18. 圧延機，ロールおよび電気炉

ROLLING MILLS, ROLLS AND ELECTRIC FURNACES

18.1 圧　延　機

38年度における鉄鋼業界は，37年度の設備投資削減の態勢を維持しつづけ，新規発注の規模も前年度に比し格別の違いは見せていないが，次第に上昇気運を見せてきており，前年度納期延期の処理を受けた諸設備も再開間近かの情況にある。このように国内においては，活況を呈するには至っていないが，海外輸出という面では，南アフリカおよびインドの進出に成功した画期的な年であったといえる。

日立製作所を中心とする日本グループは，激しい国際競争の結果インドの国営製鉄工場として建設されるドルガプールの特殊鋼圧延設備一式を受注し，目下設計製作中である。

これまで国内設備の受注活動における欧米諸メーカーとの競争は苦戦を免れ得なかったが，今回の受注成功により日立製作所の圧延設備の設計製作技術が国際的に認められたことになる。

さて，38年度に日立製作所が設計製作した圧延プラントおよび精整設備のおもなものをあげてみると，まず熱間圧延設備では，南アフリカ連邦共和国で最も歴史の古い製鉄会社であるUSCO向けの特殊鋼用分塊圧延設備が完成，ドルガプール向けの分塊ミルおよびバーミルが，海外輸出第2陣として目下製作中であるが，いずれも世界最新の設備である。東都製鋼株式会社に納入したワイドフランジビームミルおよび矯正機は国産第1号機で，輸入品にそん色のない性能を発揮するものと期待されている。また現在設計製作中の日本冶金工業株式会社向け世界最大のプラネタリミルは業界の注視を浴びている。

次に冷間圧延設備では，画期的な駆動方式を採用した昭和アルミニウム株式会社納のフォイルミル，造幣局納の多種生産用として細心の工夫を施された4H ミルと2H ミルが完成納入された。現在製作中の大洋製鋼株式会社納の補強ロール駆動式大形4H コンビネーションミルは，日立製作所独得の油圧圧下方式を採用しており，従来の電動圧下装置の性能を大きくしのぐことが期待されている。

さらに精整設備関係については，則武鋼業株式会社納の広幅厚板用スリッチングラインおよびシヤリングライン，日立電線株式会社納のスクイーズポインタおよびストレッチャーレベラなど，特色ある機械を納入したほか，大洋製鋼株式会社納のフライングシヤーラインとクリーニングラインを製作中である。

以上のように38年度も数々の設備を納入したが，いずれも能率，歩留り，稼動率および製品品質の向上が要求されており，これらはいずれも圧延作業の経験を十分生かした設計となっている。

18.1.1　東都製鋼株式会社納H形鋼圧延設備

本圧延設備は，昭和36年納入したタンデム式大中形鋼圧延設備に対し，並列に設置されるもので，普通形鋼とH形鋼との生産品種の切り換えが容易で，能率のよい圧延ができる。その概略配置を第1図に示す。

H形鋼圧延設備のおもな仕様は次のとおりである。

生　産　能　力	18,000 t/月
使　用　鋼　塊	520㎜×1,550 L～400㎜×1,550 L
圧　延　製　品	H形鋼：　H100～250，普通形鋼

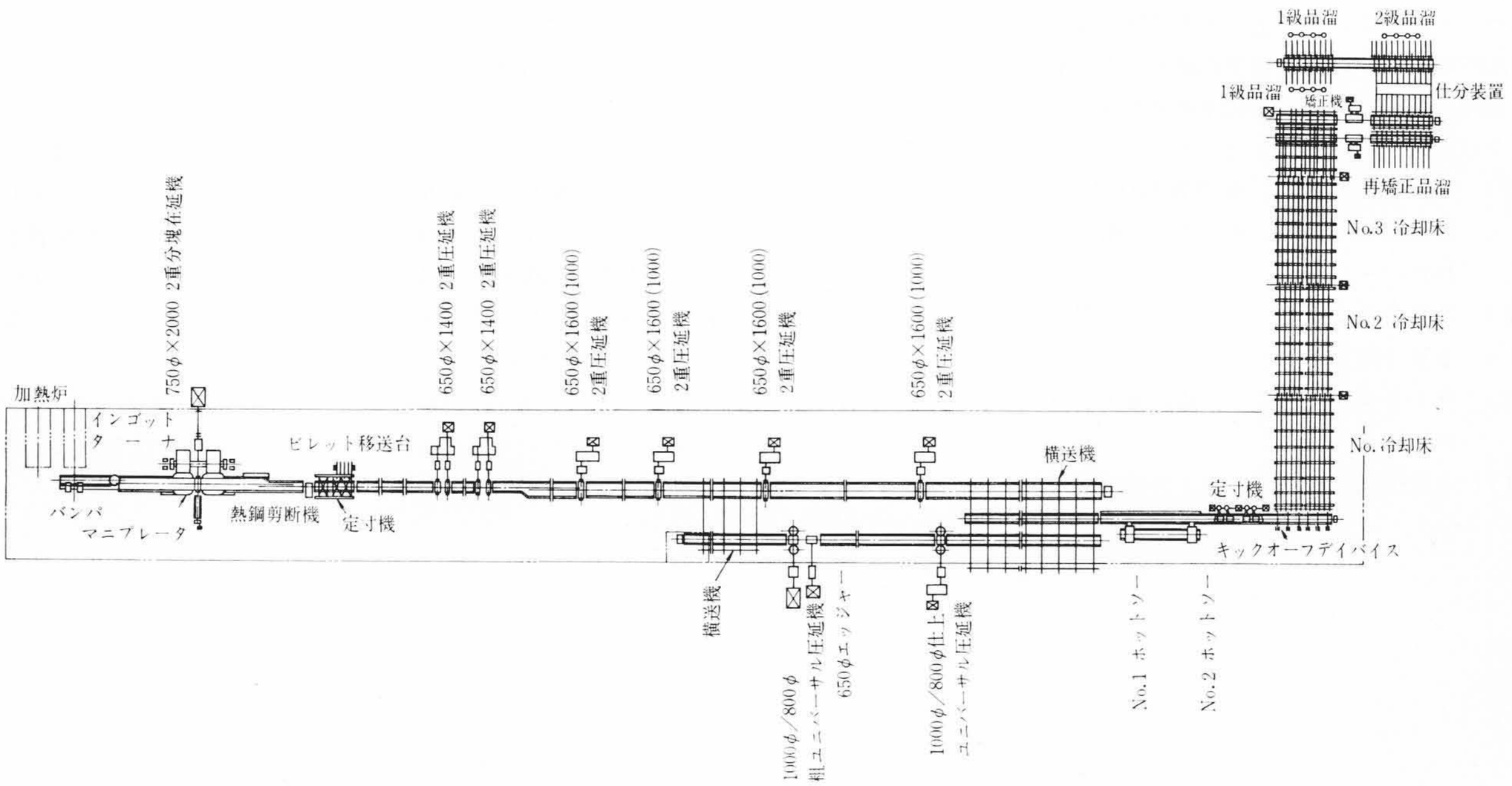
主要機器仕様

粗ユニヴァーサルミルおよびエッジャー

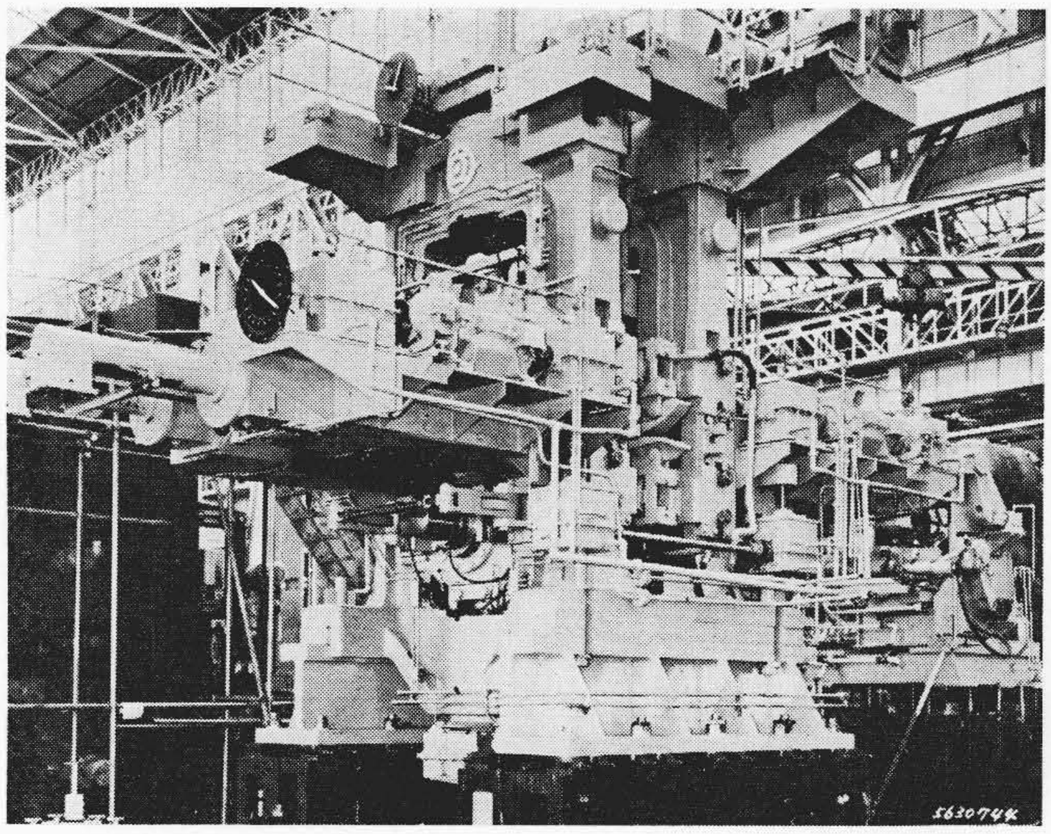
水　平　ロ　ー　ル	1,000 ϕ
垂　直　ロ　ー　ル	800 ϕ
エッジャーロール	650 ϕ
主　電　動　機	DC 2,200 kW
エッジャー用電動機	DC　600 kW

