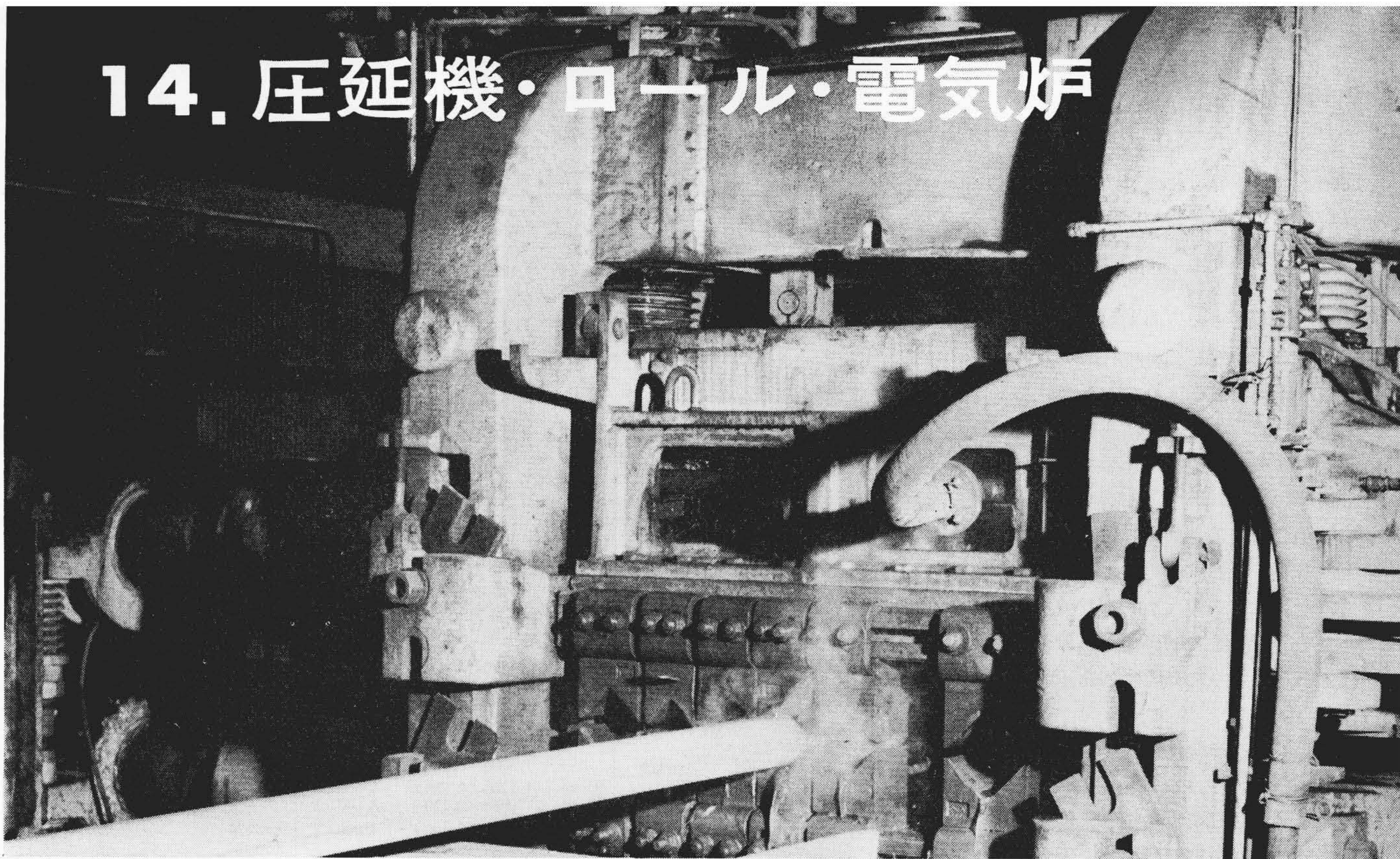


14. 圧延機・ロール・電気炉



圧 延 機

わが国の鉄鋼業は、昭和40年度も粗鋼生産高は4,000万トンを大幅に越え、世界第三の地位を確保したが、その伸び率はかなり鈍化している。したがって圧延設備の新設もやや低水準にて推移し、全般的に景気調整のきびしい波が広く及んできたことが感ぜられた。

しかしながら圧延機製作における日立製作所のすぐれた実績、技術はきびしい環境においてもいかに発揮され、とくに分塊、コールドストリップミル関係においては他の追随をゆるさず高いシェアを誇っている。表1,2はこの関係の実績を示したものである。

表中製作年度1965年のものは昭和40年度に納入されたもの、1966年のものは目下製作中のものであるが、いずれをとってみても世界最大級で、日立技術の水準の高さを誇示するに足る記録品である。

このほか、将来分塊圧延設備に代わるものとして全世界の注目をあびている連続鋳造設備の純国産第1号機が富士製鉄株式会社（室蘭）において試験操業を開始した。これは同社と日立製作所との共同開発による試験プラントであるが全部日本人の手によって開発された点、意義深いものがある。

さらに熱間圧延設備としては、住友金属工業株式会社（小倉）にて最新式のH・Vミル組合せ方式の連続ビレットミルと連続線材・棒鋼ミルとが相ついで運転開始された。南アフリカ連邦USCO社納、特殊鋼用小形分塊圧延機も好調に引渡し完了した。インド国营ヒンダスタンスチール社向特殊鋼用分塊圧延機ならびに中、小形条鋼圧延設備も着々建設中である。世界最大、日本における最初のプラネタリーミルは、日本冶金株式会社向に発送されるなど日立製作所の圧延機は、国内国外を問わず目ざましい進出を見せた。このほか製作中のものとしては、韓国ケーブル工業株式会社向銅、アルミ用線材圧延設備、日立金属工業株式会社（安来）向特殊鋼用線材ミル仕上スタンド関係、PL 24-18形（460mm幅）プラネタリーミルおよび日立電線株式会社向連続式銅線材圧延設備関係品などがある。

冷間圧延機ではまず東海製鉄株式会社にて極薄ブリキ用ダブルリダクションおよびテンパー圧延兼用2タンデムミルが好調に稼動にはいり、続いて八幡製鉄株式会社（君津）で超広幅鋼板用コールドリダクションおよびテンパー圧延兼用可逆式四重圧延機が運転を開始した。

川崎製鉄株式会社、富士製鉄株式会社に納入された四重圧延機も

40年末には稼動にはいる予定で建設中である。これらの圧延設備においては、コイルハンドリングの自動化、ロール形状コントロール装置の開発、新方式のロールクーラントシステムなど数々の性能向上の新技术がとり入れられている。なかでも富士製鉄株式会社納の1,422mm幅四重冷間調質兼用圧延機は、従来の電動ネジ式圧下機構の代わりに、日立製作所発明の油圧圧下方式を採用した画期的なもので、厚み制御性能の向上、保守の容易さなどその操業結果に、多大の期待がもたれているものである。

またセンジマーミルはわが国においては、ほとんど独占的に日立製作所にて製作されている機種であって、すでに20台に近い納入実績を取っており、40年度においても日立金属工業株式会社（安来）に、ZR24-11 $\frac{1}{2}$ 形を納入、インド（ドルガプール）向にZC 07-63 $\frac{1}{2}$ 形シートミルを、さらに日本ステンレス株式会社（直江津）向にZS 07-75形シートミルを製作中である。

圧延設備に続くストリップ精整設備としては、クリーニングライン、シャーリングライン、アンニーリングライン、メッキラインなど各種のものがあるが、これらのライン機器についても日立製作所は業界を大幅にリードしている。40年度の完成稼動設備としては日新製鋼株式会社（市川）納連続亜鉛メッキ設備、同社（尼崎）納特殊連続亜鉛メッキ設備、東京特殊金属株式会社（船橋）納洋白ストリップ用テンションアンニーリング設備、日新製鋼株式会社（周南）納アンニーリングピックアップラインなどをあげることができる。とくに特殊連続亜鉛メッキ設備は、日新製鋼株式会社との共同研究により

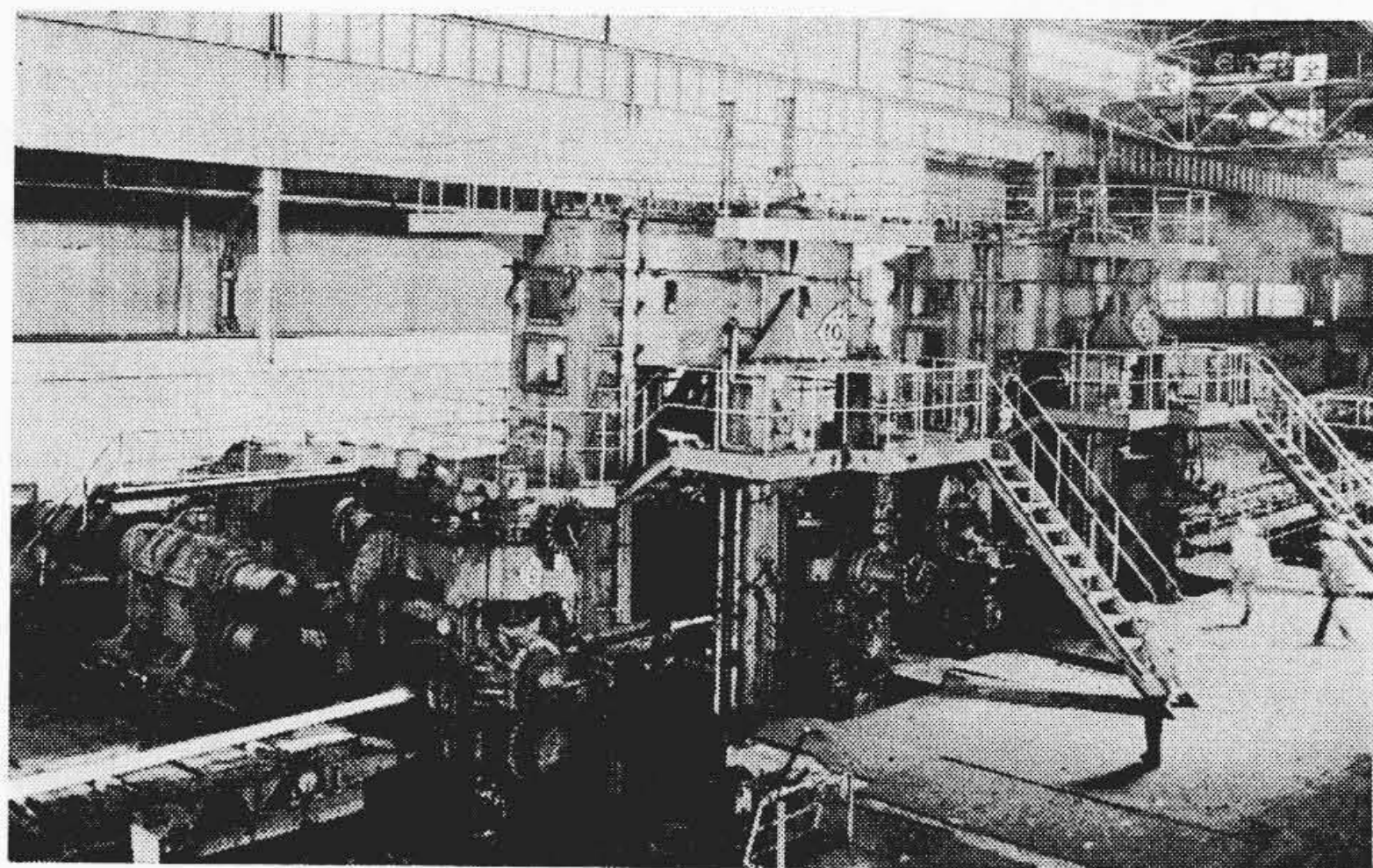


図1 H・V式連続ビレットミル

開発されたもので、従来のものに比較して亜鉛の付着量が少なく、しかも加工性耐食性にすぐれている。またテンションアンニーリング設備では、圧延のままの表面光沢を失わず平坦度のよい製品が得られ、焼鈍後の矯正作業を省略することができるという画期的な設備である。

そのほか非鉄金属用として、日立電線株式会社に、小形四重冷間圧延設備が2基納入された。これは銅合金ストリップの冷間粗および仕上圧延用として、小形ながらもコイルハンドリングや張力制御などに最新の技術を取り入れた高能率の新鋭設備である。

以上のように全体的な不況下にもかかわらず、数々の新製品、記録品を開発し完成させて世に送り、海外の顧客にも好評を博していることは、過去に積み重ねられた貴重な経験と、日夜たゆまぬ研究開発のたまものである。今後も新しい技術開発の動向をよく見きわめつねに他社より一歩進んだ新鋭圧延機を供給できるよう努力を続けている次第である。

ロ ー ル

40年度は粗鋼減産の影響をうけてロールの国内需要が減少したため、ロール生産量の面では後退のやむなきに至ったが、この間、国際競争力の強化を図り、輸出の面では着実な伸びを示すことができた。品質の点では現在すでに欧米諸外国の製品にまさるとも劣らぬ成績を示し、海外においても好評を博している。

40年度は新製品、新材質の開発よりもむしろ現在生産している製品の品質改善に重点を置いて地道な研究を重ねた結果、その成果は現在着々と結実しつつある。すなわちホットストリップや厚板圧延用ロールの成績は漸次向上し、従来に比べて格段の好成績を示すに至った。また分塊、型钢、製管用ロールの分野においても新しい改善が行なわれ、良好な成績を収めつつある。特に铸造方案や铸造技術の改善によって、均質なロールの製造に成功したことは圧延作業の安定化に貢献するところが大きいものと信ずる。

電 気 炉

電気炉、とくに誘導加熱応用品は、鉄、非鉄を問わず設備合理化のにない手として業界からも大いに期待されているもので、新しい応用、新しい技術開発も盛んである。しかしながら昨今の景気調整の影響をうけて、実際の受注、納入実績はあまりかんばしくなかったが、従来主体としていた高低周波ルツボ形誘導炉に加えて、非鉄金属溶解用のみぞ形低周波誘導炉の開発も軌道にのり、25t亜鉛溶解炉(東邦亜鉛2号器)2.5t黄銅溶解炉(東洋伸銅)を完成納入した。

また新規電熱応用として特に力を注いで開発を進めた重金属用ビレット誘導加熱装置は2基(日本伸銅、日立電線)を製作、納入後の成績も好評である。このほか日立金属工業株式会社向に特殊鋼用スラブ連続式誘導加熱炉も製作中であり、従来輸入にたよっていたこの種機器について着々と実績を重ねている。

アーク炉用制御装置についても使用者側と共同で新しい自動制御装置を開発し能率的な操業に大いに貢献している。

表 1 わが国で最近設置された分塊圧延設備

会 社 名	製作年度	ロ ー ル 称 呼 寸 法 (mm)	主電動機 (kW)	能 力 (万 t / 年)	製 作 会 社 (機械品—電気品)
川崎製鐵株式会社(千葉)	1954	1,120φ×2,920 l	2,620×2	120	UE(米)—富士
八幡製鐵株式会社(八幡)	1958	1,120φ×2,950 l	4,500×2	144	SACK・石川島—日立
日本鋼管株式会社(水江)	1959	1,170φ×2,900 l	3,750×2	144	BK(米)—日立
八幡製鐵株式会社(戸畑)	1959	1,220φ×2,950 l	4,500×2	144	SACK・石川島—日立
富士製鐵株式会社(室蘭)	1960	1,170φ×2,900 l	3,750×2	144	日立—日立
富士製鐵株式会社(広畑)	1960	水 平 : 1,140φ×2,280 l 垂 直 : 915φ×2,080 l	4,500×2 3,000×1	240	UE—三菱
住友金属工業株式会社(和歌山)	1960	1,220φ×2,950 l	3,750×2	144	SACK・石川島—東芝
川崎製鐵株式会社(千葉)	1961	水 平 : 1,170φ×2,286 l 垂 直 : 965φ×2,130 l	4,500×2 3,000×1	240	BK・日立—富士
神戸製鋼株式会社(神戸)	1961	1,100φ×1,600 l	3,000×2	120	神 鋼—富士
住友金属工業株式会社(小倉)	1961	960φ×2,400 l	2,250×2	84	日立—日立
八幡製鐵株式会社(戸畑)	1962	水 平 : 1,170φ×2,286 l 垂 直 : 965φ×2,130 l	4,500×2 3,000×1	240	BK・日立—富士
大同製鋼株式会社(知多)	1962	950φ×2,500 l	2,200×2	60	日立—日立
富士製鐵株式会社(広畑)	1963	1,310φ×2,895 l	5,250×1	100	MESTA(米)—三菱
住友金属工業株式会社(和歌山)	1964	1,230φ×3,000 l	3,700×2	200	SACK・石川島—東芝
東海製鉄株式会社(名古屋)	1964	水 平 : 1,143φ×1,981 l 垂 直 : 934φ×2,134 l	4,500×2 3,000×1	300	MESTA・三菱—安川
八幡製鐵株式会社(堺)	1965	1,350φ×3,300 l	4,500×2	150	BK・日立—日立
日本鋼管株式会社(福山)	1966	水 平 : 1,170φ×2,286 l 垂 直 : 965φ×2,130 l	4,500×2 3,000×1	300	BK・日立—日立
川崎製鐵株式会社(水島)	1966	1,350φ×3,400 l	4,000×2	170	日立—富士
(参考) ヒンダスタンスチール(印度)	1966	900φ×2,200 l	2,250×2	30	日立—日立

表 2 大形四重冷間圧延機製作実績

納 入 先	製作 年度	ロ ー ル 寸 法 (mm)	主電動機 (kW)	最高速度 (m/ min)	備 考
日新製鋼株式会社	1954	1,240φ/420φ× 1,060 l	1,600	±450	
日新製鋼株式会社	1955	1,240φ/510φ× 1,06/1,120 l	300	610	ス キ ン パ ス
大阪造船株式会社	1956	1,210φ/420φ× 1,170 l	2,400	±610	
大阪造船株式会社	1957	1,340φ/420φ, 460φ×1,370 l	2,600	±600	コンビネーション
川崎製鐵株式会社	1960	1,345φ/540, 420φ×1,420 l	2,400	±600	コンビネーション
東京亜鉛株式会社	1960	1,345φ/546, 420φ×1,420 l	2,400	±600	コンビネーション
昭和アルミ株式会社	1960	1,150φ/420φ× 1,600 l	830	±200	
東海製鉄株式会社	1961	1,345φ/532φ× 1,370/1,400 l	500	860	テ ン パ ー
八幡製鐵株式会社	1961	1,422φ/533φ× 2,032 l	1,500	600	テ ン パ ー
昭和アルミ株式会社	1962	1,150φ/500φ× 1,420 l	900	70	A C 駆 動
太洋製鋼株式会社	1964	1,240φ/360φ× 1,170 l	1,200×2	±750	コンビネーション
東海製鉄株式会社	1965	1,350φ/533φ× 1,220 l ×2	940×2 560×2	1,520	2 タ ン デ ム
八幡製鐵株式会社	1965	1,422φ/533φ× 2,032 l	3,000	±600	コンビネーション
富士製鐵株式会社	1965	1,345φ/420φ× 1,422 l	2,600	±750	コンビネーション
川崎製鐵株式会社	1965	1,520φ/533φ× 2,032 l	1,800×2	±580	コンビネーション

