



鉄の歴史

海外技術の吸収と 日本鉄鋼業の発展-9

日本におけるコールドストリップ製造の創業事情

Efforts for Establishing Cold Strip Rolling Technology in Japan

福田宣雄
Nobuo Fukuda

元新日本製鐵(株)専務取締役

1 はじめに

明治34年(1901)銑鋼一貫製鉄所として官営八幡製鉄所が創業してから1世紀を経てきた。この間我が国は第二次世界大戦、戦後復興期、高度経済成長期を経て今日の国際化・地球環境時代へと変遷してきたが、鉄鋼業もそれに対応して成長・発展してきた。特に、高度経済成長期における自動車や電化製品などのマスプロ製品の成長と相まって薄板の需要が増大し、鋼材に占めるシェアは50%程度までになった。著者は、薄板製造の主要プロセスであるストリップ圧延について、その黎明期から創業期においてミル建設や操業を体験してきたので、ここではその当時の諸事情(苦労話)を紹介したい。

2 ストリップ製造黎明期の状況

著者が入社した昭和10年4月頃の八幡製鉄所の第一ブリキ工場は中古設備を購入して大正11年に建設されたものであったため、すでに旧式かつ非能率的なものであった。一方、アメリカにおいては、ストリップミルの威力が発揮され、各所にその建設が進み、従来からのプルオーバーミルは漸次置換されつつあった。当時、日本のブリキはすでに海外進出の途上であったが、イギリスに先んじてストリップミルを建設し、優秀なストリップ製ブリキを東洋市場はもちろん、その他広く海外にその販路を求めようとして、第三ブリキ工場を建設することが企画された。この内容は冷間4重ロール連続ストリップミル設備およびブリキ設備とし、年産能力は帯鋼16万トン、ブリキ10万トンであり、計画・立案は、昭和10年3月から着手され、同年9月に出来上がった。

設備の主要部となるストリップミルをアメリカから輸入し、その他の機械部分は国内機械メーカーと八幡製鉄所工作部門で製作することになった。建屋は昭和13年末に完成し、

据付工事は昭和14年に始まり、冷延関係は昭和15年5月から試運転に入った。同年6月にはマスト式酸洗機、7月には電気清浄機などの試運転を行い、9月には最初のストリップミル方式によりブリキ原板が圧延された。一方、熱延の計画は昭和10年3月から初めて1年11ヶ月で完了した。「計画には将来の発展性」が随所に織り込まれ、最優秀・最高速のまったく画期的な設備で、昭和16年4月から鉛板にて試圧延、5月に鋼片での試圧延を開始し、9月に正式作業開始を見た。ここに日本における最初の熱延・冷延一貫の近代的ストリップ工場が完成したのである。創業当時の戸畑ストリップ工場の主要設備を表1に示す。

3 ストリップミル導入前の操業事情

3.1 プルオーバーミルでの圧延操業

著者が入社し配属された第二薄板工場では当時、プルオーバー圧延方式で薄板並びに電磁鋼板を製造していた。プルオーバー圧延というのは、数枚の板を重ねてパック圧延を行い、圧延後に剥離するものである。電磁鋼板も現在の冷延電磁鋼板ではなく、B種、D種(モーター用)やT種(トランス用)と称された熱延電磁鋼板であった。電磁鋼板の製造に関しては次のような思い出がある。プルオーバー圧延では、通常は8枚重ねで0.35mm程度の板を製造していた。軍の要請で潜水艦のトランス用鋼板を作ることになり、非常に薄いもの(0.16mm程度)にしなければならぬというので、16枚重ねで圧延することにした。ところがT種珪素鋼板は非常に温度に敏感であり、16枚重ねにすると外周部は温度が下がって伸びず、中央部だけが伸びてしまい、16枚重ねの1パックの中で数枚しか使用に耐えるものが取れないという有様であった。しかもこの板を酸洗して出荷するというので、松の木のパットを作り、剥離した板を1枚ずつ酸洗液(王水)に漬け、作業員に家庭の風呂場で使う柄付きの“たわし”で一枚

