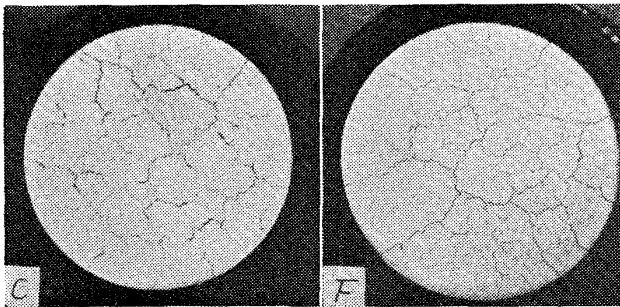


Fig. 2. Relation between carbon content and mechanical properties of high carbon Cr-Mo steels after annealing, normalizing and tempering.



C and F: Sample number

Photo. 2. Test faces after 1000 cycles at 600°C~450°C. $\times 0.6$ (7/8)

の場合と焼準焼戻の場合との間に顕著な差異を認めがたいが、後者の方がわずかにすぐれている。また両者ともにC含有量が高くなるほどやや悪くなる傾向が認められる。

5) 耐摩耗性

深尾式摩耗試験機を使用し、上部試片に5mmφの耐摩耗性試験片を、下部試片に各種炭素鋼の60mmφ×11mmのリング状標準試験片をセットして摩耗荷重5kg/cm²、摩耗速度2.5m/secで摩耗試験を実施した結果、C含有量が高いものほどすぐれた耐摩耗性を有すること、焼準焼戻処理は耐摩耗性を向上させることが認め

られた。

IV. 総 括

高純度砂鉄銑を原料とするC 1.2~2.5%, Cr 1% および Mo 0.35% の高炭素 Cr-Mo 鋼について焼鈍および焼準焼戻後の諸性質を調査した。その結果を総括すれば次のとおりである。

- 1) 共晶セメンタイトはC約1.5%ではじめて析出し、C 2.3%では面積率で約35%を占有する。この共晶セメンタイトは鍛錬を加えれば軸方向に長く延伸された形状を呈する。
- 2) 焼入性はC 1.4~1.6%で最もよく、C含有量がそれより高くても低くても悪くなる。
- 3) 焼鈍および焼準焼戻後の機械的性質はC含有量が高いにもかかわらずきわめてすぐれており、とくに伸び、絞りおよび衝撃値が大きい。また同一熱処理においてC含有量の高いほど硬度は高いが、降伏点および抗張力はC 1.5%を超えると減少する。伸び、絞りおよび衝撃値はC含有量が高くなるほど減少する。
- 4) 耐熱さ裂性はC含有量が高くなるほどやや悪くなる傾向が認められる。
- 5) 耐摩耗性はC含有量が高くなるほど良好である。

文 献

- 1) 高井, 佐藤: 鉄と鋼, 45 (1959), p. 899

620.191.31:620.191.34:669.146.9-412
669.586.5

(174) 人工気泡による表面疵の研究

トピー工業, 豊橋製鋼所 No.64336
野口 祐正・石原 弘二

Studies on Surface Defects by Means of Artificial Blowholes. pp2039~2042
Hiromasa NOGUCHI and Kōji ISHIHARA.

I. 緒 言

近年鋼材の品質向上が一段と要求されてきたが、一般構造用圧延鋼材の場合、最も厳しく表面疵の管理を要するのは亜鉛メッキ用鋼材であろう。亜鉛メッキ表面に発生する表面疵のうち、発生頻度が高くかつ圧延後の検査工程で見逃がしやすい疵が、鋼塊表面のブローホールに原因する線状疵である。

鋼材に発生する線状疵の防止対策を確立する上に、人工気泡による追跡が有効な手段であり、これまで多数の報告がなされている^{1)~3)}が、亜鉛メッキの段階まで追跡されたことはない。筆者らはメッキ用鋼材の表面疵防止策を立てる目的で、実際作業と等しい大きさの人工気泡をせん孔したピレットを、実際作業に相当する圧延比の山形鋼に圧延し、これをドブ漬亜鉛メッキして、この間における人工疵の挙動を調査した。その結果、亜鉛メッキ用鋼材の表面疵防止策を確立した。

II. 試験方法

表面気泡のないことを確認した断面260×260mm、長さ2200mmの連続製造ピレットの四面および隅角部に直径1.5, 3.0, 5.0, 7.0mmφ、これら各径に対して深さ3, 4, 6, 8, 10mmの人工気泡をせん孔し、つごうピレット1本について672ヶの気泡がせん孔されたピレット2本を用意した。1本を山形鋼150×12に、他の