仕上ユニヴァーサルミル

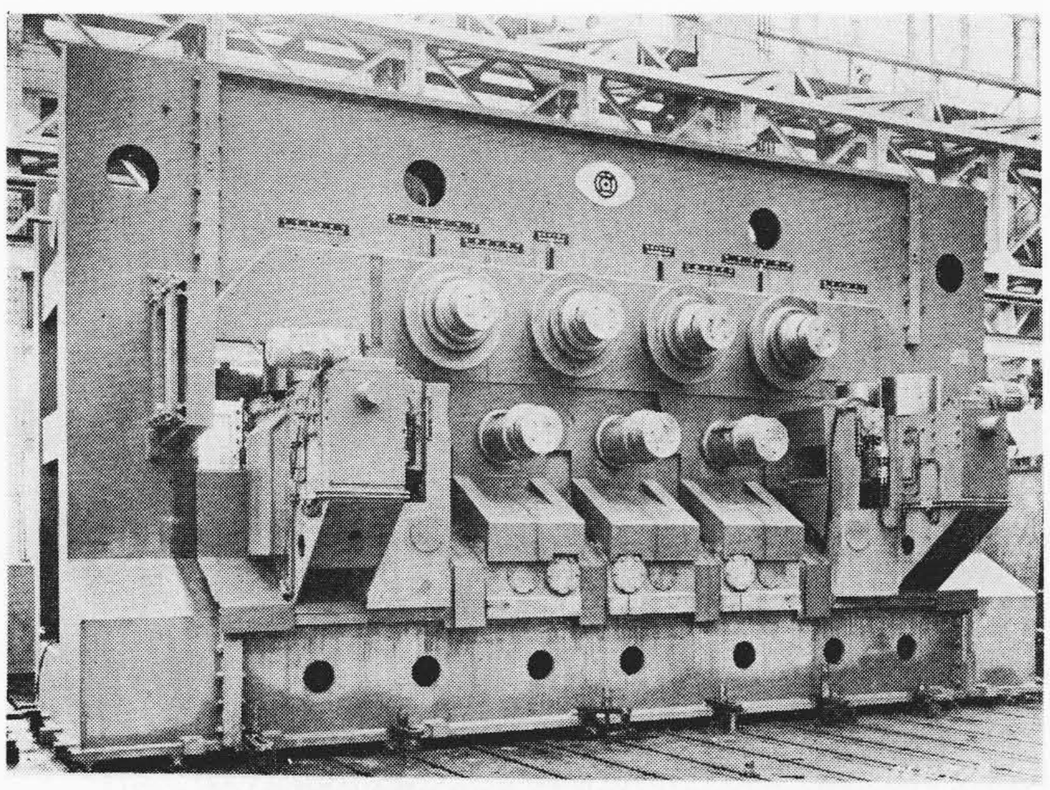
水　平　ロ　ー　ル	1,000 ϕ
垂　直　ロ　ー　ル	800 ϕ
主　電　動　機	AC 1,200 kW



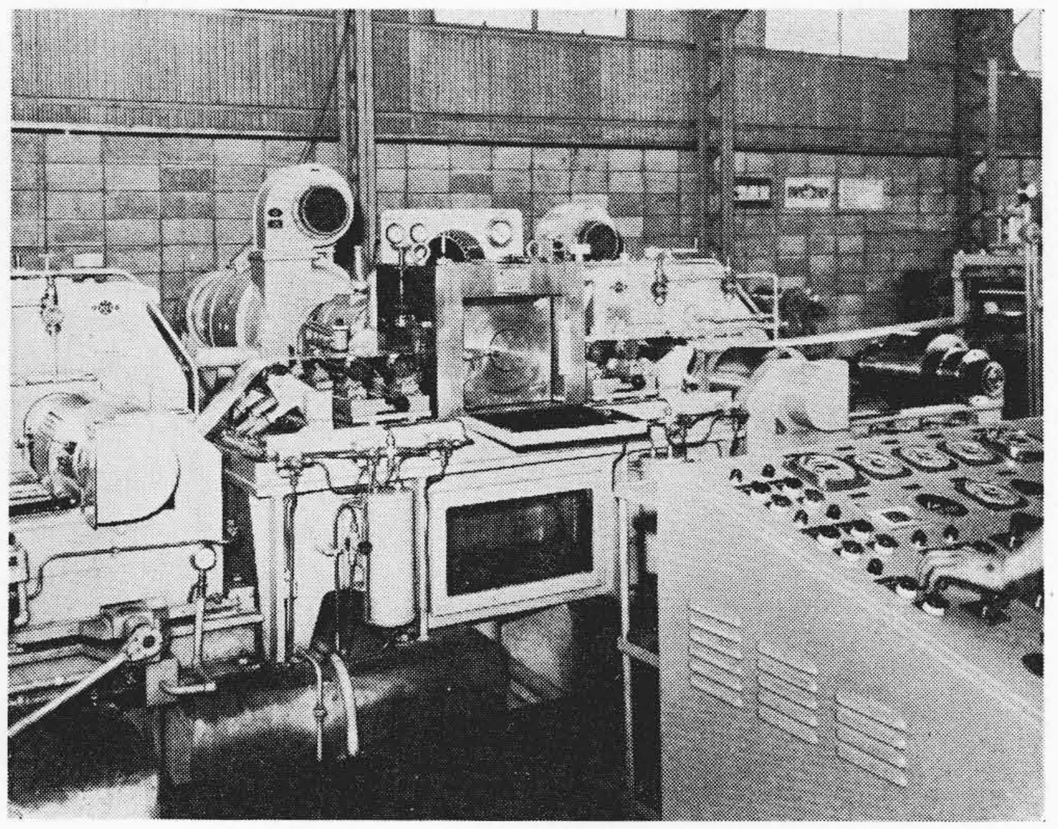
第1図　東都製鋼株式会社納大中形およびH形鋼圧延設備配置図



第2図　東都製鋼株式会社納粗ユニバァーサルミルスタンド



第3図　東都製鋼株式会社納可変ピッチ矯正機



第4図　稲本伸銅株式会社納センジマーミル

第5図　八幡製鉄株式会社納センジマーミル

可変ピッチ矯正機

ロ　ー　ラ　本　数	7本
ロ　ー　ラ　ピ　ッ　チ	900～1,400 mm
ロ　　ー　　ラ　　径	800 ϕ
主　　電　　動　　機	DC 55 kW×4

特　　長

（1）　既設普通形鋼用圧延設備の仕上第6スタンド出口側にトランスファーを設け，並列にユニヴァーサルミルを設けたので，普通形鋼ラインとH形鋼ラインの切り換えが簡単である。

（2）　精整設備が普通形鋼，H形鋼ラインに対し共用され，経済的な配置となっている。

（3）　主軸受にはすべて転り軸受を採用するとともに，圧下装置機構，ガイド関係など各部分に細心の注意が払われて精度のよい圧延が可能な構造となっている。

（4）　カードプログラムコントロール運転が採用され，能率のよい圧延が行なわれる。

（5）　可変ピッチ矯正機を採用しているので，各製品寸法に最適のピッチで矯正できる。

なお，上記の圧延設備に対し自動検査台，製品級別仕分装置，推積装置など一連の精整設備も受注し，目下鋭意製作中である。

18.1.2　センジマー圧延機

昭和33年に，国産第1号大形センジマーミルを完成以来，特殊鋼，けい素鋼，軟鋼，非鉄金属など，広い範囲にわたって，センジマーミルが使用されるようになってきた。特に今回稲本伸銅株式会社に納入したZR-16-8½は黄銅圧延に，わが国ではじめて採用されたもので，そのすぐれた板厚精度は今後，黄銅などの非鉄金属に，センジマーミルが大いに利用される先陣をつとめたもので，業界の注目を浴びている。

また八幡製鉄株式会社光製鉄所に納入されたZR-22-50はミルオイル装置に，けい藻土によるプレコートフィルタを採用したので，きわめて高い沪過性能を有し，かつ逆洗を自動的に行なう全自動方式を採用しているので操作は容易である。

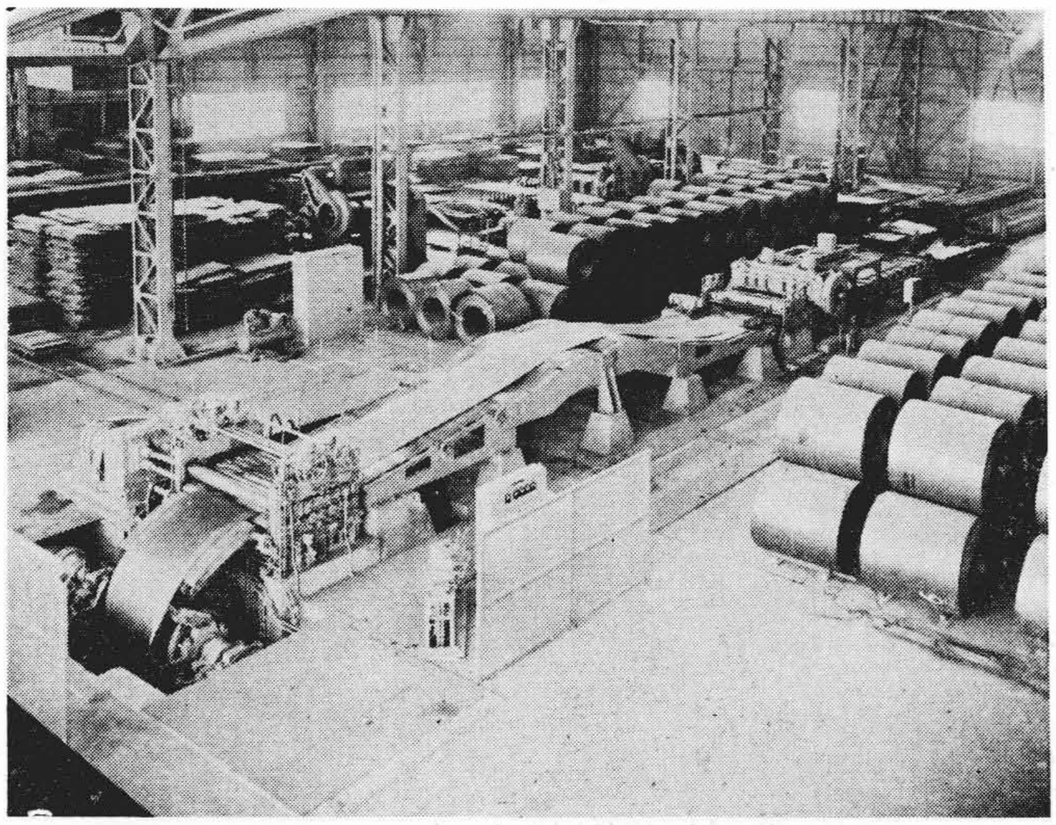
18.1.3　ストリップ精整設備

最近ストリップ精整設備は，取り扱うコイルの重量が大形化するにつれ，コイルの傷付防止と，ハンドリングの能率化が要求されている。またホットストリップのシヤリングおよびスリッティングの需要も次第に増加の傾向にある。38年に納入したおもな設備を紹介する。