表1 戸畑ストリップ工場創設当時の設備概要

工場名	設備名	型式	基数	公称能力(t)	製造者
熱間圧延工場	加熱炉	3帯連続式	2	40/時	自製
	熱間圧延機	4重連続式 (幅 43インチ)	粗 5スタンド 仕上 5スタンド	270,000 年	UE社・自製 石川島・幸袋 芝浦
冷間圧延工場	酸洗設備	ローリ-式	1	20/時	石川島
	冷間圧延機	4重連続式 (幅 42インチ)	5スタンド	100,000/年	MESTA社
	電機清浄装置	連続式	1	70,000/年	UE社・石川島・その他
	電機焼鈍炉	ベル式	11	3,300/月	芝浦
ブリキ工場	調質圧延機 (スキパスマル)	4重単独式 (幅 42インチ)	2	100,000/年	NESTA社
	ブリキ原板 剪断設備	往復型	2	70,000/年	UE社・石川島・芝浦
	鍍金機	ホットタイプ式	5	5/時	自製

ずつスケールを取らせた。

著者が現場監督をした第二薄板工場の加熱炉はかなり進んだものであり、バックファーンエスにはすでにウォーキングビーム型の炉が使われていた。これは今のウォーキングビーム炉と基本的には何ら変わらないもので、プルオーバー圧延のための4枚重ねや8枚重ねの板が載って加熱されるというものであった。

洞岡に建設していた高級鋼板工場は昭和11年5月に稼働を開始し、著者は高級鋼板の方も兼務していた。図1は高級鋼板工場に設置されたプルオーバー圧延機である。この圧延機は、テーブルの上下運動、ロールの上下運動、テーブルチェーンの動きが、一つの圧下スクリューのハンドルにより、あとは自動回路によって動くというものであった。八幡製鉄所においては、この圧延機がリレーの連続によって物が動く始めての装置ではなかったかと思う。

この圧延機の中ロールは摩擦で回転し、上下ロールはピニオンを介して駆動されていた。上ロールはスリップが生ずるという理由で円盤を積層したディスククラッチが採用されていた。このクラッチは摩擦によってスリップを吸収するという仕掛けであり実によく焼けた。スリップを抑えようとクラッチの一応のセットを行った後、円周を16本程度のボルトで固定した。ロール自体はスリップしてもかまわないという考えである。下手をすると、リダクションギアやピニオンがピッチングを起こすのではないかという懸念もあったが、たいしたことはなく作業ができた。

また、圧延機のスクリューダウンユニットはスタンドの両側にあり、中央のモーターからスパイラルのベベルギアを介して駆動されていた。このスパイラルベベルギアもよく発熱した。ひどい場合には、夜勤の間一晩中スタンドの上に立って温度を見ながら作業しなければならないこともあった。中ロールにはこの時すでにローラーベアリングが使われていたが、そのセット方法等がわからなかったため、これも

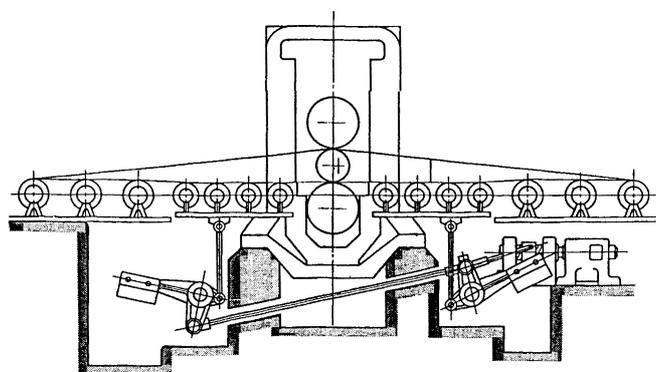


図1 高級鋼板工場の三重式プルオーバー圧延機

熱を持った。

圧延機の出口にはサイドトリマーがあり、圧延した板のエッジ部を切断し、端尺としてスクラップシュートに落とす。この圧延機では、一枚板で圧延する場合には最小厚みが3mm程度までであったため、成品厚が1.6mmや2mmの場合には2枚重ねで圧延していた。2枚重ねで圧延したものをサイドトリマーにかけた場合には、2枚同時に咬み込んで切ることが難しかった。たまたま切れた場合でも、スクラップシュートに入る際に先が開いて入らないという状態であった。

