

し。  
實に本方法に依り冶金學上初めて鑄造術の勝利を實現し且つ人力に依る方法の場合に較べ機械に一段の進歩を與ふるものなり。(完)

## 薄鋼板の可能なるべき改良壓延方法

莊 内 桂 郎

(カーネギー工學研究所の教授にして元アメリカン、シート、アンド、チンプレト會社技師長であつたサムナー・ビー・エリー氏は米國機械學會と西部ペンシルヴァニア州工人會との臨時聯合大會に於て今年四月二十九日表題の如き講演をした。本稿はメカニカル、エンジンヤリングに載せてある梗概から譯したものです。)

最初の鐵板は恐らくハンマーで打つて作つたらうと思はれるが、粗末極まるものであつたに相違ない。併し壓延機の使用は一七二五年乃至一七三〇年の頃に始まつたが、稍々薄板らしいものが出來たのは其の數年後の事である。此の當時から今日に至るまで薄板を壓延する機械の概型は變つたところがない。今日の薄板壓延機を昔の夫れと比較すれば、其の大きさとして強さに於ては巨きなものになつてゐるが、大いさと強さの増大の外に差別を認めるものがあらうか。現今未だ連續薄板壓延機がない。又運轉ローラーテーブル乃至自動ガイド等もなく實地上すべて手でやつてゐる。

以上述べたところには少し限定を加へる必要があるかも知れない。時折、小さな仕掛が使はれる事がある。例へば壓延の際キヤッチャーがロールの上を越してバックをローラー(壓

延機の前面に居る職工)に渡すのに蝶番ヒンジを用ひた臺を取つて之に便する場合の如き之であるが、此の仕掛は人數を少くすると云ふ意味では勞力を節約する事にならない。揚げ臺及びコールドロールの補助附屬物の如き仕掛は、人力を少くする傾向があるとしても、兎に角斯くの如き小さな改良は薄板壓延機に於ける眞の變遷と見做す事が出來ぬし、又一般に用ゐらるゝに至らない。

併し或仕掛では薄板壓延機に要する人間の數を少くするたに出來たものがある様である。例へば捕捉機(メカニカル・キヤッチャー)即ちロール間から出て來る薄板のバックを捕捉し、自動的に之を揚げて壓延工に返へすものの如きは、機械的に可能の様に思はれ且つ完全に動作すると思はれるが、其の節約の程度は豫期通りに行かぬ様に思ふ。

### 薄板壓延に於ける適當なる加熱の必要

厚い方の鋼板の製造に當つては加熱溫度が比較的高さ或範圍がある。併し薄板の場合には熱が丁度適當したものでなければならぬ。例へばバーの壓延を始める場合、即ち爐から出て來て壓延機を最初に通過せしめる際でも、熱が低過ぎればスケールが起きぬため此スケールは薄板に壓入せられて面を粗雜にし、且つ引續きバックの儘壓延するとくつくく様になる。薄板壓延で完全に奇麗なバーのみを受ける事が出來れば熱が少し下り過ぎて居ても別に損傷が生じない譯であるが、實地上バーは皆スケールがあり従つて此の通りに行かぬ事になる。

併しバーがペヤ加熱爐から溫度が下り過ぎた儘で出る代りに、少し熱が高過ぎると尙面倒な事が起る。大きな薄板ロー

ルは壓延工が豫期するよりも早く熱せられ、膨脹を始め上  
下ロールの接觸線が不正になる。更にバーの熱が高過ぎるた  
めに正規よりも軟かであり従つて豫定の量丈け跳戻らぬた  
め、此のバーをチルドロールで壓延すると兩側よりも真中の  
薄い板が出来る。適當な温度のバーでは中央で長過ぎず、兩  
側で長い薄板が出来る、壓延工は「角」と云ふ。端の丸い即ち  
中央で長過ぎる板が出るとロールの中央の「膨れ」が分り、  
「角」のある板が出るとロールに「凹み」がある事が分る。扱  
端の丸い板を角のある板の上に載せ、此の二枚を再加熱して  
一緒に壓延すると此のバックは不均等に引かれるため、バッ  
クの後端に於てずれるかピンチを起す。

壓延工が非常に注意して調整スクルーを加減してピンチを  
防ぐ事が出来ても、過熱のために出来たスケールは、處々浮  
上る丈けて板に喰入りバックは方々くつつき、無理に離さう  
とすれば破れる。