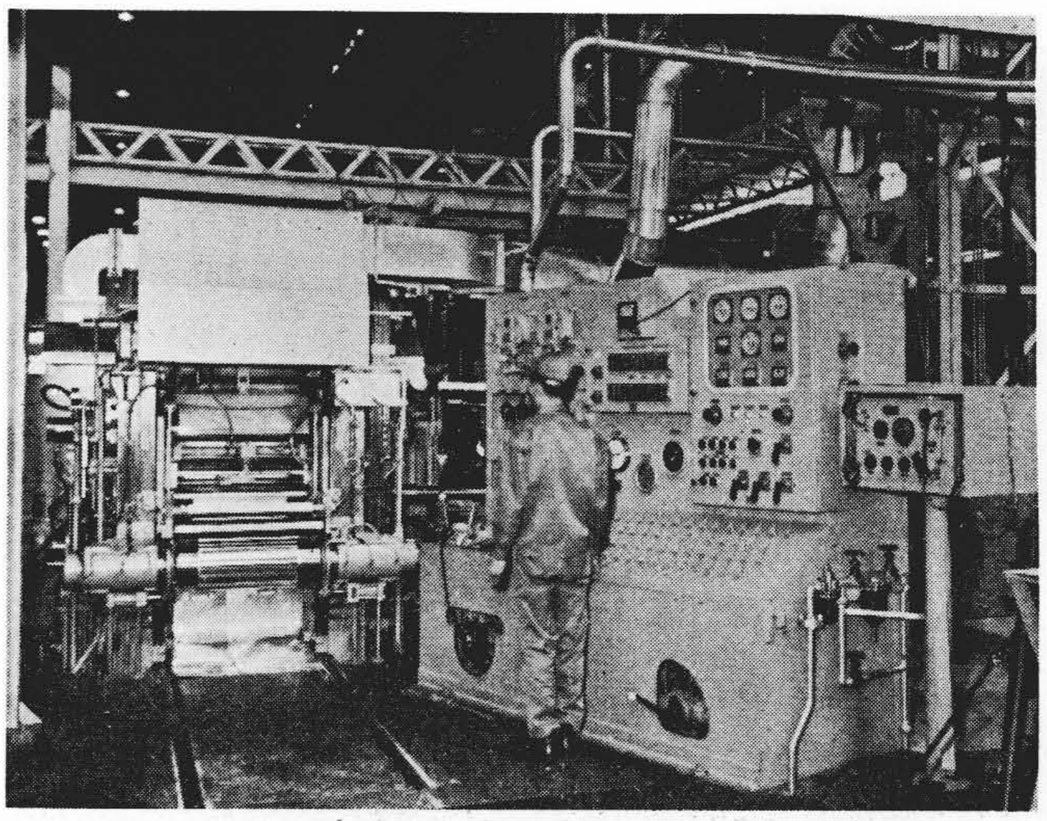
博多鋼板株式会社堺工場納入のフライングシヤラインはライン速度100 m/min，コイル重量15,000 kg，板幅1,270 mmの標準ドラム形フライングシヤライン2連で，次のような特長をもっている。

（1）　フィニッシュレベラに漸増圧下方式を採用し，シート前後端のレベラマークの防止を図っている。

（2）　パイラへのシート積載に際して，板厚，長さなどに応じてフロートエアの調整を特殊な方法で行ない，広範囲なシート寸法に対して円滑なパイリングが行なわれる構造である。



第6図　則武鋼業株式会社納ストリップ精整設備



第7図　昭和アルミニウム株式会社納アルミハク圧延機

また則武鋼業株式会社には大形のダウンカットシヤラインおよびスリッタラインを納入し，特にホットコイル用として下記のような特長を備えている。

（1）　ダウンカットシヤライン

（a）　板厚5 mm，板幅1,830 mm，コイル重量15,000 kgの材料を取り扱うため，ダブルコーンタイプペイオフリールを採用し，作業を容易とした。

（b）　ストリップの巻出しを円滑に行ない，特にコイルの腰折れ防止に留意した構造である。

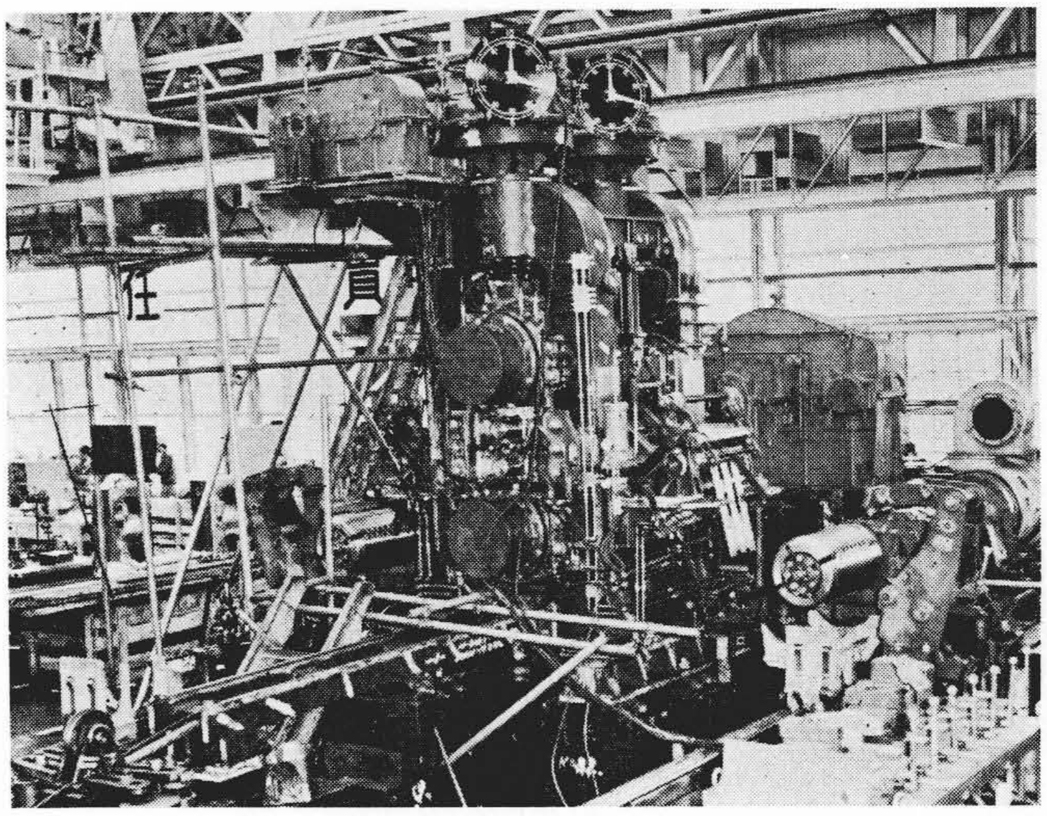
（c）　ハンプテーブルの形状を調整可能とし，各板厚に応じ適切なループ形状となるようにした。

（d）　フイニッシュレベラは漸増圧下方式とし，特に厚板におけるレベラマークの防止を図った構造である。

（2）　スリッティングライン

（a）　ダウンカットシヤラインと同様，コイル巻出しを円滑にし，コイルの腰折防止に留意した構造である。

（b）　揺動形スクラップチョッパを採用し，スリッタに振動を与えることなく，厚物をせん断できるので非常に操作が容易である。



第8図　造幣局大阪本局納冷間圧延設備

18.1.4　昭和アルミニウム株式会社納アルミハク圧延機

アルミニウムハク圧延機としてはすでに納入されている3台の高速性能のもののほかに，今回小形ではあるが，随所に日立製作所独自の技術が盛り込まれているフォイルミルを完成，昭和アルミニウム株式会社に納入した。従来のものと，特に異なった点は次のとおりである。

（1）　1本ロール駆動方式の採用

1本ロール駆動方式で圧延作業に支障がなければ設備費，運転保守費いずれも低減されるので，きわめて魅力的であることは論をまたない。本方式は圧延条件を慎重に検討し研究実験の成果として生まれたものである。

（2）　高性能フィルタの採用

ハク圧延において，ミルオイルの清浄度は最も重要な要素であるが，本機は高性能完全自動国産第1号のプレコートフィルタを採用している。

18.1.5　造幣局大阪本局納冷間圧延設備

多品種，高精度の貨幣材を能率よく生産することを目的として随所に新機構を採用した画期的な多品種生産用小形圧延設備2種類が造幣局大阪本局向けとして完成した。

おもな特長をあげると次のとおりである。

（1）　220/540 $\phi \times 500\,l$ 四重冷間可逆式圧延設備

本設備はシートの可逆圧延，厚物ストリップのアップコイラ巻き取りによるグループ圧延，薄物ストリップのテンションリール巻き取りによる可逆およびグループ圧延などの多目的に使用され，いずれの場合にも高能率化を満足する高級設備である。

このために小形設備であるにもかかわらず構成機器数が非常に増加したが，各所に自動操作機構を採り入れて操作要員の大幅な削減を可能にした。

また，設備の使用方法によっては使用しない機器が生じてくるが，使用法切り換えに要する時間を極力短縮して稼動率を向上させるため機器配置に特別の考慮を払い，切換時の機器の取り付けおよび取りはずしが少なくなるようにした。

（2）　300 $\phi \times 400\,l$ 二重冷間非逆転式圧延設備

本設備は前記の四重冷間圧延設備で中延圧延されたシートおよびストリップの仕上圧延を行なうもので，高精度の成品を得ることを目的としたものである。この設備の特長は設備費の低減をはかるため，巻取機を交流モータ駆動とし，インダクションカップリングとテンションメータを併用して張力制御を行なった点にあ

る。従来この方法は制御上の問題より仕上圧延設備にはあまり用いられていなかったが，今回これらの問題点を解決し得たことは大きな意義をもつものである。

18.2 ロ　ー　ル

前年度の景気抑制策の余波で，38年度の鉄鋼生産は低迷状態を続け，いくぶん好転のきざしはうかがわれるものの，なお相変わらず生産制限が行なわれている。このような鉄鋼生産量の低位横ばいの影響をうけて，圧延用ロールの需要も伸び悩み，前年度に引き続きその生産量は減少している。鋼材の需要が減少すると，販売政策上，製品品質の良否が非常に重要視されるため，鋼材の寸法精度や圧延仕上げ肌などに直接影響を及ぼす圧延用ロールの材質に対して重大な関心が払われる。日立製作所および日立金属工業株式会社はロールの総合メーカーとして，充実した研究設備と陣容を十分に活用してロール品質の向上と新品種の開発に精進しており，鋼材の品質向上の要望に対しては特に顧客との技術的連絡を密にして，使用条件に適合したロールを供給するため常に調査研究を行なっている。また最近とくに短納期品の注文が増加しているが，日ごろ設備の更新近代化を図っており，専用化された高能率の生産設備と高度の技術とが相まって，短納期の要望にも十分こたえられる態勢を整えている。

また数年前から海外市場の開拓に意を用い，輸出の振興を図ってきたが，38年度は特に国内におけるロール需要の減少を補うため積極的な活動を行ない。多量のロール輸出に成功した。先進欧米諸国のロールにごして，インド，南アフリカそのほかの地で確固たる地盤を固めつつあることは，日立ロールの品質が世界の最高水準にあることを立証するものである。

