともに圧延設備の大形化がすすみ、その生産能力の増大の傾向がよくわかる。
鋼塊の最大重量は、1950年代では10~20tが大部分であったが、最近では鋼塊単重最大40tの計画が普通で、なかには70tというのも計画されている。一方においては機械の大形化も進み、水平圧延機のロール径について比較しても900~1,000φ程度であ

表1-1 (1)わが国で最近設置された大形分塊圧延設備 (1961年以降)

会 社 名	製作年	形 式* (配 置)	ロ ー ル 寸 法 (mm)	主 電 動 機 (kW)	生 産 能 力 (kt/年)	成品最大幅 (mm)	最大鋼塊重 (t)	機 械 設 備 社 製 作 会 社	電機設備 製作会社
川崎製鉄 (千 葉)	1961	ユニバーサル (HV)	1,170φ×2,286L 965φ×2,130L	4,500×2 3,000×1	2,400	1,950	30	BK-日 立	富 士
新 日 鉄 (戸 畑)	1962	ユニバーサル (HV)	1,170φ×2,286L 965φ×2,130L	4,500×2 3,000×1	2,400	1,950	26	BK-日 立	富 士
新 日 鉄 (広 畑)	1963	ハ イ リ フ ト	1,310φ×2,895L	5,250×1	1,000	1,200	18	MESTA	三 菱
住友金属 (和歌山)	1964	2H, 4H コンビネーション	1,230φ×3,000L	3,700×2	2,000	1,650	30	SACK-石川島	東 芝
新 日 鉄 (名古屋)	1964	ユニバーサル (VH)	1,162φ×1,981L 940φ×2,134L	4,500×2 3,000×1	3,600	1,570	30	MESTA-三菱	安 川
新 日 鉄 (堺)	1965	ハ イ リ フ ト	1,350φ×3,300L	4,500×2	1,500	1,270	23	BK-日 立	日 立
日本鋼管 (福 山)	1966	ユニバーサル (HV)	1,170φ×2,286L 965φ×2,130L	4,500×2 3,000×1	2,400 (当初)	1,950	30	BK-日 立	日 立
川崎製鉄 (水 島)	1966	ハ イ リ フ ト	1,350φ×3,400L	4,000×2	1,700	1,900	25	BK-日 立	富 士
住友金属 (和歌山)	1966	ユニバーサル (HV)	1,330φ×2,300L 1,040φ×2,200L	6,000×2 3,750×1	4,800	1,900	33	SACK-石川島	東 芝
新 日 鉄 (堺)	1967	ユニバーサル (VH)	1,200φ×1,800L 940φ×1,600L	4,100×2 3,000×1	4,800	1,500	18	MESTA-三菱	三 菱
日新製鋼 (呉)	1968	ユニバーサル (HV)	1,280φ×2,440L 1,020φ×2,210L	4,500×2 3,000×1	2,400	1,840	18	BK-日 立	日 立
新 日 鉄 (君 津)	1968	ユニバーサル (VH)	1,300φ×2,800L 1,040φ×2,400L	6,700×2 3,700×1	4,500	2,200	40	石 川 島	三 菱
新 日 鉄 (名古屋)	1969	ユニバーサル (VH)	1,300φ×2,800L 1,000φ×2,500L	5,600×2 3,000×1	3,000	2,400	40 (70)	BK-日 立	三 菱
川崎製鉄 (水 島)	1969	ユニバーサル (HV)	1,300φ×2,800L 1,050φ×2,280L	5,000×2 3,500×1	5,000	2,200	40	MESTA-三菱 JACK(シャ-)	富 士
日本鋼管 (福 山)	1969	ハ イ リ フ ト [(V)H]	1,350φ×3,400L	5,600×2	2,400	1,950	40	BK-日 立	富 士
神戸製鋼 (加古川)	1971	ユニバーサル (VH)	1,320φ×2,800L 1,040φ×2,400L	5,600×2 3,000×1	5,000	2,200	40	BK-日 立	日 立
住友金属 (鹿 島)	1971	ユニバーサル (HV)	1,300φ×2,800L 1,040φ×2,500L	6,720×2 3,700×1	6,000	2,300	40	石 川 島	日 立

注：* ユニバーサルミル配置で HV は水平ミル前面垂直ミル後面 VH は垂直ミル前面水平ミル後面を表す

* 日立製作所日立工場

表 1-2 (2)外国に於て最近設置された大形分塊圧延設備 (1961 年以降)

会 社 名	製作年	形 式* (配 置)	ロ ー ル 寸 法 (mm)	主 電 動 機 (kW)	生 産 能 力 (kt/年)	成品最大幅 (mm)	最 大 鋼塊重量 (t)	機 械 設 備 メ ー カ ー
R. T. B SPENCER (イギリス)	1962	ユニバーサル (HV)	1,140φ×2,030 L 915φ	4,500×2 3,700×1	2,800		34	UE
AUGUST THYSEN HÜTTE BEECKERWERTH (西ドイツ)	1963	ユニバーサル (HV)	1,250φ×2,550 L 1,000φ×3,100 L	6,000×2 3,300×1	4,000~ 6,000	2,050	35	DEMAG
ESPERANCE LONGDOZ (ベルギー)	1963	ユニバーサル (HV)	1,220φ×2,600 L 1,000φ×2,350 L	5,500×2 3,700×1	4,000		35	SACK
ITALSIDER TARANTO (イタリア)	1964	ユニバーサル (HV)	1,170φ×2,286 L 965φ×2,130 L	4,500×2 3,400×1	4,000	1,850	35	BK
SIDMAR STAHL (西ドイツ)	1967	ユニバーサル						SECIM
ARMCO STEEL MIDDLE TOWN (アメリカ)	1968	ユニバーサル	1,220φ×2,440 L 1,020φ×2,060 L	4,500×2 2,940×1	4,800	2,080	32	MESTA
ROYAL NETHERLAND ISMUIDEN (オランダ)	1969	ユニバーサル (VH)	1,370φ×2,550 L 1,220φ×2,750 L	5,200×2	6,000		45	SACK MESTA
FORD MOTOR (アメリカ)	1969	ユニバーサル (VH)	1,230φ×2,290 L 1,020φ×2,140 L	4,500×2 3,300×1	4,300	2,000	45	BK
BETHLEHEM STEEL BURNSHARBOR	1970	ユニバーサル (VH)	1,270φ×2,060 L 1,020φ×2,060 L	4,500×2 3,750×1	4,000	1,930	36	MESTA

注：* ユニバーサルミル配置で HV は水平ミル前面，垂直ミル後面 VH は垂直ミル前面，水平ミル後面を表す

ったものが、1,300~1,500φに、主電動機容量においては、4,000~6,000 kW 位であったものが、9,000~14,000 kW となっている。これらと並行して機械の性能は向上し、さらに圧延技術の向上により飛躍的な生産能力の増大をもたらしている。スラブ圧延においては、鋼塊20 t 程度のタンデム圧延は常識化しており、25~30 t 程度までのタンデム圧延、そして70 t 程度のシングル圧延が普通に行なわれる日も近いものと思われる。

2.1.2 ユニバーサルミル化

スラブ圧延専用プラントは、表 1 から明らかなように従来ハイリフト式二重水平圧延機であったものが、垂直、水平両ロールをあわせ持ち圧延能力の大きいユニバーサルミルに完全に変わっているといってもよからう。

(1) ユニバーサルミルにおけるロール配置

垂直、水平の両ロールをあわせ持つユニバーサル分塊ミルで、いずれのロールを前面に置くかは下記の得失を勘案し、各製鉄所の実情により慎重に決定されるべきものである。

条 件

(a) 垂直ロールは、その駆動ベベルギヤーの強度上、圧延トルクに制限があり厚物鋼塊での大量の幅圧下は、水平ロールによるほどとすることはできない。

(b) 垂直ロールに送り込むときの鋼塊の幅方向（ロール軸方向）位置は、10~20 mm 単位の調整が必要であり、ミル運転室は、常に垂直ロールが直接見られる側に設置されねばならない。

