

薄鋼板の壓延に就て

須永巳代次

A BRIEF DESCRIPTION ABOUT THE HOT ROLLING OF THIN SHEET.

Miyoji Sunaga

SYNOPSIS:— Here a brief sketch is made about the hot rolling of thin sheet, such as tin plate, black sheet, and electrical sheet in order to give a general idea to those who are interested in this work.

At first the author explained the fuel used, and then the heating furnace, lastly the hot rolling itself from the practical standpoint, as he is an engineer of the rolling department of the Yawata Imperial Steel Works.

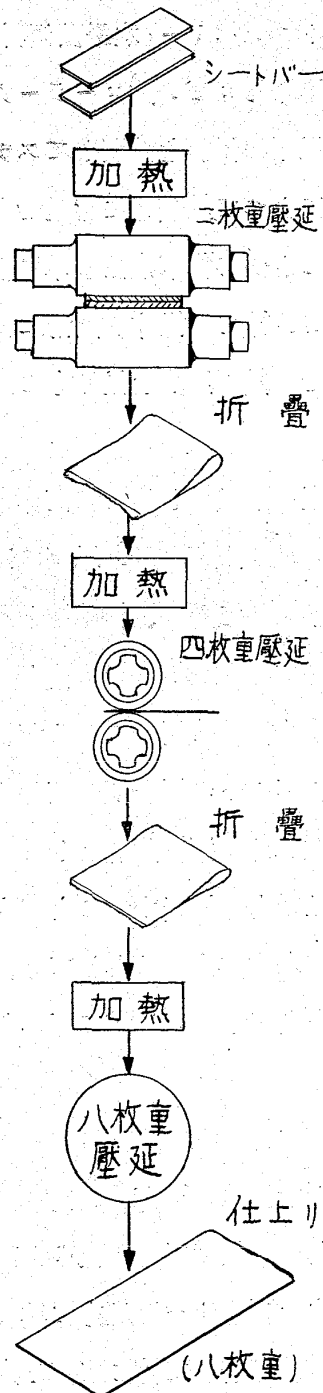
1. 序 論

此處で薄鋼板と稱するものは厚さ 0.3mm 内外、大き、3'×6' 以下の鋼板であつて鋳力板、ブラックシート及び硅素鋼板などが其主なるものである。

一般に鋼板用のロール機には「締め切り」と稱するものがあつて、鋼板の厚みがロール機によつて、定つた厚さ以下になると此れ以上積極的の壓力を加へて、薄く展ばす事が出来ないのである。此れはロール機のジャーナル、メタルボックス其他の所謂壓下装置間に介在するクリアランスのためであつて、避け得られないのである。普通薄鋼板用ロール機の「締め切り」は 2mm 内外とされて居るので、厚さ 2mm 以下の板を作るにはどうしても 2枚、3枚と重ねて壓延を行はなくてはならない。例へば 0.3mm 内外の板を作るに當製鐵所では 8枚重ねとして仕上げて居るが、川崎造船所製鐵工場では 10枚重ねとして仕上げて居る。

第1圖は製鐵所に於ける薄鋼板壓延作業の順序を圖解したものであつて、先づ2枚の加熱せるシートバーを壓延して折疊み4枚となし此れを加熱して再び壓延して後折疊み8枚となし、此れを3度び加熱し、3度び壓延して仕上げるのである。此の方法は作業中折疊む(ダブル)事2回に及ぶを以てダブル、ダブル式と稱する事がある、此れに對して葺合工場で採用して居る方法は折疊む事

第 1 圖



1 回に過ぎないの
でワン、ダブル式
と呼ばれて居る。
二つの方法の主な
る相違はワン、ダ
ブル式にあつては
1枚のシートバー
から2枚の正板を
作りダブルダブル
式にありては4枚
の正板を作ると云
ふ點にある。

則ち前者の場合
にありては、後者
の場合よりも、材
料としてより小さ
いシートバーを必
要とする譯であ
る。

2. 燃 料

加熱用の燃料と
しては一般にガス
が用ひられて居る
様である、製鐵所
に於いても昨年迄

一部の工場に於いては石炭を使用して居たが、其後混合ガスに変更して、唯今では混合ガス若しくは發生爐ガスを用ひて居る。

私が昨年英米に於ける鋳力板工場を見學した際特に奇異に感じた點は加熱用の燃料としていづれも申し合せた様に石炭を使用して居た事である。舊式なイギリスの工場は別として尖端を走つて居るアメリカの工場に於いてガスを使用してない事實を見る事は甚だ意外であつたのである、もつともガスとして發生爐ガスを使用するとせば、鋼材一噸當りの石炭消費量に於いては直接に石炭を焚く場合に比して、餘り有利ではない様である。

