

分塊壓延鋼片に於ける機械的表面疵の成因とその防止法に就て

(昭和 26 年 10 月名古屋に於ける本會講演大會にて講演)

高 島 徳 三 郎*

THE CAUSE OF MECHANICAL SURFACE DEFECTS
OCCURED IN BLOOMS AND THEIR PREVENTION*Tokusaburo Takashima*

Synopsis:

Investigation was made on the characteristics and cause of mechanical surface defects which occurred in low carbon steel bloom and on their prevention. The results of this investigation were summarized as follows:

1. The mechanical surface defects were classified into 14 kinds under the following 6 categories: (A). those caused by rugging.....4 kinds (B). those caused by roughness of roll surface2 kinds (C). those caused by abnormal compression.....2 kinds (D). those caused by inclusions compressed into blooms.....2 kinds (E). those caused by accessory equipments of rolls.....2 kinds (F). those which occur at the time of materials being under working2 kinds
2. Defects which came under the categories of A and B had mainly their causes in rough rolling.
3. The mechanism of causing each kind of defects and its prevention were stated.
4. It was recommended that rugging should be practised so as to be parallel to the roll shaft and be linear.
5. Comparatively high temperature of materials rolled was favorable for preventing the occurrence of defects.
6. If reasonable rugging is applied to rolls, rolling of materials at the first stage in using the rolls was favorable for preventing the occurrence of defects.
7. Slower rolling was better than speedy rolling for preventing the occurrence of defects.
8. A consideration was experimentally given on the irregularity of surface defects of rolled products.

I. 緒 言

壓延鋼材の表面疵に關する從來の研究を見るに、材質或は加熱上の缺陷による疵に就ては相當多數の文献があるが、機械的疵に關するものは極めて少い¹⁾³⁾⁴⁾、筆者はこの點に鑑み、先年小形鋼材に就て表面疵を調査し、聊か報告⁵⁾した次第であるが、今回更に大形鋼材に就て調査を企圖せる理由は、この種鋼材の壓延は通常筐形孔型によること、壓延物の厚み重量共に著しく大なること及び粗延べ孔型に所謂疵入れ (rugging) を施す等、孔型法及び諸條件が小形鋼材の場合とかなり異なるため、發生する疵も獨特なものが多いからである。然るに從來これ

らの疵に就て参照し得る文献が殆んど無いため、屢々加工疵か材料疵かの判定に苦しむのみならず、防止對策が極めて不徹底に終ることの多いことは我々の經驗するところである。よつて筆者は主として低炭素鋼片の分塊壓延中に生ずる機械的表面疵のみを採り挙げ、その種類、特徴、發生機構、防止方法等につき基礎的資料を得る目的を以て調査を行つた。以下その結果の概要を報告する。

II. 調 査 方 法

1. 調 査 方 法

* 日本鋼管株式會社川崎製鐵所

調査方法は肉眼的観察、顯微鏡試験及び冶金實驗的諸試験等を主とした。先づ多數の有疵鋼片製品又はその中間壓延材により疵を發生源別に分類し、且つその特徴を調べて他種疵との判別に便することとし、次に壓延各工程の試料を横切斷してその周邊を観察することにより、疵の主要發生段階を探究した。又防止法を考究する手段として各疵の發生機構を調べ、特にラッキングによる疵の發生機構に就ては直接壓延實驗によつて精査した。なお壓延溫度、壓延速度、ロールの磨耗程度等が疵に及ぼす影響、鋼片表面疵の不均一分布性と分塊壓延との關係等に就ても現場壓延又は模擬壓延實驗等によつて考察した。

2. 調査上の諸條件

本調査は大體下記條件下に行つたものである。

調査鋼種：主として 0.15% 内外の炭素鋼(鎮靜鋼)

鋼塊：角形(周邊波形)，單重 2t (略寸法 L=1500, T=420, B=460mm)

調査鋼片：130~185mm 丸鋼及び 120~200mm 角鋼

ロール機：三重式(スタンド3基)

ロール徑 (公稱)	粗 (800mm)	仕上 1. (850mm)	仕上 2. (850mm)
材質：	鍛鋼	サンド	上鍛鋼，中，下，チルド
孔型：	筒形	筒形	オバール，丸
疵入：	あり	なし	なし
回轉數 (空轉)	66r/min	80r/min	80r/min
パス回數	185φ13~15 (轉回7)，	150φ15 (轉回9)，	130φ17 (轉回9)

各パス壓下率 各鋼片共最大 26%，平均 13~15%
なお鋼塊は皮剥きせず，約 1350°C 抽出，約 1250°C より壓延し，仕上溫度は 1050~1100°C 程度である。