18.2.1 鋳鉄系ロール

(1)　アダマイト系ロール

(i)　ワイドフランジ水平スタンド用アダマイトロール

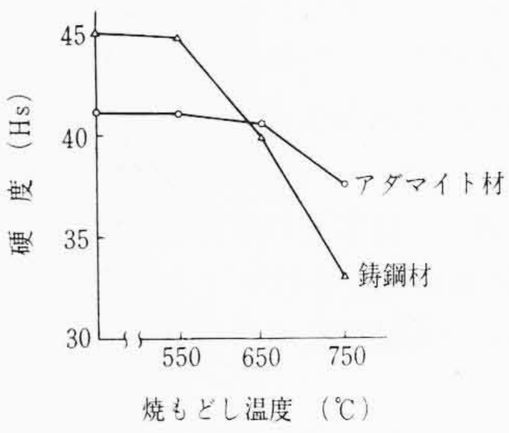
ワイドフランジ粗スタンド用ロールに要求される性質は耐熱き裂性と耐摩耗性である。日立金属工業株式会社はこれらの点に留意した特殊アダマイト材を開発し顧客に推奨してきた。最近に至り，某製鉄所において，アダマイトロール (Hs: 40±3°) が，より硬度の高い (Hs: 47°) 鋳鋼ロールよりも耐摩耗性にはるかにすぐれていることが実証された。この原因は**第9図**に示すように安定した組織のアダマイトロールは温度上昇による硬度の低下がないことと，基地に均一に分布したセメンタイトが骨になって摩耗の進行を阻止するからである。最近さらに耐摩耗性を向上させた仕上げスタンド用アダマイトロールを開発し，某製鉄所に納入して好評を得ている。

(ii)　ホットストリップミル F_1, F_2 スタンド用特殊アダマイトロール

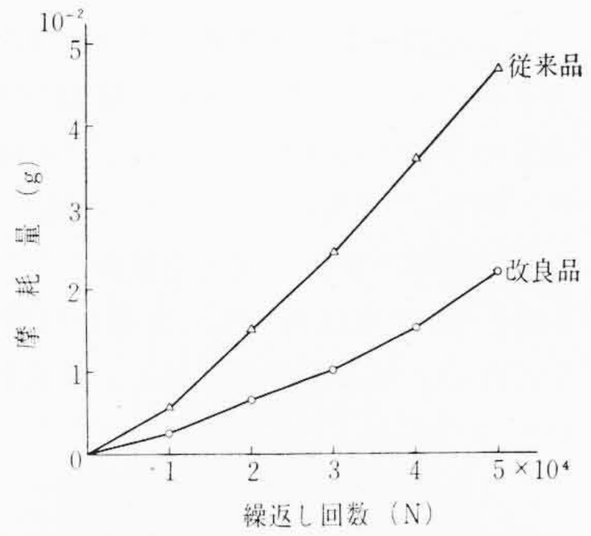
ホットストリップミル F_1, F_2 スタンドに鋳鋼系ならびにアダマイト系ロールが使用されはじめて数年になるが，この種ロールに共通した欠陥は流れ星きずの発生である。この原因を徹底的に追求するとともに，溶解，鋳造，および熱処理などの各方面にわたり材質改善に努力した結果，流れ星きずはきわめて軽微となり好評を得ている。

(iii)　形鋼用耐摩耗性アダマイトロール

形鋼用アダマイトロールはおもに粗スタンドに使用され耐熱き裂性と耐摩耗性を要求される。先に，すぐれた耐熱き裂性を有する形鋼用特2Sロールを開発し好評を得ているが，耐摩耗性については従来ややもすると，耐摩耗性を上げると，ほかの機械的性質が低下する傾向にあった。この点を改善するため鋭意研究を続け，機械的諸性質を低下さすことなく**第10図**のように耐摩耗性



第9図　鋳鋼材およびアダマイト材の焼戻し温度と硬度



第10図　アダマイト材の乾式摩耗

において数段すぐれたアダマイトロールの開発に成功し，数社に納入した。

(iv)　重切削用大形ロール旋盤の活用

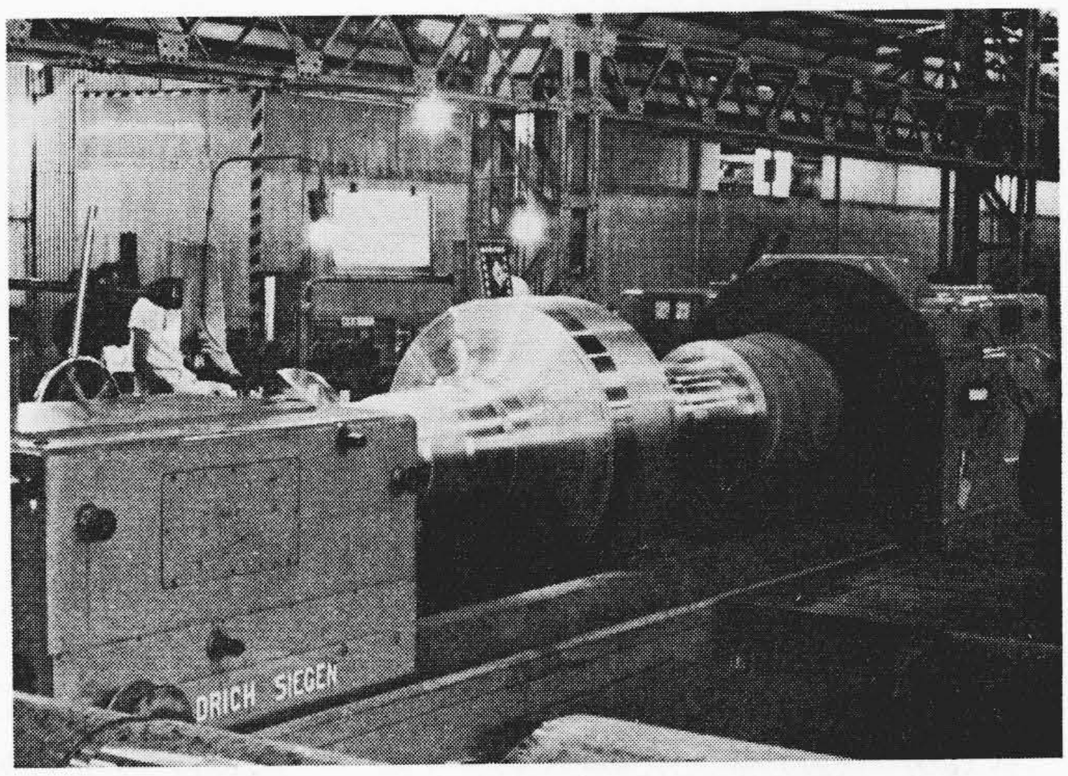
近年圧延設備の変革により，また鍛鋼ロールからの材質変更などにより，特大形大重量ロールの生産が増大してきた。とくにアダマイト系ロールは材質上，およびワイドフランジビーム用水平ロールのように形状上から，その機械加工は長時間を要するため，この種ロールの激増は加工上大きなあいろとなっていた。これに対し，ワールドリッヒ製電気ならいロール旋盤 (1,650 ϕ×10,000 L，DC 110 kW)，および池具製電気ならいロール旋盤 (1,600ϕ×6,500 L, DC75 kW)，を設置し，さらにこれら新鋭強力旋盤の十分な活用を図るため，超重切削用バイトをあわせ考案し，効果をあげるに至った。すなわち，余肉の多い首部用として，ステップ式斜剣クランプバイト，胴部切削用として，コレソフ式大形クランプバイトを用い，従来の加工時間を25％短縮した。**第11図**はワイドフランジ用水平ロール切削中のワールドリッヒ製ロール旋盤である。

(2)　ダクタイル系ロール

日立金属工業株式会社でダクタイルロールの研究，製造をはじめてからすでに10年になるが，この間使用者側の要望に応じて種々の改善を重ね，38年度もまた次に述べるような材質的進歩をとげた。

(i)　分塊用球状黒鉛鋳鉄ロール

分塊圧延機にはスラブ圧延を行なうもの，ブルーム圧延を行なうものと大別できる。前者に使用されるロールは胴部にヒートクラックが発生するとこれが進展して折損事故を生じやすく，後者は折損の危険は少ないが摩耗が問題になり，ロール製造に当たっ



第11図　ワイドフランジ水平スタンド用アダマイトロール施削中のワールドリッヒ製ロール旋盤

てもこの関係を十分考慮しなければならない。製造初期の分塊用ダクタイルロールはこれら2種類の圧延機に同一の製造方法によるものを納入したため，それぞれの場合に不満足な点が認められた。昭和37年度においてはこの種ロールの耐ヒートクラック性，および機械的性質の向上を重点として著しい材質上の改善を達成した。38年度はさらにこの改良材質に耐摩耗性を付与する研究を行ない，第2次の改良品として発表し，各使用場所で好結果をあげつつある。

ここに改良品の分塊ミル別最適ロール硬度を述べると，ロールに対する熱的影響が大きく折損を起こしやすいスラビングミル用ロールには33～38° Hsの耐ヒートクラック性がすぐれ，じん性の大きい材質，ブルーミングミル用には38～42° Hsのものが推奨される。また特に耐摩耗性が要求され，比較的折損の危険が少ない場合には耐摩耗性を最大限に発揮できる40～45° Hsのものも納入できるようになった。

（ii）　一般球状黒鉛鋳鉄ロールの改善

製造開始初期においては耐摩耗性の面では顧客に十分満足を与えるものであったが，圧延材の熱的影響の著しい場合，水冷条件の良好でない場合にはヒートクラックの発生とそれによる折損が問題となった。これに対し，溶解およびマグネ処理方法の改善などの対策を実施しロールの耐ヒートクラック性は向上した。しかし，反面ロール内部の硬度低下がやや増加し，特に形鋼用ロールにあってはカリバー底の摩耗が新たな問題とされてきた。

38年度にはこのようなすう勢を顧みて，一般ダクタイルロールをもこれを細分し，耐摩耗性と耐ヒートクラック性をそれぞれの用途に応じてロールに付与する新しい製造方案を開発した。すなわちヒートクラックの発生のない用途には，現在までの材質改善の成果を加味していっそう耐摩耗性が向上しロール耐用度の大きいもの，これよりやや条件の悪い場所には若干耐摩耗性をぎせいにして耐熱性のあるロールを納入する。さらに特殊鋼の板材のように水冷が十分に行なえないようなスタンドに使用される場合は耐摩耗性は第2とし，まず折損事故の起こらないロールにするという3種類に区分した。

第12図はほぼ寸法の同じロールについてロール内部の硬度変化を実測した結果であるが，各目的に応じていかにロール内部の性質が変化するかを知ることができる。

なおこれら材質細分類をどのように適用するかについては顧客の要求と過去のロール使用実績とより慎重に決定されるべきであるが，ここにおいても長年にわたるダクタイルロール製造の経験が正しい判断を与えるものと考える。

（3）　グレン系ロール

（i）　ホットストリップミル仕上げスタンドF_3～F_6専用ロール

薄鋼板の需要急増にともない，ホットストリップミルの新設および既設スタンドの圧延能率，製品精度の向上が重要な中心課題となりつつある。圧延能率ならびに製品精度の向上については，使用されるワークロールの性質によるところがきわめて大きい。

ホットストリップミル仕上げF_1, F_2スタンドが鋼系ロールによって専用化されて以来，高合金グレンロール（7Cロール）はF_3～F_6スタンド専用ロールとして使用されている。そのためF_3～F_6用高合金グレンロールには絞り込みクラック，チルはげクラックおよび摩耗に対する強い抵抗性を具備させる必要がある。高硬度を有するロールは耐摩耗性にすぐれてはいるが，絞り込みクラックやチルはげに対してはかえって逆効果を招き圧延成績は低下する。

