

— 論 說 —

鋼材の割疵に関する調査研究

(昭和 28 年 4 月本会講演大会にて講演) 林 清 造*

INVESTIGATION ON CRACKS OF BILLETS

Seizo Hayashi

Synopsis:

The author investigated cracks in billets of semi-killed steel and obtained following results as the causes:

1. Variation of the crack index between ladles were larger than that within them.
2. The crack index of 2nd ladles were larger than 1st ladles.
3. The crack index became maximum at 0.20~0.21% C content, and it increased with the S content under the same conditions of rolling temperature.
4. Under normal operations of soaking pit, a prolonged soaking time increased the crack index of charges.
5. The rolling temperature index "h" had positive correlation with the crack index of normal charges.
6. On variation of the crack index within ladle, it was found that Al charged into molds had increased the crack index of ingots.

I. 緒 言

鋼材に発生する疵に就ては近時各方面から多角的な研究が進められて居り既に可成りの成果を見るに至つて居るが、実験的研究は他の要因の固定の爲直接現場作業への適用が難かしい面があり又実際作業を対象とした調査は其の現場以外には適用出来ないと云う憾みが濃厚である。疵殊に割疵に関係する因子には種々のものが考えられ先決問題として最も大きい影響を及ぼす因子の発見が肝要であり、この目的に対し特に試験期間を指定して製造したセミキルト鋼 50mm 角ピレットを各工程及び成品に就き調査し割疵に影響を及ぼす因子の探求を行つた。

II. 調査方針及び調査項目

割疵発生原因の所在は装入原料から圧延作業迄の各段階に於て予想し得る。調査結果の解析上からは或る要因は一定条件として固定した方が容易且正確な結果が得られるが結果の応用からは平素作業を対象として調査する必要があり、双方の見地から予備試験結果を考慮した第 1 表の諸項目に対し夫々の制限条件を与えた上で調査した。第 2 表は本試験中の設備及び能力の概要である。

成品検定は各ピレットに対して行い、鋼塊別の割 2 級

ピレット本数及び分塊大剪断機の割による切捨量をピレット本数に換算したものを加え之をその鋼塊から得た全ピレット本数で除して鋼塊別割不良率 $p\%$ とした。不良率分布を正規分布に近似する為変数変換を行い鋼塊別割不良指数 y を計算した。

$$y = \sin^{-1} \sqrt{p}$$

鍋内各鋼塊の p を平均した \bar{p} を鍋別割不良率としこれを変換して \bar{y} を鍋別割不良指数とした。熔解別割不良指数 \bar{y} に就ても同様である。

割の因子には熔解毎、鍋毎或は鋼塊毎に作用するものがある故分散分析により鍋内、鍋間の割の変動を比較しその結果によつて調査を進める事にした。

第 1 表 調査項目及び制限条件

操 業	調査項目	制限条件
原 料	屑鐵配合割合の變動 熔銑配合割合の變動	製品屑、普通屑、製鋼屑、大中小各壓縮屑使用、成可く一定配合。40%配合を目標とする。
熔 解	鑛石使用量 精練時間 鍋付量	平常作業通り。 平常作業通り。 平常作業通り。2t以内を対象

* 富士製鐵室蘭製鐵所

造 塊	取鋼分析値	取鋼には使用しない。 C, Mn, Si, P, Cu,
	鑄型種類	上注M71, C61 (第2表参照)を用い型疵多いものは除く。
	注入速度 Al 投入量 ストッパー止り 状況 鋼塊缺陷	ピット注入。湯口 40mmφ 鋼塊頭部の平坦を狙い投入完全閉止, 滴下小, 滴下大半開放, 開放の5段階に分けて記録。 型抜後均熱爐装入迄に鋼塊を観察し, 縦横割の程度をスケッチし評點を付ける。
均 熱	トラックタイム 装入温度 在爐時間 抽出温度	出鋼終りから均熱爐装入始め迄。 光高温計使用。 平常作業通り。 1200°C 目標(爐内温度, 未補正)
分 塊	分塊壓延中發生する疵のスケッチ 大剪斷切捨量 第1連續ロール前温度	壓下1回 30mm 以内, 第1カリバーターン3回を標準としロール兩側で最終ターン時鋼塊側面疵入状態をスケッチしターン中疵入状況を加味してABCDE5段階の評點を付ける。 平常作業通り。 輻射高温計。
連續壓延	調査事項なし。	平常作業通り。
檢 定	鋼塊別割不良率	コーナー割, 表面割, 割による大剪切捨量鋼片換算値の和。

