



鉄の歴史

戦後復興・発展期における我が国鉄鋼製造技術史—技術編 線材圧延 —戦後の復興期から発展期におけるいくつかの回想—

三宮章博

元条鋼部会長

Akihiro Sannomiya

Wire Rod Rolling—Recollections of the Past Development after the War to the Mid 1960's—

1 はじめに

第二次大戦後の我が国の線材圧延機の発展の歴史を整理すると、

- (1)昭和20年代：戦前からのガレット式及び半連続式ミルを主体とした復興期（仕上圧延速度10m/秒程度）
- (2)昭和30年代：各種全連続式ミルによる第一次発展期（仕上圧延速度20～40m/秒）
- (3)昭和40年代後半以降：ブロックミルによる第二次発展期（仕上圧延速度50m/秒以上）

に大別できる。

今回、本稿で設定された対象期間は上記(1)及び(2)に相当するもので、いわば線材圧延の近代化思想の萌芽期を経て各種様式のミルが誕生し、我が国でも多くの新線材ミルの稼働が相次ぎ線材圧延技術の躍進の一步を踏み出した時期に相当する。

しかしながら、これら昭和30年代のミルもその殆どが歴史的役割を終え既に姿を消し、今日の設備から当時を想像することが困難なほど設備も隔世の進歩を遂げ、圧延作業も暑熱・重筋の肉体労働の大部分が解放されて安全・環境も飛躍的に改善されている。

当時の設備や操業については多くの技術資料^{1)~4)}があり、今日でもその一端を伺い知ることができるが、本稿では当時の線材圧延技術者が往時を振り返り、目覚ましく変化した技術課題への取り組みや操業にまつわる経験や雑感を綴ることにした。本編の企画の主旨として当該時代の先人達の体験を通した技術展開の様子が求められていたので、該当する方の座談会から得られた生の声を中心に記述した。ただ、諸般の事情から対象会社を1社のみで行なった故に業界全体の姿を映しきれないこと、内部情報に入りすぎた点などあるが、当時線材ミルを操業していた数社のうちの1例としてとらえていただければ良いと思う。

2 戦後の工場再稼働

昭和20年3月以降、数度にわたる大空襲により神戸の街は甚大な被害を受け(図1)、海岸地区の平炉8基のうち3基は全く稼働し得る状況になかった。幸い圧延工場は全焼を免れ、昭和20年11月に操業を再開した。

戦後復興への第一歩である第二線材工場での生産再開に携わった元圧延職長（当時18歳）の体験。

*終戦後、2ヶ月程して会社から呼び出され、第二線材工場の再稼働の準備を命ぜられました。設備は空襲のため、あちこちが破損していましたが何とか形を留めていました。

*10月初めから4～5名で圧延再開の準備に入りました。圧延用冷却水に海水を使用していたため、ボルト、ナット、部品類はひどく錆びつき、これをガスで切断したり錆落としや油塗りに手間がかかりました。予備品も供出のために在庫が乏しく、調達も工場の焼け跡から探し出すしかありませんでした。配管内にも既に錆や貝殻が詰まっていました。



図1 空襲後の神戸市街地と製鋼所

* 昔の仲間がボツボツと職場復帰し、次第に人が増えてきました。11月初めに手持ちのピレットを使って圧延を再開しましたが、最初は仕上列まで圧延材が通らずミスロールの山を築きました。設備の整備が十分でないという問題もありましたが、終戦直後の混乱の中で熟練工の多くが郷里に帰ってしまい、若手や他の圧延工場の作業者の応援で再開したために作業に不慣れであったことが大きな原因だったと思います。

* 当時は12時間勤務でしたが、昼間は電力不足でよく工場が止りました。その後次第に人も増え、夜勤も生産する2交替となりました。当時の加熱炉は石炭焚きで、圧延の調子が良いと加熱能力が足らず、ピレットの焼きムラが大きくなり、これには圧延の「箸方」や「調整方」は苦勞させられました。

* 何しろ食べ物が無い時代でしたので、給料の他に里芋やカボチャなどの現物支給がありました。昼食は全くひどいもので、アメリカ製の干しリンゴやカボチャがよく出たものです。3時にはふかし芋が出ましたし、また残業するとパサパサのダンゴが出たこともあります。休憩時には工場の端の岸壁でせっせと魚やカニを捕り、腹の足しにするという時代でした。正月には会社から鯛をもらったことも記憶に残っています。

* 終戦後の圧延再開作業は大変でしたが、戦争が終わって何かホッとした気持ちもありました。先輩がいなくなり新人が増えたため、それまでベテランが譲ろうとしなかった花形の「箸方」作業などの仕事もやらせてもらえるようになり、技術を磨くチャンスも与えられました。職場にも再出発の気運が日々昂まっていったようでした。

3 昭和20年代の線材圧延作業

戦後、復旧・再建のため本格的な鉄鋼需要が始まったのは昭和21年秋頃からであったが、石炭を始めとする原料の不足から鉄鋼生産は伸び悩んでいた。こうした状況を打開するため、政府は昭和22年1月にいわゆる「傾斜生産方式」を導入した。輸入重油を使って鉄鋼の増産を図り、その鋼材を優先的に炭坑へ振り向けることによって石炭の増産を図る。その石炭を鉄鋼生産へ優先的に振り向けることによって更に鉄鋼の増産を行うという相互拡大循環による産業基盤の拡大再生産を狙ったものであった。この「傾斜生産方式」の本格化により、炭坑用ロープに使われる高炭素鋼線材などの需要も増えていった。

