

孔型の形状と壓延材表面疵との關係 (Ⅱ)

吉 田 亮 英*

THE RELATION BETWEEN ROLL PASS DESIGN AND A HAIR-LIKE CRACK OF WIRE ROD

Ryūei Yosida

Synopsis: The author formerly reported that, as the method of preventing the cracks on the surface of steel, it is desirable to reform the shape of pass of the oval-square-oval series.

And now, as a result of various kinds of tests on rolling, it was recognized that the oval-round-oval or oval-oval series is more successful.

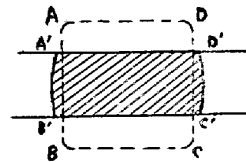
I. 緒 言

前報で著者は表面疵發生の誘因となる内包型壓縮を避ける孔型列の一例に就て丸棒表面疵の防止法を述べた。従來斷片的にはこの表面疵及其防止法に就ては二三の文献もあるが何れも表皮的に過ぎる嫌がある。扱て別に疵そのもの、正體に就ては本誌第 36 年第 3 號誌上では高島氏の詳細な注目すべき論文がある。大體壓延中生ずる表面疵はその作業上から見ても原因は可成多いのであるが、特に材料の變形機構を検討することによつて、孔型の形状を改良すれば相當減じ得ることが種々の試壓の結果明白にされたので補遺的研究をも一括して報告する次第である。

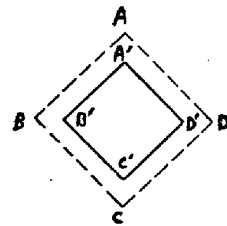
II. 各種孔型による變形の基本的考察

表面疵を防止するに當つては當然常に壓延材表面の狀態に就ては最も注意を拂わねばならない。毛狀疵は常に壓縮を受けた材料の表面に發生するものであるから、先づ壓延作業で壓縮される表面の收縮の仕方如何が問題である。原則としてこうした表面疵を嫌う材料では、壓縮率を餘り大にとらない事が諸家によつて定められている様であるが、之には條件が必要である。何故ならば、壓縮率の大小のみを論ずるならば、先づ表面の收縮狀態を比較して考えなければならぬからである。

例へば第 1 圖に示す様に、ABCD の正方形斷面を有する材料が、圖の様にしてその斷面積が 1/2 に減少される時は \overline{AB} 及 \overline{CD} の長さは擴がり其他による變化を抜きにして考えると 1/2 に收縮するが \overline{AD} , \overline{BC} は壓縮前後に於て殆ど變化がない。つまりこの場合では A B C D は AB, CD の收縮のみに依つて壓縮されていることになるわけである。之に反し、同様の正方形斷面を



第 1 圖



第 2 圖

第 2 圖の如く各邊一樣に壓縮して斷面積を 1/2 に壓縮すれば斷面の周圍長さの變化は

$$\overline{AB}^2 = 2\overline{A'B'}^2$$

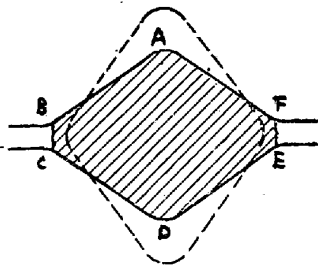
であるから

$$\overline{A'B'} = 1/\sqrt{2} \overline{AB}$$

つまり正方形の各邊が一樣にこの比で壓縮されることになる。斯様に同一壓縮比であつても表面の收縮の狀態は種々異なる場合があるから、なるべく全表面が一樣に收縮する様な壓縮方法が望ましい。

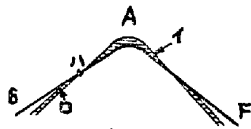
さて、この點のみについてみれば、第 2 圖の様な壓縮方式は良好である様に思われるが、實際上には矢張二三の缺點がある。一般にこの方式はダイヤモンド孔型又は正方形孔型として用いられているが、これは少し嚴密に云うならば不等邊六角形孔型である。何故ならば壓延材がこの孔型を充滿するに當り、擴がり之に應ずる孔型の兩側部の關係が良好でない材料の孔型との接觸面 B A F 及び C D E とライディング部の自由面 BC, EF 面と