III. 調査結果

1. 鋼片に於ける機械的表面疵の種類とその分類

分塊壓延時に生ずる機械的表面疵をかなり長期間に亘つて集め、これらを分類して次の 6 類 14 種とした。

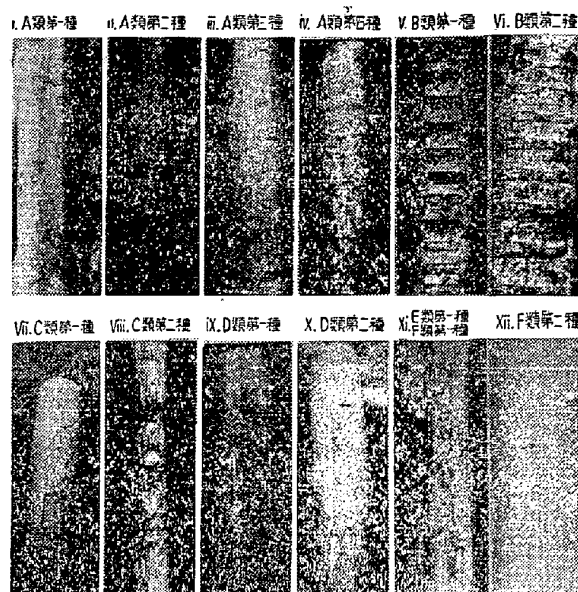
A 類，ラッキングによるもの	4 種
B 類，ロールの荒れによるもの	2 類
C 類，壓縮異常によるもの	2 類
D 類，異物の壓入によるもの	2 類
E 類，ロール機の附屬装置によるもの	2 類
F 類，材料の取扱によつて生ずるもの	2 類

