

技術資料

UDC 621.771.25

形鋼圧延機の進歩*

馬場隆盛**

Progress of Section Mill

Takamori BABA

1. 緒言

最近 10 数年間に於いて、わが国産業界の発展や、国土開発の推進につれ、土木、建築両面で形鋼製品の需要が増加した。

とくにH形鋼は断面性能が従来形鋼に比して優れており、かつ平行なフランジ部を有して構造用として使いやすいので、その需要が飛躍的に急増している。これは昭和 36 年わが国で初めてユニバーサル圧延機による本格的H形鋼圧延設備が建設されて、製鉄各社がH形鋼を主体に、山形鋼、溝形鋼、鋼矢板、軌条などの製品をもあ

わせ圧延できる高能率を誇る大中形形鋼圧延設備の新設と増設、旧来設備の増強、合理化を進めてきたことに負うところが大きい。

最近わが国に設置されたおもな大中形形鋼圧延設備を表1に示す。

これらの設備は圧延機のタンデム配置、流れの直線化、連続圧延、大形圧延機の採用により生産規模が大形化された。一方稼働率の向上、製品品質、精度の向上および関連技術の開発による自動化諸設備の採用による省力化対策の面でも最近著しい進歩を見せている。今後は電気計測技術の開発・実用化により自動化の方向に急速

表1 わが国の主要大中形形鋼圧延設備

種別	会社名	工場名	建設年度	圧延機メーカー	生産品種	生産能加 (t/mon)	備考
新設	川崎製鉄	葺合	1961	SIEMAG	H100-300	15 000	
新設	トピー工業	豊橋	1961	日立製作所 (B・K)	H100-200 ほか	30 000	
新設	新日本製鉄	堺	1961	SACK	H150-900 ほか	76 000	
新設	新日本製鉄	広畑	1963	芝 (U・E) 共	H300-900 ほか	84 000	
新設	新日本製鉄	室蘭	1967	日立製作所 (B・K)	H100-300 ほか	25 000	
増設	新日本製鉄	八幡2大形	1967	自社	H150-300 ほか	20 000	
新設	※川崎製鉄	水島・大形	1968	日立造船 (DEMAG)	H250-1010 ほか	80 000	
新設	日本鋼管	福山1大形	1969	石 幡	H100-1200 ほか	75 000	
増設	新日本製鉄	八幡・軌条	1970	自社	H200-400 ほか	70 000	
新設	※川崎製鉄	水島・中形	1971	日立造船 (DEMAG)	H100-400 ほか	40 000 (将来 70 000)	半連続
新設	※日本鋼管	福山2大形	1972	日立造船 (DEMAG)	H100-350 ほか	40 000 (将来 85 000)	半連続
新設	※新日本製鉄	君津	1972	石 幡 (SIEMAG)	H100-500	80 000 (将来 140 000)	全連続

※ 印スタンド交換式圧延機

* 昭和48年7月8日受付 (依頼技術資料)

** 日立造船(株)

に発展するであろう。

本稿においては、大中形鋼圧延設備が最近 10 年間にとくに進歩を見せた生産規模の大形化、連続化、高速化、および自動化設備についての概況を記述する。

2. 設備別の進歩

(1) レイアウトと設備規模の大形化

従来の中形鋼圧延工場は二重式、あるいは三重式圧延機の並列配置のものが一般的であったが、H形鋼の圧延が始められて以来、レイアウトは三重並列式圧延機とユニバーサル圧延機の組み合わせから、二重逆転式ブレークダウン圧延機とユニバーサル圧延機の組み合わせ配列に進み、最近建設された工場では量産化と品質向上を狙ったユニバーサル圧延機の半連続および全連続タンデム配列化が現実のものとなっている。図1にわが国における最近の大形および中形圧延工場のレイアウト数例と写真1に最新の連続式圧延機を示す。

半連続および全連続タンデム化により、圧延設備の生産能力は従来月産2～3万tであったものが、最新の設備では表1に示したとおり月産7～8万tまで向上し、将来10万t以上に飛躍するであろう。

生産能力増大の要因として、従来の工場では圧延長さが50～60mまでであったものが、最近のものでは100～120mまで可能なように圧延設備を配置していること、仕上圧延機の圧延速度を5～10m/secに上昇したこと、および電気制御技術の進歩による圧延設備の自動化運転などがあげられる。



