

# 錫力原鉄の表面疵に就いて

附 黒鉄の現状に對する参考事項

(日本鐵鋼協會 第五回講演大會講演)

吉 田 清 三 郎

*Seizaburo Yoshida: ON THE SURFACE DEFECTS OF SOME SHEET IRON*

The bad coating of the tin-plates are due to improper pickling and tinning operations. But in many cases, the surface defects of the iron base are found none the less the grave cause to be counted for these failures.

The defects commonly seen on the surface of the iron base are those called "nebulous appearances," the characteristic aspects of which are given in the shapes of seams, segregation, and recesses of which the embedded oxides have been pickled out.

The Writer has investigated these surface defects in every step of the operation i. e. from the ingot making to the finishing of sheet, and come to the following conclusions.

1) "Ingot seams" which are found in "cold cast" ingot carry oxides, blow holes, and segregations in the columnar crystal zone of the ingot.

when the ingot is rolled to sheet bar, the lateral seams run stretched in broken succession towards the direction of rolling of the sheet bar as thin pencil lines. And this bar is again rolled in its turn in cross wise to the former rolling direction. So these longitudinal seams are extended to the wide parabolical zigzag bands developing the inclusions in the seams. These defective surfaces are washed off by pickling, leaving the rough and heterogeneous appearances.

2) The thick dendritic structure grown in the columnar crystal zone of ingot is found in "hot cast" ingot. Such ingot of dendritic structure is liable to give rise to cracks in the ingot being reduced in the blooming mill, and the cracks, like ingot seams, cause bar mill seams and "nebulous appearances". While the ingot of dendritic structure is liable to form a very scaly sheet, and corrosion pits or sandy rough surface are formed after the sheet has been pickled.

3) Generally, the above mentioned defects in sheet iron can be prevented by merely removing all adhesives and defective parts, if possible, before the ingot or sheet bars are reduced in the mill. Now open hearth heats of stabilizing chemical analysis together with a close watch of the temperature at which the steel is poured, regulating the rate of casting, will help to overcome these defects.

## 目 次

第1章 緒 言

第2章 錫力原鉄製造方法概略

第3章 實驗方法

第4章 試驗鋼塊

第1節 低溫鑄造のもの

イ、製鋼及び造塊狀況

ロ、鋼塊の外観及び其断面組織

ハ、シートバーの外観及び断面組織

第2節 高温鑄造のもの

イ、製鋼及び造塊狀況

ロ、鋼塊の外観及び其断面組織

ハ、シートバーの外観及び断面組織

第3節 鋼塊試験結果の概評

第5章 シートバーの缺陷と錫力原鉄の表面疵

第1節 シートバーの缺陷

第2節 壓延中に於ける疵の推移

イ、シートバー表面状態の影響

ロ、シートバー材質的缺陷の影響

ハ、黒鉄表面疵の成生機構

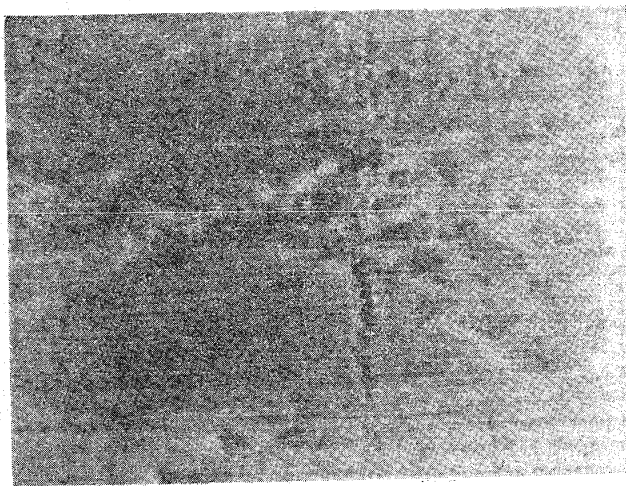
第6章 結 論

附 黒鉄の現状に對する参考事項

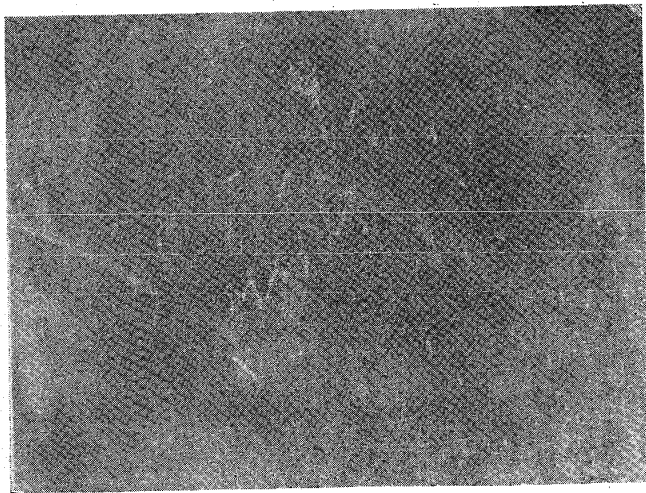
## 第1章 緒 言

鍍力鍍は一般に濕潤状態に在れば甚だ腐蝕され易い。夫れは鍍力鍍の錫被覆部に在る微泡や微粒物等に原因してゐる。而して錫被覆の基礎をなしてゐる合金層が緻密でなければ鍍力鍍の腐蝕は餘程催進される。<sup>1) 2) 3)</sup>斯る缺陷は勿論酸洗及び鍍金作業

第1圖 a 鍍力原板に現はれた雲形模様實物大を  
1/2に縮寫(艶出後偏析に因るもの)



b. スケールの嚙込に因り複寫されたもの



の良否にも因るが、鍍力原鍍の表面状態の良否が大いに關係してゐる。<sup>1)</sup>

鍍力原鍍に認める表面疵は雲形、電光形、擦傷形及び帯形等の艶消し模様となつて現はれる。(第1圖参照)本研究は鍍力鍍用鋼塊の状況、鋼塊壓延中に起る疵の状況及び黒鍍に現はれる疵の状況を詳にして鍍力原鍍の材質的 surface 疵の経路を明かにせんとするものである。

## 第2章 鍍力原鍍製造方法概略

鍍力鍍用鋼塊には珪素ベースと燐ベースの2種類あるが、現在製鐵所は、燐ベースにして、次の如き標準成分のものを製造してゐる。

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.12%	0.03%	0.35—	0.05—	0.04%	0.2%
以下	以下	0.50	0.08%	以下	以下

製鋼作業は一般鋼材向のものと全く同様である。而して脱酸、脱硫並びに配合材として加入する諸材料は爐況に依つて多少の相違はあるが出鋼前に加入する満俺鐵は大體に於て熔鋼噸當り3乃至4kg、又取鍋中に加入するアルミニウム及び燐鐵は熔鋼噸當り夫々約1.2kg及び約2.8kgである。

造塊法は特に下注ぎの押湯付とし、1本の鑄入管に3噸鋼塊の鑄型(S52型)6個宛付けてゐる。鑄入時間は1本の鑄入管に8分乃至10分を要する。熔鋼は一般に充分脱酸されてゐるが流動性稍々悪くして鑄型内に湯張りを生じ易い。

次いで型拔せられた熱塊(約500<sup>2</sup>×1,400mm)は直ちに均熱爐に入つて2時間乃至6時間加熱され分塊ロールにて110×175mmの断面に延ばされ、連続ロールを通過して所定寸法のシートバーとなる。