但しここに採り上げた疵は鋼片の周邊下に進入せる深さ 0.1mm 以上のもので、これ以下は除外してある。

2. 機械的表面疵の特徴

(1) 疵の外観形状及び發生位置

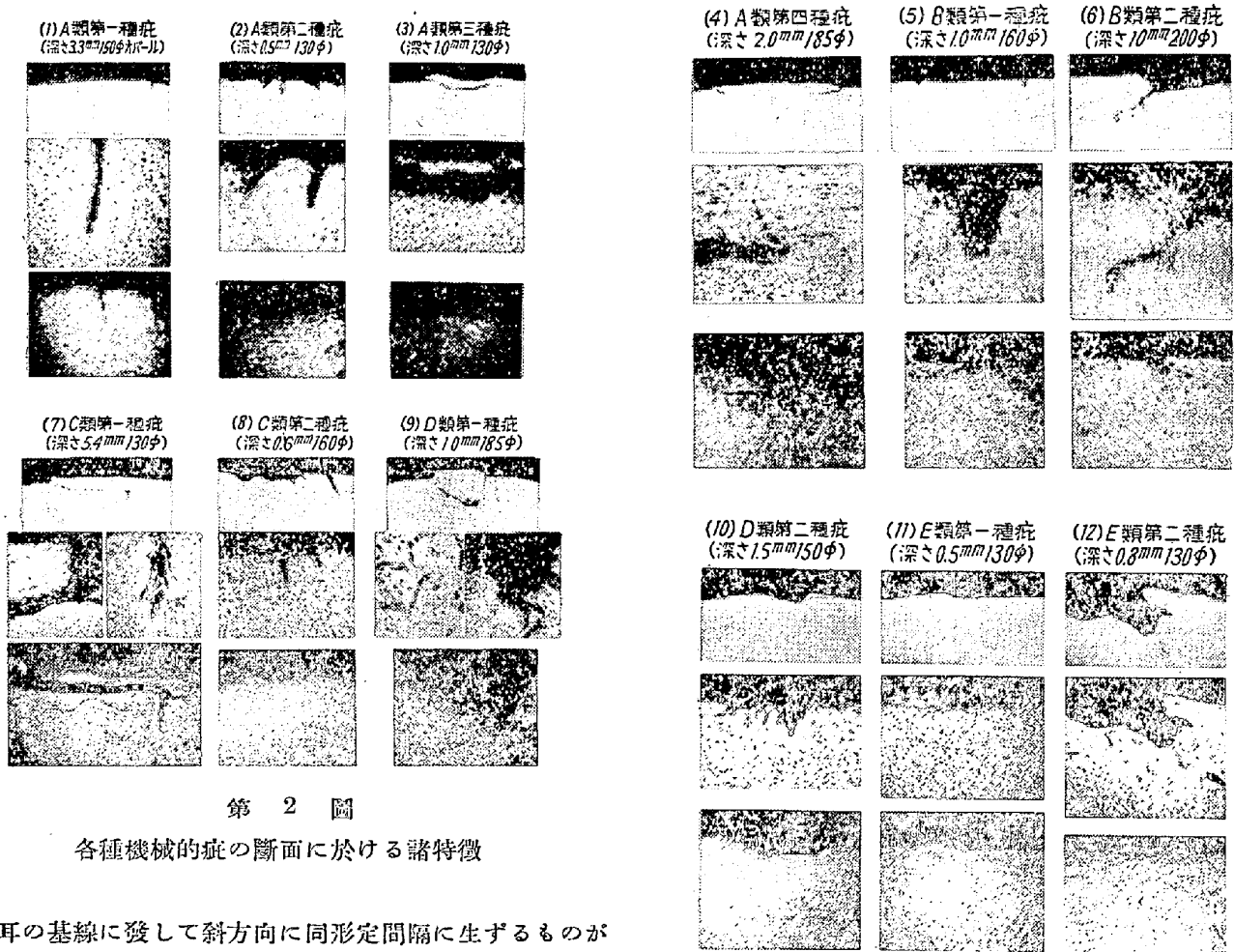
代表的な疵の外観形状は第 1 圖に示す如くである。



第 1 圖 各種機械的表面疵の外観

機械的表面疵はこれを他種類の疵と區別し得る最も確定的な特徴は、その外観の形状と發生位置である。よつて以下紙面の都合上極く概要を記して参照に便する。

i は X 形ラッキングの例で V 字状又は傾斜せる曲線形に現われる。ii は壓延方向に直角又は稍傾斜せる切込状の凹みで、その内面に波状の縦皺を伴うものが多い。iii は葉片状ラップで各々はほぼ同形をなし、耳の線に添うて定距離に列ぶ。iv は壓延方向に若干延びた U 字形のラップである。v は 15~20mm 程度の直線状縦疵で、壓延方向にほぼ直角か又は傾斜せる位相上に集團的に整列し、發生直後はロールの一周間隔毎に同形集團が認められる。vi は稍曲線形縦疵で相當長く往々 2~3 のラッキング痕に跨るものがある。これも發生直後はロール一周の間隔毎にほぼ同形のものが見られる。vii は帶狀の連續的ラップとなる場合が多く、處々剝離することもある。viii は所謂縦皺疵で、ラッキング痕の中間或は ii の疵の如き局所的凹みの内面に見られる。以上各種の疵は發生位置が疵によつて多少偏差はあるが、大體天地左右(以下壓延時耳側を左右、上下側を天地と假稱す)何れにも發生し、そのうち A 類乃至 C 類は大體定形、定位置、定間隔で、iii, iv, viii 等のラップ疵を除いては壓延方向に不連續的直線或は稍曲線形の縦疵となる。次に D 類乃至 F 類は少數のものを除いては形状及び分布が不規則である。即ち ix の壓入疵は天地左右のかなり廣範圍に現われ、壓入物の前後に多くは割れ疵を伴う。x



第 2 圖

各種機械的疵の断面に於ける諸特徴

は耳の基線に發して斜方向に同形定間隔に生ずるものが多い。xi は耳の面上或はこれに近接して平行に現われる、xii は不定形の凹痕で分布も亦不定である。xiii は壓延材全長の端部より 1~2m 附近に現われる縦疵で、200mm 程度に達するものもあり、天地或は左右の各面各 1 本づゝか又は片面のみに發生する。

(2) 疵の横断面に於ける形状及びその他の諸特徴

前掲各代表疵を壓延方向に對し直角に切斷して、その形状及び二三實驗後の特徴を示すと第 2 圖の如くである。

圖の上段は研磨のまゝ、中段は腐蝕せるもの、下段は樹晶の變形を示す。なお硫黃貼寫結果は機械的 surface 疵と重要關係が認められないので省いた。即ちこれらを見ると疵の深さは壓入疵の如き特殊なものを除き、1~2mm 以下が多く、5~6 mm に及ぶものもある。形状は傾斜して進入するものも多く、末梢はかなり尖鋭なもの又は溝形のものもある。疵の周囲の脱炭は鋼片周囲の脱炭度と大差なく、たいラップ疵のうちには過壓延された片狀部のみが相當脱炭し、末端部の層狀の割れ目に酸化鐵を抱くものがある。マクロ腐蝕による流線検出では、ラップ疵の如く一般に局部的過壓縮狀態の部分に明瞭な流線が現われるが、その他は疵の周囲に微弱な流線を示す

に過ぎない。又 D 類第一種疵の如く凹痕の内面に剪斷による入り面と思われる微細な流線が見られ、これに添うて毛狀裂疵が發生している。この種微疵は D 類第二種疵に於ても認められたが、前述壓入物の前後に於ける割れはこの種の微疵から發したものと考えられる。

3. 壓延各工程に於ける鋼片の横断面調査

機械的疵の發源が如何なる段階にあるかを概略知るため孔型通過毎の横斷鋼片試料に就て二三調査を行つた。

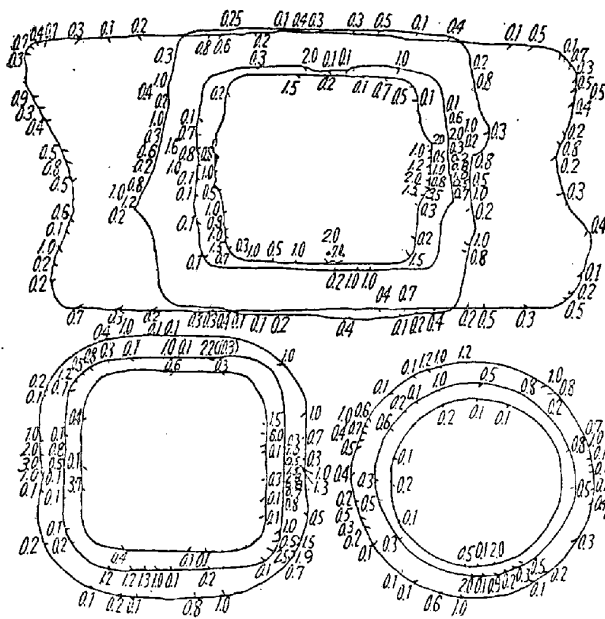
(1) 鋼片の周邊に於ける樹晶の流れと疵との關係

マクロ腐蝕によると健全な鋼片の横断面に於ける樹晶の流線化は内部に殆んどなく、周邊のみ現われる。その主なるものは天地左右の四中央部に於て周邊よりほぼ直徑方向に發達する纖維狀と、局部的に發生して甚しく傾斜する層狀の流線化であつて、これらは疵の發生と因果關係の深いことが知られる。即ち前者の周邊部には縦皺疵が見られ、後者の部分には多くはラップ疵が發生している。これを壓延各段階の鋼材に就て見るに、前者は粗ロール段階より仕上段階迄果進的に變化しており、後者は大體粗ロール終期より仕上初期に發生率が多いが、かなり終期段階に於て新たな發生を見ることもあ