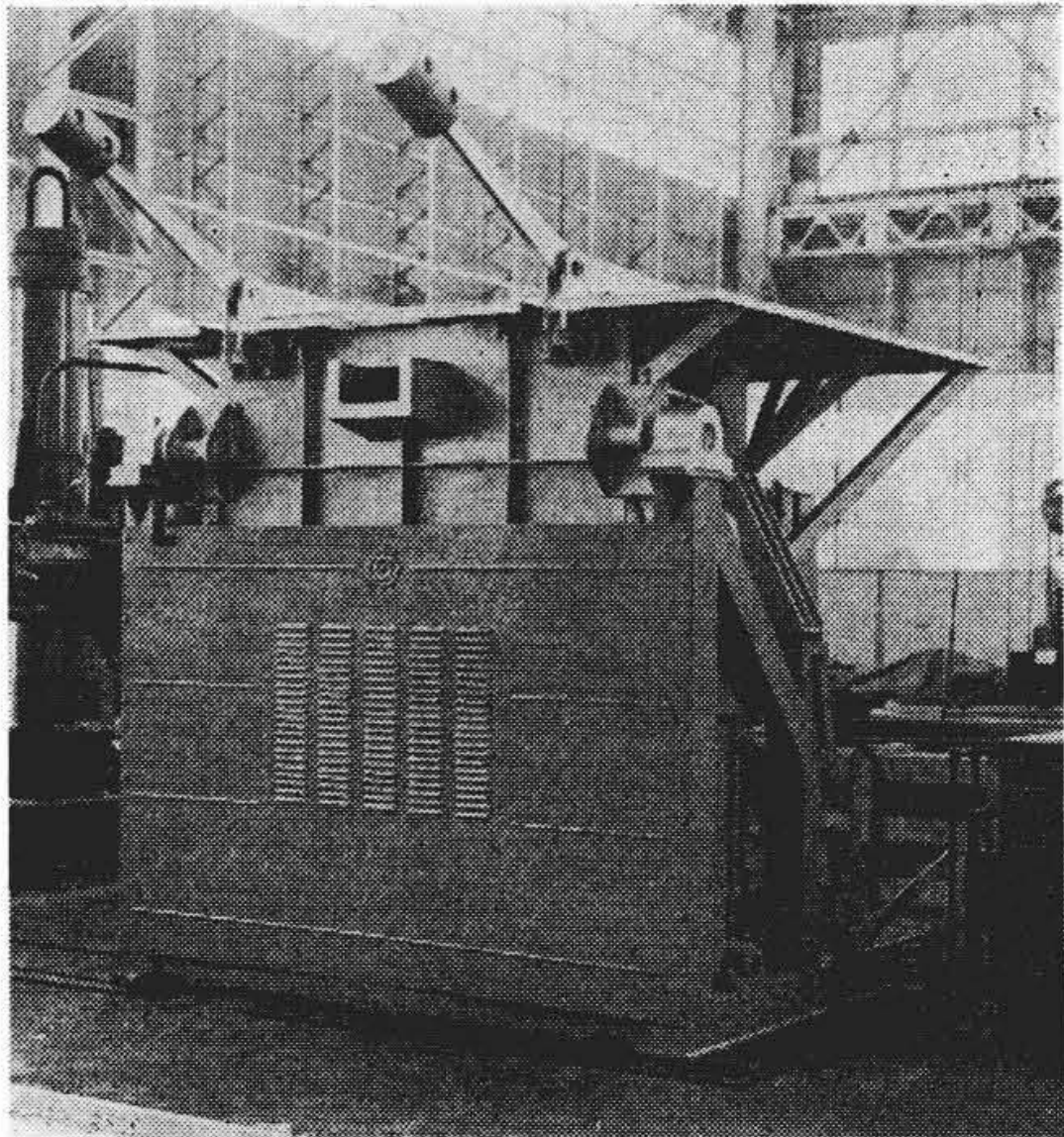


図 2 黄銅溶解用 2.5 t みぞ形低周波誘導炉

■ 多品種用大形分塊圧延機の進歩

鑄造されたままの鋼塊を各種寸法の素材鋼片に圧延する分塊圧延設備においても、最近ますます激しさを加えてきた製品品質の改善、生産原価切下げの競争に対応してその設備はしだいに大規模となり、かつその稼働率の向上に懸命の努力が払われて、その生産能力は飛躍的に増大しつつある。今回八幡製鐵株式会社堺製鐵所に据付を完了し好調に運転を続けている分塊圧延設備は、大形ワイドフランジの素材となる条用ビームブランクの圧延を主目的とし、ホットストリップ用スラブの圧延も可能なものであるが上記の要求に応じて下記のような特長を有している。

(1) 分塊圧延機

(a) ロール寸法：世界最大で公称径 1,350 mm ϕ (カラー径最大 1,500 mm ϕ) 胴長 3,300 mmL で大形ワイドフランジビーム用のビームブランク圧延に必要なカリバーが十分とれ、かつ 4,500 kW 40/80 rpm 2 台の主電動機によるツインドライブで 1 パス当たりの圧下量を大きくとり、アイドルタイムを短くしている。

(b) ロールネック軸受としてころがり軸受を採用するとともに、ロールのスラスト方向位置ぎめはライナの摩耗の補正が容易なキーパープレートを使用し厳密なカリバー合わせを容易確実にし、製品精度の向上に大きな効果を発揮している。

(c) 圧下装置のブレーキは慣性が小さく保持トルクの大きいエアブレーキを併用し、鋼塊かみ込時の衝撃に基づく圧下ネジのもどりを防ぎ製品の寸法精度の向上と圧下メネジの摩耗防止に役だっている。

(d) ロール組替に複式ソリ方式を採用し、ひん繁な圧延品種の切換に対しても稼働率の向上をはかるよう考慮されている。

(e) 圧下装置は CPC による自動運転が可能で、均一の安定した製品を得ると同時に運転者の不必要な疲労を少なくした。

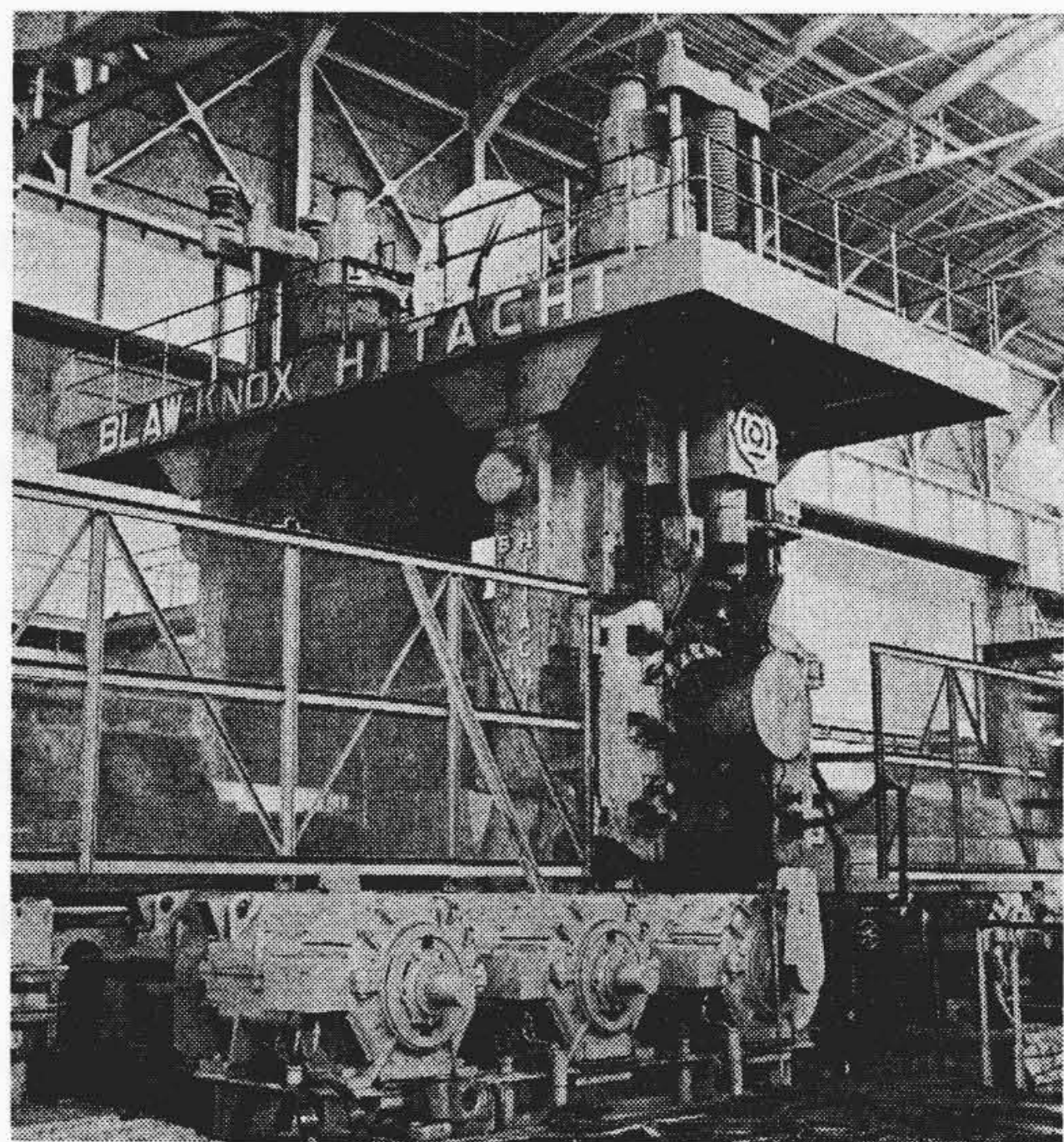


図 1 稼働中の分塊圧延機

(2) セン断機

従来は値段の点から、大容量のせん断機は水圧式とされてきたが、電気制御技術の進歩により、せん断速度が速く、取扱容易でかつ効率の高い電動式がしだいに大形のものにまで採用される傾向にある。

本設備では、せん断力最大 2,000 T、ストローク 600 mm という世界最大の電動式せん断機を設置し、好調に所期の性能を発揮している。

刃替の迅速化は多品種生産の場合特に重要で、ビームブランク圧延では品種の切換ごとに、断面形状に応じてせん断機の形は刃を交換しなければならないが、本設備では、ポーターバーとテーブルローラの活用により、圧延機における迅速なロール組替と相まって設備の稼働率の向上に資している。

■ 鋼の連続鑄造の開発

圧延用鋼塊の造塊は従来インゴットケース法によってきたが、近年成品歩留の向上、設備費の減少などの利点から連続鑄造法が業界に注目されている。日立製作所においては他社より早く本方式の開発に着手し、36 年にテストプラント国産 1 号機を稼働せしめ数多くの実験を重ねてきた。テストプラントの仕様は 100 角および 100×200 断面の普通鋼、特殊鋼用であり、現在まで実験完了した材質は、低炭素鋼、中炭素鋼、高炭素鋼、および工具鋼である。またこれらの材料は圧延試験され従来の方法により製造されたものと比較してすぐれていることが実証された。

日立製作所のテストプラントは、小断面ビレットの高速鑄込に適するよう傾注式取鍋法を使用し、その傾注速度、タンデッシュの湯面、鑄形内湯面、鑄込速度が電氣的に検出制御され、自動的に鑄込作業ができるなど、他メーカーの追随を許さぬ自動制御を採用している。このため、操業の安定性大である。

生産設備としては、40 年 7 月に稼動にはいった富士製鐵株式会社室蘭製鐵所納のスラブ用のものがあり、本設備は国産 2 号機である。

鋼種は普通鋼およびリムド鋼の生産まで考え、スプレ帯の長さは一般普通鋼用より余裕をもっているため冷却条件を種々変えることができる。断面寸法は最大 200×1,000 mm のスラブ、250 角のブルームであり、ブルームは 2 ストランド同時に鑄込可能であり、50 ト

ン転炉と直結している。本設備は、日立製作所のテストプラントにより得られた資料に基づき設計製作されたもので、生産用として、鑄形、スプレー交換の時間の短縮が可能である。さらにガイドバーは分割式で、深いピットの必要もなく容易に接合、分割のできる方式である。冷却水量、鑄込速度など鑄造条件の設定は、すべて鑄込床上にある制御室により遠隔調整ができ、作業性の安定化、単一化がはかられている。第 1 回の鑄込より事故なく成功している。

連続鑄造は、設備機器の性能もさることながら、その成否を決するのは、多くは製鋼技術と運転員の優劣にあるものである。かかる点から考えると、国産技術によって開発された本設備は、その技術習得に便であり、メーカーとユーザーとの共同協力により、外国技術を導入するよりもさらに早く技術の開発ができるものと確信する。

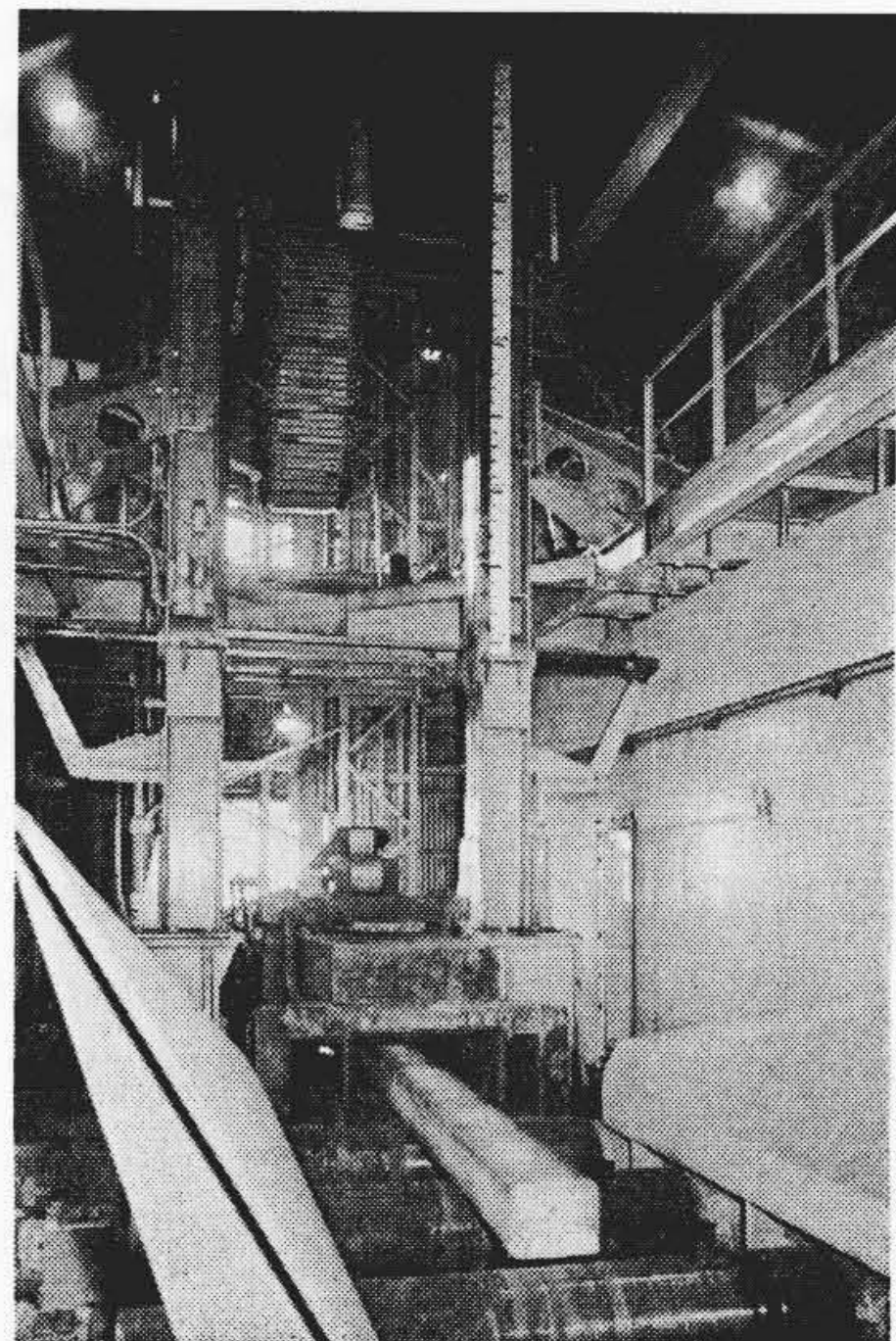


図 1 富士製鐵納連続鑄造設備

■ 鋼片圧延設備の最近の傾向

従来の鋼片圧延設備においては、その圧延法として、水平二重圧延機のみによる連続圧延を主体とし、一部二重または三重圧延機による往復圧延を行なっているのが現状である。

水平ロールのみによる連続圧延では、圧延材をねん転させて圧延しなければならないため、分塊圧延完了後の圧延寸法は 200 耗角程度に限定され、しかも圧延材をねん転させるため、各スタンド間のガイドは強固なものが要求されまた摩耗が激しい。また、水平ロールは 4 台または 6 台を同一 A. C. モータで駆動するためロール回転数は各スタンドとも一定である。したがってスタンド間の引張またはループをなくすため、カリバー調整はめんどろになり、うまく材料をねん転させるためのガイド調整作業も加わり、現場調整技術に負うところが大きい。

このような不利を解消するため、欧米にて、水平ロールと垂直ロールとの組合せにより、材料をねん転させることなく、しかも各ロールを DC モータにより各個駆動させ、各ロール回転数を調整可能とした圧延設備が稼動しているが、わが国ではいまだ採用されず従来の方法に依存していた。

今回住友金属株式会社小倉製鉄所に、既納分塊圧延設備の延長として、わが国初めての垂直水平配列の鋼片圧延設備が納入され、今年始めより好調に稼動にはいり、その高性能を発揮している。

この連続鋼片圧延設備は、既設分塊圧延機の後面に設置され、分塊圧延機より圧延された 200 mm 角ないし 120 mm 角の鋼片を素材として、155 mm 角ないし 70 mm 角の鋼片に圧延できる垂直圧延機および水平圧延機各 2 台からなり、将来さらに垂直圧延機、水平圧延機各 1 台を設置し、圧延素材を 240 mm 角まで上げ、能力向上を図るよう計画されている。