図2は高級鋼板工場の加熱炉である。材料は平鋼工場で作った一種のシートバーを用いていた。この加熱炉もやはりウォーキングビームタイプであり、ドラムカム機構によってウォークを与えるもので、設計的には非常に良くできていた。ドラムに刻まれたカム溝の中をカムローラーが通ることにより炉床にウォークを与えるのであるが、カムローラーが非常に熱を持つのが困った点であった。図2のA部断面図に示すように固定金物の上に耐火煉瓦、その上に断熱煉瓦があり、これらがボルトで固定されていた。ボルトの頭がある煉瓦の凹部にスケールが入り膨張して断熱煉瓦が欠け、欠けた煉瓦の破片がビーム間に入り、なかなか炉がスムーズに作動しな

かった。炉の天井は取り外し可能であったので、炉が動かなくなると火を止めて天井をはがして煉瓦の修繕を行い、それから圧延作業を再開するというような状態であり、加熱炉の保守が圧延作業の大きな停止原因であった。以上のように、著者が高級鋼板工場にいた頃は、やりにくい作業の連続であった。

冷間圧延の成品を作る場合には、まず、焼準済みの板を図3に示すようなマストタイプの酸洗機で酸洗をした。人手により針金のセパレータを介して四角い盤の上に板を1枚ずつ立てて図のような箱を作り、これを酸洗槽および水洗槽に出し入れするものである。箱の上下操作は蒸気駆動であった。酸洗後に1枚ずつ板を取り出して乾燥機に送るのであるが、板の色がどうしても白くならない。これは乾燥が悪くて乾燥中に錆が出てしまった結果であると思ったが、急速乾燥できる設備は無いためそのまま冷延せざるを得なかった。その結果、冷延後の板が赤茶けて光っていないような状態であった。

3.2 4-Hi ミルでの圧延操業

高級鋼板工場に設置された冷間圧延機は図4に示すような、ディマーグ社製の4-Hi シングルスタンドの板用圧延機であった。ロールバランスがスプリングバランスになっており、ロールバランス用のバネで上のチョックを吊り上げていた。ロールを上下させるとスプリングが伸縮して上ロールが上下する仕組みである。当時すでに川崎製鉄の葺合工場でこれと同じ4-Hi 圧延機を持っていて冷間圧延を行っており、圧下が非常に大きく取れるという話を聞いていたので、試運転は大きな期待をもって始めた。しかしながら、上下ロールに隙間を設けると、上のバックアップロールは回るが下のバックアップロールが回らないと言う現象が生じた。ロール間を接触させれば回ることから、下ワークロールの自重による摩擦力で得られるトルクのみでは下バックアップロールを回しきれないのだろうと解釈し、この間の力を強める方法はないだろうかと思案した。その結果図4 (c) のような板バネを作り、バックアップロールのチョックに加工して取り付けした縦込みボルトを締めることによって、下ワークロールとバック