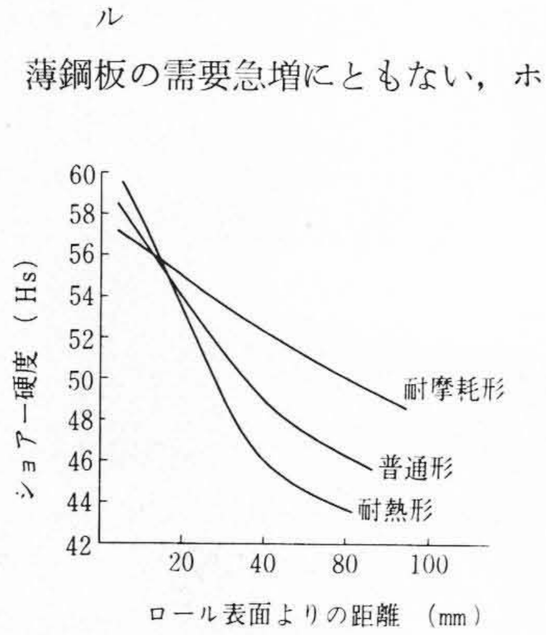
そこで，耐摩耗性にすぐれるとともに，絞り込みクラックや，チルはげに対して強力な材質開発を行なうため，圧延条件ならびにロール圧延実績に関する詳細な調査，検討を行なうとともに，幾多の基礎研究を行ない，その結果に基づき，改良形F_3～F_6専用ロールの製造に成功した。この種のロールの製造にあたっては製造条件に大幅な改善を加えるとともに，需要先別に厳密な品質管理を行ない圧延条件に適応した製作仕様を決定している。

某製鉄所に納入されたF_3～F_6専用改良形高合金グレンロールは従来の製造法によるロールよりも，総圧延トン数で約20%向上している。またロール品質が安定化し各ロールの圧延成績のバラツキがきわめて少ない特長を有している。絞り込みクラックおよびチルはげの発生によって多量のロール切削（異常切削）が行なわれるが，その異常切削発生ひん度ならびにその場合の切削量を，圧延成績にもとづき，従来のロールと改良形とを対比して示したのが第13図および第14図である。

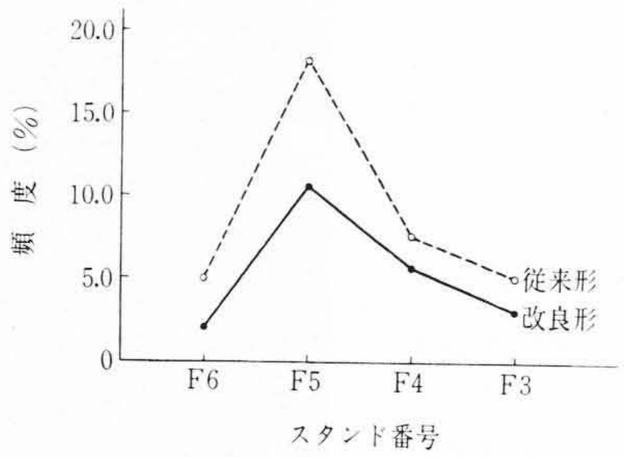
（ii）　形鋼用グレンロール

形鋼中延および仕上げロールには従来よりグレンロールがかなり使用されているが，これらのロールは耐摩耗性のよいこと，ヒートクラックの発生しがたいこと，ロール内部に至る硬度低下の少ないこと，ならびに強じんな材質であることが要望される。大形形鋼の分野においてその特質を最も具備したのが軌条仕上用特殊合金グレンロール（5X, 5XXロール）であり，圧延実績の検討とそれに基づく製造方法の改善によって軌条仕上げロールとしては他の追随を許さない優秀なロール材質である。

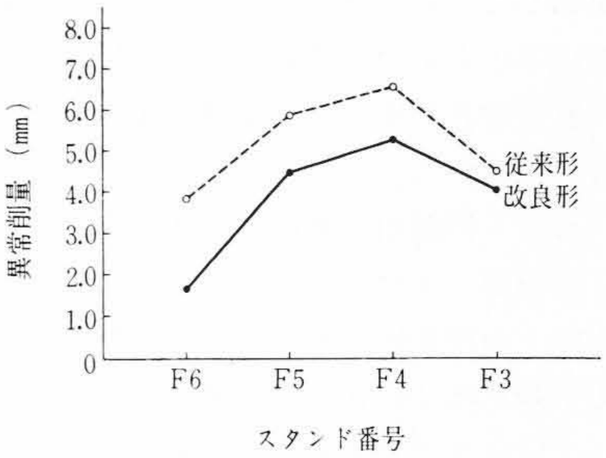
最近の新しい圧延材に異形丸棒（ディフォームドバー）があるが，これには普通形鋼圧延用ロールに要望される性質のほかに，複雑なカリバー加工の容易なこと，ならびにカリバー欠けの生じないことが必要であり，これらの問題点を完全に解決し，各圧延工場で好評を得ているのが異形丸棒仕上用低合金グレンロール（7A）である。



第12図　一般ダクタイルロールのロール内部硬度変化の測定例（350 mmϕ）



第13図　異常切削発生頻度と発生スタンドとの関係



第14図　異常切削量と発生スタンドとの関係

（4）　チルド系ロール

（i）　線材仕上用チルドロール

全連続式圧延の場合は特に圧延速度が大きいので，カリバー底の摩耗が問題になり，これが悪いと線材製品の精度を著しく阻害するため，仕上げスタンド用ロールには特に耐摩耗性と耐熱性にすぐれた材質が要求される。仕上げスタンド用ロールには従来から機械的摩耗にすぐれかつファイナクラックの生じにくい Hs 70～72 の合金チルドロール（6A）が使用されてきたが，カリバー加工技術の進歩とともに次第に高硬度の合金チルドロールが要求されるようになってきたため Hs 75～80 の（6B）ロール，あるいは Hs 80～85 の（6C）ロールを完成し一級線材製品の生産に寄与してきた。これら高硬度の合金チルドロールを使用した場合，カリバー底に生ずる異常摩耗による段付きがなくなり，製品の寸法，形状がくずれず，1級品の生産量は従来の約3倍という好成績をあげた。しかし納入先における使用状況は必ずしも一定でなく，ある所ではむしろ従来の（6A）ロールより劣るという結果も出ているので，いかなる条件で使用しても異常摩耗を生ぜず一級品の生産量をあげうるロールとして Hs 80～85 の（改6C）ロールを完成した。このロールは耐摩耗性が従来の（6C）ロールと変わらずかつカリバー底が均一に摩耗する性質を有するので，段付摩耗に対して特に効果がある。またカリバー底は圧延中に圧延材との接触によって高温にさらされるため従来の（6C）ロールでは基地組織の軟化のため硬度が低下する傾向であったが，（改6C）ロールではその心配がない。すでに某所で試用され1カリバー当たり 100 トンという一級品生産実績をあげている。

（ii）　帯鋼仕上用チルドロールについて

連続 2H 帯鋼圧延機用仕上げロールとして昭和35年度に強力帯鋼用仕上げロールを試作し，高負荷に耐える，圧延肌の良好な特殊中抜高合金チルドロール 6C (Hs 80) を完成したが，さらに特殊処理を施し耐チルはげ性のすぐれた合金チルドロール Hs 80～83を完成し，使用回数の増加と一本当たりの生産トン数の増加に成功した。

連続 4H 帯鋼圧延機用仕上げワークロールにも，Hs 80 の 6C 合金チルドロールが従来より使用され，圧延肌の美麗さで好評を得ているが，さらに特殊な方法によりチル深さの増加をはかり，寿命の面で従来の 1.3 倍の実績をあげつつある。

特殊鋼圧延用 3H 帯鋼圧延機の仕上げロールには特殊なタイプの（6C）ロール Hs 80 が耐チルはげ，耐ヒートクラック性の優秀さで好評を得ている。

（iii）　大形カレンダーロールについて

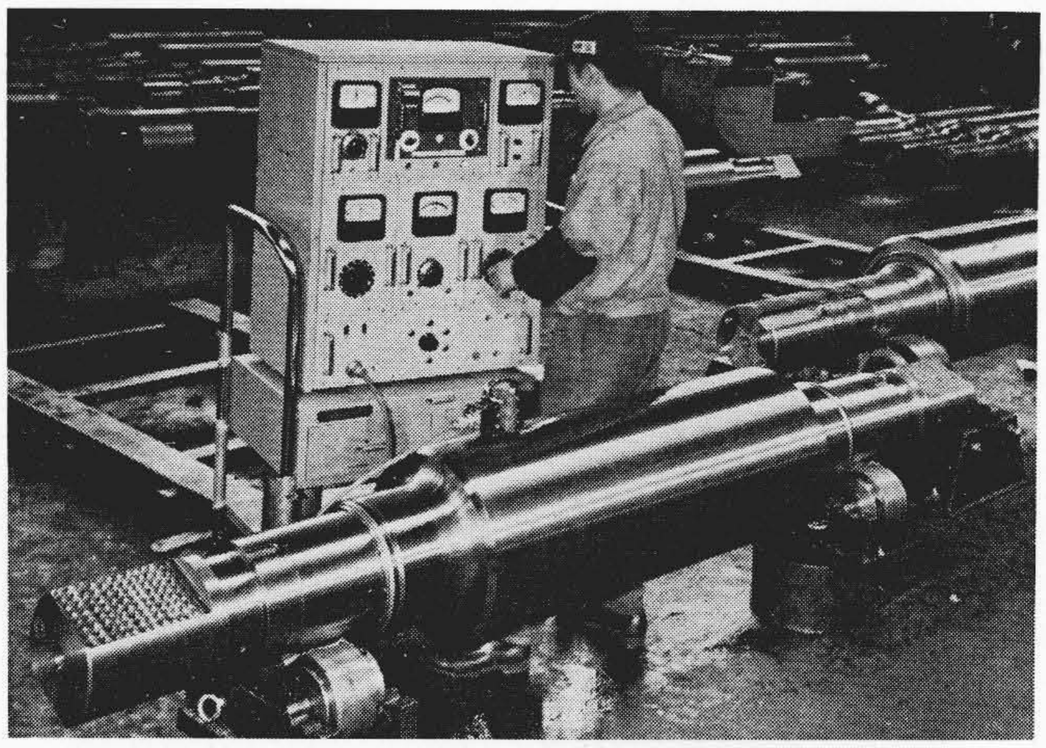
昭和35年度に国内十条製紙納めの面長 6,800 mm，重量 45 トンに及ぶわが国最大の超大形カレンダーボットムロールを完成したが，この技術を生かし，昭和37, 38年度にはソ連向けの面長 7,100 mm，胴径 1,016 mm ϕ，重量 46.3 トンというさらに大形のカレンダーボットムロール7本を完成輸出した。

