

以上を要約して実用上の結論として、

(1) 抑え板間隔の変化による穿孔状況の変化は他の諸条件に比べて小さい。

(2) 抑え板間隔を広くすると、パイプ内外面に発生する割れ疵が大きくなり、その他の状況の変化は小さいから実際穿孔にあつては抑え板間隔を十分狭くする方が有利であろう。

(後記) 本実験は日本特殊鋼管本社工場で行つたもの

であつて、須永社長以下関係各位の御指導に厚く感謝する。(昭和 28 年 5 月寄稿)

文 献

- 1) 井上, 加藤: スチーフエル・マンネスマン式穿孔機による製管法の研究 (I), 鐵と鋼, 昭和 27 年 6 月號
- 2) 井上, 加藤: 同上 (II), 鐵と鋼, 昭和 27 年 12 月號

I 形鋼に於ける表面氣泡疵について (I)

(表面氣泡に依る疵, 特にスヂ疵について)

(昭和 28 年 4 月本會講演大に會於て講演)

大 黒 竹 司*・臼 井 弘 治*

SUBSURFACE BLOWHOLE DEFECTS IN I-BEAM STEELS (I)

(On Various Defects Caused by Subsurface Blowhole

Especially on Seamy Defect)

Takeshi Okuro and Hiroharu Usui

Synopsis:

In manufacturing of the I-beam steel directly from the small ingot in one heat without billeting, they are often annoyed by the seamy defects on its flange edges. For prevention of the seamy defects, the authors began to study the various factors of their occurrence in both steelmaking and rolling.

At first they investigated the surface deformation of I-beam by rolling the experimental ingot on which was drilled many small holes and found that the holes situated within 35mm from the corner of ingot became the source of seamy defects of flange edges.

So the subsurface blow holes of the ingot corners were assumed by counting number of them at adjacent chipping lines and the correlation between skinholes vs. seamy defects was found.

The experimental ingot was rolled on which was drilled thousand or more small holes with varying diameter and depth around the ingot and the length and number of artificial defects were measured.

Then the authors showed the effects of diameter and depth of artificial blow holes on the length and percentages of occurrence of artificial defects.

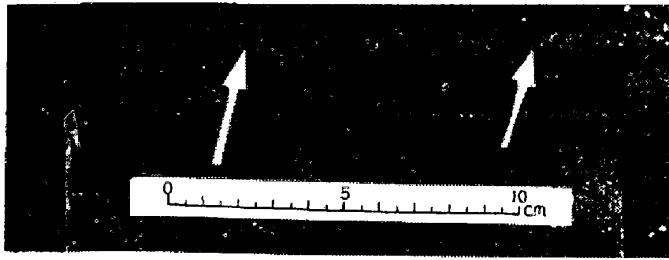
I. 緒 言

小形鋼塊を分塊工程を経ず直接圧延に依り鋸山用 I 形鋼を作る場合、そのフランジ端面にスヂ疵が屢々発生する。(第 1 図参照) このスヂ疵の大なるものは機械的性質に悪影響を及ぼし、当然その成品は級外品となるが、機械的性質に及ぼす影響の少いと考えられる小なるスヂ

疵も成品外觀を損う為、格落疵の対称となり、良品歩留り低下の大きな原因となつている。筆者等はこれらのスヂ疵を防止減少させる為、その発生原因及び発生条件を追求し、工場実験的に下記の調査を行つた。

調査は先ず人工疵を作ることに依り、鋼塊表面の成品

* 尼崎製鋼所



第 1 圖 I 形鋼のスチ疵

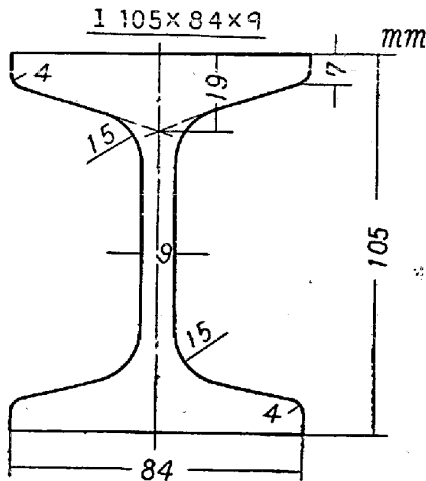
調査方法を述べる前にスチ疵の概観を述べておく必要があると思われる。第 1 圖にスチ疵の形態の 1 例を示したが、これは I 形鋼のフランジ端面に現れる長さ 10~50 mm 範囲のスチ状の小割れであり、その成品長さ方向に於ける発生位置の分布には一定の規則性が認められない。第 3 圖、第 4 圖にその断面に於けるサルファプリント及びマクロエッチ写真を示す。