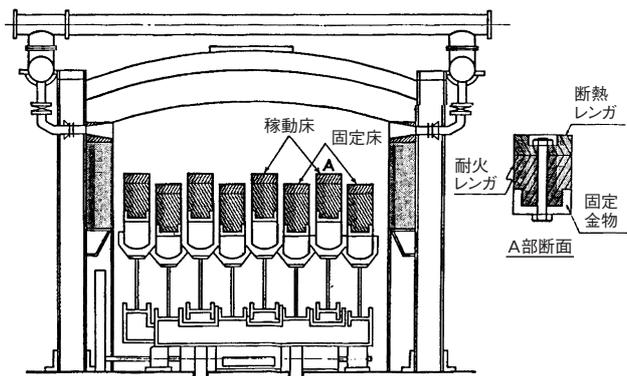


図2 高級鋼板工場のウォーキングビーム式加熱炉

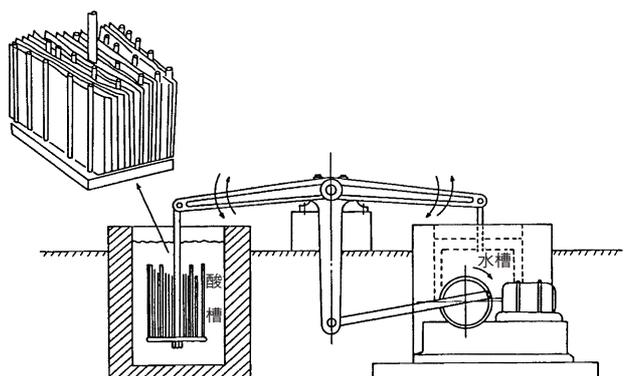


図3 マストタイプ (ロータリー式) 酸洗機

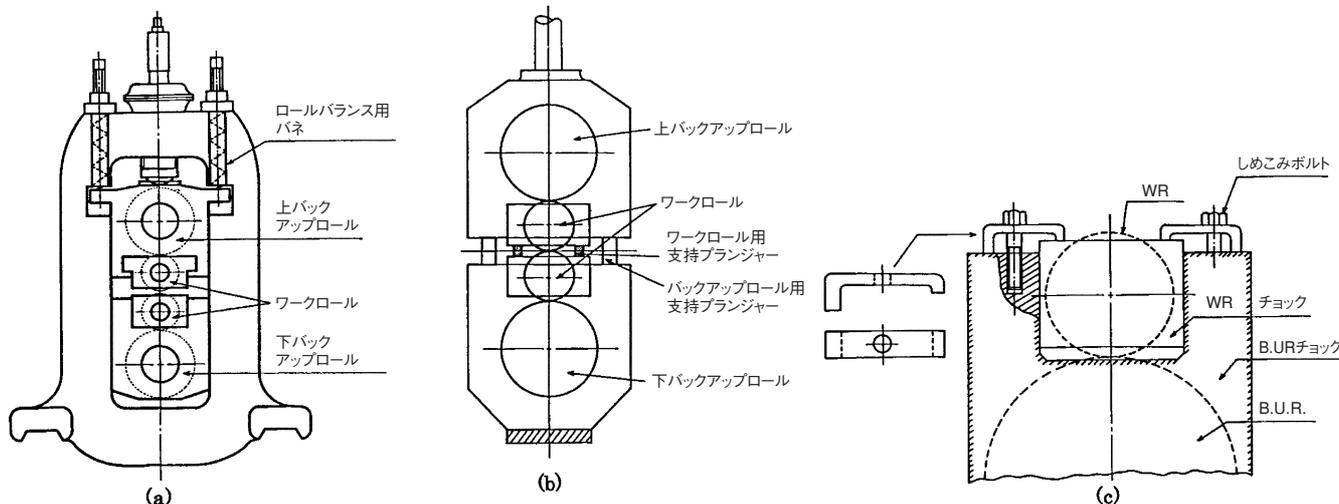


図4 高級鋼板工場の4-Hi 冷間圧延機

クアップロールの接触圧力を増加させた。その結果、上下ワークロールを接触させなくとも下バックアップロールを回すことができた。4～5日かけて上記の対策を取った後、板を通すことができるようになった。

1回のパスで30%程度の圧下が可能であろうと思って始めたのであるが、絞り込んでまともに板が通らなかつた。形状をあまり損なわずに圧延できる圧下を調べてみたところ、15%程度であることがわかった。冷延鋼板の焼鈍時の粒成長を防ぐためには30～35%の圧下が必要であったので、1回や2回のパスでは不十分であった。そこで、圧延機の出側で圧延後の板をまとめ、これを圧延機の入り側に持ってきては圧延を繰り返すというような作業になった。

また、圧延機のバックアップロールにはローラーベアリングが使用されていた。SFK社のサービスエンジニアが、このような大型ローラーベアリングの交換方法や潤滑について教えてくれたが、ベアリングの取り外し装置がなく、ワイヤーをかける等の非常に危険な作業を行わなければならなかつた。また、本来グリースは下面のローラーがつかるくらい入れれば良いわけであるが、当初どれくらい入れれば良いかわからず、ベアリングの焼けを心配して多量に注入したため、非常に負荷が重くなったという失敗もあった。ローラーベアリングの勉強を指示され、スタールウントアイゼンに載った論文の図面からローラーベアリングのセットやフィッティングなどの概略をつかんだのを覚えている。