得 失

H. V. 配列（水平ミル前面，垂直ミル後面配列）の場合

運転室は垂直ミル側、すなわち後面となり、水平ミルによる幅出しエッジングパス 1 回または 3 回後、後面で転回し通常の減厚圧延にはいることになる。鋼塊の幅種類が多く、大部分の成品スラブ幅は水平ミルロールによる 1 回の幅出し、その後の垂直ロールによる圧延で出せる場合は、H. V. 配列とすることにより生産能率および歩どまりを著しく高めることができる（鋼塊幅と成品スラブ幅が 100 mm 増すごとに、圧延のままのスラブのフィッシュテールの増大により、1% ずつ歩どまりが落ちるという報告がある⁽¹⁾）。ただしこの場合、造塊工場は管理がかなり複雑になることはやむをえない。成品スラブ上面のデスケーリングは、鋼塊の幅方向のテーパがはなはだしく大きくない限り水平ロールによる 1 回のエッジングパスのみで、まずじゅうぶんといえる。

V. H. 配列の場合

上記と逆に鋼塊の幅種類を少なくしておけば、多種の幅出し圧延を圧延側でやらねばならず、水平ロールによるエッジング、デスケーリングパスは 1 回では不じゅうぶんで、最小 2 回は必要となる。大部分のエッジングパスが 2 回という場合は、V. H. 配列となり圧延機の前面側に運転室をおくことになる。

また後述するような特殊なマニプレータを置き、ユニバーサルミルでスラブのみでなく角鋼塊からブルームをカリバー付きの水平ミルのみで圧延しようとする場合は、ブルーム圧延のカリバーおよびパス計画から鋼塊の転倒操作上運転室はミルの前面側に置く必要が多く、この際は付随的に V. H. 配列となる。

(2) ユニバーサルミルにおける全フラット圧延

水平、垂直両ロールをあわせ持ち高生産能率という特徴を最高に発揮させるため、水平ミルによる初期エッジングパスを行わず、全パスをフラットで圧延する方式が採られている例がある。これに徹すれば、水平ロールのリフトは低くてよく、スピンドルカップリングの長さの短縮により機械室の幅が小さくなり設備費も低減される利点も出てくるが、先に述べたように鋼塊の幅は種類が多くなり、またスケールのスラブ上面への食い込みなどの問題があり、高圧水のデスケーリングの活用も必要となるなどの問題も生じてくるので、本方式による圧延はまだ一般的となっていない。ただし鋼塊、特に大重量鋼塊の転倒操作が不必要となることによる機械、特にミル前面、後面テーブルおよびマニプレータの損傷が著しく軽微となる利点は見のがせないであろう。

(3) 水平、垂直ロール間の距離

生産能率のうえに、垂直圧延機と水平圧延機間の距離が大きな影響を及ぼすことは見のがせない。垂直圧延機と水平圧延機間の距離が 400 mm 伸びるとすると、年間約 200~300 時間程度の損失となる。この距離を縮めるために圧延機のハウジングの構造、フィードローラ配置、水平圧延機の圧下装置と垂直圧延機の駆動装置の関係、垂直ロールの組替方法、各主電動機の配置などと多方面からの検討を重ねてゆかねばならない。しかし、この距離の短縮を図るあまり、機械強度を犠牲にして不測の設備停止を惹起（じゃっき）することのないようじゅうぶんの注意を必要とする。

2.1.3 稼働率の向上

分塊圧延の特質、機器の特性をじゅうぶんに把握（はあく）し、保守点検を容易にするとともに、保守時間を極力短くし、さらに圧延作業上の設備の停止時間を少なくしなければならない。

(1) 迅速ロール組替方式

最近、ロール組替のサイドシフト方式が採用され、組替時間も10～15分程度になってきたが、メタルチョックへの給油脂配管の着脱、ロールとスピンドルとの自動心合せ、キャリバー合せの自動化、分塊圧延設備という悪条件下でもじゅうぶんの耐久性のあるリミットスイッチなどの開発により、全自動迅速組替方式の開発が必要と思われる。

(2) せん断機の刃物交換の迅速化

スラブ圧延設備用のせん断機の刃物は、スラブサイズに特に関係ないのでサイズごとの交換が必要でなく、刃物自体の寿命の延長が急務である。ビームブランク圧延設備用などのように総形刃物を使用するものは、圧延機のサイズごとの刃物交換が必要となり短時間での交換が稼働率の向上に直接関係する。日立製作所が開発したカートリッジ式シャーもこの一方案であり、さらにそれ以上の改良が検討されている。

(3) スラブ、ブルームの兼用圧延

ユニバーサルミルによりスラブおよびブルームを稼働率を落すことなく圧延可能とする設備の要求もある。垂直圧延機を使わず、水平圧延機のキャリバーロールによるブルーム圧延となり、マニプレーションを容易にするために垂直圧延機側のサイドガイドの延長が必要となるが、日立製作所は遠隔操作チルト式延長ガイドを開発しており、すでに好調に稼働中である。

2.2 労力の削減

2.2.1 コンピュータコントロール

コンピュータコントロールの使用範囲の拡大はめざましく省力化、自動化、情報処理のスピードアップにその威力をいかんなく発揮している。最近の分塊圧延設備においては、造塊工場における出鋼、インゴットの型抜きから始まり、均熱炉における温度の自動制御抽出時間のアウトプット、圧延設備の自動運転および生産されたスラブ、ブルームの情報連絡まで行なわれ、次の圧延工場への圧延管理までが迅速かつ確実にこなわれ、スラブやブルームの在庫の減少にも非常に有効である。圧延機まわりの自動運転について一例を紹介すると、鋼塊が圧延機に近づくと、あらかじめ与えられている鋼塊情報によりマニプレータでセンターリングし、第1パスの圧延を行なって鋼塊の変形抵抗を求め、最適圧延スケジュール(圧下量圧下速度など)を自動的に設定し圧延する。圧延機の正逆転、ローラテーブルの正逆転、マニプレーションなどは圧延機回りのトラッキングシステムにより自動化されている。圧延が完了すれば、圧延の仕上がり方法は自動的にコンピュータに送り込まれ、次の作業の指令が次工程の機器に出される。また運転室への作業指示はディスプレイで鋼塊単位に指示され、自動的に更新される方式が採用されている。

2.2.2 保守点検の簡素化

コンピュータコントロールの採用、ロール組替やせん断機の刃物の自動組替の採用などにより、圧延設備も徐々に省力化されてきているが、保守点検が容易で、かつ少ない機器の開発が望まれている。特に大形化に伴い各機器は、熱影響、スケール、水などの対策に細心の注意を払うとともに、負荷条件についてもじゅうぶんな配慮が行なわれないかぎり期待どおりの性能は発揮され得ない。一方、高性能で自動化された設備は定期的な点検、管理を必要とすることは明らかである。

2.3 品質の向上

インゴット搬入ラインに、デスケーリング装置を設けて鋼塊のスケール除去を行ない、さらに圧延機の前面、または後面にデスケーリング装置を設定することにより製品のスケールによる品質低下や、ホットスカーフアーによる削除量の減少を図ろうとする動きが

あるが、種々の解決すべき問題があり、常用を実現するに至っていない。

製品の板厚精度は、ロールネックの軸受にころがり軸受の採用と自動化により従来の平軸受に比べ、大幅に向上し製品の歩どまりも向上してきた。一方、せん断時に発生する材料の曲り変形は、次の圧延工程に支障を起こすため、この変形量を少なくするために種々な方法が採用されているが、日立製作所で開発したダウンカットシャーによるせん断時に上刃物と連動してデプレスするテーブルは、きわめて好調でナイフによる圧痕(あつこん)の減少にも大きな効果を発揮している。

3. 設備の概要

最近納入した大形分塊圧延設備の概略仕様は、表2に示すとおりである。鋼塊寸法の増大にともない、各機器の大形化はもちろんのこと、設備能力の増大も新しい技術の導入により着実に実現されている。図1は、日本鋼管株式会社福山製鉄所へ納入した分塊圧延設備の全体配置図である。図2は、日立製作所が納入した大形分塊圧延設備の配置図を示したものである。一般的に、設備の全長は長くなりつつあるが、これは各製鉄所の実状により慎重に決定されるべきものである。

4. 主要機器の構造

主要機器の仕様は、表2に示すとおりであるが、次にそのおもな特徴について述べる。

4.1 水平圧延機

4.1.1 ロールネック軸受およびキーパプレート

ロールネック軸受には、4列テーパローラベアリングを採用しているが、分塊圧延機のロールネックにころがり軸受を採用することは、国内では日立製作所が先鞭(せんべん)をつけたもので、すでに大形分塊圧延機十数プラントでじゅうぶんの実績を有しており、ロールのスラスト調整が容易で、平軸受のような摩耗の問題がなく、保守の簡便化、成品精度の向上、圧延動力の節減に大きな効果を発揮している。