1) 兒玉、三村、吉田：日英米三ヶ國鍍力鍍比較試験報告  
大正15年5月 受第99號

2) 吉田：鍍力鍍鍍金状態の電氣化學的試験報告 昭和  
2年12月 自第15號

3) 吉田：日英米三箇國AAチャール鍍力鍍比較試験  
報告 昭和4年10月 受第5號

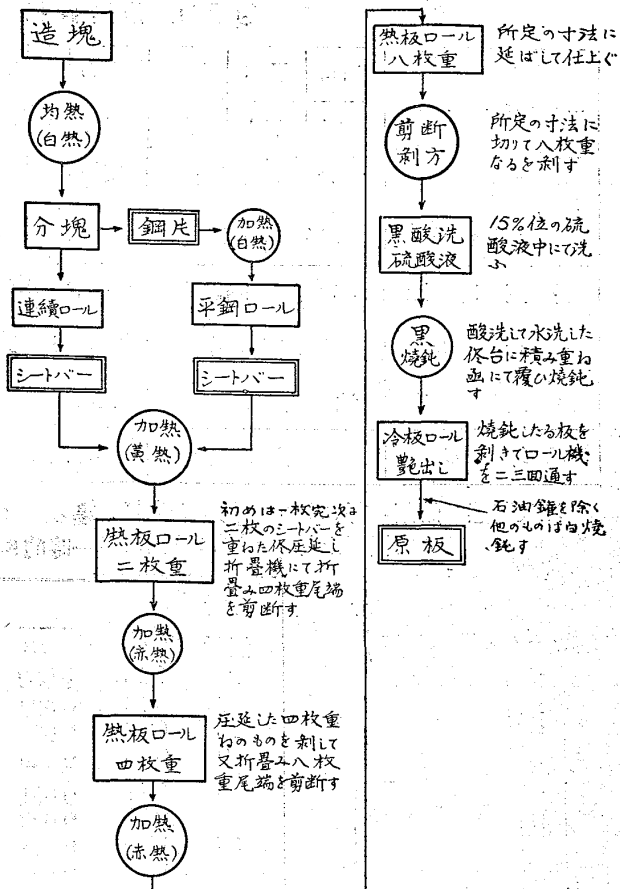
1) 吉田：鍍力鍍合金層の研究 未發 受第45號

シートバーは鉄力原板の幅に相等する長さに切斷され、加熱の後幅の方向に壓延されて原板用黒鉄に仕上る。シートバーは2枚宛1組となり壓延の當初には1枚宛延ばされるのが途中から2枚重ねとなり、約1,500mmの長さに延ぶれば折疊機にて半折して4枚重となる。4枚重は更に加熱の後約2倍の長さになる迄壓延され、之は更に半折、加熱の後8枚重ねとして所定の寸法迄壓延される而して壓延を了へた、黒鉄は所定の寸法に切斷され、剝離の後、黒酸洗、黒焼鈍、冷間壓延(艶出しロールかけ)等の諸操作を経て鉄力原板になる(第2圖参照)

第3章 實驗方法

實驗試料は普通作業状態に在る7チャージ98本の鋼塊で此内注入状況を異にする兩極端の2チャージより各1個宛試驗鋼塊を採つた。試驗鋼塊

第2圖 鉄力原板製作順序



第1表 作業経過の實例

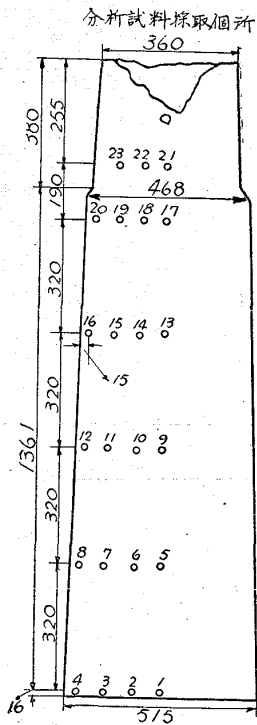
鋼番		S.51013	S.51037	S.51102	S.51155	S.51196	S.51269	S.51315
レ 1 ド ル 成 分	C	0.140	0.120	0.140	0.150	0.130	0.130	0.130
	Si	0.025	0.021	0.029	0.032	0.061	0.039	0.020
	Mn	0.450	0.450	0.440	0.540	0.480	0.420	0.470
	P	0.068	0.105	0.085	0.072	0.073	0.075	0.074
	S	0.021	0.035	0.054	0.031	0.030	0.031	0.030
	Cu	0.153	0.168	0.182	0.176	0.175	0.153	0.157
	出鋼温度	1,600°C	1,620°C	1,620°C	1,620°C	1,620°C	1,625°C	1,620°C
注入温度	1,600~1,550°C	1,620~1,600°C	1,590~1,580°C	1,600~1,570°C	1,600~1,580°C	1,610~1,600°C	1,600~1,590°C	
注入状況	熔鋼粘りて湯張甚し	熔鋼冴えて熔滓を浮遊す	熔鋼粘りて湯張りを生ず	湯張りを生ずるも常に浮動す	熔鋼粘りて湯張りを生ず	輕微なる湯張りを生ず	熔鋼粘りて湯張りを生ず	
鋼塊1個所要注入時間	10~13分	8~7分	8~7分	8~5分	8~6分	11~5分	10~7分	
均熱時間	2~6時間	2~4時間	3~4時間	2~4時間	3~4時間	4~5時間	2~6時間	
壓延温度	1,080°C	1,070°C	1,100°C	1,080°C	1,100°C	1,090°C	1,120°C	
壓延状態	良	側面割れ	良	側面割れ稍甚し	良	側面割れ	良	
シートバーの外観	輕微なる縦條あり	所々に縦條あり		所々に著しき縦條あり	概して平滑	輕微なる縦條あり	局部的に縦條あり	
シートバー断面状態	皮下約1mmにスラグライン、ゴーストライン	皮下約1/2mm附近にゴーストライン	平鋼廻し	外皮に接して細く不純物のポケットあり外界に口を開く	殆んど瑕なし	皮下1/2mm附近にスラグライン及ゴーストライン	皮下1/2mmにスラグライン	
一級品仕分對材%	61	65	80	65	71	70	70	

鋼塊 S. 51018 の成績

第2表 作業概況

精鍊後の鋼滓成分	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
	16.42	11.31	2.95	14.62	41.05	3.14	7.01	2.01	0.58
レール成分	C	Si	Mn	P	S	Cu			
	0.14	0.025	0.45	0.068	0.021	0.153			
製鋼時間	製鍊時間	レール中放置時間		注入所要時間					
7時20分	2時30分	12分		10分					
出鋼溫度	注入溫度	鑄型		鋼塊單重量					
1,600°C	1,590°C	S52下注ぎ押湯型		2,800kg					

注入状態 熔鋼は靜にして湯張りを生じ、湯の上昇は不連続的なり。湯張りを破りて湯が上昇する時には湯面が一時的に沸騰す。



分析個所	化學成分				
	C	Si	Mn	P	S
21	0.13	0.032	0.50	0.072	0.023
17	0.13	0.034	0.46	0.069	0.020
13	0.13	0.027	0.49	0.058	0.019
9	0.12	0.028	0.46	0.047	0.017
5	0.11	0.031	0.46	0.055	0.016
1	0.11	0.028	0.47	0.056	0.016
22	0.14	0.031	0.50	0.078	0.024
18	0.14	0.027	0.49	0.071	0.023
14	0.13	0.029	0.49	0.061	0.019
10	0.11	0.030	0.47	0.053	0.018
6	0.12	0.030	0.46	0.050	0.017
2	0.12	0.027	0.48	0.063	0.018
23	0.14	0.026	0.48	0.069	0.022
19	0.14	0.030	0.47	0.067	0.021
15	0.13	0.027	0.50	0.063	0.020
11	0.14	0.026	0.50	0.065	0.020
7	0.11	0.029	0.48	0.072	0.017
3	0.12	0.027	0.48	0.064	0.021
20	0.13	0.030	0.49	0.067	0.021
16	0.13	0.023	0.49	0.060	0.020
12	0.14	0.026	0.49	0.058	0.018
8	0.13	0.026	0.48	0.059	0.020
4	0.17	0.028	0.48	0.062	0.017

は鋼塊組織の研究並びに夫等鋼塊の指定個所より壓延されたシートバー及び黒鉄並に原鉄の組織研究に當てた。其他の鋼塊は作業中に於ける諸現象の研究並に鋼塊の頭部、中央部及び下部に相當するシートバーの材質試験に當てた。尙最後の鉄力原鉄の歩留りを調査した。

シートバーの表面及び断面に現はれる疵と鉄力原鉄表面疵との關係を明かにするため特別に壓延

を行つた。一般に薄鉄壓延に於て鉄を重ね合して壓延する時若し鉄の一方に疵があれば其の印影は他の面に複寫して同形の疵を生ずる。依つて本實驗に於ては試験せんとする面以外は凡て鉄の表面を削つた。又壓延中鉄の變形状態及び試験せんとする疵の位置を確かむる爲に試験すべき面に格子状の線を記入した。實驗結果の報告は鋼塊中央部に關するものを以つて全體を代表せしめ、又試験鋼塊に關する實驗結果を主體として、其他の鋼塊より得た結果は参考として附記するに止めた。

### 第4章 試験鋼塊

#### 第1節 低温鑄造のもの

#### イ、製鋼及び造塊状況

本鋼塊は第一注入管より採つたもので次のレール化學成分を有する。

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.14	0.025	0.45	0.068	0.021	0.153

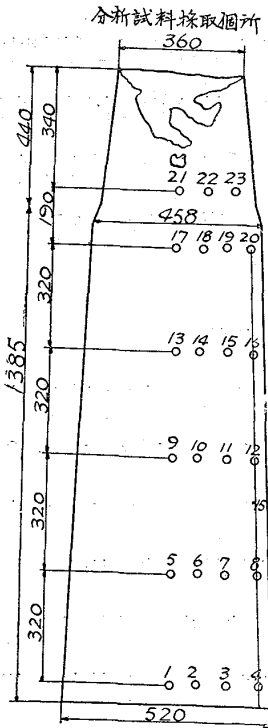
該チャージの製鋼及び造塊状況の要項は第1表及び第2表に示してあるが概して順調にして、鑄入溫度の如きも 1,590°C 度を示して一般的には