に於ける移行位置を確め、鋼塊表面気泡とスチ疵との関係を推定するのに用いた。次に人工的に大きさ、深さの種々なる人工気泡ともいべき細孔を鋼塊に多数穿孔して圧延を行い、成品に於ける人工疵の発生状態を調査し人工気泡の直径と深さが人工スチ疵の長さ及び発生率に及ぼす関係を求めた。

II. 試料及び調査条件

供試鋼塊は塩基性平炉に依る I 形鋼用キルド鋼塊で、その主要成分は炭素 0.29~0.32%、マンガン 0.50~0.55% である。鋼塊の形状は角型で、その略寸法は底部 165mm□、頭部 145mm□、長さ 1.65m で単重は約 300kg である。

圧延成品は石炭綜合研究所試案 A 型 I 形鋼で、その形状及び略寸法を第 2 圖に示す。



第 2 圖 I 形鋼の形状と略寸法

圧延機は鋼片スタンド 1 台、粗ロールスタンド 2 台、仕上スタンド 1 台で、そのパス回数は計 13 パス、圧延比は 8.2 で、皮削り鋼塊の場合は約 7 であった。各調査時の鋼塊抽出温度、仕上温度は夫々 1200°C、1000°C 附近であった。

III. 調査方法及びその結果



第 3 圖 サルファプリント



第 4 圖 マクロエッチ写真

疵は一次組織に沿って内部に入っており、小なるものは疵部にサルファの濃痕又は燐の偏析が認められない事が多く、疵部の脱炭も亦少い。それ故このスチ疵が表面気泡に依るものであるか、又気泡に依らざる機械的その他の原因に依るものであるかを疵から判断することは困難である。そこで調査はスチ疵の発生状況について行つた。

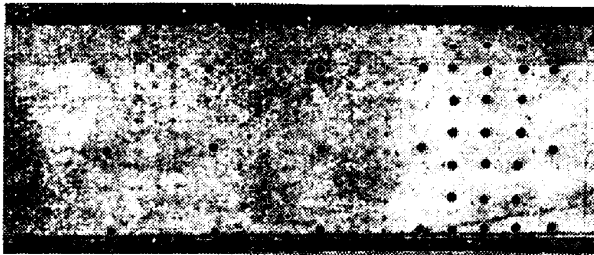
尙同時に同型リムド鋼塊を2本圧延したが、チップング面には気泡が存在せず、スチ疵も亦全く発生しなかつた。

3. 人工気泡に依る疵

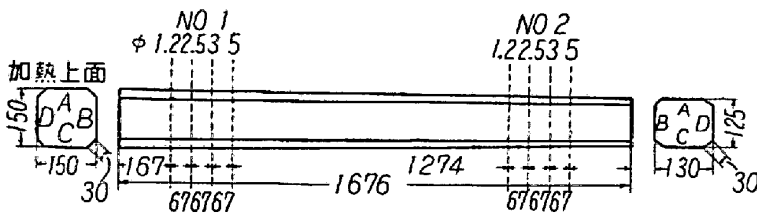
以上に依り鋼塊の表面気泡とスチ疵との間に深い関係があることが判つた。然し實際のスチ疵がどの程度の大きさ、深さの気泡に依つて出来たか、又その発生する割合は、等の問題は鋼塊角隅部の気泡の状態が不明の為に判らない。

そこで予め気泡の数及び大きさ、深さの判つた人工気泡ともいうべき細い孔を鋼塊に多数穿孔し、これを圧延してI形鋼に発生する人工疵との関係を調査した。

先ず表面気泡疵と人工気泡疵との混乱を避ける為、鋼塊の表面気泡が無くなる迄表面を切削し、第9図の如くドリルにて穿孔した。孔の直径は1.2mm, 2.5mm, 3.0mm, 5.0mmの4種で、深さは夫々1mm, 2mm, 3mmでこれらを1群とし、鋼塊の頭部、底部に2群穿孔した。穿孔数は合計、1104個である。