各圧延機は No. 1 および No. 2 が 1,000 kW、No. 3 および No. 4 が

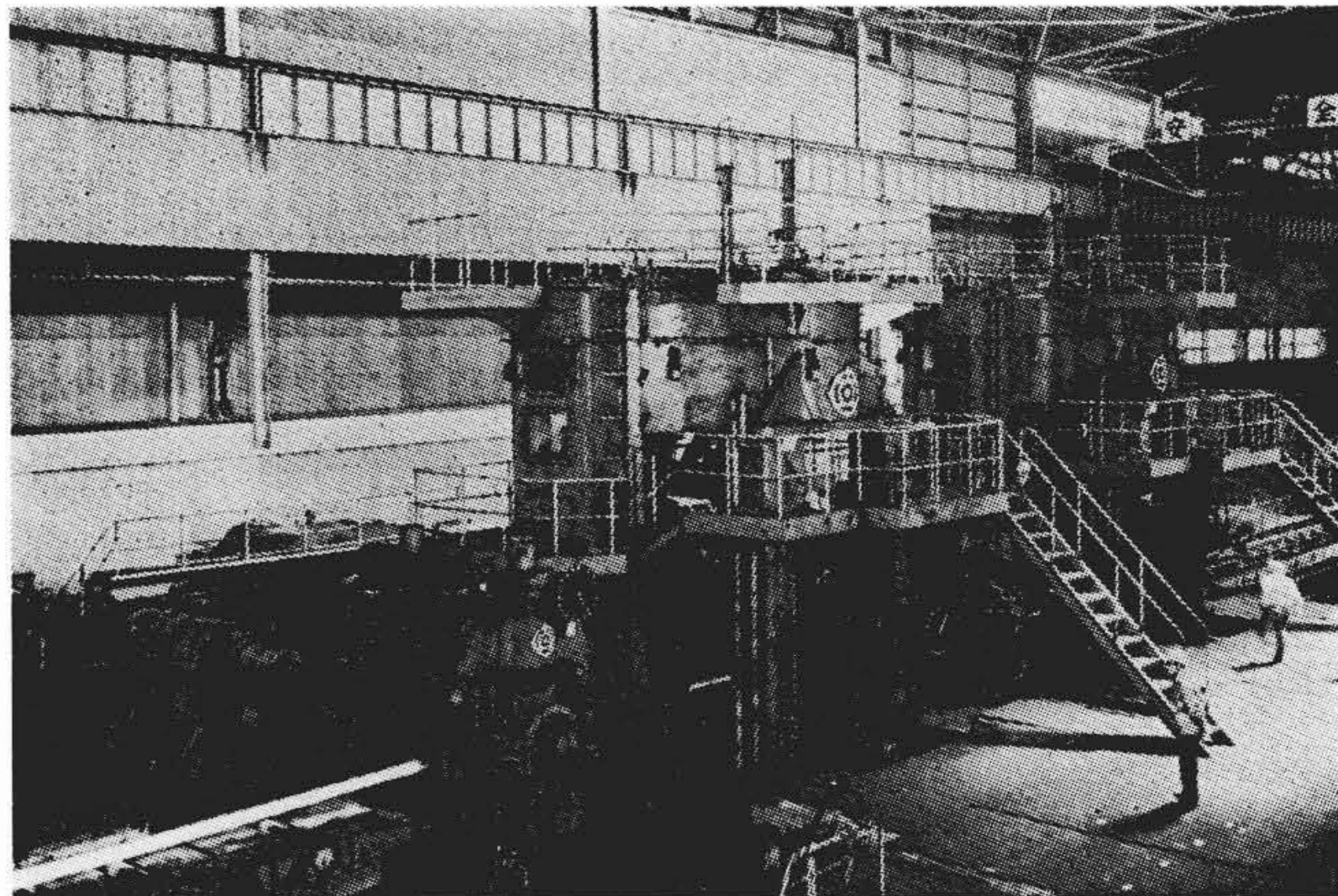


図 1 住友金属株式会社小倉製鉄所納鋼片圧延設備

1,100 kW の DC モータにより駆動され、界磁制御範囲は、350～875 rpm となっている。

ロール寸法は 700 mmφ 胴長 1,250 mm l で、水平垂直ロールとも同一寸法で、軸受はシンドリカルローラベアリングである。

垂直圧延機は、ロールを組み込んだインナースタンドを外側ハウジング内に装備した構造で、ロールの駆動は電動機により減速機を介し外側ハウジングの側面に設けたベベルギヤおよびスタンド上部のピニオン、ギヤを介して駆動される。パスライン高さの調整は、スタンドリフト機構のスクリュウを電動機で駆動してインナースタンドを上下することにより行なわれる。スピンドルの抜出ならびにインナースタンドの出入は油圧により迅速に行なうことができ、上駆動の垂直スタンドのロール組替も簡単に行なうことができる。

水平スタンドはパスライン一定とするため、スタンドシフトでき上下ロールの昇降が可能となっている。

■ 最近の特殊鋼条鋼圧延の動向

鉄鋼設備の増強は特殊鋼圧延分野にもその近代化が要求され、最近建設される特殊鋼中小形線材圧延設備にも新しい方式が種々採用されてきた。

特殊鋼圧延設備は普通鋼圧延設備に比べ、その能力は小さいが、品種が広く、品質的考慮もきわめて高い要求があり、圧延設備に熱処理装置まで加えられる現状である。

今回日立製作所が受注製作したインド国営ドルガプール製鉄所の特殊鋼プラントにおける中小形線材圧延設備は、上記のような高い要求に応ずる近代的設備であり、種々新しい考慮を盛り込んだ設備である。この設備の概要を述べ、最近の特殊鋼中小形線材圧延設備の動向を紹介する。

この設備では、高速度鋼から炭素鋼まで品種構成が多く、素材断面も数種に及んでいる。したがって加熱炉としては、ノッチドハース炉とウォーキングビーム式のコンビネーションのものほかに、バッチ炉をも備え、加熱条件に応ずる対策がなされている。

高速度鋼または高合金鋼のコツギング圧延には 2 重逆転式ミルを持ち、これにより粗圧延も行なうことができる。粗圧延としては 3 重圧延機を有し、主としてダイヤモンド圧延が行なわれる。このため、圧延材の保持ならびに移動用に油圧駆動のグリップチルタを設け、従来の人力操作から運転室によるハンドル操作に変えられている。

中間圧延は、太物用はクロスントリー圧延を、細物用はレピータ圧延ができるよう配慮されている。その切換はバイパス方式で簡

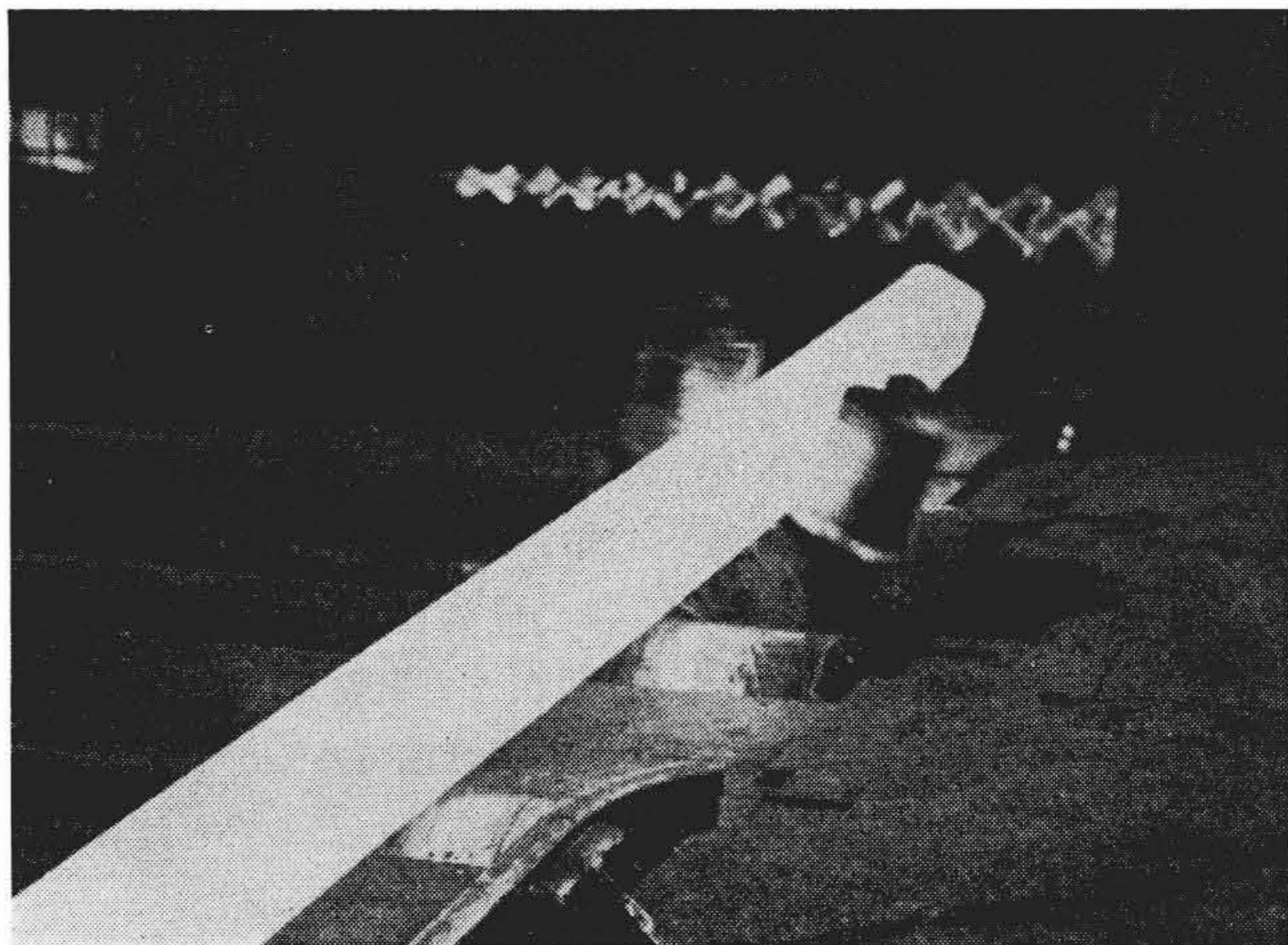


図 1 稼動中の特殊鋼条鋼圧延設備

単に切り換えられる。クロスントリー圧延の場合には、空気圧操作による材料てん回用のパーターナが設けられている。

仕上圧延は、HV 配列で、材料のねん転を必要としない。特殊鋼圧延にて相当の生産比率を占める平鋼圧延をも考慮して、ループリフタにより、ループ制御を行なう方式が採用されている。

50 mmφ 以上の太物に対しては、別ルートを設け、中間仕上精整設備を別に設けている。

製品はコイルに巻くものと冷却床に入れて直棒として出されるものがある。しかもコイル直棒とも高級鋼で徐冷されるものがあるため、これを連続的に徐冷できるよう、徐冷装置をライン中におさ

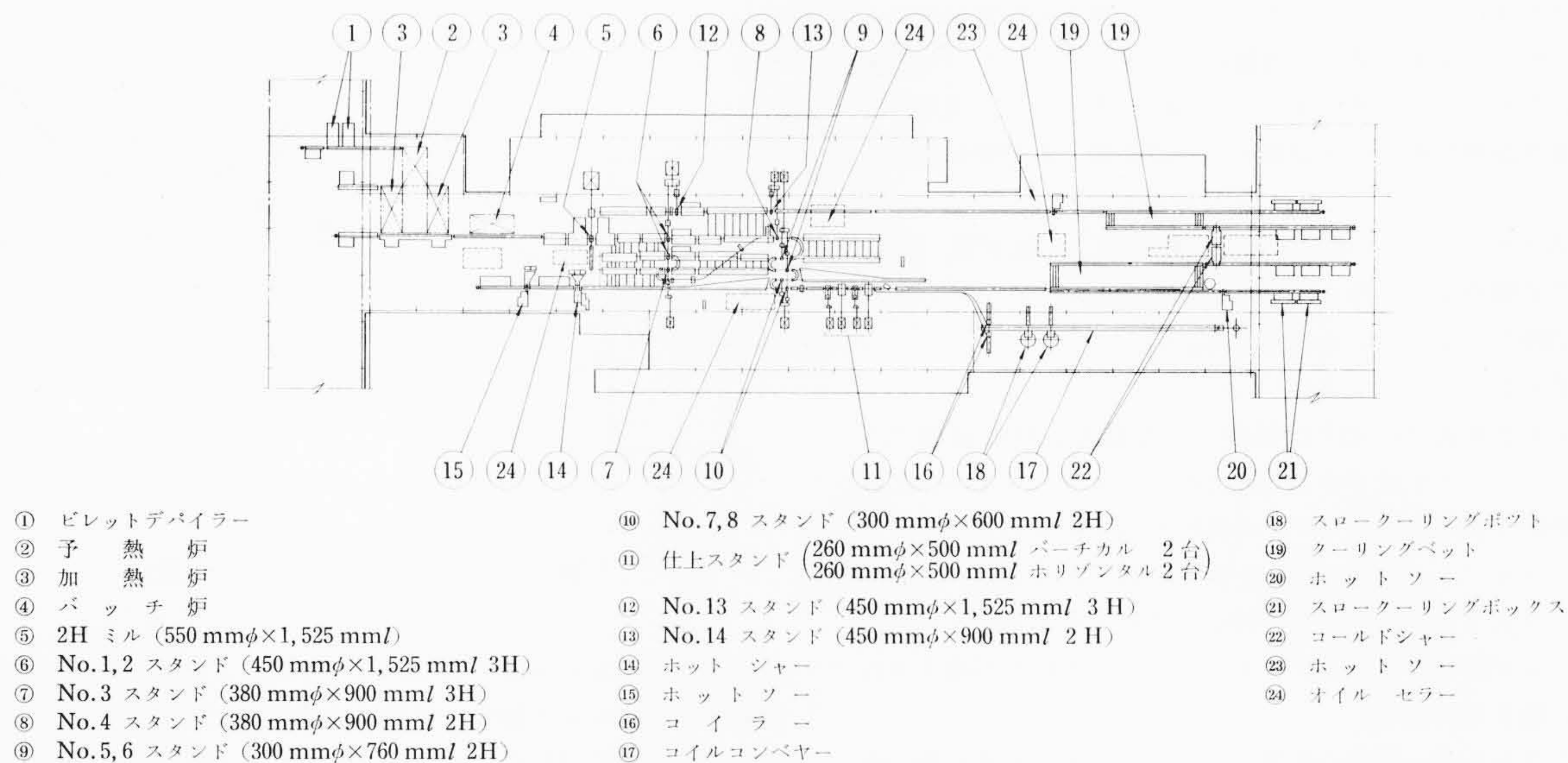


図2 特殊鋼圧延設備配置図

めている。

製品の傷付に関しては普通鋼以上にきびしいため、ガイド関係にはすべてローラガイドを使用し、また圧延材接触部分にはローラその他すべてにダクティル製のものを使用し、可能な限りローラ接触を行なっている。

特殊鋼圧延では品種構成生産比率が普通鋼と異なるため、少量多品種生産の要求に応じ得る配置を考慮する必要がある、品種替、製

品替に対しても迅速に変更できる方式が問題となる。

以上のように特殊鋼中小形圧延設備に対しては最近の傾向として、配置的には多品種少量生産に対する柔軟性を持ち、各機器もこれに合致するよう配慮を図り、現場技術より機械に依存する方式が採用される傾向にあり、今回のドルガプール納の圧延設備は新たにこのような特殊鋼中小形線材圧延設備を建設する場合の一指針として注目に値するものといえよう。

■ センジマー式プラネタリーミルの特長

プラネタリーミルは在来の圧延機の作業ロールが図2(a)のようにミルハウジングに対し一定の位置に止って連続的に材料を圧延するのに比較し、図2(b)にみるように多数の作業ロールが自転しつつ補強ロールのまわりを公転し、1対の作業ロールの行なうわずかな圧下の累積により材料に大きな圧下をかけるものでその特異な圧延機構から次のような特長を有する。

(1) 1パスでの圧下量が普通の圧延機では最大30~40%止りであるのに対しプラネタリーミルでは90~98%の大圧下が可能である。

(2) 1パスで所要の圧下量が得られるため、圧延中の温度降下がわずかで、したがって同一材質なら炉における加熱温度が100~150℃低くてよくまた圧延しにくい材料や薄物まで圧延することが可能である。圧延温度が高くその温度範囲の狭いステンレス、ナイモニック、工具鋼などの薄物の圧延に最適である。