鋼塊 S.51037 の 成績

第 3 表 作業概況

精錬後の鋼滓成分	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
	17.62	7.81	5.68	1.322	39.05	3.01	10.48	1.61	0.60
レール成分	C	Si	Mn	P	S	Cu			
	0.12	0.021	0.045	0.105	0.035	0.168			
製鋼時間	精錬時間	レール中放置時間	注入所要時間						
7時40分	1時50分	10分	8分						
出鋼温度	注入温度	鑄型	鋼塊單重量						
1,620°C	1,620°C	S.52下注ぎ押湯	3,000kg						

注入状態 熔鋼は充分冷へて沸騰の几候なし。  
湯面は後に至りて熔滓を浮遊するも湯張なし。



分析箇所	化学成分				
	C	Si	Mn	P	S
21	0.10	0.029	0.50	0.118	0.033
17	0.11	0.030	0.50	0.111	0.029
13	0.11	0.035	0.48	0.098	0.028
9	0.07	0.031	0.49	0.090	0.023
5	0.08	0.032	0.46	0.093	0.022
1	0.11	0.031	0.48	0.098	0.023
22	0.10	0.030	0.51	0.118	0.033
18	0.08	0.028	0.50	0.113	0.031
14	0.10	0.033	0.51	0.114	0.029
10	0.10	0.033	0.49	0.097	0.028
6	0.09	0.027	0.47	0.094	0.025
2	0.09	0.032	0.48	0.093	0.022
23	0.10	0.031	0.50	0.106	0.030
19	0.08	0.029	0.49	0.100	0.026
15	0.09	0.033	0.50	0.095	0.023
11	0.08	0.027	0.49	0.093	0.029
7	0.10	0.031	0.48	0.098	0.025
3	0.07	0.029	0.47	0.102	0.026
20	0.09	0.033	0.51	0.104	0.028
16	0.10	0.029	0.49	0.102	0.029
12	0.03	0.034	0.47	0.097	0.028
8	0.03	0.035	0.49	0.098	0.027
4	0.09	0.030	0.47	0.102	0.023

必ずしも低温度とは思はれぬ、然し後述する鋼塊に比して低く、出鋼温度にて既に 20°C の差がある。特に本鋼塊は鑄入進行中に温度の降下が著しく、又注入状況を見るに熔鋼の流動性不良にして一型内に約 1/3 以上充す頃より漸次湯面に湯張りを生じ、熔鋼の上昇は湯張りを破つて間歇的に起り、湯面高まるに従つて此現象が著しくなつた而して湯面が鑄型の中央部にある時期に於て斯る

事が発見される。即ち鋼塊中央部附近に於て湯皺の甚だしい部分のマクロ組織第 4 圖及第 5 圖に依つて湯皺と内部組織との関係が明かになる。鑄入當時の湯張り面が凸状曲線をなし、その線上に氣泡が並列し、檢鏡上ではこの線を境界として上下の兩組織は全く異つてゐる。尙外殻チルの厚さは大きく、これに連続する柱状晶も著しく發達してゐるが樹状晶の痕跡微弱にして後述する鋼塊に

現象が甚だしい。

ロ、鋼塊の外観及び其断面組織

低温注入鋼塊の肌は湯皺甚しく、又湯張りの面に浮遊した酸化物或は滓等が密着してゐて極めて不良である。鋼塊の略中央位置の状態を第 4 圖に示した。次で該鋼塊を中央縦斷して断面各部の化学成分(第 2 表参照)マクロ組織並に顯微鏡組織を實驗した。第 3 圖によつて鋼塊の断面状態を見るに、收縮管及び氣泡なく、外殻の柱状質と内部自由質の境界に沿ふて八字形偏析線は發達してゐるが一般鋼塊より優良のものである。然し鉄力鋼塊として最も重要な外殻部に缺陷のあ

第3圖

鋼塊中央縱斷面に於けるマクロプリント倍率 $\frac{1}{14}$

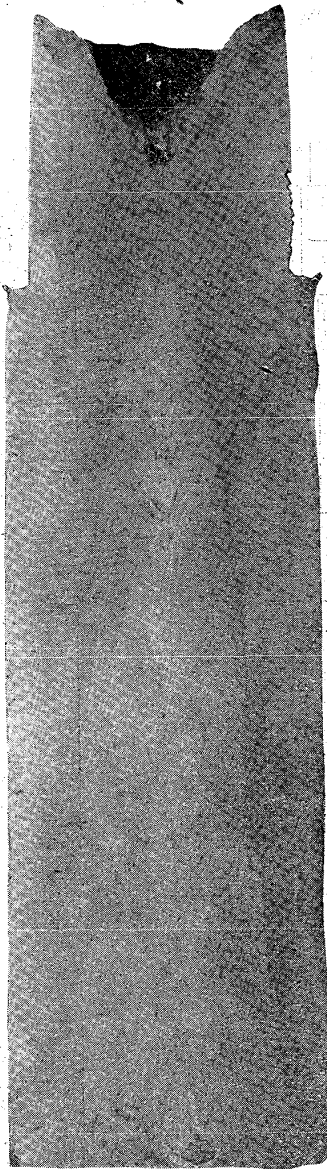
鋼塊は第一注入管より採る

藁灰を覆ひ松棒にてポーリングを施す

熔鋼の上昇不連続的に現はれ湯張り現象著し

湯張り現象起る

第4所に相當す



比して甚だ相違してゐる。

ハ、シートバーの外観及び断面組織

断面實驗すみの鋼塊を分塊工場でシートバーに壓延して鋼塊の缺陷がシートバーに如何なる影響あるかを實驗した。本鋼塊から壓延したシートバーは外観、材質ともに良好であるが、各断面に就いて精細に調査すれば、鋼塊湯皺の甚だしかつた部分に該當する所は第6圖に示す様なスラグライン時としては偏析線がその表皮に近く現はれてゐる。又斯る鋼塊の缺陷が一層表皮に接近した所はスラグライン及び偏析線は外部に開口して、スケ

ールを嚙込み或は表面スケールは局部的に浮き上つて一見鉛筆の細い線の如くに見える。(第11圖参照)

第2節 高温鑄造のもの

イ、製鋼及び造塊狀況

本鋼塊は第一注入管より採つたもので次のレール化學成分を有してゐる。

C	Si	Mn	P	S	Cu
0.12	0.021	0.45	0.105	0.035	0.168

精鍊及造塊の要項は第1及第3表に示した通りで、爐況順調と認められる。而して前述した鋼塊に比し稍々不純物の含有量多いこと及び鑄鋼中の温度高い點が相違してゐる。鑄入中の温度は第一注入管より終局まで1,600°C以上を保持し、熔鋼の流動性は甚だ良好にして、湯面は常に冴え、湯張り現象は認められなかつた。