生産能力15,000 t/月の半連続式線材ミルが需要増大と共に繁忙が続き、ドル箱工場として最盛期に入っていた。その工場の作業と風景の回想。

* 素材は180kgのスモールインゴットが使われ、燃料は石炭→発生炉ガス→重油へと変わっていききました。銅塊にテーパーがついていたので装入時にはリフマグで吊って一本おきに方向を反対にして並べ、抽出側でターナーで再び反転する作業をやっていました。今思えば、よくあの様な作業が続けられたものだと思います。

* 粗列第一連続は一本通しで圧延され、ロータリーシャーで二つ切り後、3本通しの粗列第二連続（図2）に入ります。第三列と仕上列（図3）は圧延機が横配列なのでスタンド間の圧延材の誘導は角形状についてはレビーターが使われていましたが、オーバル形状の箇所については「箸方」と呼ばれる人手による作業（図4）でした。

* 圧延の主役はこの「箸方」作業でした。圧延材の先端がロールから出てくるタイミングを測り、オーバル形状の熱鋼の先端部を鉤型の鉄箸で掴み、オーバル形状の熱鋼を縦にした状態で次のロールのガイドに突っ込みます。10m/秒の速度で出てくる熱鋼をループを収める溝の中にきちんと入れるため「箸方」自身も身体を180度回すことになります。先端を掴み損なった時には、ループをさばきながら掴み直す技術や、先端部の温度が低下すれば、片手に斧を持ち最先端部を切断した後、ガイドに入れるなど個人技の生きる作業でした。仕上スタンドに行くに従って圧延材の通し本数が増え、最終スタンドでは最大9本通しにもなるので、ループをたくれさせないように気を配り、高温多湿と粉塵の中での重労働でした。断面の大きな熱鋼を扱う第三列の「箸方」は15分作業して45分休憩、また仕上列では15



図2 半連続式線材ミル（粗列第二連続）

分作業して30分の休みがありました。

＊「箸方」の相方となる作業が「尻押え」で、オーバル形状のループの後端を箸で押え、ループが跳ねたり、最後端がピッグテイル状にたくれガイドに詰まることを防止するのが役目で、「箸方」の安全を確保する上で重要な仕事でした。しかしこの作業は交替が少なく、単調で給料も安く、しかもヘマをすると先輩の「箸方」のカミナリが落ちるので辛い仕事でした。通常の作業の中で新米が「箸方」の練習をさせて貰えるチャンスが与えられることは殆どありませんでしたが、皆「箸方」に早くなりたくて必死で技術を盗もうと努力したものでした。

＊仕上スタンドには「油差し」と呼ばれる作業員もいました。仕上スタンド入口のフリクションガイドは製品寸法精度を保つため、非常に隙を小さくして組み立てていたので、80kgの圧延材が一本通る度にグリースをガイドにすばや

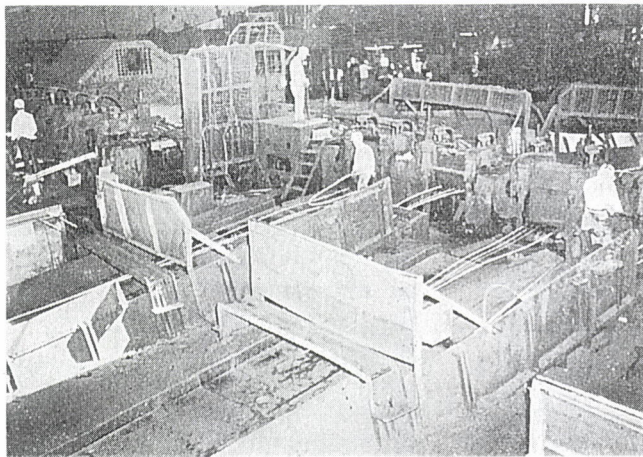


図3 半連続式線材ミル（仕上列）

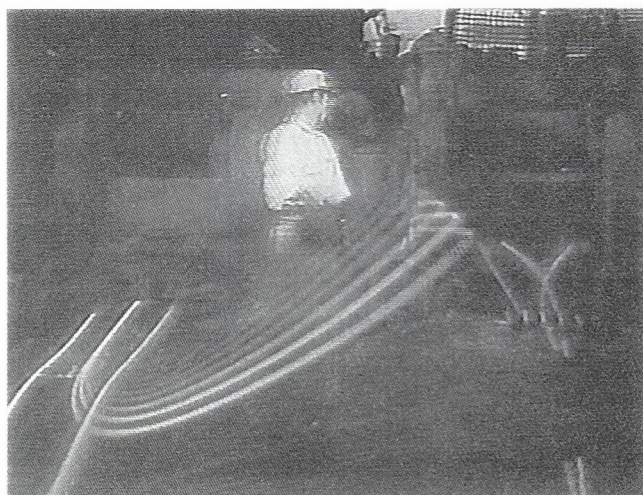


図4 「箸方」作業

く塗るという敏捷性を要求される危険な作業でした。

＊圧延材の寸法を測りロール隙の調整をするグループを「調整方」と呼び、中でも仕上スタンドの調整方は「製品造り」と呼ばれ最も高い給料を取っていました。圧延途中のサンプル採取は、当時はスナップシャーもなくルーピングチャンネルの上で鋼材の後端を斧で叩き切る方法でした。