(3) 圧延が連続的であるため、通常のホットストリップミルのようにストリップ頭部と尾部で厚み誤差の

生ずることがなく板厚精度は約2倍のものが得られる。

(4) 加熱温度が低くてよいためスケールロスが少なく、成品の肌は美麗である。また加熱に要する費用、炉の補修に要する費用が低廉ですむ。

(5) 通常の連続式ホットストリップミルに比べて、プラネタリー

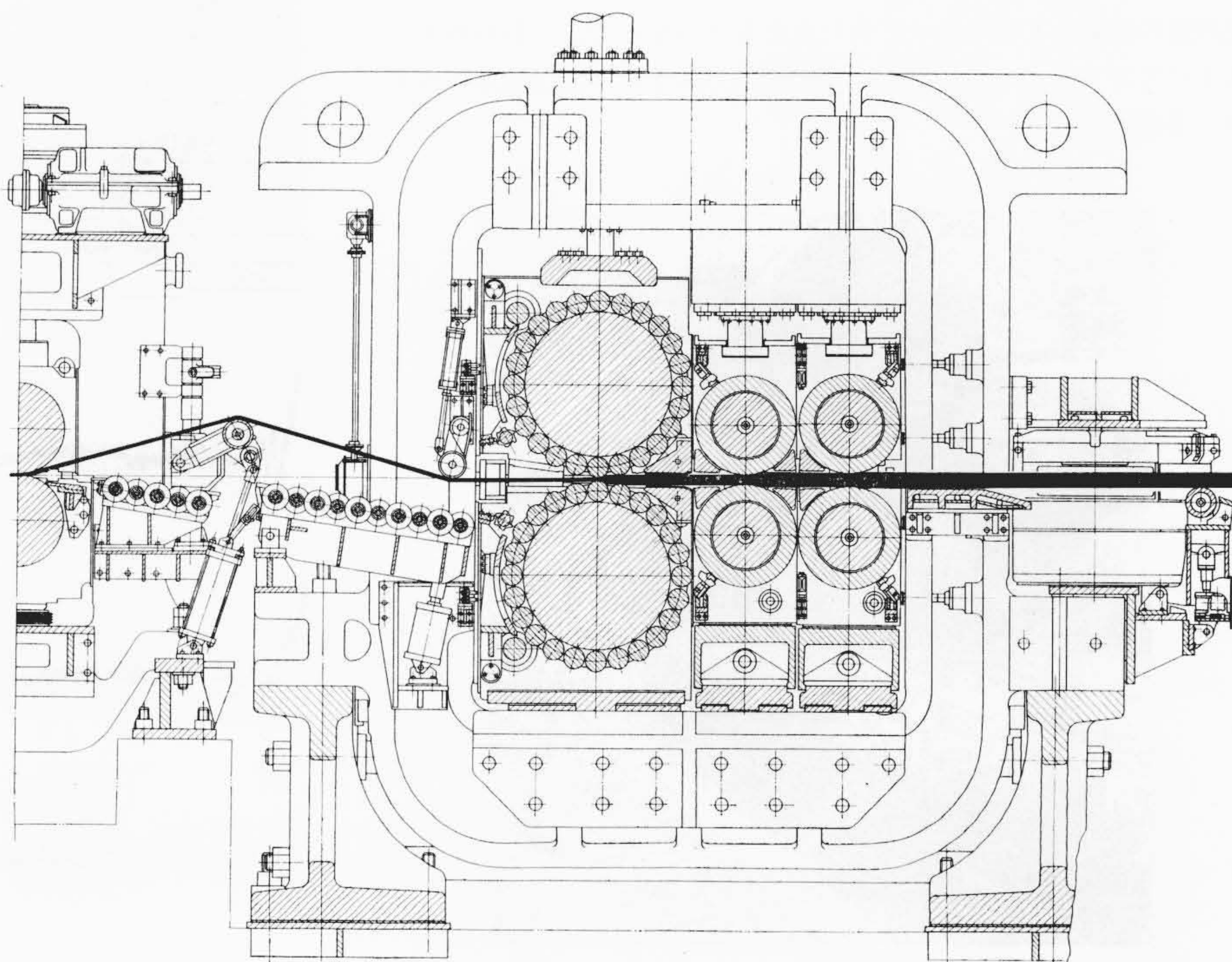


図1 センジマー式プラネタリーミルの配置

ーミルではわずかに2スタンドですむうえ、交流大形電動機を主電動機とし他の直流電動機は小容量のものでよく、また一気に圧延が行なわれるので圧延速度も低く全体が効率のよい設備となり、小容量多品種生産の圧延設備として設備費、電力費が低廉である。

(6) 成品スケジュールの制限が比較的少なく、圧延材質、厚み、幅を変更する場合ミルを停止させる必要がない。1シフトで20種の成品切換を行なっている例もある。

(7) 作業人員が少なくすむ。

図1は日本冶金株式会社向けに製作された最大1,300mm幅のステンレスストリップを圧延する世界最大のプラネタリーミルの配置で、連続加熱炉で加熱されたスラブは高圧水のジェットでスケールが除去され、エッジャーで縁の形状を整えられてから2対のフィードロールによりプラネタリーミルに押し込まれ大圧下をかけられ、できたストリップはプランニングミルで表面の波打ちが除去されてコイラーに巻き取られる。

圧延機は上下から同一形状の作業ロールにより上下対称で均一な圧下をかけられまた常時少なくとも1対の作業ロールが圧延機に接触しているため、片側にのみプラネタリーミルを使用する方式に比べ大きい圧下量がとれ、かつ材料を連続的に送り込めるうえ圧延速

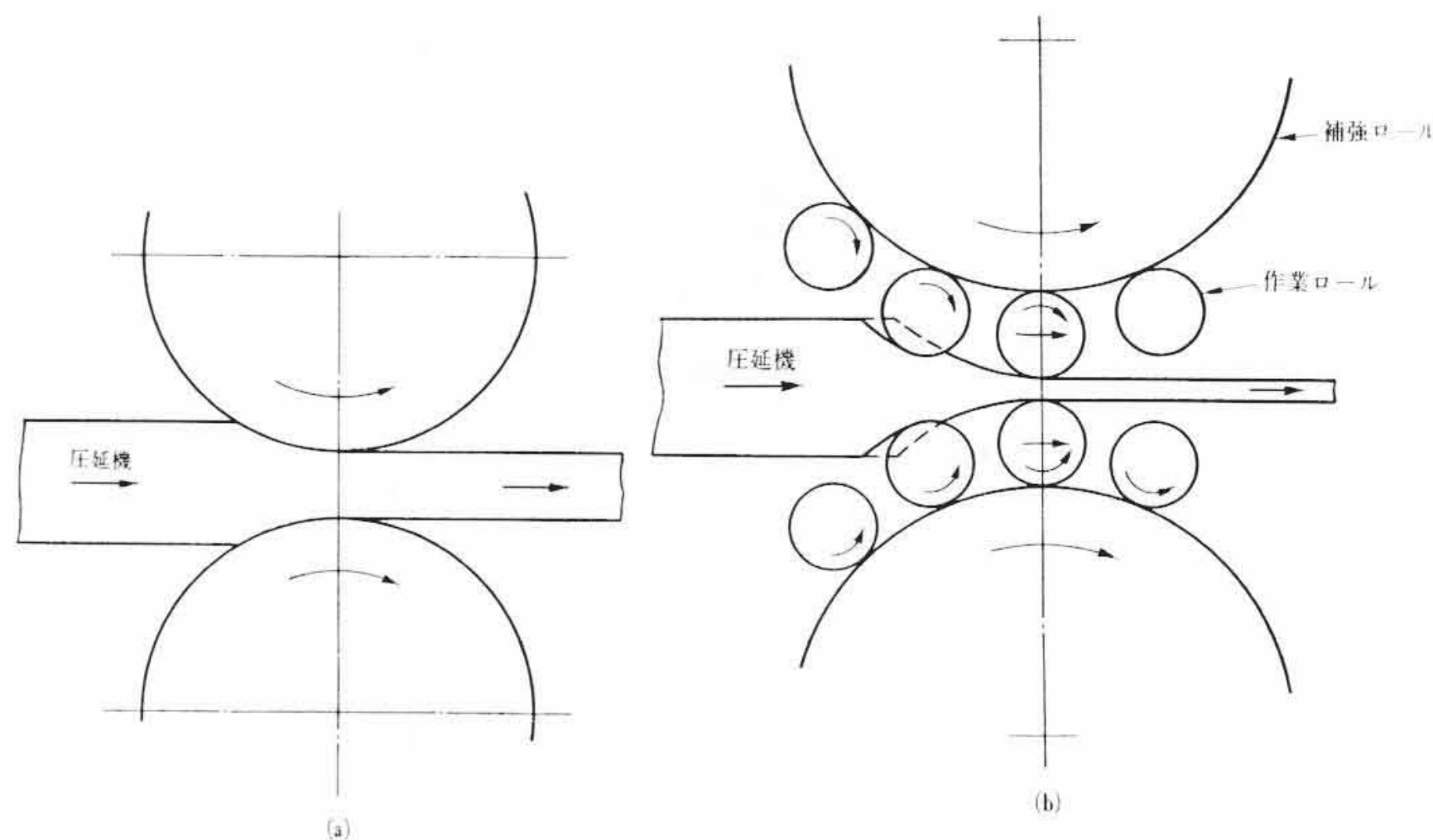


図2 プラネタリーミルの圧延機構

度をあげることが可能である。この方式による作業ロール公転の歳差運動は作業ロール軸受に特殊の緩衝材を入れることにより解決している。図1に示したミルでは、ハウジングは水平、垂直方向とも油圧によるプリストレス構造を採用し随所に防振ゴムを活用して圧延に伴う振動に対処している。

■ 油圧圧下式圧延機の開発

昭和39年8月大洋製鋼株式会社で世界最初の油圧圧下可逆式四重冷間圧延設備が稼動開始して以来、電動圧下の追従を許さぬ高性能を発揮して好調に操業を続けており、今回その第2号機（富士製鐵株式会社室蘭）および第3号機（川崎製鐵株式会社千葉製鐵所）が稼動にはいった。本油圧圧下式は図2に示すように電動圧下の数倍の即応性を持ち、かつ圧延中での高速度圧下が容易に行なわれるため図3に示すように板厚精度も向上し加減速時におけるオフゲージも少なく歩留りも向上する。これら本来の機能のほかにも油圧圧下方式は保守点検の簡便、事故に対する安全性、ロール組替の迅速化、建設費の低減など数々のすぐれた点を有するもので、これらのものはすべてタンデムミルに適用した場合さらにその性能を発揮するものと予想される。

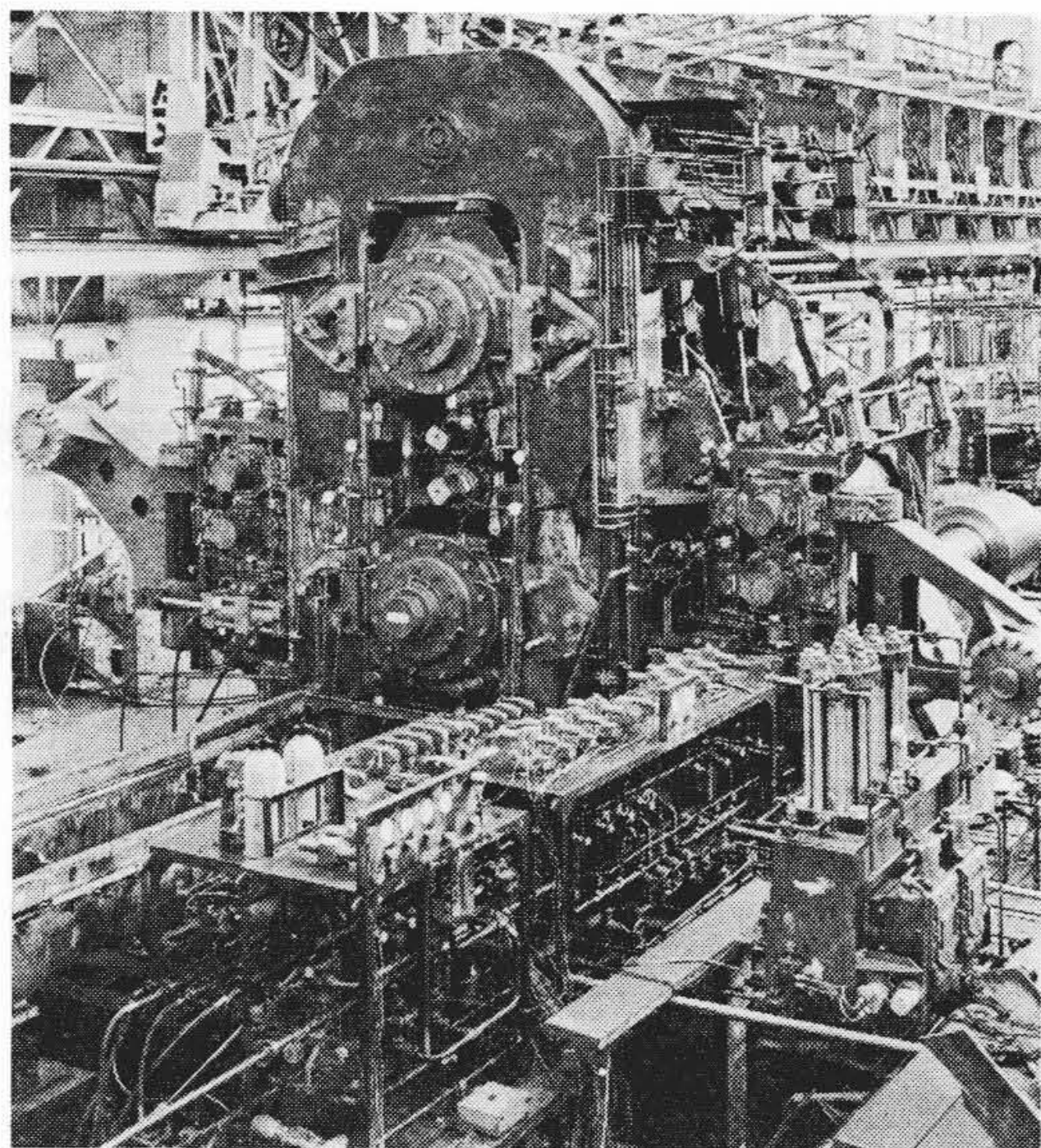


図1 富士製鐵株式会社（室蘭）納 油圧圧下式圧延機

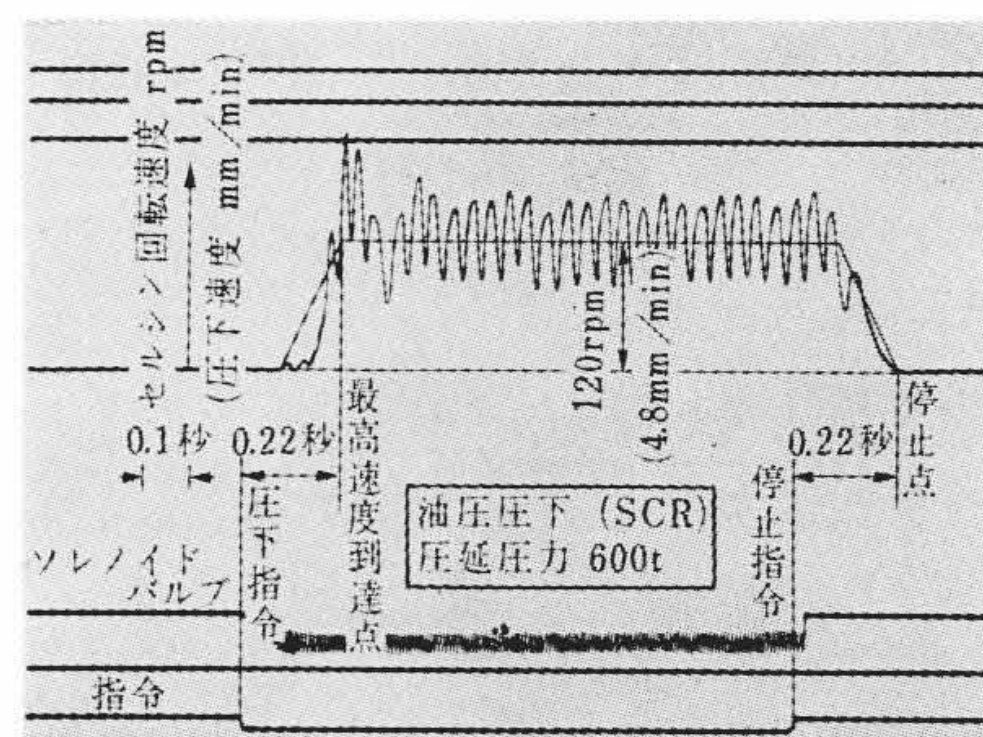
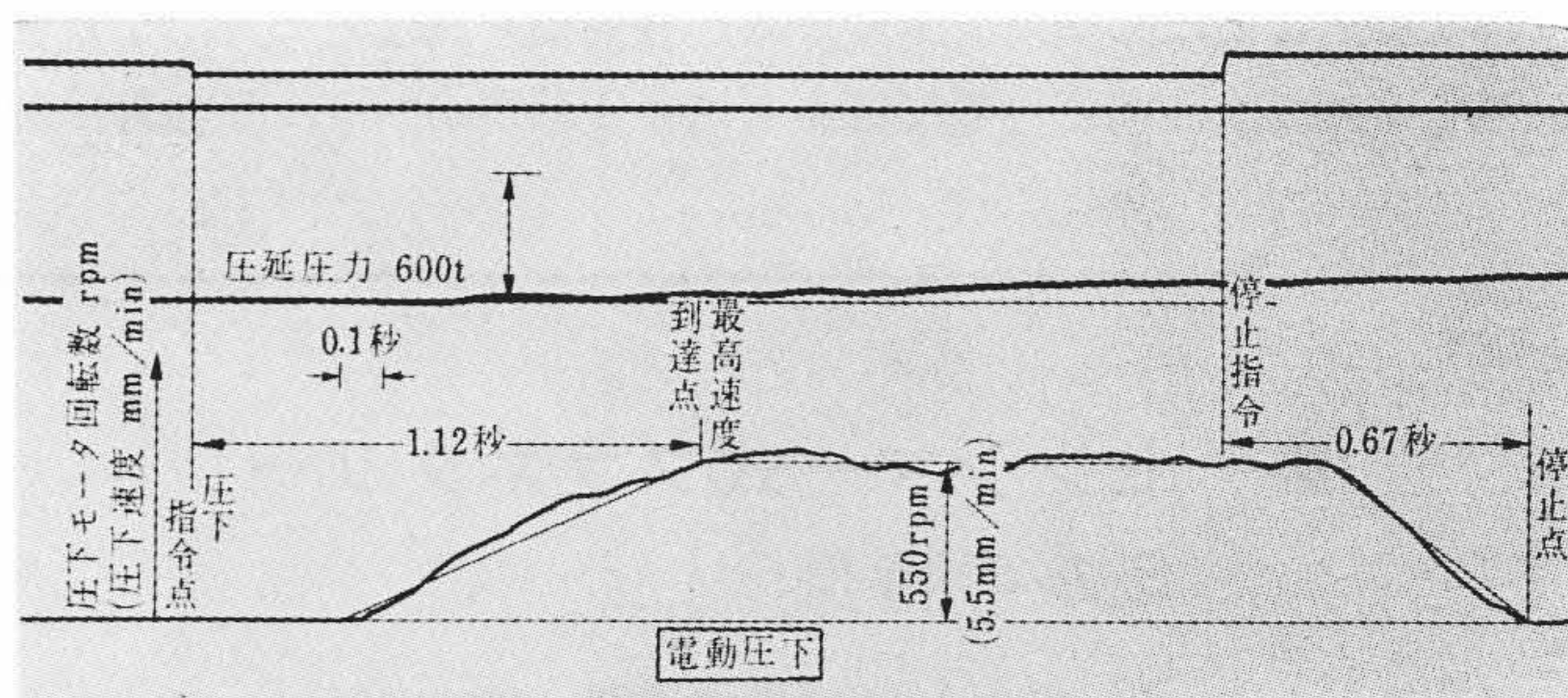


