

も製造するようになった。この場合は板厚精度の向上に特別の留意をする必要がある。最終製品はバッチ型炉で、目的に応じ軟化焼鈍と球状化焼鈍を行うが、焼鈍方法としては A_1 変態点直下の長時間焼鈍と A_1 変態点付近の2段焼鈍法の二通りがある。

(ハ) 珪素鋼板

珪素鋼板の生産量は、昭和48年には世界で約450万t、10年前の約2倍となったが、わが国は107万tと同期間に約4倍に達し、世界第一の生産国の地位を占めた。またわが国の珪素鋼板技術は近年めざましい発展を遂げ特に高級珪素鋼板の分野では完全に世界をリードしている。

珪素鋼板に要求される特性として材質面では、①磁気特性のすぐれていること、②機械的性質のよいこと、③加工性の高いこと、形状面では、①板厚精度の高いこと②平坦度のよいことなどが要求される。また、すぐれた絶縁皮膜を有することも上記特性に併せて非常に重要である。

(i) 珪素鋼板の圧延技術の進歩

珪素鋼板はSi量が多いほど脆くなるために長い間熱延珪素が主流であった。したがって冷間圧延製品が市場に現われたのは昭和20年代末期であった。

珪素鋼板はまた加工硬化しやすい材料であるので圧延機には小径ロールのゼンジミヤミルが使用される。圧延形状向上のための技術改善は主として次の分野で行なわれてきた。すなわち、①ゼンジミヤミル用AGC開発、②圧延油の改良、③パススケジュールおよびクラウンの改良などである。一方溶接技術の進歩でコイルの大型化による冷延能率の向上も図られ、最近ではタンデムコールドミルでの圧延も実施されている。

(ii) 珪素鋼板の焼鈍技術の進歩

従来の熱延珪素鋼板の熱処理設備は鋼板を積み重ねたボックス型焼鈍炉であった。しかし冷延珪素鋼帯の製造とともにハースローラ型連続焼鈍ラインが一般に使用さ



写真 4・3・1 世界最大級の珪素鋼板連続焼鈍ライン

れるようになり形状特性は飛躍的に向上した。当初のラインは通板速度も20~30m/min程度の低速であったが、最近では高生産性で省エネルギー型の設備に発展している。写真4・3・1は世界最新鏡の焼鈍ラインで、ライン全長約400m、最高通板速度240m/min。月間生産能力約2万tのものである。高生産性ラインは①鋼板のトラッキング防止装置、張力制御②急速加熱技術、鋼板温度による温度制御、鋼板の均一冷却法③高速絶縁皮膜の塗布技術④連続磁気測定装置、自動表面欠陥検出器⑤プロセスコンピュータの採用など多種類の技術の組み合わせによって達成されたものである。

(iii) 高磁束密度方向性珪素鋼板の製造

電源トランスなどに使用される方向性珪素鋼板に要求される品質特性はますます高度となり、高磁束密度で鉄損、磁歪の低い材質が望まれるようになった。これに応じて高磁束密度方向性珪素鋼板がわが国で開発され、この材料の利用によってトランスの小型化、省エネルギー、省資源が図られるばかりでなく、近年特に問題となっているトランスの騒音低減に大きな効果をあげつつある。この製造技術は従来の2段冷延法とは違った全く新しい技術によるものであって、全世界の注目を集め、欧米各国へ技術輸出されている。

4.4 条鋼製造技術の進歩

4.4.1 形鋼

(1) 概要

わが国における形鋼部門での最近十数年における最も大きな特徴はH形鋼の需要の増加であろう。H形鋼は、欧米ではかなり早くから使用面での有利さが認識され、生産されてきたが、わが国においては昭和30年代後半に、ようやく生産体制がととのい、その後爆発的に需要が拡大してきた。従って形鋼圧延設備の新設・改造のほとんどがH形鋼の生産を目的としたものであつた。

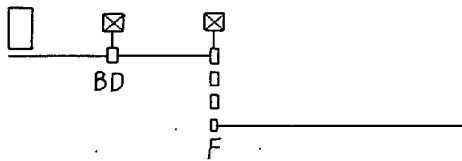
(2) ユニバーサル圧延法の発達

H形鋼の製造をユニバーサル法で行なう考えは、古く19世紀末からあつたが、実際の設備に採用されたのは今世紀の初頭である。その後第一次大戦から第二次大戦にかけて主としてアメリカで発展し摩天楼・大橋梁などの建設に大いに貢献した。また欧州大陸ではH形鋼の生産が本格化したのは1950年代に入ってからであるが、わが国ではさらに遅れ1960年代になつてH形鋼生産を目的としたユニバーサルミルの稼働が開始された。

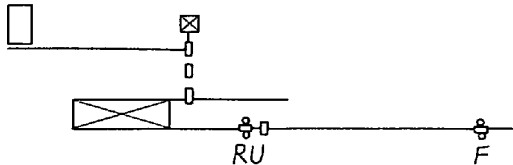
図4・4・1は国内形鋼圧延工場のミルラインの一部を紹介したものである。昭和30年以前は二重あるいは三重式圧延機を並列配置し1個のモーターで駆動する方式が主流であつた(a)。この方式ではカップリングを介して駆動伝達するためロール間隙セットの精度がおち、また組替時間が長くなるなどの欠点がある。この問題を解決するために仕上圧延機を単独駆動とした設備もある。

(b)は(a)のラインにユニバーサル圧延機をつなぎH形鋼の圧延を可能としたものである。(c)はH形鋼圧延工場の一般的な配置で、ブレークダウン圧延機と1台または2台の粗ユニバーサル圧延機および仕上ユニバーサ

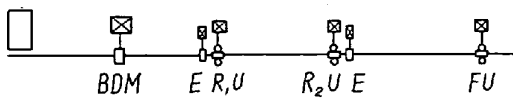
(a) 並列配置 (二重または三重式) :