薄板壓延に關與してゐる人はロールを適當な熱に保ち、以  
て適當な形狀に維持して斯くの如き薄物の壓延を行へば成功  
する事を確知してゐる。壓延工は恐らく無意識にロールのス  
プリングを見込み、種々實地にやつて見て適當な温度を見出  
し、ロールの形狀を正しく保たしめるらしい。尙、板に表は  
れた角の形狀はロールの形を表はすものであるから注意して  
見てゐる。各壓延の間に時間を置かず、餘り早く壓延すると  
ロールの形が崩れる事が知られてゐる。と云つて餘り遅く壓  
延してもいけない。又薄板をロールの同じ場所にはかり入れ  
ると故障を起す原因になる。壓延工は冷たい風其他ロールの  
温度を變ずべきものに對しては常に注意して防ぐ事を怠つて

はならぬ。

近來作業を休んでゐる時にはロールに瓦斯を燃やしてロー  
ルを膨脹させ作業中は蒸氣を吹付けて膨脹を控へ目にさせ之  
等の困難を防いでゐる。

#### 重要な要素たるロール頸部の摩擦

他の最も重要な要素はロール頸部の摩擦であつて通常之は  
其の量を見積る事が無い。例へばバックの仕上に當つてロー  
ルの一方の頸部にグリースを遣り一方にやらないとすればパ  
ックは乾いた頸部の側に長い角を出す。此の理由はグリース  
を遣らぬ頸部の摩擦が大きいため此の側に於てロールが熱せ  
られて膨脹するからである。著者の信ずる處に依れば如何な  
るところに於ても所要馬力の六〇乃至九〇%は頸部摩擦に打  
勝つに費される。併し正確な數字は示されない。之はロール  
の設計に於て最も重要な事柄であるが未だ此の問題に關する  
科學的の報告がない様である。

カーネギー工學研究所のタグルユー・トリンクス教授は實  
驗用壓延機を作り壓延の問題に關する各要素を調整する方法  
を立てゝゐるが、此種の機械を設置する事は望ましい事で一  
般にすべて鋼の壓延に關する定まつた數値は非常に要求され  
てゐる。此の機械に於てロールの壓力と擴がる力を決定する  
目的の裝置に就いてはメカニカル、エンジニヤリング(一九二  
〇年、一月)にダヴェルユー・ビー・スキングル氏(當時カーネギ  
工學研究所の壓延機研究部長)が略述してゐるものがある。  
熱壓ロールの作業中藍色になる事があるが此の色は華氏の  
約五百五十度に相當するらしい。此の温度は更に高くなる事  
がある。併し、七百五十度に達すると灰色になり、其後間も

なくロールの破壊を來す事がある。全く暗い室で見ると九百度(華氏)位になるとロールがほんのり赤んで見える。勿論ロールは兩側よりも真中が熱く頸部になると尙冷たい。之は頸部でよくグリースが燃える事があつても其の燃焼温度は色で見たらロールの温度より一般に低いからである。

薄板壓延機の沿革ではロールの直径が漸次大きくなる傾向があつて現今では三〇吋のものがあるが、著者の知るところに據ると三十二吋のものが用ひられた事がある。ロールの直径の大なる程壓延製産高は増加する。ロールの直径の大なるにつれて其の温度の變化の割合が少いからである。併しロールの大いさには明らかに制限があつて(斯くの如く重いロールを取扱ふ實地上の考慮を別にして)ロールが大きくなれば輻射面も増し冷却が早まるわけである。容積は直径の立方で表面積は直径の平方のみで變化するが之は冷却の問題には間接の關係を有するのみである。尙ほ記憶すべきは同一の全壓力に對して曲線半径が大きくなると鋼を伸ばす割合が少くなると云ふ事である。

ロールの破壊と云ふ事に關しては、壓延のストレスに依るものでなく、不平均な膨脹に歸すべきもので之はロールが運轉時間中暫時中止した様な場合に時々破れる事實に徴するも分る。

#### 連續薄板壓延機の可能

扱て連續薄板壓延機の可能性に就て考へて見ると約十四年前ユー・エス・スチール・コーポレーションがペンシルヴァニア州サウス・シャロンに於て頗る莫大な金を投じて一基の連續薄板壓延機を設備した。之は普通の二重ロール數基を串形