図2 圧下即応性の比較

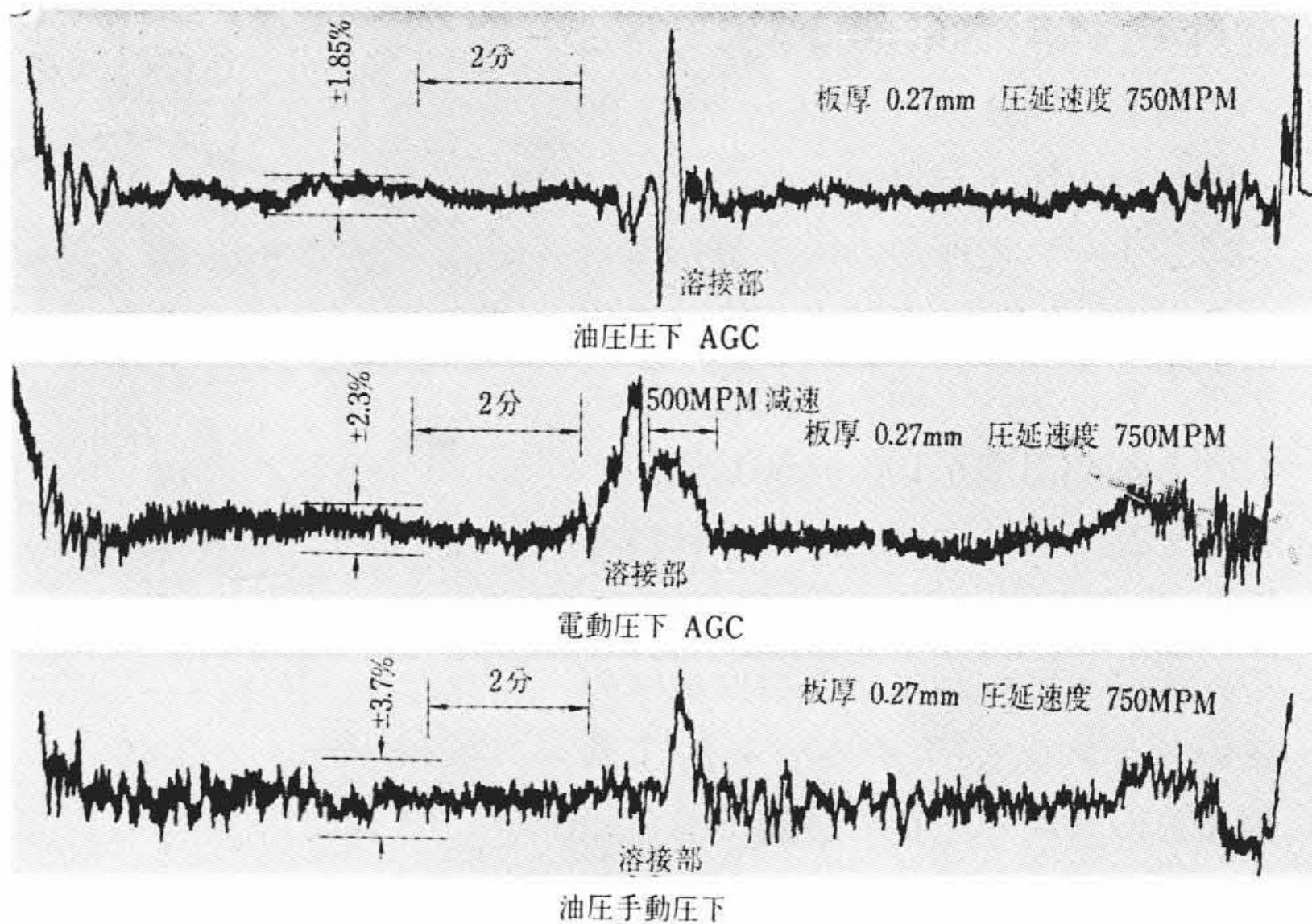


図3 各圧下方式による板厚精度の比較

■ 作業ロールの形状制御

形状の良い平坦な薄板を圧延することは板厚精度とともに品質上最も重要なことからである。昭和35年日立製作所で初めてこの目的のために油圧によって作業ロールの形状を調整する方式をアルミハク圧延機に適用して以来、いろいろの研究実験を重ね現在ではその効果も定量的に推定できるようになり、最近の日立製大形ストリップミルにはすべて本方式を採用している。その原理は図1に示すように作業ロールネックにかかる力を調整することにより作業ロールと補強ロール間の接触圧力の幅方向の分布を変えることによって接触変形の量を幅方向に調整しその結果均一な厚みのストリップを圧延せんとするものである。なお調整量の大小によって図2に示すようにA方式からC方式までであるが一般には効果と作業性の点からB方式を推奨したい。なお図3に作業ロール間に力を加えた場合の作業ロールの形状を理論的に求めたものを示す。

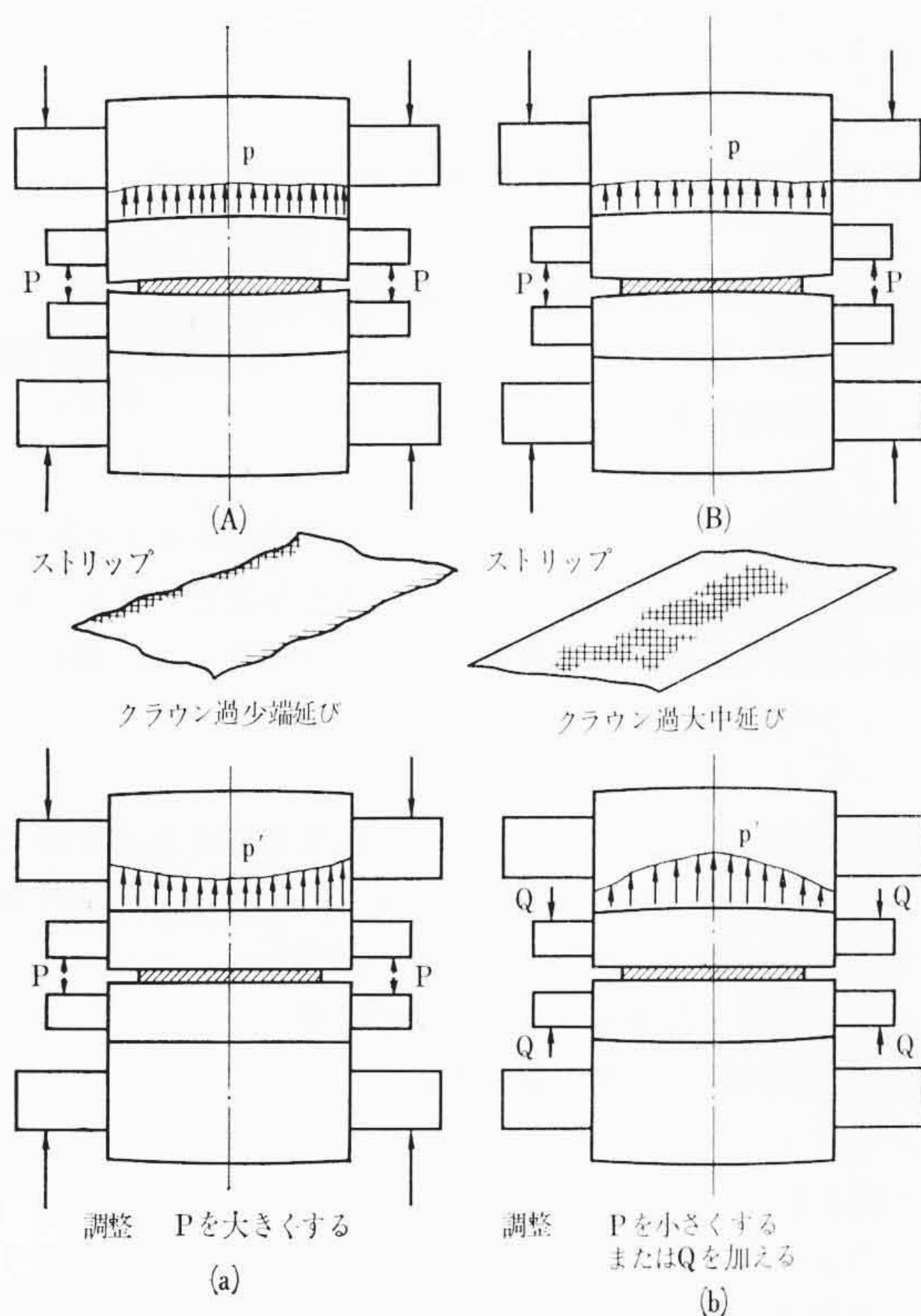
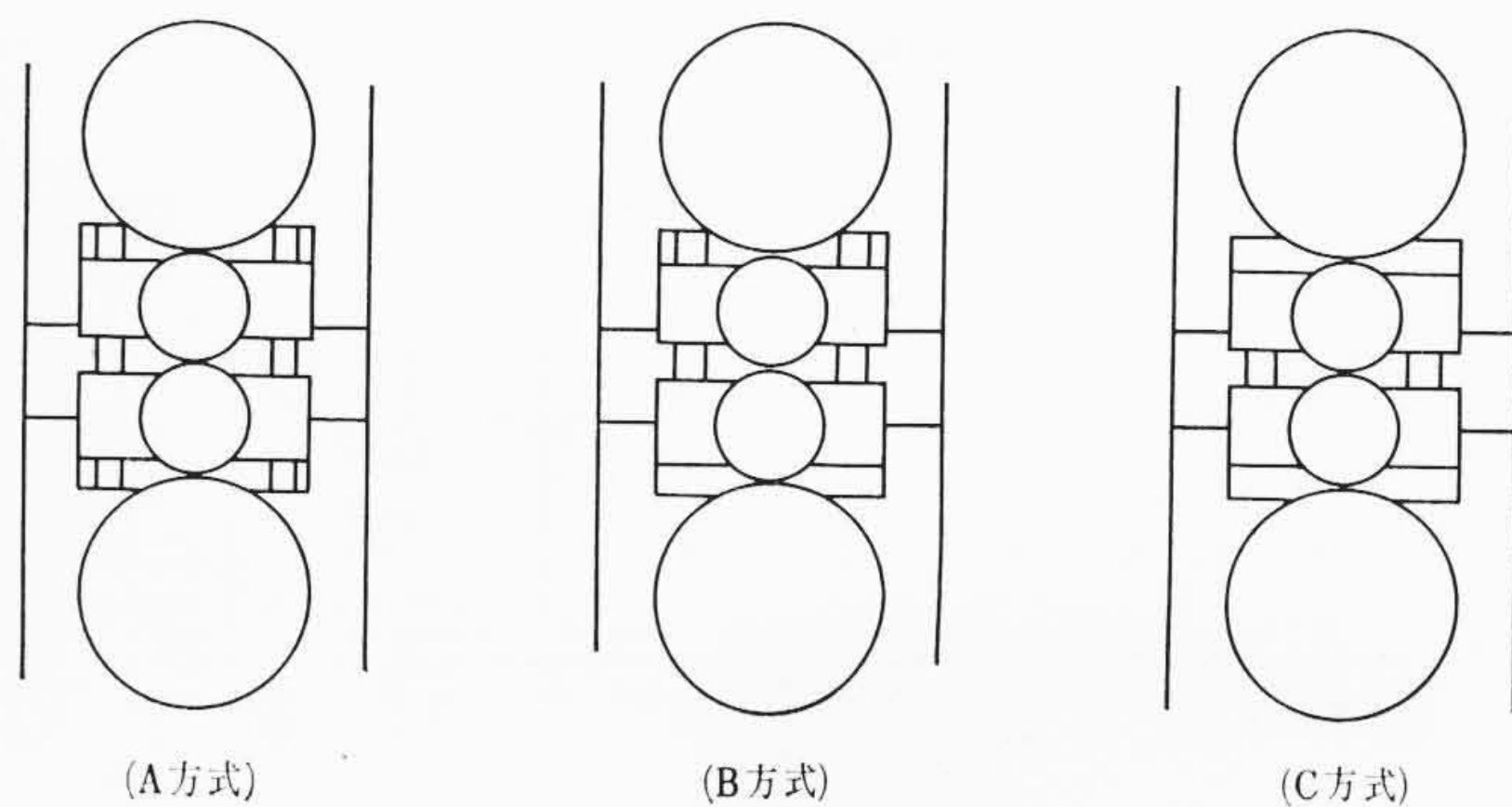


図1 ロールクラウンコントロールの説明図



ロール形状調整量の比較
 δ_0 : 作業ロール1本当たりで可能な調整量(強度上許しうるPの最大値で決まる)
 $\delta_A = 2\delta_0 \sim -2\delta_0$ 最大範囲 $4\delta_0$
 $\delta_B = 2\delta_0 \sim -\delta_0$ 最大範囲 $3\delta_0$
 $\delta_C = 2\delta_0$ 最大範囲 $2\delta_0$

図2 ロールクラウンコントロールの各方式と調整量の比較

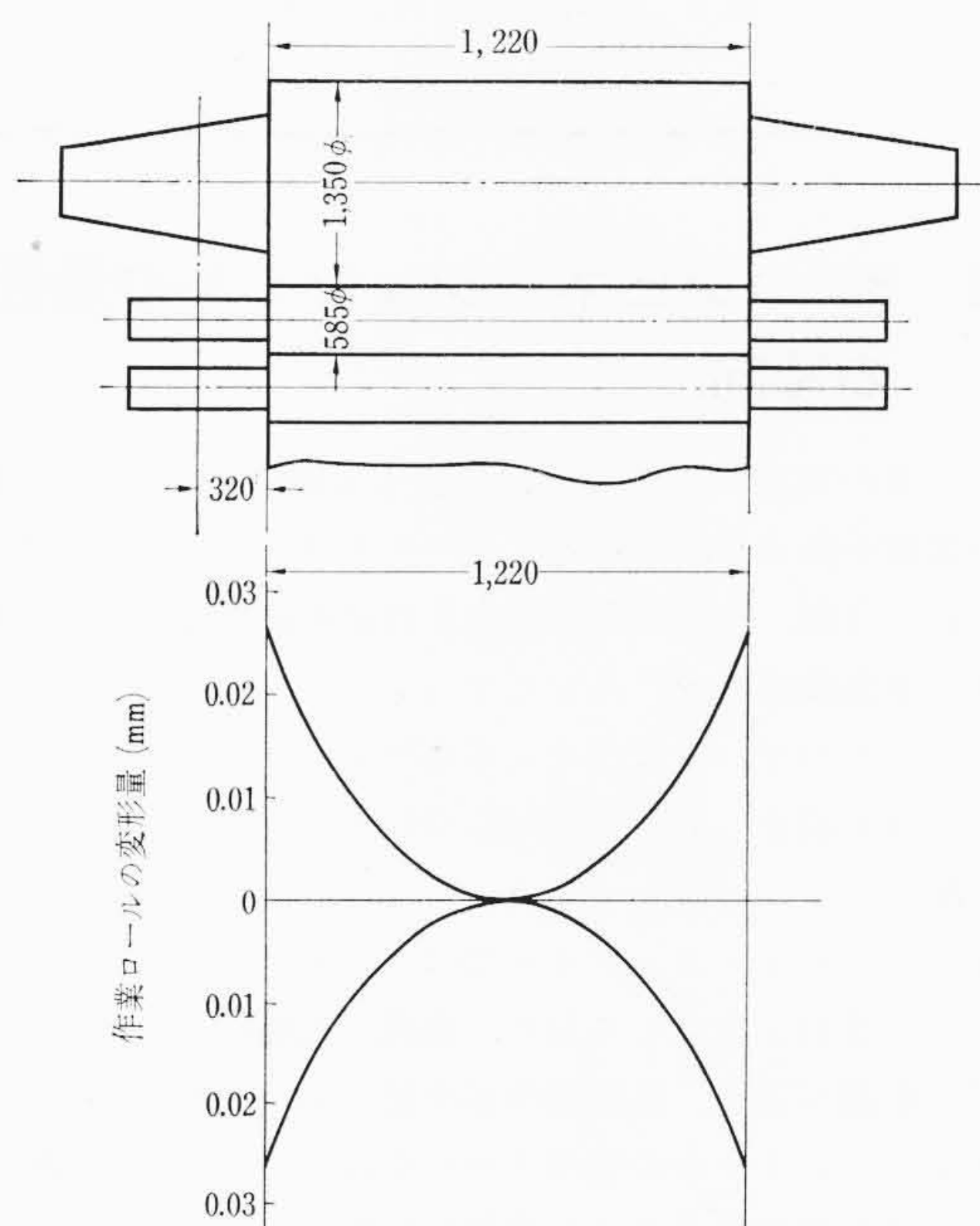


図3 理論計算より求めたクラウン量

■ 2スタンドテンパーミル(極薄ブリキ圧延兼用)

本圧延設備はブリキ原板の調質とともに最新の圧延方式たる極薄ブリキ圧延を行なう2スタンドタンデムミルで、2タンデムテンパーミルとしては国産第1号製品である。極薄ブリキ圧延設備としては本邦設置第1号機でこのミルの製作経験を有するのはアメリカのメーカーを除けば世界で日立製作所のみという最新の設備である。この極薄ブリキとは、アルミやプラスチックなどの容器材への攻勢に対する巻返しとして、より軽くより安いことを目ざして開発されたもので、通常の冷間圧延の後焼鈍を行ない再び冷間圧延して従来のブリキの約1/2の厚みにするというまったく新しい方式である。したがっていろいろな新しい問題が生じてくる。たとえば、圧延材料の機械的性質の不安定、薄物高圧下圧延のためのロールとストリ

ップの焼付の限界、圧延可能最小板厚の限界、製品の平坦度の問題、加減速時の板厚変動および張力変動の特性、さらに次のメッキ作業と圧延油除去の問題などである。これらを理論的にまた実験的に解明し、あらゆる注意を払い設計製作した結果所期の成果を収めることができた。このように品質を重視するはもちろん、操業性向上のためできる限りの自動化を図った。図1はその全体配置図を示したものである。なお本設備の諸元は次に示すとおりである。

圧延機形式	1,350/585 ϕ ×1,220 L 4H 2スタンドタンデムミル
駆動方式	作業ロールツインドライブ
最高圧延速度	1,520 m/min
主要電動機	No. 1 スタンド DC 940 kW×2 No. 2 スタンド DC 560 kW×2