＊第二連続の後面に「鐘叩き」とよばれる人が座って居ました。第二連続を出た熱鋼は最初の角レベーターを廻って第三列に入って来ます。第三列のオーバル形状のスタンドから「箸方」作業が始まるが、熱鋼がどのストランドを通ってくるのかを「箸方」に鐘を叩いて合図を送るのが仕事でした。鐘一つは第一ストランド、鐘二つは第二ストランドの孔型から出てくるぞという訳です。扇風機を側に据え、減速機の上に座り、鐘を叩きながら工場全体の圧延状況を把握します。大体は、高給を取っていた作業係長の仕事でした。終日そんな所に座っているので、汗と粉塵や油煙で真黒になっていました。

＊当時の圧延機は開頭式ロールスタンドで軸受けは木製メタルの半割り構造になっていました。海水を汲み上げて冷却していたので、海がしけると海水に貝殻や異物が混じり、軸受けが焼き付いて困りました。

＊加熱炉のスキッドパイプの水漏れや煉瓦の損傷でしばしば生産がストップをしました。なにしろ寸時を惜しんで修理せねばならず、炉の温度も下がらぬうちに「濡れむしろ」を頭から被って炉内に入りました。むしろがくすぶりそうになると急いで炉から出て、入れ代わりに次の者が入っていく。特攻精神がまだ横溢していた時代で、身体を張った仕事が多く、災害にも繋がっていました。

＊80kgの線材は「精整場」のフックコンベア上で番線結束され、脱荷はコンベアの頭部の止め金を作業員が手で叩き、フックを傾けて重力落下させていました。そのコイルを「玉転がし」作業で出荷場へ人手でころがしていました。この頃の80kgコイルは二次加工メーカーでも人力で横持ができるので、当時はむしろ歓迎されていました。

＊作業員の服装は、布製の帽子に白の綿シャツ、国防色の綿スポンに白の綿靴下、現場で「ハツ割り」といっていた板裏ぞうりというのが標準スタイルでした。「箸方」だけは汗がしたたり落ちないように帽子の代わりに扱じり鉢巻をし、「ハツ割り」の代わりに下駄を履き、防熱用に木綿の前

垂れを付けていました。運転工は地下足袋を履き、ゲートルを巻いていました。手袋は当初は綿入りの今で言う「鍋掴み」のようなものでしたが、その後皮手袋が始め、箬方作業は随分やりやすくなりました。汗とほこりで汚れたシャツは手待ち時間の間に洗濯していました。泡立ちの悪い洗濯石けんがブリキ製の長い洗い場に置かれ、そこで皆ゴシゴシやっていました。線材精整ラインのコイルを吊るしたフックコンベアの周辺には線材が張られ、格好の物干し場になっていました。

* 圧延していた銅種は普通線材が主体でしたが、炭坑用ロープ材として5.5mmの60C (SWRH60相当) も生産していました。その後ピアノ線材の製造技術も確立し、こちらは第一線材工場で圧延していました。ピレットは全面グライNDERをかけて疵取りを行い、加熱炉では脱炭防止の工夫を凝らして加熱し、圧延では寸法や疵の観点から生産性を犠牲にし、仕上列も一本通しにして対応していました。

* この工場は昭和40年に寿命を全うしました。工場レイアウト、個々の機器設備が当時とすれば優れていたことが、戦争をはさみ32年の長期操業の実績を残すことが出来たと思います。

4 新圧延設備の導入

昭和30年になると、ミルの高速化、自動化、品質改善などを旨し、全連続式圧延機が次々と実用化され近代化の第一次発展期に入っていく。

4.1 レピーター圧延方式のミル新設

スウェーデン・モルガシャーマー社から設備を導入し、昭和30年7月に第三線材工場が稼働した(図5)。当時、ミル建設と操業に携わったエンジニアの回想。

* この設備の導入に先立って昭和27年頃、工場のトップが欧州に出張し、スウェーデンのファガスタ⁵⁾社の線材工場を見学しました。特殊鋼の生産で名声を馳せていたこの工場で、圧延機メーカーにモルガシャーマーという会社があることを聞き、調査を始めたのが導入のきっかけでした。

* この工場が稼働する以前から、角断面のレピーターは実用化されていましたが、オーバルレピーターは安定して廻せる設備が得られず、いわゆる「箬方」作業に頼らざるを得ませんでした。設備が動くまでは、本当にオーバル形状の圧延材がレピーターの内溝に沿って廻り、何の補助装置

も無しにうまく溝から蹴り出されるものかという不安を抱きながらの選択でした。それだけに新工場を立ち上げた時、圧延材が自動的に次の孔型へ誘導されるさまを見て感心しました。