直径	5	1.2	2.5	2	10	5	2.5	2.5	2.5	5	3	3	3	5	5	5	5	5	
深さ	10	1	2	3	10	1	2	3	10	1	2	3	10	1	2	3	10	10	
孔の間隔		10			10			10			20								



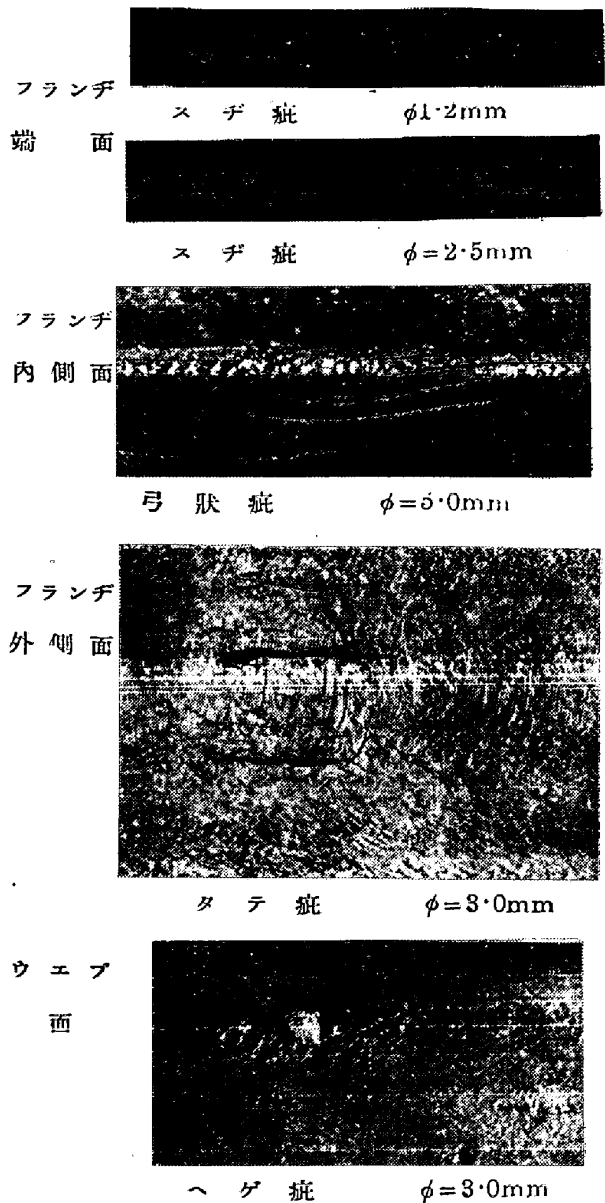
第9圖 人工気泡の配列圖 (皮削り鋼塊)

I形鋼に圧延後、疵は圧延のままと酸洗後の2回、その発生位置、形状、疵の数及びその長さを測定し、その発生率を出した。

a. I形鋼の各部に発生せる人工疵の形状

I形鋼各部の加工変形の差に依り、同じ直径、同じ深さの気泡も種々なる外観を示す疵になることが判つた。これを発生位置に依り分類すると第10図に示す如くなる。

発生位置 名 稱



第10圖 I形鋼各部に発生せる人工疵の分類 (酸洗)

フランヂ外側面、ウェブ面のタテ疵、ヘゲ疵は圧延のままではスケールのため見え難く、酸洗に依りその位置形状が確められる。これらの人工疵は外観上實際のI形鋼に発生せるそれらの疵と非常に似ており、表面気泡と疵との関係が一層明確になつた。