写真1 最新の連続式ユニバーサル圧延機

(2) 加熱炉

形鋼工場の加熱炉は連続式加熱炉がおもに使用されている。連続加熱炉としては従来被加熱材が炉内の固定スキッド上を滑るプッシュ式が大勢を占めていたが、最近新設された加熱炉では、被加熱材をのせたスキッドまたは炉床が移動するウォーキングビーム式が多い。

ウォーキングビーム式炉はプッシュ式に比べて①特殊形状の材料の加熱が容易である。②スキッドによる被加熱材裏面疵がでない。③レンガ製均熱炉床が不要で均熱性が向上するなどの利点がある。

炉の能力としては圧延品種構成により大きな差があるが、近年の大容量化、高能率化の圧延設備に対応して大形化の傾向にあり、炉能力の増強、熱効率改善、炉稼働率の向上などの合理化も急ピッチで進められ、従来50～100t/hrであったものが、最近では200t/hrを越える加熱炉も設置されている。

今後は炉能力のより高性能化と効率化のために、炉を構成する燃焼装置、レキュペレータ、各種自動制御装置材料運搬装置、耐火材、耐熱機器、材料などの新技術開発と加熱炉技術の向上がおこなわれるだろう。

(3) 圧延設備

a) 圧延機の進歩

形鋼の圧延機は二重式圧延機、三重式圧延機、ユニバーサル圧延機に分類され、ロールスタンド形式は開頭式ロールスタンドと閉頭式ロールスタンドに分類される。一般に三重式圧延機には開頭式ロールスタンドが使用され、二重式圧延機とユニバーサル圧延機には閉頭式ロールスタンドが使用されている。

H形鋼、軌条などを圧延するユニバーサル圧延機にはミルスプリングが小さく、製品精度の向上が期待できる開頭式ロールスタンドが採用されている。

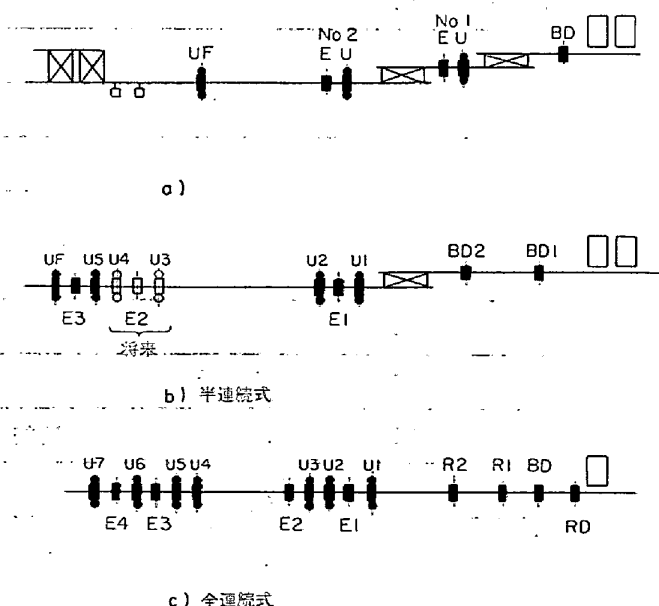


図1 最近のわが国大中形圧延工場レイアウト

表 2 ユニバーサル圧延機のスタンド剛性化

会社名	建設年度	圧延機名称	ポストエリア (mm)	スタンド 重量 (t)	製品寸法
A社 中形	1961	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	1000×325 1000×335	44 44	H100-300
B社 大形	1961	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	610×840 565×500	224 172	H150-900
C社 大形	1963	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	508×752 457×647	193 177	H300-900
※D社大形	1968	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	650×430 600×420	142 120	H250-1010
E社 大形	1969	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	785×730 785×730	250 250	H100-1200
※F社中形	1971	ユニバーサル粗 ユニバーサル仕上	600×420 600×420	55 45	H100-400