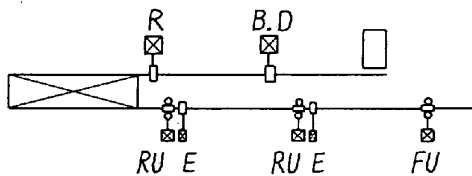
(b) 並列 + タンデム (ユニバーサル) 配置



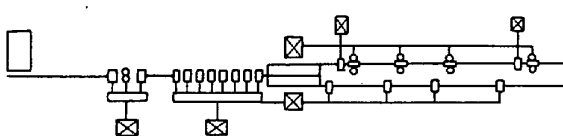
(c) B.D. + タンデム (ユニバーサル) 配置



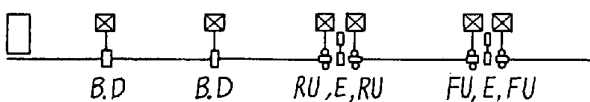
(d) B.D + 粗圧延 + タンデム (ユニバーサル) 配置



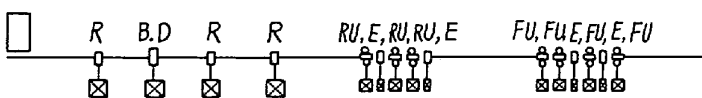
(d) 粗連続 + 仕上 タンデム 配置



(e) 部分連続配置



(f) 完全連続配置



新日鉄・八幡三大形	BDMなし 三重式 4台	T13.4 稼働
新日鉄・釜石大形	二重式 3台	S26.5 (46.6改造)
大谷重工業・尾崎	三重式3台, 二重式1台	S15.2 (45.6改造)
神戸製鋼・尾崎	三重式 3台	S.9 (45.8改造)

東伸・姫路は 三重式3台 + 仕上分離運転 (二重式)

川崎製鉄・荻合	三重式 3台 ユニバーサル 2台	S36.5
新日鉄・八幡二大形	三重式 3台 ユニバーサル 3台	T8.5 (42.6改造)

新日鉄・堺大形		S36.10 (43.5改造)
新日鉄・広畑大形	粗ユニバーサル1台 他に形鋼用1台	S38.3
新日鉄・室蘭H	粗ユニバーサル1台	S42.11
川崎製鉄・水島大形	粗ユニバーサル1台	S43.6
日本鋼管・福山大形	粗ユニバーサル1台	S44.3

新日鉄・八幡軌条		S45.6
日本鋼管・福山二大形	粗ユニバーサル1台	S47.3

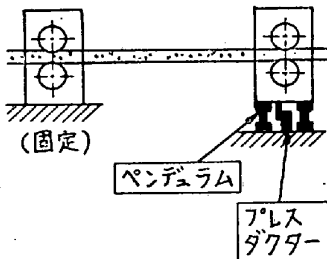
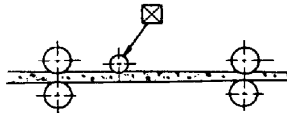
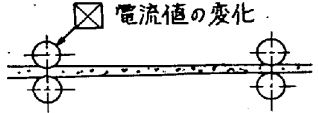
大阪製鋼・西島		S37.9 (44.10改造)
トビ工業・豊橋大形	BD, R ₁ , R ₂ , R ₃ , R ₄ 連続	S36.4

川崎製鉄・水島中形	S46.11
-----------	--------

新日鉄・君津大形	S47.4
----------	-------

図 4-4-1 国内形鋼圧延工場におけるミルラインの変遷

表 4.4.1 各種張力制御法の比較

(1) 機械的ルーバー	(2) スタンド間張力による制御	(3) メジャリングロールによる制御	(4) 電流記憶方式
スタンド間で圧延材にループを作り、そのループ量をルーバーで検出し、ミル速度を制御する方式。 	スタンド間の圧延材による張力をプレスダクターで検出し、ミル速度を制御する方式。(スタンドは張力で撓むペンデュラムの上に置く) 	圧延材の速度をメジャリングロールで測定し、張力の値を圧延材速度の変化で検出し、ミル速度を制御する方式。 	ミルモーターの電流値を測定し、張力の値を電流値の変化で検出し、ミル速度を制御する方式。 
1. フランジ幅、125 以下では実施されている。それ以上はループが出来にくい。 2. ループを作るとウェブ偏りなど成品形状が悪くなる。	1. 君津大形の場合サイズ範囲が広く、ペンデュラムは2種類以上必要でサイズによつて取替をしなければならない。 2. スタンド台数3台を超えると張力検出精度が悪くなる。	1. 多数のメジャリングロールの精度維持のための保守が実際には、困難である。	1. 電流値の変化のうち、張力による変化と圧延荷重変動(温度変動など)による変化がある。後者が大きい場合は精度が悪くなる。

ル圧延機より成っている。(d)は中小形々鋼ラインに見られる例で、上記の粗圧延ネックを連続化することにより解消したものである。(e)は粗圧延部はブレイクダウンミル2台を配置することにより生産能力をあげ、ユニバーサル部は2台連続とすることにより往復圧延の回数を減らし能力増をはかったものである。(f)は更に連続化を進め中間圧延機以降は1スタンド1パスの完全連続方式としたもので、能力アップ、圧延途中の温度低下の減少、ロールおよびガイドの設定が正確かつ容易に行えるため成品寸法精度の向上などを狙ったものである。

これらの形鋼ミルにおける新鋭設備の特徴として次のことがあげられる。

(a) 形鋼圧延の連続化

形鋼の圧延は三次元変形であるため、圧延特性の解析がむずかしく、連続圧延時のスタンド間速度制御方式の開発が線材やストリップに比べておくれていたが、昭和46～47年にかけてわが国でも本格的連続圧延方式を採用した工場が建設され始めた。

