

© 1991 ISIJ

特別講演



高性能板材圧延機の開発と展開

梶 原 利 幸*

The Development and Progress of High Performance Sheet Metal Rolling Mill

Toshiyuki KAJIWARA

1. ま え が き

私は、一介の圧延機設計技術者であるにすぎず今回の受賞は予想すらし得なかったことである。したがって、特別講演の御依頼を受けたが、ストリップミルはいかにあるべきか等格調の高い話をする資格があるなどとは考えていない。ただ、昭和 28 年、圧延機設計の仕事につきこれまで 30 有余年一筋にこの道を歩み、ユーザーの喜ぶ圧延機を創ることを無上の喜びとしてきた。その結果として現在、数多くの圧延機を使用いただいているが、その生まれは高尚な理論の産物というより泥臭い汗の中から生まれたものという感慨が強い。入社後の 10 数年間、大形の近代的なストリップミルはほとんどが輸入品でその国産化は我々国産メーカーの悲願でもあった。夙に世界一の地位をゆるぎないものとした日本鉄鋼業に続いて我が国の圧延機技術も世界的に注目されるようになった昨今、今昔の感を禁じ得ないのであるが、これも日本鉄鋼業界の強力な支援があったればこそその結果であると痛感する。受賞にかかわる講演となればこれまでの開発の内容を述べるのが主題と考えられる。しかし今なお、改善を求められている課題が山積みしており過去の歴史のみを述べるのはいささかためらいを感じる。ただ、この歴史の中で私達が行った開発がユーザーのどのような声に應じてなされたかということは将来の開発の指針のヒントにもなりうるのではないかと思う。その辺を念頭におきながら従来の伝統的ストリップミルをどのように改善していったかを述べさせていただくことにする。

2. 油圧圧下装置の開発

昭和 34~5 年の頃である。初めてコールドレバーシングミルの設計を手掛け、オペレーターが不便を感じずに使ってくれているかを現場に見に行った。日立製作所は、昭和 29 年コールドレバーシングミルの国産第 1 号機を納入していたが当時私は補機担当であった。オペ

レーターは走間厚み計を見つめながら電動圧下装置のレバーを熱心に操作している。当時 AGC は緒についた段階であったろうか。私も板厚変動の少ないことを念じながら厚み計とオペレーターのレバー操作を見つめていると不思議なことに気づいた。板厚が厚い方向に振れたのに圧下レバーは圧下開すなわち板厚が更なる厚くなる方に操作したのである。思わず操作が間違っているのではないかと叫んだ私に彼は平然と答えた。「梶原さん、あなたは素人だよ」と。オペレーターの言うところは、板厚変動はサイクリックに起こる。その状態は前のパスで承知している。電動圧下装置の性質を身につけているオペレーターとしては、今厚いからと薄くするよう圧下修正してもその時は、板の薄くなったところで効果が現れ逆効果になるのがオチ。それを見越しての操作なのだというわけである。すっかりその熟練さと熱心さに感動したわけであるがそれにしても今すぐ効く圧下装置ができたらどんなに喜んでくれるだろうと思ったものである。これが油圧圧下装置 HYROP の開発を思い立った動機の一つである。

当時圧延機の剛性（今の縦剛性）は極めて重要視されていた。ミル剛性が無限大であればロール偏心を別々にすれば材料の板厚変動をゼロに抑えることができるから当然といえる。通常作業ロール径も補強ロール径も相場があってメーカーの選択肢は、ロールスタンドのポスト面積に限られ、この値の大きいのが高評価を得ていた。しかし詳細な計算と実験の結果、ハウジングの影響は全体に対し 10% 前後でその意味では大きくしても価値の少ないこと、また、補強ロール径を従来以上大きくしても、ロール間の接触変形が不変のため工業的にミル自身の剛性を大きくすることによる板厚精度の向上には限界があるという認識は既に持っていてこれが前述の体験と結びついたのである。世界初の油圧圧下装置は、大洋製鋼(株)船橋工場のコールドレバーシングミルに電動圧下と併設で設けられオペレーターから好評を受けた。油圧

平成 2 年 9 月 25 日本会講演大会における浅田賞受賞記念特別講演 平成 2 年 10 月 19 日受付 (Received Oct. 19, 1990)

* (株)日立製作所日立工場技師長 (Senior Chief Engineer, Hitachi Works, Hitachi, Ltd., 3-1-1 Saiwai-cho Hitachi 317)

Key words : development ; rolling mill ; strip ; hydraulic screw down ; HYROP ; HC-mill ; schedull free.