※ 印 スタンド交換式圧延機

ユニバーサルスタンドはロールの組み替え方式の違いにより、①垂直ロールをインナースタンドに組み込むインナースタンド交換方式、②ロール長を製品サイズにより変え圧下力はクロスビームを通して軸受、ロールに伝えるクロスビーム形スタンドに代表されるロール交換方式、③スタンドとスタンドを交換するスタンド交換方式の3つの形式がある。最近の半連続および全連続配列の圧延設備には、交換時間が最も短かく、稼働率向上が期待できるスタンド交換方式圧延機が採用されている。

ユニバーサル圧延機は、機械構造の進歩にともなつて表2に示すとおり、大形化、剛性化の傾向にある。

スタンド交換方式圧延機では圧延寸法により、それぞれ大小二種類のユニバーサル圧延機、ロールを使用し、圧延時のロールの撓み、スタンドの歪を少なくし、製品の寸法精度を高めている。最近建設されたスタンド交換方式ユニバーサル圧延機は図2、図3に示すように、堅ロールフレームを開頭式にし、ライン外における堅ロールの組み替えを容易にし、作業性を向上するとともに圧延機剛性を大きくしたオープンヨーク式のものが実用化されている。

またユニバーサル圧延機は従来の水平ロール圧延機に比べ圧延機能的にすぐれているので、最近I形鋼、溝形鋼、不等辺不等厚山形鋼ならびに軌条などフランジを有する形鋼への適用法の開発が活発に行なわれている。

軌条圧延設備においては、ユニバーサル圧延機と組合せ使用されるエッジ圧延機を、圧延材がレバースする間に1カリバー分だけ油圧作動方式により自動的に動かすクイックシフト方式が実用化された。これにより圧延

材料はテーブル上を横方向に移送される必要がなく、ローラテーブル幅の減少、サイドガイドの固定化などにより設備費の減少がはかれる。この圧延機のクイックシフト方式は、今後一般形鋼圧延の場合の二重式圧延機ならびにブレークダウン圧延機への適用も開発されるであろう。

b) 圧延機付属品の進歩

ロールおよび軸受 ロール材質は、圧延速度の高速化製品の高品質化にしたいがい、ますます強靱性、耐磨耗性、耐熱性が要求されるが、鑄造技術・熱処理の向上により良質の特殊鑄鋼ロール、アダマイトロール、ダクタイルロールが提供され、高能率圧延の製品品質の向上に寄与している。とくに最近鑄鋼系ロールおよびアダマイトロールで、中抜き鑄造法を応用したいわゆる複合ロールや複合スリーブロールも製造され、ロール費の低下や生産能力の向上に役立つている。

形鋼孔型ロールの孔型各部の周速と材料速度との差などによる局部磨耗を防止するための圧延油は、従来ターレット状のものを塗布または適下していたが、最近は脂肪ベースに添加剤を加えたものを自動的に噴射している。

ロールネック部軸受には合成樹脂を使った圧延機も一部残っているが、最近のユニバーサル圧延機にはすべてローラベアリングが採用され、ロール組み替え直後のI本目から圧延最終製品にいたるまで常に高い製品精度の維持に役立つている。