形鋼圧延を連続方式で行なった場合、スタンド数は多くなるが、高能率・高生産性の実現、形状寸法の改善、極薄製品の製造が可能、圧延ヤードの縮小など多くの利点を持っている。連続圧延時の、速度アンバランスにより発生するスタンド間張力の制御方法としては表 4.4.1 に示すものがあるが、このうち機械的ループによる方法

は外国ではかなり古くから採用されており、最近建設されたミルにも取り入れられている。この方法では成品サイズが大きくなると「ループ」ができなくなるため、フランジ幅 125 mm 以下で採用されている。わが国で、最近建設されたミルは、いずれもフランジ幅 200 mm までのジュニアサイズ H 形鋼の生産を目的としており、ルーバー方式では問題が多いため、電流記憶方式を採用している。この方式は連続圧延の各スタンドにおいて、

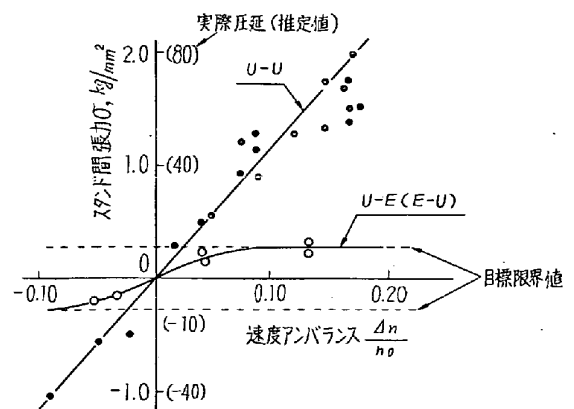


図 4.4.2 スタンド間張力と速度アンバランスの関係

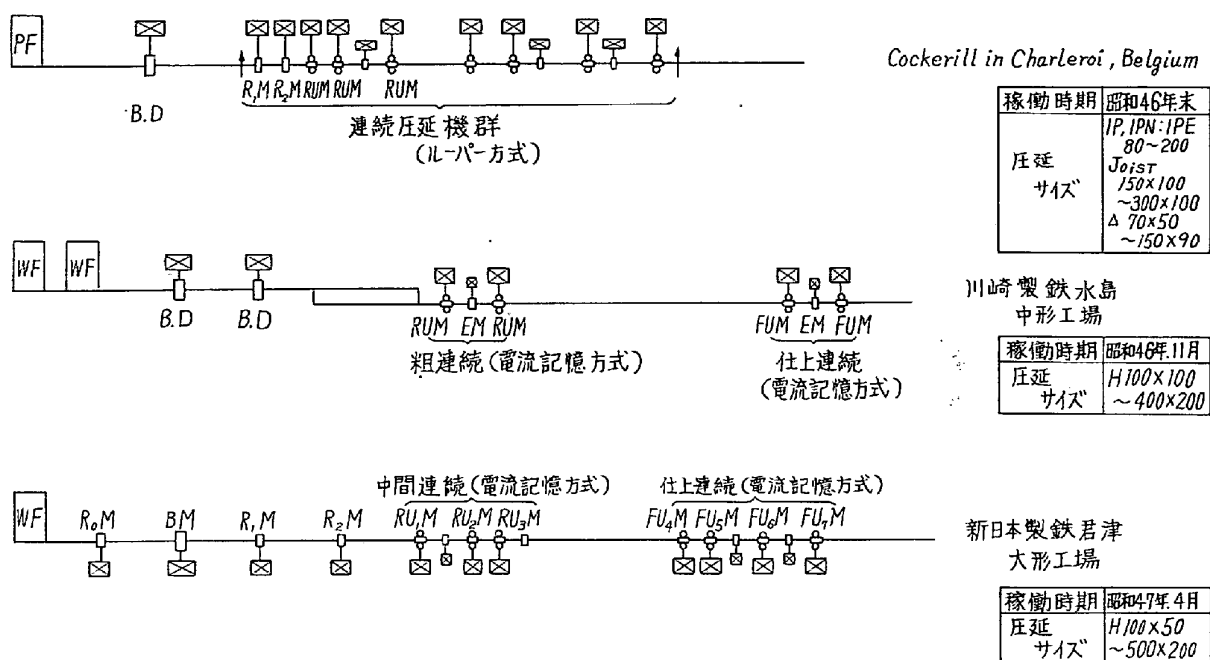


図 4.4.3 最近の形鋼連続圧延工場の例 (設備略号は大形分科会による)

体積速度が一定となるように各スタンドの速度制御を行なうものである。2つのスタンド間に速度アンバランスが生ずると図4.4.2に示すようなスタンド間張力が発生し、成品寸法変化の原因となるほかに、著しい場合には設備上の重大故障を誘発する。したがってスタンド間で速度アンバランスが生じた時に発生する張力を最小値となるように制御する必要がある。川崎製鉄水島・中形工場では、粗および仕上圧延を2台のユニバーサル圧延機による連続圧延とし、電流記憶方式による制御を行なっている。また新日本製鉄君津・大形工場では中間圧延3台、仕上圧延4台のユニバーサル連続圧延とし、張力制御は比例積分方式を採用し、1スタンド・1パスの完全連続圧延方式を実現した(図4.4.3)。これらの工場ではスタンド間張力を0.5~1.0 kg/mm²以下に抑えることにより、きわめて高い寸法精度をえており、さらに完全連続圧延の場合には図4.4.4に示すように従来の3倍近い高効率を達成している。

(b) 形鋼(H形以外)のユニバーサル化

最近の形鋼圧延ミルは、そのほとんどがユニバーサル法によるH形鋼の製造を目的としているが、一部の設備ではH形鋼以外の軌条、鋼矢板、山形鋼のような品種の圧延も同一設備で行なわなければならない。これらの品種は通常2重圧延機での孔型圧延を行なっているが、これにユニバーサル法を適用しユニバーサル法の利点であるフランジ部分の鍛錬強化によつて、成品の内質を改善し、またロール調整の自由度が増すことによる圧延作業の安定・寸法精度の向上を計ろうとする努力が行なわれている。造船用サイドロンジ材については、昭和41年からユニバーサル化が行なわれており(新日鉄・堺、広畑)、さらに軌条については、昭和45年から新日鉄八幡・軌条工場でユニバーサル圧延が行なわれている。当工場ではU型鋼矢板でも中間造形部にユニバーサル圧延法を