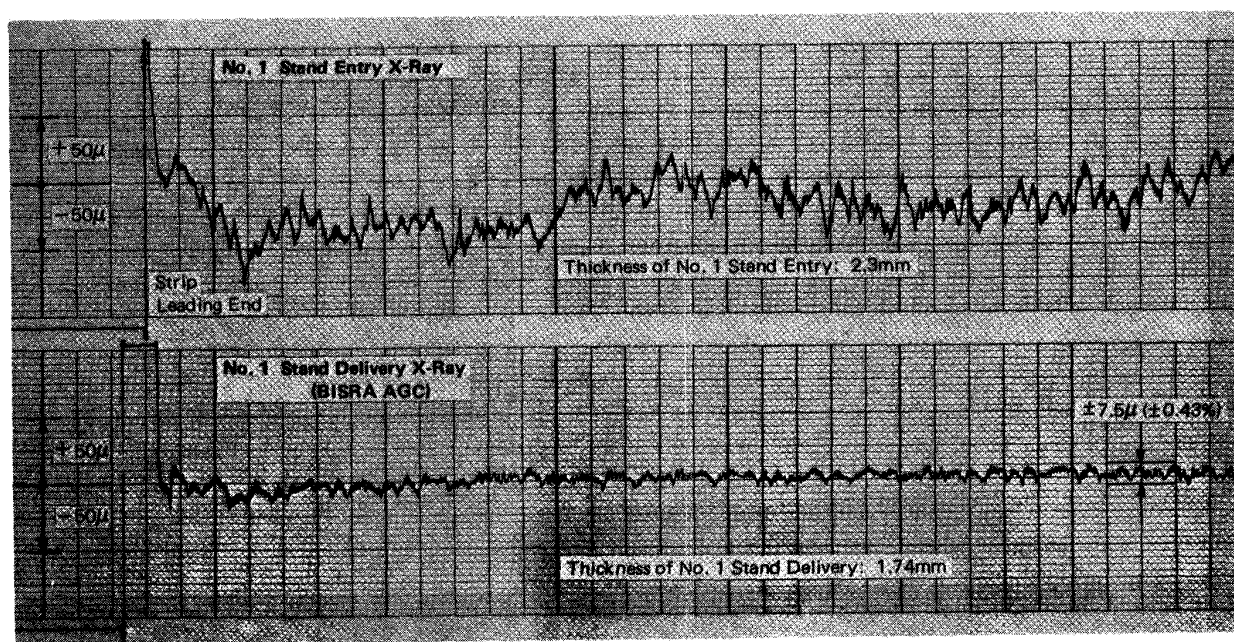


Fig. 1. Result of AGC in cold tandem mill with HYROP (1970).

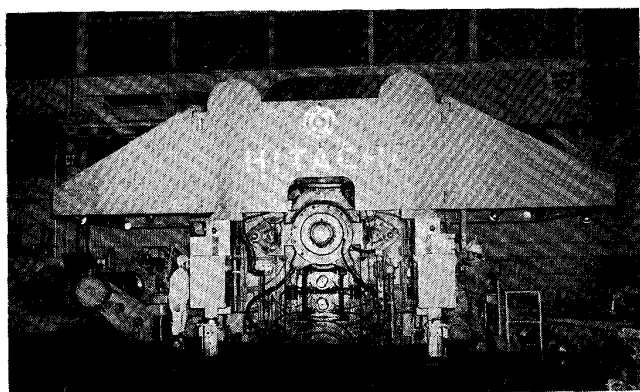


Photo. 1. The first mill with hydraulic screwdown device (HYROP) in 1966.

圧下専用は新日本製鉄(株)の室蘭製鉄所に納入された (Photo. 1)。次いでコールドタンデムミルの国産化に伴い新日本製鉄(株)君津製鉄所の5スタンドコールドタンデムミルに電動圧下併設、川崎製鉄(株)水島製鉄所のコールドタンデムミルに油圧圧下専用を実現する。

Fig. 1 は、昭和 45 年君津製鉄所の6スタンドコールドタンデムミルでの HYROP による AGC 結果を示す。No. 1 スタンドの AGC で素材板厚変動が大幅に減少していることがわかる。しばらくして全世界を上げて油圧圧下一色となりいわゆる“油圧ミル”時代が招来する。以後油圧圧下方式は大きく改良進歩し、今や冷間・熱間を問わず板材圧延機の必須機能として広く採用されている。

3. HC-mill の開発

3.1 開発の動機

昭和 30 年代後半の経験である。4H スキンパスミルを納入しその稼動状況を見守っていた時のこと、新ロールに組替後コイル1本何とか圧延したかと思うとすぐさま再び新しいロールと交換してしまった。20 本くらいは続けてコイルを圧延するものと予想していたため意外に思いそのわけを尋ねるとロールのクラウンが適切でなかったと頭をかきながら答えてくれた。名誉なことではないので表面には出ないが間々あるんですよと言う。ワークロールベンディング法はその頃出始めていたがこのミルにはまだ設置されていなかった。この時、もしあらゆる圧延条件に一種類のロールクラウンで対応することができたらどんなにオペレーターは楽であろうと痛切に考えたのである。そこから作業ロールはなぜ撓むのかその真相を追求することになる。圧延機の設計に従事して以来、作業ロールの撓みは補強ロールが撓むから同じように撓むのだという当時の一般常識が私自身の基本概念でもあった。しかし冷間圧延で板間精度や板形状の問題を考えると圧延機は何と剛性の低い機械であるかとの想いも強くさせられた。板厚精度を $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度に考えても圧延荷重 1000 t で $2000 \mu\text{m}$ も圧延機は変形している。しかも HYROP のところで述べたようにその変形のかなりの部分をロール間の偏平変形が占めている。まるでゴム製のロールのように、4 段圧延機の作業ロールは、撓み剛性の大きな軸で、間にゴムの座ぶとんを敷いて作業ロールを支持する方式だというイメージができ上がっていった。そうすると作業ロールの撓み理由は