誘導装置 圧延機ロールの前後面に配置される誘導装置の機構とセット方法および調整方法は、製品精度に及ぼす影響が非常に大きいので、各社種々の工夫をこら

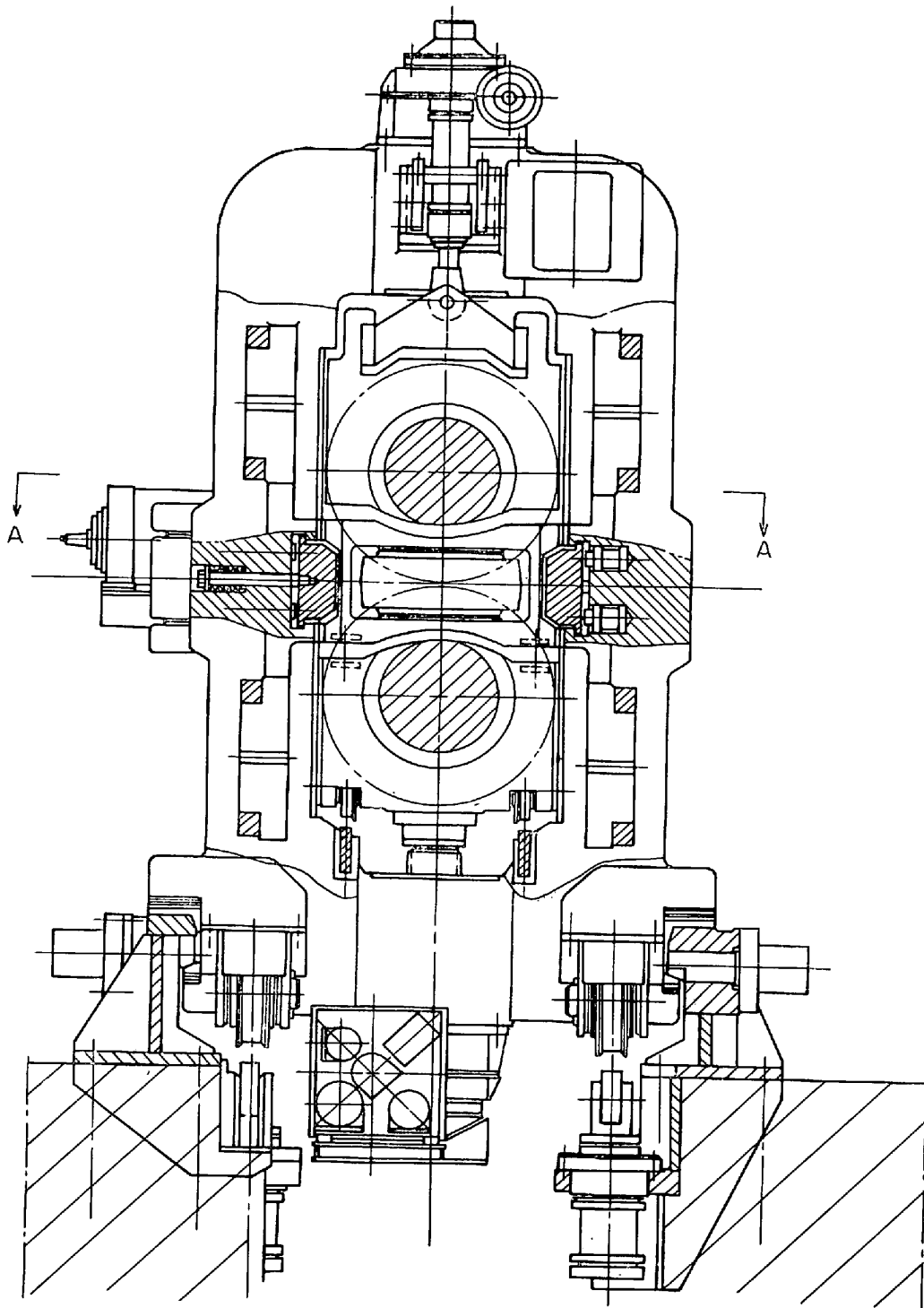


図2 オープンヨーク式圧延機

し改善を行なっている。

図4に示した自動微調整式ウェブガイドは最近の半連続式ユニバーサル圧延機に採用されているもので、上下ウェブガイドの隙間が圧延材の厚みに応じて各パスごとに調整されるので製品のウェブ中心偏りが少なく寸法精度の向上がはかれる。

パスライン高さ調整 H形鋼は広幅、中幅、細幅に分かれ、フランジ幅の差が大きい。圧延の際にはそれぞれのフランジ幅に対して、パスライン高さを適正に維持する必要があるので、ほとんどの工場ではユニバーサル圧延機の脚部に付属する高さ調整プレートの厚みを調整するとともに、圧延機前後面にチルチングテーブルを採