ブルーミングミル、ビームブランクミルおよび形鋼圧延設備の前面に設けられるブレイクダウンミルなどは、正確なキャリバー調整を必要とする。このような圧延機の上ロールのスラスト受装置は、塵埃(じんあい)のふん囲気の中でひん繁なロールの昇降を繰り返す、かつ大きなスラスト荷重がかかるという過酷な使用条件のもとで避けえないガイド部分の摩耗の補正が容易で、ロール組替を迅速化するために油圧作動のクサビロック方式の上メタルチョッククランプを採用している。下ロールは、上ロールに対する軸方向位置を油圧または、電動で調整される。上下ロールのキャリバー合わせが容易なので、常に正しい形状の成品を得ることができる(特許申請中)。

ロール組替は、上下ロールを重ねた状態で同時に引き出して行なう方式で、上下チョック間のスペーサブロックは油圧操作により下ロールのスラスト受装置と連動した構造で、人員の節減とロール組替時間の短縮を図っている。ロールバランスは、油圧式で圧延機の操作側、駆動側に各1本、計2本のシリンダで行なわれ、安定したバランスが可能となっている。

4.1.2 圧下装置

圧下装置は、従来の経験に基づき慣性が小さくて保持トルクの大きいエアブレーキの併用により、圧延機のかみ込みの際の圧下ネジの戻りを防ぎ、成品精度の向上を図るとともに、圧下メネジの寿命を延ばすよう考慮されている。圧下オネジとメネジのしゅう動部は、極圧性の高い高粘度の潤滑油により強制給油され、日

表2 主要機器の仕様（日立製）（納入順）

納 先		川 崎 製 鉄（水島）	日 本 鋼 管（福山）	新 日 鉄（名古屋）	神 戸 製 鋼（加古川）
仕 様	鋼 塊 寸 法 厚 さ × 幅（mm）	610/1,160 T×790/2,050 W	800/1,000 T×800/2,150 W	600/1,300 T×900/2,500 W	520/1,000 T×650/2,300 W
	長 さ, 重 量（ton）	2,500/1,800 L, 26	1,600/3,000 L, 40	2,000/2,600 L, 40（70）	1,600/2,600 L, 40
	製 品 寸 法 ス ラ ブ（mm）	100/500 T×1,000/1,900 W	70/500 T×900/1,950 W	80/600 T×600/2,400 W	70/650 T×650/2,200 W
	ブ ル ー ム（mm）	180/350×180/350	350/200×600/200		295/300×360/300
	ビ ー ム ブ ラ ン ク（mm）	250/500 H×500/1,300 W	250/750 H×400/1,300 W		
水 平 ミ ル	ロ ー ル 寸 法（mm）	1,350/1,500φ×3,400 L	1,350/1,500φ×3,400 L	1,300φ×2,800 L	1,320φ×2,800 L
	主 電 動 機 仕 様	kW rpm 2台 DC 4,000 30/60	kW rpm 2台 DC 5,600 35/70	kW rpm 2台 DC 5,600 35/70	kW rpm 2台 DC 5,600 35/70
	圧 延 圧 力（ton）	max 2,600	max 2,700	max 3,200	max 3,000
	ロ ー ル リ フ ト ロ ー ル ネ ッ ク ベ ア リ ン グ ロ ー ル パ ラ ン ス（mm）	2,100 4列テーパローラベアリング 油 圧 式	2,250 4列テーパローラベアリング 油 圧 式	2,500 4列テーパローラベアリング 油 圧 式	2,500 4列テーパローラベアリング 油 圧 式
	圧 延 速 度（mm/s）	max 300	max 304	max 235	max 273
	モ ー タ 仕 様	kW rpm 2台 DC 120/300 420/1,260	kW rpm 2台 DC 150/341 480/1,100	kW rpm 2台 DC 185/420 435/990	kW rpm 2台 DC 150/360 480/1,150
	ス ク リ ュ ー（mm）	457φ P62.5	500φ P68.0	500φ P68.0	500φ P68.0
	フ ィ ー ド ロ ー ラ 寸 法（mm）	500φ×3,400 L	550φ×3,400 L	600φ×2,800 L	550φ×2,800 L
	モ ー タ 仕 様	kW rpm 4台 DC 30/60 84/168	kW rpm 6台 DC 39/78 90/180	kW rpm 4台 DC 35/70 89.5/179	kW rpm 4台 DC 37/74 87/174
	スピンドルカップリング形式	ユニバーサル形	ユニバーサル形	ユニバーサル形	ユニバーサル形
		プッシュフォワード式	プッシュフォワード式	プッシュフォワード式	プッシュフォワード式
	ス ピ ン ド ル 径（mm）	580φ	640φ	640φ	640φ
	ス ピ ン ド ル 長 さ（mm）	8,550	9,800	11,340	10,200
	ロ ー ル 組 替 装 置	油圧式ダブルスレッド	油圧式ダブルスレッド	油圧式シングルスレッド	油圧式ダブルスレッド
垂 直 ミ ル	ロ ー ル 寸 法（mm）	ナ シ	将来垂直ミルが増設可能な構造となっている	1,000φ×2,500 L	1,040φ×2,400 L
	主 電 動 機 仕 様			kW rpm 1台 DC 3,000 55/135	kW rpm 1台 DC 3,000 55/135
	ロ ー ル 開 度 ロ ー ル ネ ッ ク ベ ア リ ン グ ロ ー ル パ ラ ン ス			max 2,800 4列テーパローラベアリング 油 圧 式	max 3,360 4列テーパローラベアリング 油 圧 式
	圧 下 速 度（mm/s）			max 104.5	max 116.0
	モ ー タ 仕 様			kW rpm 2台 DC 185/420 435/990	kW rpm 2台 DC 150/340 480/1,100
	ス ク リ ュ ー（mm）			305φ P38.0	305φ P38.0
	フ ィ ー ド ロ ー ラ 寸 法（mm）			600φ×2,800 L	550φ×2,800 L
	モ ー タ 仕 様			kW rpm 2台 DC 35/70 89.5/179	kW rpm 2台 DC 37/74 87/179
	スピンドル形式			ユニバーサル形	上部 プロベラ形 下部 ユニバーサル形
				ブルバック式	ブルバック式
せ ん 断 機	ス ピ ン ド ル 径（mm）			420φ	420φ
	ス ピ ン ド ル 長 さ（mm）			4,260	4,300
	形 式	電動ダウンカット	電動ダウンカット カートリッシャー	電動ダウンカット	他 社 製 既 設 品
	せ ん 断 力（ton）	2,000	2,300	2,600	流 用
	主 電 動 機	kW rpm 2台 DC 1,000 460	kW rpm 2台 DC 1,850 450	kW rpm 2台 DC 1,300 500	
機	刃 物 ス ト ロ ー ク（mm）	600	880	500	
	せ ん 断 回 数（回/min）	11.2	8	12	
	せ ん 断 材 寸 法（mm）	スラブ 350 T×1,900 W	ビームブランク 750 H×1,300 W	スラブ 350 T×2,400 W	