ロ、鋼塊の外観及其断面組織

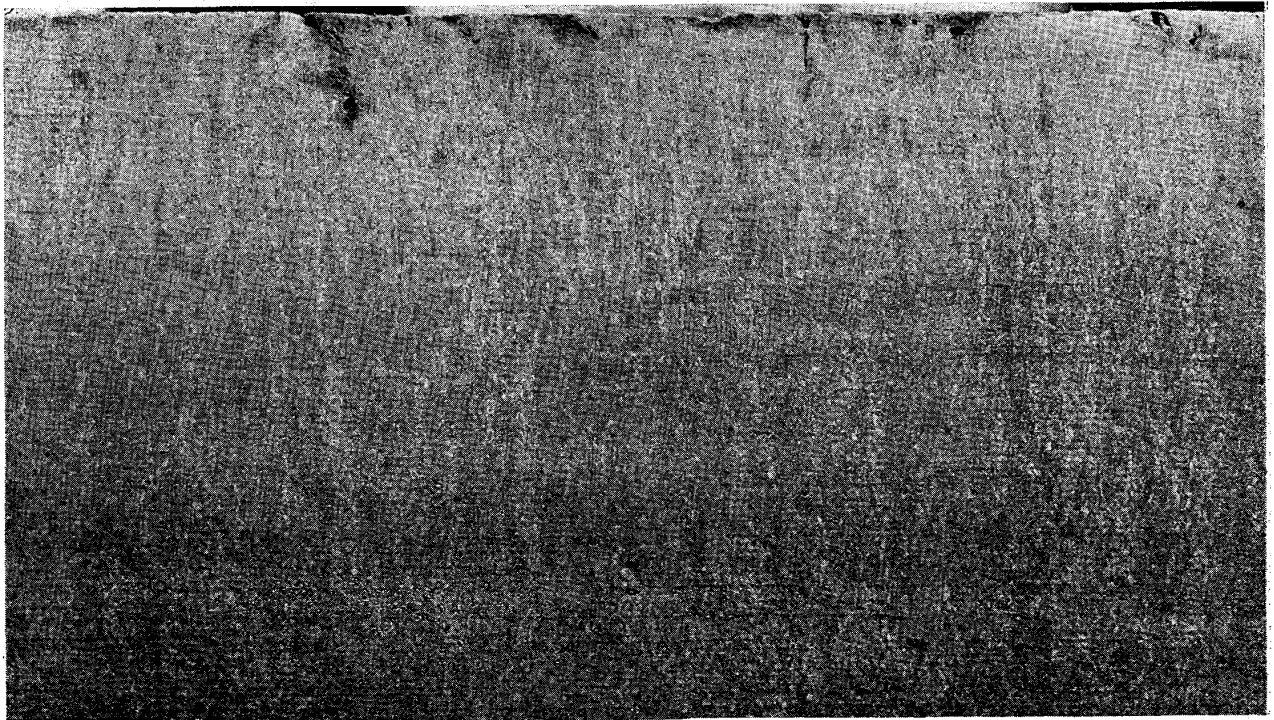
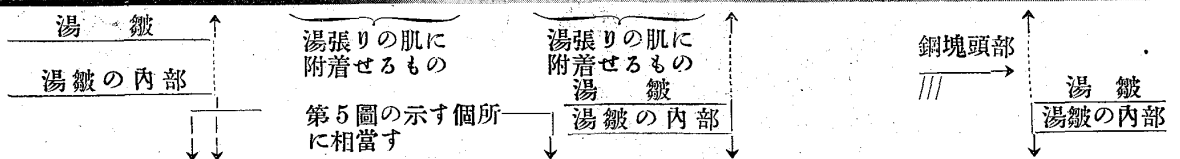
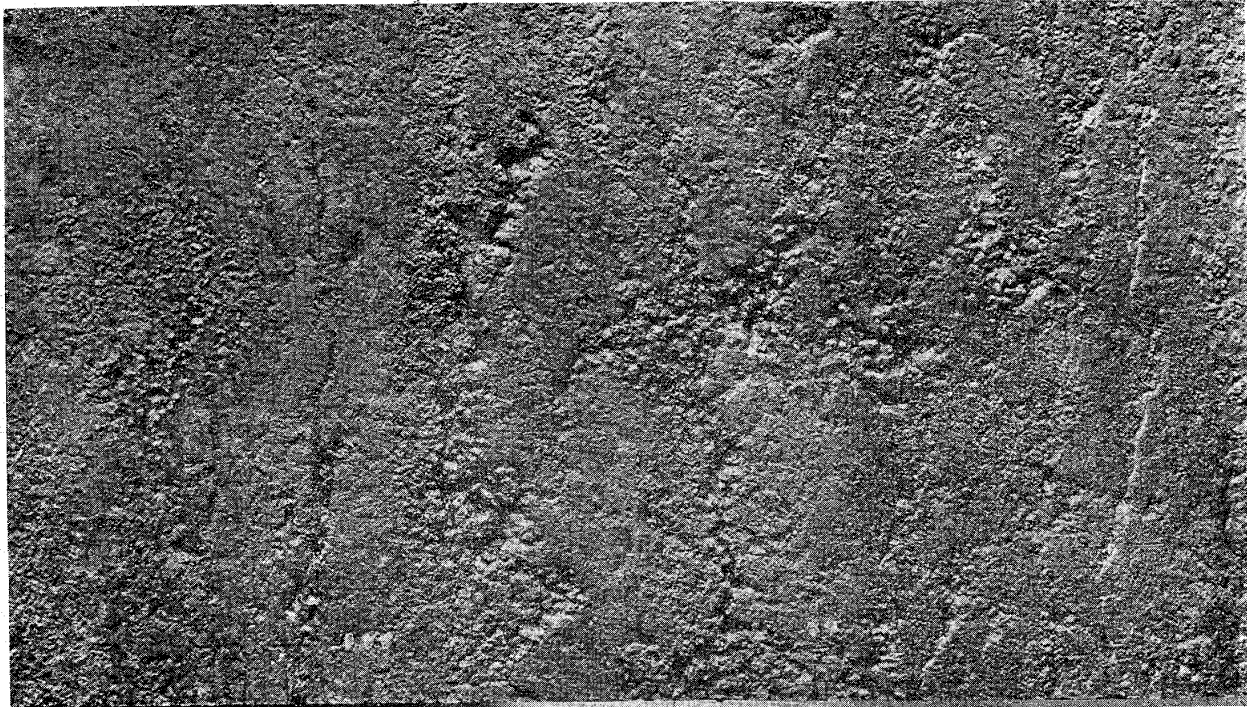
鋼塊鑄肌は概して平滑にして仔細に吟味すれば、小刻の輕微なる湯皺を認められるが、(第8圖参照) 前述鋼塊とは甚しく相違してゐる。中央縱斷面に於ける成分の偏析は前述鋼塊に比して稍々著しいが、(第3表参照) 鋼塊内部の状態は良好にして收縮管及び氣泡を認めない。然し外殼の組織は著しく相違してゐる。即ち第7、第8及び第9圖に見る如く、凝固時の温度勾配一層急なるため柱狀晶の深さを増し、従つて内部自由質の占むる範圍は狭い。而して柱狀晶に於ける樹狀晶の痕跡は甚だ顯著である(第9圖参照)。