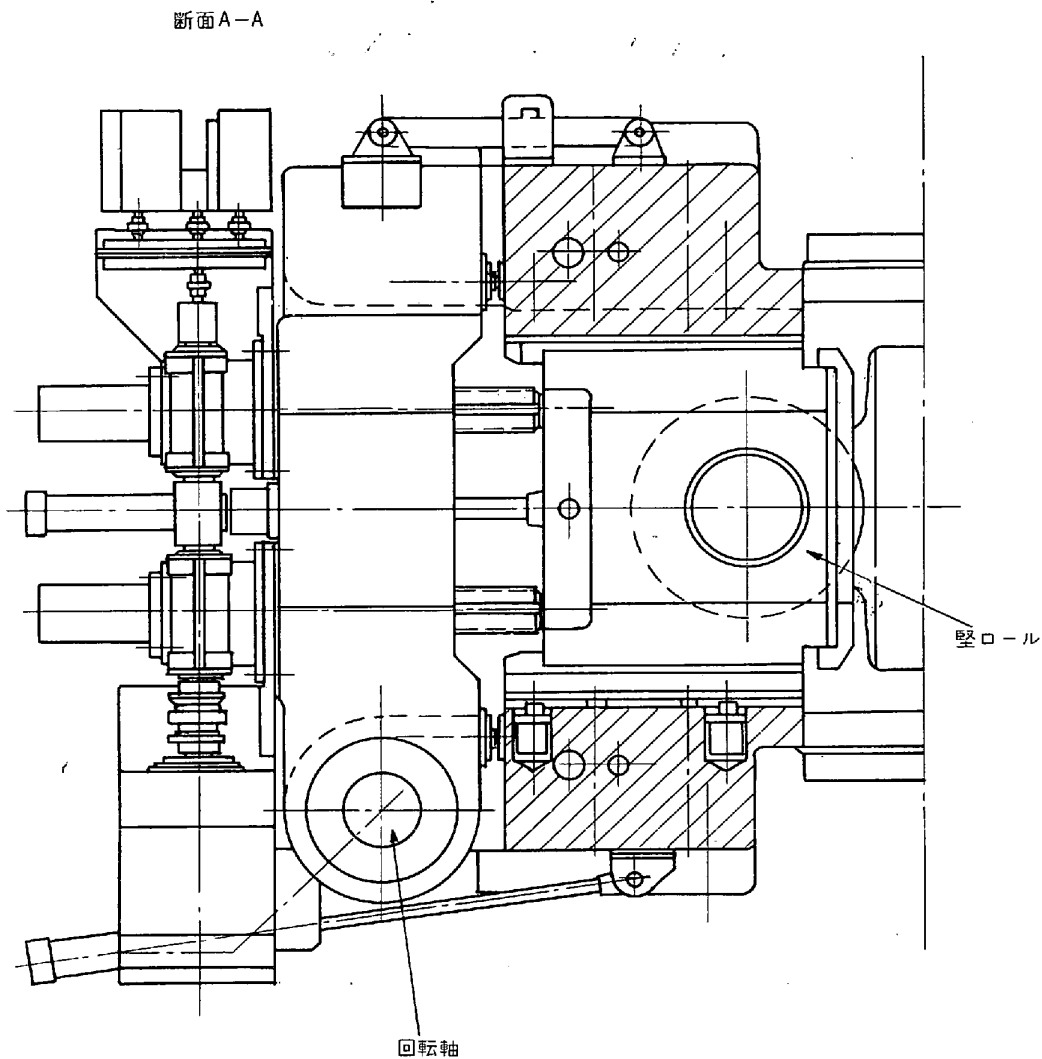


図3 オープンヨーク式圧延機 (断面)

用することによりこの目的を達している。

c) ロール組み替え時間の短縮

多品種少量生産を特徴とする形鋼において、とくにH形鋼は圧延サイズ変更の頻度が著しいため、ロール組み替えおよびガイドセットをいかに精度よく、迅速に行なうかということは、その工場の稼働率、すなわち生産性を大きく左右する要因で、各工場では組み替え時間短縮に種々の工夫がなされてきた。

旧来の並列配置ではスタンドをクレーンで吊り上げスタンド交換する方法をとり 3~8hr の組み替え時間を 2~3hr に短縮している。近年のタンデム配列では、ライン外にて予備ロールを組み立て、各スタンド近くの横行台車にのせておき、旧ロールを引出して新ロールを引き入れる方式が採用され、これにより組み替え時間が20~50 minに短縮された。