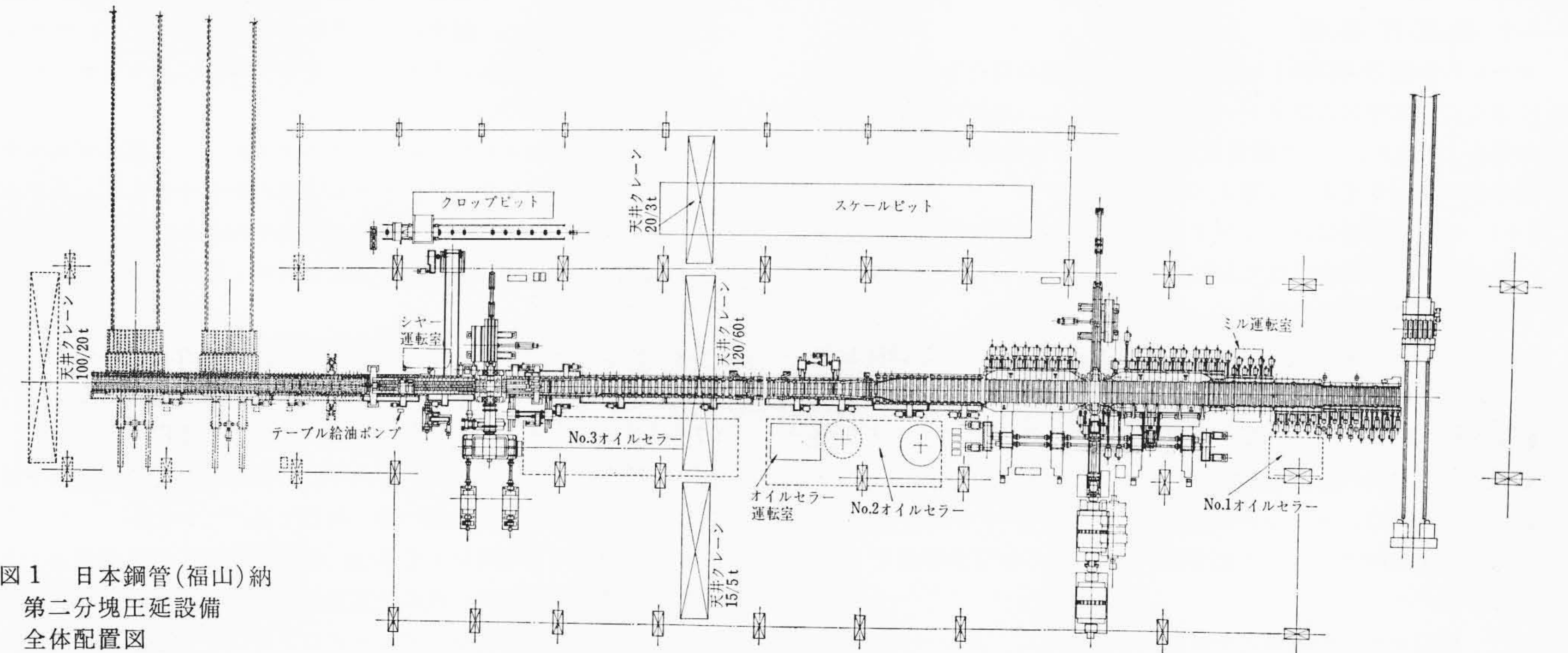


図1 日本鋼管(福山)納
第二分塊圧延設備
全体配置図

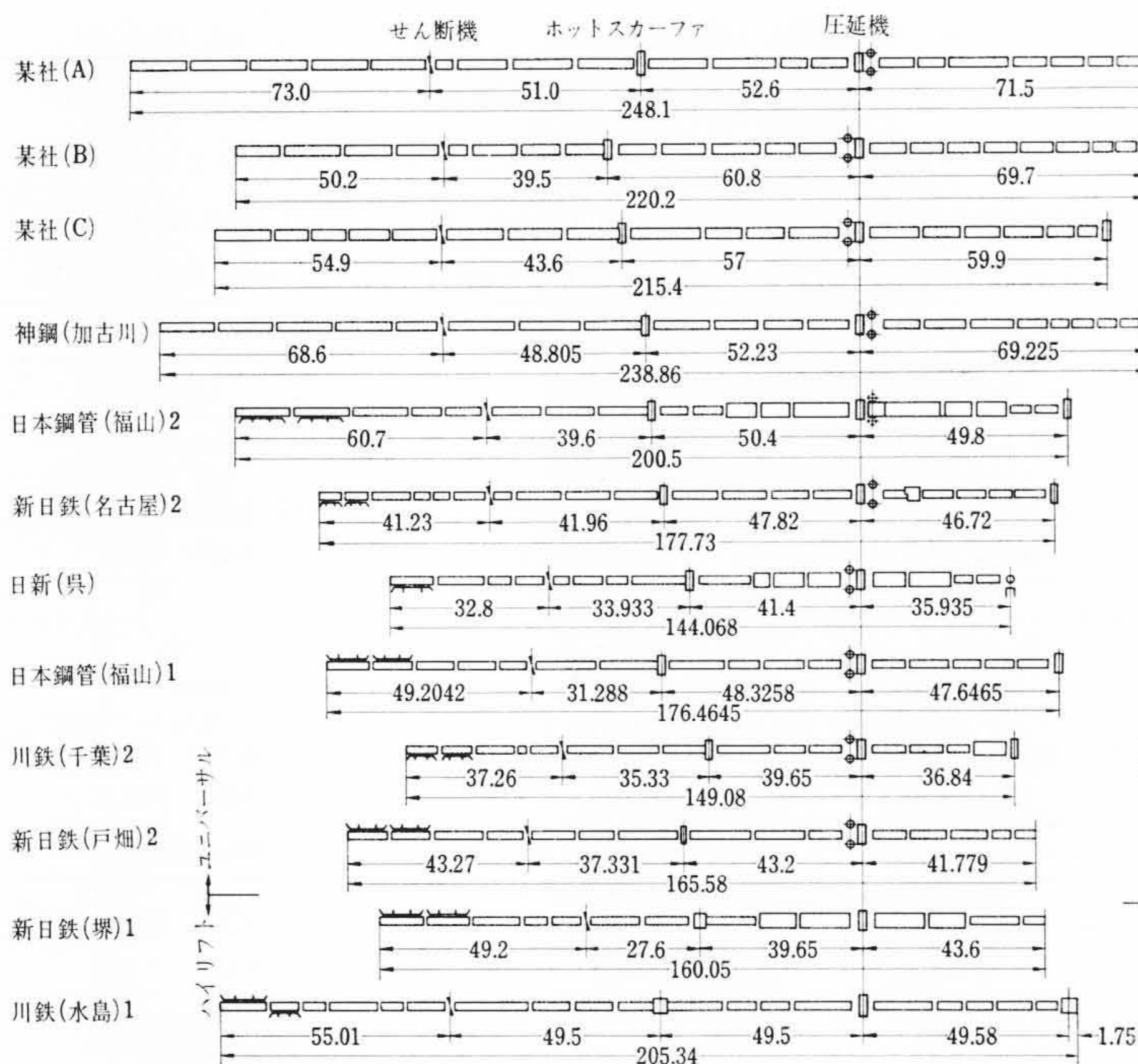


図2 大形分塊圧延設備配置図

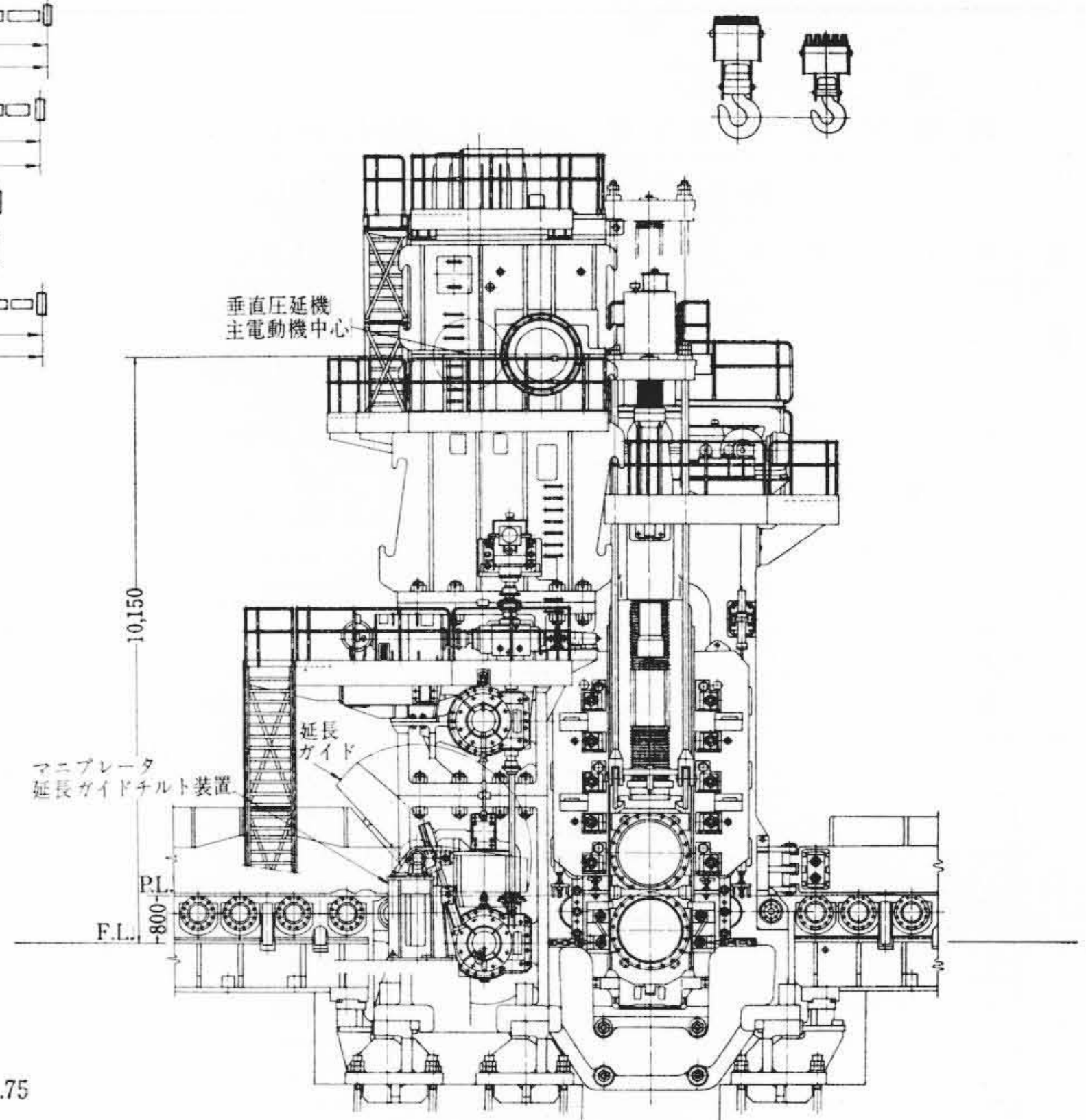


図3 水平、垂直圧延機

立製作所独特の給油方法とあいまってメネジの寿命の著しい延長を実現している。圧下装置の誤操作により、万一、ネジを締め切っても、圧下ウォーム軸に設けられたブリードラムをクレーンで操作することにより、簡単に締切りを解除できるような装置になっている。

4.1.3 ロール駆動装置

ロールを駆動するスピンドルカップリングの圧延機側スリッパメタルの潤滑は、地上設置のグリースポンプからタイマーによる自動給脂を行なう方式で、本方式は、日立製作所が納入した大形分塊圧延機の数多くのプラントで好成績を発揮している方法で、労力の節減およびスリッパメタルの寿命の延長に、きわめて大きな効果を発揮している。またモータ側のスリッパメタルの潤滑は、循環給油方式である。

スピンドルには、ロール組替高さに応じてスピンドルの高さを遠隔調整できる高さ設定装置を設け、ロール組替時間の短縮を図るとともに、モータ側スリッパメタル組替作業を容易かつ迅速にするために、油圧作動のスピンドルプッシュフォワード機構も備えている。

4.2 垂直圧延機