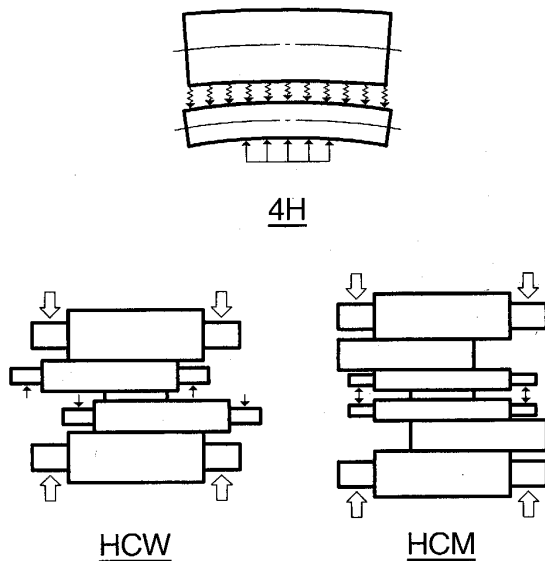
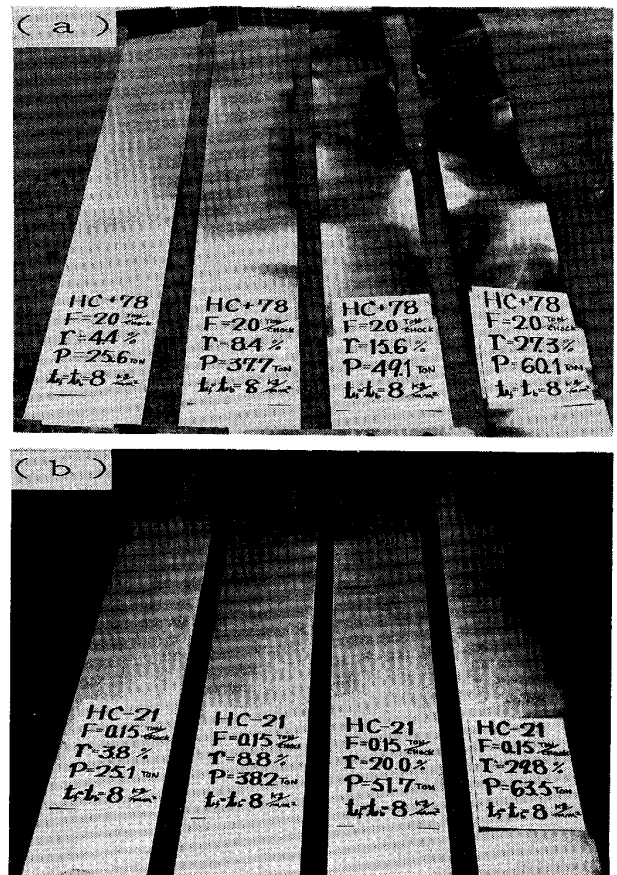


Fig. 2. Cause of WR deflection in 4H-mill and remedial principle of HC-mill.

ははっきりしてくる。圧延する板材の幅はいろいろ変化し最大幅と最小幅の比は通常でも2倍、はなはだしいのは4倍にも及ぶ。一般にロール胴長は最大板幅より広目に作られているので圧延材よりも広いロール間の接触部の荷重分布は作業ロールを曲げることになる。そしてこの過剰接触部は板幅が狭いほど長く曲げ作用が大きくなる。従って4段ミルの作業ロールのクラウンは、単に圧延荷重のみでなく、板幅によっても変える必要があり前述のスキンパスでの苦勞が想起されたのである。

3・2 HC-mill の開発

前述のごとく、4段ミルで作業ロールが撓む原因は両ロールの接触幅が圧延材板幅よりも大きいことであり、これはまた、作業ロールベンディングの作用を量質共に低下させる。この宿命を解決するためには、オンラインでロール間接触長を変化させることが必要で Fig. 2 に示すように6段ミル構成として中間ロールを軸方向にシフトする方式の HCM、次いで4段式の作業ロールシフト HCW を創案した。冷間圧延用として HCM を選んだのはシフトするロールの端部はスムーズなカーブにする必要があるが研磨回数の多い作業ロールでは不便と考えたこと、及びいわゆる HCδ をマイナスにできないこと等である。日立製作所で面長 400 mm の試験用 HC-mill が完成したのが昭和 47 年 1 月。板幅に関係なくすべての圧延をクラウンのないストレートロールで圧延可能なこと。またなんらの制御もしないで圧延荷重を大きく変化させても板形状が変化しない横剛性無限大の特性があることが確認された (Photo. 2)。次いで新日本製鉄と大形実用化のための共同研究が行われ、大形機での形状制御性の検証、各ロールの最適硬度、エッジドロップの低減効果などの研究確認が完了し実用化の基礎



(a) 4H-mill equivalent (b) HC-mill

Photo. 2. Result of test rolling by (a) 4H-mill and (b) HC-mill for comparison of inherent shape stability.