鑄肌の部分には前述鋼塊に見る様な湯皺に關係する氣泡は殆んどない。

ハ、シートバーの外観及び断面組織

前例と同様に断面實驗後の鋼塊はこれをシート

第 4 圖  
鋼塊肌と断面組織との關係  
倍率 1/2



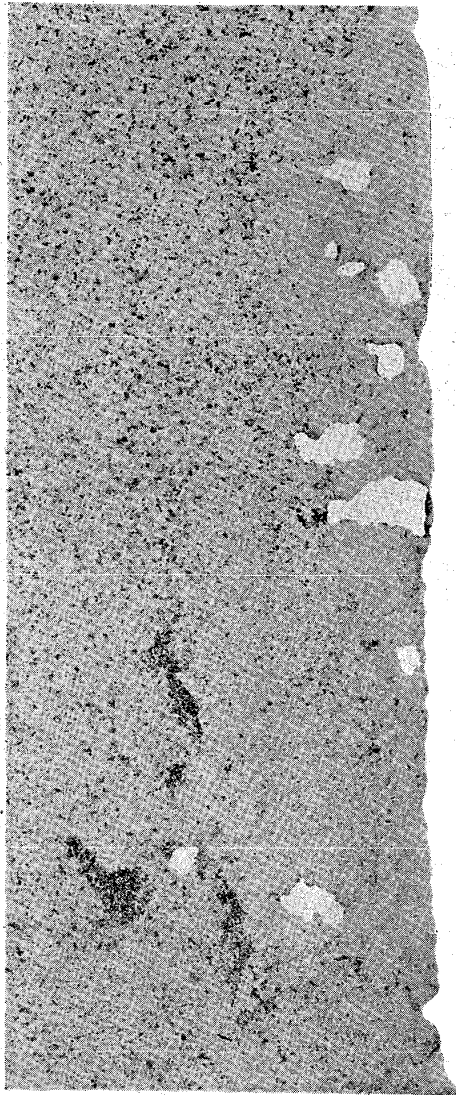
試料採取個所——鋼塊に於ける湯皺最も甚しき所  
第3圖に於て其所在を示す

試料處理——鑄肌は其儘示す  
断面はステッド氏第一液にて腐蝕す

第 5 圖  
鑄肌附近に於ける断面状態  
倍率 1½

サルファープリント

マクロ寫眞



←湯皺の内部→

↑  
鋼塊頭部

←湯皺の内部→

←この部分はチルの厚さ僅かなり→

肌<sub>に</sub>湯張り附着せし所の内部  
←この部分はチルの厚さ大なり→

—湯皺の内部—

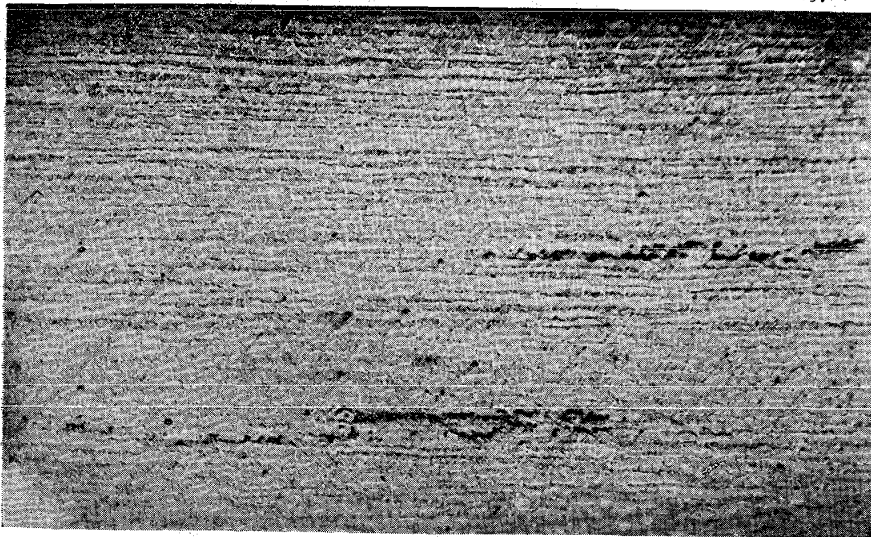


試料採取個所——第4圖に指摘せる部分

試料處理——マクロ寫眞はステッド氏第一液にて腐蝕して後僅かに研磨す

第6圖 鋼塊 S. 51018 より壓延されたシートバーの断面 倍率 50

壓延肌



試料採取個所——試験鋼塊中央部に相當する所のシートバーの肌附近  
試料處理——壓延のまま横断面をステッド氏液にて腐蝕せるもの  
説 明——現はれたるゴーストラインは肌附近に著し、内部に輕少となる肌下約1mmの附近にブローホールの融着せざるものを認む

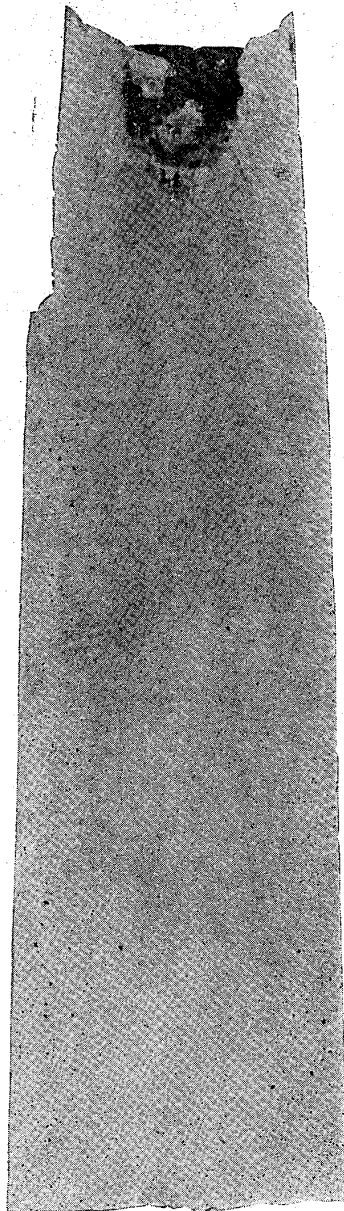


バーの外観及び組織は共に概して良好であるが仔細に観察すれば外観は少々粗造の感がある。尙この鋼塊は壓延の初期に壓下を受けない側面に横割を生ずる傾向があつた。然し壓延の進むに従ひ押し潰されてシートバーではその疵が認められない。鋼塊の中央部より壓延されたシートバーには屢々皮下浅く、鋼塊スキンホールに相當する顯微鏡的ゴーストラインがある。第10圖シートバーの一般組織はゴーストラインを著しく多く含んでゐる。

### 第3節 鋼塊試験結果の概評

製鋼番號 S.51102, S.51155, S.51196, S.51269, 及び S.51315 に對して試験した結果は總括して第1表の通りである。低温鑄入のものは湯張りのために鋼塊外殻に氣泡及び氣泡性偏析を生じて、シ

第7圖  
鋼塊中央縦斷面に於けるマ  
クロプリント  
倍率 ¼  
鋼塊は第一注入管より採取



第8圖に示す個所に相當す

ートバーの表面及び皮下に疵を留める。高温鑄入のものはこの害を防止し得るが屢々柱状晶の發達著しく又樹状晶の發達顯著にして結晶間に不純物の偏析が増加する。従つてこの場合には分塊壓延中に龜裂を生じ易く、而して屢々シートバーに疵を痕す。又斯る鋼塊よりの成品は一般に肌が荒い。この見解から鑄入溫度は湯張りの甚だしくない程度が適當である。尙材質として硫黃の含有量は少い程良好であつて 0.03% 以上は不良であると考へられる。磷の含有量も 0.07% 以下が良好なる結果を與へてゐる。

## 第5章 シートバーの缺陷と鉄力原鉄の表面疵

### 第1節 シートバーの缺陷

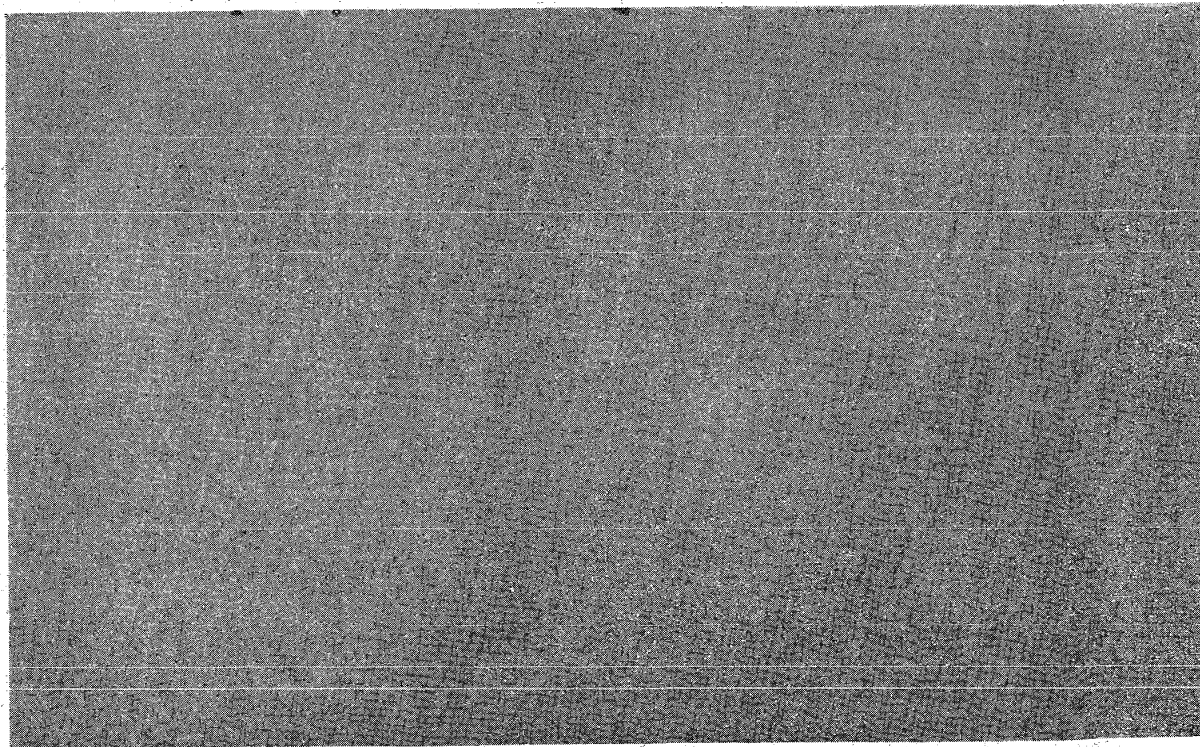
試験鋼塊より得たシートバーは疵の存在稀薄にして實驗結果の説明に不便であるから以下の試験には疵の特徴の顯著なるものを用ゐた。シートバーの外観と組織との關係を第11圖 a, b, c, d, e に示す。a, b に於て 1, 2, 3, 4 及び 5 は壓延作業中に起つた疵にして、組織方面から觀るも單なる表面上の凸凹に過ぎない。6 以下の場合は常にスケール又は煉瓦粉等の不純物を伴つてゐて成品に疵を痕す。6 は鑄塊作業中に鋼塊表面に密着した煉瓦其他の異物が表面に壓入した所謂煉瓦疵である。斯る原因は注入管材及び鑄型内塗材にある事明かである。7, 8 及び 9 は外観上縦疵にして1の場合に類似してゐるが、該部分を檢鏡すれば寫眞第11圖 c, d, e に示した如く表面近くに空洞及び偏析を認め、且つこの部分に多量のスケールが嵌入してゐる。これは試験鋼塊の研究によつて明かなる如く、鋼塊の氣泡、氣泡性偏析が分塊壓延の際に其方向に長く引き延ばされてシートバー