* こうしたことが可能となった一つの理由としては、圧延機のロールネック軸受けの構造が従来と全く違っていた点が挙げられます。つまりスフェリカルローラー軸受けの採用により、上下のロールが圧延材の通過中にも正確な位置に確保され、スタンドから出たオーバル形状の熱鋼の捻り角度が一定に保たれていることによると納得しました。ロールネックにテーパースリーブを入れ、ベアリングを油圧で圧入しているののでベアリングやスリーブが古くなくても圧入代を調整すれば所定の精度が確保できるという構造にも感心させられました。

* パス回数の多い線材圧延では、中間段階で圧延材の先端部の変形部分を切断する必要があります。従来のミルでは、先端部については「箬方」がシャーに嚙ませて切断できましたが、後端部については何とか切れないか腐心していました。新ミルに付けたロータリーディスクシャーでは上下の回転軸にそれぞれ2枚のディスク状の刃をセットし、パスラインを切り替える2段切り替えのエヤーシリンダーとの組み合わせで圧延材を走行中に先端部を切断する、誠に賢い方法であると感心しました。このシリンダーの切り替えに使われたスウェーデンのアセア社製光電管は当時は初めての経験であり、新ミルのホットランの時には誤動作をおそれ、用心のため手堅く全て手動で作動させたものです。

* この圧延機には、ロールの入口ガイドに従来のフィリクシオンガイドに代わりローラーガイドが使われていました。性能がよく、小形でしかも堅牢なデザインに驚きました。ローラーガイドの使用によって線材の表面疵、寸法精

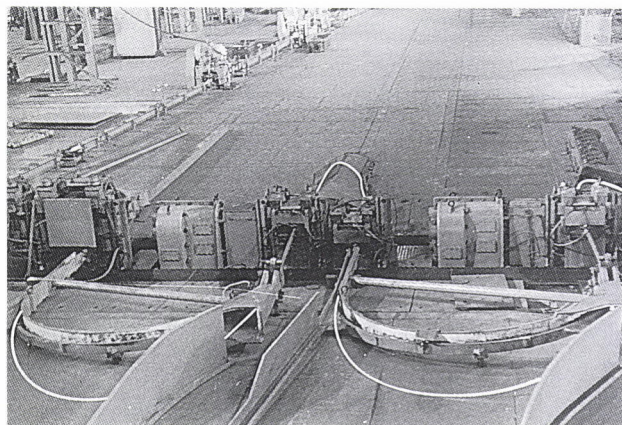


図5 レピーター式線材ミル

度は大きく向上しました。そのほか、仕上列オーバルレピーターに取付けられたウィップチャンネルや各レピーターの出側に取付けられたスナップシャー、巻き取りの径を変えられるポーリング式巻き取り機のピン構造など、個々の機器の設計、製作の出来栄も立派でしたが、ロールの孔型デザインやガイド形状、ロール隙の標準値といった線材圧延一貫のシステムも完成度が高く、色々な点で世の中には良い機械があるものだと感心しました。

＊この設備から初めて圧延機のモーター制御に水銀整流器による直流が使われ、仕上列での列間のループ制御、巻線機との同期制御が出来るようになりました。最終仕上速度も20～25m/秒へと旧式ミルの約3倍になり、高級鋼の量産体制が築かれていきました。圧延の高速化に伴って起こる事象が、ミスロールなどのトラブルが起こるたびに判ってきましたが、その過程では考えていなかったような事故も発生しました。ミスロールの発生に気づくのが遅れ、スナップシャーの作動ボタンを押すのが遅れるとミスロールのループが観覧通路の上にまで延びて落ちたり、天井クレーンの電源トロリーにからみ、火花とともに工場が全面停電になったりしたこともありました。夜勤で全面停電のトラブルが起きるとミスロール切断用のガストーチを照明代わりに後始末をしました。天井の低い、旧機械工場を利用して線材仕上列を設置したためであり、こうしたトラブルを経験してからなるほどと気づき、それ以降の新ミル建設においては、天井クレーンのトロリー線は建屋の柱に沿って設置することにしました。人的災害の面では、圧延速度が上がったためこれまでは火傷程度で済んでいた災害が作業者の身体を貫通するというようなひどい災害になることもありました。こうした事故が契機となり、圧延信号灯や各種の安全インターロック装置が充実していきました。

＊このミルの加熱炉には当時としては斬新なデザインの西ドイツのテルモ社製のセグメント組み立て方式の炉(図6)を採用しました。当時既に鉄鋼協会に「熱経済技術部会」が発足しており、その活動成果をまとめた「加熱炉の設計と実際ならびに熱精算方式」(昭和29年丸善)などの技術資料で、鋼材の均一加熱のための燃焼室負荷の取り方が話題になっていたと思います。燃焼室負荷や輻射熱効率、さらには炉修の簡便さからこの形式の加熱炉を選択したわけです。しかしながら、鋼片装入方式がプッシャー式であったため炉内スキッド煉瓦の磨耗によるビレットの炉内での盛り上がり事故がかなり多く発生したのが、この炉の泣き所でもありました。