る。従つてこれらの點より察するに、疵の主なる發生段階は疵の種類によつて異なることが考えられる。而して前の場合は恐らく左右面に於ける内屈壓縮のためで、後の場合は鋼材面に發生した種々なる凸起、嚙出し、喰違ひ等の壓迫或は折込等が主因となるものと考えられる。

(2) 横斷鋼片の周邊形狀と疵の分布

壓延各工程鋼片の周邊形狀と疵の分布狀態を示せば第3圖の如くである。圖の上段は第一スタンド、下段左は第二スタンド、同右は第三スタンド丸孔型通し後である。數値は疵の深さを mm 單位で示す。



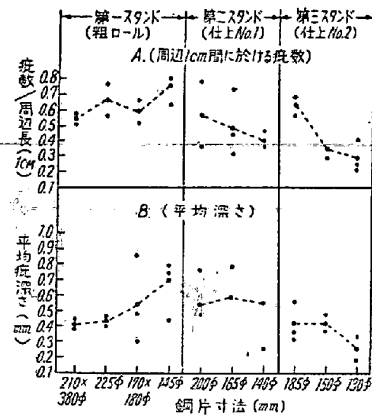
第3圖 各工程鋼片の横斷形狀と疵の分布

これを見ると大断面鋼片程左右の中央が大きく内屈し且つ同じ周邊に於て凹凸が多い。これは初期工程に於ては壓延材の厚みが大きいため角隅が特に擴がるためと、ラッキングの深さに應じて鋼材面に高低の凸起を生ずるためであることは言うまでもない。而して疵の分布を見るに概して角隅部には少く、天地左右の中央附近に集中する傾向が認められる。これを酸洗によつて検するに、角隅部には機械的疵は極く少く四邊の中央領域に縦皺疵或は他の縦疵及びラップ疵が多い。即ち鋼材周邊が内屈形となり或は小凹凸を有すれば皺疵或は壓迫による疵を生ずる故壓延材の周邊に於ける凹凸は疵發生と密接な關係にあることがわかる。

(3) 壓延各工程鋼片に於ける疵の數及び深さ

壓延各工程に於ける鋼材の横切斷試料を2~4個宛採取しその周邊部を研磨後檢鏡して機械的疵の數、深さ等を統計的に比較して見た。その結果は第4圖の如くである。

これによると疵數は粗ロール期に於ては壓延が進むと



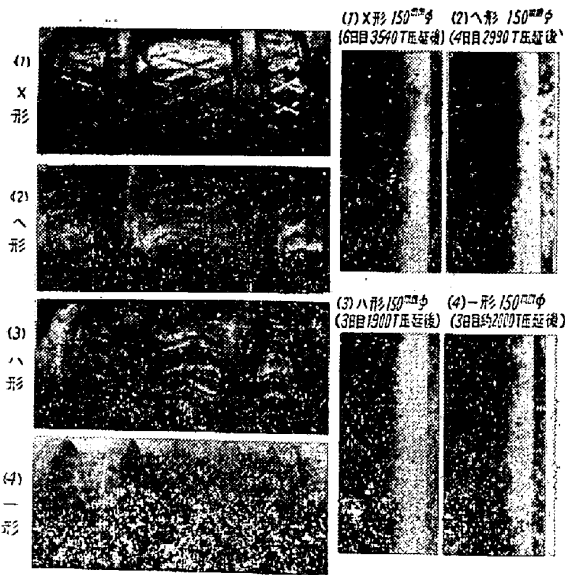
第4圖 壓延各段階に於ける鋼片表面疵の發生傾向共に増し、仕上 No.1 及び No.2 では減少している。又疵の深さもこれとほぼ同傾向を示す。この理由を考察するに、疵の發生は何れの工程に於ても絶無でない筈であるが、仕上期に於てはロール孔型面が平滑で旋削を屢々行う等により荒れも殆んど無いため、疵の新たな發生よりも壓滅等による消失量が多いためであると思われる。又粗ロール期に於てはラッキングによる凸起の發生とその壓迫の反復、或はロール面の荒れによる疵の通し毎の累増等による結果であろう。なお深さは粗ロール終期程増すが、これはこの段階に於て左右面の内屈壓縮が終了期にあるため皺疵が最深となること及びラップ疵等の比較的深度の大なる疵の發生傾向が多いためであると思われる。即ちこの結果より考えても疵の主なる發源として粗ロール段階が指摘される。