第 8 圖

鋼塊肌と断面組織と關係  
倍率 1/2



↑  
 ↑  
 本鋼塊は局部的に  
 輕微なる湯皺あり  
 鋼塊頭部 ←  
 ↓  
 ↓  
 第9圖に示す個所に相當す



試料採取個所——第7圖に指摘せる部分  
 試料處理——鑄肌はそのまま示す。断面はステッド氏第1液にて腐蝕す

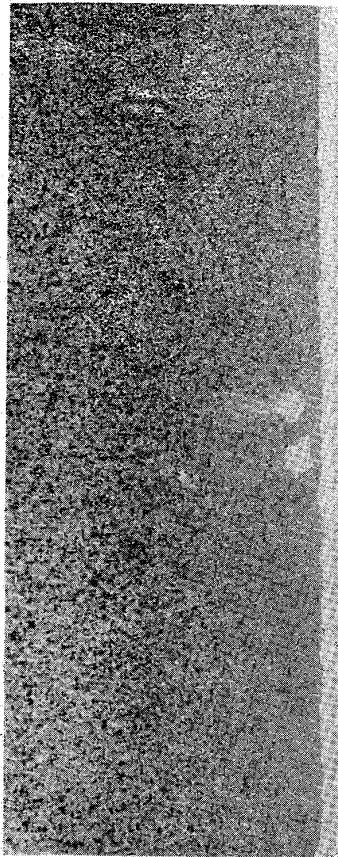
第 9 圖

鑄肌附近に於ける断面状態

サルファープリント

倍率 1½

マクロ寫眞



↓  
鋼塊頭部



←— 輕微なる湯皺の内部 —→

試料採取個所——第8圖に指摘せる附近

試料處理——マクロ寫眞はステット氏第1液にて深く腐蝕して後僅かに研磨す。

第 10 圖

鋼塊 S.51037 より壓延されたるシートバーの断面 倍率 50



←— 壓延肌

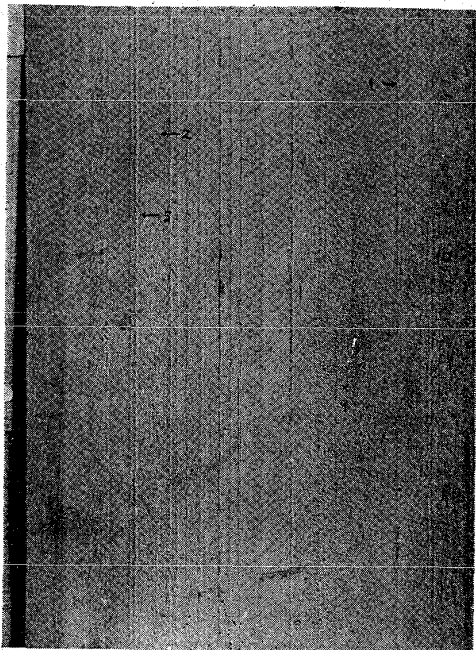
試料採取個所——シートバーの肌附近

試料處理——壓延のままのもの横断面をステッド氏液にて腐蝕す

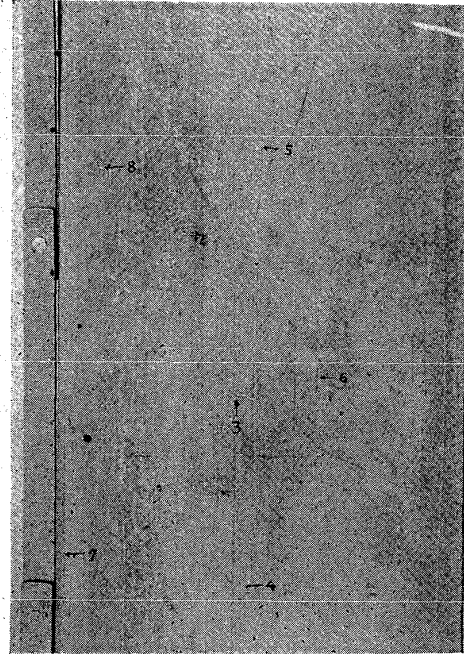
說 明——肌下 0.4mm 附近に稀に認むるゴーストはブローホールセグリゲーションなり、シートバー内部にはゴーストライン著し

第 11 圖 シートバーの缺陷

a 表面的缺陷 其の 1



b 表面的缺陷 其の 2



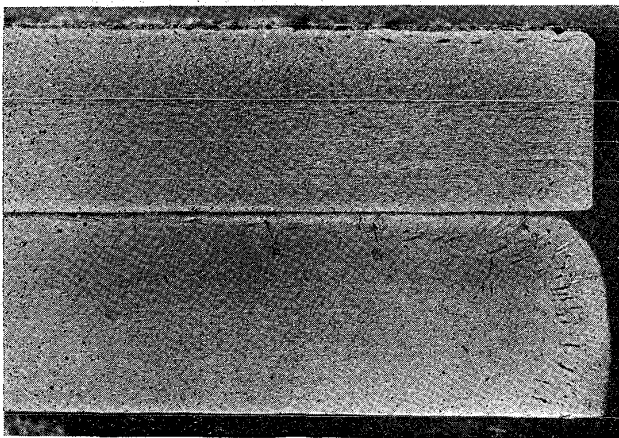
倍率 約 1/4 鋼番 S.49337  
 化學成分 C Si Mn P S Cu  
 0.13 0.019 0.49 0.085 0.033 0.179  
 寫真中の符號 說明

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1.....局部的に緩慢に凸出す      | } ロール又は誘導装置に依る疵 |
| 2.....局部的に凹凸すスケールを含まぬ |                 |
| 5.....微かに凹む           | } 材質に基く疵        |
| 9.....表面的材質粗鬆         |                 |
| 10.....縁破れ            |                 |

倍率 約 1/4 鋼番 S.49830  
 化學成分 C Si Mn P S Cu  
 0.11 0.023 0.44 0.099 0.020 0.182  
 寫真中の符號 說明

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| 3.....局部的に凹凸すスケールを含まぬ   | } ロール又は誘導装置に依る疵 |
| 4.....微かに凸出す            |                 |
| 5.....微かに凹む             | } 7の輕微なる場合。     |
| 6.....局部的にポケットを成して石粉を含む |                 |
| 7.....切込みでスケールを含む縦條     |                 |
| 8.....スケールに蔽はれた切込縦條     |                 |

c 断面に現はれた缺陷 其の 1



腐蝕液 ステッド液  
 倍率 × 約 2  
 製鋼番號 S.50214  
 化學成分 C Si Mn P S Cu  
 0.09 0.15 0.48 0.082 0.039 0.20  
 寫真中の符號 說明

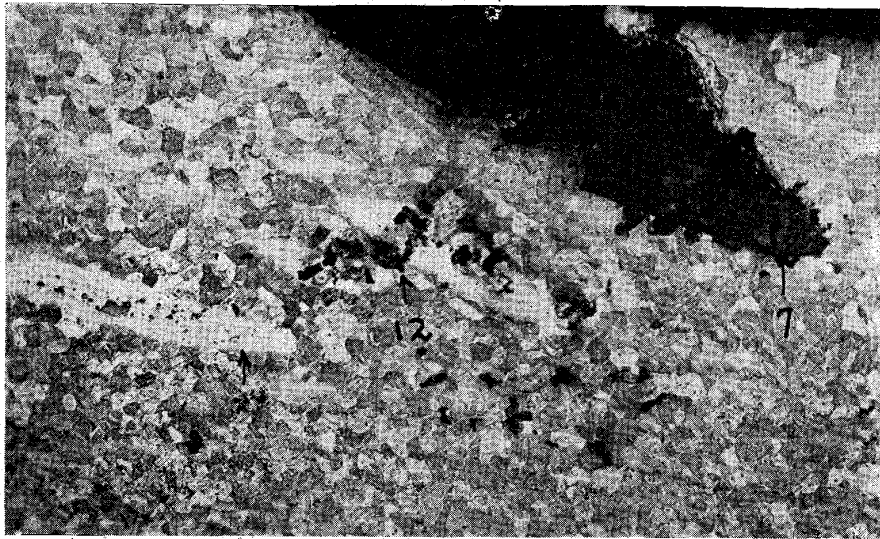
- |                 |
|-----------------|
| 7.....スケール噛込み   |
| 8.....スケールを含む偏析 |
| 11.....偏析       |

d 断面に現はれた缺陷 其の 2



腐蝕液 ステッド液  
 倍率 × 約 25  
 撮影個所 a 圖 9  
 寫真中の符號 說明  
 12.....氣泡  
 11.....偏析  
 8.....偏析(スケールを含む)

e 断面に現はれた缺陷 其の 3



腐蝕液	ステッド液	写真中の符號	説明
倍率	× 80	7	…気泡の割目にしてスケールを含む
撮影個所	b 圖 7	11	…偏析

の表皮に無数の縞をなし所謂縦疵となつた。又壓延の際に横割を生じてそれが壓延されたものは、融着する事もあるが、多くの場合スケールを含んだまゝ引伸ばされてゐる。其特徴としては、縞が不連続となり、該部分にはスケールの附着量が割合に多く、疵が多少不規則になつてゐる。これは酸洗に依つて一層明らかにする事が出来る。此例の特に著しいものはシートバーの縁に現はれる裂罅である。