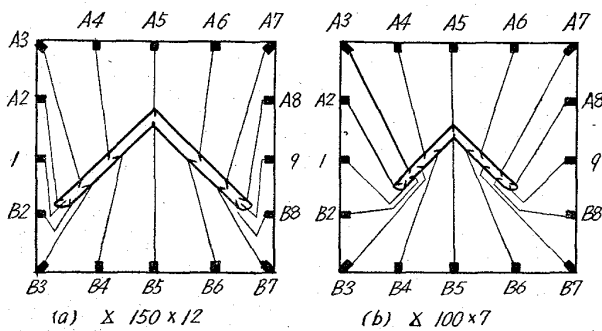


Fig. 1. Marking in the cross section of billets and sectional bars.

1本は山形鋼 100×7 に圧延した。前者の圧延比は 21, 後者のそれは 49, 当社の 大 中 形 鋼 圧 延 の 値 に 相 当 する。

圧延された鋼材は酸洗いしてスケールオフし、人工気泡から成長した線状疵を測定観察した後、ドブ漬け亜鉛メッキを行ない、メッキ表面の肉眼観察および断面のミクロ観察を行なった。

III. 試験結果および検討

1. 表面移動

ビレットの人工気泡せん孔位置と鋼材の線状疵発生位置とを対比せしめた表面移動を Fig. 1 に示した。圧延比の小さい X150×12 においては、横中心線上の気泡がフランジ端部に相当するが、圧延比の大きい X100×7 ではフランジの内側にきている。

2. 線状疵の形状

鋼材の酸洗い面に発生した線状疵は気泡の直径、横方向位置、圧延比などによつて異なる形状を示した。Fig. 2 は線状疵の長さおよび巾と横方向位置との関係を示す。X150×12 の場合、フランジ面の線状疵は巾をもつておりフランジ端部は巾がない。また内側よりも外側の方が巾が広い。ここで巾を持つているというのは、厳密には二筋の線状疵である。これは上下圧下が主体である場合に気泡底部が盛りあがった結果であろう。

これら線状疵の形状は大黒、徳久りもいつているように s/S 比と密接に関係している。X150×12 の場合、s/S 比が 0.5 以上の時巾をもつているが、圧延比の大きい X100×7 では 0.5 以上である位置は必ずしも巾をもつてはいない。巾をもつたぬは s/S 比だけでなく、圧延素材から造形圧延に入る粗角までの圧延比と関係するからであろう。

3. 気泡の臨界深さ

人工気泡の深さは 3mm から 10mm まで 5 段階になつてゐるから、ある一定位置において、ある深さ以上の気泡は疵として発生し、ある深さ以下の気泡は疵として発生しないある深さを求めることができる。このある深さを気泡の臨界深さと定義し、横方向位置と気泡の臨界深さを求めたのが Fig. 3 である。

鋼材に生じた線状疵は、圧延比が大きくと小きくとも、フランジ端面が最も発生しやすく、頂角に近づくほど気泡は消滅しやすいことがわかる。X150×12 についてみると気泡臨界深さはフランジ端部が 1.5mm であるに対し、外側頂角は 6mm である。また外側よりも内側

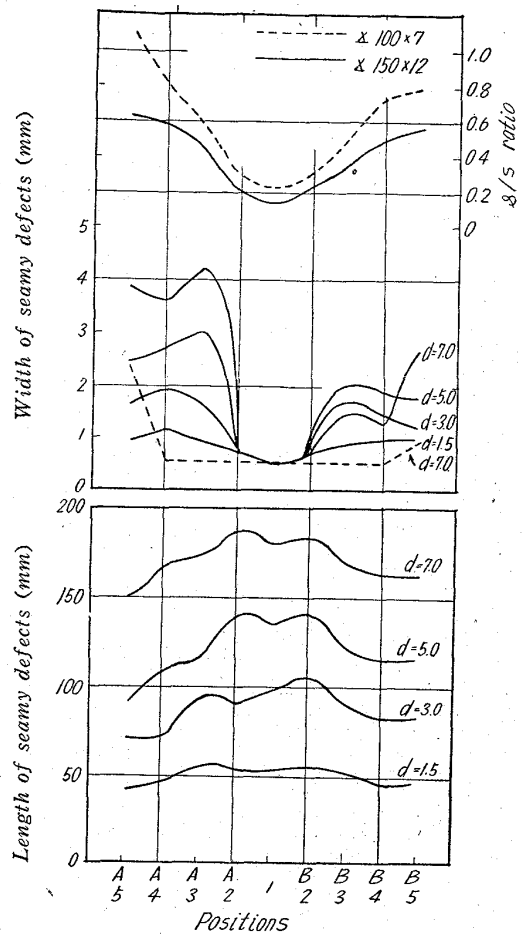


Fig. 2. Length and width of seamy defects and s/S ratio.

