

第 2 表

Pinhole ingot	1φ×5m/m	1×5	1×5	1×5	2φ×5m/m	2×10	2×15	2×20	3φ×5m/m	3×10	3×15	3×20
A	—	<3.0	3.0	<1.5	3.0	5.5	<6.5	<7.5	<3.0	5.5	<7.2	<6.7
	—	<3.0	<5.5	<3.0	3.0	<5.5	<8.5	<8.6	3.0	5.5	<8.1	<7.5
	—	<3.0	<5.5	<3.0	<5.5	<5.5	<6.5	5.5	3.0	5.5	<7.0	<7.5
平均	—	<3.0	<5.0	<2.5	<3.2	<5.5	<7.0	<7.0	3.0	5.5	<7.3	<7.3
B	—	<8.0	<3.0	<1.5	<3.0	<3.0	<7.4	<5.5	<5.5	<5.5	<7.4	<7.7
	—	<3.0	<3.0	<1.5	<3.0	<3.0	<5.5	<7.3	<5.5	<5.5	<7.9	<7.9
	—	<3.0	<1.5	<1.5	<3.0	<5.5	<6.9	<7.4	<5.5	<5.5	<6.9	<7.2
平均	—	<3.5	<3.0	<1.5	<3.0	<3.5	<6.5	<7.0	<5.5	<5.5	<7.5	<7.7
C	<3.0	<5.5	<6.3	<1.5	<1.5	<5.5	<7.0	<6.4	<5.5	<5.5	<8.3	<9.0
	<5.5	<5.5	<6.2	<5.5	<5.5	<5.5	<8.0	<6.9	3.0	<5.5	<8.6	<10.6
	3.0	<6.2	<5.5	<5.5	<1.5	<3.0	<6.8	<6.5	<5.5	<5.5	<8.3	<11.7
平均	<4.0	<6.0	<6.0	<5.0	<2.0	<5.0	<7.0	<6.5	<5.0	<5.5	<8.4	<10.0

又線状疵の位置を明らかにするため巾 10mm 深さ 10mm の横方向の溝は分塊ロールで消失しており横方向の Chipping は無害と考えられる。

IV. 實 験—2

低炭素 Killed 鋼のうち Pinhole が全面に発生した改 F 型 2, 220kg 鋼塊の第 3 定盤 6 本のうち 1 本の鋼塊を 3ヶ所で横断し、Pinhole の深さを確め他の 5 本を 230φ, 156φ に各 2 本残りを 108φ に圧延し、billet より top, middle, bottom の 3ヶ所から test piece をとり段削りを行つて線状疵の深さを調査した。

その結果 i) 鋼塊での Pinhole 深さは top 側は Pinhole 数及び深さが他に比べ大であるが top では 20~25mm, bottom 10~15mm の深さにある。

ii) billet の線状疵は径即ち圧延比により差があり、230φ は 12mm の深さに達するものがあるが長さが短く、108φ では 8mm 深さで略々消失するが長くなっている。

iii) 鋼塊の top のものは他に比べ線状疵の数が多

V. 結 言

以上の実験結果を総括すれば、

1. 人工的に作った Pinhole は通常認められる線状疵と同じ疵となる。

2. 圧延比 8.5~9.5 程度ならば 1mmφ×5mm 深さの穴に相当する Pinhole は billet で片側 2.5mm 外削すれば消失し、2, 3mmφ×20mm 深さの穴は約 9mm の深さに達する。

3. Ingot の加熱状況、圧延状況により表面近くは、metal flow が複雑で鋼塊位置より billet 位置を正確に指示できぬ。

4. 鋼塊の横方向の Chipping は圧延後疵とはならぬ。

5. 線状疵は圧延比と関係し、圧延比 4.0 と 19.0 とでは明らかに差がみられ、又鋼塊頭部は Pinhole が多く又深く、圧延比も少いので線状疵は鋼塊位置により差がある。

6. 通常製造方式の外削 billet の線状疵は鋼塊での Pinhole の数、深さの外、billet の曲りによる切削残りも多いと考えられる。

以上により製鋼課で Pinhole 点数及びその深さにより鋼塊の選定がなされ、又圧延線状疵減少のために製鋼条件の改善、及び圧延作業特に鋼塊の均熱向上、billet の曲りの改善がなされた。

(79) 中炭素鋼々塊及び成品に於ける疵に就て (I)

—鋼塊の煉互疵に就いて—

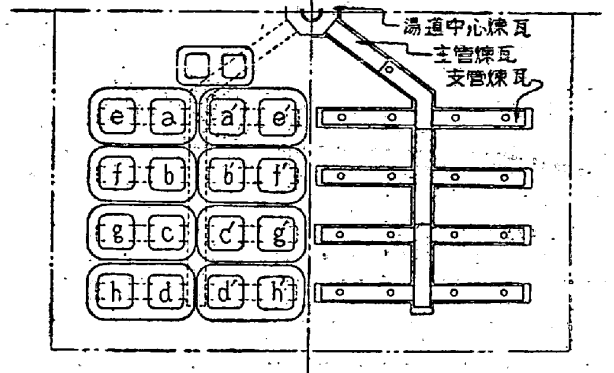
(Defects of Medium Carbon Steel Ingots and Products-I)