が確立されたのである。

3・3 HC-mill の適応拡大

HC-mill が実機として広く採用されるようになりその応用範囲を拡げる上での限界を感じ次々と機種を拡大していった。一つはホットへの応用であり他の一つは作業ロールのより小径化である。その開発の経緯を一つ一つ述べる余裕はないので Table 1 に現在実用に供せられている HC-mill シリーズを示す。

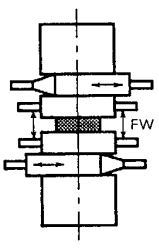
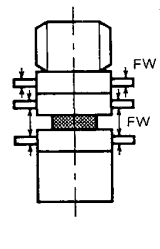
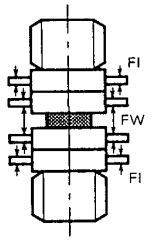
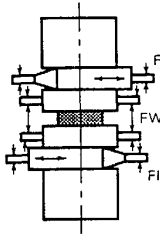
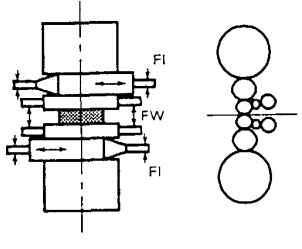
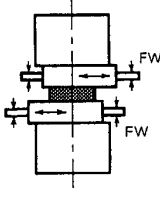
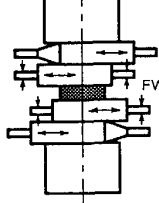
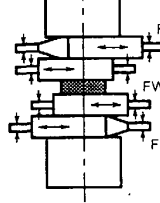
記号の中で HC の次はシフトロールを示す。HCM は、中間ロールシフト、HCW は作業ロールシフト、HCMW は、中間ロール・作業ロール共にシフトする。UCM は HCM に中間ロールベンディングを加えたものである。ここで 6MB・5MB はロールシフトがなくその代わり補強ロール面長を最大板幅よりも狭くして作業ロールにロールマークをつけることなく中間ロールベンディング効果を発揮させるものである。

以下各形式のものについてその特徴・用途につき概説する。

(1) HCM

HC-mill の基本形式であり、特にコールドストリップ

Table 1. Type of HC-mill series.

HCM		5MB	6MB	UC-1	UC-2, -3, -4
					
HCW	HCMW	5MBW	6MBW	UC-MW	
					

ミルとしては使用台数が最も多い。軸方向シフトの中間ロールを有する6段ミルで構成される。その特性は一般に、 C_g をロール間隙の分布、 P を圧延荷重、 K_H を横剛性、 A は係数、 C_W を作業ロールクラウン、 F_W を作業ロールベンディング力、 K_b を F_W に対する剛性として

$$C_g = P/K_H - AC_W - F_W/K_b \quad \dots\dots\dots(1)$$

従来の4段ミルでは、板幅が狭くなるにつれロール間の過剰接触長さが長くなり K_H は小さくなる。従って C_g は大きくなるが、同じ圧延機でも板幅が広いほど板形状を出しにくいという一般認識と一致しないのは、板クラウン C_h は、板幅を B としてほぼその自乗に比例するためと考えられる。

$$C_h \propto B^2 C_g \quad \dots\dots\dots(2)$$

その他、板幅が広くなると相対的に作業ロール径が小さくなり複合形状も発生しやすくなる。

HCMでは、中間ロール肩部の位置と板幅端との距離 $HC\delta$ により K_H をプラスからマイナスに変えることができその変換点で K_H は無限大となる。その時の $HC\delta$ はほぼマイナス $0.2 D_W$ (D_W は作業ロール径)であるが $HC\delta$ がゼロ付近でも通常の4段ミルより K_H ははるかに大きく、また K_b が小さくワークロールベンディング効果が大きいので一般にロールクラウンを設ける必要はない。その場合(1)式は次のごとく表される。

$$C_g = P/K_H - F_W/K_b \quad \dots\dots\dots(3)$$

K_H は $HC\delta$ の関数であり形状制御手段は $HC\delta$ と F_W の二つになる。なおこの特性が維持できるのは理論上作

業ロール径が板幅の20%以上までで、実用的には25~30%以上が使われている。

(2)HCW

前述のごとく、冷間用としてはHCMを考えたが、ホットへの展開を考え4段式の作業ロールシフトミルHCWを創案した。その応用の仕方は次のとおりである。

(i)HC δ 法

HCMと同じ原理であるがHCMと違い板道がロール端を外れる心配があるためHC δ はあまり小さくできない。いわんやマイナスにはできない。しかし、川崎製鉄(株)提案のロール端部のテーパによりエッジドロップを減少するのに大きく貢献することができる。