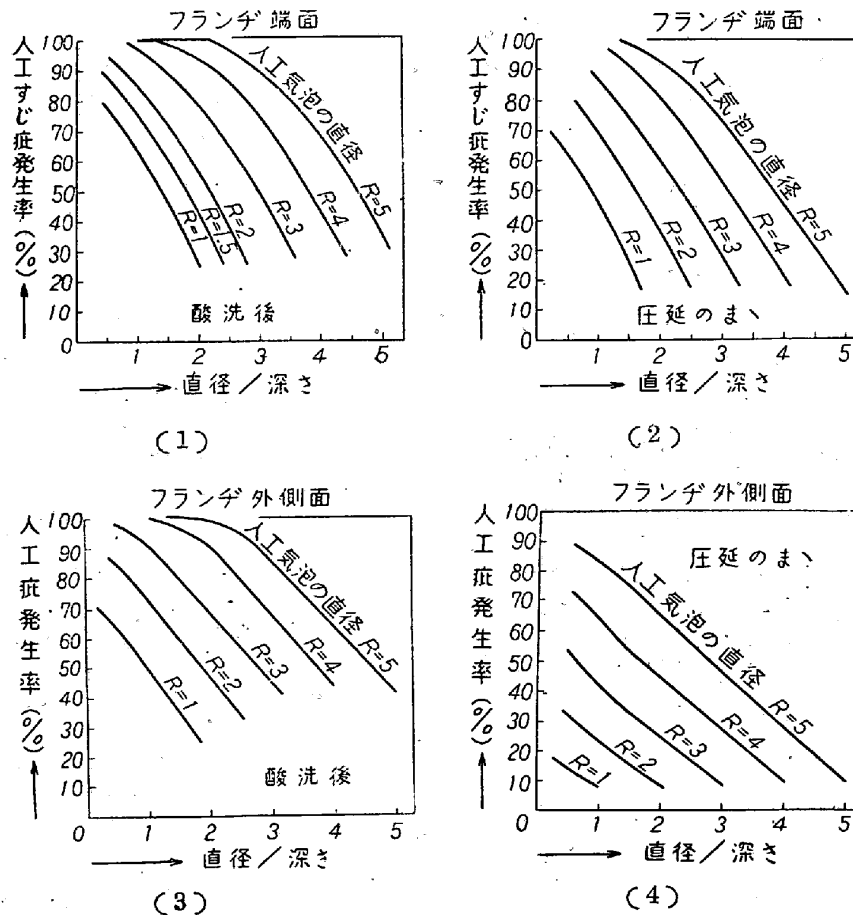
b. 気泡の直径と深さがスチ疵発生率に及ぼす影響

鋼塊に穿孔せる人工気泡は、圧延に依りすべてが疵となつて現れるとは限らない。又気泡の直径が大きくなれ

ば疵は発生し易くなるが、深さが浅くなると或程度以上の直径のものは疵になりにくいと考えられる。そこで直径と深さの比を考え、これを変数とし、これと直径と疵発生率との重相関を求めた。ここで疵発生率とは各部(例えばフランジ端面)に現れた疵数の和(No.1とNo.2群)と鋼塊該当部の穿孔数の和との比をいう。発生率は角度変換を行つて計算し、これを%に戻すと第11図にその若干例を示す如き回帰曲面が得られる。

実際のデータもその様に配列されているので、直径、深さ、疵の長さに関する重相関を求めた。第12図にそれらの数例を示す如く、いずれも1%以下の有意水準で重相関々係のあることが確認された。これに依り小さな気泡でも、その深さが深いと相当な疵となることが判る。

フランジ外側面及びウェブ面に於ける疵の長さの減少は疵巾の増加などにも現れた加工変形の差に依るものと考えられる。



第11図 人工気泡の直径と深さが疵発生率に及ぼす影響

第11図(1)より同じ直径の気泡でも或る直径/深さの比になると、その100%が疵となつて現われ、又直径1mmの微細な気泡でも、深さが1mm, 2mmとなるに従い、夫々65%, 80%が疵となつて現われ、この発生率は決して低いものでないことが判る。(1)(2)より酸洗後の検査に依る発生率は圧延のまゝのものより当然高い方に移動していることが判る。(3)(4)はフランジ外側面についての同様の図であるが、圧延のまゝの疵発生率が極めて低いのが目立っている。