第 1 表

材料一噸當り石炭使用高

第一薄板工場(石炭使用)				第二薄板工場(發生爐使用)			
年 月	材料使用高 噸	石炭使用高 噸	噸當り	年 月	材料使用高 噸	石炭使用高 噸	噸當り
5-4	1,282.498	294.450	230	5-4	2,474.699	510.242	206
5	1,065.250	270.340	254	5	2,758.108	606.632	219
6	1,230.168	305.400	248	6	2,542.726	521.943	213
7	1,217.917	283.800	233	7	2,462.413	538.411	218
8	1,001.275	263.690	263	8	2,177.926	560.299	254
9	1,245.473	267.660	215	9	2,507.570	500.854	199
合計	7,043.084	1,685.340	239	合計	14,923.442	3,258.381	218

第1表は本所に於ける此れが一例を示したものであるが、則ち石炭を使用して居た第一薄板工場の分が噸當り 239kg 發生爐ガスを使用して居る第二薄板工場の方が、218kg と云ふ事になつて居る。其差約 9% となるが、第二薄板工場の方が壓延噸數に於いて約 5% 位大きい事も考へなくてはならない。此れは單に手近かにある一例を擧げたに過ぎないが、大體に於いて薄鋼板壓延用の燃料として發生爐ガスを使用する事は石炭の消費量に於いて、甚しく經濟的であるとは思はれない。

只、それが石炭焚きに比べて優れて居る點は、還元焰を作り易いとか温度の調節が容易であるとかと云ふ様な點であるが、此等のハンデキャップ

はアメリカに於けるが如く、自動的の給炭装置を備へ、メカニカル・ストーカーを設けるとせば、可成りの程度まで縮小する事が出来ると思はれる。

又「Industrial Furnaces と云ふ本の中にロール手の中には立派な板を作るには、石炭の方がより適當であると云つて居るものがある」と書いてあるが、かうした考へ方が漠然乍らも一般に意識されて居るのではあるまいかと思はれる。

處が鋳力板の様な比較的小さい板であると石炭を用ひて加熱しても作業は左程困難でないが、ブラックシート位の大さになると、どうしてもガスを使用した方が、作業が容易となる。特に硅素鋼板などの壓延に於いては加熱温度が 1,000°C 近くにもなるので、石炭焚きではスケールの生じない様にかゝる高温に迄加熱する事は實際の場合として不可能に近ひ。

そこで、ブラックシート及硅素鋼板を製作する工場では、當然ガスを用ひて居る處が多い譯である。殊にドイツでは最近燃料の合理化

が實現された結果、薄板の工場は勿論鋳力板工場の大部分も混合ガスを使用して居る状態である。

粗發生爐ガスと混合ガスとの優劣については、本所に於ける後者の採用後未だ日が浅いために適確な判定を下す迄に研究が進んでない。單に作業上から見れば、兩者共大差がない様である。混合ガスは透明に燃焼するために爐中に於ける加熱状態が、明瞭に識別されるばかりでなく、ドーアを開放しても溢出する黒煙が少いので、發生爐ガスよりも仕事がし易いとも云はれて居る。

兎に角石炭を混合ガスに変更する當初は板の剝離其他に及ぶ影響について、多少の懸念を抱いて居たものゝ、今となつてはそれも一片の杞憂に過

ぎなかつた事が證明された譯である。

3. 加熱爐について

加熱爐の形式としては一般にシート・バーを加熱する爐に於いては、材料を背後より装入して、前面に抽出する、連続式加熱爐が採用されパック (pack) と稱する 4 枚重ね及 8 枚重ねを焼く爐に於いては、パックの装入及抽出を、前面に於いてのみ行ふバッチ式 (Batch type) の爐が用ひられて居る。最近アメリカの雑誌の廣告を見ると、パック用の爐としても Walking Beam pack furnace と稱する連続式の加熱爐が推奨されて居るが、これは鋳力板及ブラックシート製作用としてよりは、ズット厚い 1mm 以上の自動車用鋼板の壓延に於いて、より廣く用ひられて居る様である。私が見學した多くの鋳力板工場の中でも此の式の葉板爐を用ひて居たものは、後に述べるゲーリー工場 (American Sheet & Tin Plate Co. Gary Tin Mill) だけであつて他は悉くバッチタイプのものを採用して居た。