第2表 使用設備概要

設 備	能力特性其他						
平 爐	傾注, 鹼基性, バーナー式, 重油Cガス混焼5基. 公稱 150t, 實装入量 190t. 試験期間中平均 <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>良塊 t/時間</td> <td>16.190t</td> </tr> <tr> <td>良塊 t 當消費</td> <td>$1,147 \times 10^3$ Kcal.</td> </tr> <tr> <td>Cガス使用</td> <td>70.7%</td> </tr> </table>	良塊 t/時間	16.190t	良塊 t 當消費	$1,147 \times 10^3$ Kcal.	Cガス使用	70.7%
良塊 t/時間	16.190t						
良塊 t 當消費	$1,147 \times 10^3$ Kcal.						
Cガス使用	70.7%						
取 鍋	容量 90t						
鑄 型	上注, 鋼塊單重 5t300 型式, M71 (鋼塊頂部 645×595, 高 1820, 底部 710×660) C61 (" " 591×540, " 2060, " 672×621)						
均熱爐	複列高壓バーナー式側熱爐2基4ピット. B, C混合ガス使用. 能力 76t/h-1 基 試験期間中燃料消費 696×10^3 Kcal/t 鋼塊						
分塊壓延機	Demag 製2重逆轉式公稱 500,000t ロール寸法 1,100mmφ×2,400mm. 成品 200mm 角.						

第1連續壓延機 Demag 製連續式6基公稱 400,000t.
ロール寸法 611~615mmφ×1,300mm.
成品 96mm 角.

第2連續壓延機 Demag 製連續式5基公稱 250,000t.
ロール寸法 525~530mmφ×750mm.
成品 50mm 角.

III. 調 査 結 果

1. 鋼種及び成分規程, 成品及び調査量

BS 15ニヒミキルド鋼, 輸出向 50mm 角線材用ピレット
調査總量 2,570.500t (21 熔解, 36 鍋, 485本鋼塊)
規格成分及び成品取鋼分析値は第3表に示す。

第3表 規格成分及び成品取鋼分析値

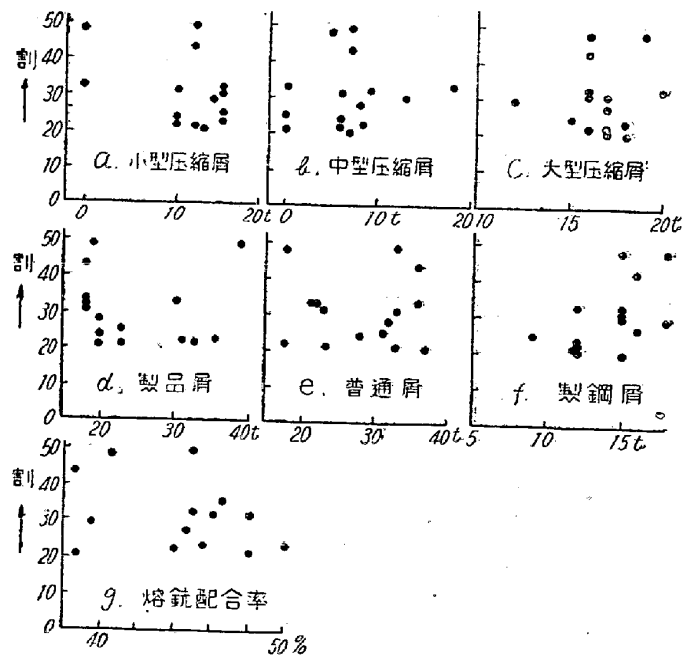
成分	C	Si	Mn	P	S	Cu
規格	0.16 ~0.25	—	0.30 ~0.60	<0.060	<0.060	—
成品	0.16 ~0.25	0.06 ~0.12	0.39 ~0.50	0.012 ~0.059	0.024 ~0.041	0.180 ~0.220

2. 鍋内變動と鍋間變動の比較

分散分析の結果, $F_0 = 5.36^{**}$ $F(0.01) = 2.69$ で高度に有意であり 1% 水準で鍋間變動の方が大きいと云い得る。従つて鍋毎の割 \bar{y} と鍋毎に働く各要因とを対決させ鋼塊別の要因はその鍋に就て平均した値を用いる事にする。

3. 平爐装入原料の影響

6種に分類された屑鉄の装入量, 熔銑量, 追加鉄銑石量の變動と熔解單位の割 \bar{y} の變動との關係を解析した。



第1圖 a~g 平爐装入鐵と成品割の關係

i) 屑鉄と割

屑鉄種類別にその量（厳密には製出鋼に対する割合を以て示すべきであるが製出鋼及び屑鉄量秤量精度から見てその誤差は無視した）と割との関係を図示すれば第1図 a~f の如くで製鋼屑（鍋底）のみ割に影響を与えている如く思われ、相関を計算すれば $r=0.568^*$ で製鋼屑が多く入ると割が多くなる事が5%水準で云い得る。