* 不二越鋼材工業富山製鋼所



第 3 圖

の境界は第三圖に示す様にロール面と材料との間に働く附着力の爲鋭く區別されるからである。この爲 B C E F は角張る。又 B C, E F 面は全壓縮過程を通じて自由面である爲摩擦等の束縛を受けないから、他のロール接觸面よりも多く収縮し表面は凹凸が多いか、皺を生じている。もう一つ問題になる事は、この種の壓延を受けた材料を任意に抜取つて表面を酸腐蝕してみると、A B, A F 及び D C, D E の面に毛狀の短小な疵が往々見られることである。之に反し A 及び D の頂部は孔型と最初から近似的に殆ど全面接觸し又壓力も最大に働く部分であり最後まで密着壓迫され孔型面と褶動することがなく、従つてこの部分は被覆スケールは最も薄く毛狀割れ疵も全然生ずる事がない。



第 4 圖

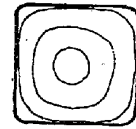
この現象は第 4 圖に見る如く壓下と擴がり等の變形過程を分析して考えれば I 斜線部が壓下されてそれに相當する斷面積の一部がロの如く擴がつてゆくとすれば、絶えずハの部分に孔型面に抑制され乍ら移動する作用がある。

之は當然輕度の内包型壓縮を想起せしめるものである。この爲に表面に破斷疵や皺疵に近いものが生成すると考える。この種の缺陷は千鳥形孔型にする事によつて防止出来る点からも斷定し得るのである。

然し千鳥形孔型はそのまゝで材料を操入するのでは非常に材料が轉倒し易く正方形若しくはダイヤモンド孔型に比して餘計な装置を必要とし作業そのものは能率的でなく、又ロール長さ當りの孔型數も減少する。この缺陷は高速度鋼の如き硬度の高いものでは左程ではないがクロム鋼等では既に頻繁となる。もう一つの缺點は有害な過充滿を防止するにはダイヤモンド孔型よりも壓縮率

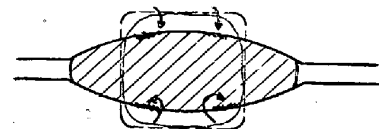
が低下する事である。この事はエツチングされた進入材が次の孔型に入る場合を圖示してみると容易に首肯し得るであらう。

千鳥孔型のみならず一般に外膨みのある丸味のついた孔型は表面疵防止上には次の様な利點がある。例へば楕圓—正方形—楕圓系の變形列に就て正方形孔型が丸味のない輪廓で角隅部も面取が不十分な所謂角張つた形状のものは第 5 圖に示す様にこの尖鋭な角隅部程温度の低下が著しい。従つて表面より中心部に向つて同一深さであつても温度分布は不均一である。この爲當然塑性性能の差を生じ之が楕圓形孔型に入ると過冷された角隅部から前報の如く先づ壓下される結果進入材を酸腐蝕してみると第 6 圖イ, ロ, ハ, ニの部分に集中した毛狀疵が発生しているのが明瞭に見受けられる。更にこの角隅部は硬度



第 5 圖

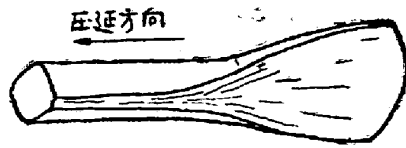
ロ イ



第 6 圖

も高いのでオーバル孔型もこの部分が先に荒らされる。この種の缺陷は又オーバルに入る角鋼がガイド其他の装置が不良の爲左右に振れ乍ら噛込まれた場合にも見られる。この種の弊は前報の如き四邊に丸味を持つた角隅部の面取りが充分になされた正方形孔型使用の場合には現われない。