ゲーリー工場の分は、圓形のディスクが爐底に並んで廻轉し、其の上に乗つたパックは加熱されつゝ順次に前方へと押し進められ遂に爐外に出づるのである。

加熱の際に於ける注意としては先づ第一に均一に焼かなくてはならない。此點シート・バーの加熱にありては簡單であるがパックになるとそれが數枚の板から構成されて居るがために、内外共一様の温度に加熱するには相當深い技術と熟練とを要するのである。先づ加熱手は、パックが爐中に装入さると共に長い火箸を用ひて 1 組づゝ爐壁に立てかける、そして爐壁からの輻射熱を吸収せしめると共に、パックを形付くる各板の間に出来るだ

け多量の熱を浸透せしめ、機を見てバタバタと 1 組づゝ爐底の上に倒して、平らに積み重ねるのである。此の倒す時を見定める事が肝要であつて、早過ぎると内部の加熱が不十分となり遅過ぎると、外側が焼け過ぎて、厚いスケールを生ずる、しかも此加熱作業の速度は、壓延作業の速度と完全にピッチを合はさなければならぬので加熱手の任又大なるものがある。事實加熱手の巧拙が歩留の大小に及ぼす影響は、甚だ大なるものがあるが故に、ピース・ワークに於いては、仕上加熱手の分け前は 1 組を統率するロール手に次いで多いのである。積み重ねたパックの山からは上部から 1 組づゝ引出して、壓延するのであるが、此際兎もすれば、爐の奥の方に位する頭の部分が焼き過ぎる恐れがあるので此れを防ぐために、1 組のパックを頭の方へ立てかけておく事がある。

普通パックの爐中への装入方向は、砂其他の異物が内部に飛び込まない様に、折り目を先にして入れるのであるが、かうする時は、折り目の方が爐の奥のより高温な部分におかれるので、より高く加熱される。そしてロールで壓延される時は、折り目の方が先にロールを通る、従つてパックの折り目の方則ち頭の方は、尻の方よりも高温に壓延される事となるので、頭の方が薄く尻の方が厚い板の出来るのは免れない。特に硅素鋼板の様な堅い材料になると、温度の相違によつて厚みの差を生ずる事が大きい。しかのみならず硅素鋼板にあつては、スペース・ファクターが喧しいので、此厚みの差違を尠なからしめるために、作業上不便ではあるが、パックの爐内への装入方向を反對にして居る。すると爐中に於いて、より高温に加熱された尻の方が、後からロールを通過する事となるの

で、此の厚みの差を餘程尠少ならしむる事が出来るのである。

次に注意すべき點は還元焰若しくは中性焰を用ひて加熱すると云ふ事である。後に述べるが如く、重ね板の剝離は薄い酸化膜の力によるものであるが、ルーズな厚い脆いスケールは、反つて板を粘着せしめる原因を形付くるのみならず板の表面を損傷する事が多いので、此れが生成は飽く迄、防がなくてはならないのである。此點はガスを用ひて加熱する際は、容易であるが、石炭の手焚きでは完全に行ふ事が出来ない。

加熱溫度としては、シート・バーに於いて、 $900^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ パックにありては、 $800^{\circ}\text{C}\sim 850^{\circ}\text{C}$ が適當なりと云はれて居る。大體 *C* とか、*Si* とか、*Mn* とかの含有量が増すに随つて、より高温に加熱するを例とする、従つて硅素鋼板に於いては、シート・バーで $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上、パックで 900°C 以上に加熱するの必要を見るのである。實に硅素鋼板製作の要諦は「熱く早く」との二言に盡くると云はれて居るのである。

4. 壓延作業

鉄力板の壓延作業は多くの場合シート・バーの壓延、パックの壓延、共同一のロール機を用ひて行はれて居る。荒ロール機仕上ロール機と2臺のロール機を相並んで、1組となして作業を營んで居る鉄力板工場は極めて尠く、私の知悉せるものではアメリカのゲーリー工場及びドイツのウキッセン工場位である。後者の作業方法は先づシート・バーを荒ロール機にて完全に壓延して4枚となし、其後の作業を仕上ロール機によつて行ふのである。かくする事によつて、仕上ロール機1臺當りの生産を100%増加する事が出来たと稱して

居たが、一寸信用し難い言である。本所の鉄力板工場に於いても、最近一部荒ロール機を備へて荒、仕上兩ロール機を1組とした作業方法を試みて居る。此方法は長期に亘つて、薄物の壓延が出来る事とロールをより有効に使用し得る事の得がある。

ブラックシートの方は、鉄力板と異つて、サイズが大きいので、一つのロール機で仕上るのは困難である。一般に荒ロール機を用ひて、シート・バーの壓延を中途まで行ひ、其後の壓延及びパックの壓延は仕上ロール機に依るのである。本所の第二薄板工場では荒ロール機1基、仕上ロール機1基を以て、1組となして作業を營んで居るが、本所の第一薄板工場及び川崎の製鉄工場では、仕上ロール機2基に對して、荒ロール機1基を配して居る。

