

固殻を形成する。一定時間この殻は鋳型との接触を保つたままの状態を下降を続ける。つぎにさらに凝固が進行すると鋼の凝固による収縮ならびに引続いて起る冷却による収縮とによつて、鋳片外層凝固殻の一部が鋳型との接触を失う。最後に鋳片と鋳型との接触はまったく失われるにいたる。

さて鋳片の外層凝固殻に生ずる応力は、その内部に充滿している溶鋼の静鉄圧に基づくが、上記のごとく3段階に凝固が進行するにつれて、この応力の発生機構はつぎのごとくである。

まず凝固のきわめて初期においては、鋳片外層の凝固殻は非常に薄くかつ高温である。ゆえに内部から受ける静鉄圧によつて容易にクリープし、鋳型との接触を保つために応力の発生を見ない。すなわちこの過程では表面縦割れは発生する余地がない。

つぎに一定時間凝固が進行し、外層凝固殻の厚さが増大しかつその温度が下ることによつてその殻が収縮しはじめると、凝固殻は円形断面に近づこうとする。そこで正方形断面の鋳片においては、隅角部が鋳型との接触を失ない、一方各辺の中央部は鋳型との接触を維持し続ける。ゆえにこの状態で外層凝固殻の内側には、隅角部で引張り辺の中央で圧縮の応力が発生する。すなわち縦割れ発生の可能性が生ずる。

外層凝固殻各部におけるこの応力の大きさは、鋳片の一辺の長さ、辺の中央から頂点方向への距離、内部の溶鋼の静鉄圧、外層凝固殻の厚さなどによつて決まる。

最後に鋳片と鋳型との接触がまったく失われた状態においても同様な応力の発生を見る。ここにも縦割れ発生の可能性があると考えられる。

III. 鋳片の外層凝固殻に生ずる応力値の算出

上記の応力の算出に当り、未知である静鉄圧および凝固殻の厚さをつぎのごとくして求めた。

1. 静鉄圧の算出

静鉄圧はその位置の湯面よりの深さと溶鋼の密度との積で表わされる。そこで鋳片が鋳型との接触を失いはじめる位置については、その位置より上部と下部の2部分における鋳片から鋳型冷却水に持去られるおのおのの熱量の和が、鋳型冷却水の持去る熱量の全量に等しいと置いて、実測値および従来提出されている諸数値を用いて算出した。一方溶鋼の密度については既知であるから、両者の積を求めることによつて静鉄圧を算出することができる。

2. 外層凝固殻厚さの測定

正方形断面の鋳片の鋳型内での凝固過程を、隅角4分

円半径の異なる場合について排出法によつて求めた。その結果隅角4分円半径の小なる場合には隅角4分円の端部にもつとも外層凝固殻の薄い部分が現われ、隅角4分円半径の大なる場合は外層凝固殻の厚さは各部とも大きな差がないことが明らかとなつた。

以上1および2でえられた静鉄圧ならびに外層凝固殻の厚さをはじめに求めた応力式に代入することによつて各部における応力値を算出した。その結果応力の最大値およびその発生位置を明らかにすることができた。

IV. 鋳片の外層凝固殻の強度

まず鋳片表面の温度変化について従来提出されている値から、われわれの場合における鋳片表面の温度を求めた。つぎに鋼の凝固直後の引張り強度に関する従来の実験結果を利用して、ここで問題にしている鋳片の外層凝固殻の引張り強度を求めた。

V. 結 言

鋼の連続鋳造における鋳片表面の縦割れの発生機構を考察した。すなわち鋳片と鋳型とが接触を失いはじめた時期に、内部の溶鋼の静鉄圧によつて外層凝固殻に生ずる応力が、この部分の強度を超えることによつて外層凝固殻の内側を起点として割れが発生する可能性が生ずる。かかる縦割れの発生機構によつて、第1報において述べた一次冷却の諸因子すなわち隅角部の形状、冷却の均一性、鋳込温度、鋳込速度などが鋳片表面の縦割れにおよぼす影響を説明した。

連続鋳造においては、鋳込の線速度が大なるがゆえに普通造塊法における場合よりも、この応力は強度に比して相対的に大である。したがつて鋳片表面の縦割れの発生傾向が大である。ゆえに第1報で明らかにした鋳片表面の縦割れを発生せしめないための適正なる一次冷却の諸条件は、とくに大きな意味を持つものであると考える。

文 献

- 1) 昭和 34 年 4 月本会講演大会にて発表。

(46) リムド鋼の2枚板とブリストー についての調査

富士製鉄，釜石製鉄所

小池 与作・〇駒塚正一郎

Study of Lamination and Blisters
of Rimmed Steel.