4. 機械的表面疵の發生機構とその防止方法

(1) A類第一種疵(第1圖i参照)

この疵はラッキングの稜角に原因することは明かで、試みにロールにX, へ, ハ, 一等のラッキングを施し丸鋼に壓延して比較すると第5圖の如くなる。但しこの場合のラッキングの深さは疵を明瞭にする目的で最深10mmとした。なおラッキングの稜角は軽く面取を行った。

即ちこれらを見るとラッキングはその稜角部が疵になることがわかる。特に壓延方向に對せる夾角及び平行位置の稜線ほど明瞭に現われ、直角方向の稜線即ち一形ラッキングの如きは殆んど疵にならない。従つてこの點から當然次の考察がなされると思う。即ち夾角部は鋼材面で二つの隆起線が交叉し互に接しているため、90度轉回壓延により直ちに疊つて疵となる、又隆起基部の角隅は壓延方向に平行位置の溝となる程疊まり易く、直角位置に近づく程疊まり難い。従つてラッキングの稜角が描く線の方法は疵の生否に重要影響をなすことがわかる。即ち疵回避上合理的ラッキングは壓延方向に對向せ



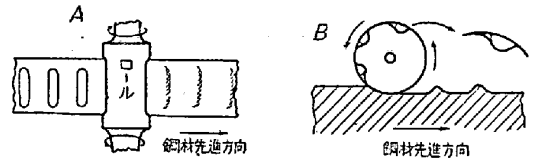
第5圖 各種ラッキングを施せるロールと壓延後の鋼片面の疵の状態

る夾角或は平行する稜線を回避せる幾何學的形狀であると言える。故にこの原則によればX, へ形はく形より夾角方向の點から不可で, ハ, / 形は一形よりも稜線方向の點で不可である。結局ロール軸に平行直線の一形が最も良いことになる。以上の考察に基づき粗ロール孔型全部に一形ラッキングを施工し、繼續的壓延成績を見たが極めて良好で嚙込力其他にも殆んど異状なかつた。この場合ラッキングの深さの限度を示すと孔型 No.2(8mm) No.1(7mm), No.3(6mm), No.5(4mm) で幅は 30~40mm である。但し深さはロール直徑が大なれば更に減じ得て疵回避上有利なことは勿論である。

(2) A類第二種疵 (第1圖 ii 参照)

この疵はラッキングによつて鋼材面に生じた隆起の基線方向が壓延方向に直角なもの程明瞭に現われる。しかもこの疵の状態を見るに隆起の基部が壓延材の先進側で凹み、後進側が消滅したものであることがわかる。これは恐らく鋼材の各部が壓縮される初期は、ロール面の主壓縮方向が鋼材の軸線に對して傾斜する故隆起は後進側に多く流動し、その餘剰體積が後進側の隅角を埋めた結果と考えられる。勿論これは壓縮率の大小にもよるべきで、鉛材による模擬實驗によれば壓縮率を増せば兩側角隅共に消滅することが認められる。従つてこの種疵の防止は二三の方法が考えられるが、最も實用的な方法はロールの回轉に先行する側のラッキングの稜角を若干削除して置き、鋼材面に生ずる凸起が先進側で緩斜面となるよう事前に底上げ状態となすことである。但しこの方法は不轉回のみ、反對側より通す場合は無効となるが有

害ではない。元來仕上鋼片面に残るこの種の疵は粗ロール段階の最終孔型に於けるラッキング痕で、この時期は通し毎に轉回する故無効果とならない。第6圖Aは疵の發生狀況、Bは稜角の削除個所を示した。この方法は實用せる結果有効なることが認められ、又嚙込力の點も殆んど危惧を要しなかつた。



第6圖 A類第二種疵の發生狀況 (左) ラッキングの稜角削除個所 (右)

(3) A類第三種疵 (第1圖 iii 参照)

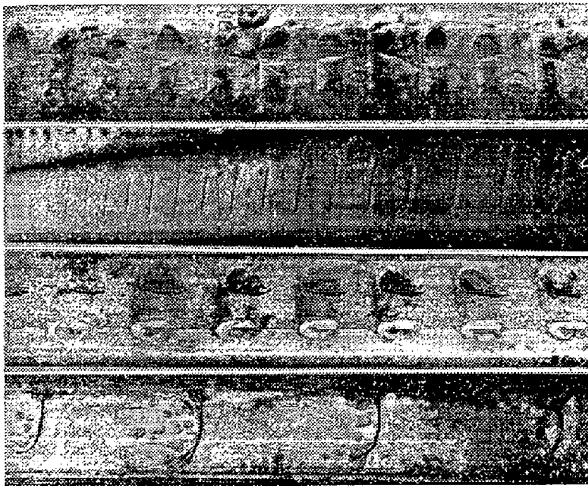
この疵はラッキングによる鋼材面の凸起が 90 度轉回後ロール孔型の側壁特に縁部によつて壓迫擦過せられて生ずる。ラップになる理由はロールの縁部に於ける周速度の差に基づくものと考えられるが、又前孔型の通しが壓下過大で轉回後の幅不足のため横壓縮が凸起部のみを比較的強壓しつゝ擦過するためであると考えられる。この疵を防止するには上の理由により、ラッキングを孔型の側壁に近い所で淺くするか或は該部の稜角を充分面取すること、或は通し毎の壓下に注意すること等である。