其各々の得失については俄かに決定する事が出来ないが、ワン・ダブル式にありては兎に角ダブル・ダブル式を採用するとせば、仕上ロール機1基に付荒ロール機1基を設くる方が作業も容易に生産も擧がる様に考へて居る。

荒ロール機は壓下用のスクリュウを1個のスタンドに付1本しか有しないが、仕上ロール機は概ね2本のスクリュウを備へて居る。中には1本スクリュウの仕上ロール機を用ひて居る處もあるが、2本スクリュウのものに比して、締め切りが大きく、強力な壓下を加へ得られない恨みがある。そこで、前者は厚い板の壓延にはよいが、薄い板の仕上げには不適當である。兎に角ダブル・ダブル式を採用して、8枚重ねを以て、仕上げるとすれば、2本スクリュウを持つた仕上ロール機の方がより優秀であると斷ずるを憚らない。

壓延作業に於いて、一番大切な事は、ロールを完

全に傾使して行くと云ふ事である。一般に薄板用のホット・ロールは、温度の上昇による膨脹を見越して、中低くに削つてある。本所の例を示せばブラック・シート及び鉄力板の壓延の際は、ロールの直径に於いて、 $0.8mm$ 内外、硅素鋼板壓延の際は $0.5mm$ 位深く旋削して居る。

そこで當然かゝる中低くのロールを用ひては、大きな薄い立派な板を作り得ない事は瞭かである。先づ狭い厚い板を壓延して、成るべく多量の熱を迅速にロールの中央部に與へて、膨脹せしめて、ロールの形態をツルウ、シリンダー (true cylinder) に化するのである、此の作業を現場では「ロール温め」と稱して居る。

普通薄板壓延に於けるロールの作業温度は胴體の中央に於いて $350^{\circ}C$ 位、ジャーナルに於いて $200^{\circ}C$ 位である。此中央と兩端との温度の差によつて、中央部がより多く膨脹して、中低くのロールが、ツルウ・シリンダーとなる譯である。

ロールの形態をいつも ツルウ・シリンダーに近く保つと云ふ事が、薄板の壓延に於いては、最も重要な事であつて、ロールが中低くなれば、板はシボつて裂ける恐れがあり、反對に中高かとなれば延びも悪く剝げも悪くなる。

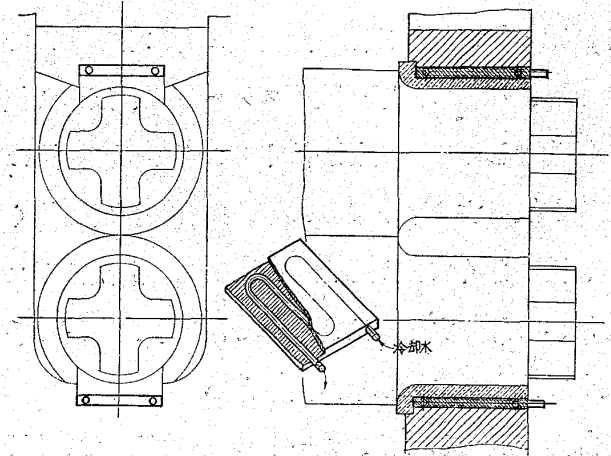
此のツルウ・シリンダーは眞の形でなくて、膨脹によつて形造られた假の姿に外ならない、そこで温度に些少の變化があつてもカーブの形が變つて来るのは免れない、従つて作業が順調に進んで行く間ロールの取扱ひは極めて簡単であるが、一旦ロールの調子を狂はす時は、元の姿に復歸せしめるのが大變困難である。

處で此ロールのカーブを自由に支配し得る力のあるものは、ベヤリング・チョックス (Bearing

Chocks) を間接に冷却して居る冷却水である。

第2圖は其一例を示したものである。則ち今パイプの中を通過する水の量を増加するとロールが

第 2 圖



膨脹して来るし、又減する時は收縮して来る。此の理由は冷却水が、ロールのジャーナルから奪つて行く熱量に大小の差があるからである。今ジャーナルの温度を $250^{\circ}C$ と假定し、水量を増す事によつて、間もなく $200^{\circ}C$ に低下したとすれば、胴體と中央部との温度の差が約 $50^{\circ}C$ だけ増加した事となる。其結果ロールの中央部は相對的にそれだけ温度が上昇した様な譯となり、それだけ膨脹した様な形となるのである。此作用は極めて敏感であつて僅かな水量を増減しても、カーブに驚くばかりの變化を與へる。此事實は人の注意を免れ易い點であるが、薄板用ホット・ロールの取扱ひに關しては根本的なものであつて、ロール取扱ひの巧拙は全く此一事に懸つて居ると云つても決して過言でない様に思はれる。