ロールの駆動方式に新しい方法を採用し機械の高さを低くすることにより、電気室およびクレーン高さを低くし、建屋の設備費の低減を図るとともに、ロール組替えが簡単で容易な構造となっている。詳細は次のとおりである(図3、4参照)。

- (1) ロール駆動は、トップドライブ方式で駆動装置は圧延機のハウジング上に固定されており、しゅう動による摩耗部品をなくするとともに、潤滑油の漏えいのない構造である。
- (2) ロール駆動装置を主電動機より上方に設け、主電動機および垂直圧延機本体の高さを低くしている。さらに、主電動機と垂直圧延機間にオフセットギヤーを設けることにより、水平圧延機と垂直圧延機間の距離を短縮するとともに操作側、駆動側の両駆動装置の間には、ロールを直接クレーンによりつりあげるに必要な間隔を設けて、ロール組替時のクレーンの高さを低くしている。
- (3) 垂直ロールの組替えを容易にするために、クレーンフック

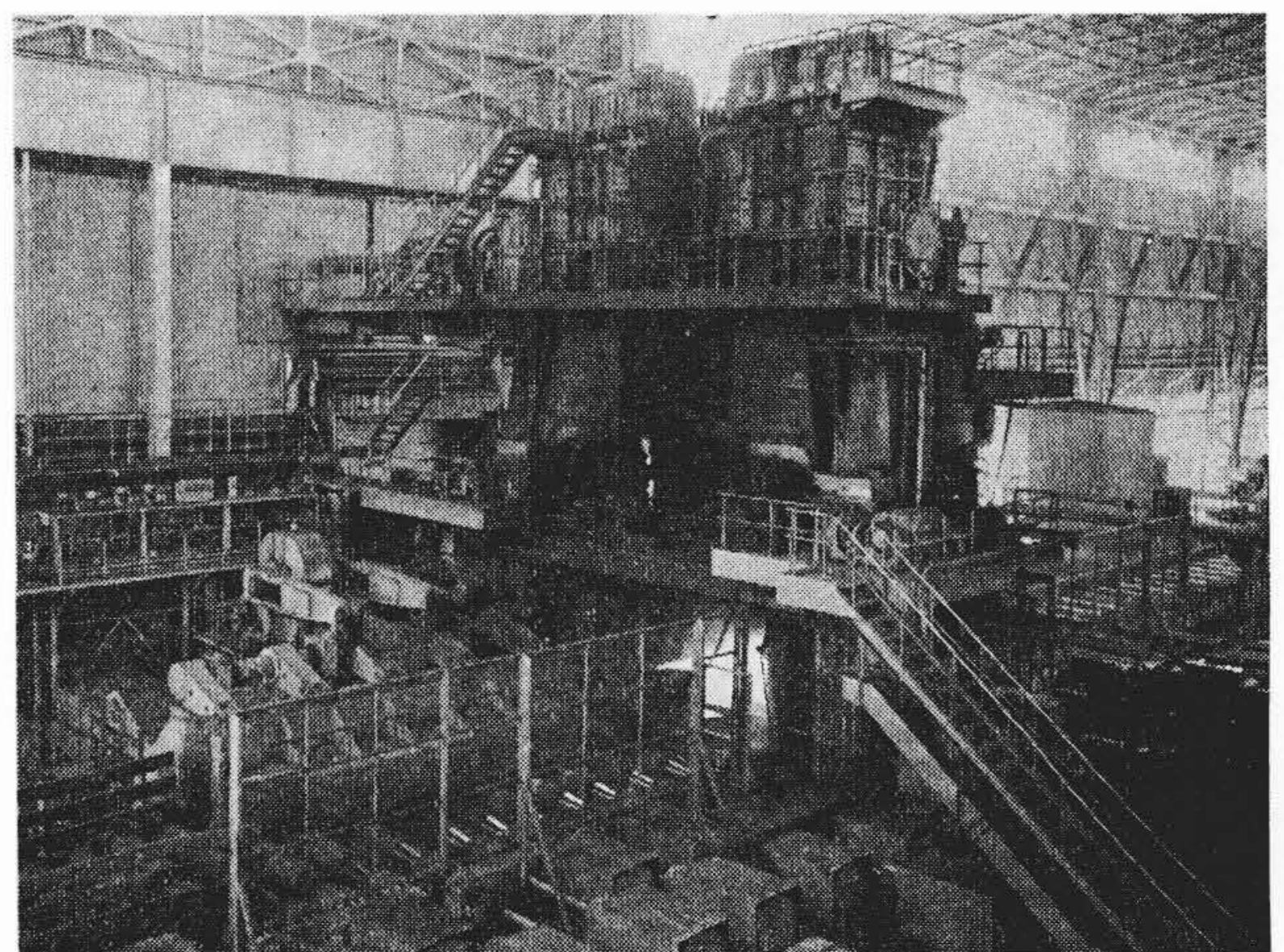


図4 稼働中の分塊圧延機

によるロールの直接つりあげ方式を採用している。

(4) ロールネックの軸受には、水平圧延機と同様にころがり軸受を用いるとともに、従来のヨークを介する構造でなく、ハウジングに直接ガイドされる方式とし、変形や摩耗によるトラブルの少ないものとなっている。

(5) ロール駆動スピンドルカップリングには、上部はプロペラシャフト、下部はスリッパメタル方式の組合せとして、スリッパメタルの摩耗によるスピンドルの降下の恐れのないものとしているが、いずれにも自動潤滑方式を採用し保守の軽減と寿命の延長を図っている。