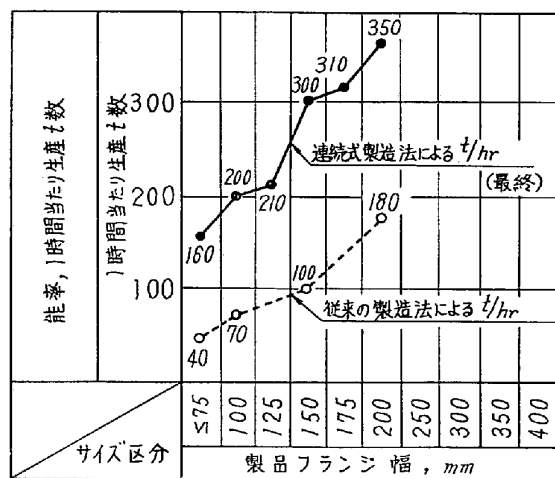


図 4.4.4 H形鋼のサイズ構成とサイズ別効率

採用しており、継手部分の形成を水平ロールと堅ロールによつて無理なく行なうことにより以下に述べるような効果をあげている。

(i) フランジ部の鍛錬効果が十分で良好な製品の製造が可能となつた。

(ii) 上下・左右方向からの圧下量調整が可能となり大幅に成品精度が向上した。

(iii) 孔型圧延での間接圧下による磨砕作用部分(フランジ部)が少ないためロール摩耗が少ない。このほか圧延能率・歩留りの向上もきわめて大きい。形鋼圧延はすべてをユニバーサル化する必要はないが、その一部に圧延作用の合理的なユニバーサル法を今後さらに取り入れていくと考えられる。

(c) 圧延計算制御

形鋼圧延は板圧延に比較して形状が複雑で圧延変形も

多様であるため形状寸法に影響する要因も多く、自動化実現には解決すべき事項が極めて多い。

圧延計算制御の実施にあたっては、以下の調査研究が必要である。

(i) ロード・セル、温度計、長さ計、ロール隙計、厚み計、幅計など正確な圧延条件把握のための検出端の開発。

(ii) 圧延荷重、圧延動力、温度、先進などの推定式の開発のため圧延データの蓄積と解析。

(iii) 制御モデル作成と現場への適用。

検出端開発は特殊なものを除いてはかなり進んでおり、これらを使つての圧延解析結果あるいはプラスチック実験による試験結果などが、既に数多く報告されている。新日鉄堺・大形工場では、昭和48年3月よりH形鋼圧延の計算機制御による自動運転を行つており、最適パススケジュールの設定、APC 装置による自動設定を計算制御している。

(3) 精整作業の発達

形鋼精整作業は、形・大きさの異なつた多岐な品種を矯正、検査、表示、結束、手入れなど多くの工程にわたつて一本ずつ処理していく必要があるため、多数の人員を必要とし、機械化・自動化の取込みが困難であつた。しかしながら、圧延での連続化による高能率に対処するため冷却以降の精整ラインの能力アップが必要で鋸断・矯正など各設備の能率アップ、搬送設備の高速化などが試みられてきた。最近の設備では圧延1ラインに対し、精整2ライン（例えばトピー工業豊橋中形工場）あるいは4ライン（例えば東独の中形々鋼圧延工場）とし、能力をバランスさせているものが多い。

(a) 冷却・矯正の長尺化

矯正作業は大形H形鋼を除いて、ほとんど可変ピッチ・片持式ローラー矯正機により行なつているが材料の先端および後端部がローラー・ピッチ長さだけ完全には矯正できない欠点がある。したがつて、できるだけ材料の長い状態で矯正する工場が最近では多く、トピー工業豊橋中形工場、新日鉄君津大形工場や、外国でもU.S. Steel・South Chicago, Belgium のCockerill などこの方式が見られる。

(b) 切断作業の高能率化

切断方法は、長尺冷却・矯正の場合に採用される冷間切断方式と冷却前に切断する熱間切断方式がある。熱間切断は従来から採用されている方法であるが、前後製品間の温度差による寸法のバラツキなどからまとめ切りは困難であるので、圧延の高能率化にマッチングさせるために鋸断機配置に工夫がなされて来た。川崎製鉄水島・中形工場では1台のトップカットソー、2台の固定ソー、1台の移動ソーを配置し、アズロール長120mの製品を90～120秒で10～15mに切断している。

冷間切断の場合、切断時間は熱間に比べて長い、製品のまとめ切りが可能となり、新日鉄君津・大形工場の例では、3台の鋸断機で8万t/monthの生産が可能となつている。また冷間切断法の一つとして、剪断方式を用いた例が紹介されている。この方法では4枚の刃（固定刃2枚、移動刃2枚）を使つて形状の複雑な形鋼の剪断を可能としたものであり、多数本のまとめ剪断も可能である。冷間切断方式は切断面の形状あるいは発生音の問題から、あらゆる形鋼に採用することは現在のところ不可能であり、今後の研究にまつところが多い。

表 4・4・2 形鋼工場におけるオンラインシステム

(新日鉄・君津大形の例)