Yosaku Koike and Shōichirō Komazuka.

I. 緒 言

従来の研究によれば、二枚板については鋼塊の中心に

偏析する S および砂疵として肉眼的に観察されるときに大形の非金属介在物が主要な原因をなしていた。ここでは非金属介在物に主点をおき 16 チャージのフープ素材のピレットにつき造塊法の差異、鋼塊部位の影響および試験チャージより圧延した 384 コイルにつきスリットの際発生した二枚板の状況そのほかを調査した。

II. 実験方法

実験は C 0.08% のリムド鋼 8 ヒート 16 チャージにつき下広 6 t 鑄型を使用し各チャージより 8 本の試験鋼塊を定め上注と下注にわけた。また各チャージについて鍋下酸素試料を採取した。鋼塊は 200mm 角ブルーム 3 本に圧延したのち、さらに 96mm 角に圧延した。各鋼塊の頭部、中部および底部より採取した 384 個の 96mm 角試料の横断面についてはペーパー仕上げし、大型介在物（砂疵）の有無を調査したのちサルファープリントをとった。また試料の縦断面については地キズ試験およびリム層の清浄度を調査した。肉眼的介在物については顕微鏡試験を行った。

III. 実験結果

(1) 鋼塊頭部試料について

(a) 酸化物介在物

鋼塊頭部に相当するピレットの横断面で肉眼的介在物の発見されたものは 96 個の頭部試料の内 5 個で、いずれも上注鋼塊より採った試料であり、その顕微鏡的形態は FeO-MnO 系の脱酸生成物である。

(b) サルファープリント

鋼塊頭部々位の中心部偏析程度を 0, 1, 2, 3 点の 4 等級にわけた。0 点が偏析度最小のものを示す。この標準により各試料の S プリントの採点結果を Table 1 に

示す。鋼塊頭部中心の S 偏析は各ヒート間の差が大きく、注入別では下注の方が偏析が残る傾向がある。

S 偏析がヒート間で差異を生じた原因については熔鋼中の酸素量、注入温度、注入速度および蓋掛時間などが考えられるがこの調査では、熔鋼中酸素量の低いもの、蓋掛時間の長いものが S 偏析残存量は少かつた。

(2) 鋼塊底部試料について

(a) サルファープリント

頭部試料と同様な方法でリム層に点在する S 点を比較した。上注の方にリム層に点在する S 点がやや多いようである。

上下注材 24 試料のリム層の清浄度を調査した結果より S 点の多い上注材に A 系介在物が多い傾向にあり、S プリント結果と一致するが合計の清浄度は差がない。すなわち、下注材には酸化物系が上注材に比して多い。

(3) 鋼塊底部および中央部試料の地疵

各チャージより上注および下注鋼塊各 1 本、各鋼塊より底部および中部試料各 1 個計 64 個の試料につき地キズ試験を行った。各試料の被検査面はさまざまであるので 100cm² 当りに換算した地疵個数、最大地疵長さおよび 100cm² に対する総疵長さを各試料リム層、コア層別に調査した。リムとコア境界に存在する疵はコアに含めた。各チャージの No. 2, No. 6 鋼塊につき地疵合計で地疵総長さを比較したものを Fig. 1, 2 に示す。これらの結果から地疵発生率はヒート間の差が大きい。底部試料は中央部試料に比して地疵が多く、下注材は上注材に比して砂疵発生率が高い。ヒート間の砂疵発生率の差については注入温度、注入速度、耐火物の熔損程度などが問題となつてはいるがこの調査では明ら

Table 1. Degree of sulphur segregation.

Heat No.	1		2		3		4		5		6		7		8	
Charge No.	5233		5242		5287		5354		5443		5374		5406		5420	
Pouring method	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.	Top P.	Bottom P.
1 st stool	0.75	—	—	0.5	—	1.75	—	0	0.25	—	2	—	0	—	—	2.5
2 nd stool	—	0	—	0.25	0.25	—	0	—	—	1.5	0.5	—	—	0	0.5	—
Charge No.	5234		5243		5288		5355		5444		5375		5407		5421	
1 st stool	—	0	0.25	—	0	—	—	0	1.25	—	—	1.5	—	1.0	0.5	—
2 nd stool	0	—	0.25	—	—	1.25	0	—	—	0	—	1.0	1.0	—	—	2.0
Average	0.38	0	0.25	0.38	0.13	1.50	0	0	0.75	0.75	1.25	1.25	0.5	0.5	0.5	2.25

Table 2. Defects of coils at slitting.