(4) A類第四種疵 (第1圖 iv 参照)

これは一形ラッキングの主として中央に相當する部分に發生するラップ疵で、その片狀部が稍厚手で浮上りU字形をなすものが多く、2~3 の集團又は長全に亘つて生ずることもある。この成因はラッキングによる鋼材面の凸起が特殊條件下に壓迫せられて生ずることは勿論で、凸起の高さ、幅、稜角の形狀等の影響が大きいわけであるが、これのみでなく壓縮度、通し速度、壓延溫度、材料の曲り、送り等の影響もかなり大きいようである。従つてこの疵の發生機構は條件によつて異なる故一概に言えない。しかし最もあり得ることは比較的低温或は片焼け材等が粗壓延の最終又は仕上壓延の最初の孔型で過充滿或はその他の異常壓縮によつて耳側の凹凸の差が甚しくなり、その後 90 度轉回壓延によつてラップを形成し、これがオバール孔型の左右で中央に押し狭められてU字形となることも考えられる。よつて防止上の一般的注意としてはラッキングの稜角の面取り、低温或は片焼けの防止、異狀壓縮の回避等が挙げられる。

以上ラッキングによる疵の初期發生狀態の實例を記述順に示すと第7圖の如くである。なお最終仕上げ鋼片面に最も明瞭に残るラッキング疵は通常粗壓延の最終通過

孔型のもので、前孔型に溯上る程疵は漸次微弱となる。



第7圖 ラッキングによる疵の發生機構を示す實例

(5) B類第一種疵 (第1圖 v 参照)

この疵は粗ロールの孔型内面が荒れて小龜裂を生ずる時期に發生するもので、龜裂のためラッキングの稜角は齒狀の突起に分割され、これが鋼材面を引搔くことによる。引搔疵の長さは鋼材の先進とロールの周速度との差に基づくものと思われる。この疵の防止はロール材質の改善或は熱應力の対策も必要であるが實際的には突起部の削除が有効である。第8圖上段はロール面の小龜裂(平面撮影)状態とラッキング痕の基部に生じた疵を示す。

(6) B類第二種疵 (第1圖 vi 参照)

この疵はロール孔型内面の大形横割れに原因するもので、壓延中鋼材表面の一部がこの割れ溝内に押込まれて鱗狀の突起を生じ、これが次孔型で壓迫されて疵となる。この疵の防止はロール材質、熱應力の対策と關連するが實際作業に於ては早期旋削の實施である。第8圖下段は横割れの状況及び鋼材面の鱗狀突起(矢印)を示す。

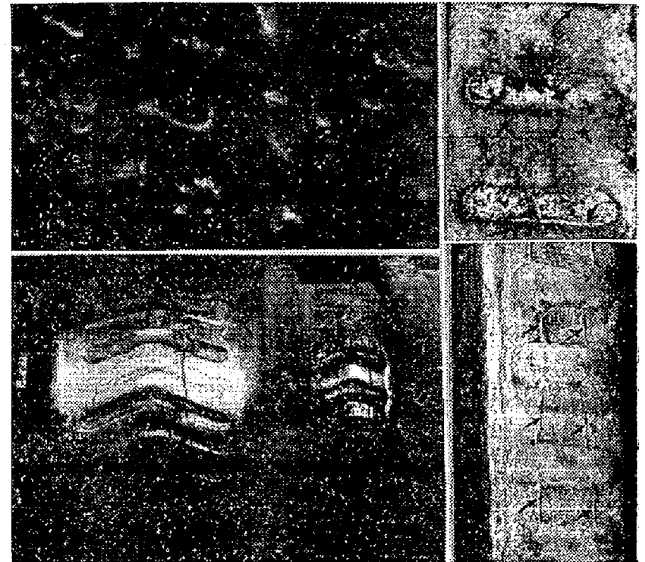
(7) C類第一種疵 (第1圖 vii 参照)

これは周知の折込疵で、折込の原因は嚙出し、嚙切り喰違ひ等にあることは勿論である。故にこれが防止は加熱不均一、過壓縮、楔金物或はライナーの故障、ロールの横移動等に對する處置であることは言うまでもない。

(8) C類第二種疵 (第1圖 viii 参照)

これは所謂縦皺疵で、この本性に就ては筆者の報文⁶⁾がある故こゝには省略する。分塊壓延の場合にこの種疵の完全防止は困難であるが、實際作業に於ては一時に過大の壓縮を避けること、特に厚みの大なる場合角隅の擴がりによる内屈壓縮をなるべく避けることが望ましい。

(9) D類第一種疵 (第1圖 ix 参照)



第8圖 ロール面の荒れと壓延後の鋼片表面の缺陷(矢印)

これは異物の壓入による疵で、異物としては鋼塊頭部等よりの脱落物が多く、仕上末期に發生し勝ちである。これを防止するには誘導装置附近の脱落物の清掃特に大物よりも小冷片に留意する必要がある。この種疵は又ロール焼着物からも發生するが、これは極めて稀であつた。

(10) D類第二種疵 (第1圖 x 参照)