H形鋼用のユニバーサル圧延機には、組み替え方式によりインナースタンド交換方式、ロール交換方式(クロ

表3 ロール組み替え方式別形鋼圧延工場

組替方式	建設年度	会社名	工場名
インナースタンド 交換方式	1961	川崎製鉄	葦合・中形
	1961	新日本製鉄	堺・大形
クロスビームロール 交換方式	1963	新日本製鉄	広畑・大形
	1969	日本鋼管	福山・1大形
スタンド 交換方式	1968	川崎製鉄	水島・大形
	1971	川崎製鉄	水島・中形
	1972	日本鋼管	福山・2大形
	1972	新日本製鉄	君津・大形

スピーム形スタンド)、スタンド交換方式がある。表3に国内のロール組み替え方式別主要工場を示す。これら3方式のうち組み替え時間はスタンド交換方式がもつとも短かく、20~30 minで全スタンドを組み替えている。これは全自動スタンド引出し台車、横行台車の採用および電源、冷却水、潤滑油、高圧水などの配管の着脱に全

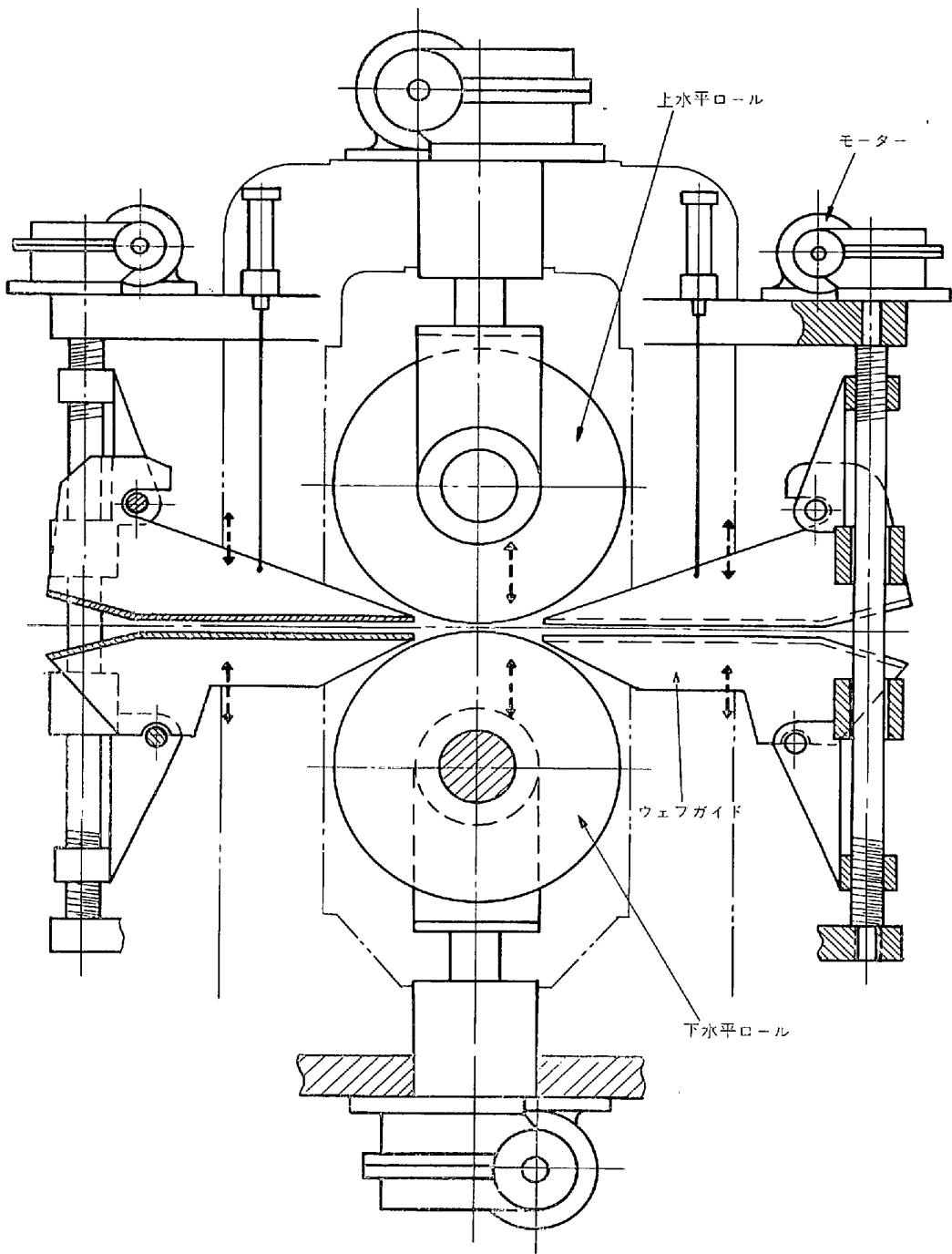


図4 自動微調整式ウェビガイド

自動カップラの実用化によるものである。

d) 圧延機の自動制御，連続圧延

形鋼圧延設備の圧延機の自動制御，連続圧延は，製品形状が複雑なため，線材および鋼板のそれに比べ，近代化の点で遅れていたが，近年電気制御技術および計測機器の発達，コンピュータの導入などによつて実用化されつつある。

圧延の自動化は，現在H形鋼を圧延する粗・仕上げユニバーサル圧延機にてあらかじめ設計パススケジュール

をコンピュータに記憶させ，光電管，ロードセルなどで検知した圧延状況にしたがい，上下水平ロール位置，左右縦ロール位置，エッジ上下のロール位置，圧延前後面の左右サイドガイドの位置，圧延速度，圧延機およびテーブルロールの回転方向などを自動的にスケジュールどおりに変化される自動圧下設定機構 (pre-set-control-system) が採用されている。しかし圧延材の寸法，温度荷重などの因子を考慮して自動的にロール・ガイドなどの設定値を決定し圧延されるまでにはいたっていない。