18.2.2　鍛 鋼 ロ ー ル

最近の鉄鋼業界は従来以上の性能を要求するようになった。これに対応するため次のような改善を行なった。すなわち主として大形ワークロールの硬化層改善に努めるとともに，非破壊的に硬化深度を測定する装置の試作が完成をみたので，この装置による硬化層の測定を実施し製品の品質の安定をはかった。

センジマロールに対してはステンレス圧延用として高硬度で耐摩耗性のすぐれた新鋼種を開発することができたので，性能は一段と向上した。

組立式補強ロールについては焼入技術の改善により硬化層ならびにじん性の向上を図った。またスリーブとアーバーの密着性をよくするため焼ばめ方法を改善し，冷延用タンデムミル補強ロールの品質を一段と向上することができた。



第 15 図　日研式硬化層測定装置

（1）　鍛鋼焼入ロール

鍛鋼焼入ロールにおいてはその硬化層がロールの圧延成績に非常に重要な影響を与えることはよく知られているが，従来行なわれた間接的な方法では深度の測定が困難であった。日立製作所ではかねてから実体ロール胴部の硬化深度を非破壊的に直接測定することのできる装置を研究開発中であったがこのたびその完成をみたので，現在ではこの装置により一部の小形ロールを除いたすべてのロールに対し硬化深度の確認を行なっている。この装置の外観を第15図に示す。

（2）　センジマロール

センジマロールは特にステンレス鋼の薄板圧延に際して，より良好な製品の仕上がり面を得るために，開発した新鋼種（FZ-7）を用いて製造されている。このロールは第16図に示されるように従来のものに比較して光沢がすぐれている。

新鋼種（FZ-7）により製造したロールの試圧延の状況は，従来のロールに比較すれば第1表のとおり非常にすぐれた性質を示している。特にステンレス鋼板の品質向上に効果が大きい。

（3）　組立式補強ロール

組立式補強ロール用スリーブは，従来の方法では表面のかたさのためあまり高い温度で焼戻すことができなかった。また最近スキンパスロール用として要求されている硬度の高いものも製作することが困難であった。以上の2点を改善するため，焼入の度合いを従来の方法よりも強烈とし，焼入かたさを高くする焼入技術を開発した。

また組立式補強ロールを特に，冷延用に使用した場合，振れを発生して使用不能になる場合があるが，この原因を検討した結果これは焼ばめ方法の不備による，スリーブとアーバーとの密着不完全にあることが判明した。現在ではすべてスリーブの密着を完全にするような方法で焼ばめを行なっており，納入実績について調査した結果では，この方法が有効適切であったことを示している。

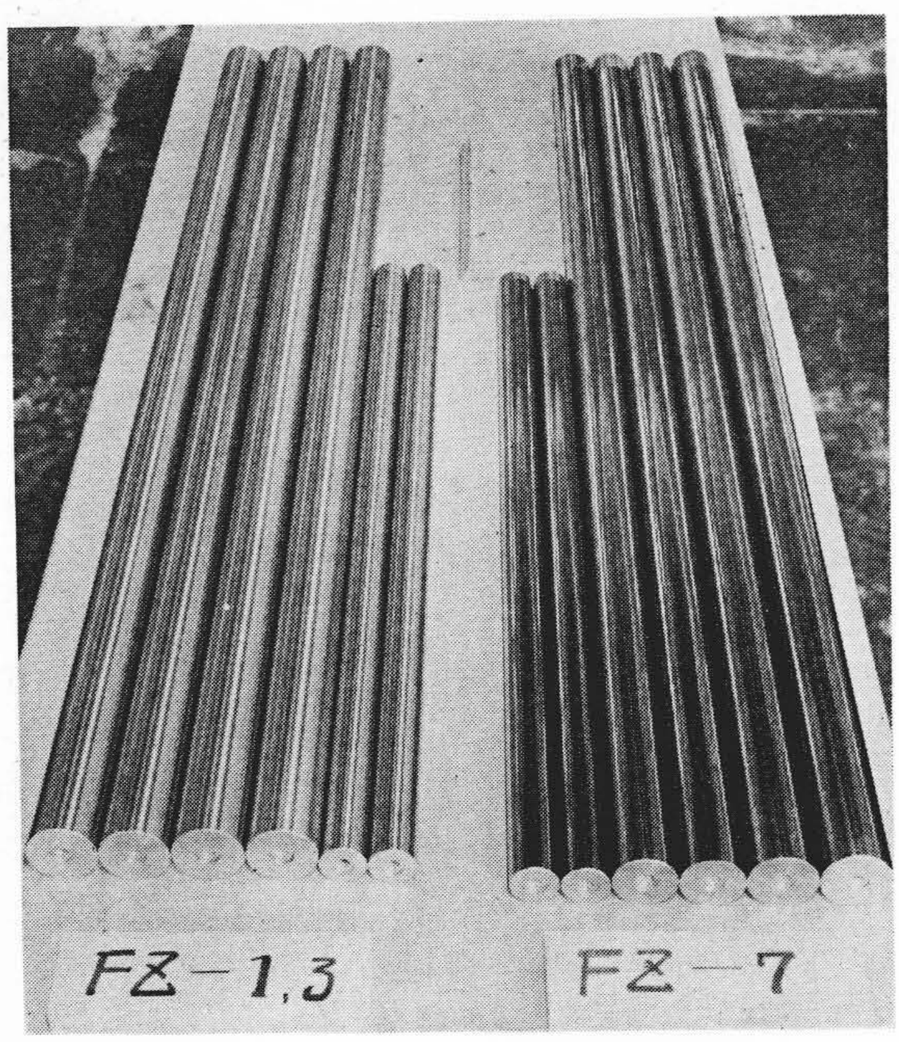
18.2.3　鋳 鋼 ロ ー ル

本年度の鋳鋼ロールの成果を要約すると，（1）　記録品の完成，（2）　ロール品質改善研究の充実，（3）　新材質適用の拡大の3項となる。

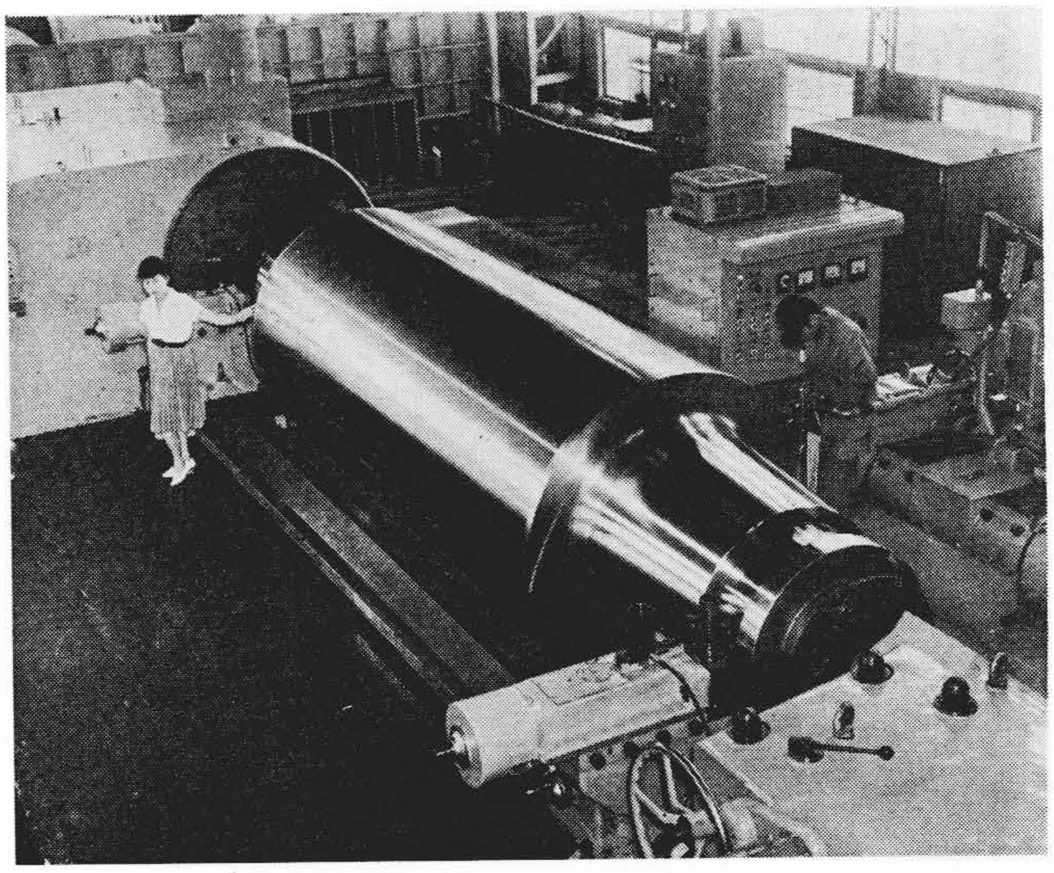
記録製品としては，世界最大級の川崎製鉄株式会社千葉製鉄所納厚板補強ロール2本をはじめ，日本鋼管株式会社納厚板補強ロールなど超大形鋳鋼ロールが続々完成納入された。

第1表　新鋼種 (FZ-7) 製ワークロールの使用実績

項目＼鋼種	FZ-7	FZ1,3
圧延コイル数（1回研削当たり）	4	1
光輝度	100	70
かたさ (Hs)	91.4 (25本平均)	83～84



第16図　新鋼種 (FZ-7) により製造されたロール
（本ロールは従来製造してきた FZ-1,3 に比し光沢がすぐれている）



第17図　川崎製鉄株式会社千葉製鉄所納
厚板補強ロール (9.5 t)

第2表　厚板補強ロールの納入実績

納入先	ロール寸法 胴径(mm)	ロール寸法 胴長(mm)	全長(mm)	重量(t)	本数
川崎製鉄株式会社（千葉）	1,711φ	4,216	7,442	95	2
富士製鉄株式会社（広畑）	1,524φ	4,064	7,327	73	1
日本鋼管株式会社（鶴見）	1,473φ	3,353	6,487	57	2
ミナス製鉄所（ブラジル）	1,380φ	2,997	6,180	47	2

また鉄鋼圧延作業合理化に伴いロール品質にたいする要求もますます厳しくなってきた。これに対し日立製作所では，製鉄所関係者のご協力を得て，現地における圧延条件とロール材質との関係を求めて製造上に改善を加えるなど，積極的な製造体制を整えることができた。たとえば，$F_{1,2}$ ロールの流星状欠陥発生機構の調査，熱間用ロールの表面温度測定などが，製造上に大きな成果をもたらした。

新たに開発した諸種ロール材質適用の拡大とともにそれぞれに応じた品質の改善を行なった結果，各製鉄所において好成績をあげている。

（1）　補強ロール

（A）　超大形厚板補強ロールの完成

一般に厚板補強ロールは，その仕上げ重量が少なくとも50トンもあり，しかもHs 40°以上が要求されるので，高度の製造技術を必要とする。

従来この種の超大形補強ロールは主として輸入に依存されていた。日立製作所勝田工場では，昭和36年に富士製鉄株式会社納厚板補強ロール(73 t)の製造で得た経験のうえに，さらに，世界最大級を誇る川崎製鉄株式会社納95 t 厚板補強ロール2本を完成した。