ii) 熔銑配合割合と割

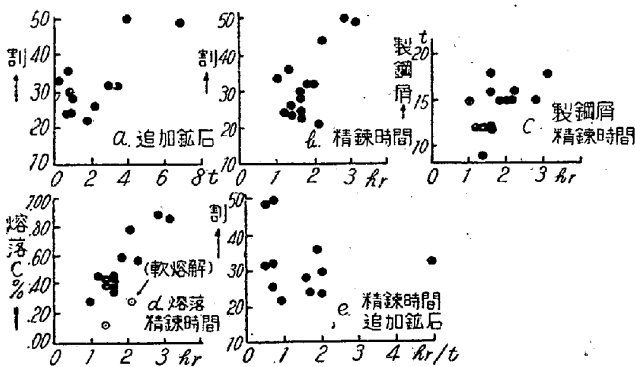
熔銑配合率と割との関係は第1図 g の如くで図より判断して関係が認められない。

iii) 追加鉄鉱石量と割

割との関係は軟熔解を除く12熔解に就き $r=0.712^{**}$ で第2図 a の如く追加鉄鉱石の多い程割が増すと云える。

4. 精錬条件の影響

精錬作業の適否は鋼の品質に大きく影響するのは当然であるが定量的取扱いは必ずしも容易でなく要因として適当なものを選び難いが一応次の諸項目を取扱った。



第2図 a~e 精錬条件と成品割の関係

i) 精錬時間と割

15熔解につき割との関係を求めると第2図 b の如くなり、 $r=0.710^{**}$ の正相関があり本試験の範囲では精錬時間が長びく程割が多くなる。この事を 3-i) の製鋼屑との関係に関連させると精錬時間—製鋼屑使用量の関係は第2図 c の如く $r=0.726^{**}$ で強い相関があり、又第2図 d の如く熔落 C% と精錬時間の間にも相関がある。

従つて製鋼屑は重量当り表面積小さく熔解期に於ける自然酸化量少く熔落 C% を高くし追加鉄鉱石の多量を要し精錬時間が延長すると云う事実は明らかになつたが之等の事実と割との直接的関係は不明である。

ii) 追加鉄鉱石/精錬時間と割

第2図 e の如くであり単位精錬時間当り追加鉄鉱石量の変動は割に関係を有しない。

iii) 追加鉄鉱石、精錬時間、割の関係

これを更に確かめる為重相関を求めた。

重相関係数 $r=0.775$ $F_0=2.99$ 相関なし
偏相関係数

追加鉄鉱石量固定の場合、精錬時間と割 $r=0.435$

精錬時間固定の場合、追加鉄鉱石量と割 $r=0.016$

割固定の場合、精錬時間と追加鉄鉱石量 $r=0.815^{**}$

即ち追加鉄鉱石増加の場合は精錬時間延長を招く必然的結果を知つたのみで割と追加鉄鉱石、割と精錬時間の相互関係は得られなかつた。

5. 前鍋、後鍋の比較

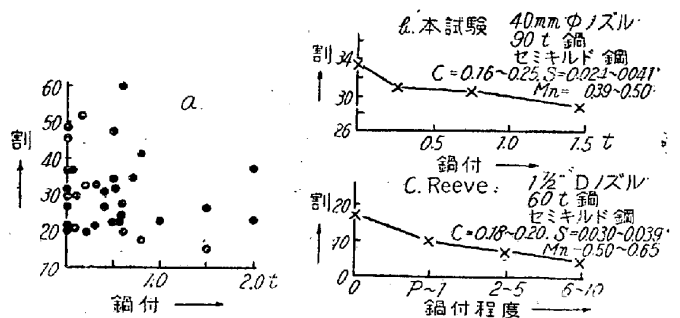
15 熔解, 30 鍋に就て調査した。

i) 割の差

t 検定の結果、後鍋前鍋の割の差の平均 $=7.23$, $se=9.24$, $t=2.82^{**}$ となり後鍋に常に割が多く出る事を知つた。その為前後鍋に於ける他の要因の差に就て検討することにした。

ii) 成分の差

t 検定の結果 C, Mn, Si, P, S, Cu 何れも前後鍋に於て差が認められない。



第3図 a~c 鋼付量と成品割の関係

iii) 鋼付量の差

15熔解に於て1熔解を除く外は総て前鍋に鋼付が多かつた。鋼付量と割との関係を検討する。36鍋に就て鋼付と割との相関を求めると、 $r=-0.091$ で第3図 a の如く関係が認められない。第3表の如く鋼付によつて層別し分散分析を行つた結果でに割平均値間の差は有意でない。

第3表 鋼付平均値と割平均値

鋼付範囲	0	100~400kg	500~600kg	700~2,000kg
鋼付平均	0	256kg	555kg	1,450kg
鍋数	11	8	10	7
割平均	33.5	30.9	30.6	28.4