最近建設された半連続および全連続式タンデム配置の大形形鋼圧延設備において、H形鋼を圧延する場合、スタンド間で圧延材に発生する引張力および圧縮力を、ロールにかかる電流値の変化量で測定しロール回転速度を制御する微張力制御方式が開発され実用化されている。スタンド間で圧延材にかかる引張力は、現在 $0.2 \sim 0.3 \text{ kg/mm}^2$ 程度になるよう制御されている。

今後は形鋼圧延の分野においても、圧延材の寸法形状測定器、温度測定機などの検出器の研究、開発が進められ自動板厚制御 (AGC) および形状制御の実現化が行なわれるであろう。

(4) 精整設備、付属機器の進歩

a) 鋸断機

圧延設備の高能率化にともない、熱間鋸断機的能力増大の必要が生じ、鋸断速度の向上、鋸断機の増設あるいは倍尺切断の実施がおこなわれてきた。最近の新設工場では、鋸断機を二系列配置とし、30m 長さまでの倍尺切断の実施および鋸断速度を $200 \sim 300 \text{ mm/sec}$ に上昇するとともに、 600 mm/sec 程度の早戻り機構も採用されている。

① 最近の傾向として、ブレークダウン圧延機をでた圧延材の前後端のタンクを切断し、ユニバーサル圧延機での圧延材のロール巻込み事故を防止するために、タンクカット熱間鋸断機の設置があげられる。

② 圧延機のロール組み替え時間短縮に対応させ、熱間鋸断機の休止時間を短くするために、バイオネット機構を採用した迅速鋸刃交換方式が実用化され、稼働率向上に効果をあげている。

切断作業を正確かつ迅速におこなうため、仕上ユニバーサル圧延機をでた圧延材を、熱塊検出器 (hot metal detector) により長さを計測すると同時に温度計により温度を測定し、コンピュータにより冷間時における縮み代を考慮したもつとも有効な切断長さが決定され、定寸装置のヘッド位置の設定、圧延材の自動減速停止を行なう自動定寸切断が2工場で実施されている。写真2に最近の大形熱間鋸断機の1例を示す。

熱間鋸断機の鋸断能力をカバーし、また短尺切断およびより正確な製品長さ切断のために、最近冷間鋸断機の設置もおこなわれる傾向にある。

b) 冷却床・矯正機

最近の冷却床には従来のロープトランスファ式のものに代り、移送中の製品に摺動傷がつかずまた冷却中の製品曲がりが少ないチェーンコンベヤ式あるいはウォーキングビーム式のものが採用されている。