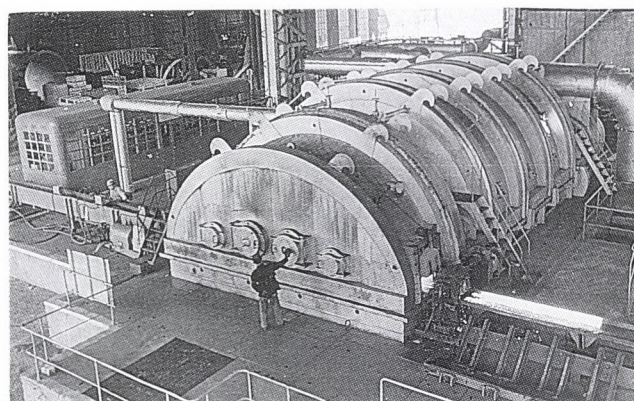


図6 テルモ式加熱炉

＊この工場ではいろいろな種類の特殊鋼線材を圧延しました。ピアノ線材はもとより、ステンレス鋼、高速度鋼、バネ鋼、溶接棒用極低炭素鋼、さらにはチタン線材などです。若戸大橋などの長大橋用などで既に量産化されていたピアノ線材では、表面疵よりむしろ脱炭対策には気を使いました。加熱炉に装入する前のビレットに水ガラスを塗布したり、鋼製の箱に入れて加熱するなどやりましたが、低温圧延によるミスロールにも苦労したものです。高級線材を大量に生産し始めたのは、冷間圧造用線材が国内で普及した昭和35年頃からで、家電用のタッピングネジや自動車向けの冷間鍛造部品等が増えるに従い、表面疵との戦いが本格化しました。自動車の大量生産に伴い冷間加工使用の部品が増え、特に量産される大衆車向けの部品では素材である線材への品質要求が厳しくなりましたが、少量生産される高級スポーツカー用の部品は従来通り熱間鍛造で造られる部品用の線材は、品質面では意外に問題にならなかったように記憶しています。

＊圧延機を納入したモルガーシャーマー社からMr. Yanssonが据え付け指導で来ていました。半年以上いてもらいました。後に家族の方も来日し、神戸の夏は暑いので六甲山頂の社長の別荘を提供しました。大変立派な人で我々と一緒に油まみれになり働いてくれました。No.1スタンドの孔型を8パスから6パスに変え、大きなオーバル断面形状の圧延材をレピーターで回すことを試み成功しました。これによって時間当たりの生産性(トン/hr)が大きく向上しました。スウェーデンのミルでもまだ実施していない試みだったこともあり、「ヤンセンさん」も「君たちをスウェーデンに連れて帰って一緒に仕事をしたい」との賛辞を呉れたものです。我々の方も、こうした海外からのスーパーバイザーを優遇し、彼らから謙虚に習い、正しい仕事の仕方を身に付けたと考えます。

*この型式のミルによる高級鋼の生産も時代とともに設備、圧延技術が発展し、垂直／水平交互配置の連続ミルに置き代わっていき、このミルも昭和49年に休止され19年間の使命を終えました。

4.2 4 本通し圧延方式のミル新設

新しい埋立地に高炉建設と合わせ、線材の量産を目的に西ドイツ、シュレーマン社から全連続圧延機を導入し、昭和35年に操業開始した。機種選定からミル建設、立ち上げを担当した当時の部長、課長の体験や感想。

*新ミルのための調査を始めた昭和30年頃は米国にも2～3本通しのミルが動いていましたが、「アメリカの線材品質は今一つ、機械類はドイツ製の方が良い」という一般的な通念がありました。また、当社の第二線材工場が戦前のドイツ・クルップ社製のミルであったことや、戦後のいささかの親独感情も残っていたこともあって信頼性の高いといわれたドイツ・シュレーマン社に決めたようです。欧州での同社ミルの稼働状況を商社を通じて調べましたが、余り詳しい情報は得られなかったようです。購入決定後の昭和34年になってドイツのクレックナー社ハスペ工場⁶⁾の視察を行いました。見学中はミスロール続きで一本の線材も通りません。「大変なミルを買ってしまったな！」と多いに心配になりましたが、既に賽は投げられていました。

*4本通し、全連続方式のこの設備には、これ迄に経験のない新しいコンセプトの設備が入ってきました。例えば、保熱炉、保熱炉出側のトロンメルパイヘと呼ばれる各ストランドへの圧延材振り分け装置、ロータリーフライングシャー、共通駆動による仕上6連続スタンド、レーイング式巻線機など、設計思想は良く出来ていましたが、操業に入ると思うように圧延材が通らず、何ヶ月も悪戦苦闘が続きました。孔型設計やフリクションガイドの仕上精度の抜本的見直し、ロールの回転制御やシャー、巻線機との同期制御などの調整などの手間がかかり、ミスロールと緊急切断されたクロップの山が築かれていきました。作業員も、これまでの肉体労働による物造りから、一気に近代設備に変わったため戸惑いや不慣れもあり、気の毒な面も多かったのですが、習熟するまでは新ミルの操業成績はしばらく低迷していました。

*操業に入って2年も経たないうちに、修理工事の際の溶接火花が電線ダクトに落ち、火災が発生して電気室が全焼してしまいました。火災現場に駆け付けた経営幹部が、電気には水は禁物との観念から放水消火に躊躇したため消火活

動が後手に回り、大事に至ったとの笑えぬエピソードもありました。しかし、火災による復旧で電気配線が一新され、再稼働すると急に圧延がスムーズになり操業成績が良くなりました。休止中に他社から線材の代替生産の応援を貰いましたのでその分を返す必要があり必死に増産を試みたら、忽ち月間30,000トンを達成しました。あながち無駄な事故ではなかったとの話も残っています。