項 目	内 容
鋼 片 在 庫 管 理	鋼片のロット別・置場別在庫量を把握し、圧延指令につなぐ。また鋼片受入実績を発行する。
圧 延 ト ラ ッ キ ン グ 実 績 収 集	加熱炉装入から仕上圧延までの材料1本ごとのトラッキングを行ない、各運転室に指示内容を表示し、圧延プリセット用ミニコンにデーターを伝送する。
精 整 ラ イ ン ト ラ ッ キ ン グ お よ び 自 動 運 転 機 器 対 する 指 示	冷却床入口から工場出側までの各工程で、材料または成品1本ごとのトラッキングを行ない、ミニコンまたは自動運転機器に対して指示を出し、実績を収集する。
コールド・ソー鋸断指示計算	まとめ本数単位に鋸断ロジックにより最適値を計算し、ソーゲージ運転を指示する。
注 文 消 化 計 算	メインラインおよび仕掛場の成品に対して約定ごとに注文消化し、結束本数を決定する。
仕 掛 管 理	仕掛にまわつた成品を、ロール単位別、仕様別に把握する。また加工実績、検定実績の入力を行なうと、結束指示書、倉庫への入庫予定表を発行する。
出 荷 管 理	成品在庫実績、置場を把握し、倉庫計算機に入庫指示、出庫指示データーを伝送し、実績を受信する。また出荷実績を把握し、納品書を発行する。

%に比し、昭和47年の約70%、26%、5%と、明らかに太番線材の増加を示している。また、特殊鋼の、昭和40年、47年の生産量は、全生産量のそれぞれ、5%、7%を占めており、主に8mmφ以上のサイズとして生産されていることを考えると、前述の5.5φ~8mmφ未満の一層の占有率低下がわかる。ちなみに、昭和40年、47年の国内生産量はそれぞれ340万t/year、660万t/yearと、2倍近い伸びを示している。

(d) スケール量のコントロール

線材の多くは伸線工程を経て使用されるが、伸線の前工程として線材表面のスケール除去を行なう必要がある。スケール除去の方法として従来は酸洗によつていたが、数年前よりメカニカルデスケーラが実用化されるようになり、公害防止の観点からも適用鋼種、適用寸法などの適用対象の拡大がされつつある。酸洗の場合、スケール量は少ないほど酸洗性、歩留の面で好ましいがメカニカルデスケーラの場合はある量以上のスケールが付着していないとスケールが機械的にはく離しにくい。メカニカルデスケーラに適するスケール量は一般に0.4%以上といわれており、圧延時のスケール量をコントロールする必要がある。スケール量のコントロールは圧延時の捲取温度と冷却速度を調整するのが最も効果的である。今後ますますメカニカルデスケーラの使用が増大することが予想される一方酸洗も存続するため、線材の使用方に応じたきめ細かなスケール量の管理が必要と考えられる。

(e) 伸線性の向上

主に硬鋼線材の場合、5.5mmφから2.2~1.8mmφ程度に伸線されることが多いため、良好な伸線性を得るための前処理として空気パテンティングまたは鉛パテンティングを行なうのが通例であつたが、前処理なしで圧延あがりのままで良好な伸線性を有する線材を製造する技術および設備が開発され10年程前より実用化され、現在は硬鋼線材の生引きに広く適用されている。圧延あがりのままで良好な伸線性を得る方法は直接パテンティング法と呼ばれるもので、その原理は圧延時の余熱を利用し、仕上圧延ロールを出た後で線材の冷却速度をコントロールし、伸線に適した金属組織を得るものである。具体的な方式としては、国内技術では新日鉄のDP法、神鋼のKP法、住友電工のED法などがあり、海外技術ではステルモ法、シュレーマン法などがあるが、現在国内で広く採用されている方法はステルモ法((3)(b)項で後述)である。直接パテンティング材の品質レベルとしては、生引きの伸線性については、申し分のないものであるが製品引きとしては機械的性質のバラッキが空気パテンティング材、鉛パテンティング材などと比べてやや大きいので、この点が今後の技術的課題である。

(2) 生産性の向上

(a) ミスロール、歩留り

図4-4-6に線材工場の圧延歩留りと、ミスロール発生率の推移を示すが、歩留りの向上は、ミスロールの減少に負うところが大きいことがよくわかる。歩留りはこの10年間に2%以上上昇し、96%を越えることも可能となつた。生産性および品質の向上は、優秀な圧延設備とこれらを十分に使いこなせる習熟した圧延技術、そして圧

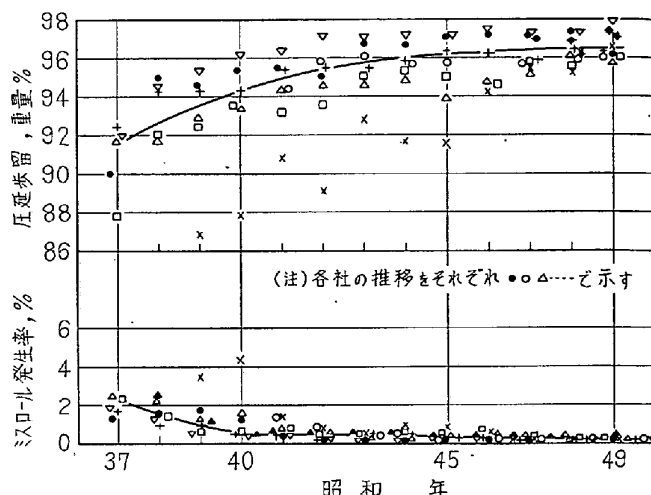


図 4-4-6 線材ミルの歩留りとミスロールの推移 (国内各社)

延作業者の士気という3要素の有機的な結合によつて推進され、ミスロールの減少は、これを端的に示すものといえるであろう。ミスロールの発生率は旧式なミルも含め、この10年間に約1/3に減少して0.3~0.1%に低位安定しており、0.1%以下を記録することも珍しくなくなつた。また、ミスロールの減少は、単に歩留向上だけでなく、稼働率の上昇による生産性の向上、および安全面にも大きな効果をもたらした。