(6) スピンドルカップリングの押上げ装置を有し、ロール組替えは遠隔操作により簡単に行なうことのできる構造である。

(7) ユニバーサルミルにおいて、従来の手動操作では、垂直、水平圧延機のロール周速は、それぞれの圧下量に応じて手動で補償され、誤差分は主電動機の垂下特性で逃げていたが、これでも設定ミスなどにより同時圧延時は、過大の衝撃トルクが発生することは避けられず、特に垂直圧延機の駆動系に損傷を与えることが多かったが、今回はコンピュータによる圧下量補償の自動制御

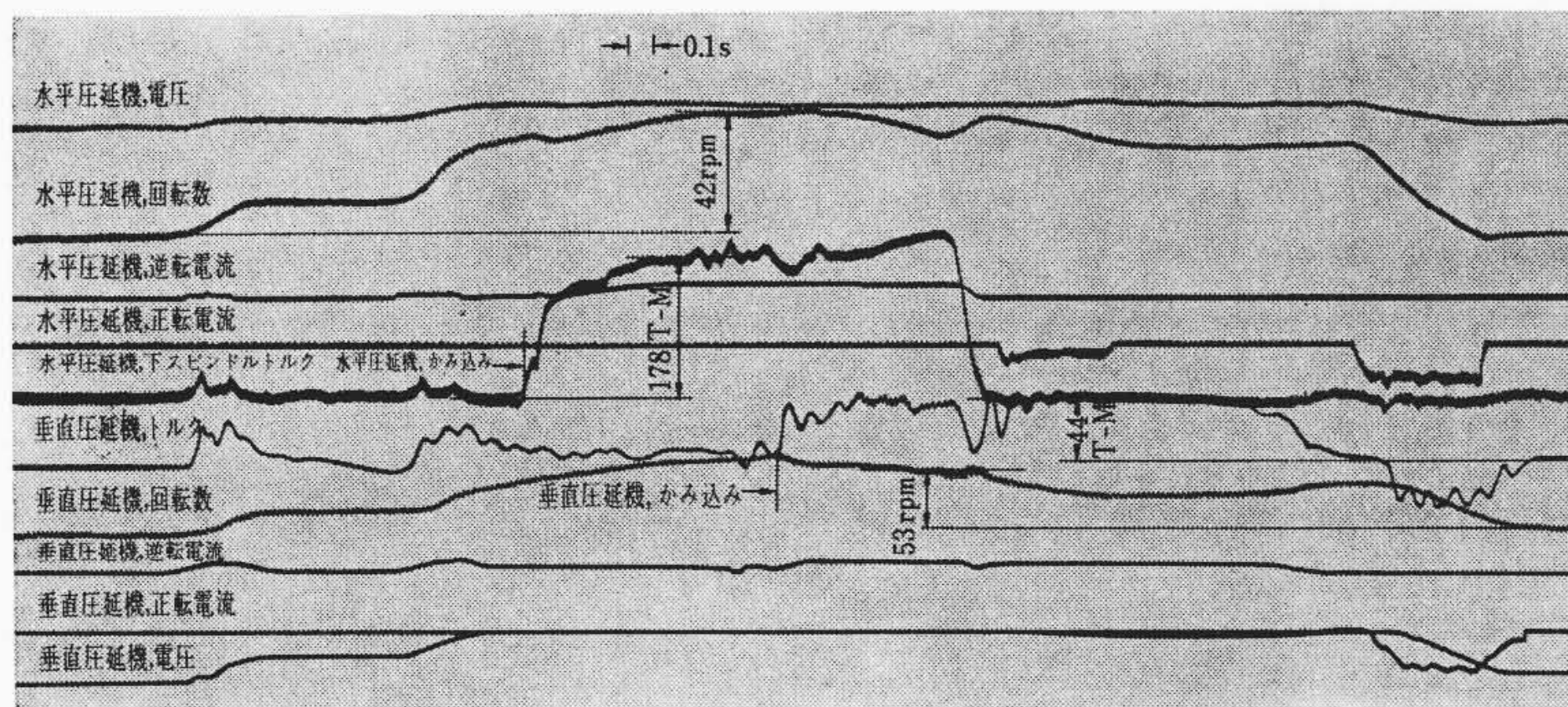


図5 水平圧延機垂直圧延機の負荷状況

を行なうことにより、負荷トルクの変動はきわめて小さくすることが可能となった。図5は、その一例を示したものである。これは鋼塊寸法 788 mm T×1,690 mm W×2,300 mm L、重量 21 t より、スラブ 100 mm T×1,560 mm W を圧延するときのものであるが、圧延トルクの変動は非常に小さい。

4.3 マニプレータ

図1に示すように、圧延機の前後面に設けられたサイドガードは電動機により減速機、ラックピニオンを介して駆動され操作側、駆動側のサイドガードは、それぞれの連結軸により機械的に結合され、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は、電動機によりウォーム減速機を介して駆動される方式で、サイドガード駆動用ラックバー上に設置されている。

(1) ユニバーサルタイプの圧延機で、かつ垂直ロールを両端に逃がして、水平圧延機にカリバーロールを組込みブルーム圧延を行なう際、圧延機のガイドが円滑に、しかも確実にできるように垂直圧延機側サイドガードに、遠隔作動のチルト式延長ガードを設けている(特許申請中)。分塊圧延という過酷な圧延条件のもとで、確実なガイドおよびキャリバーロール圧延とフラットロール圧延の円滑な切換えを行なうためには、日立製作所が開発した本チルト方式が唯一(ゆいいつ)無二の方式と確信するもので、現在好調に稼働中で、所期の性能をじゅうぶんに発揮している(図3参照)。

(2) サイドガード駆動減速機の入力軸とモータとの連結には、スリップカップリングを使用し、圧延機矯正時の衝撃に基づく駆動部の損傷を防いでいる。

4.4 せん断機

設備の近代化、大形化に伴いせん断機に要求される性能も増大してきた。大きな断面の鋼材を能率よく切断することはもちろんのこと、能率と歩どまりの向上および人件費の削減のために、付帯設備を含む自動化、高速切断が必要であり、しかもメンテナンスフリーにすることにより稼働率の向上が要望されている。

最近、特に分塊圧延設備の高能率化が要求され、圧延設備の稼働率の向上のため従来から種々検討されてきた、せん断機の刃物の短時間組替が必要である。特にビームブランク材の切断に対しては、各材料サイズごとに、総形刃物を交換する必要がある、刃物交換時間の短縮が稼働率の向上に重要な要素である。従来のライン中での刃物単独の交換方法では、刃物交換時間の短縮には限界があり、日立製作所のカートリッジ式シャーが生まれた(特許申請中)。このカートリッジ式シャーは、上下刃物台ごと刃物台組替装置により交換する独特な刃物台組替方式で、約15分程度で刃物を交換することが可能である。また単に組替時間の短縮のみでなく、作業員はすべてライン外で、バルブ操作および監視をするのみですみ、圧延後の高熱のせん断機内部にはいって苦しい労働をする必要がなく、労働条件の著しい改善に役立っている(図6参照)。