正方形孔型が或程度以下の小寸法のものでは角隅の面取のみで結構役を果すことが出来るが、この場合の面取の半径は、邊長の約 1/4 より小でない事が望ましい。扱つてこの系列でもう一つ注意を要する事は、もしオーバル孔型が餘り扁平であると、之は壓縮率のみの觀點から云えばこの方が能率的であるが、表面疵防止上より見れば決して好ましくないと云うことである。オーバル孔型は扁平な程材料の壓縮抵抗は増大し孔型面の磨耗や肌荒が容易である。この孔型を通過した表面の悪い材料が角孔型を通過すると第 7 圖の様に流線が集中し角鋼の兩側がまづくなる。之は第 3 圖の例のより悪い場合に匹敵する。著者は偶然にもこの例をコップルを得る事によつて確認したのである。之はオーバルを太短いづんぐりと



第 7 圖

した形状のものにし、壓縮による自由擴がりの妨げのない所謂外膨型壓縮をする様な孔型にすれば防止出来る。

III. 改良孔型列に就て

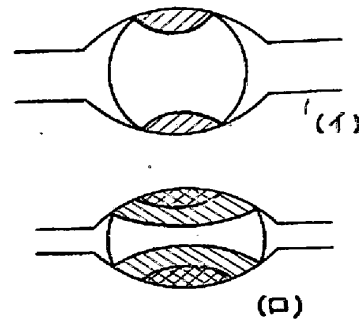
扱て以上の如き實驗による考察から著者は次の事を試みた。即ち丸鋼用リーダー孔型への進入材として丸味のついた異形角鋼の代りに圓形断面の材料を試用した。つまり圓形は異形正方形が更に強く丸味を附され面取も大きくとられた極限の形状と見做す事が出来るからである。この場合リーダー孔型は單一圓弧のオーバルで幅と厚さの比が 1.6 のもので壓縮率は各孔型を通過した材料の断面で算定したものでリーダーで13%、仕上で10%である。材料は豫め表面の良好なものを使用したのであるが、この三個の孔型の通過により表面疵の出るものは全くなく肌は良好であつた。

扱て弾力性のある針金等で作った輪を押し潰す場合の事を考えるとこの輪は全く周圍長さに變化なくその圍む面積を殆ど零にまで變化し得るが、上の場合の事實はこの現象と相似た點がある。一般に高温で壓縮された材料の應力の分布状態は第 8 圖の如く 2 の部分では最初均一



第 8 圖

に壓縮されるが次第に引張應力を生ずる。壓延用の孔型に於ては 1 の如き接觸摩擦の爲に變形が全く妨げられる區域と 2 の如き區域が極端に境界を持つて出る事は望ましくない。即ち 2 の部分は孔型面から受けるロール壓下力の水平分力によつて、引張應力にまで移つてゆくに到らず均一に壓縮されている事が望ましい。圓形又は殆ど圓形に近い断面の材料がオーバル孔型によつて壓縮されると第 9 圖 (イ) から (ロ) へと兩側の自由面は擴がりつゝ適度に擴がつた頃に次第に孔型面に接觸して壓力を受ける事になる。従つて引張應力の過大によつて表面の凹凸や皺が(疵があれば疵が)擴大される事もなく局部的壓縮應力の集中による破斷もない。之は橢圓一角一橢圓系列の代りに橢圓一圓(又は圓に近い橢圓)一橢圓系列を

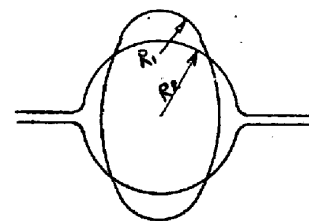


第 9 圖

採つたものと見做し得る。然し正方形又は異形正方形の代りに圓形を用いるとオーバルに挿入の際種々の不都合はある。それはすべて作業雜易にかゝわる事のみである。

IV. 結 語

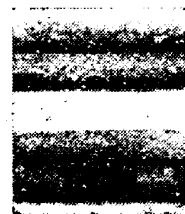
以上壓延孔型に橢圓一圓一橢圓系が可能であるのみならず表面疵を嫌う製品に對して極めて良好であるがこの場合橢圓の形状は單一圓弧のものよりも二種の圓弧よりなるものが表面が全般的に滑かで、多少未充滿があつても第 3 圖に示す缺陷は起らない。又幅と厚みの比は 1.5 以下ではフューリング等の諸装置を以てしても之等に多少の遊隙がある爲に材料は轉倒し易い。この弊は断面が小になる程甚だしい。然しこの比が過大である事も不可である。それは唯に表面收縮の不均一を來すのみならず嚙込が困難になつてくるからである。進入材と孔型との曲率半径の比も大體第 10 圖の R_1/R_2 は形状と壓縮率