(b) t/hr, kg/man.hr

t/hr はほぼ線速に比例するものであるが、図4-4-7に示めすごとく昭和30年代には線速30~33m/secであつたものが、最近ではブロックミルの出現により60m/secの高速となつた。これにつれてt/hrも飛躍的に向上し140t/hrにも達している。kg/man.hrについても近年省力化、自動化が進み、t/hrの上昇とも相まって最近の10年で、700~1,000kg/man.hrから2,000~3,500kg/man.hrと、驚異的な生産性の上昇がみられる。

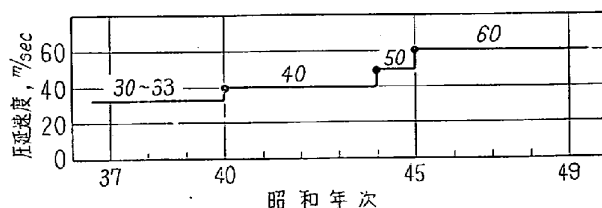


図 4-4-7 仕上圧延速度の推移

(3) 新技術と新設備

(a) 鉄筋用ミニミルの建設

最近の鉄筋需要増に対応し、効率のよい鉄筋ミニミルの建設が多くなつている。電気炉、連鑄、圧延の三工場からなり、成品はD9~D41、圧延素材は110°~170°で素材単重が1tを越えるものも増えている。

圧延機の配列は、粗列では素材の大形化に対応するためにリバース圧延のものもあるが、生産性、作業性の面で、H-V配列のタンデム圧延が主流となろう。中間列以降では、細物圧延時には、多ストランド圧延が要求され、冷却床への搬入方法も、多ストランドを同時搬入す

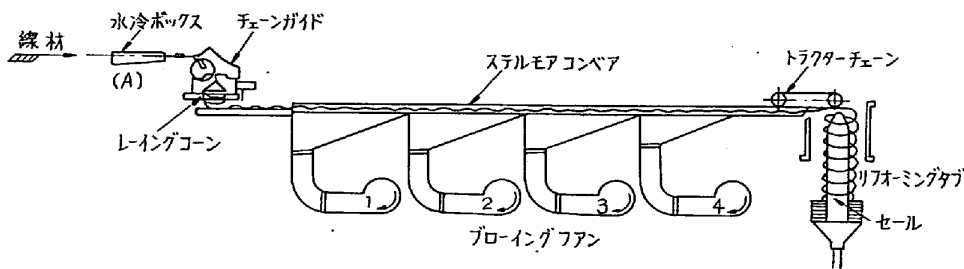


図 4.4.8 ステルモア方式による線材の直接熱処理設備
日本鉄鋼協会圧延理論部会 20 周年記念シンポジウム「圧延
研究の進歩と最新の圧延技術」49 年 6 月 3, 4 日 P. 262



る方法が、確立しつつある。精整関係も、選別装置、結束装置等は、合理化が進んでいるが、検数装置は、現在は開発が進みつつある段階である。また、冷却床前面での成、品長さへの連続切断は今後の課題の一つとなるであろう。ミル全体では連鑄からの連続圧延による省エネルギー、再圧素材圧延による効率向上などが指向されるだろう。

(b) ステルモアミルの設置

直接パテンティング法としては前述 ((1), (e)) のごとく種々あるが、設備、作業性、品質の安定性などの面から、現在国内ではステルモア法が最も多く採用されている。すなわち、川鉄-水島、住金-小倉、新日鉄-君津、神鋼-加古川、吾嬌-仙台などがある。

ステルモア法は Steel Company of Canada と Morgan Construction Company の共同開発によるもので概略は図 4.4.8 に示す。最終仕上圧延スタンドを出た線材は、800~900°C に冷却され、ループ・レイヤーによってリング状に成形された後、移動コンベア上に載置され、コンベア下方からの衝風により 400°C 以下まで冷却され収集装置に入る。この方式は冷却媒体に空気を使うので設備構造が簡単で保守、作業性が容易である。またノースイストブロックミルとの組合せで高速圧延 (5.5φ 線材で約 60m/sec) ができ、高い生産性とヘビーコイルの量産に対処できる特長をもっている。

ステルモア処理線材の引張り強さは、空気パテンティング材と鉛パテンティング材との中間であり、またスケール量の調整も可能である。

(c) 加熱炉

棒鋼線材用のプッシャー式鋼片加熱炉は、20~40 t/hr の加熱能力を示し、最も多く使用され、現在では、ほぼ完成された炉型式といえるが、スキッドマークや、炉内での鋼片の盛り上りなどは発生程度の差こそあれ解決されたい。一方、ウォーキングビーム式、ウォーキングハース式と一般に呼ばれる揺動炉床式は、鋼片の盛り上りが全く心配ないこと、鋼片の 3~4 面加熱により加熱時間が短かく、酸化、脱炭の抑制が利くこと、鋼片の間隔をとつて、搬送できること等の操炉フレキシビリティが、高いことによつて、建設費は多少嵩むが、昨今の長さ 20 m、重量 2,000 kg という長尺鋼片用として注目されている。ウォーキングビーム式にくらべ燃料原単位の低いウォーキングハース式が多く使われているようである。

しかし、建設費が安く、保守点検が容易で燃料原単位の比較的低いプッシャー式もすてがたく、鋼片の大きさ形状、および操業状況によつては今後とも広く使われるであろう。

(d) 精密圧延

棒鋼や線材の寸法精度向上の要求は年々高まりつつあり、特に自動車関係のパネ用部品はそれにより加工工程を省略しコストダウンを図ろうとする動きが強い。

従来、パネ用部品といえば主として、「線材→酸洗→焼なまし→引拔→表面研削加工→パネ部品」の工程が取られていたが、例えば圧延仕上出口に精密圧延ローラーユニット (一對の溝付ローラーで熱間矯正的な役割を果す) の設置など圧延技術の進歩で公差 ± 0.10 mm まで可能となり、「棒鋼→酸洗→矯正→表面研削加工→パネ部品」の工程が取れるまでになった。しかし最近ではさらに表面研削加工をも省き黒皮のまま (圧延のまま) でパネ部品を製作しようとするきざしさえあり、それに対応するためにはより高度な圧延技術が必要となつてきた。生産性をそこなわずしかも寸法、表面疵の両面にわたって全長を保証しようとするれば、通常設備だけでは経済面、技術面で限界に近く二次的な補正が必要である。