### 第2節 壓延中に於ける疵の推移

イ、シートバー表面状態の影響。

不良シートバーの全面を削つて、表面的缺陷を全く除去したものを更に精仕上げして壓延した結果は成品に何等表面疵を留めず又鋼の剥き面に成生するスケールは薄膜にして青色（テンパーカラー）を呈してゐる。これを鉄力鋼に製造した處極めて良好な成品を得た。

同上シートバーの削り面に削條を留むるものを壓延した處黒鋼に微かな雲形模様を生じたが酸洗

の結果完全に消失した。

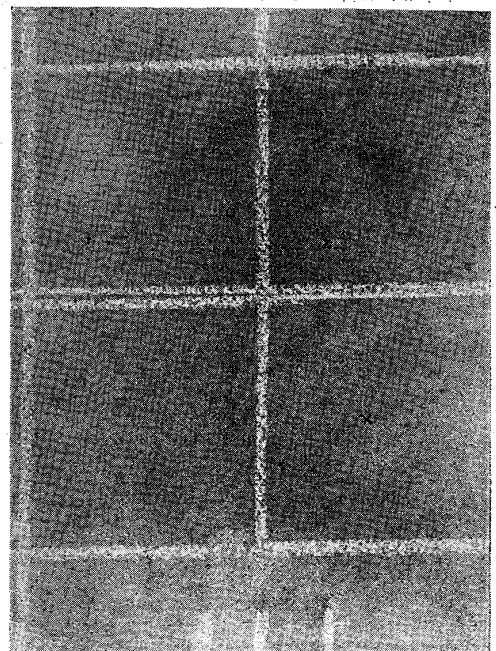
表面に何等缺陷のない良質のシートバーを其儘壓延した處黒鋼の剥き面は厚くスケールを附着して黒色を呈してゐる。而して其地肌には微細なスケールの嚙込んだ痕を認めるが艶出ロールの操作を経て殆んど完全に消失する。

シートバーの表面にロール疵に因る疵あるものを壓延した處黒鋼に何等著し

い異状を痕さない。而してロール疵にスケール

### 第 12 圖

2 枚重ね壓延後の表面疵  
(原文第 4 圖 C. 2 枚重ね壓延板中 III の 2-3)



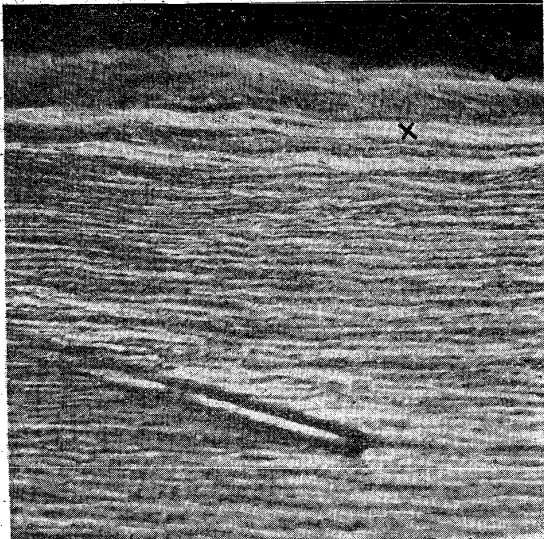
倍率 1/2  
×印個所に在る凸條はスケールにして断面写真(第 13 圖 A)に於て鋼質的缺陷ある部分に發生してゐる事を認めらる。  
○印個所はシートバーのスケールが壓延中にちぎれてちぎれたスケールが板面に嚙込む處其の断面は写真(第 13 圖 B)に示す、写真にて凹む所はスケールを嚙む處である。

第 13 圖

寫眞第 12 圖に於ける疵の檢鏡組織

断面組織

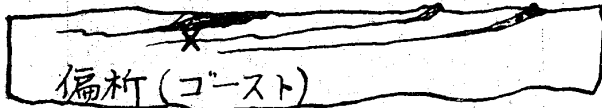
A (第 12 圖に於ける×印) 腐蝕液ステッド氏液



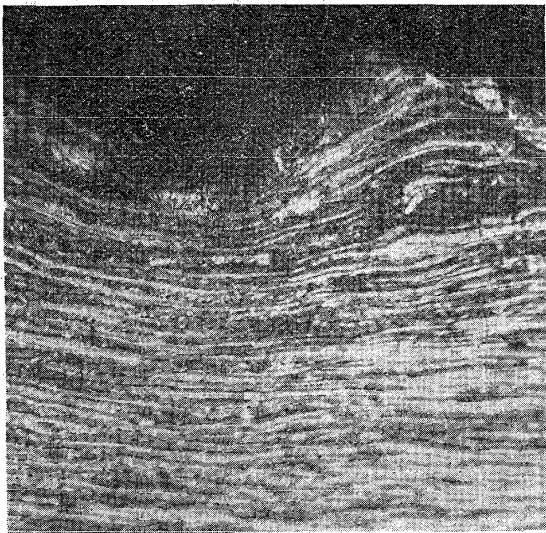
倍率 200 ×印 偏析の延びたもの  
○印 スケールを含む所  
(スケールは元來割目  
の間に介在してゐた)

撮影個所断面見取圖

スケール



B (第 12 圖に於ける○印)



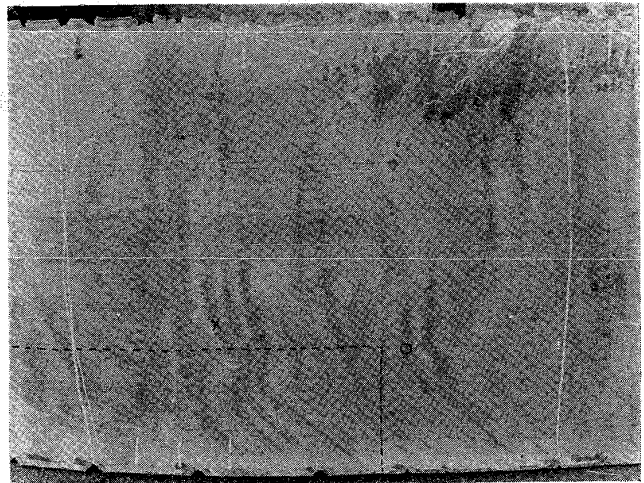
倍率 200  
スケールを嚙込んだ所は粘性變形してゐる

第 14 圖

第 12 圖の續き 8 枚重ね壓延の表面疵

(雲形原形)

(原文第 4 圖 C. 8 枚重ね壓延板中 J-K-L)



倍率 1/10

枠内は第 12 圖に相當する部の延ばされたもの

○印個所にある電光形の痕は溝形をしてゐる  
其中に嚙込んでゐたスケールは重つてゐた相手  
の板に附着し去つたのである之断面を示す  
に寫眞第 15 圖 B の通りである

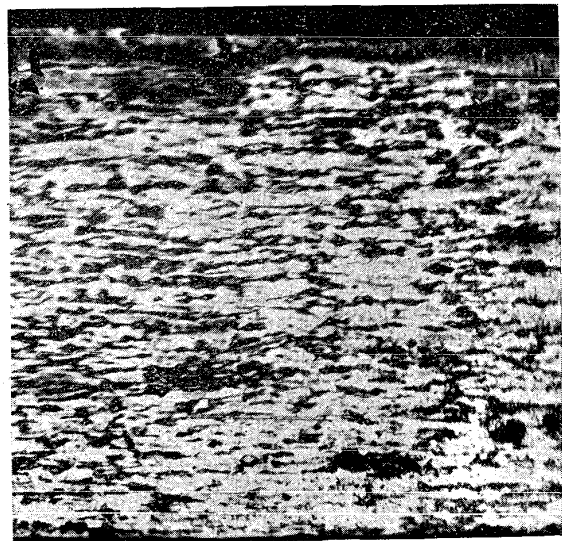
×印個所にある斑條はスケールの密着してゐる  
所であつて之個所は多くの場合偏析其他の  
鋼質的缺陷を露してゐて所謂雲形様疵である  
(寫眞第 15 圖 A 参照)