(ii)サイクルシフト法

熱間圧延では作業ロールの摩耗が冷間圧延に比しはるかに大きく特にエッジ部が目立つ。同じ板幅の圧延を長く続けるとエッジアップになり品質上も以後の冷間圧延にも支障をきたす。いわんや幅戻し圧延は不可能で伝統的ないわゆるコフィンスケジュールのルールに縛られていた。サイクルシフト法は、作業ロールの板道端部の異状摩耗を消滅させかつ、板道とその外側の段付摩耗を滑らかにし同一幅圧延の延長・幅戻し圧延と板幅の圧延順序に束縛されないいわゆるスケジュールフリー圧延を実現しようとするものである。ただし、昭和46年当時、ホットのスケジュールフリーのニーズを私自身が展望していた訳ではなかった。ロールの摩耗が激しいホットでの対策として考えていたのであったが新日本製鉄(株)八

幡製鉄所の新熱延設備の計画の際この効用を新日本製鉄の方から指摘されて次に述べる HCMW と共に採用されたものである。

(3) HCMW

HCMW は、中間ロール、作業ロール共にシフトする圧延機で、作業ロールシフトはいわゆる HC 機能の外に例えばサイクルシフトによる摩耗分散のような機能を持つが HCW ではこの両者を同時に達成することはできない。これを可能にしたのが HCMW である。

(4) 6MB・5MB

前述のごとく HCM では作業ロールの小径化に限度があり、また、複合形状の制御能力が乏しかった。作業ロール径が細くなるとワークロールベンダーの効果は板中央まで及ばずクォーターバックルが発生する。そのため中間ロールベンダーを考えその効果を拡大するため補強ロールの有効胴長を短かくした。6 段ミルを 6MB、5 段ミルを 5MB と名づけている。ただしこの形成では、作業ロールは、広い中間ロールにより過剰接触長さで支持されているため小径作業ロールでは板端部で高次の曲がりを生じるため小径作業ロール高圧下には適さない。ただしスキンパスミルのごとく大径作業ロール低荷重用には複合形状制御も性能よく行え好適である。

(5) UCM

HCM 以来求めてきた圧延機すなわち、小径作業ロールを可能にし複合形状制御も可能な圧延機 UCM の考えに到達したのは昭和 54 年である。これは HCM の小径作業ロールではできなかった全幅制御を中間ロールベンダーで行い、板端部の制御は HCM と同じく効果の大きなワークロールベンダーで行うというものである。UCM は、中間ロールシフトの他に、特性の異なる二つのベンダーを有しサーマルクラウン等高次の外乱に対応でき、最近では冷間圧延分野では HCM に代わり UCM が採用されており将来は熱間圧延の分野にも用いられる気運にある。

4. HC-mill 実機適用の足どり

HC-mill が誕生して以来約 15 年、その間にスタンドの数にして 250 台以上が稼動している。その分野も普通鋼・特殊鋼の他、アルミニウム、銅及び銅合金とあらゆる金属の板材圧延用として用いられ、また冷間圧延のみならず調質圧延や熱間圧延にも用いられている。

HC-mill は全く新奇な圧延機のため当初はすべてが未知の分野への応用であった。短期間にこれだけ採用いただいたのはユーザーの皆様の英知と積極性のしらしめたことで感謝の念禁じ難く、これらのできごととはすべて記録に値すると考えるが紙数にも限りがあり特に私の印象の強いものに限定して述べることにする。

4.1 普通鋼板の冷間圧延への応用

昭和 49 年に完成した 4 尺幅の HCM は新日本製鉄

(株)八幡製鉄所で共同研究を行ったものであるがその目的は、大型機での特性確認と実用機としての検証の他特に電磁鋼板のエッジドロップ低減にあった。これで冷間圧延機としての基礎が確立された。当初の特殊鋼用のイメージを軟鋼板用としてスタートするきっかけとなったのが昭和 51 年完成した大洋製鋼(株)船橋工場向けの可逆式冷間圧延機である。これは同社幹部の方の英断によるものでありこのミルはそのフレキシブルな生産性を今なお発揮している。最初のコールドタンデムミルへの応用は新日本製鉄(株)君津製鉄所の No. 6 スタンドで 2300 m/min の高速圧延機でありまた 4 段ミルからの改造でもあるためハード上の心配もあったが君津冷延担当者の方々の熱意により実現しタンデムミルへの適用の幕明けとなった。しばらくして、コールドタンデムミル最終スタンドの HCM 化が相次いで行われ我が国の大部分のものに適用されるに到っている。