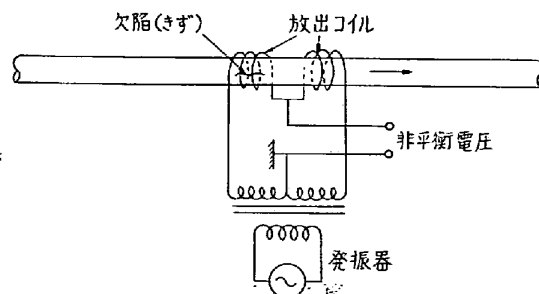
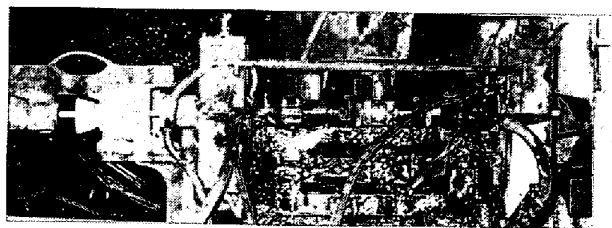
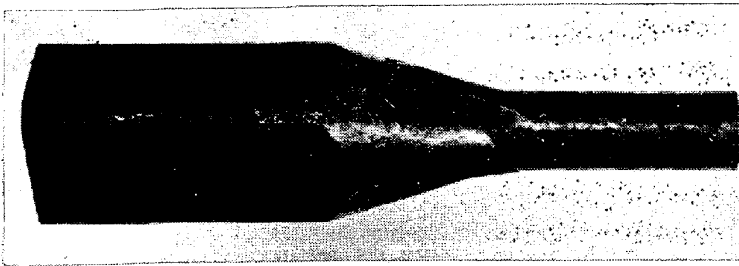


図 4.4.9 貫通型渦流探傷法



被 圧 延 材

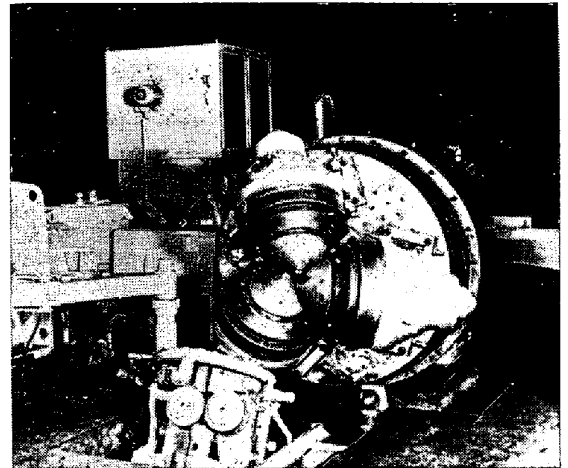


写真 4.4.1 プラネタリークロスローリングミル

そこで考えられているのが高速精密矯正機を用いる方法で、精密圧延機を冷間で同機にかけ、より寸法精度を高めると同時に曲り矯正、スケールオフなどの目的をも果そうというもので既にテスト段階に入っている。

(e) 計測機器

棒鋼、線材用として近年開発された計測関係の新技術は、従来人間の目、手、経験に頼っていた疵の検出、寸法測定、切断の取り合わせなどの自動化、高速化、連続化により、省力、品質管理の強化を目的としている。

疵の検出では定量的、客観的な判定が可能な連続自動探傷技術が種々開発されている。冷間では自動磁気探傷法がよく知られており、これは被検材を磁化した時、疵部から生じる欠陥漏洩磁束を半導体磁気検出素子で検出しマーキングする。熱間材には電磁誘導の現象を利用した貫通型渦流探傷法が圧延ラインで用いられ、疵の早期発見、工程管理に役立っている。

熱間オンラインで連続的に寸法測定を行なう技術としては、接触式、非接触式に大別されいずれも実用化されて寸法精度向上に寄与している。

棒鋼の切断に際しては、コンピューターと熱材検出器を組み合わせ、鋼片単重から最終製品長の取り合わせ計算を行ない切断歩留りの最大化をはかっている。

(f) プラネタリークロスローリングミル

粗圧延機においても、集約化、小型化の兆しが見受けられる。この一例に、西独で開発されたプラネタリークロスローリングミルがあり、1号機は既に西独の棒鋼工場稼働している。この圧延機は、自転する3箇の円錐

形ロールとこれらをバスライン中心に公転させる機構とからできており、最大の特徴は、1台で約85%という高減面率が得られることである。これは従来の圧延機の6~7台分に相当する。現時点では、圧延速度が1 m/sec以下であるため、圧延能率が低いという弱点はあるが、低炭素鋼から合金鋼まで圧延可能であり、小型なため、圧延機本体はもちろん、建家、基礎などの建設コストを安価にでき、また、メタルフロー、表面品質もすぐれていることから、太丸棒鋼圧延などに向いていると思われる。また、この圧延機の後方には、通常の圧延機を設置すれば、線材圧延も可能であり、今後の適用が期待される。