これはフューリング等の尖端で削り出された細片又は嚙切りの一部が壓延材の表面に規則的に又は勝手な方向に壓入したもので、この防止は壓縮異常防止、誘導装置の矯正等にあることは言うまでもない。

(11) E類第一種疵 (第1圖 xi-i 参照)

これはフューリングの尖端その他の誘導装置との擦過による所謂カステン疵で、この防止は誘導装置の矯正、鋼材の過充滿回避等にあることは自明である。なお本類第二種に加うべきロールガングの空轉によつて生ずる小ラップ疵は仕上り鋼片面に捉え難いのでこゝには省いた。

(12) F類第一種疵 (第1圖 xi-ii 参照)

これは赤熱状態の鋼片を切斷後搔寄せ、移動作業等の際に生ずる打ち疵で、この防止法は自明につき省略する。

(13) F類第二種疵 (第1圖 xii 参照)

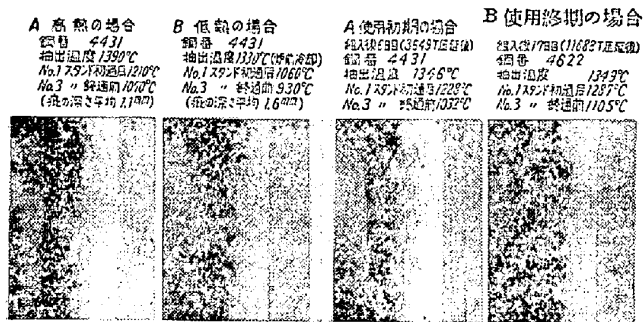
これは赤熱鋼塊の釣り上げ又は加熱爐よりの抽出時の金具の凹痕が原因する疵で、これを防止するため圓錐體金具の代りに相當幅廣の楔形とし鋼塊の縦方向に對し壓痕が横位置に残る如くする事が有効である。

5. 疵防止上より見た壓延上の諸問題

本項に於ては疵防止の見地より壓延上の二三の問題に就て實驗結果を基礎に考察して見る。

(1) 壓延溫度と疵との關係

機械的表面疵を回避するため壓延溫度は高低何れが有利か、これをA類第一種疵に就て比較して見ると第9圖(i)の如くである。即ちこの結果では低溫の方が不良状態であるが、厳密に言えばこの關係は疵の種類によつて得失があるべきであるから一概に斷定出来ないわけである。しかし一般に低熱壓延は變形抵抗を増し皺疵を深くする點、熱間硬度の上昇によりロールの荒れを促進する點等、疵防止上不利の條件が多く、特に壓延動力の損失過冷却材の發生等を考慮すれば合理的可能な範圍に於て比較的高熱壓延が有利であると考え得る。



第9圖 ラッキング疵(A類第1種疵)に及ぼす壓延溫度及びロールの磨耗程度の影響比較

(2) ロールの磨耗程度と疵との關係

通常組入直後のロールによる壓延よりも若干磨耗せる時期に壓延せる鋼片は疵が少いとされる。この點を前同様に比較せる結果は第9圖(ii)の如くである。即ちこれを見ると上説の一理あることが背ける。恐らくこれは磨耗によつてラッキングが浅くなり且つ稜角が鈍化するためであろう。しかし上述の見解は黒皮付きに於ける場合で、實際はこの反面、ロールの荒れによるB類の疵が漸次多くなる筈である。B類の疵は鋼塊に於ける氣泡疵等と共にスケール下に隠れて酸洗によるほかは認め難いのが通例であつて、筆者はロールの各使用程度毎の鋼片試料に就て比較せる結果、合理的ラッキングによれば、使用初期ロールによる壓延が寧ろ有利なことを確信した。

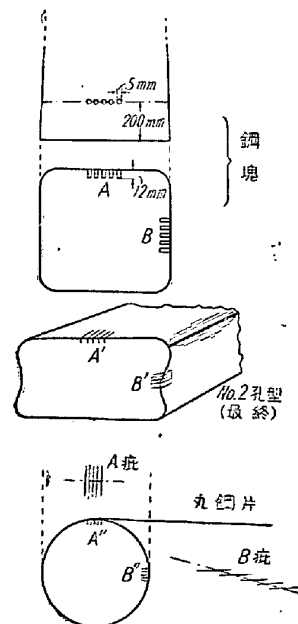
(3) 壓延速度と疵との關係

壓延速度と疵との關係に就て取扱つた文献も殆んどない。但し H. Cramer は急速壓延はロール面の荒れを促進し、その結果燒着物の發生による壓痕のため孔型皺疵(Kalliber-faltungsriss)を生ずることを述べているが、これはロールの磨耗期に起る共通現象で必ずしも速度による影響とのみ言うことは出来ないと思う。よつて筆者は試みに鉛の厚板に各種ラッキングの凸型を作り