K. K. 尼崎製鋼所 白川龍水
同 上 工〇白井弘治

I. 緒 言

小型鋼塊を下注法で一定盤に多数造塊している工場では鑄込温度が高く、定盤構造も複雑である等の悪条件の

ため煉瓦噛み（煉瓦疵）鋼塊が可成多く発生し、これの防止は圧延歩留向上及び手入費軽減の点から重要な問題になっている。この疵の原因としては 1. 耐火材料に依るもの 2. 造塊条件に依るもの 3. 作業条件に依るもの 4. 定盤構造、湯道煉瓦の設計に関するもの等の因子が考えられる。著者等の一人はこれに関し造塊用耐火物専門委員会で発表しているが¹⁾、今回煉瓦疵自身の嵩を対象として工場実験的に煉瓦疵の鋼塊内、定盤内、定盤間の分布を調査した。



第1圖 定盤構造

第1表 湯道煉瓦の分析例

化學組成%	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
	67.14	3.56	28.85	tr.	0.43
物理的性質	耐火度	氣孔率	吸水率	見掛比重	嵩比重
	30	27.1	14.4	2.57	1.88

II. 調査条件

調査の対象とした鋼種は 100 噸塩基性平炉で溶製した I 形鋼用キルド鋼塊で、その主要成分は C 0.23~0.53, Mn 0.50~0.73, Si 0.35> である。溶鋼は Y 形桶で A, B 鍋（容量 50 噸）に受け、下注法で 300kg 型鑄型（170□~150□×1800mm）に造塊した。定盤の構造を第 1 図に示す。

湯道煉瓦は O 社製シャモット系煉瓦を用いた。その分析例を第 1 表に示す。

鑄込状況は異常を認めなかつた。第 2 表に此を示す。

III. 調査方法及び結果

第2表 鑄込状況

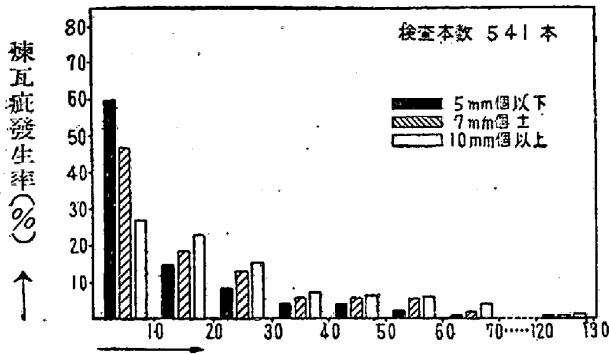
鋼番	鍋	定盤	ノズル径 mm	鍋内溶鋼高さ m ¹⁾	上り本数 ²⁾	重量 t	上昇速度 ³⁾ mm/sec	疵指数一例中以上の数
A	A	1	55	2.27	63 (33)	15.435	6.85	129
		2		1.55	60 (30)	14.700	6.17	66
		3		0.85	59 (30)	14.455	4.04	38
	B	1	45	2.29	67 (33)	16.214	5.10	80
		2		1.56	67 (34)	16.214	4.76	16
		3		0.83	61 (32)	14.762	2.72	14
B	A	1	50	2.18	66 (32)	16.302	6.67	107
	B	1	45	2.24	67 (33)	16.616	5.10	39
C	A	1	45	2.08	62 (31)	15.190	5.62	96
		2		1.30	66 (32)	16.500	5.00	55
		3		0.47	32 (32)	7.680	5.15	67
	B	1	45	1.91	64 (33)	15.680	5.26	66
		2		1.30	62 (30)	15.500	4.31	23
		3		0.69	59 (28)	14.455	2.77	21
D	B	1	45	1.89	(28)(30)	18.038	4.63	34 35
		2		1.11	(26)(21)	14.617	5.55	31 22
		3		0.47	32 (32)	9.952	4.65	65

註 1) 取鋼を直圓筒形と假定したので第 3 定盤は實際より小さく偏つている。
 2) 押へ鋼塊を含む、括弧内は調査の對稱とした半定盤の上り本数を示す。
 3) 鑄型底より 50cm 高さ迄の平均上昇速度

瓦質を残しているもののみを対象とした。疵の分類は小 (5mm□以下), 中 (7mm□±), 大 (10mm□±), 特大 (10mm□以上, 各寸法記録) とし, 鋼塊の煉瓦疵指数としては, 例えば全数, 中以上, 大以上に再分類した数, 面積比に依る合計値等を用い, 定盤の指数としては定盤内鋼塊の各指数の合計を用いた。

1. 鋼塊内の分布

鋼塊上り孔位置, 入鋼方向に関し各面間の疵数の差を見たが有意な差は認められなかつた。高さ方向に関しては明らかに頭部と底部は発生状況が異なるので, 底より10cm 間隔に区切り, 大きさ別, 定盤別に集計した。上昇速度に依り高さ方向の分布は若干変るが各区間合計の総数に対する百分率で発生分布を表すと第2図の如くなる。