ワークロールの組換えも大変であったが、ワークロール2本を連結してスタンドから引き出す組み換え方式を考案した。この方法は現在のストリップ圧延機のロール組み換え装置に利用されている。ワークロールは鍛造焼き入れロールであり、関東特殊製鋼の前身である小松製作所が納入したものであり、圧延機自体に付いてきたワークロールはドイツのフェニックス社のロールであったと記憶している。

4 5スタンドタンデム冷延ミルの建設と創業事情

4.1 ミルの建設と立ち上げ

昭和14年4月に、戸畑ストリップ工場の建設作業をするために臨時戸畑建設課が設けられ、そこへ配属になりミル建設に於ける種々の技術課題を勉強し、さらに建設立ち上げ作業において多くのことを経験した。まず、これからの圧延には直流電動機の知識が必要と考え、圧延機の操作回路を勉強して大体読めるようになった。また、圧延機の据付法というものも教えてもらった。シュープレイトのライナーの敷き方や、5台連続した圧延機の芯の出し方というようなことを学んだ。当時は、鋼線を圧延機の入り出側に引っ張って芯出し

をするという方法であった。

新しい高速の圧延機を試運転のときに焼いてしまつては大変と、事前に潤滑系統の簡単なシミュレーターを作り、これで大体分からないことはないというような状況にして、確信を持った上で建設した。しかし、潤滑系統のパイプのフラッシングについては、どんな油を使って何時間やれば良いのかということに悩んだ。当時は酸洗していないパイプを使用したため、パイプの中にスケールや溶接屑などが非常に多くあり、潤滑系統のフィルターに残るごみを見ながらフラッシングを行った。グリース潤滑にはファーバルというシステムで、ジュアライン弁の切り換えをはじめとして、系全体が説明書どおりに動くか心配であった。そこで、倉庫の床に板を敷き、その上にポンプ、供給弁、切り替え弁を設けて、実際にやってみるところ非常にうまくいった。

この圧延機のロールの組み込み方法は、まず下バックアップロールをスタンドに入れ、ついで上バックアップロールを入れ、上下のワークロールを入れるというのがあらましの手順であった。各々の操作が手間取つたため、最初の1台は、1本の下バックアップロールを組むのに、朝9時から11時半くらいまでかかった。5台目のロールを組む時には5分程度でできるようになった。作業員が組替え動作を十分にマスターした結果である。

バックアップロールにはメスタベアリングという油膜軸受けが使われていた。これを分解して先のパイプと同様にフラッシングを行いながら、メスタベアリングの油の動き方を実際にテストした。また、この軸受けには青銅製のシールリングがあり、その端面は開いていてハンダ仕上げとなっており、この面を手仕上げで仕上げるようになっていた。図面にはギャップの指定が記されていたが、最初その意味がよくわからなかつた。実際に作業を開始した後、ベアリングからの油漏れ現象にハンダ仕上げ面の仕上げとギャップがいかに重要かがわかった。

この冷延ミルの制御の基本設計は電流制御方式であり、ゲージ(板厚)を得るという観点からはあまり良い方法ではなかつた。当時、アメリカにおいても、連続式冷間圧延機のオンゲージをいかに作るかということが大きな議論的になっていた。当時、アイアンアンドスチールエンジニアを読むと、ゲージコントロールに関する電気制御の方策等に関して熱心に論じられているような状況であった。すなわち、コンスタントスピードモーターやIRドロップ補償が必要である等が強く提唱されていた時期でもあったので、これらに関して議論したり本を読んだりした。

八幡のこの冷間圧延機は速度がmax1500fpmであり、日本の製鉄業でこのような高速度な機械はこれが初めてであつたであろう。試運転を開始し徐々に速度を上げ、1500fpm