Charge No. Ingot No.	Coil No.	Depth from the surface to defects (mm)	Position of defects	Position in an ingot	Kind of inclusions	Pouring method
5420-2	85	0.31	Center line	T	MnO-silicate	Bottom P.
5420-2	87	0.31	"	B	"	"
5444-5	54	0.35	"	B	"	"
5407-2	81	0.33	Center line, Outside	B	"	"
5375-6	71	0.32	Outside	M	"	"
5444-7	60	0.40	"	B	"	"
5234-3	8	Not observed	Center line	M	Not observed	"
5421-5	94	Not observed	Center line	T	Not observed	"

かな関係がえられ
なかつた。

若干の下注材の
地疵について顕
微鏡試験を行つ
た結果は MnO-
silicate で耐火物
の影響によるもの
と推定された。

(4) 二枚板発 生材の調査

この実験では 8
ヒート、16チャー
ヂ、コイル No.1
～96、コイル数384
につき加工中二枚
板の発生した状況
を調査した。1.2×
101mm の板を圧
延方向に沿う中心
線と両側（耳1～
2mm）でスリッ
トしたときに二枚
板を生じたのは、
Table 2 のごとく

8個のコイルであ
つた。8個の試料
はいずれも下注材

であり、その内6枚の不良板につき割れ部の縦断面を顕
微鏡した結果、割れは表層から 0.3～0.4mm 内部に発生
している。これらの割れはおおむねリム～コア境界付近
またはリム層に近いコア層に入ると考えられる。これら
の割れはほとんどが空洞で、介在物が脱落したと思われ、
その割れの延長および付近に認められたものはいずれも
MnO-silicate 系介在物でピレットの地疵検査で発見

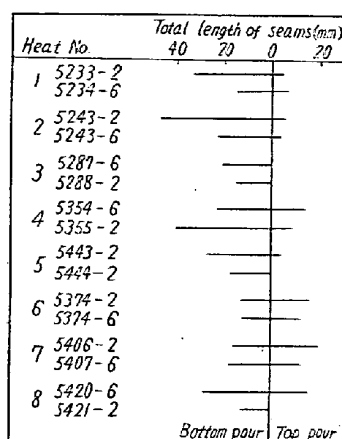


Fig. 1. Total length of streak
seams at middle portions of
ingots.

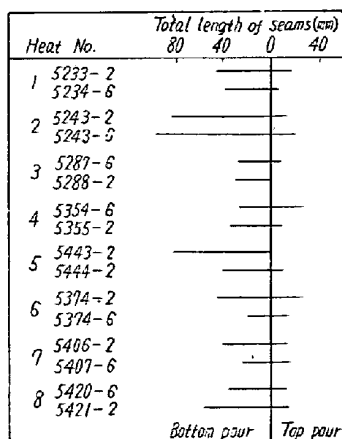


Fig. 2. Total length of streak
seams at bottom portions of
ingots.

されたものと類似のものである。板巾外側欠陥部にも、
MnO-silicate 系介在物が認められる、

(5) 酸洗条件について

前述の実験用コイルについて酸洗実験を行つた結果は
つぎのとおりである。

(i) 下注鋼塊底部試料にはブリスター発生の傾向が
大きい。

(ii) 酸洗条件については温度より時間の影響が大
で、時間の長いものにブリスター発生の傾向は大きい。

(iii) 比較的ブリスターの発生しやすいコイルでも抑
制剤（住友化学イピット 600S）を使用することにより
可成りブリスターの発生を抑えることができた。

IV. 結 言

リム鋼の二枚板やブリスターについて調査したが、
その主要な原因は地疵であり、これは熔鋼と耐火物との
反応生成物と考えられる MnO-silicate であつた。今
回は浮滓の残存した FeO-MnO 系介在物は試験コイル
には認められなかつた。また、ブリスターに対しては酸
洗中に発生する水素の影響も無視できない。

(47) 大型鋼塊の内部性状に関する研究

日本製鋼所、室蘭製作所

川口 三郎・〇小野寺真作

理博中川 義隆・本間 亮介

Study on Internal Structure of Large Ingots.

Saburo Kawaguchi, Shinsaku Onodera,
Yoshitaka Nakagawa and Ryōsuke Honma.

I. 緒 言

近年各種工業の非常な進歩とともに、それに使用され
る大型鋼材、たとえば発電機用ローターシャフト、船用
タービンまたはディーゼル部品、化学反応筒、あるいは
圧延機用ロールなどがいちじるしく大型化している。こ