このロールの特色は，次のとおりである。

（a）　特殊設計の鋳型を使用したので，ロール胴表面は急速凝固，冷却が行なわれ，従来広く使用されていた砂型方式に比較して，表面層材質がきわめて清浄である。

（b）　低温度における温度特性のすぐれた電気炉および特殊焼入装置の使用により，超大形ロールにもかかわらず，ロールかたさのバラツキをHs 2°以内で，硬化層の増大を図ることができた。

このようにして優秀なロールができたので今後の使用に当たっては耐スポーリング性，耐摩耗性の向上が大いに期待されている。

現在までに日立製作所で製造した厚板補強ロールは**第2表**のとおりである。なお厚板補強ロールは今後さらに大形化して行く傾向にあるが，現有設備の状態で，今後予想しうる超大形ロールの製造を十分果すことができる見込である。

（B）　熱間および冷間補強ロール

熱間，冷間用ロールとも厚板補強ロール同様に各製鉄所のロール寸法にマッチした特殊鋳型を整備し，ロール品質上はもちろん短納期化する傾向にたいしても十分応じることができる。

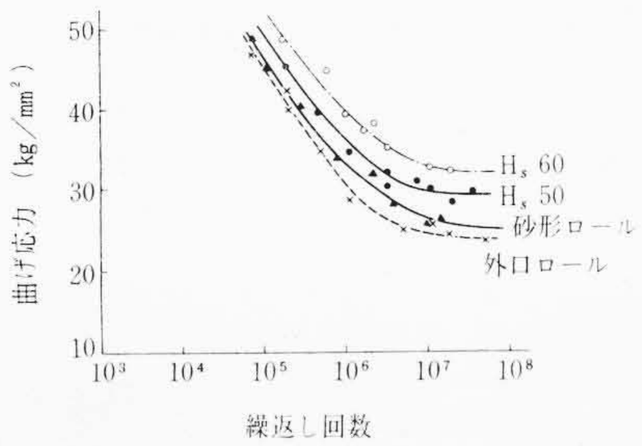
補強ロールのおもな問題点は耐スポーリング性であるが，このためには（1）組織およびかたさはできるだけバラツキが少なく一様であること，（2）介在物が少ないこと，（3）ロールかたさが高く，同一ロールかたさでは，結晶粒の小さいこと。
などが必要な条件としてあげられる。これらに対処して特殊鋳造方式の採用，熱処理法の改善など種々の対策をとることにより品質の向上を図っている。**第18図**は補強ロール材疲労強度の一例であるが，外国製ロールや砂型鋳造ロールに比し，疲労限を約20%向上させることができた。

特に冷間圧延用補強ロールとしてそのかたさを容易に，Hs 55°以上に高めることができ，耐スポーリング性の優秀性が発揮されている。

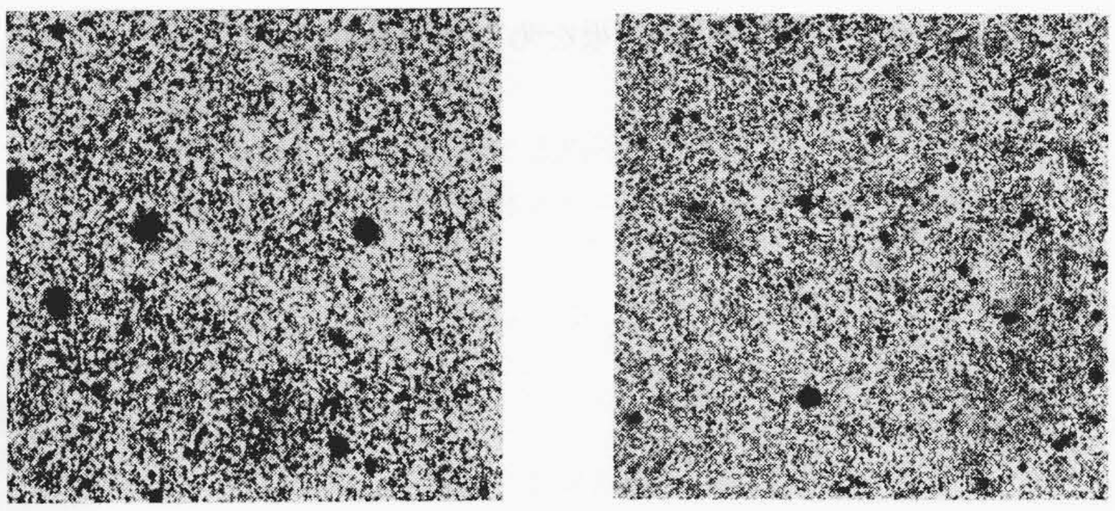
（C）　鋳鋼製スリーブロールの開発

日立製作所では鍛鋼製スリーブの製造のほかに鋳鋼製スリーブ材の開発研究をも行なっているが，ある程度耐摩耗性，耐スポーリング性ともにすぐれたものの試作を完成することができた。

このスリーブの特色として　（1）　鍛鋼スリーブより安価であ



第18図　補強ロール材の疲労強度



第19図　球状黒鉛鋳鋼ロールの内外部の組織
（左：内部組織　　右：表面組織）×400

る，（2）　一体鋳鋼製補強ロールに比し，マスが小さいので熱処理は容易でかたさを高めることができる，（3）　鍛鋼スリーブに比し，工程的にみて短納期であることなどがあげられる。

（2）　分塊ロール

（a）　球状黒鉛鋳鋼ロール

日立製作所独自の技術により開発された球状黒鉛鋳鋼ロールも実用化以来3年を経た今日，ブルーム用分塊ロール，大形鋼用ロールで，従来の分塊ロール材の成績をはるかに上回る圧延成績をおさめている。

従来黒鉛鋳鋼ロールは，使用直後はすぐれた圧延成績をおさめるが，使用回数の重なるに従って成績が落ち折損に至る例がみられた。この原因はロール内外部の強度差と黒鉛分布の不均一性によるものと思われる。日立製作所では，この点を特に重視して，球状化処理法，熱処理法上の諸問題を解決して実用化に踏み切ったため，圧延回数が増加しても，摩耗量が少なく，ファイヤクラックも微細均一に分布するという好成績をあげている。**第19図**はスラブ用分塊ロールの端面における内外部の顕微鏡組織の一例であり，黒鉛およびマトリックスともに，均一である。

スラブ用分塊ロールに対しては，球状黒鉛のロール内外部の分布の均一性はもちろん，マトリックスの強じん性を高めることを，主眼として製造し，某製鉄所に納入した。このロールの材力強度は**第3表**に示すとおりである。

（b）　特殊鋳鋼製分塊ロール

スラブ用分塊ロールの内で特に圧延荷重の高いもの，およびロール形状より折損率の高い粗ロールに対しては，耐折損性すなわち，強じん性という点から，特殊鋳鋼製ロールが使用されている。

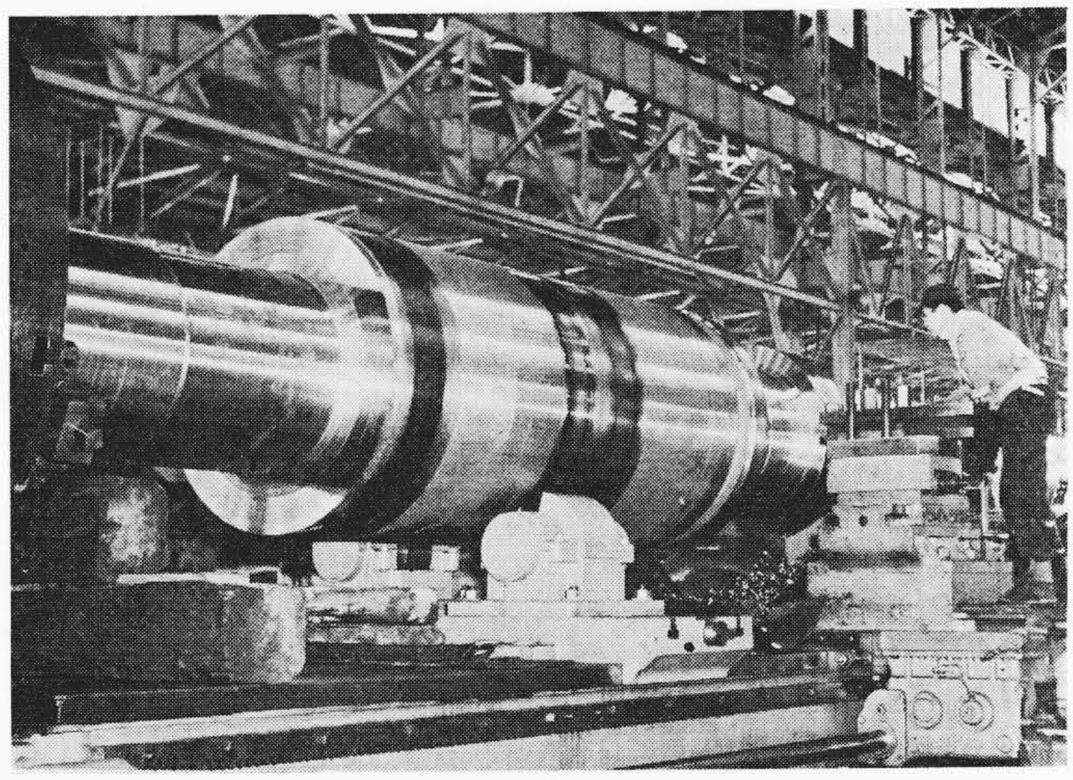
これらのロールにはファイヤクラックを基点とした，鉢巻状クラックの進展を極力防止することが必要である。これに対処するため，特殊元素の添加ならびに熱処理の改善を行ない，その衝撃値を従来の1.5～2.0倍以上に向上せしめることができた。この結果ファイヤクラック実験でも**第21図**に示したように微細均一に分布せしめることができた。

なおこのロール材は，分塊ロールのスリーブとしての用途に対しても検討を重ね，目下その試作が進行中である。

（3）　ファイヤクラックの研究

従来ロールメーカーのファイヤクラックの研究は実験室的な研究に終始していたが，某製鉄所のご協力によって実際圧延中の分塊ロールを調査し，ロール製造上の貴重な資料を得ることができた。現在までに得られたおもな調査結果の概要は次のとおりである。

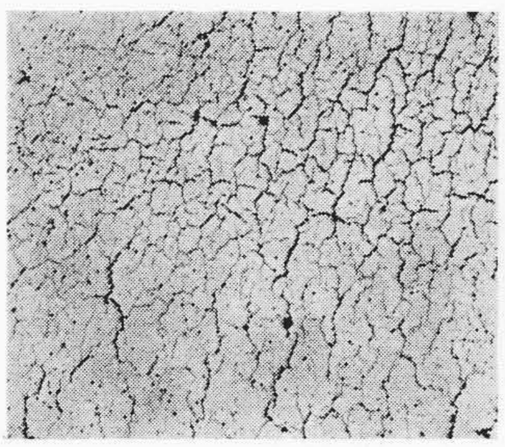
（a）　試料埋没法によるロール表面温度測定結果，ロール冷却法や圧延ピッチによる影響はあるが，最高600℃にまで達することが明らかになった。