ロールのカーブは壓延を續くるに隨つて、次第に減摩されて行くので、ジャーナルの水量も1日2日と増して行くのが原則である。而して最後にロールの磨滅甚しく、正規の板を作り能はざる時に及んで、新しく旋削せるロールと組換へるので

ある。

此ベヤリング・チオックスに通水すると云ふ方法は、アメリカの鉄力板工場では行つて居ない。ここでは單にウォッブラーに水をかける位の程度に止めて居る。然し乍ら此方法は極めて便利であつて、かく設備する事によつて、作業は著しく容易となる様である。特に鉄力板よりはブラックシートの様な大きい板になると、其重寶さがハッキリと認められる様である。もつとも其取扱ひについては、細心の注意を拂はるべきであつて往々にして、過量の水を使用せるがために、ロールを過度に膨脹せしめて折損せしむる事がある。

ロールのカーブを變ぜしむるためにガスを用ひて加熱する處もある。然し乍ら此れは主として、冷たいロールを迅速に加熱せんとする際に、役立てるものである。

アメリカの鉄力板工場の中にはスチームと、空氣との混合せるものを、ロールに吹きかけて冷却せしめつゝある處もある。此れは必要以上にロールの溫度を上昇せしむる事は徒らにロールの折損を誘發するのみならず、ロールの摩滅を速進せしめるからである。ヤングスタウン會社のインヂヤナ・ハーボア工場 (Youngstown Sheet & Tube Co. Indiana Harbor Works) では以前ロールの溫度が胴體の中央に於いて、約 380°C ジャーナルに於いて約 310°C 位あつたものが、此方法を採用する事によつて、前者を 310°C 位に、後者を 140°C 位に下げる事が出来て、生産噸數も増し、且つロールの折損も減摩も少くする事が出来たと稱して居る。

上に述べた如く、薄板用のホット・ロールの作業溫度は比較的に高いのみならず、ロールは常にツ

ルウ・シリンドラーに近く危険な状態に於いて作業を営むものなるを以て、其折損の多い事は當然想像し得るのである。

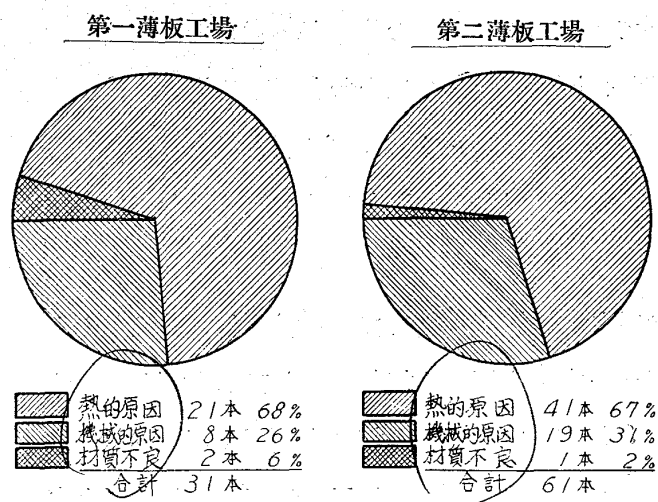
主なる折損の原因を挙げれば次の如くである。

1. 溫度の急激なる變化
2. 壓下過度
3. 材料の加熱不足
4. ロール膨脹過度
5. 咬止及熱變化によつて生ぜる疵
6. ロール材質不良

此等は單獨にて、折損の原因となる場合は極めて稀れであつて多くは、相錯雜して原因を構成するのである。

第2表は本所第一薄板工場及第二薄板工場に於けるロール折損の原因を熱的と機械的とに大別せ

第 2 圖
ロール折損原因



るものである。機械的原因によるものは技術の上達と細心の注意とによつて、容易に減少せしめ得べき性質のものであるが、熱的に起因するものは此れが減少は極めて困難である。

熱的原因と云つても、ロールの溫度が高過ぎで折損する場合は極めて稀れであつて、多くはロールの内外部に於ける溫度の不均衡によるものである。例へば作業中何等かの故障を生じて、壓延

を中止するとすれば、ロールの外部は冷却し内部は高温を保つて居る。かうした場合、再び作業を始めるとよく折損する、又此れと反對に冷たいロールを用ひて、急激に壓延を行ふ時は、板によつて與へられる熱を内部に傳達する時間がないために、外部は高温となるも内部は冷たい状態を保持して居る、かうした場合にも折損を起し易い。