*圧延技術が一通りマスターされると、増産に追われ仕上圧延速度も当初の仕様では25m/秒だったのが5年後には35m/秒を達成しました。圧延機のモーターを定格以上で連続的に使うということを平気でやっていましたので、オーバーヒートによるローターの巻き変えや容量アップ工事を繰り返しましたが、思えば設備能力フルでの生産が出来た良き時代でもありました。

*レーイング式巻線機には当初からコイル高さを低くするため回転数を一定範囲で上下させる「波動制御」が可能のように設計されていましたが、初めは精整の結束、倉庫の積み効率を考えコイル高さを低くすべく、内外ピンの間隔も広げてコイル厚みを厚くし「波動」をかけて巻き取りました。しかし、生産量が増えアメリカへの輸出を始めた頃になると、この荷姿でクレームが発生しました。伸線加工時に線材がもつれるというクレームで、横型のフリッパー式と呼ばれる線材供給装置を使った場合に線材リングが重なって束になって落ちてしまうというトラブルや、手荒いハンドリングのため「線材コイルがラーメンのようになって荷崩れを起こした」という連絡を商社から受けたものでした。また、アメリカの客先から「線材工場によって巻き取り方向が違う」との指摘を受けたこともあり、これには我々も全く気づいていませんでした。大量消費で経験豊かなアメリカから、作業能率に関するいろいろな問題を学んでいったお陰で、その後の国内線材需要が急速に増大していった時に品質問題を事前に対応することができたと思っています。こうしたクレームについては、国内線材メーカーの会合があった際に後日談として話をしたら、各社とも同じアメリカの需要家から同じクレームを受けていたことが分かり、新しい設備では各社が同様の苦勞をした時代でありました。

*この線材工場はその後昭和56年まで21年間稼働しました。昭和45年ごろから国内に出回り始めた2トンコイル線材が主流となり、この工場で作られる360kgコイルはその後450kgに単重アップしたものの、次第に国内向けの数量は減り東南アジアや中国向けの比率が高まり、工場の生産

量も減少して行きました。

4.3 ループ圧延の限界を求めて

国内でブロックミルと線材冷却を備えた線材工場が稼働を始めたのは昭和45年であった。これにより、線材ミルの世界においては線速は一拳に50m/秒に上がり、コイル単重は3000lbs(約1.5トン)へと増大、ミル能力も5万トン/月を越え、以後国内ではこうしたブロックミルの建設ラッシュへと入っていく。この時期に先立つ、昭和40年頃の線材技術の動向の一端を当時の係員が回想。

*ループ圧延方式による1本通し圧延はピアノ線材や冷間圧造用線材、低合金鋼線材などの高水準の表面疵を要求される線材の圧延には作業性の優位さが認められるようになっていました。しかし、圧延速度はループ後端のムチ打ち現象によるトラブルが避けられず30m/秒が限界でした。一方、当時タンデム式仕上列の圧延機では35m/秒を越える生産性を挙げるミルもありましたので、質と量を備えた新ミルの建設を試みました。

*その結果、仕上列を各個駆動の垂直/水平のロールスタンドの交互配置とし、サイドローパーによるループ圧延方式を試みました。その当時は、電気機器も水銀整流器からサイリスタへ、また電機制御装置にもトランジスタの実用化が進み、思いのほか精度の良いループコントロールが出来、圧延材の後端でループの減少指令を出し「ムチ打ち」を防止するような制御にも成功を納めました。

*客先からのコイル単重への要求も徐々に増えてきたので1000lbs(454kg)が得られるビレットを採用するようになりました。ビレット用加熱炉としては初めてウォーキングハース式を採用し、炉床煉瓦との摩擦による表面疵の減少、炉内耐火煉瓦の長寿命化といった改善もなされました。しかし、このミルでは炉は2基操業でしたので、省力も考えサイドプッシャーを使わず「前方突き落とし方式」を採用しましたが、均熱帯での冷風の吸い込みが避けられず熱効率の面では不利で、エネルギー危機以降の新しい加熱炉ではこの方式は姿を消していきました。

*コイル単重の増加に伴い、線材冷却技術の改善、開発にも取り組んでいました。仕上水冷帯の長さを可能な限り長くとり、ジェット水流で蒸気膜沸騰を抑え冷却効率を上げる、巻き取りコイルの厚みを薄く巻き、巻き取り機の台数をふやし巻き取り機内での風冷時間を長くとするなどの技術が実用化されました。殊に高炭素鋼線材に対してはパテン

ティング熱処理の代替技術の開発に注力され、例えばジルコン砂を冷却媒体とした流動床冷却や沸騰水による冷却プロセスが各社で開発研究され、今日の線材冷却技術の基盤になったものも多くあります。

*この頃には省力への意識も高まり線材ミルにおいてもさまざまな取り組みがなされました。粗列三重式圧延機での圧延材の誘導は人力で行われていましたが、チルターやグライフカンターなどの自動装置が考案され、圧延制御運転台も集中監視方式が進み、天井クレーンにも無線操作が導入されました。