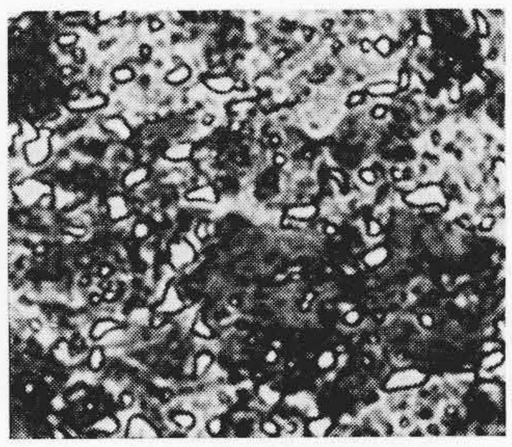
第20図　球状黒鉛鋳鋼製分塊ロール

第3表　球状黒鉛鋳鋼製分塊ロール材の材力の一例

引張強さ (kg/mm²)	伸び (%)	絞り (%)	かたさ (H_B)
68.5	4.0	2.8	197



第21図　スラブ用分塊ロール材のファイヤクラック（×400）



第22図　$F_{1.2}$ ロールの組織（×400）

（b）　一般に下ロール表面温度は上ロールより50～110℃高くまたロール中央部表面温度は端部近くより高い。

（c）　上ロールの摩耗は下ロールより20～40％多い。

（d）　ファイヤクラックはロール切削時のバイト目に沿って円周方向に進展する。

（3）　ホットストリップミル用 $F_{1,2}$ ロール

ホットストリップミル用 $F_{1,2}$ ロールに鋳鋼系ロールが使用されて，数年を経たが，その間生産能率向上のため圧延条件が過酷になり，現在，流星状欠陥対策が最大の問題となっている。

某製鉄所のご好意により引き続いて，流星状欠陥の発生，原因

および機構の調査を行ない，この結果をもとに$F_{1,2}$ロールの改善を進めている。

流星状欠陥はファイヤクラックを基点とする一種のはく離現象であり，圧延条件の影響もあるが，ロール材質上は次のことが必要と思われる。

（a）　巨大セメンタイが存在しないこと。

（b）　非金属介在物の少ないこと。

（c）　ミクロ的欠陥のないこと。

$F_{1,2}$ロール材は一般に高炭素特殊鋳鋼であるため，巨大セメンタイが晶出または折出しやすい。このため真空鋳造法の採用および熱処理による巨大セメタイトの微細化と均一分布化に留意し，製造を行なっている。第22図は代表的な顕微鏡組織の一例であり，セメンタイトが微細な球状を呈している。第4表は日立製作所の対策ごとの圧延成績を示している。

なおホットストリップミル粗圧延用ロールには耐摩耗性の面から従来鋳鉄系ロールが使用されてきたが，スリップによる圧延製品の品質の劣化に対処して，鋳鋼系ロールの試用が多くなっている。日立製作所では早くから鋳鋼系粗ロール材の開発につとめ，試用の結果好成績をおさめている。

（4）　ワイドフランジビーム用ロール

ワイドフランジビーム用ブレークダウンロールはその圧延材が1,000×400 mmに達する大物なので，そのロールカリバーも深い。このためカリバー底の応力集中が大きくなって，ロール折損が生じやすい条件になる。したがって，このロールには特に耐ファイヤクラック性，強じん性が要求されると同時に圧延製品の形状より，カリバー側壁の耐摩耗性が重要視される。

日立製作所では，これらの要求を満足させるため，特にカリバーが大きく深いものに対しては，カリバー鋳出しを実施することにより，熱処理効果の均一化を図り，特に熱衝撃抵抗性の向上を図っている。第23図は富士製鉄株式会社納のワイドフランジビーム用ロールである。

18.3　電気炉および電気炉用電気品

18.3.1　新形低周波誘導炉の完成

低周波誘導炉では定期的なるつぼライニングの改修のため，予備炉体を備えるか，または予備炉体も本炉同様に据付配線した1電源2炉方式を採用するのが普通である。しかしこれらの方法では，予備炉体の交換，傾動装置，配線のため据付面積の増加などの欠点をもっているので，日立製作所ではコイル，鉄心，耐火レンガを含んだ炉の中身部分を容易に交換できる新形低周波誘導炉を新たに開発し，日立製作所勝田工場に8t炉，中筈ロール株式会社に1t炉を納入した。

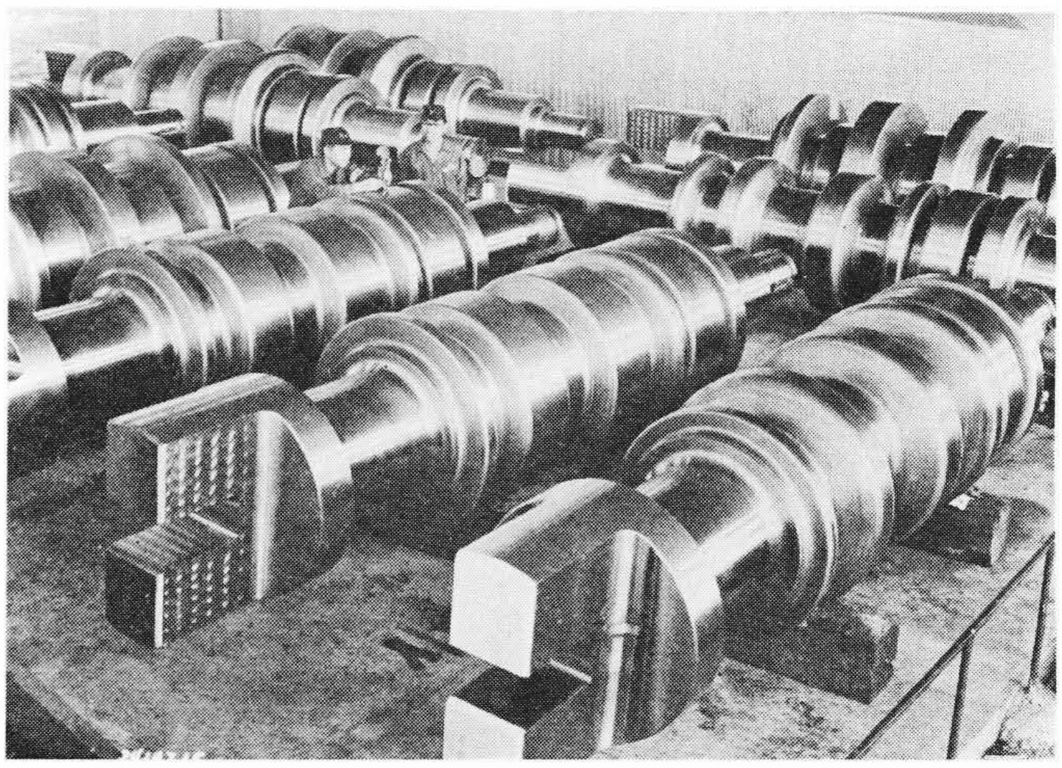
新形低周波誘導炉では，炉体とともに予備用の炉の中身部分を設置すればよく，操業上，設備上次のような長所をもっている。

（1）　炉の中身部分を予備として保管した状態でライニングできるため，定期的なライニング改修期間が短縮できる。また電源設備の利用率が向上する。

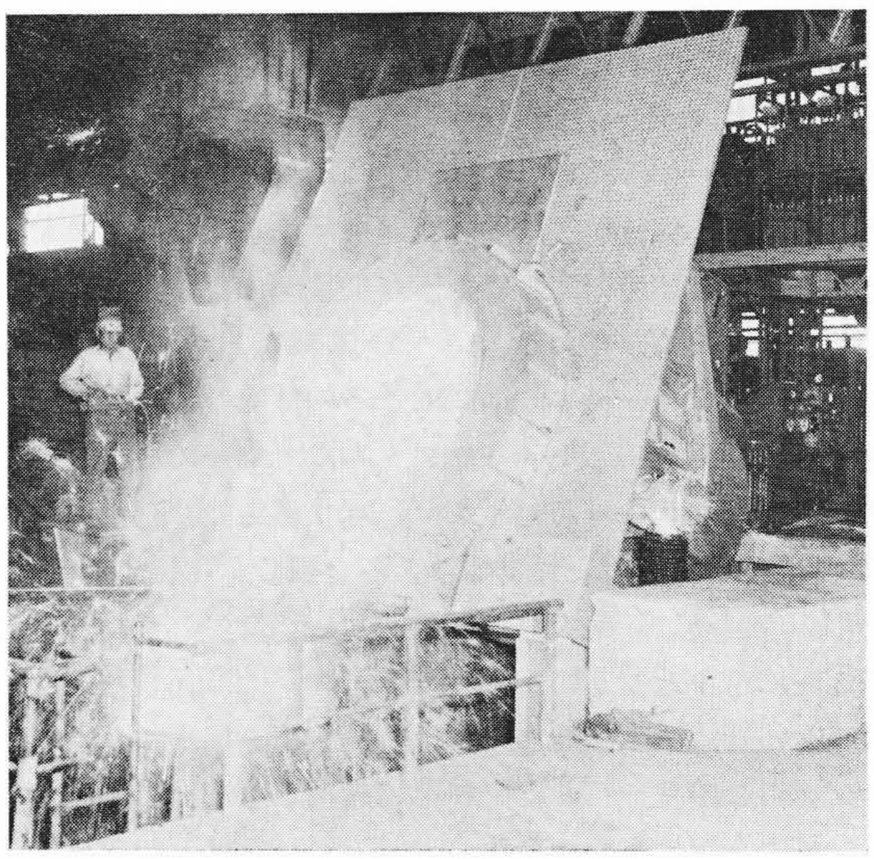
（2）　予備炉体，傾動装置，配線を必要としないため，据付面積を縮小できる。

第4表　$F_{1,2}$ロールの対策別圧延成績比較

納入先＼対策	砂　型	特殊鋳型	特殊(鋳型)＋(特殊処理)
A　社	100	122.5	132
B　社	100	115.5	124.3



第23図　富士製鉄株式会社納ブレークダウンロール



第24図　8t低周波誘導炉

18.3.2　アーク炉用電気品

東京重機工業株式会社3t炉，日東冶金株式会社8t炉の電気設備一式を納入した。また現在，初の輸出品としてインド，ヒンダスタン製鋼会社向けとして10t炉1基，40t炉2基の受注が決定し製作中である。

アーク炉用自動電極調整装置は電動機のGD^2を減少するとともに，高性能HTD，磁気増幅器の採用によりアークの変動に対し速応性を有し，高性能を発揮している。

一方，新しい製品として10t真空アーク炉用電気品を日立製作所勝田工場に装備し，特殊鋼溶解にその真価を発揮している。