しかし之等平均値の関係を図示すれば第3図 b の如くであり、Reeve¹⁾ が本試験と殆んど条件の等しいセミキ

ルド構造用鋼に就て5%危険率で得た第3図cの結果とよく似て居り一応本試験の範囲では鍋付量が増せば、即ち鍋条件を一定と見做せば注入温度の低い程僅かながら割が少くなる様である。

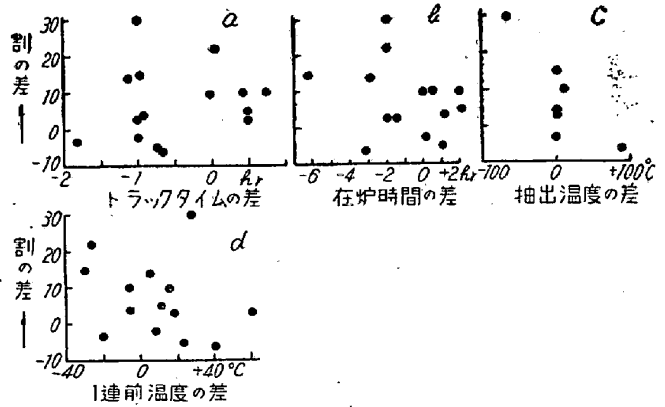
iv) 造塊条件の差

各鋼塊は頭部形状の凹、平坦、凸により脱酸程度を、完全閉止より開放迄の5段階によつてストッパー止り状況を分類した。その結果により各鍋を代表する頭部形状とストッパー止り状況を求め前後鍋に於て差を検討した所前鍋の方が常に脱酸が不足していたり又は後鍋の方が常にストッパー止りが悪かつた等の一定傾向は見られない。即ち之等は前後鍋の割の差を説明出来ない。

v) トラックタイムの差

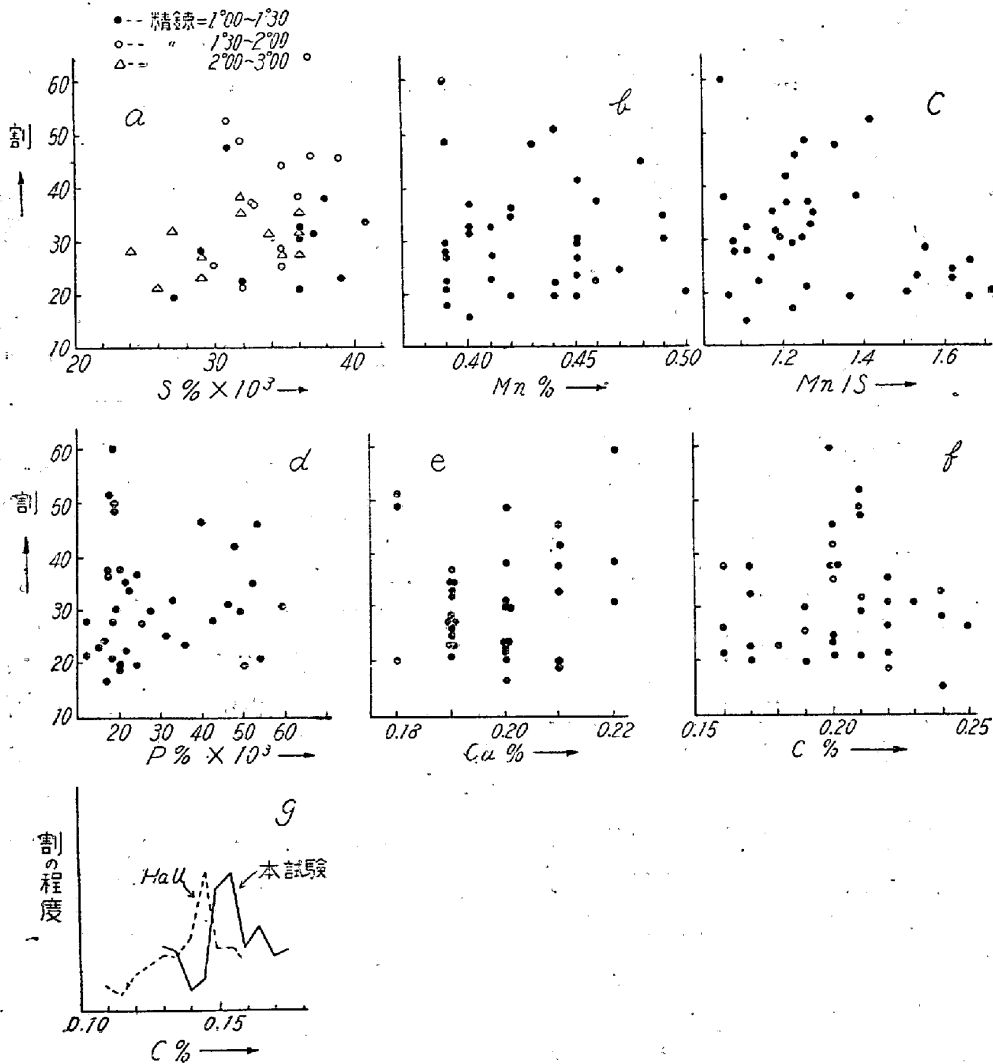
前後鍋のトラックタイムの差と割の差を图示すれば第4図aの如く関係が認められない。