そこで冷たいロールは先づ電気ヒーターを用ひて内部迄 200°C — 300°C 位の熱を與へて後作業にかゝると比較的に安全である。此際ロールは作業の始めから高温となつて居るために、前に述べたロール温めなる作業を省く事が出来て、それだけ能率の擧がる得もある。

作業を中止する事は、ロールの取扱上危険であるばかりでなく、温度が下がり、カーブの形が異つて來るので、其後の作業が困難となる。そこで薄板の壓延に於いては止むを得ざる場合の外、作業を中斷する事なく、食事も交代に行つて、終始一樣のピッチを以て、仕事を進めて行くのを必要とする。

重ね板の壓延に於いて、一番大切な事はなんと云つてもよく剥げる板を作ると云ふ事である。大體8枚重ねて壓延した板が1枚づゝバラバラと剥げて行くのは、相隣れる二つの板の重ね目に生ずる薄いスケールの膜の力である。則ち板は此スケールの薄膜を界にして二つに離れるのである。そこで剥げる板を作るには、先づ第1によい性質の酸化膜を作る事が必要であり第2に、此酸化膜を破壊しない様に、板を伸ばして行くと云ふ事が大切である。

性質のよい酸化膜とは薄くて板にしつかりと一樣に引き着いてクラックの入らない様に板と一諸

に延びて行くものである。

「経験によると、よい酸化膜は爐のガスの中に水蒸気が含まれてない場合には作る事が出来ない」と書いてある本があるが、なんと云つても材質的に Si とか P とかを相當量含有して居ると云ふ事が大切である。

Si を含まない P の鈎い板を壓延して剝離して見ると、板と板との間に生じたスケールが一見極めて脆い性質のものであつて、板と共に辛うじて延びた形跡のある事が窺はれる。そこで此スケールは、壓延の際容易に引きチギられるので板の表面の或部には、地金の肌が表はれ、或部にはスケールが厚く重なり合つて、そのために、相隣れる板の境界がデグザグとなつて、剝離を不可能ならしむるのであると考へらる。そこで重ね板の材料としてはどうしても相當量の Si か P の含有を必要とする譯である。

Si があると、スケールの生ずる際酸化して SiO_2 となるそして、此 SiO_2 が、スケールの性質を變じて、展性のある板と一諸にカツチリと延びて行く様なものを作ると考へて居る。兎に角 Si の含有量が増加するに随つて、板の剝離は容易となつて、 Si 0.8% 以上を含む珪素鋼板の壓延に於いては、可成りに粗雑な作業を營んでも板の剥げない懼れは殆んどない。

然し乍ら剝離が容易になると云つても Si の量を無暗に増加する事は出来ない、それは材質が Si が増加するに随つて、著しく堅さを増して、加工を困難ならしむるからである。特に鉄力板に於いては、 Si はどうも板肌を粗雑にする傾向があるばかりでなく、堅いためにコールド・ローリングの効果を減少せしめるので、鍍錫量を増加せしむる缺

點がある。そこで鋳力材としては S_i の量を 0.05% 以下に止め、 P の量を 0.08% 内外に引き擧げて、剝離の力を一部 P に求めて居る。

P の剝離に對する力は S_i 程顯著ではない様であるが、大體同じ様な性質を持つて居る様に思はれる。

ブラックシートの場合に於いては、板の肌は鋳力板程喧しい事もなく又板のサイズが大きくなるので、其製作を容易ならしめるために、 S_i の量を増して 0.1% 位に P を尠く 0.05% 位に定めて居る。

次に此酸化膜を破壊しない様に板と共に延ばして行くには、次の注意が必要である。

1) パックは均一に且つ適温に加熱されなくてはならない。

加熱がムラであると延び方もムラとなつて、酸化膜は當然引きちぎられる。温度が高過ぎると、生ずるスケールが厚くなりガスを含んで脆いものとなる。

2) ロールは常にツルウ・シリンダーに近い形態を保たなくてはならない。

3) 壓下は不同であつてはならない。

ロールの組込方などが、不適當なる時は、上ロールが左右に移動して、各パス毎に壓力の加はり方が異なり容易に酸化膜が破壊される。

4) ロールが不良であつてはならない。

ロールが軟質であると、板の伸び方が悪く、従つてより多くのパスを必要とする。そこで酸化膜が破壊される。又時によるとチルド偏心のために一部軟質の部分を持つロールがある。かかるロールを用ひて、作業を営む時は、此部分の行ふ壓下が不足なるがために、不同の延び方をなして、酸化膜