c. 気泡の直径と深さがスズに及ぼす影響

気泡の直径が大きくなる程又深さが深くなる程、それに依り発生するスズ疵の長さが大になると考えられるが

d. 気泡に及ぼす加熱の影響

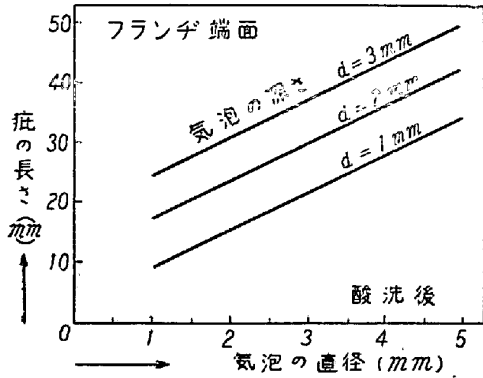
以上の調査と平行して行つた実際の加熱炉に於ける加熱試験について述べる。鋼塊を加熱炉で加熱すると焼減りに依り、鋼塊表面直下の気泡は露出し、人工気泡の径及び深さも変化すると考えられる。そこで前述の試料と同種の鋼塊に第13図に示す如き切削及び穿孔を行い、加熱炉に装入し、加熱前後に於ける各部の寸法を測定し加熱に依る変化を求めた。

第1表は各部の加熱に依る寸法の変化を示す。各数値は同じ面上の12個所の平均値である。第1表より孔径及びその深さの変化は共に加熱上面が下面、側面に比して大であり、焼減りの程度は加熱上面が他面より大であ

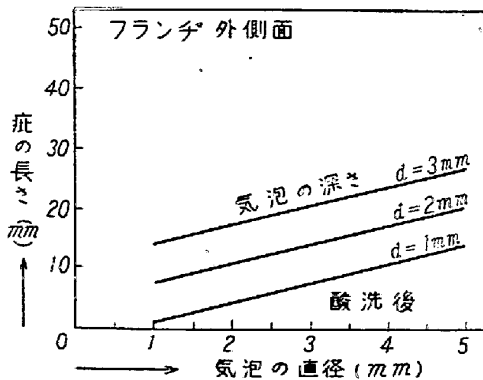
第 1 表 加熱に依る各部寸法の變化 (12個所の平均値)

項 目	回 數		第 1 回 加 熱				第 2 回 加 熱			
	在 爐 時 間	加 熱 面	3・00 時間				焚 き 込 み **			
			A(上面)	B(側面)	C(下面)	D(側面)	A(上面)	B(側面)	C(下面)	D(側面)
ΔW^*			-1.08	-0.91	-0.72	-0.84	-1.73	-1.80	-1.40	-1.80
ΔW_o				-0.94		-0.91		-1.96		-1.86
ΔW_U				-0.61		-0.63		-1.31		-1.11
Δd_5			-0.52	-0.30	-0.36	-0.15	-0.59	-0.22	-0.03	-0.17
Δd_3			-0.45	-0.35	-0.42	-0.25	-0.48	-0.10	-0.18	-0.10
$\Delta \phi_5$			+0.47	+0.35	+0.42	+0.34	+1.89	+0.80	+0.78	+0.98
$\Delta \phi_3$			+0.52	+0.44	+0.48	+0.37	+1.10	+0.70	+0.64	+0.87

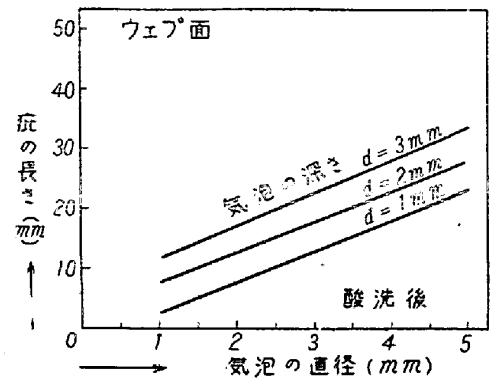
註) * ΔW とは加熱前後の寸法差を表わす(単位mm)
 ** 加熱爐内4/5行程で操業中止“焚き込み”となる。推定在爐時間 7・0hr.