vi) 均熱炉加熱の差



第4圖 a~d 前後鍋に於ける割の差と均熱延延条件の差との關係

在炉時間の差の關係は第4図bの如くである。又在炉時間の前後鍋での差を検定すれば、 $t=0.555$ で有意ではない。抽出温度は資料少く8熔解であつたが差と差との關係は第4図cの如くになりこの相関を求めると、



第5圖 a~g 鋼組成と成品割の關係

$r = -0.682^*$ で抽出温度差が前後鍋に就て大きくなれば割の差も大きくなる事が判つた。抽出温度と割との関係に就ては後述する。

vii) 第1連続ロール前温度(分塊仕上温度)の差。
この関係は第4図dの如く全く認められない。

6. 鋼組成の影響

取鍋分析値と割との関係を求めた。

i) S% と割

36鍋に就て第5図aの如くで、 $r = 0.095$ 相関はない。精錬時間によって3段階に層別したが各層内の相関は第4表の如く何れも有意でなかつた。

第4表 精錬時間, S%, 割の関係

精錬時間	鍋数	[S%—割相関係数]
1°00'~1°29'	11	0.15
1°30'~1°59'	12	0.44
2°00'~3°05'	13	0.34

圧延温度指数h一定の場合(後述)はSが増せば割が増す事が5%水準で云い得る。

ii) Si% と割

Si%により層別すれば第5表の如くで級内変動から見て分散分析を行う迄もなく平均値間に有意差無くSi%と割との関係は認められない。

第5表 Si% と割

Si%	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
鍋数	6	5	6	8	9
割平均	32	28	32	33	32

iii) Mn% と割

Mn% と割, Mn/S と割は第5図b及び第5図cの如く関係が無い様である。

iv) P% と割

第5図dの如く関係が認められない。

v) Cu% と割

第5図eの如くで明らかでない。

vi) C% と割

第5図fの如く余り関係が認められないがC%毎に各鍋を層別し割の平均を求めて図示すれば第5図g実線の如くになり $C\% = 0.20 \sim 0.21$ で割が最大になる。点線はHall¹⁾の結果である。

7. 造塊条件の影響

造塊作業の各要因に就き割との関係を求めた。

i) 注入温度と割

光高温計による測定結果では各鍋毎の温度差は僅かであり影響が判然としない。鍋付を以て注入温度と見做すとすれば5—iii)の如く注入温度の低い方が少々割が少くなる様である。

ii) 注入速度と割

注入時間記録に於ては各鍋共大体同様の傾向を有しているが成品割は鋼塊注入番号順によつて傾向があるとは無作為性の検定を行う迄も無く認められず、又注入速度の鍋間変動は小さい事に対して割の方は鍋間変動が大きい為本試験に於ける注入速度の変動は割に影響を与える迄には至らなかつたと云い得る。

iii) 鑄型種類と割

各鍋をその使用鑄型により第6表の如く分類して割平均値の有意差検定を行つた所差が認められない。

第6表 鑄型型式と割

使用鑄型	M71	C61
鍋数	19	17
割平均	31.9	30.4

$V = 111.87 \quad \sigma_0 = 10.58 \quad t = 0.425$

iv) ストッパー止り状況と割

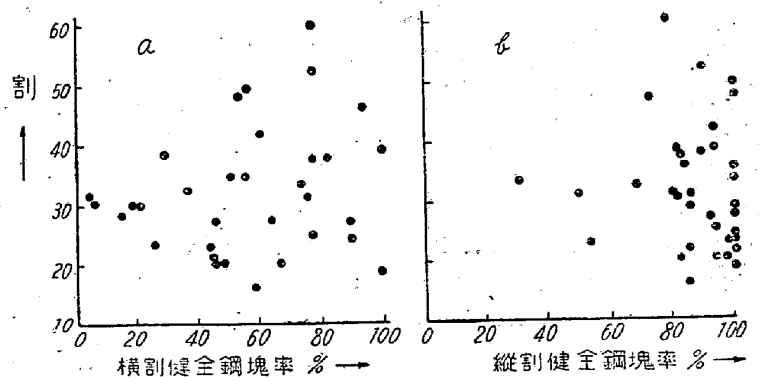
ストッパー止り状況の良否に依つて各鍋を層別してt検定を行つたが第7表の如く有意差はない。