が破壊される。

5) ロールへの板の咬ませ方は正しくなくてはならない。

これはロールが摩滅した時によく起る場合で、一般にロール使用開始後一兩日にして、板の通過する道が形付くられる。此軌道を外して板を咬ませると、酸化膜は破壊される。

6) 板の折疊み方は正しくなくてはならない。

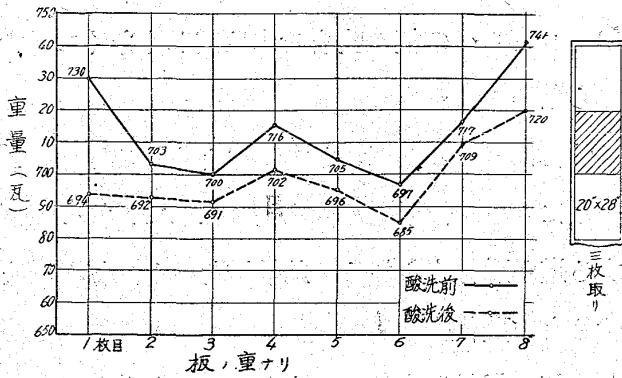
これは主として、ロールが冷たい場合若くは材質が著しく堅い場合に見らるゝ事であつて、かかる場合には板の頭の方が廣く尻の方が狭くなる。此の時は常に板の中心線が相重なる様に折疊む事を要する。

次に重ね板の壓延に於いて、苦心を感じる點は厚みの問題である、均一なる厚みを有する板を作るには先づシート・バーが均一でなくてはならず、パックとなす際の切捨て及仕上げる時の長さなども同一でなくてはならない。然し乍らよし此等のものが、完全に理想的に行はれたとしても厚みを均一にする事は出来ないのである。

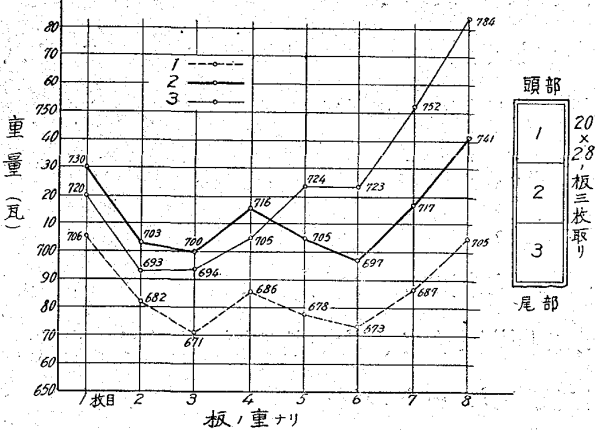
大體重ね板に於いては、外側の板を厚く、内側へ行くに、連れて薄くなつて行く傾向がある。此れはパックとして、壓延を行ふ際外側の板は冷却して、内側の板よりも延び方が尠くなるからである。

第 3 圖は鋳力板 3 枚取 8 枚重ねの板の 1 組を、1 枚づゝ重量によつて表はしたものである、4 枚目 5 枚目の比較的厚い理由は、此等の部分は 4 枚として壓延の際、外板となつて居たためである。點線は上の板を酸洗せる後の重量を示したものであつて、外板に於いてスケールの多い事は當然である。そこで外板の酸洗滌は他の板よりも長時間を要する譯となるので、本所鋳力板工場では

第3圖 8枚重ねの板の重量の相違



第4圖 板の頭と尾との重量の相違



剥離作業に於いて分離して、外板のみを集めて別に酸洗滌を行つて居る。

次に加熱作業の際に述べた様に、板の頭の方はどうしても尻の方よりも薄くなる。第4圖は鉄力板3枚取8枚重ねの各板酸洗前の重量を示したもので、1から2へ、2から3へと次第に重くなつて居る。3の上4枚の板の重さは1と2との間に居るが、此の4枚の板は「4枚」の時頭部をなして居た部分であるからである。但し此れは一例を示したものであつて、中には3の板は此れと違つて、極めて不規則な重さを持つた場合もあるが、1と2とはいつもよく似たカーブを形付かつて居る様である。

處で此板を酸洗すると中で一番重いのが758gr、一番軽いのが662grで其差12%位となる。此れなどは重量の差の甚しいものであらうが、2枚の

シート・バーを用ひ同一なる加工によつて生じた24枚の板の中にも此位の相違がある場合がある。故に異つたシート・バーを用ひ異つた加工條件を考へる時は、容易に厚みの可成りに違つた板が作らるゝと云ふ事が想像され得る。