これらは主として最終スタンドでの形状制御性の向上を目的としたものであるが全く別の観点からの応用が始まった。それは HCM の小径作業ロールと形状安定性に注目し強圧下圧延を実現せんとするものである。この提案は八幡製鉄所からなされ、ぶりき原板圧延が主体の 6 スタンドタンデムミルが対象であった。圧延速度 2000 m/min を超す高速ミルであり後段への適用はヒートスクラッチのためその面では余裕のある前段の No. 1, No. 2 スタンドの HCM 化が選ばれた。目的は素材厚みを厚くすることによる旧ホットの生産性向上・酸洗の歩留り及び生産能力の向上の他、ぶりき原板そのもののエッジドロップの低減である。結果として従来の 2.3 mm の原板厚が No. 1, No. 2 スタンドの 50% に及ぶ圧下率により 4 mm まで厚くすることが立証された。後年は新ホットの稼動により状況は変化していると聞いているがいずれにしても強圧下による原板厚の増大または同じ厚さであればスタンド数が減少できることが実証された。この成果が新設計画に活かされたのが広畑製鉄所の連続焼鈍調質ライン CAPL とタンデムミルの連続化である。これは壮大な計画であった。しかし CAPL のライン速度は通常のコールドタンデムミルの数分の 1 で低速圧延では圧延油の潤滑性が悪くなり圧下がかけにくい上に生産量の関係から従来のような 5 スタンドといった贅沢なことは許されない。しかも、この方式では CAPL が主役であり圧延機はすべての無理に耐えるだけの余力も持たねばならない。結論として全スタンド HCM からなる 4 スタンドに決定され昭和 57 年稼動に入ったのであるがこの決定は現在でも正解であったと評価されている。Photo. 3 にその写真を示す。

一方この頃からコールドタンデムミルの連続化が急速に進みそのための改造や、それを前提とした新設が相次いだ。その主なスタンド構成は大略下記の 5 種に大別できる。

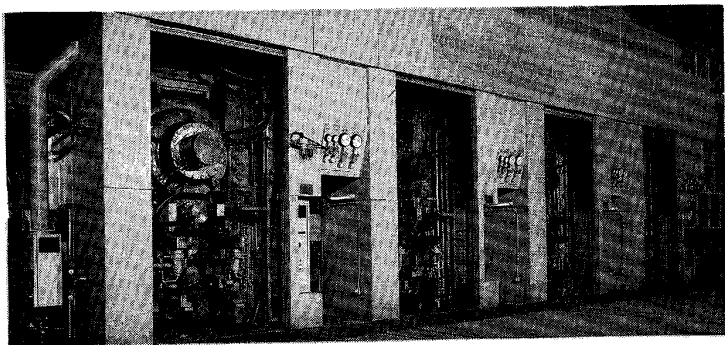


Photo. 3. A tandem cold strip mill consisted of all HC-mill stands.

A : 全スタンド HCM

B : 最終スタンドのみ UCM で他は HCM

C : 最終スタンドのみ UCMW で他は HCMW

D : 最終スタンドのみ UCMW 他は HCW

E : 全スタンド UCMW

これらの中で注目すべき点を二、三述べておく。C 方式は 6H ミルに初めてワークロールシフトも併用したもので第 1 号機は日新製鋼(株)堺工場向けである。当初 3 スタンドながら 4H ミル 5 スタンドと同じ圧延スケジュールを実現した。作業ロールシフトを中間ロールのシフト並みに大きくしてワークロールの端部のテーパによるエッジドロップ低減効果を狙ったのが川崎製鉄(株)水島製鉄所の No. 2 コールドタンデムミルである。この設備は高級電磁鋼板のタンデム圧延という世界に例のない試みで新しい難問の解決に苦勞された由であるが所期の目的を十分に達成されたと聞いている。NKK 福山製鉄所に初めて採用された D 方式は最終段の UC-MW を除き 3 スタンドを HCW として形状制御性・エッジドロップ低減のほか設備費の低減を狙ったものでユニークな計画であった。E 方式は現在考えられる最高機能の構成で平成 2 年八幡製鉄所でその高機能を発揮し始めている。尚作業ロールシフト併用は種々使用方法があるが主としてエッジドロップの克服のため使用するのが一般である。

4.2 非鉄金属への応用

非鉄金属には Al の他、銅及び銅合金があり特に最近ではリードフレーム材など高精度圧延品が要求され、板幅 800 mm 以下の UCM が多数採用されているがここでは Al 材に絞って概要を述べることにする。

Al の板材冷間圧延用としての HCM 第 1 号は、片木アルミニウム(株)で昭和 51 年のことであった。当時普通鋼板への適用も数少なかった時代で筆者自身 Al への適用は後まわしになると考えていた。これが早期に実現したのは片木敏夫社長の熱意によるものである。当初日立がアルミニウム圧延の操業に不案内なこともあって戸惑いもあったがクーラントの温度を正常化することにより額面どおりの性能を発揮した。ストレートロールで良い形状を確保できるほかアルミニウム合金材に特有な

エッジクラックが激減し、板破断の大幅な減少につながった。これで自信を得たわけであるが、このミルは板幅 600 mm の小形であり板幅 2 000 mm 前後の大形機への適用は大形・高速化の他に特に表面品質の問題で多大の懸念を提起させられ、その証明に苦勞したことが想い出される。その壁が(株)神戸製鋼所真岡工場で破られ、以降、古河アルミニウム(株)と 2 000 mm 幅以上のものが続き最近では SKY アルミニウム(株)、住友軽金属(株)では UCM が採用されている。作業ロール径と板幅の関係からこの領域は UCM の活躍舞台であり HCM 以上の成果が期待される。