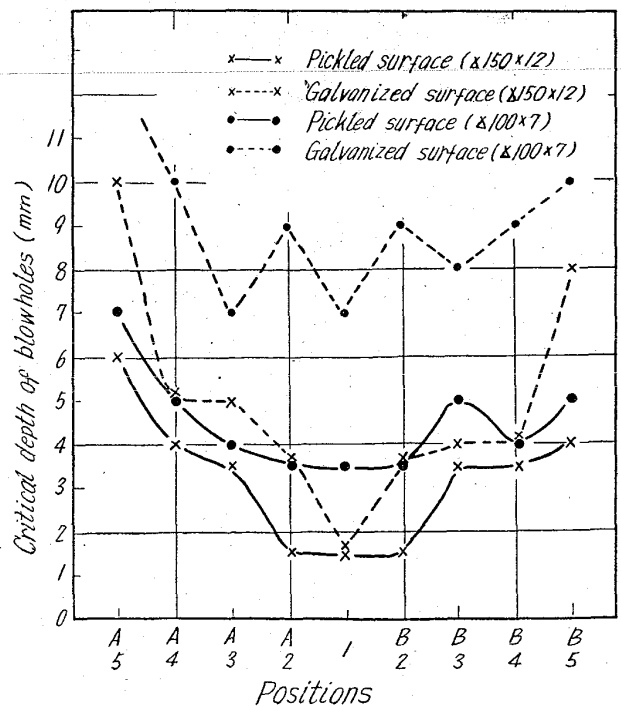


Fig. 3. Relationship between critical depth of blowholes and positions.

の方が $\times 150$, $\times 100$ ともに疵が生じやすいといえる。

なお $\times 150 \times 12$ の鋼材表面の線状疵は、 $1.5\text{mm } \phi$ よりも $3.0\text{mm } \phi$ の方が疵が消滅しやすいこともわかった。気泡底部が盛りあがって巾をもつた線状疵となるような位置では、ある程度直径の大きい気泡の方が、底部が盛りあがりやすいからであろう。

鋼材に存在する線状疵がメッキ表面に現われるか否かには、亜鉛の付着量が関係する。本試験においては、 $\times 150 \times 12$ よりも $\times 100 \times 7$ の方が付着量が多いようであり、特に $\times 100 \times 7$ のフランジ端部に著しく多量であった。そのためにメッキ面の臨界深さが深い側に移動していると思われる、 $\times 100 \times 7$ の端部は 7.0mm であるに対して内側頂角 B_5 は 10mm と、位置による差は著しくない。一方 $\times 150 \times 12$ のメッキ面における臨界深さは、酸洗い面の値よりも 1 ないし 1.5mm 深い側に移動した曲線を画いている。

圧延比の臨界深さにおよぼす影響は、酸洗い面よりもメッキ面において顕著である。

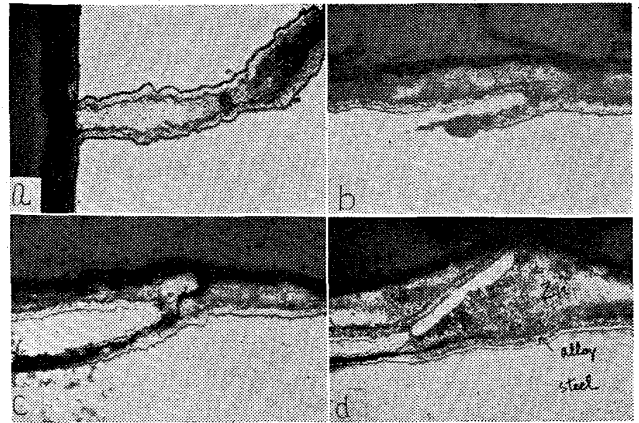
4. 亜鉛メッキ断面の観察

人工気泡からメッキ面に発生した欠陥の1例を Photo. 1 に示した。実際作業に発生する欠陥と同じであり、(a) は圧延方向にそつて白錆を生じている。(b) は圧延方向に沿つた粟粒状のもの、白錆を生じていないから腐蝕の起点にはならない。

Photo. 2 は人工疵発生位置の亜鉛メッキ後の断面ミクロ組織である。(a) および (b) は酸洗面にあつた疵が、亜鉛メッキによつて消えたものである。(b) のごとく浅い線状疵は疵の最深部まで合金層が形成されメッキされて線状疵は消滅する。(a) のごとく疵の深さに対して巾の広いときは、内部の方までメッキされて消滅する。(c) は深さに較べて巾がせまいために合金層が深いところまで形成されず、内部の酸あるいは水が蒸気となつて噴出し亜鉛層が破れて完全に被覆されていない。このような疵はメッキ後約1カ月で局部に白錆を生ずる。(d) は粟粒状欠陥の断面である。侵入角度の



Photo. 1. Macroscopic observations of seamy defects on galvanized steels.