に達した頃に5号スタンドの横に立っていると、バックアップロールが大きくなりをあげて回っており、最初は足が震えるというのが実感であった。最初の圧延は昭和15年5月中旬であった。まず1号スタンドに板を通し、うまく通ることが確認できた後、圧下の程度と板厚をチェックし、2号スタンドに通した。2号スタンドでは $T \cdot V$ (板厚 \times 速度)一定というように、ある程度速度と圧下を決めて通したのであるが、一発でうまくテンションがかかった。テンション装置はベルクランク機構であり、その支点を変えることによってテンションを変えるものである。2号スタンドを出た板を見ると圧下が30%もかかっており、これはたいしたものだと実感した。このとき、高級鋼板工場の4-Hiシングルスタンドミルで大圧下が取れなかったのはテンションがかかっていなかったことが原因であると了解した。2号から順次5号スタンドまでストリップを通したが、最初は巻き取り機で巻くことはせず、ワークロールのギャップを開いて5号スタンドから機外にストリップを送出して切断するという方法をとった。巻き取り機に巻き付けることができたのは1週間程度後であった。この間にワイパーの操作やロール冷却水の出方、各スタンドのロールのセット値等、基礎的なことを身につけることができた。

板を巻き付けることができたので、続いて加速圧延を行った。速度を大きく変えるなどの大きな条件変更を与えない限り、定速ではかなり良い形状になることがわかった。板の厚さを変更するには、圧下スクリュウの位置、もしくはテンションを変えるのであるが、その効果はどの程度であろうかと思ひ、やってみることにした。これは連続圧延の初歩であるが、知識も経験もなく出たとこ勝負であり、ゲージ制御の方法はなかなか掴み得なかった。それでも、リール電流や、4-5号間のテンションの変更で厚みが大きく変わることや、1号の圧下量と最終板厚の関係ということが、定性的に掴み得た。誠に試行錯誤の連続であった。

4.2 タンデム圧延の操業

昭和15年9月25日に作業開始式を行い、max1500fpmの半分程度の圧延速度で来賓に圧延作業を見てもらうことができた。日本で初めての連続圧延であり、この作業開始式は盛会で有意義なものであった。

操業開始当初は圧延潤滑油としては、バージンパームオイルが輸入されて使われていた。これは橙色をした半固形のもので、全く精製することなくパームを砕いたそのままのものがドラム缶に詰めて送られてきていた。パーム椰子の殻がその中に混じっているような油で、液化点が35~36℃であり、夏季には液状となっていた。これをスプレーガンでストリップの上にかけてながら圧延をした。パーム油は常温では固まる

ため蒸気管を焚かせていたが、スプレーヘッダーパイプ入り口のフィルターの容量が小さいため、詰まりが生じてパーム油の供給が安定せず、圧延がうまくいかないということが間々あった。戦争の進行とともにパーム油の入手が困難になり、食用に供されていた大豆の硬化油を手に入れて使った。しかし、量が確保できず、菜種油を使うことで作業を続けた。菜種油はパーム油に比べて圧延性能が劣るのであるが、入手しやすいということで使った。菜種油は、ロールの冷却水の水圧によってストリップから洗い流される量が多く、効率の悪い圧延油であった。戦争が激しくなり物が無いときであり、2000Lのタンクから作業者がついこれを失敬して帰るので、菜種油の消費量が多くなった。鍵をかけることも考えたが、結局化成工場にあった臭いの非常に強いピリジンを入れることにした。知らずにこの油で“てんぷら”をして食べて翌日下痢をしたというような笑い話もあった。最後には鯛から作った魚油を使うということもやってみたが、悪臭のため頭痛、吐き気を催す者が出てきて、作業者から苦情が出た。

当時、アメリカでも冷間圧延の難しさというものが論ぜられており、冷間圧延の初期において圧延潤滑油の効果を発見した経緯というものを讀んだことがある。圧延工が手袋で板を処理するときに、手袋に付いていた油が板にプリントされ、それを圧延機にかませると手袋の油の付いたところだけが板がよく延びるという現象を発見したそうである。その理由をいろいろ探った結果、結局潤滑の効果であるということになり、圧延潤滑の研究が盛んになったというようなことが書かれてあった。冷間圧延における圧延潤滑の重要性について、初期の段階で実感し体験できたことは、著者にとって幸せであったと思う。