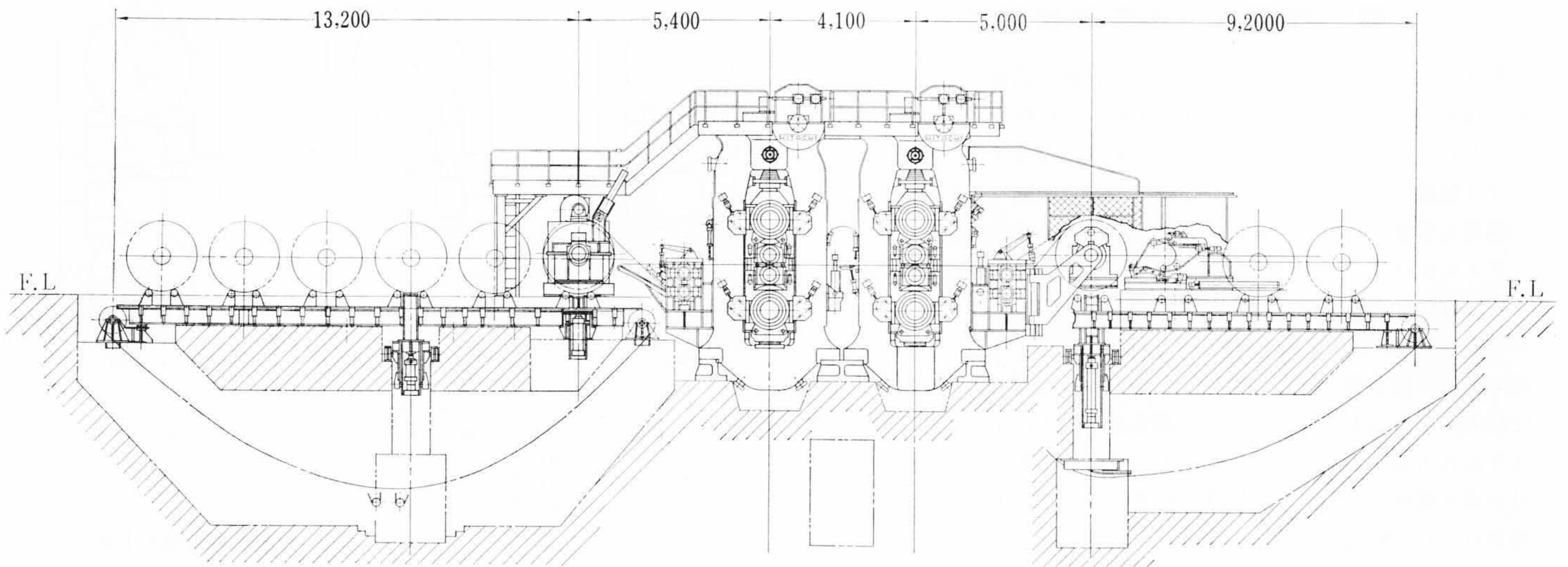


図1 東海製鉄株式会社納2スタンドタンデムテンパーおよびダブルリダクション兼用ミル全体配置

■ 80" コンビネーションミルの最近の傾向

自動車工業の発達にともない、板幅も2,000mm近くの広幅ストリップの需要が高まり、最近80" コールドストリップミルが相次いで建設され、今回、八幡製鉄株式会社君津製鉄所ならびに川崎製鉄株式会社千葉製鉄所に80" コンビネーションミルを納入し、好調に稼動にはいったので、従来のコンビネーションミルに比べ特に進歩改善された点を紹介し最近の傾向について述べる。

(1) 配置

従来のコンビネーションミルではペイオフリール1台とテンションリール2台とを有しており、調質圧延時にペイオフリールとミル間の距離が遠く、圧延操作が不便であったが、ペイオフリールとテンションリールの兼用リールを採用して、これを解決した。さらに、他の設備はドラムを簡単に交換することにより専用ペイオフリールを採用し、調質圧延作業に便ならしめるようにした。

(2) 油圧圧下方式の採用

前項にて詳細述べたが、油圧圧下方式を併用したので、圧下の即応性がよく、特にAGCによる板厚精度がすぐれている。また、冷間圧延時にはミルのバネ常数を大きくして圧延特性をよくし、調質圧延時にはミルのバネ常数を小さくして伸率の均一化を向上させることができ、特にコンビネーションミルにおいてはミルのバネ常数を切換可能な油圧圧下方式がすぐれた特長を発揮している。

(3) クラウンコントロールの採用

前述した方式による作業ロールの形状制御を行ない、形状の良い平坦なストリップを得ることができた。また圧延作業も容易となり、作業ロールのクラウン量の種類も少なくてすんだ。

(4) 自動化

操作の難易が大きく生産能率に影響するので、最近の設備では操作が高度に自動化され、また誤操作による危険を防止するための安全装置が設けられている。コイルをコイルボックスあるいは、ペイオフリールドラムにそう入するためにはコイル心とドラム心

を自動的に一致させる自動調心装置が採用され、迅速にして作業性の向上が図られた。また、ペイオフリールには自動EPC装置を設け、調質圧延作業の改善を図っている。

(5) きず付防止

最大40,000kgコイルを取り扱うため、特にコイルの取扱いには細心の考慮を払い、コイルにショックを与えないように緩衝機構が採用されている。また調質圧延時にストリップに腰折れを生じないように機器配置に考慮が払われている。

(6) マークレスグリップリールの採用

厚物ストリップをテンションリールにて巻取ると、従来は、リールのグリップ部において、ストリップコイルに段付きのマークが生ずる現象は避けられなかったが、新しくマークレスグリップリールを開発し、取扱うストリップの板厚に応じてリールのグリップ部形状が自動的に微小調整され、円滑なリールドラム形状となり、ストリップコイルにグリップマークの発生を防ぎ、品質の向上が図られている。

以上のように、いろいろの特性を有しているが、兼用リール、油圧圧下方式、クラウンコントロール、コイル自動調心装置、マークレスグリップリールなど日立製作所独自の考案が優秀な成果を収めている。

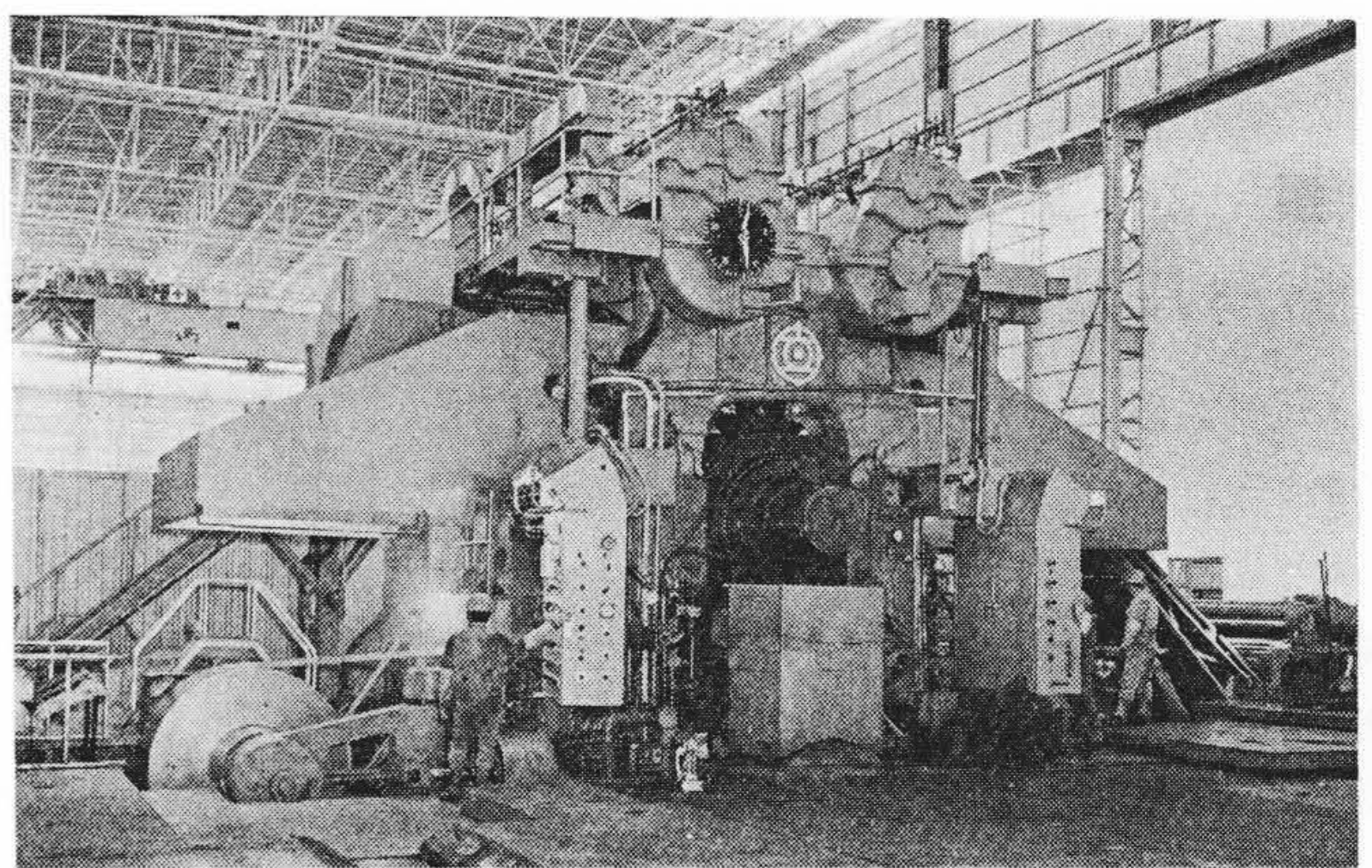


図1 80" コンビネーションミル

■ 亜鉛メッキ設備の進歩

亜鉛メッキ設備は主としてセンジマー方式、ホイーリング方式に代表されている。前者は設備内で酸化焼鈍するためにフルハードまたは極軟の亜鉛メッキ製品ができない。後者は設備外焼鈍でかつ、フラックスを用いるため操作上、好まれないという点があった。

これに対し最近のカラートタンの発達、薄板の需要増大により次のような要求がある。

- (1) 焼鈍済のコイルも、フルハードのコイルも扱える万能ライン
- (2) 薄メッキが可能
- (3) 設備費、運転費の低減
- (4) スパングルフリーの亜鉛メッキ

(1)に関しては、いわゆるシーラス炉方式を用い、炉の前に、アルカリ洗浄、酸洗いを置き、炉は焼鈍可能な、還元炉を用いることにより万能ラインとするものである。これは縦形であるが、さらに横形の炉とすることにより、設備費が低減できる。シーラス炉方式のものは日新製鋼株式会社市川工場に前後設備を納入した。

(2)項については、従来のローラ絞りの改良とともに、根本的に、ローラを使わない絞り方法、すなわち気体絞りを、日新製鋼株式会社と共同研究し、実用化の域に達している。これは速度アップが可能、メッキ板にローラの場合のごとき溝形がつかない、エッジ部のオーバーコントがない薄メッキが可能など多くの特長をもって

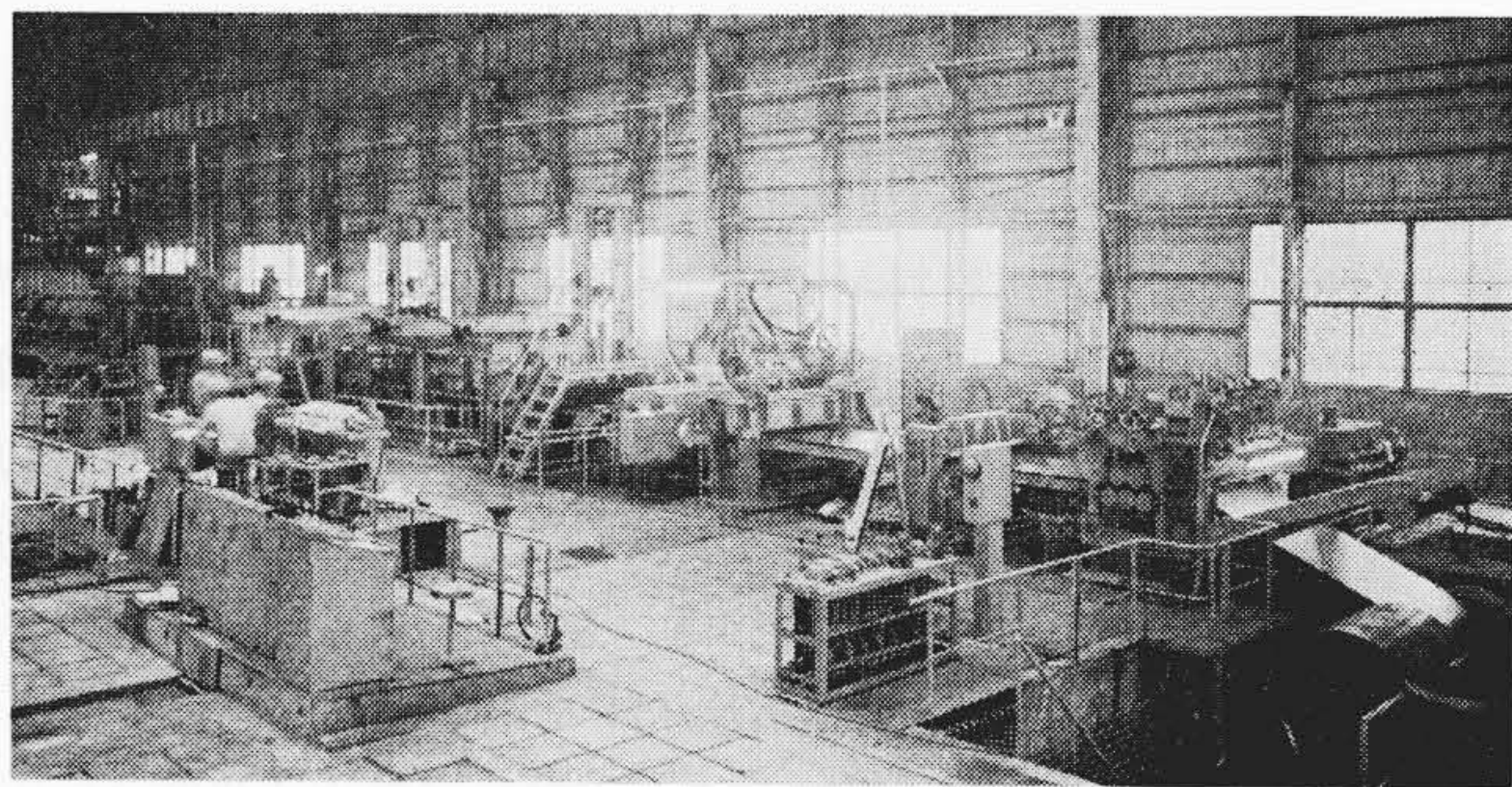


図1 亜鉛メッキ設備

いる。

以上の点より、設備費、運転費の低減が期待できるものである。

(4)項はカラートタンの下地として、望ましいもので、従来、メッキの加熱などによっていたが、メッキにスキンプスを加えることにより、バッチ炉で焼鈍したコイルの腰を強くするとともに、スパングルを少なくしようとするもので、新しい試みとして興味がある。

表面処理は多様なものがあるため、亜鉛メッキ設備についても、多様な製品を取扱える万能設備とすることが好ましく、そのためには製品の機械的性質の改良も含めた基礎研究が、今後の課題である。

■ ビレット誘導加熱装置の開発

最近、金属工業界における誘導加熱装置の利用は、生産性および品質の向上の面から注目され、金属溶解のほか熱処理、熱加工にも採用されるようになった。日立製作所においても、押出加工用加熱装置として商用周波を利用したビレット誘導加熱装置（以下ビレットヒータと称す）を開発し、日本伸銅株式会社には、銅および黄銅加熱用 800 kW 三相ビレットヒータ、日立電線株式会社には、銅加熱用 550 kW 単相ビレットヒータを製作納入した。

ビレットヒータは従来使用されていたコークスや重油による燃焼式加熱炉に比べ、スケール発生の少ない加熱ができること、温度制御が容易なこと、一定速度で加熱できること、作業人員を節約でき作業に熟練を要しないこと、炉の起動、停止時間が不要であること、作業環境が清潔であることなどすぐれた特長をもっている。とくに次工程の押出機と合理的に組み合わせて配置でき、しかも簡単に連動できるため、ビレットの加熱、加工を含めて生産管理ができ、従来の加熱炉の観念を一新した画期的なもので、金属工業界に課せられた生産性および、品質向上の要求を満足する装置である。

ビレットヒータはビレットを加熱する加熱コイル、ビレットの運搬機構、ビレットの温度検出機構からなる加熱装置と付属電源設備からなり、押出機と連動して自動運転されるため、ビレットのヒータへの送り込み、加熱コイル内への送入、押出機までのラインへの搬出には、動作が確実で、保守の容易な圧縮空気によるプッシャ方式が採用された。ビレットヒータの大きな特長は直接ビレットの温度を測定できることで、温度検出装置としてクロメル-アルメル熱電対を利用した。ビレットヒータの電源設備は、変圧器、力率改善用コンデンサ、炉制御盤、高圧受電盤からなり、単相ビレットヒータの場合はさらに単相負荷を三相平衡させる装置が必要である。