$\times 100$ (2/5)

Photo. 2. Microstructures on cross sections of seamy defects after galvanized.

小さいラップ状の線状疵は写真のごとくラップした疵がもち上つて粟粒を呈することがわかつた。その他、(c) のとき疵でも噴出ガスが亜鉛層に空洞を作つて粟粒状の欠陥を呈することもある。

メッキ後の断面のミクロ的観察から、メッキ面に欠陥として表われる疵は疵の断面形状と関係するけれども、一般的にいつてメッキ素材における疵の深さに関係することがわかつた。

5. 線状疵の防止対策

本試験の結果をもとに、鋼塊表面のブローホールに原因する線状疵の防止対策をたてるためには、ブローホールの深さの分布がわからねばならない。

2t 鋼塊について調査した結果、頭部では 6mm 以上深い気泡が 18% もあるが、頭部を除けば 97% までは 6mm 以下の深さであることが判明した。

当所では圧延比 60 以上は鋼塊頭部のみをスカーフ、圧延比 60 未満のものに対してはフランジ端部相当部分および鋼塊頭部をスカーフする対策をたて、亜鉛メッキ用鋼材の表面疵防止に成功した。

V. 結 言

鋼材の表面疵防止対策を確立すべく、ビレットに人工気泡をせん孔し山形鋼に圧延、さらに亜鉛メッキを行なつて人工疵の追跡を行なつた結果、下記の点が明らかとなり対策を講ずることができた。

(1) 造形圧延においてフランジ面は上下圧下を、フランジ端部は横からの圧下を受けるために、同一深さの気泡であつてもフランジ端部の方が疵が深い。鋼材酸洗面における気泡臨界深さは、圧延比 21 のとき面 4mm 端部 1.5mm 、圧延比 49 のとき面 5mm 端部 3.5mm である。

(2) メッキ面における気泡の臨界深さは、圧延比 21 で面 8mm 端部 1.5mm 、圧延比 49 のとき面 10mm 端部 7mm である。メッキ後の断面ミクロ観察の結果、メッキ表面に欠陥として現われる疵は疵の深さにより影響されることがわかつた。

(3) 鋼塊に発生している表面気泡の深さ分布を測定し、圧延比 50 以上とすればメッキ面に疵の生じないことがわかつた。

文 献

- 1) 大黒, 白井: 鉄と鋼, 39 (1953) 3, p. 325
- 2) 大竹, 村山: 製鉄研究, No.211, p. 50
- 3) 梶山: 鉄と鋼, 46 (1960) 1, p. 25

621,73,019:620,192,47:669,14-412

(175) 実体鍛錬による鋼塊内部の変形
および空隙の圧着について

(鋼塊の鍛錬効果に関する研究—II)

神戸製鋼所, 中央研究所

鈴木 章・高田 寿・林 康代

高砂工場 谷 藤 弥寿生

Deformation and Closing of Internal
Cavities in Ingot by Solid Forging.

(Study on forging of ingot—II)

Akira SUZUKI, Hisasi TAKADA,

Yasusiro HAYASHI and Yasuo TANIFUJI.

I. 緒 言

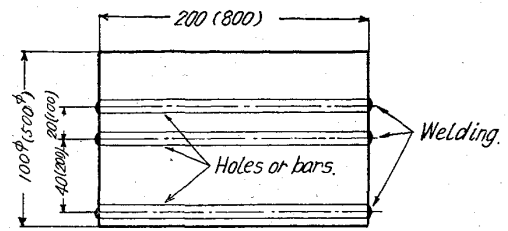
鋼塊の鍛錬作業においては一般に内外部の鍛錬効果は均一にならず, また鍛錬方法によつてその不均一性が著るしく相違することが知られている^{1)~3)}. このような鍛錬効果の不均一性は鍛造割れ, 機械的性質の不均一性などの原因として好ましくないが, 逆に内部の性状が多孔質になりやすい大型鋼塊中心部の鍛錬効果を大きくし, 欠陥の除去を目的として効果的に活用することができる.