潤滑の良否を判断するため、聴診棒、聴診器というものを作り、耳に当てて音を聞いた。潤滑が非常にうまくいっていれば、ジャリジャリした金属的な音は出ず、立派な音が出る。毎日その音を聞くことにより、正常か否かが判定できるので、皆がそういうことの経験を積み、ベアリング損傷等の機械事故の防止につとめた。

また、3号スタンドのワークロールでストリップが切れてストリップがワークロールとバックアップロールに幾重にも巻きつき、その瞬間的な大荷重でワークロールが折れ、その際に大きな減速トルクがかかって下ピニオンの軸をねじ曲げてしまい、同時に同軸に直結している減速機の大歯車のヘリカル面に歪みが出るという大事故が発生したことがある。もちろん、当時はこのようなピニオンの予備品は購入されていなかった。そこで上ピニオンの歯を取り出してそれに新しい軸を作り、これを焼き嵌めるという方法によって、ピニオンを再生した。この修理が完了するまで、3号スタンドはスト

リップを空通しして4台で圧延が継続された。ピニオン再生が完了し、運転を再開したのであるが、減速機から太鼓をたたくような音がし、周辺に立っているとこの音の高さが耳について圧延をやれそうにもない状況になった。修繕掛の手で色々調整をしたが、うまくいかなかった。最後にはモーター直結のピニオン軸を減速歯車の軸に対して少し開かせることにし、モーターの反対側の軸受けの底に、図5に示すような薄板の0.3 mm程度のライナーを入れて締め上げることにした。毎日、音の出方と軸受けの温度を見ながら作業を続行し、どうやら問題なく操業ができるようになった。

当時は、鍛造焼き入れロールの入手も難しくなっていた。そこで、工作部のロール鑄造掛でSi-Mn系のキャストロールを代替品としてつくり、これを1号および2号スタンドに試用した。これは圧延自体には支障はなかったが、強度不足のためにネックの折損が相次ぎ、うまくいかなかった。また、高周波焼き入れロールは非常に便利で安価にできるので5号スタンドのワークロールに試用してみたが、簡単にスポーリングを起こしてしまい、全く使い物にならなかった。高周波焼き入れロールというのは冷間圧延のロールには使えないという感じを持った。5号スタンドのワークロールが折れ、ワークロールとピニオンを連結するスピンドルの支持金物を根本から押し曲げたことがあったが、曲がったところに熱をかけてたたくと、クラックも入らずに元どおりになり、使用することができた。アメリカ製のものは巧妙にかつ便利にできているものだと感じ入った。圧延の事故は、テンション制御の不良、エッジクラックによる圧延中のストリップの破断、圧延潤滑の不備などが原因となるものが大部分であった。

冷間圧延作業では、ストリップの蛇行という問題があった。1号スタンドの入り口でストリップが蛇行し始める度に左右

の圧下を調整していたが、少し速度を上げると到底人手による操作では防止できなかった。当時は、圧延機入り側のワイパーに設けられたサイドガイドの役目や効果を掴むことが出来なかったからである。

また、バックアップロールのスポーリングという問題があった。ストリップの端から約100 mm程度内側が圧延による応力集中箇所であり、スポーリングが起り易い部分である。大したことはないと思って少々スポーリングが出て作業を継続していたところ、あるときにストリップの破片が円周方向に水車の羽根のようにくっ付いたコイルが発生した。そこで圧延を止めて見たところ、バックアップロールの丁度板のエッジに相当するところで大きなスポーリングができていた。スポーリング部に潤滑油が多量にたまり、これによって板がその部分だけ極端に伸び、テンションによって裂けるという現象であった。それ以来、スポーリングを起こしたバックアップロールは使えないということになったが、予備のロールが十分になく、少々スポーリング状態は手で補修して大分長く使った。

この冷間圧延機でジュラルミンの試圧延を3回行ったが何れも大失敗であった。第一には、材料が悪かった。ホットコイルを調べると端部に割れがたくさん入っており、サイドトリマーがなかったのでタガネで縁割れのところを切り取り、それを再びコイルに巻き取って圧延した。第二は材料の特性にあったと思う。ジュラルミン自体、加工硬化係数が非常に大きいものである。1回で50%も冷間圧延すると、次のロールに咬んだ瞬間にテンションだけで板が切れる。5台の圧延機を使うのは到底無理と考え、2号もしくは3号までで圧延し、以降のスタンドは空通しで巻き取る試みもしたが、失敗であった。2スタンドタンデム程度の小さな装置を用い、また中間焼鈍を介して圧延すればうまくいくと考えたが、実際