4.3 熱間圧延への応用

本項目については述べる内容が多いが紙数の制約もあり要点のみ述べることにする。ホットストリップミルでは単に形状のみならず板クラウンが重要な制御対象となる。そのため実機計画としては、圧延機の板クラウン制御能力の他に操業上許される形状悪化の特性を極める必要がある。この二つを目的として新日本製鉄(株)と共同研究を実施した。そして熱間仕上げミルは最終スタンドからどこまで遡ることが必要かということも詰めた。一方ホットストリップミルの強いニーズがいわゆる“スケジュールフリー圧延”であること、そしてその障害が板クラウン・板形状以外に作業ロールの板端部の異状摩耗を伴ったボックス形摩耗でありそれは作業ロールシフトによって対応できるのではないかと知見を与えられたのである。しばらくして八幡製鉄所の新ホットの仕上げミルは No. 1, No. 2 スタンドが HCW, No. 3 から No. 6 の 4 スタンドが HCMW で構成され、目標板クラウンを保ちながら従来のコフィンスケジュールに拘束されない幅戻りを含めたスケジュールフリー圧延を実現している。Photo. 4 にその写真を示す。

この思想の下に既設ミルの改造が行われた。日新製鋼(株)呉工場が改造 1 号機、次いで川崎製鉄(株)水島製鉄所であった。HCMW への 4 段ミルからの改造は、油圧圧下の追設と相まってスペース的にも苦しく特に、作業ロールの小径化が困難な前段スタンドへの適用は困難でいずれも後段 3 スタンドの改造となった。一方改造期間も長期となるため上流・下流との関連もあり改造の対象

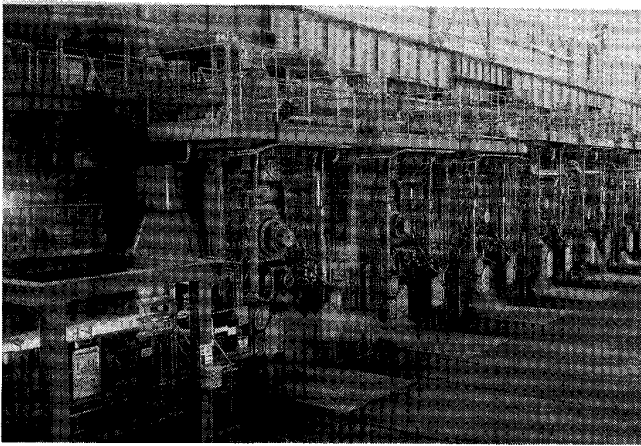


Photo. 4. A tandem hot strip mill consisted of HCW for No. 1 & 2 stands and HCMW for No. 3~6.

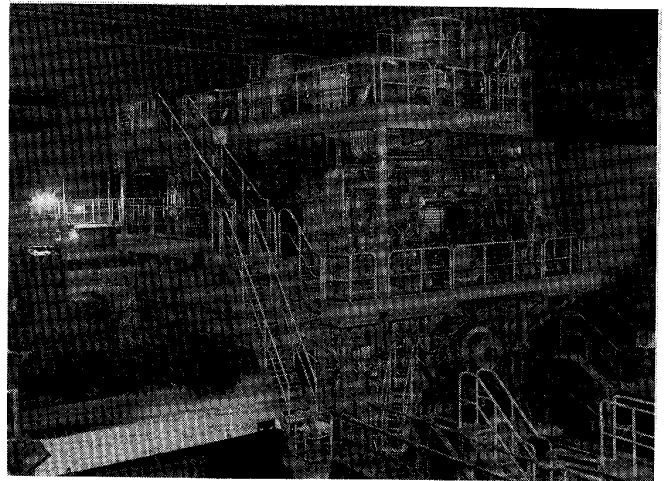


Photo. 5. HCW type plate mill.

プラントも制約を受けるようになった。その点 HCW は 4 段ミル構成のままで作業ロールシフト化の改造であること、作業ロールシフトによるスケジュールフリー圧延の実績に加えて作業ロールの端部テーパ化によるエッジドロップ低減の効果があることが川崎製鉄(株)の開発で明らかになり HCW 化の改造は同社千葉製鉄所の No. 1 ホットストリップミルで行われた (KWRS)。テーパ法は板クラウン改善法に直接結びつくがスケジュールフリーのためのサイクルシフト法はロールの摩耗分散が主たる目的であった。

しかし一般に圧延の続行と共に板クラウンは変化していきその原因は、作業ロールの摩耗とサーマルクラウンである。これらがロールのサイクルシフトにより円滑なカーブとなり両者が相殺する方向にあるため板クラウンの変動を少なくする作用がありこの事実は以後、我が国の大部分のホットストリップミルに HCW が採用されるに預って力があつたと思われる。

しばらくして程度の差こそありスケジュールフリー圧延が HCW 化によって実現されることになった。

ただし、HCW のみでは、圧延続行と共に摩耗は比例して進行し、サーマルクラウンは飽和する性質のため常に相殺されるとは言えない。また任意にクラウンを制御する能力も十分ではない。6 段ミルの HCMW と等価な機能を HCW で実現できないかという願望に応えるべく現在準備中である。