に据附けたもので板は一組のロールを出てから次に入り、同時に二基にある事がなく機列の或點で自動的にダブリングもマッチングも出来る仕掛であつた。之を用ひて全般に亘り綿密な試験を行つた上げ句、此の設備を撤去し普通方法のものに改めてしまつた。

之から見ると現今の壓延機を用ひて連續式とし薄板を壓延するには非常な困難がある事が明瞭である。他の問題は別にしても斯く多くの異なるロールを同様な膨脹をさせ同様な形状に保つ事は出来ぬ様に思ふ。當時は瓦斯やスチームをロールに吹掛ける今日の方法が知られてゐなかつたから之を用ひたなら少しは助けになつたかも知れない。併し此の様にして更に薄手のものを壓延する段になれば、之よりもつと確實な方法が工夫されねばならぬ譯である。厚いもの例へば十番、十二番位のは斯うして壓延されるとしても此の厚物には亦別に満足な型の壓延機があるので此の目的のために薄物の自動的壓延に進む必要はないのである。

鋼を絶對的に一定温度に加熱する或種の方法(例へば電氣爐の或型の如きを使用したら出来るかも知れぬ)及びロールの形状を保持する方法を考へる必要がある。ロールの心を通じて穴を明けて鑄造し、スチールを入れるか、中で瓦斯を燃やすものが出来た事があつた。併し其の形状を保つ事が出来ず、結局、役に立たぬ事が分つた。實地上前述の瓦斯やスチームをロールに吹掛けるものもつと可いのである。恐らく將來に於けるロールは定温度の爐内に置かれると思ふが軸受其の他の部分に至つては問題であつて未だ解決がつかないものである。

## 成功せるオーストリアの薄板壓延機

廿年も前であつたが著者は北部オーストリアのテプリツ町で連續壓延機を見た。之は極めて面白い機械であり著者としては此の種の唯一のものであると思つてゐる。二重連續ロール五基を備へてゐるが何れも同様で直徑二十三吋八分の五、長さ五十九吋である。此の前には一基の小三重ロールがあつて其の右方には少し大きな三重ロール一基がある。八吋スラブを大きな三重ロールに送つて厚さ三吋乃至四吋に粗延する。此のスラブを次に半分に切斷し再加熱爐に入れる。それから半分したものの一を小さな方の三重ロールに送り厚さ三十二分の九吋(七耗)に壓延し、再加熱をせずに連續壓延機に送る。此の厚さ(三十二分の九)は常に同一で最後の仕上厚さを與へるための縮小は連續壓延機で變へられるのである。

薄板は長さ六十尺で仕上げられるが勿論同時にすべての機に行渡つてゐる。板は一板づゝ壓延されるのが普通で決してバック乃至ダブルの儘で仕上げる事がない。幅は四〇吋乃至五〇吋である。各機の中心距離は約九呎で別に遊びロール又は自動テーブルを用ひず、板の迂る機と機との間には一枚の鑄鐵板と高さ六吋乃至八吋の固定ガイドのみを使用してゐる。齒車に依つて第一基は三十回轉(一分間)第二基は三十七回轉半、次は、四十五及び五十二半、最後のスタンドは六十回轉する。著者が此の工場を見た場合には拾二ゲージで仕上げ居たが、五基の總縮小率は約五十八% (七耗より三耗に壓延)であつた。

此の式のものには極めて興味ある點が少くない。第一に斯くの如き薄手の板を五臺のロールで同時に挾まれて居ても別

に故障がない事であるが、一般に云つて鋼がロールに曳かれる事に就いては色々複雑した關係もある。併し事實上曳く力があつたとしても小さいものと思ふ。勿論之は鋼が自由であつて別に外力で支えられて居ないとしての事である。鋼に働く種々の力の合力は垂直であるに違ひない。何となれば之が或角度を有するものとせば釣合はぬ水平分力があるべき譯で之がため加速度を生じて鋼材は次第に早くなる理である。斯くの如き作用の起らぬ所を見れば此の合力は垂直に違ひない。故に各ロールの機間に於て速さと縮小率が正確であれば板は別に引裂れる事がない筈で、勿論ロールの形狀も正しい事を必要とする。此の連續式は「ロールの形狀を調整し得るのみならず、各スタンド間の速さと縮小率をも適當に調整する事が出来るものであつて、少くとも十四ゲージ位の板を一枚づゝ壓延するには可能である」事實を示してゐる。