同様のミルは他にスイングフォージングマシン、連続フォージングマシンなどの往復動式のものがあり、各社で稼働中である。

(g) タングステンカーバイト (通称WC) のロール、ローラ

ロール、ローラの材質は、カリバー寿命、線材の肌荒れ防止のため、種々研究されて来たが、Morgan社のN-Tミルに、WCロールが導入されたのを機に既設ミ

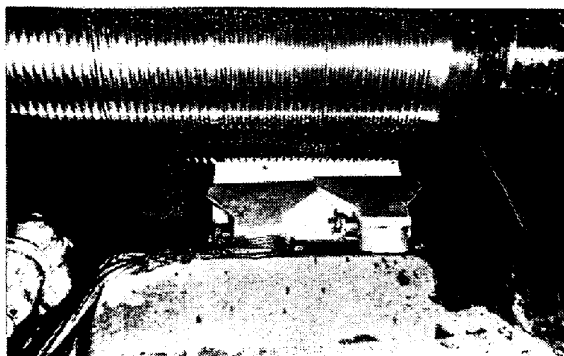


写真 4.4.2 研 削 加 工

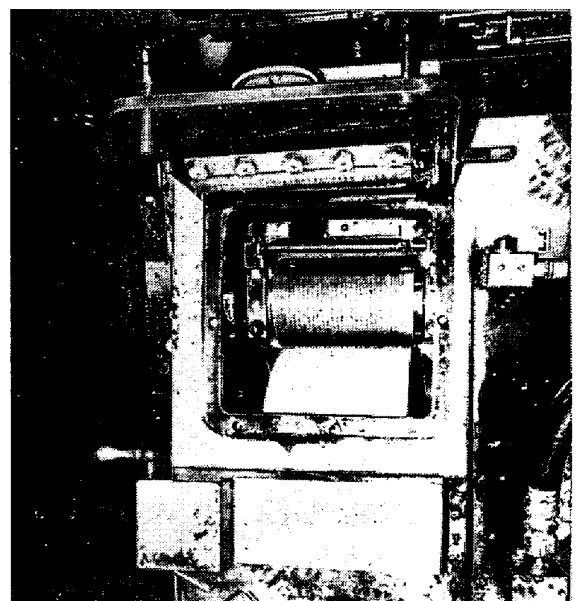


写真 4.4.3 研削用砥石のクラッシュ成形

ルのロール、ローラに適用され、旧来材質に比しおの約10倍、60倍、の長寿命を得ている。高硬度(HS 95～98)でもろい(抗折力 200～320 kg/mm²)という特異な材質を、使いこなしした結果であるが今後とも使用個所別の材質、形状、冷却方法などの一層緻密な考慮がなされ、旧来材質の50倍という高価な材質に引合う以上の原単位低減、作業軽減が達成されることが期待されている。

(h) ロール加工

最近のロール加工には、既存のロール旋盤に加えて、NC 加工、ならい加工などの自動化された加工方法が積極的に採用され省力化に大きく寄与している。一方、線材圧延の仕上列に用いられているような高硬度 (Hs 80 以上) のロール加工には、前述のバイト切削とは異なる研削加工法が導入され、その代表的なものには西独の N 社、米国の S 社製研削盤が有名である。研削用砥石の成形方法に、前者が、単石ダイヤモンドによるならい成形、後者が、クラッシュ成形を採用し両者を比較すると一長一短あるが、少数カリバーの大量加工をする場合に

は、砥石成形およびロール加工能率のすぐれている後者がよい、両者とも国内で採用され旧来のロール旋盤に比べ2～8倍と飛躍的な加工能率を示し作業合理化、省力化に寄与している。

また、最近注目されている WC ロールの加工は主に電解研削加工法が用いられており、高能率であるため今後とも広く使われるであろう。

4.5 鋼管製造技術の進歩

4.5.1 継目無鋼管

継目無鋼管はボイラ用、化学工業用、油井用、構造用などに加え最近では原子力用の需要も加わり、生産量は着実に増大している。製造技術も品質の向上、生産性の向上に大きな努力を傾け、多くの設備改善、新設備の導入、技術の改良を行なうと同時に省力化も活発に行なわれてきた。

表 4.5.1 各製造方式の工程とその特徴

分類	方式	特 徴	製 管 寸 法	適 合 鋼 種 (注)					備 考
			外 径(mm) 肉 厚	炭 素 鋼	低 合 金 鋼	9 % Cr 鋼	ス テ ン レ ス	非 鉄 金 属	
傾 斜 圧 延 方 式	マンネスマン・プラグミル	① 能率が良好で大量生産にも適す。 ② 製造可能寸法、品種が広い。 ③ 低合金鋼、一部ステンレスの製造も可能	27.2φ～381.0φ 3.2 t～	◎	◎	○	△	×	小径は Reducer 仕上げ、二重穿孔は 5 1/2 以上は可能
	マンネスマン・アッセルミル	① 厚肉管製造に特に適す (MAX 50 t) ② 内外面肌が良好 ③ 偏肉率が特に優れている。(7～5%可能)	50.8φ～165.2φ 10 t～50 t	◎	○	×	×	×	
	マンネスマン・マンドレルミル	① 高能率で大量生産に最適 (100 t/hr) ② 内外面肌が良好 ③ 偏肉率が良好 ④ ミルの自動化が比較的容易である。	25.4φ～168.3φ 3.0 t～23 t	◎	○	×	×	×	再熱炉を有する。
	マンネスマン・ピルガーミル	① 大径管の製造が可能 ② 少量多種生産も可能 ③ 内面肌が良好 ④ 管材に対する要求は比較的軽い。 ⑤ インゴットからの直接製管可能	165.2φ～457.0φ	◎	◎	○	△	×	
プレス方式	ユージーン・セジュールネ	① 高合金鋼、加工性の悪い合金の製造も可能 ② 異形管、形鋼の製造可能	25.4φ～280.0φ	○	○	◎	◎	○	
	エルハルト・プッシュベンチ	① 大径厚肉管の製造が可能 ② インゴットからの直接製管可能	210.0φ～ 1,061.0φ	◎	◎	○	△	×	

(注) 適合鋼種 ◎生産能率、品質上適するもの ○やや適するもの △製造上困難か能率品質上好ましくないもの ×製造困難なもの