第 15 圖 A

8 枚重ね壓延後の表面疵

断面組織 (腐蝕液ステッド氏液)

(第 14 圖に於ける×印)



倍率 200

第 15 圖 B  
(第 14 圖に於ける○印)



倍率 200

を含んだものは雲形模様或は擦傷模様を生ずる。

シートバーの表面に厚いスケールの附着したものを圧延した處黒鉄に破碎したスケールを嚙込んで斯る嚙込傷は艶出しロールの操作を経ても消失しない。

煉瓦疵のあるシートバーを圧延すれば黒鉄の表面雲形模様或は擦傷模様を生じ、嚙込んだ煉瓦粉は酸洗後に於ても存在することがあつて其害はスケール以上である。

重ね合せ圧延中の複寫疵は原疵の輕重に依つて屢々酷い疵を招く事がある。

ロ、シートバー表面の材質的缺陷の影響。

試験鋼塊の章に述べた通りに氣泡及氣泡性偏析の存在する鋼塊より圧延されたシートバーは外觀上スケールを含んだ縦條或は微かな縦疵を呈し、或は外觀に著しき異状を呈さずして皮下に潜むゴーストライン或はスラグラインを含有してゐる。斯るものは圧延の結果黒鉄の表面に雲形模様或は其他の表面疵を呈する。(第 12, 13, 14 及 15 圖参照)

樹状晶の發達著しい鋼塊より圧延したシートバー或は纖維状組織の著しいシートバーより圧延した黒板は外觀的に粗造であるのみならず酸洗効果酷くして腐蝕孔を生ずるから艶出しロールを経て優良なる原鉄にならない。一般に腐蝕性大なる材質は不良である。

ハ、黒鉄表面疵の成生機構。

シートバーが鉄力原鉄になるに、シートバーの長さは原鉄の幅となつて始んど擴つてゐないがシートバーの幅は原鉄の長さになつて、數 10 倍に延びてゐる。それでシートバーの表面に疵があれば夫は鉄の壓延方向に擴げられて行く。此有様は第 14 圖に示す如くシートバーの表面に畫いた格子形が壓延方向に平行なる二邊のみ引延ばされて長方形になることから明かである。而してシートバーの縦疵は常に幾分屈曲してゐるからシートバーの延びるに従ひ其面の縦疵は次第に屈曲度を増す。而して壓延の進むに従つて疵の深さは淺くなるが一方疵は押し擴げられて内部の材質不良部を露出して來る。

第 16 圖

酸洗後の偏析雲形模様(鋼番 S.50214)



倍率 1/2

酸洗後の雲形には異状腐蝕のために其部分が模様となつたものとピンホールを含んだ雲形模様との二様がある。

鉄の表面的缺陷は鉄の面に疵を生ずるだけでなく常に多少の偏析を伴つてゐるから普通の場合浅い溝形の周圍に異相を呈する。斯くして痕の状態及び偏析の状態に依つて疵の状態が變り微滓の有無に依つて疵の害の程度が相異なる。

シートバーの材質的缺陷が若し内部に在れば鉄の表面疵には關係ないが表皮の直ぐ下に缺陷があれば屢々酸洗の後に雲形模様其他の疵を露す。(第16圖参照)

シートバーの表面附着物は、壓延中母體と同様に延びて行けばよいが若し附着物が母體の延伸に伴はずして切れ切れになれば斯る破片は直に母體に壓入して所謂スケールの疵の如く鉄の表面に波狀の凸凹を生ずる。

## 第6章 結 論

以上實驗の結果を綜合するに、製鐵所製鉄力鋼塊は一般平爐鋼に比してパイプ及び氣泡が極めて尠いが、用途の上から見て必ずしも優秀なるものでない。即ち鋼塊の外殻に種々の缺陷を有してゐる。

イ、鑄入温度の高いものは、鋼塊の鑄肌は平滑であるが、其内部組織は柱狀晶の發達並に樹狀晶的偏析が著しくして、分塊壓延の初期に裂罅を生ずる傾向がある。而してシートバーに縦疵を呈し、又鉄力原鉄には雲形模様其他の表面疵を痕す。又斯る表面疵を生じない場合に於ても此種の鋼塊から製造した鉄力原鉄は屢々表面粗造にして、一見白つぽく仕上つて、優秀なるものでない。

ロ、低温度にて鑄入したもの或は鎮靜不充分にして、鋼塊肌に湯皺を生じ或は鋼塊膨れて鋼塊の外殻に表面氣泡或は氣泡性偏析を有するものは製品の表面に疵を生じて優良なる鉄力原鉄をなさない。

い。

ハ、低温鑄入の鋼塊にして湯皺を生じないものは一般に良好にして、之より壓延したシートバーは外觀平滑にして柔かい感を與へ、而して常に優秀なる鉄力原鉄となり得る。

ニ、シートバーに附着してゐるスケール、煉瓦粉及びロール疵は鉄の表面に疵を生じ、屢々其等の小破片が鉄の表面に壓入して、鉄を不良ならしめる。

ホ、鋼塊に基く缺陷は、完全に精鍊された鑄鋼を注意深く注入温度と注入速度とを調整して造塊する事に依つて除去される。而して現在は偏析なき鋼塊を目標として作業してゐるが之は寧ろ湯皺を招く恐れがある。鑄肌の優秀を望む鉄力鋼塊に於ては外殻の厚いリムドインゴットを目標とする方得策ではなきか。

ヘ、現在鉄力原鉄に認むる主なる缺陷はシートバーとして既に其徴候を示してゐるからシートバーの精選及缺陷部除去を實行すれば不良鉄力原鉄を見ずに済む。

## 附、黒鉄の現状に對する参考事項

現鉄製造者が黒鉄に對して小言を受けるのは多くの場合亜鉛鍍金業者からである。茲に亜鉛鍍金用黒鉄に關して調査研究した事項の一端を摘出して黒鉄の現状に對する参考事項とする。

現在亜鉛鍍金工場に於ける操業状態は黒鉄に應じて作業する分別なく、而して成品は鍍金量を最少限度に留めて然かも外觀の美麗なるものを要求されてゐる。凡そ鍍金の構造は地鉄の上に合金層を置いて其上に亜鉛層が被覆してゐる。而して合金層は通常單なる鐵—亜鉛合金の外に鐵の微粒子及び鍍金中地鉄より發散した水素瓦斯の微泡を含



んでゐるから合金層は普通平滑なる面を劃してゐない。然して亜鉛層は單純なる亜鉛であるから合金層を被覆して平滑なる面を呈するが其層の薄い場合には合金層の凹凸を隠す事が出来ない。又地鉄より多く瓦斯を發生したる時又は亜鉛中にドロスを含む場合には亜鉛層にも氣泡或はドロスを存在して、外觀上微粒子を突起してゐる。又鍍金の際絞りロールを利かし過ぎたるものは合金層を露出して所謂「焼け」を呈するが斯る現象は合金層の厚い場合に一層著しい。

實際に就いて亜鉛鍍金の成績を吟味するに「焼け」を生じ易い黒鉄は大體次の如き特性を有してゐる。

1. 鉄の肌觸り荒くして強付き、スケールの附着量一般に多い。
2. 鉄の厚薄多い。
3. 普通酸洗程度にては仕上り白色にして、鍍金不良。更に強酸洗を経れば仕上り黒色となり鍍金可能なるも合金層厚く生ずる。

黒鉄の化學成分は凡そ次の如きものがある。

符號	成 分					
	C	Si	Mn	P	S	Cu
a	0.07	0.005	0.40	0.090	0.025	
b	0.05	0.012	0.47	0.055	0.037	0.02
c	0.08	0.070	0.49	0.070	0.040	0.02
d	0.08	0.148	0.50	0.061	0.036	0.13
e	0.10	0.150	0.53	0.041	0.062	0.24
f	0.13	0.130	0.45	0.020	0.030	0.18

而して黒鉄の機械的性質は勿論鉄の化學成分に支配されるが普通の場合には焼鈍の影響の方が大になつてゐる。又黒鉄の酸洗具合は勿論鋼質に係すべきであるが之も又鉄の仕上り状態に一層多く影響され、普通はスケールの附着量多きもの、表面疵の多きもの又は材質中に微滓其他非金属性不純物の混入多き場合は強度の酸洗を必要とされる。従つて斯る場合には鉄の表面は甚だ粗造となり又鉄面に吸着する水素の量も餘程増加してゐる要するに軽度の酸洗にて酸洗の目的を達し得る黒鉄は總じて鍍金の成績が良好である。

尙黒鉄製造上に關する綱領は鉄力原鉄の表面疵に關する報文に依つて察知せられる處である。

(了)