そこで鉄力板工場に於いては、鉄力板に仕上げ後検定を行ふ際、甚しく厚いもの若しくは薄いものは此れを撰り分けて居る。

なんにしても板の厚みを出来るだけ均一にするに云ふ事は、此れからの板の向上と共に直面せなくてはならない一大難關であると信ずる。

5. 結 論

以上述べたるウェールズ式の壓延方法の缺點は、それが機械的の操作による事少く、専ら人力によるものなるが故に、極めて過激なる肉體勞働を要すると云ふ點である。約36kgにも餘る灼熱せる鋼板を火箸の先で振り廻さなくてはならないので、餘程頑健なものでなくては壓延職工としての責務が果せないのである。

従つて當然壓延作業に於いて支拂はるゝ勞力費は大きく、本所鉄力板工場に於いては、全勞力費の約45%を占め、薄板工場に於いては約65%を占めて居る。アメリカの鉄力板工場では、此れが約54%にも達し、ピース・ワークに於けるロール手の所得1日約15ドルとの事である。

此處に於いてアメリカに於いて、先づ此作業を出来るだけ機械化せんとする試みの相次いで擡頭して來るのは當然の歸結とされなければならない。

其中にありて、最も異色ありて、眞に薄板工業に於いて劃期的なるものなりと稱せられつゝあるものはアームコ會社のパテント Continuous Rolling

Method の此方面に於ける進出である。

先に挙げたゲーリー工場は、此方法を最初に採用した鉄力板工場である。材料となるスラップの大きさは、3'×32'×72' 位で、重さ約 750kg 此れがチャップマン式加熱爐によつて、約 1,200°C に加熱されて數臺のロール機によつて連続的に壓延されるのである。初め 6 基の荒ロール機によつてゲージ 9# 位に壓延され、續いて 4 基の仕上ロール機によつて、ゲージ 16# (1.6mm) 位となる。そこでスラップは數分に於て、長さ約 50m 米位の長いリボンに化する譯である。此れを冷却床に運んで冷却し 2 枚づゝ重ねて切斷し折疊んで 4 枚となし、鉄力板工場プロパーに供給するのである。そこで鉄力板工場では、シート・バーを材料とする代りに、此れを 1 回壓延した 4 枚から出發する事となる。従つて壓延作業は仕事を半減されるばかりでなく、容易に前記 Continuous pack furnace も利用する事が出来、又ロール後面の捕手を省略する Automatic Catching Machine を備へる事も出来て、作業能率が擧げられる譯である。故に勿論其生産も高く一般鉄力板工場が、ロール機 1 臺に付 10 人の職工を以て 8 時間に 6 噸の生産をなすに對して 7 人にて 10 噸の生産を行ひつゝあるとの事である。

然し乍ら此偉大なる連続式壓延方法はアメリカに於いてすらも一般薄板製造界に於いて、歡迎されて居ない。其れが有する缺點としては次の條項が擧げられて居る。

1. ストリップ壓延工場の建設費が莫大である。
2. 製品のサイズが均一でないに能率が擧げられない。
3. 多量の生産をなすに非れば、應用する事が出

來ない。

特に昨年来の不況襲來に際して、いち早く最も大なる打撃を被つたものは均一なる製品を大量に生産する工場であつた。そこで一時はシート・インダストリーを完全に風靡するかと想はれた Continuous Rolling Method 禮讚の聲も大分下火となつて、最近に於いては「最もよく設備された工場とはいつも 100% に近い能率を以て作業し得るのである」との意見が力強く叫ばれる様になつた。

薄鋼板の壓延方法として、此言葉に近いものは、ウエールズに革を開いて此處に 200 年、最近に到るまで僅少の進歩しか行はなかつた、上記ウエールズ式壓延方法である。

それは一部設備を變更する事によつて、鉄力板原板ブラックシート、硅素鋼板及びアート・メタル等を作り得るのである。

そこで最近に於いてはアメリカに於いても、此システムが有する伸縮自在なる融通性を保ちつゝ、一方出来るだけ此方法を機械化せんとする試みに賢明なる努力を續けつゝある様である。前に述べた Continuous pack furnace, Automatic Catching Machine さては又 Automatic Doubling Machine などは此の現れの一つである。

彼の廣大なるアーケツトを擁して均一大量生産によつて鋭意生産費の低減を計りつゝあるアメリカに於ける最近の傾向がかくなりとせば、狭小なる市場を有する其他の諸國に對して残されたる道は、餘りにも瞭かである。

時代は動く、其變轉の速かなるは到底吾人の端倪を許さざる處であるが、猶當分の間、ウエールズ傳來の此壓延方法は薄鋼板壓延方法の鼻祖として、搖ぎなき王座を占むるものであらうと信ずるものである。(終)