面白い點の今一つは、板の後端は前端よりも厚くなつて出て來る事では連續壓延中熱が速かに失はれる爲めである。仕上板を見ると長さ六十呎のもので、前後兩端に於ける厚さは各々二耗、二耗半であつた。此の機を經濟的に運轉するには此の長さで作業し、長い板を後に短く切る要がある。そして厚さの相違が分らぬ様に、厚さの似たもの同士を選ぶのである。

著者の聞く所に依ると此の工場は餘り經濟的の成功をして居なかつたらしい。それは之等の特別なゲージのものが必要は餘り無く従つて引續き作業する譯に行かないからであるが、尙ほ此の機列を動かす機關は約一千馬力で總體として満足なものではなかつた。

二枚の薄板をバックとして壓延する實驗は餘りやらなかつた。之は爐の構造が之に適當する様に出來ないからであつた。併し僅か一二回やつた實驗に依ると誰も豫期する通り板が薄くなるにつれて厚さが一定でなくなる事が分つた。逆轉式二重ロール機ならば熱い端と冷たい端とを交互に喰込ませて、此の厚さを一定にし、連續式の五基のロールよりも満足な結果が得られると思ふ。故に自然十二ゲージ乃至十四ゲージの薄板を壓延する最良方法としての問題にならう。

次に又此の十二乃至十四ゲージを特殊な式のもので壓延して之を材料として普通の二重薄板壓延機で仕上げる事も先づ出來ない相談と思はれる。薄板とロールの形狀が適合しないだらうし、一二のバックを注意して壓延してゐる間にスクラップとしての損失は莫大であらう。事實經濟的に試験した事があるが失敗に終つた。薄板材壓延機の代りにユニヴァーサル鋼材壓延機で出來たものから始めて薄板壓延の費用を輕減する事が出來さうに考へられた事もあつた。ユニヴァーサル鋼板の七乃至八ゲージで、巾の正確なものを適當な大きさに剪斷したならば、現今粗延方法としてゐるものから始めるのと同じ譯にならう。併しユニヴァーサル鋼板の價格を勘定に入れると儲けがないか、又は甚だ少い様になる。更に良い作業をやるに就ての困難が非常に増加して來てゐる。

最初一寸考へると、二重逆轉ロール機でバックの儘うまく壓延し得る様に思はれる。互ひに同一關係にある同一の二つのロールと鋼板の同一バックとの状態は普通の壓延機に於て現今我等の見てゐるところである。そして逆轉式ローラー、テーブル等を備ふれば、ロールの各組に對する噸數が増加せ

ずとも勞力の省略は確かに大きい。併し茲に記憶すべきは逆轉式壓延機では、最初薄板バックの一端を喰込ませ、次には他の一端を喰込ませる事と、此の薄いバックは最初一方向に引いたら次には反對の方向に引張られる事、尙ほ一つは、バックの兩端は等しくない事である。それで普通の二重式のものでは甚だ違つた状態がある譯である。此の薄板壓延機の問題は實際問題ではあるが著者の私見に依れば其の合理的解決方法としては科學的實驗あるのみである。實地と云ふ事は別に大した解決を與へない様に思ふ。更に吾人の必要は智識としては壓延に於ける諸種の作用、壓力の状態、熱の分布、輻射及び摩擦等である。充分は數値と結果とが分つたならば別に求めずとも新しい方法が現はれて來るに違ひない。(完)

## 恐るべき印度鐵鋼業

(Iron & Coal Trade Review Nov. 1921)

足 立 生

印度に於ける亞細亞鐵鋼組合(資本金二〇、〇〇〇、〇〇〇磅)最近の報告は世界鐵鋼市場に於ける印度鐵鋼業の競争可能なることを報告し更に一般の注意を喚起せり、過去十年間に於て印度鐵鋼業は漸時進歩して生産費に關しては合衆國の競争者となり生産額に關しては遂に合衆國を除く他國に競争するに到らんとする狀況なり。

### 一、鐵鋼業發展の沿革

印度鐵鋼業の歴史は簡單なり一八八〇年に一會社の設立あり、バラカルに於て銑鐵の製造を開始せりベンガル鐵鋼會社