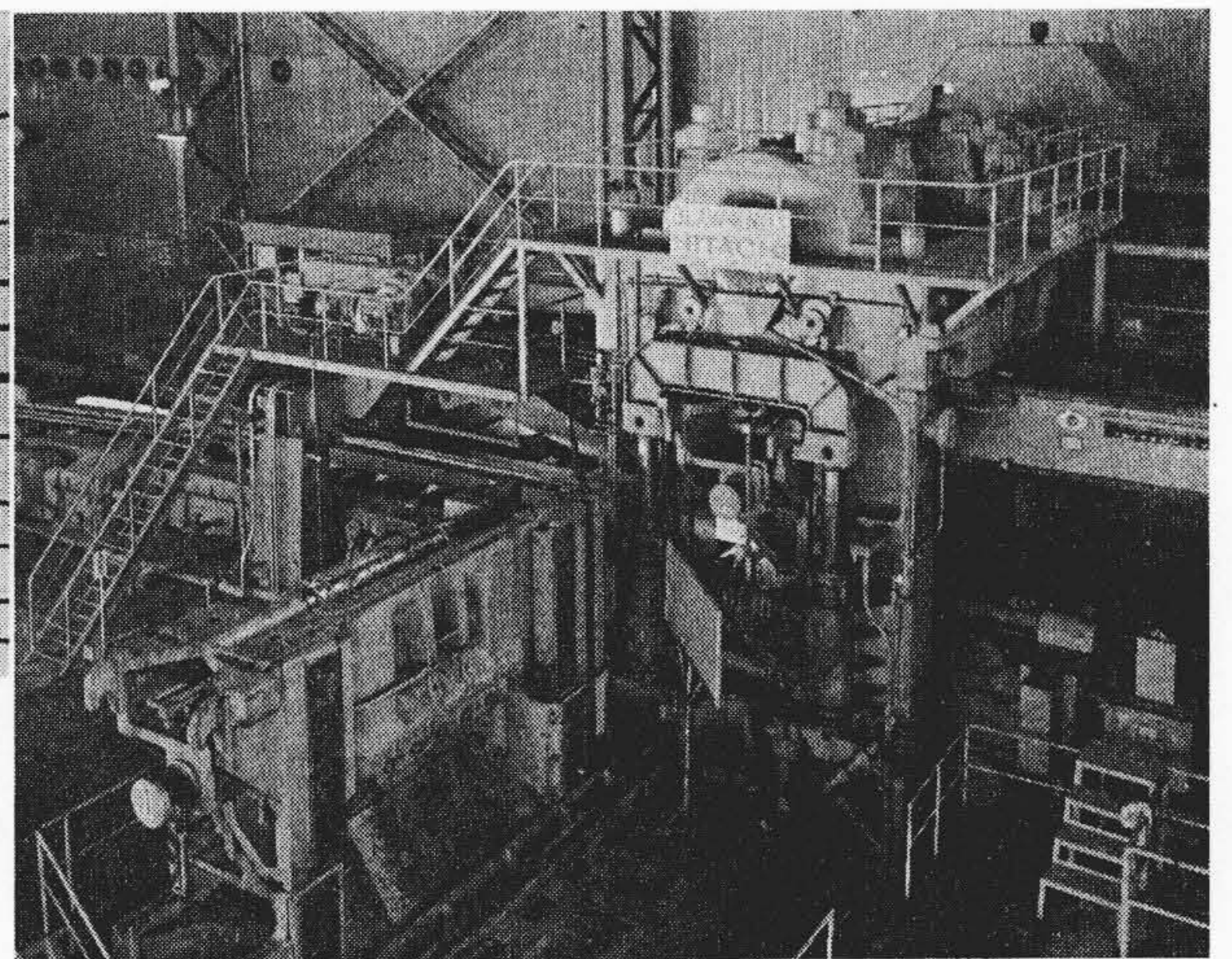


図6 稼働中のカートリッジ式シャー

4.4.1 構造

主電動機から減速機、水平駆動軸、クランクシャフト、コネクティングロッドを介して上刃物台を押し上げ、下刃物台との間で材料を切断するダウンカットシャーである。

4.4.2 刃物台組替方法

上下刃物台は、刃物台組替装置により刃物を取り付けたまません断機フレームの窓からライン外に引き出し、ライン外において新しい刃物と交換し調整が終わった予備の上下刃物台と、サイドシフトにより自動的に交換される構造である。

4.4.3 おもな特徴

種々な形式のせん断機を製作しているが、ここではカートリッジ式シャーのみにについて記載する。

- (1) ダウンカット方式で、デプレッシングテーブルとの併用により、切断に伴う材料の曲がりほとんどない。
- (2) 刃物の組替えは、ライン外で上下の刃物のラップ量調整およびギャップ量調整が完了したセットを、ダブルスレッド式組替装置で交換するもので、15分程度で刃物組替えができ、設備の稼働率の向上にきわめて大きな効果をあげている。また刃物ギャップ調整機構と刃物台クランプ装置の働きにより、刃物の設定精度が向上し切口性状が改善された。
- (3) 鋼片押え、刃物バランス、クランプ機構および刃物台スラストプレートの着脱に、新しい構造が採用されており刃物台交換時、圧油配管の着脱およびボルト類の締付作業は皆無である。
- (4) 刃物台をせん断機フレームより引き出すことにより、摩耗度の比較的高い刃物しゅう動部のライナやコネクティングロッド先端の半円形メタルの保守、交換が容易である。