前報⁴⁾ではすえ込みによる内部の変形および空隙の変化について報告したので今回は 100mmφ の鋼材を用いて熱間鍛錬を行ない, 内部の変形量および空隙の変化—圧着におよぼす金敷の形状および押込量の影響を調査した. さらに本試験結果をもとにして 500mmφ の大型鋼塊で実験を行ない, それらの結果が大型鋼塊に対しても, よく適用されることを確認した.

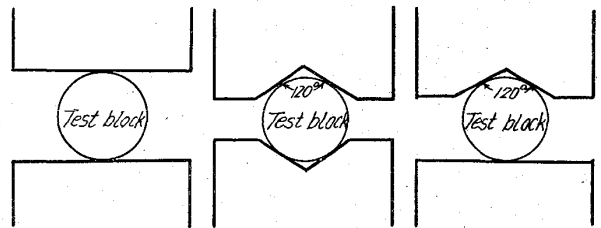
II. 試験方法

鍛錬試験片および金敷の形状は Fig. 1 に示す. 鍛錬試験片は 100mmφ, 長さ 200mm の円柱状鋼材 (S35C) で, その軸心部, 中周部, 外周部に 6mmφ の丸棒 (SCM4) を挿入し, 鍛錬後横断し, 棒の形状変化を調べて変形量を求めた. 一方, 空隙の圧着試験は軸心部に空孔をもうけ, 同じく鍛錬後横断して調べた. 金敷は上下平型, 上V下平型, 上下V型の3種を用い, 上下平型の場合, 金敷の巾を 40, 60, 80mm に変えて変形量におよぼす金敷巾の影響を調べ, さらに空孔の大きさとその圧着に要する押込量の関係を求めるため 6, 10, 15mmφ の空孔を用いた. その他の場合はいずれも金敷巾は 60mm, 空孔径 6mmφ とした. 鍛錬温度 1200°C で内外部ほとんど均一で, プレス速度は 22mm/sec 一定である.

工場実験で行なつた鋼塊 (S35C) は 500mmφ × 800mm^l でその軸心部に 15mmφ の空孔をもうけ, 中周部, 外周部には 15mm の丸棒 (SCM4) を挿入した. 変形率は挿入した棒の鍛錬前後のプレス方向の径の差 ($d_0 - d$) と鍛錬前の径 (d_0) の比で示し, 空孔の変化は空孔径比すなわち鍛錬後のプレス方向の空孔径 (d') と

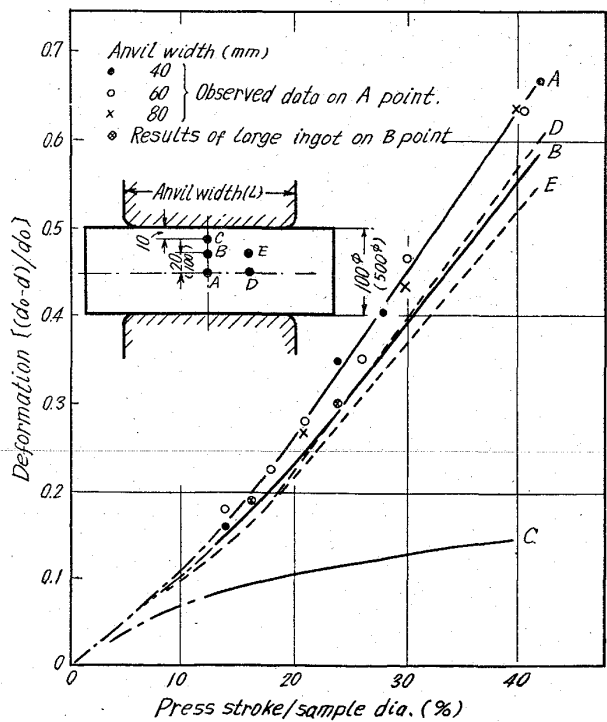


a) Test block.



b) Flat-flat anvil, c) V-V anvil, d) Flat-V anvil.

Fig. 1. Shapes and dimension of test blocks and anvils.



A~E : Show observed points.
(): Show large ingot size.

Fig. 2. Deformation-press stroke curves at various positions in test block, using flat-plate anvil.

鍛錬前の空孔径比 (d_0) の比で示した.

III. 試験結果

上下平金敷を用いたときの試験結果を Fig. 2 に示す. 押込量は鋼塊直径に対する比で示した. 結果は次の通りである.

- 1) 金敷巾が鋼塊径の 40~80% の間では金敷巾の効果に有意差は認められない.
- 2) 内部の各位置の変形量および空孔径比は押込量に