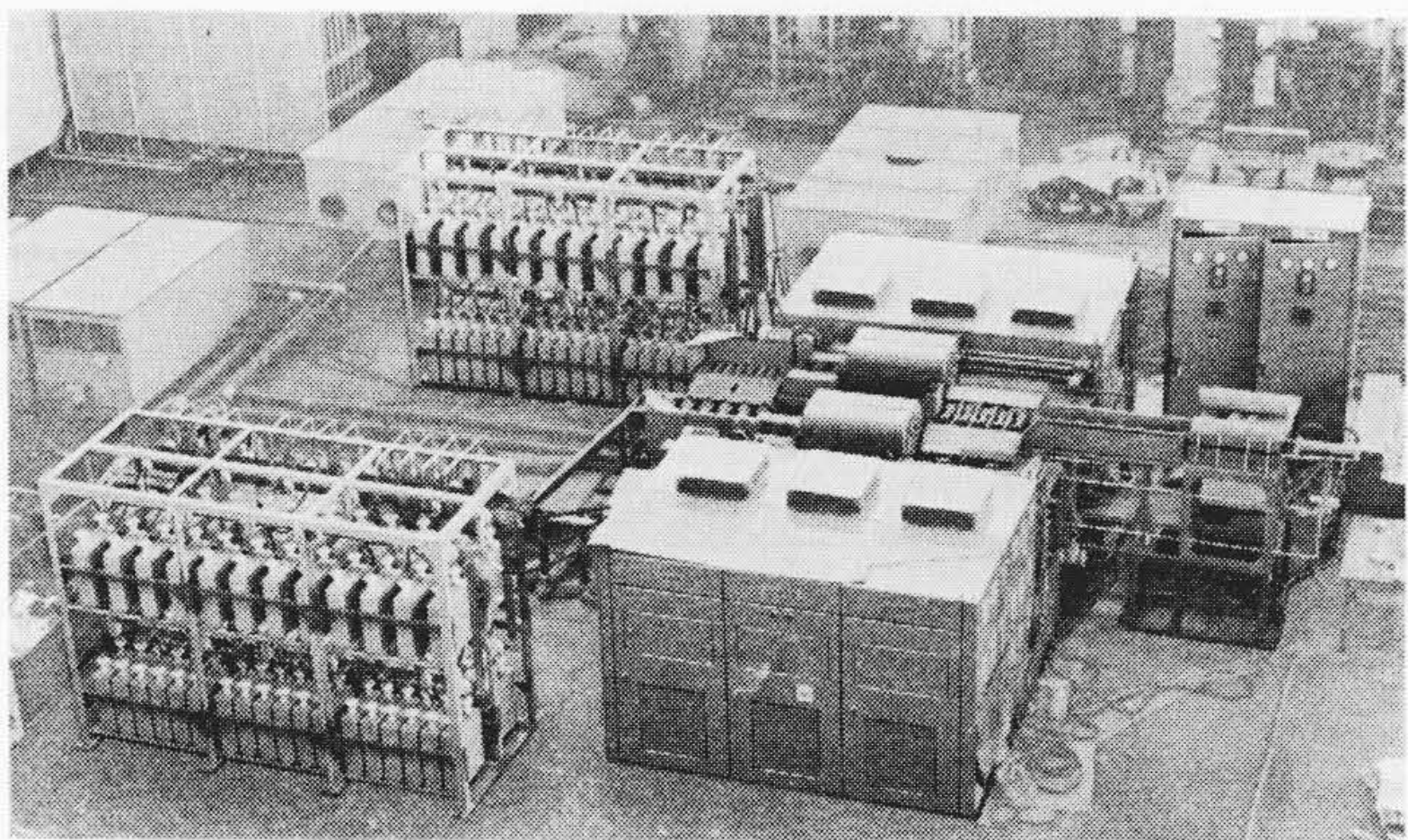


図1 日本伸銅株式会社納ビレット誘導加熱装置

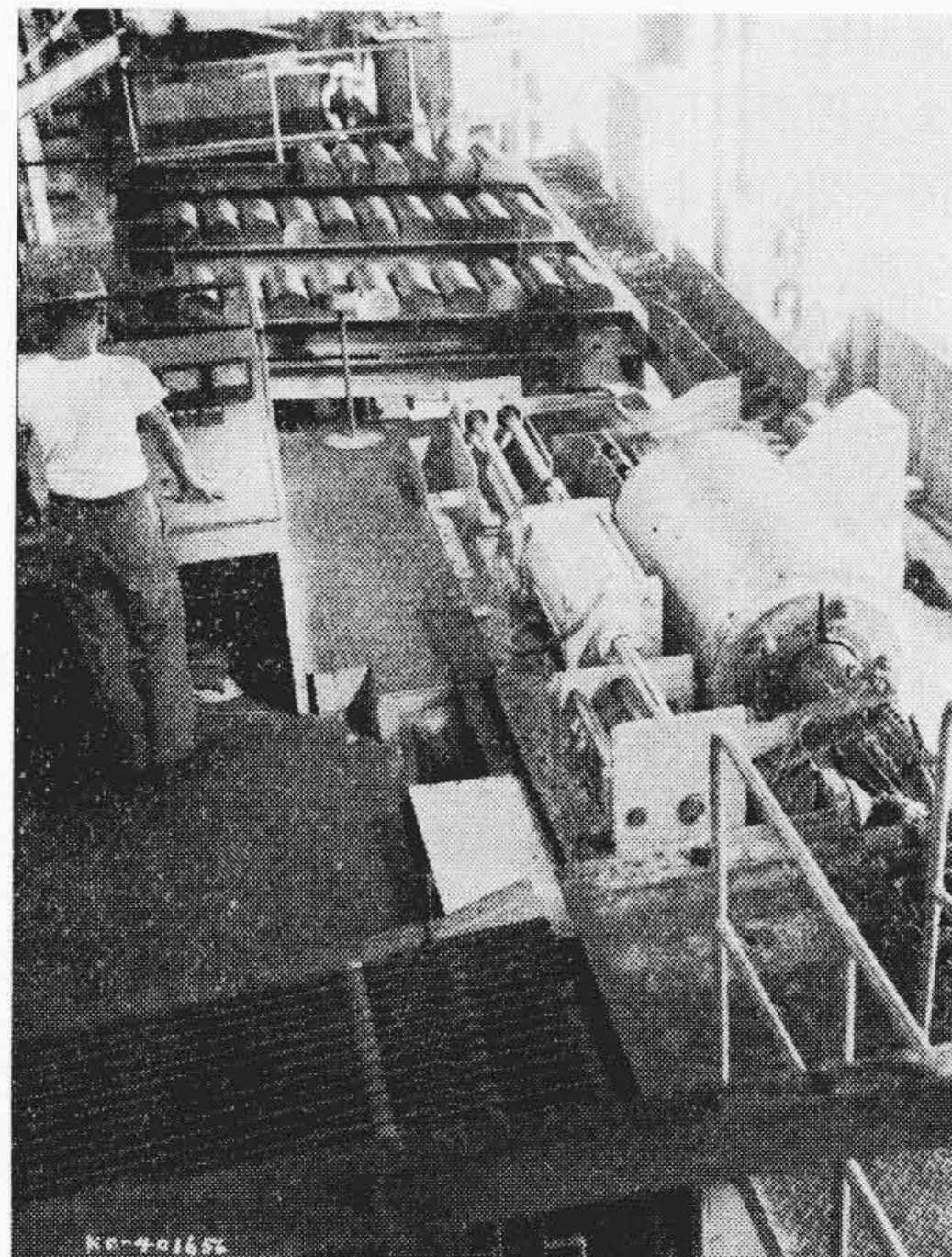


図2 日立電線株式会社納ビレット誘導加熱装置

って発電機電圧を広範囲に調整する必要があり、また高周波焼入装置の場合は、焼入材料の形状、寸法によって広範囲調整のほか、急速に電圧を上昇、降下させる必要がある。特にプログラム運転を行なう場合は重要である。磁気増幅器形電圧調整装置は調整範囲を広くすると重量、寸法が大となり、また急速電圧上昇は発電機界磁および、磁気増幅器の時定数でも抑制される。このため自

動電圧調整装置を半導体化し、広範囲調整、急速電圧上昇を行なうとともに、小形、軽量化をはかることは重要な課題であったが、東和冶金株式会社納 50 kVA, 3 kc 発電機では SCR 励磁装置およびトランジスタ自動電圧調整装置を一体化し、小形化した。電圧調整範囲は 10-100% と広いものとなり、真空炉プログラム運転に適したものが開発された。図 2 は自動電圧調整装置を示す。

■ ホットストリップミル仕上 St 用 ワークロールの改善

(1) $F_1 \sim F_3$ St 用ロール

$F_1 \sim F_3$ St に使用されている鋳鋼およびアダマイト系ロール(日立材質記号: 特 2S)では、流星状の肌荒れ防止対策が大きな課題となっている。

日立金属工業株式会社では、実際の肌荒れ状況の調査と各ロールの製造条件の再検討により、黒鉛を析出させて耐熱性を持たせるとともに、適度の粒状セメントを分布させて耐摩耗性にすぐれた特 2S ロールを開発することに成功した。

改良前後のロールの比較を某製鉄所における F_2 St (肌荒れが最も激しい) の月平均肌荒れ面積の推移で示すと図 1 のようになる。肌荒れ面積はロールの肌荒れ状況を百分率で示したもので、改良ロールが使用されはじめた昭和 39 年 5 月から肌荒れしがたくなっている。

(2) $F_4 \sim F_6$ St 用ロール

$F_4 \sim F_6$ St には高合金グレンロール(日立材質記号: 7c)が使用されているが、最近では広幅薄鋼板の増加、圧延ピッチの短縮、圧延スラブの大形化など、圧延条件が過酷になり、一段と高級なロールが要求されている。

ロールメーカーの課題は、主として絞り込み、かみ止めなどの異常圧延に遭遇して発生する、多量改削の少ないロールを製造することにある。一般に軟質ロールはこの種の異常改削の発生に対する抵抗性にはすぐれているが、肌荒れ、摩耗、押しきずなどの発生に対する抵抗性に劣り、高級鋼板の圧延が困難となる。

日立金属工業株式会社では、これらの問題を解決するため、まず黒鉛組織の改善に着目し、一応その目的を達したが、さらにその後の圧延成績の調査と基礎研究を進めた結果、異常圧延に対し

て強い抵抗力のある組織を有し、しかもすぐれた圧延肌を呈する $F_4 \sim F_6$ St 用ロールの開発に成功した。

一方圧延中の熱負荷および圧延応力によるロールのミクロ的変形にも着目し、異常改削発生の誘因となる絞り込み事故が生じにくく、しかも圧延時の鋼板の伸びのよいロールを造るため、ロール全体の均一性に留意した製造方案を採用している。

表 1 は改善前後のロール圧延実績を某製鉄所の一例として示したもので、明らかな改善効果が表われている。

表 1 改善前後の圧延実績

スタン	ロール種別	t/mm	mm/回	t/回
F ₆	対 策 前	1,780	0.50	891
	対 策 後	2,379	0.43	1,021
F ₅	対 策 前	1,540	0.91	1,400
	対 策 後	1,796	0.80	1,440
F ₄	対 策 前	1,470	0.94	1,380
	対 策 後	1,645	0.79	1,290

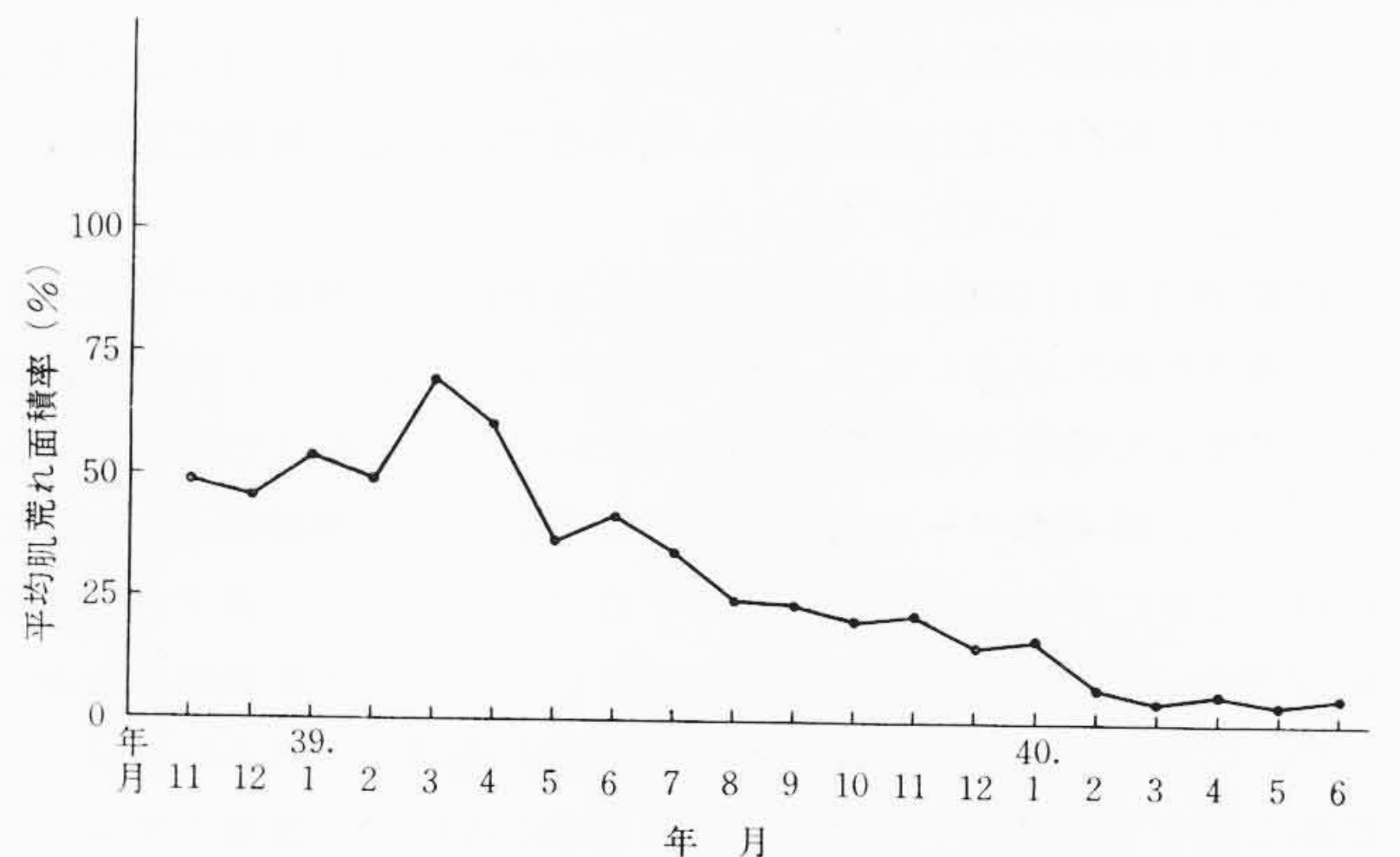


図 1 F_2 St の月平均肌荒れ面積推移

■ 最近のダクティル系分塊ロール の改善と成果

ダクティル鋳鉄による分塊ロールは、製造開始よりすでに十年に及んでいるが、40 年度において材質上一段の向上を達成することができた。すなわち従来のダクティル系分塊ロールは、その用途にかんがみてブルーミングミル用とスラビングミル用に分けられ、ブルーミングミル用としては耐摩耗性の向上を一段と促進するため胴体硬度の増加を研究の主眼とした。他方スラビングミル用ロールとしては、過去のロール納入実績を参照して耐折損性を第一とし、折損しないことを前提に置いて耐摩耗性の増加を試みた。

この結果ダクティル系分塊ロールの硬度は、ショアー硬度で HS 35~40 であったものを、約 5 硬度高くすることに成功し、ブルーミングミル用ロールについてはもちろんのこと、スラビングミルにおいても、耐折損性と耐摩耗性を併備した画期的なロール材質を開発できた。

この種改善製造方法によるダクティル系分塊ロールはすでに顧客に納入されており、ブルーミングミル用、スラビングミル用ともに過去のロール材質に比較して著しい向上を示しており、ロールの改削量 1 mm 当たり

の圧延屯数は従来の材質の 1.5~2.0 倍に達するものと思われる、今後の結果が期待されている。図 1 にスラビングミル用ロールの一例を示す。

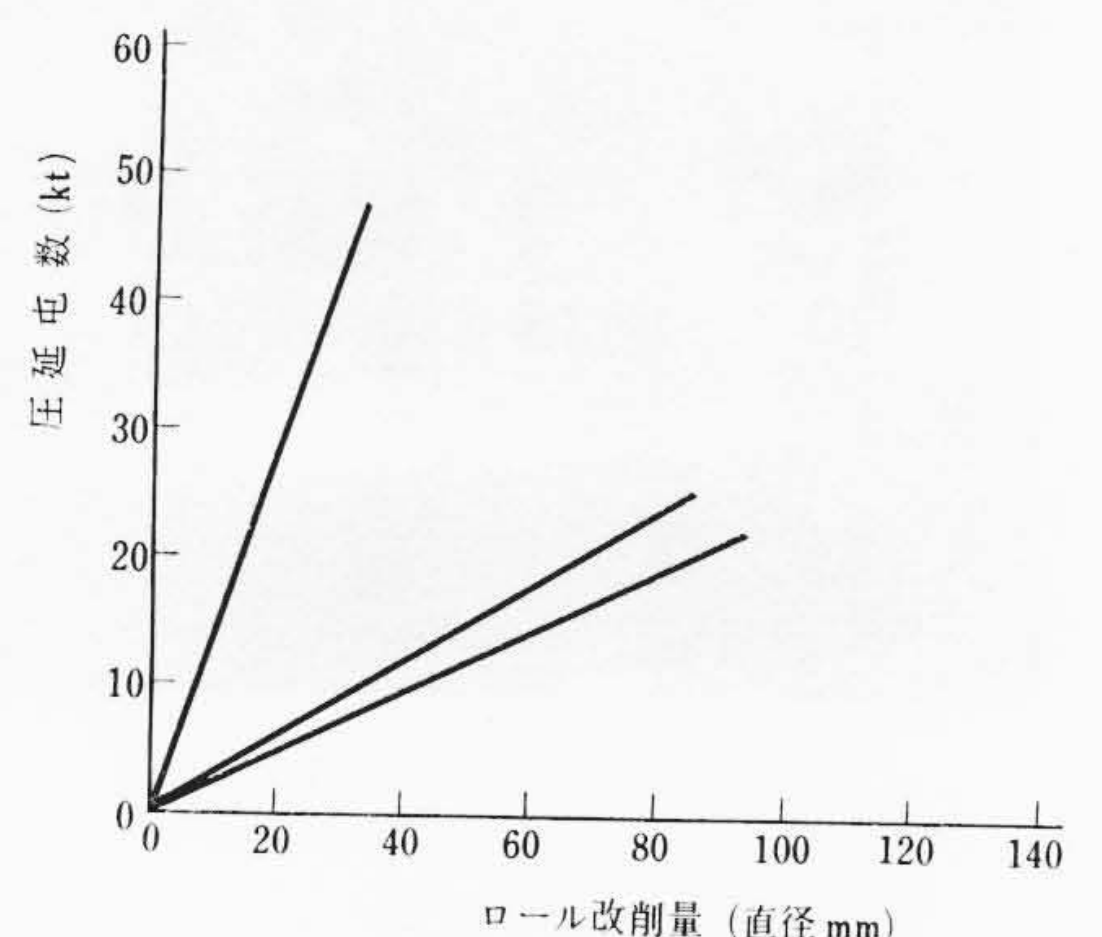


図 1 スラビングミル用ロールの成績

■ 最近の厚板ミル用ワークロール

広幅厚板圧延用逆転式4重圧延のワークロールには従来より高合金グレンロール(日立材質記号:7c)が使用されているが、圧延鋼板の高級化、圧延能率の向上、あるいはロール原単位の低減などを図るため、最近特にこの目的にそうロール材質の研究が要望されている。厚板ワークロールの使用上におけるおもな問題点は、亀甲状クラック、摩耗、肌荒れ、および押しきずの発生である。従来、これら各種のロール事故すべてに対して強力な抵抗性を有するロールを製造することは技術的にきわめて困難な問題とされていた。しかし、日立金属工業株式会社では、ロール圧延実績の詳細な調査検討によって、ロール事故の発生原因を根本的に追求し、ロール組織を構成する諸要素とロール事故との関連性を明らかにするとともに基礎研究の累積により、上記のすべてのロール事故に対して明らかな改善効果を有する厚板ミル用ワークロールの開発に成功した。改善のおもな内容は黒鉛組織の微細化、均一化と基地組織の強じん化であり、

表 1 改善前後の圧延実績の比較

上 ロ ー ル 実 績			
ロール種別	t/mm	mm/回	t/回
改 善 前	1,055	2.37	2,503
改 善 後	1,240	1.95	2,430

下 ロ ー ル 実 績			
ロール種別	t/mm	mm/回	t/回
改 善 前	800	2.76	2,210
改 善 後	1,100	2.04	2,240

耐摩耗性を劣化させることなく、かみ止めなどによるクラックの軽減を図ることができた。このために溶解原材料の選択より製品にいたるすべての製造工程において、改善ならびに新方案が採用されている。これらの改善ロールはすでに国内各圧延工場において使用されつつあり、いずれも明らかな改善効果が実績として現われている。表1は某製鉄所における圧延実績を比較対比したものである。