第7表 ストッパー止り状況と割

ストッパー止り状況	良	否
同上内譯	完全閉止, 滴下小	滴下大, 半開放開放
鍋数	31	5
割平均	31.1	31.6

8. 鋼塊缺陷の影響

鋼塊欠陥を熱塊輸送中観察した結果を成品割と比較した。



第6図 a~b 鋼塊割と成品割の関係

i) 鑄塊横割と製品割

横割健全鋼塊率 = 鍋中横割の無い鋼塊本数 / 鍋全鋼塊本数%を求め成品割との關係を图示すれば第6図 a の如くで明瞭な關係は認められぬが第8表の如く層別して t 検定の結果危険率 20~30% で少し高いが鑄塊横割は成品割に悪影響を及ぼす事を知つた。

第8表 鋼塊横割と成品割

横割健全鋼塊率	90%以上	90%以下
鍋 數 割 平均	17 29.3	18 33.4

$V=110.17 \quad \sigma_e=10.5 \quad t=1.156 (20\sim30\%)$

ii) 鑄塊縦割と成品割

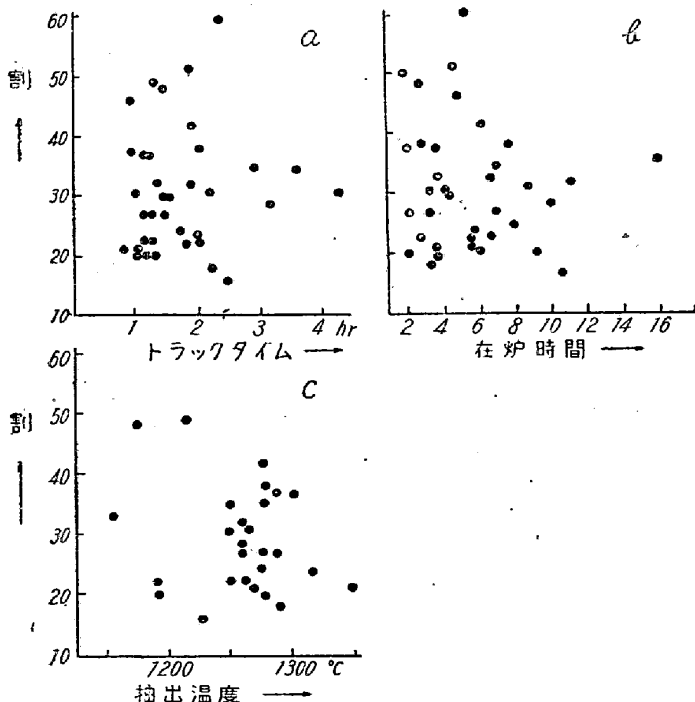
縦割健全鋼塊率に就て同様に行つた結果第6図 b 及び第9表を得た。この結果によれば縦割のある鋼塊の方が割の少ない成品を与える様に見えるがこれは恐らく熱塊輸送中に鋼塊欠陥を発見する事の困難性を表わしていると思ふべきであらう。

第9表 鋼塊縦割と成品割

縦割健全鋼塊率	50%以上	50%以下
鍋 數 割 平均	20 34.3	15 26.9

9. 均熱條件の影響

均熱炉操業中次の要因を選び割との關係を求めた。



第7図 a~c 均熱條件と割の關係

i) トラックタイムと割

第7図 a は鍋毎の割との關係を示し第10表は2つに層別した結果で層内の變動に比し検定する迄もなく有意差なくトラックタイムと割は明瞭な關係を示さない。

第10表 トラックタイムと割

トラックタイム	2時間以内	2時間以上
鍋 數 割 平均	25 31.3	11 30.9

ii) 在炉時間と割

同様に第7図 b 及び第11表の如くで關係が判然としない。

第11表 在爐時間と割

在爐時間	3時間以内	3~6時間	6時間以上
鍋 數 割 平均	14 33.2	9 34.2	13 29.6

iii) トラックタイム, 在炉時間と割

トラックタイムの長い程鋼塊装入温度低く在炉時間は延長される筈でありこの相互關係を調べる為次の諸値を計算したが何れも割と關係はなかつた。

- a) 在炉時間-トラックタイム
- b) 在炉時間/トラックタイム
- c) 在炉時間-トラックタイム/在炉時間+トラックタイム

別に本試験中に於けるトラックタイム, 装入温度, 在炉時間を相関分析によつて検討し 15 鍋を正常操業として選び割との關係を求めた所 $r=0.62$ となり在炉時間の延長する程割が多く出ると云う結果を得た。