*こうしたミル能力は2ストランドで20,000トン/月~25,000トン/月を生産できましたが、やがて訪れるマルチストランドの高速ブロックミルの生産性には勝てず、ブロックミルでの線材の品質も次第に向上しましたので、この時期の設備も約20年後には役割を終えることになりました。

*この第6線材工場は昭和42年4月には天皇皇后両陛下の行幸啓の荣誉に浴しました。中間列の辺りに御立ち台を設け、そこへは検造りの通路を設置し、手すりには紅白の布を巻いて製鉄所総出でお迎えしました。工場は稼働してから2年しか経っておらず、汚れも少なかったですが、それでも何日もかけて念入りにペンキ塗りをを行い清掃に努めました。当日は早朝から工場内に不審者がいないかどうか、爆弾等の不審物はないかなどと、普段は思いもつかないことに気を使い、くまなく点検しました。ミスロールが出ないよう圧延し易い鋼種を選び、ミルセッティングも入念に行なって無事、約5分間ほどの御視察を終えました。戦争帰りの作業係長は「もし陛下の前でミスロールが出たら俺はスタンドに頭をぶつけて死ぬ!」と公言していました。彼にとって全身全霊、緊張と感激の一瞬であったと思います。今でもかくしゃくとしてこの時のことを語ってくれます。

5 往時の線材圧延周辺

今で言う「現場スタッフ/係員」の回想。

5.1 品質への関心

*圧延工程での管理に関するデータ採りは生産歩留りに関するものからスタートしました。昭和30年を過ぎるとミスロールの発生場所、原因、本数などを記録するようになり改善への意識が高まりましたが、質よりも量の時代が長く

続きました。鋼材内部にはパイプあり、外面にはヘゲがある素材が当たり前で、圧延での生産阻害の要因は鋼塊の品質不良によるものが大半を占めておりましたが、製鋼や造塊工程の改善が聞き入れて貰える雰囲気ではありませんでした。彼等も量に追われており、成分調整が品質の全てであったようです。軟鋼線材用の鋼塊でも180kgの水張りキルドで造っていた頃には連続伸線機で1.9mmまでも伸線できず他社の大型リムド鋼塊から分塊したビレットを素材とした線材には差を付けられていました。

* 第三線材工場が稼働し、レピーターに付けたスナップシャーで各スタンドの圧延材サンプルを採取できるようになりました。当時新しい組織として出来た「品質管理課」の課員と疵の状況を調べるべくサンプルを採って見たところ、どのサンプルも疵だらけでビレット素材の改善の必要性を強く感じました。

* 線材工場の新設と分塊工場の新設のどちらを優先すべきかという検討があり、品質改善の観点から分塊工場が先になりました。これを機に分塊工場にホットスカーフも設置され、グラインダーやチッピングの疵取り設備により「鋼片手入れ」という工程が強化され線材の表面品質も改善されました。特に、目視による疵見とチッピングによる疵取りは、手間はかかるが有効な方法だったと思います。

* 作業標準らしきものとしては、昭和30年にモルガーシャーマー社から圧延設備を導入した時の機械保全マニュアルを翻訳して作業者に配布した位でした。ビレットの加熱温度や製品コイルの端末切り捨て量の指示表程度のものはありました。新入社員の増加に伴い、安全課から安全作業標準の作成を指示されましたが、面倒くさがられ現場はあまり歓迎しませんでした。昭和37年頃から技術課で技術標準がまとめ始められ、現場の作業標準も少しずつ整備され始めました。しかし標準が出来ても、現場の作業に実際に活かされるまでには時間がかかりました。QCの先生方に指導いただき工場にQC思想が芽生え始めたのは昭和30年代の終わりでした。

5.2 重油焚きの始まり

* 当時操業していた古い第一線材工場（大正15年稼働）と条鋼工場（大正13年稼働）の加熱炉は、燃料の石炭をストーカーの羽根で炉床にばらまく方式でした。平炉と第二線材工場（昭和8年稼働）はガス発生炉で石炭をガス化し使用していました。昭和22年6月に鉄鋼生産への重油使用が許可されたことを受け、昭和23年ごろに平炉に重油バーナー

を導入して重油焚きに切り替え、次いで条鋼工場にも重油を使うことになりました。平炉用の重油バーナーは長さ1.5mもあり火炎も数m以上になるので使えず、新たに設計すべく文献を探しました。本社の図書室は古い本ばかりで役立たず、当時神戸・三宮にあったアメリカCIAの図書館に足を運びました。軍国主義教育に浸った日本人を洗脳するための文化施設でしたから誰でも入ることができ、工業図書も沢山ありました。石油技術の先進国だけあってバーナーはもちろん、重油燃焼について詳しく解説した本を見つけ、日本の技術書より遥かに丁寧に判りやすく親切なのは感心しました。貸し出しが出来なかったので市電で通っていましたが、何度も足を運ぶうちに「How To Play Baseball」という本を見つけ、やや気が咎めましたが2塁への効果的な盗塁方法を翻訳して野球好きの若い人たちに配ったこともあります。技術情報源としてCIA図書館は大いに役立ちました。