以上、ホットストリップミルについては、タンデム式仕上圧延機について述べてきたが、特殊ホットミルについても述べておかねばならない。実はホットミルに最初に 6H ミル HCM が採用されたのは日本冶金工業(株)のプラネタリミルが最初である。プラネタリミル出側の 2H プラニッシングミルを 6H ミルに改造したのだがプラネタリミル特有の操業ともからんでたいへん御苦労をお掛けした。特に小径作業ロール高圧下圧延のためロール

摩耗が問題であったが最近では耐摩耗性の大きなロールの出現で好結果が得られている。また最初のステッケルミルへの応用は日本金属工業(株)の HCW 化によって行われ、これをベースに HCMW 式ステッケルミル 2 台が海外に輸出された。

4.4 厚板ミルへの応用

従来形の厚板ミルの実績さえなかった日立に圧延荷重最大 9 000 tf という世界最大の厚板ミルをワークロールシフトの HCW で下命いただいたのは NKK 福山製鉄所でたいへんな勇断であつたと思う。タンデムミルでの HCW は前述のように摩耗分散機能とクラウン制御機能を同時に満足させることができないが厚板ミルのごとく可逆圧延するものは初期のパスは摩耗分散に、後期のパスはクラウン制御に使い分けできる利点がある。いずれにしてもワークロールシフトストローク 1 000 mm の巨大な装置であつたが福山製鉄所の技術者の方々の工夫と努力で所期の目的を達成されたと聞いている。Photo. 5 は稼動中の HCW 形厚板ミルを示す。

5. HC-mill の総括

以上のほか、調質圧延への応用も多く、また特殊鋼板やアルミ・銅等非鉄分野での応用も多い。Fig. 8 に現在までの納入実績を圧延分野ごとに示す。

6. 結 び

以上高性能板材圧延開発の動機とその応用拡大の足どりを大まかに辿ってきた。プラントの数で 146、スタンド数にして 266 台、同じものは一つもなくひとつひとつにユーザーの皆様方の創意と熱意がちりばめられている。それらを思い出すままに述べてきたが重要なことがらを数多く書きもらしている懼れがあり全く申し訳ないしだいであり深くお詫び申し上げる。と同時にこれまでの永い間、御指導・御鞭撻をいただいた多数の方々に心

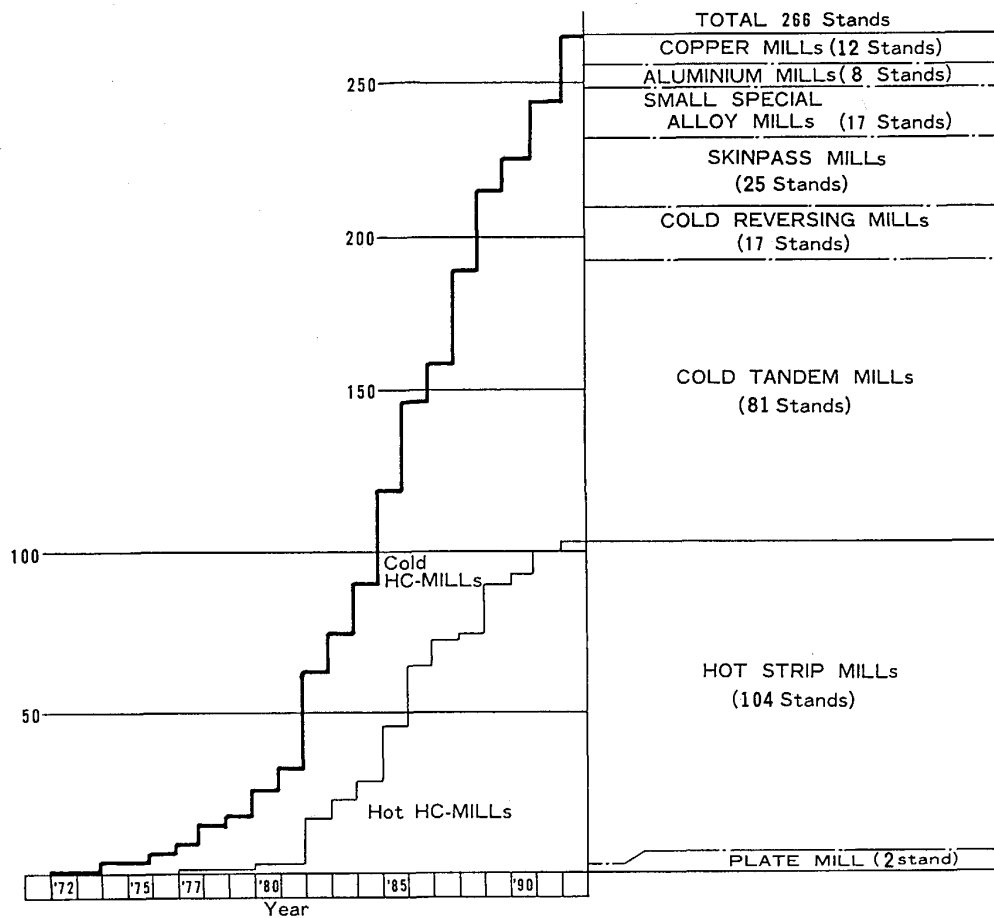


Fig. 3. Supply record of HC-mill.

からの御礼を申し上げるしだいである。