iv) 抽出温度と割

抽出温度と割を 36 鍋に就て图示すれば第7図 c の如くで關係は無い様である。

抽出温度-装入温度/在炉時間を以つて平均温度上昇とし割との關係は図より検討の結果明瞭でない。

10. 分塊壓延作業の影響

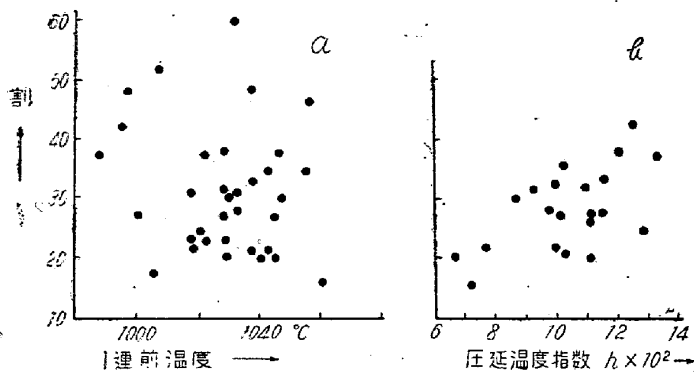
機械的原因による割疵は本試験中同一条件で生じたと考え解析上取扱わなかつた。

i) 第1連続ロール前温度と割

第8図 a の如く關係が認められない。

ii) 圧延温度指数と割

$h = \frac{\text{抽出温度} - 1 \text{連前温度}}{\text{抽出温度} + 1 \text{連前温度}}$ を圧延温度指数とし, これと 36 鍋中 21 鍋の正常操業と考えられるものゝ割との關係を求めると第8図 b の如くで $r=0.56^{**}$ の相関があり h が増せば割が増すと云える。



第8圖 a~b 壓延條件と割の関係

iii) 圧延温度指数, S% と割

21鋼に就き h と S% と割との3重相関を計算した.

重相関係数 $r=0.65^{**}$

偏相関係数

S% 固定の場合, h と割 $r=0.63^{**}$

h 固定の場合, S% と割 $r=0.40^*$

割固定の場合, h と S% $r=0.07$

即ち同一圧延温度条件下では S% が大となれば割は増すという結果を得た.

11. 割と主要因の相互関係

主要因として次の4項目を選び割との五重相関を計算した.

i) 追加鉍石量, ii) S%

iii) 在炉時間—トラックタイム iv) h

計算の結果5重相関係数は有意でなかつた. 割に関する偏相関係数はhだけが5~10%水準で有意であつた.

12. 鍋内変動と Al 投入量

同一鍋内に於ける鋼塊別割不良指数の変動は鍋内に働く要因に依ると考えられるがその1つとして Al 投入量を取扱つた.

Al 投入量のみ変動が大きく他の鍋内諸要因の変動は極めて少ない1鍋を選び鋼塊毎の割との相関を求めると $r=0.57^*$ で Al 量の増加と共に割は増す事を知つた.

IV. 総括及び結論

以上のセミキルド鋼 50mm 角ピレットの割に関する検討結果を総括すれば次の様になる.

1. 割不良指数の鍋間変動は鍋内変動に比して大であり鍋間に働く因子が大きい影響を及ぼすと考えられる.
2. 平炉装入原料に於て製鋼層(主として鍋底)及び追加鉍石量と割とに見掛けの正相関関係がある. 其他の屑鉄, 熔銑は割に影響を与えない.
3. 精錬時間の延長は割を増す事が単相関で判明したが製鋼層, 追加鉍石量, 熔落 C% 等から検討し3重相

関分析の結果では直接的関係は得られず更に今後の検討が必要である.

4. 前鍋は後鍋よりも割の少ない成品を与える. 諸要因の前後鍋に於ける差を検討し鍋付は常に前鍋が多い事を確かめ鍋付と割との関係を求めた結果鍋付の多い程割が少くなる事を知つたが前後鍋の割の差を説明し尽す程のものではない. 鋼組成及び其他の工程に於て前後鍋で顕著な差のあるものは無かつた.

5. 鋼組成に於て $C=0.20\sim 0.21\%$ で割が最も多い様である. Sは単独には関係が認められぬがhの一定な範囲では S% の大きな程割が増す. Mn, Si, P, Cu に関しては明瞭な関係が得られなかつた.

6. 造塊条件の鍋間要因として注入温度を鍋付により表わし得るとすれば注入温度の低い程僅かながら割が減ずる様であり, 注入速度は試験中変動少くその影響が不明である. 鑄型別及びストッパー止り程度と割との関係は認められなかつた.

7. 鋼塊割と成品割との関係が判然としないのは熱塊輸送中鋼塊欠陥評価の困難な為と考えられる.

8. 均熱炉操業の正常であつた 15 鍋に関し在炉時間の延長は割を増すと云う結果を得た. トラックタイム, 抽出温度夫々単独では関係が認められなかつた.