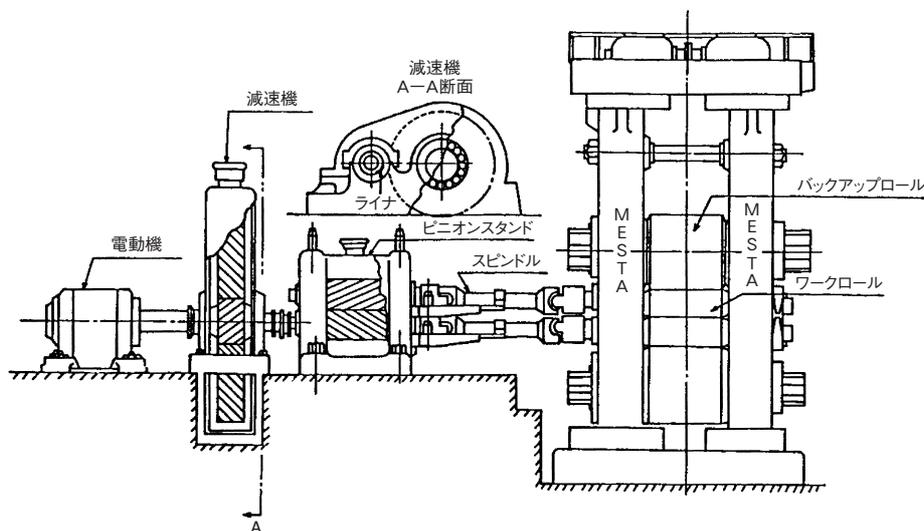


図5 戸畑ストリップ工場の冷間圧延機駆動機構

に行ってみること無しに終戦を迎えた。終戦になってアメリカでのアルミやジュラルミンの圧延方法を聞いたところ、おおよそそのような作業になっている事がわかり安心した。

以上のようなことから、連続冷間圧延の真髄は、所定の厚みを達成すること、および形状の良いものを作ることに帰するのではないかとの考えに至った。そして、通板一定常圧延—通板という圧延サイクルの間の大きな速度変化が起こる中で、圧延潤滑油、水、ロールカーブ、テンション、熱延ストリップの形状等の変数に対し、 $T \cdot V = \text{const.}$ なる状態を常に得ることの難しさがどうやらわかってきた。また、冷延掛長になるまでの3年間、連続圧延設備を形成する圧延機器（電気品を含む）に対する性能の知識や運転法の修得という、誰しもが味わえない貴重な体験をさせてもらった。また戦争の熾烈化とともに、ストリップ圧延に対する使命感とでもいうような責任を自覚した。

5 おわりに

上述のように、著者はストリップミル導入直前に入社し、同設備の据え付けと立ち上げに携わった。米国より導入したのは主要設備と図面のみであり、導入元からの技術指導は全くない中での据え付けと立ち上げ、操業開始であった。それゆえ試行錯誤の取り組みを強いられたが、一方でこのことによりタンデム圧延技術の本質が会得出来たように思う。著者にとって、戸畑ストリップ工場という願ってもない好職場を与えられたことは、真に千載一遇の好機に恵まれたことと感謝している。湯川、伊藤（正）、西郷、藤木さんと言った先輩・諸賢のご指導をいただいたこと、および共に働いた多くの人々のご協力に対して、深甚なる感謝と御礼を申し上げる次第である。鉄鋼業においては、著者同様、否それ以上の数多くの技術開発や改善を経験された方々がおられると思うが、それぞれの分野で、ここで述べたような基礎的・初歩的技術からの進歩・発展があって現在の鉄鋼技術及び鉄鋼業があるといっても過言ではない。今後は「明日への鉄作りへの要求は何か」を常に考え、大きく発展あらんことを期待するものである。

(2002年11月27日受付)