第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖

によつて色々異なるが大體 0.4~0.7 の範囲内にある様である。之は材料の温度によつても差異をつけねはならぬ。この孔型の形状を決定する寸法割合やそれに應じた壓縮率等の決定は全く試壓によつて注意深い經驗によつてのみ可能のようである。第 11 圖は著者が試壓して比較的好結果であつた孔型の進出材を切斷して斷面をスタンプした實形である。その表面狀況は第 12 圖の實物寫眞で示す。A のイがこの孔型による製品を酸腐蝕したもので B は角孔型を改良した程度に止るもの、B のイは鱗

の曇り疵で同口は壓縮皺疵であり何れも極端な例を特に作製したものの中から採取した。

以上表面疵の防止を孔型の形状の改良という點から意を注いだ結果を淺學をも顧みずこゝに發表した次第で諸家の寸分の御参考に供せられるならば幸甚である。最後にこの研究實驗に多大の御支援をたまわつた重役大沼太吉氏、所長松永弘氏及び現場課長開光雄氏の各位に對し誌上を借りて厚く感謝する次第である。

(昭和 25 年 8 月寄稿)

鐵鋼のマクロ蝕刻法

吉岡正三*

MACRO-ETCHING PROCESS FOR IRON AND STEELS

Shōzō Yoshioka

Synopsis: The macroscopic patterns developed by the usual methods are so changeable and unstable that sometimes it cannot be ready for photographing, so that the details of macro-structure tend to be missed. To improve the defect the author devised a new process of macro-etching, applying the amalgamation. The surfaces treated by the usual methods are coated with copper deposit by dipping in 4% solution of copper ammonium-chloride, then amalgamated by mercury, and finished by rubbing with soft clothes. The patterns prepared by this process are very durable and especially characterized by the development of fine details of macro-structure.

I. 緒言

従來鐵鋼のマクロ蝕刻試薬としては熱鹽酸或は硝酸、Guillet 氏液、Stead 氏液其の他多くのものが知られて居るが、何れも處理後の表面變化の進行が著しく速く甚しい場合は數分のうちに蝕刻像が汚染消退してしまうので寫眞撮影すら困難なる事があつた。處理後軽く研磨すると多少像の保存に有効なこともあるが、之は折角の顯出像細部を破壊する事になり又保存期間も充分とはいえない。それでマクロ蝕刻には何處でも多少秘傳めいた熟練が必要とされたが、著者はこの點を改良するために種々實驗した結果、汞化法を應用して最も良い成績を得たのでこゝに報告する。鍛造、熔接其の他の加工技術改善のためには顯微鏡検査のみならずマクロ蝕刻法がもつと活用さるべきであると思うが、それが案外應用されないのは上述の様に方法の困難さと結果の不完全さによるので、本報告が多少でもその點で貢獻し得れば幸である。

II. 方法

著者の主として用いた試薬は次の通りである。

試薬 A: 鹽化第二銅 6g 鹽酸 10cc

鹽化第二鐵 6g 酒精 100cc

試薬 B: 鹽化銅アンモン 4% 水溶液

試薬 C: 水銀

先ず試料面は必要程度のエメリー粒度で仕上げる。通常の肉眼觀察には #03 位迄で充分であるが、小倍率擴大を要する時は琢磨迄仕上げる。試薬 A で 5~10 分間侵蝕の後、洗滌する事なく試薬 B に浸す。全面に均等な銅の沈着を認めるを度として引上げ、表面を汞化する。汞化には直接に水銀に浸してもよいが、B 液又は硝酸をしませた脱脂綿に水銀をつけると容易に附着するから、之で塗りつけた方が簡便且つ經濟的である。あとは要す

* 浪速大學工學部