■ 大形粗ロールへの日立黒鉛鋳鋼の適用

日立黒鉛鋳鋼は昭和35年度に独自の製法をもって開発し特許(認可番号37-28026, 37-28028)を得たもので、化学成分上は過共析鋼に属し、組織は鋳鉄と同様に遊離炭化物を有しグラファイトを20~30 μ に調整し機械的性質は鋼の強度を持っている。

最近黒鉛鋳鋼の製品化に関する報告が国内外で数例見られる程度に過ぎず、国内では日立のほか一社がほぼ同時期に鋳鋼圧延用ロール材としてその応用を試みている。

昭和39年度は広幅厚板粗圧延に用いられる大形粗ロールに本材質の適用を試み成功した。一般に大形粗ロールはロール胴長が4,000mmに及ぶ大物品(仕上重量50t)でロールには強大な圧延荷重が作用する。従来本ロールには強度的に安定した特殊鋳鋼系をおもに使用してきたがなお表面層に発生するクラック部分が強大な圧延荷重(2,500~3,500t)に耐えられず進展し、しばしば折損事故を起こしていた。かかる情勢のなかで黒鉛鋳鋼を適用したねらいはロール表面に発生するファイヤクラックの形態を亀甲状に調整してロールのクラック部分にかかる曲げ応力の集中を緩和させることと耐摩耗

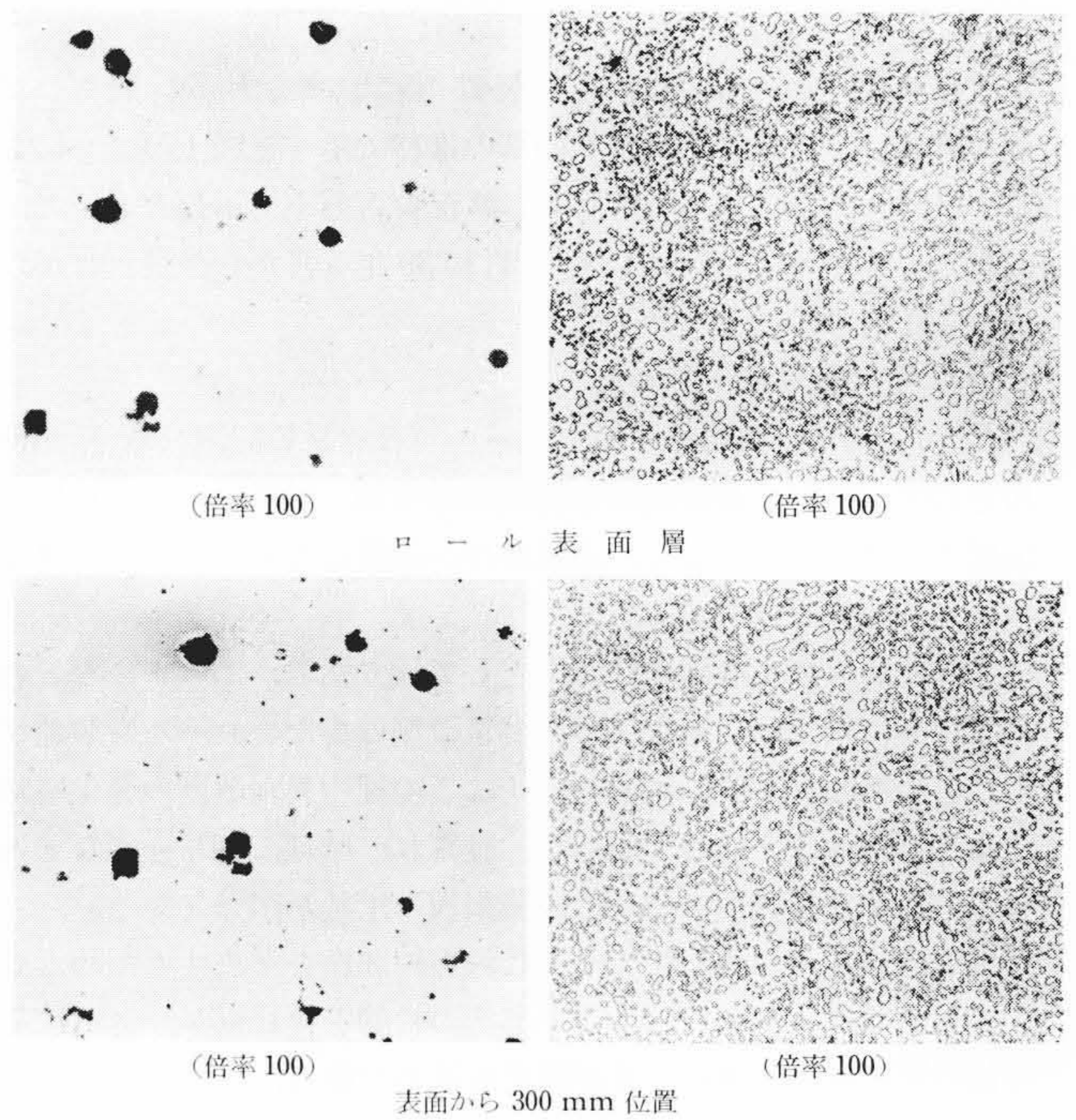


図 2 ロール内外部の顕微鏡写真

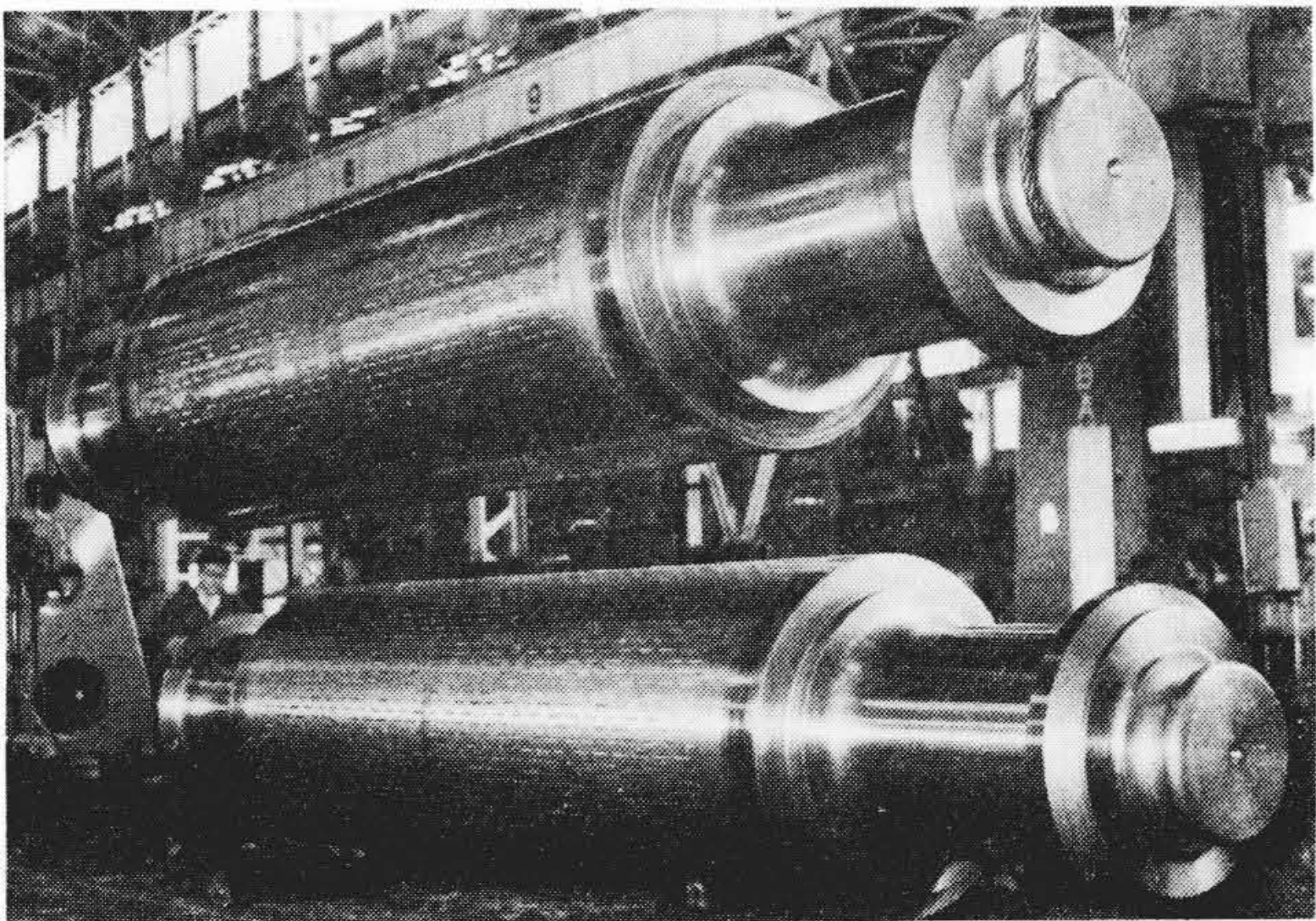


図 1 大形粗ロール

性の向上にあった。
納入ロールの性状は初期に予想したとおり表面層は典型的な亀甲状クラックを呈しクラックの進展は緩和される一方、摩耗量も従来材質の1/2以下に押えることができた。
このほか日立黒鉛鋳鋼はスラブ用分塊ロールならびに各種型鋼用ロールに60本余(約1,200t)の納入実績をもち好調に稼動しており折損事故はまったく起こっていない。大形粗ロールの外観写真ならびにロール内外部の組織写真は図に示すとおりである。

■ 日立ピルガーロールの特性

鋼管圧延用に使用されるピルガーロールは従来、輸入品および特定のロール製造工場で製作されていたが、ロール表面の肌荒れおよび早期クラック発生などにより圧延材表面の美しさを失うためロール品質の向上が望まれていた。

日立製作所では昭和38年度に実態調査のうえ、従来の使用材質Cr-W系に変わる特殊Cr-Mo系鋳鋼ロール材を研究開発し試作納入した結果、肌荒れと耐摩耗の点に従来ロールよりすぐれた特性が得られ、ロール径小廃却までの圧延屯数は従来のロールの約2倍の成績を得ることができた。特殊Cr-Mo系鋳鋼のピルガーロールへの適用は日立独自の開発によるもので国内外を通じて初めての試みとみられる。

本材質の組織上のねらいは、Cr, Moなどの炭化物生成元素の添加量組合せによりカーバイドを微細均一に分布させ、基地組織を熱処理によって微細に調整できることを利用して肌荒れのムラを除き耐摩耗性の向上をはかったものである。

試作ロール納入以後、既納ロールは50本余を数え、最近では海外からの引合いも増加しすでに輸出されたロールも多数で好調に稼動中である。

今後におけるピルガーロールの課題は高温における肌荒れ、摩耗にいっそう強い抵抗をもつ合金鋼の開発であり、これによって圧延組入中のロール表面の肌荒れ手入れ数を減少し、生産能率の向上とロール原単位の向上を図っている。

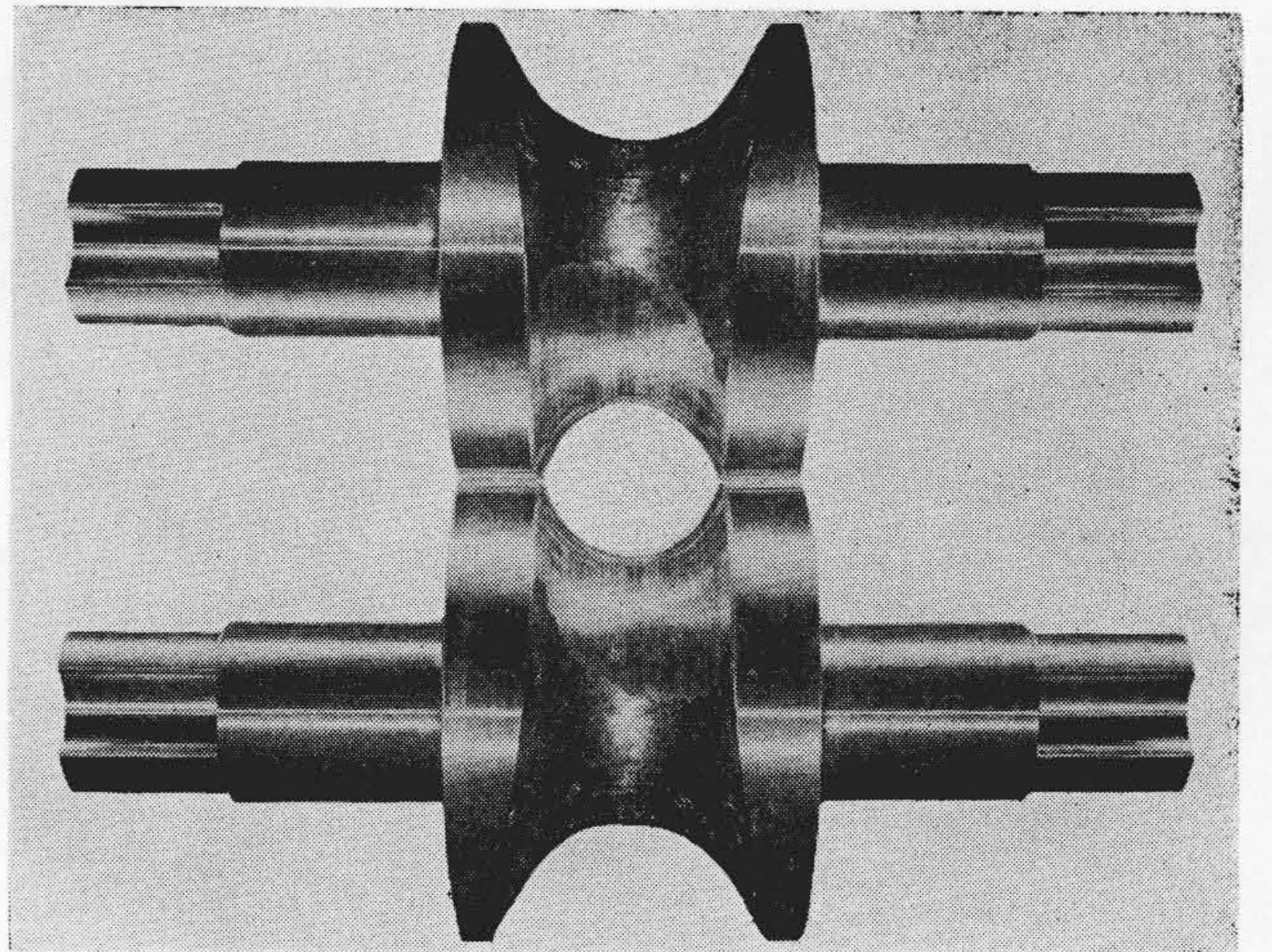


図1 ピルガーロール (仕上単重3.2t)



図2 ロール表面層の顕微鏡組織

■ 箔圧延用ロール

アルミ箔は0.15~0.005mmのきわめて薄いもので表面光沢がよくピンホールのないことが要求される。したがって箔圧延用ロールの表面はきわめて高い清浄性およびかたさと精度を必要とし地きずなどの欠陥は許されない。

日立製作所勝田工場では真空アーク溶解鋼(以下真空鋼という)を使用してスキンパスロール、その他仕上圧延用ロールの製造を行ってきたが、さらに優良な素材から高品質の箔用ロールの量産が可能になった。

製造例の外観写真を図1に、ロール仕様を表1に示す。

真空鋼の性状

(1) 非金属介在物などによる表面地きずの減少が顕著である。

真空鋼と大気溶解真空鋳造鋼との比較を表2に示す。巨視的介在物はきわめて減少しておりほとんど認められない。

(2) 組織の微細化に効果がある。

真空鋼は水冷銅ルツボ内へ鋳込みを行なうことになるため、デンドライト組織が微細であり緻密なロールの表面組織が得られる。

(3) その他

真空鋼は含有ガス、介在物などが少ないので靱性が向上し、疲労強度が向上するなどの効果がある。

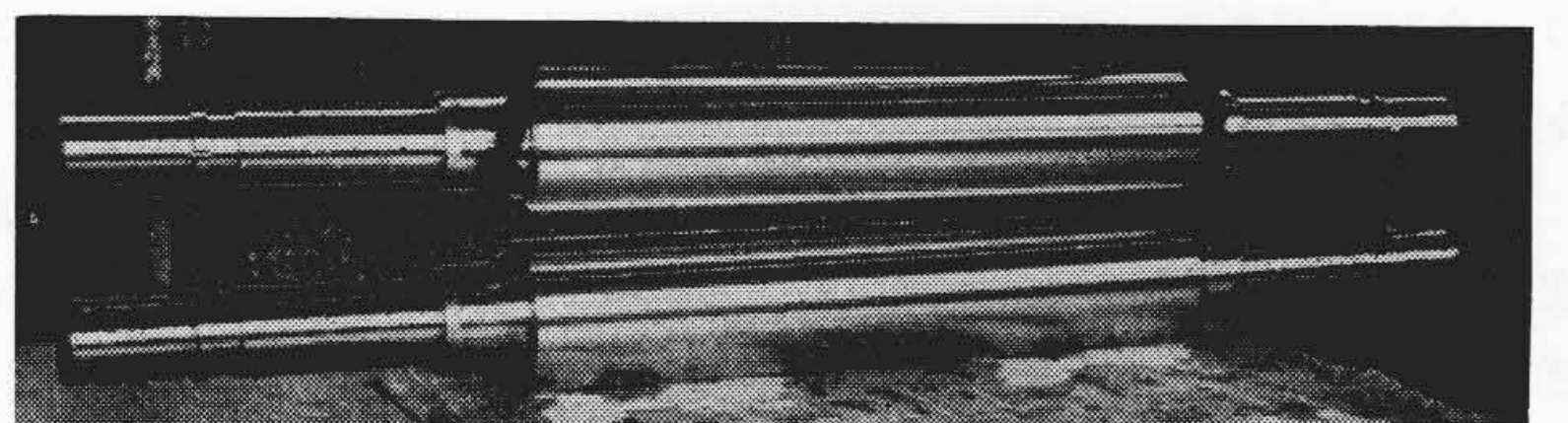


図1 箔圧延用ロール

表1 箔圧延用ロール仕様

胴径(mm)	かたさ(H.S)	真円度(mm)	円筒度(mm)	偏心(mm)
150	100以上	0.003以内	0.003以内	0.003以内
228	100以上	0.003以内	0.003以内	0.003以内

表2 地きずの比較

地きずの長さ(mm)	0.30~0.49	0.50~0.69	>0.70
真空鋼	0.00	0.00	0
大気溶解真空鋳造鋼	0.166	0.004	0

* 製品表面積 100×100(mm²) 当たりの地きず個数