(1) (第12圖)

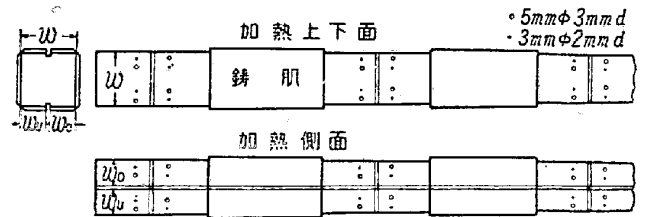


(2) (第12圖)



(3)

第 12 圖 人工気泡の直径と深さが疵長さに及ぼす影響



第 13 圖 加熱試験鋼塊の形状

第 2 表 加熱操業状況

加熱爐の大きさ	22・6m × 2・12m × 0・7~1・8m
燃 燒 方 式	2 帶 式
在 爐 時 間	3・0 時 間
抽 出 溫 度	1240°C (光高 溫 計 讀 み)
石 炭 使 用 量	1・1t/時 間
石 炭 熱 量	6326Kcal

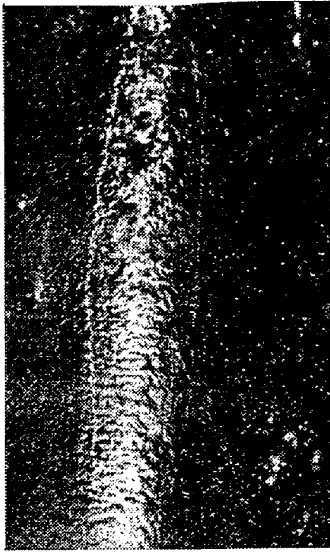
廢 析 ガ 斯 分 (%)	CO ₂	15・7
	O ₂	2・92
	CO	0・25
	N ₂	81・5

過 剩 空 氣 率	1・11
爐 灰 廢 ガ 斯 溫 度	760°C

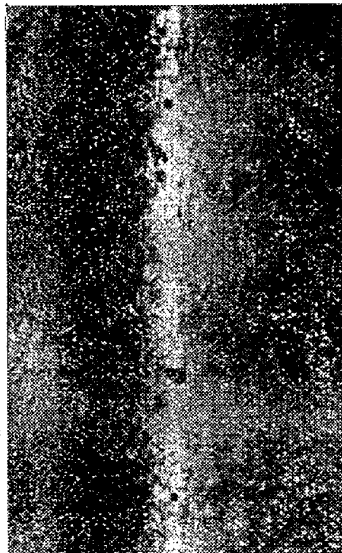
* 10 分間隔測定値の平均

ることが判る。 ΔW の平均値より鋼塊の体積減を推定し、これを焼減りと考え、在炉時間 2・5hr (予備試験)、3・0hr 及び焚き込み (推定 7・0hr) に依り、焼減り量は夫々 0・86%、1・07%、2・09% となる。第 1 回加熱試験に於ける加熱状況を第 2 表に示す。

鋼塊錆肌面には細かな気泡が露出したが、これは王延により充分相当高い発生率を以て、表面気泡疵となることが予測された。第 14 図には第 1 回加熱に依り露出し



a. 第1回加熱後 (0.5mm スケールオフ)



b. 第2回加熱後 (1.3mm スケールオフ)

第14圖 加熱による表面氣泡の露出と擴大

た表面氣泡群及び同鋼塊を再度加熱した時の表面氣泡の露出及び拡大を示す。これより再熱鋼塊に材料疵の発生が多いという従来の統計的結果が説明される。

IV. 結 言

以上の工場実験的諸調査の結果を総括すると次の如くなる。

1. 鋼塊表面に多数ドリル穿孔を行い、I 形鋼に圧延し穿孔位置と人工疵との対照により、成品各部の位置が原鋼塊のどの部分に当るかを確めた。

2. 鋼塊の表面氣泡数をチップング面より推定し、これとI形鋼フランジ端面のスズ疵数との相関々係を求め表面氣泡数の多いものはスズ疵が多く、少ないものはスズ疵の数も少ないことを確めたので表面氣泡の発生を極力防止すればI形鋼のスズ疵は防止、減少させ得ると考えた。

3. 人工氣泡を鋼塊に穿孔して圧延した結果、同じ大きさの氣泡でもその成品に於ける発生位置に依り、種々の表面疵となつて現われることを認め、その氣泡の直径と深さがI形鋼フランジ端面その他に於て、人工疵発生率及びその長さに及ぼす影響を求めた。その結果直径1mm程度の微細な氣泡も、その深さに依り相当大きな疵発生率及び長さを示すことが判つた。尙加熱炉に於ける0.5mm以下のスケールオフにて表面氣泡は露出し、これは再加熱に依り拡大変形することを確めた。

(昭和 28 年 6 月寄稿)