平ローラー間を通してA類第一種及び第二種疵の發生状況を觀察した。それによると實驗範圍 10mm/min 乃至 40mm/min では速度が速い程疵が明瞭になる傾向を認めた。但しこれは特定疵に對する結果で、他の疵に對しても常に同様か否か、又實際の鋼の壓延に於ても同じ結果となるか否かは疑問である。しかし一般に壓延速度の増加は伸びを増し擴りを減ずるから、A類第一種疵の如く縦方向稜角の疊込み或は縦皺疵の發生が一層容易になるであろう。なお上述の如く急速壓延はロールの荒れを早め間接にB類の疵を多くすることも考えられるから結局壓延速度の増加は疵回避上有利でないと言えると思う。

(4) 鋼片表面疵の不均一分布と分塊壓延との關係

酸洗後の鋼片外面を見るに、天地左右に於て表面疵の發生量が甚しく異つている場合が屢々ある。この原因として鋼塊表面氣泡の偏析、片焼け等の影響も考えられるが、又壓延により不均一となる點も考えられる。即ち第10圖の如く鋼塊の相隣る直角面の同位相上に穿つた細孔は、丸鋼に壓延された場合同圖下方の如く平行縦疵となる。但しA面に於ては壓延方向にほぼ直角の位相上に生ずるがB面では甚しく傾斜せる位相上に生ずる。両面に於ける疵の深さ等を測定せる結果は第1表の如くである。



第10圖 鋼塊面に穿つた細孔と分塊壓延による疵の生成狀況

即ち鋼塊に於て同じ深さの細孔はその所在位置によつて深さの減少率が異なる。よつてこの原因を考察するため各丸鋼の壓延順序を検討するに、鋼塊の初通しの際天地

第 1 表

鋼片寸法	鋼塊時深さ		A 疵			B 疵		
	加熱前(實測)	壓延前(推定)	深さ	壓減率	發生位置	深さ	壓減率	發生位置
mmφ 130	mm 12	mm 10	mm 1.0~1.4	% 90~86	左右	mm 2.0~3.0	% 80~70	天 地
150	〃	〃	—	—	—	3.0~4.0	70~60	〃
185	〃	〃	1.6~2.0	84~80	左右	2.5~2.8	75~72	〃

にあつた細孔がA疵となり、左右がB疵となること及びその後壓下率の大なる若干通しの場合も常に同様な位置的關係にあつたことがわかつた。従つてこの現象は次の如く考えられる。即ち第 10 圖中段の如く AB 兩面の細孔は鍛造方式上 A は据込で深さを減じ、B は實體で深さを増す。つまり兩面が常に均等な壓縮を受けぬ限り深さが異つてくる。特に圖の如く左右の周邊が凹形をなす場合は、90 度轉回壓縮に於て角隅の突出による抵抗のため、据込効果が凹部の深部に充分及ばぬうちに再び實體壓縮に移ることもあり得る。即ちかゝる場合は、AB 兩面に於ける細孔の深さの差はますます大きくなる。よつて鋼塊表面氣泡の淺きものは A 面に於て助長され、B 面に於ては殆んど消滅するものもある故、鋼片面に於ける不均一分布が壓延によつても生じ得ることがわかる。次に疵の位相が B 面に於て傾斜する理由は上下面の嚙込の遲速によつて菱狀壓縮を受けるため、これにより密集せる疵は分散される特性がある。要するに以上の二現象は分塊壓延の如く大斷面鋼材の壓延時に起る特殊現象と言ひ得ると思われる。

IV. 總 括

以上調査結果を要約すれば次の如くである。

1. 機械的表面疵を便宜上 6 類 14 種に分けた。その主要なものはラッキングによる疵 (A 類)、ロールの荒れによる疵 (B 類)、壓縮異常による疵 (C 類) 等である。
2. 機械的表面疵は一般に縦疵又はラップ疵となり、一定の形狀、位置、間隔に發生するものが多い。

3. 疵の進入形狀は稍傾斜し、その末稍は鋭鈍種々で周圍の脱炭は鋼片の周邊と大差ない。但しラップ疵は片狀部にかなりの脱炭を見るものがある。樹晶の流れは疵に附隨して多少に拘らず現われる。

4. 主要な機械的疵は粗ロール段階に發源がある。
5. 各疵の發生機構を考察し、その防止法を述べた。
6. ラッキングは一形が最合理的で且つ有効である。
7. 壓延溫度は合理的範圍で稍高熱が有利と思う。
8. 疵回避上急速壓延は概括的に見て不利と信ずる。
9. 合理的ラッキングによればロールの餘り磨耗せぬうちの壓延程機械的疵は少ない。
10. 鋼片に於ける表面疵の不均一分布性に就て壓延機構上より一考察を試みた。

終りに研究中絶大な御後援をいただいた日本鋼管株式會社川崎製鐵所工學博士菊池浩介技術研究所長、同所壓延部長桂寛一郎氏、同所大形工場長中村雄松氏及び其他の諸氏に感謝の意を表す。(昭和 27 年 6 月寄稿)

參 考 文 獻

- 1) 橋本 亨: 製鐵研究, p 151~173, (1924)
- 2) H. Cramer: Stahl u. Eisen 53, Ht. 38, (1933)
- 3) 足立逸夫, 長井峻一郎: 製鐵研究, No.149 (1936)
- 4) 橋本 亨: 鋼材壓延法, (1941)
- 5) 高島徳三郎: 鐵と鋼, 29, 10~11號(1943)
- 6) " " 36, 3號(1950)