冷却床の幅は、ほとんどのものが30mであるが、鋸

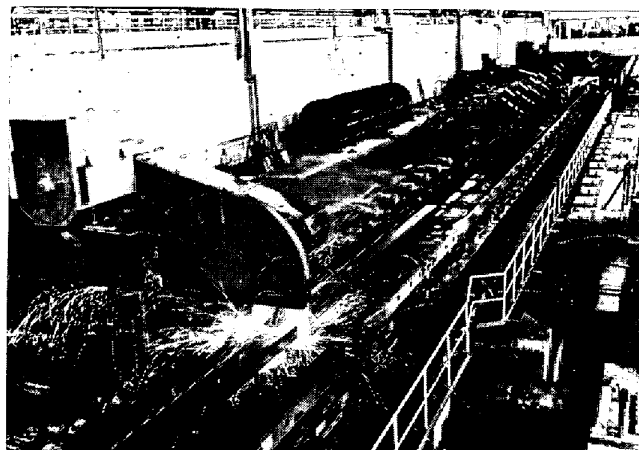


写真2 大形熱間鋸断機

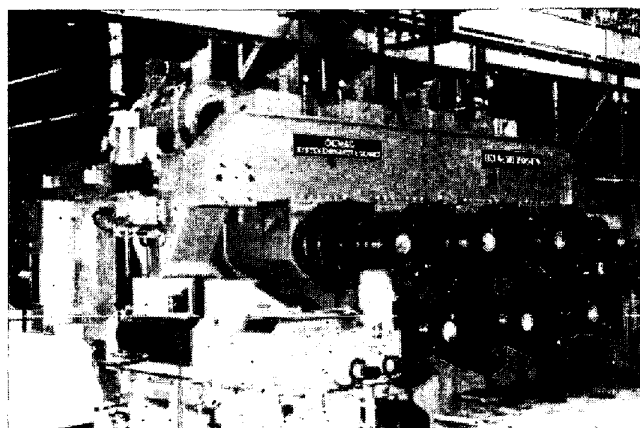


写真3 片持可変ピッチ式ローラー矯正機

断作業を冷間鋸断機のみで行なわせるため、アズロールクーリング方式を採用した130mのものが実用化された。これら広幅の冷却床には駆動軸のねじれなどによる製品の移送ずれがないよう十分な対策がとられている。

冷却床を出た製品は、ローラ矯正機または圧迫矯正機により矯正される。とくに最近のローラ矯正機は、多品種、多サイズの製品の矯正に、矯正ロールピッチと圧下量を最適位置に調整でき、しかも矯正ロール交換作業の容易な片持可変ピッチ式のものが大幅に採用されている(写真3参照)。本方式の矯正機では、矯正ローラの垂直、水平方向位置の設定はすべて自動的に行なわれるとともに、被矯正材の高さに応じて機械全体を昇降させる昇降機構を備えているので、前後面テーブルを昇降式にする必要のないもつとも経済的機械といえる。

以上記述した設備のほかに、精整設備には、自動プリンタ、検定作業の自動化設備、自動パイリング装置および結束機が採用され、省力化がはかられている。

3. 結 言

最近10年間の大形形鋼圧延設備の進歩の状況を、

大形化, 連続化, 高速化, 自動化の面より記述したが, この分野においても諸外国を上廻る機械, 電気, 制御技術の開発および製鉄メーカーの圧延技術の進歩により, 高能率でしかも高精度の製品が生産できる近代的設備に生まれかわつたといえる。

形鋼の需要は今後さらに増加し, 要求される製品精度も年々厳しくなると予想される。これらに対応するため設備技術者と製造技術者は相携えて, 新技術開発, 研究に当り, とくに AGC 方式などの開発による圧延機の全

自動圧延, 鋸断機以降精整設備の自動化設備採用による一層の合理化を行なうことが今後の課題と考える。

文 献

- 1) 日本鉄鋼協会: わが国における最近の大形形鋼製造技術の進歩, 特別報告書 No 14, 昭和47年7月
- 2) 二日市: 大形条鋼圧延設備の概要, 石川島播磨技報, 昭和44年8月
- 3) 柱: 圧延技術, 昭和46年1月
- 4) 日本鉄鋼協会: 条鋼アニュアル形鋼編, 昭和47年1月
- 5) 重工業新聞社: 製鉄機械設備総覧, 1971