9. 正常操業 21 鍋に付き圧延温度指数 h の増加に伴い割が増す事を知つた. h, S%, 割の3重相関 割に関する偏相関は何れも有意である.

10. 追加鉍石量, S%, 在炉時間—トラックタイム, h 及び割の5重相関は有意でなかつた. h と割の偏相関のみ有意であつた.

11. 鍋内変動の1要因として鑄型投入 Al 量の増加と共に鋼塊別割不良指数の増す事が見られた.

尚 h に関しては $h' = t_1 - t_2 / t_1 + t_2 - 2000$ (但, t_1 = 抽出温度, t_2 = 1連前温度) の方が割と強い相関を有する為其等の意味, 鍋内変動への適用性, 圧延温度管理面への応用に関し追試験を行つている. Sは当然少ない事が望ましく, 注入温度の調節は或程度は意味があるが余り期待は出来ない. 在炉時間の延長は避けるべきである. 従つて今後の問題として鍋間変動に就ては今回調査出来なかつた例えば鋼滓性質, 鋼中ガス等の要因から更に追求すべきであり, 前後鍋の差に就ても更に検討を要し, 鍋内変動は基礎的研究と相俟つて解明に努めねばならず, 殊に機械的原因により発生する疵に就て其の方面よりの研究の必要を感じる.

終りに臨み本調査実施に当り終始御指導を賜つた室蘭製鉄所前田管理部長, 平松能率課長, 石田品質管理掛長

及び御協力頂いた製鋼，圧延，検定，研究技術員各位に
対し厚く感謝の意を表す。（昭和 28 年 6 月寄稿）

文 献

- 1) L. Reeve: J. of the Iron & Steel Inst. Vol. 160 (1948) p.169.

I 形鋼に於ける表面気泡疵について II)

(気泡の防止について)

(昭和 28 年 4 月本会講演会にて講演)

遠藤 鐵 夫*・青山 芳 正*

SUBSURFACE BLOWHOLE DEFECTS OF I-BEAM STEELS (II)

(Prevention of Subsurface Blowholes)

Tetsuo Endo and Yoshimasa Aoyama

Synopsis:

A subsurface blowhole is a defect which has been encountered in almost every heat of killed steel and become the cause of rejection, especially in I-beam steels rolled directly from the small ingot in one heat without billeting. Its distribution is not equal in all ingots of one heat, nor in all ingots of one teeming group, nor in all portions of one ingot. Of course, insufficient deoxidation is the most powerful cause of the subsurface blowhole, but the above irregular distribution shows that the most important cause of the subsurface blowhole comes not from our melting practice, but from our pouring practice. The effect of the following variables on the subsurface blowhole was investigated from the standpoint of operation control, such as the life of ingot moulds, various coatings, teeming rate, ingot size, mixed water in coating etc.

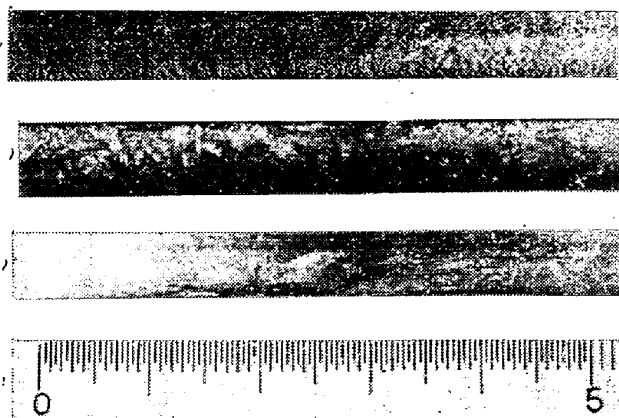
I. 緒 言

I 形鋼用中炭素鋼塊に発生する表面気泡がスズ割，ヘゲ等の疵になることは第 1 報に於て確認されたが，当所の如く小形鋼塊を直接圧延する工場にあつては，表面気泡の害は分塊経由の作業に比べて頗る大きいものがある。従つて小形鋼塊に於ける表面気泡の防止は頗る重要な問題であるが，実際作業の流れの中にあつて，これを管理することは極めて困難である。本報は気泡発生条件を作業管理の立場から研究したものである。

がある。(写真 4 参照)

II. 表面気泡による疵

I 形鋼に於ける表面気泡疵はその発生位置によつて形状を異にするが，最も多く現われるのはフランジ端部のスズ及びスズ疵の集合した肌荒れ，スズ割などである。(写真 1, 2, 3 参照)スズ疵はフランジ外側面にも現れるが酸洗しないと明瞭には認め難い。これらスズ疵に次ぐものとしてはフランジ内側面及びウェーブに現れるヘゲ疵



上 写真 1. スズ疵

中 写真 2. 肌荒

下 写真 3. スズ割

(何れもフランジ端部のもの)

* 尼崎製鋼所