5.3 技術導入

* 工場の立ち上げの際には今でいうスーパーバイザーが来日したので彼等から技術を教えてもらいました。昭和8年に稼働した第二線材工場の場合は、ドイツのクルップ社から数人のスーパーバイザーが来日し、現場に圧延の基本技術を伝え「カリバー」「カステン」「フェールング」などのドイツ語が慣用語として残りました。昭和30年代には第三線材工場ではスウェーデン人、第四線材工場ではドイツ人が指導員として来日しました。いずれも立派な人柄と優秀な技術でもって、現場にすっかり溶け込み尽力してくれました。経済的にも苦しい時代で、日本人が実習のために先進国に出かけるということは当時考えられませんでした。海外からのスーパーバイザーをきちんと優遇し、彼等から懸命に習い、自分達の技術として吸収していったと考えます。

5.4 文献学習

* 一世代昔の先輩が若い頃、「Stahl und Eisen」の購入を上司に申請したが認めて貰えなかったとの話を聞いたことがあります。昭和30年代に入ると幾種類かの欧米の技術誌が入手できるようになりました。一般には線材・条鋼の記事は少なく、巨大なホットストリップミルの記事をすごいなと感心しながら眺めていたものです。

* 昭和34～35年に青刷りのコピー機が普及し、入手が容易になった外国の雑誌の文献コピーも増えて上司から翻訳を指示されることが多くなりました。カナダのアトラス・スチール社の最新設備プラネタリーミルの文献で内容があま

りに難解であったため困った事も記憶しています。文献で紹介されていたUSスチール社のカヤホガの最新鋭線材ミルに昭和37年に初めて海外出張で出かけた時、見学を申し込んだのに受け入れてもらえず、電話でのQ&Aになら応じるとの返事でした。この頃には既に日本からの線材輸出が始まっており、安売りの競争相手として先方に警戒されていたのだと思います。

＊昭和37年頃に工場長の指示でサンフランシスコのゴールデン・ゲート・ブリッジの文献を技術課の数人で分担して翻訳しました。当時、当社も既に若戸大橋での実績があり、海外との技術比較をしながら国産品のPR誌を作成しようと試みたものです。数百ページに及ぶ詳細な記録で、基礎の掘削方式から始まり、ロープの製作等についても詳しく説明されていました。線材はベツレーム社のスパローズポイント工場で製造され、その伸線は当時の橋用ケーブルの専門メーカーであったレーブリング・アンド・サンズ社で加工されていました。造塊はキルド鋼6トンのインゴットで、分塊工程でのトップ部の切り捨て量が少なく「これではかなり中心偏析が残る筈だが…」と皆で話し合いました。強風で飛ばされて崩壊するアメリカの橋の記録映画も社内で見たり、英国の鉄道橋Firth Bridgeや、当時世界最長であったニューヨークのFerrazano Narrowsの新しい橋の調査見学も行いました。これらの勉強がその後の長大橋用懸架ロープの製造に役立っていると思います。

6 結び

昭和36年に発刊された線材分科会報告書によれば、昭和20年代に操業していた線材ミルは5社6工場であったと思われる。うち1工場は昭和23年の建設であり、従って5工場が戦前に建設され、戦火をくぐり戦後も引き続き操業されたことになる。また、上記の昭和23年に建設された戦後第一号のミルが稼働して以来、昭和45年にブロックミルの第一号機が稼働するまでの22年間に、線材分科会加盟各社

においては18基の線材ミルが建設・稼働している。本稿ではこのうちの1社4ミルを中心とした記述となった。

戦争による被害状況も千差万別であったであろうし、復旧への道のりも限りなく多様だったと思う。また今迄、膨大な数の技術者、作業者の貴重な経験と知恵で今日の我が国線材圧延技術が築かれていることは言う迄もない。

当時の線材圧延の第一線で仕事をした各位の情報を基に記述したが、我が国線材圧延技術の歴史から見ると、その一断面しか捉えきれないと思いつつ執筆したことにご理解を賜りたいと思う。記述の設備や技術が既に過去の遺物と化している所もあるが、いろいろな試行錯誤の末、近代設備に具現化された技術力や時代の推移を経ながらブラッシュアップされている生産技術もあったと思う。

本稿を一読された新しい世代の技術者諸兄に何か寄与するところがあれば望外の喜びであり、併せて本編を企画された方々へ深甚の敬意を表する次第である。

末筆ながら、本稿執筆に当り貴重な記事、談話を戴いた下記の諸氏に謝意を表したい。

- ・浅田幸吉氏（元神戸製鋼所専務、元条鋼部会長）
- ・片岡 修氏（元神戸製鋼所副社長、元条鋼部会・線材分科会主査直属幹事）
- ・三木 修氏（元神戸製鋼所技師長、元条鋼部会・線材分科会主査）
- ・吉松秀男氏（元神戸製鋼所課長）
- ・鈴木 稔氏（元神戸製鋼所職長）

参考文献

- 1) 例えば、線材分科会報告書：鉄と鋼, 47, (1961), 1755.
- 2) 鉄鋼便覧第III巻(2), 日本鉄鋼協会編, 丸善, (1980), 811.
- 3) 三宮章博：圧延理論部会シンポジウム, (1974), 253.
- 4) 上村眞彦：第98・99回西山記念技術講座, (1984), 251.
- 5) Wire and Wire Products, (1957), 991.
- 6) Wire, (1958), 644.

(1997年7月7日受付)