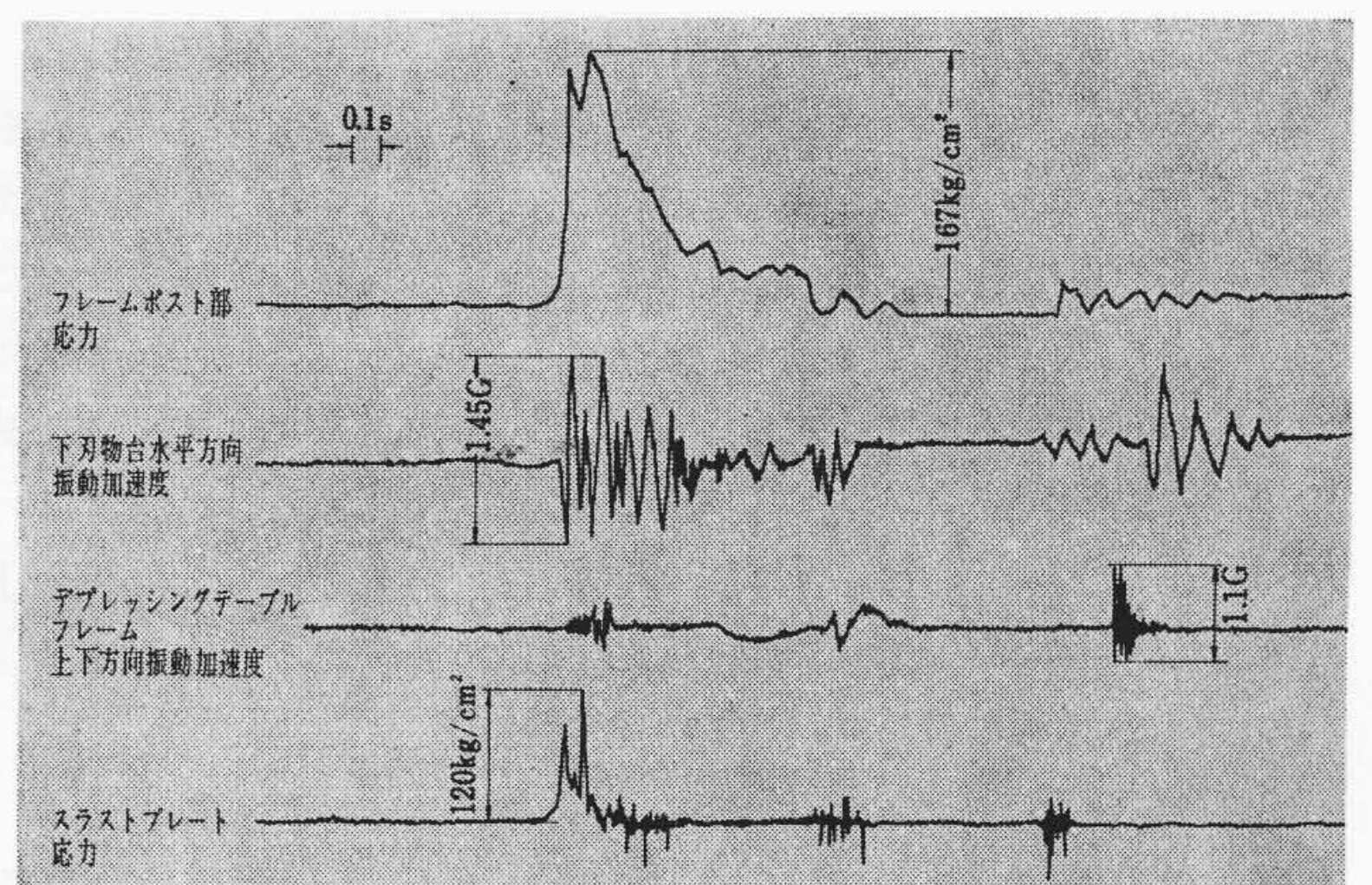


図7 せん断機のせん断荷重と各部応力の一例

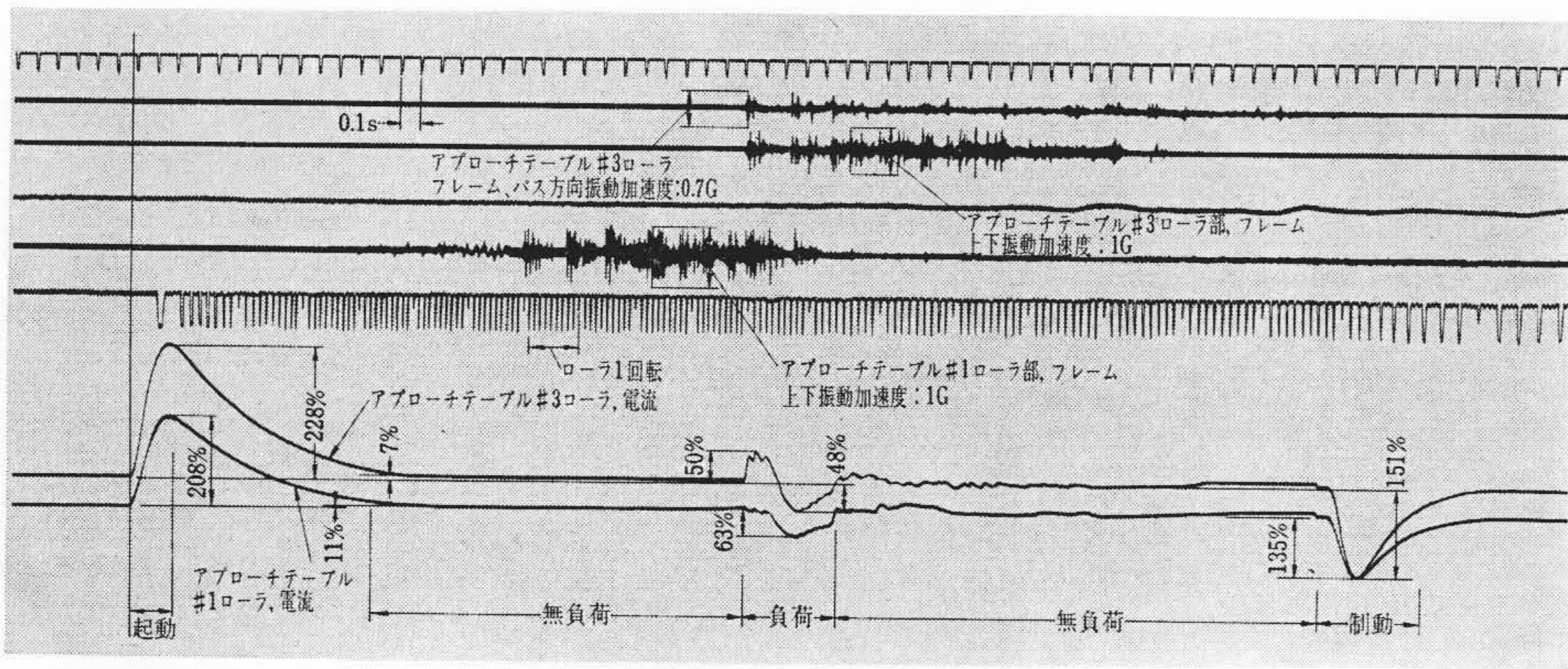


図8 圧延機前面延長テーブルの負荷動力の一例

(5) 二重オープニングシャー

極厚のスラブは素通しできる経済的な駆動とするため、せん断機のオープニングを二重にセットするせん断機も製作されている。その構造は、油圧シリンダで上刃物用コネクティングロッドを逃がし、所要のストロークだけ上刃物を引き上げるもので、最も簡単で確実なものである（特許申請中）。

4.4.4 せん断荷重

カートリッジ式シャーは、過去の豊富な経験をもとに各部に独自の新しいアイデアを取り入れた高性能のせん断機で、稼働後、種々の性能試験や測定を行なっている。図7はその一例を示したものである。図で明らかなように、せん断荷重は熱間せん断機の典型的な値を示しており、スラストプレートにかかる荷重は、せん断開始点で瞬間的に発生している。これらは、すべて設計時点で考慮した値と大略一致している。下刃物台は、せん断機フレームに油圧作動のクランプ装置により強固に固定されているため、水平方向の振動加速度は、1.5 G（G：重力加速度）程度であり、せん断機の衝撃荷重としては低い値を示している。またせん断時の材料の曲がりを少なくするために、せん断機後面に設けられているデプレッシングテーブルのフレームの上下方向の振動加速度も小さく、せん断機との連動などの効果がじゅうぶんに発揮されている。

4.5 付属機器

4.5.1 インゴットバギー

鋼塊の積載機構としてスキッド式、チルトポット式およびローラテーブル式、また走行機構として自走式、ロープ式があるが、いずれに対してもじゅうぶんの製作実績を持っている。特にローラテーブル式については、国内で最も豊富な経験を持ち、次のような特徴を持ったインゴットバギーである。

- (1) インゴットの積載という特殊な使用条件に対応したがんじょうで保守時間の最も少ないローラテーブル自走式バギーで、最大単重は40 t インゴットを2個積載することが可能である。
- (2) 台車と走行駆動装置の連結には、日立製作所が開発した特殊嵌合(かんごう)方式を採用しており、台車をオイルジャッキでわずか200 mm 持ち上げるだけで、走行駆動装置のみ引き出すことができ、保守作業が容易な構造となっている。また走行駆動モータの日常点検も、台車上にじゅうぶん考慮されたスナップ方式のカバーが使用されているので作業は容易である。
- (3) 集電トロリーは、別レール、別台車方式であり、バギー上のインゴットの位置、または重量に関係なく常に安定したトロリーシューの接触が行なわれ、確実な運転ができる。

4.5.2 ローラテーブル

- (1) せん断機の後面には、ダウンカットシャーの上刃物と連動してデプレスし、せん断機の曲がりを少なくするデプレッシング

テーブルを設けている。本テーブルのせん断機側には、油圧作動のスケアリングサイドを設け、短尺スラブせん断の際のスケアリングを行ない、正しい形状の成品スラブとして、後続工程における歩どまりの向上に効果をあげている（特許申請中）。

(2) 単独駆動テーブルローラの負荷動力

次に圧延機の前面、後面テーブルやインゴット搬入テーブルに使用されている単独駆動テーブルローラの電動機容量決定のための考え方について述

べる。

テーブルローラ駆動電動機は

- (a) 無負荷損失動力
- (b) 無負荷時の減速時間
- (c) 負荷時の加減速時間
- (d) 使用ひん度
- (e) 正逆転ひん度

などを基に、その熱容量より決定しなければならない。特に、圧延機の前面、後面テーブルや圧延機の前面、後面延長テーブルは、圧延機の正逆転に同調する必要があるため、分塊圧延設備独特の激しい正逆転をじゅうぶん考慮しなければならない。ローラネックの軸受に、ころがり軸受の採用をはじめ、種々な技術を盛り込むことにより圧延機の搬送動力および無負荷時の損失動力を小さくすることは必要であるが、圧延スケジュールに基づき詳細検討しそれを確認することはより必要である。図8は圧延機前面延長テーブルの負荷動力の実測値の一例を示したものである。これは、鋼塊重量22 t 搬送時の実測値であるが、損失動力は非常に小さく、加減速時の動力が大部分をしめている。

4.5.3 スケール処理

ドラグラインスクレーパミルライン下に落下するスケールの中で大きいものは、チェーン駆動のスクレーパを、タイマーによる自動運転で処理する方式のもので、日立製作所は過去の豊富な経験により、特殊の過負荷除去機構を有するスクレーパヘッドを採用し、円滑な自動処理を実現している。

5. 結 言

最近の傾向として新設製鉄所では、ホットストリップ用スラブあるいは小形ブルームは、分塊工程を連続鑄造方式で置き換えられているが、厚板用スラブ、あるいはビームブランクなどは、なお種々の問題があり、今後大形の分塊圧延設備にたよることが大きいと考えられる。以上は日立製作所が製作した最新の分塊圧延設備を中心に、最近の分塊圧延設備の傾向と応用されている新技術について概要を説明した。これらは、いずれも世界の水準をいくものであるが、製作者側の研究結果もさることながら製鉄メーカー各位のご指導によるところが大きい。分塊圧延設備の改善はもとより自動化の余地も多く、これらの実現に、製鉄メーカー各位のいっそうのご協力とご指導を願ってやまない。

終わりに、設計製作上または納入後の調査などに対して多大のご協力とご指導をいただいた川崎製鉄株式会社、日本鋼管株式会社、新日本製鉄株式会社、株式会社神戸製鋼所の関係各位に、深じんなる謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 田中英一、木村富昌：製鉄研究 第246号 p. 47～65