第2図 鋼塊内煉瓦疵発生分布

上図より発生率は底部が最高で頭部に向うに従い漸減し 50cm 迄の高さに疵の 80% 以上が出ていることが判る。

2. 定盤内の分布

同じ鑄込条件で注入される定盤内に於いてもその疵発生傾向は異つている。溶鋼流により剝脱した煉瓦片は偶然性と流体力学的必然性に依り定盤内の各鋼塊に分配されるが, 結果は大きくばらついた個数を示す。そこで各主管に対し対称的位置の1/8 定盤の鋼塊群を第1図の如く a, b, c……, h とし夫々対応する鋼塊の疵合計の多いものから 1, 2, 3……, 8 の順位をつけた。各定盤に於いても同様に行い, 順位の平均値について有意差検定を行うと第3表の如くなる。

第3表より発生傾向は a, c; h; f, g, e の順に減少し d, b は a, c と h との間に位置するのでないかと考えられる。

又第1図に於ける a と a' では a', b と b' では b' の方が疵が多く出ることが認められた。D 鑄番B 鍋に於ける同一定盤内の半定盤間には有意な差は認められなかつた。

第3表 定盤内煉瓦疵

主 管	a		**	1%	有意水準にて	差あり		
	b	0	*	5%	"	差あり		
	c	0	0	5%	"	差なし		
	d	0	0	0				
支 管	e	**	**	**	**			
	f	**	**	**	**	0		
	g	**	**	**	**	0	0	
	h	*	0	*	0	**	*	*
定盤内 位置	a	b	c	d	e	f	g	h
平均值	2.7	3.6	2.8	3.5	6.6	6.2	6.1	4.6

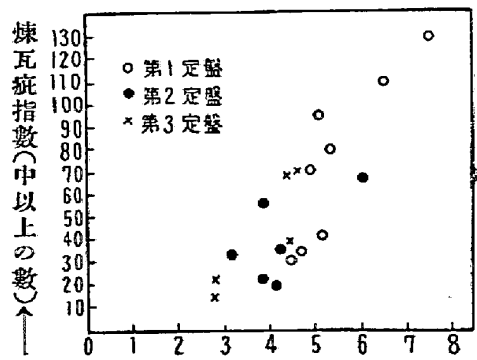
3. 定盤間の変動

a. ノズル径及び定盤間による変動

鋼番 A, B に於ける A, B 鍋各定盤の煉瓦疵指数を解析せる結果, 煉瓦疵の発生はノズル径が大なる程多く, 第1, 第2, 第3 定盤の順に減少している。

b. 鑄型内上昇速度, 主管流出量, 落下衝撃力, 鑄込温度と煉瓦疵

煉瓦疵の 80% 以上が発生している鋼塊下半 50cm 迄の平均上昇速度と煉瓦疵指数との間に高度の正相関があつた。而し実際の作業では上昇速度は主管流出量, 落下衝撃力, 鑄込温度と密接な関係にあるのでこれらと疵指数との相関分析を行つた所, 主管流出量のみ偏相関が有意となり, 他は偽相関であることが判つた。こゝで主管流出量とは半定盤のみ鑄込む時, 及び止り鋼塊が発生した時の溶鋼の分配を補正してある。第3図は疵指数として中以上の煉瓦疵数を探つた場合の主管流出量との関係



第3図 主管流出量と煉瓦疵との関係

を示している。又疵発生鋼塊本数との間にも正相関が認められる。

IV. 結 言

煉瓦疵の発生原因に就いては緒言に列記したが逆にこれらの因子の変動は直接煉瓦疵の発生分布及び発生率に大きく影響すると考えられる。今回の調査も日常作業の中で行つたので耐火材料の品質も完全に均質化出来たとは言えず、鑄込状況、鑄込操作の諸条件、煉瓦張り及び清掃等の準備作業等にも記録に表われない可成りの変動があると考えられる。加うるに検定方法の不備のため、疵集計資料にも大きなバラッキがある。

然しこのバラッキの中で認め得た事は

1. 煉瓦疵発生分布は面間に差なく、高さ方向に一定の傾向を有し、底部より 50 cm 迄の高さに疵の 80% 以上が出ている。
2. 定盤内の位置に就いて煉瓦疵は一定の発生傾向を有す。又同一定盤に於いては半定盤間の疵発生率に有意な差がない。
3. 定盤を追うに従い煉瓦疵は減少し、ノズル径を大きくすると増加する。これは溶鋼上昇速度とも関係があるが、湯道中心煉瓦で主管に分岐する時の流出量が主要因である。煉瓦疵鋼塊の多少も亦これに影響される。

参 考

- 1) 白川, 耐火物工業誌 17 集, 1953, May p. 217, 237, 239.

(80) 中炭素鋼々塊及び成品に於ける疵に就て (II)

— 気泡及び氣泡を伴う割れに就いて —

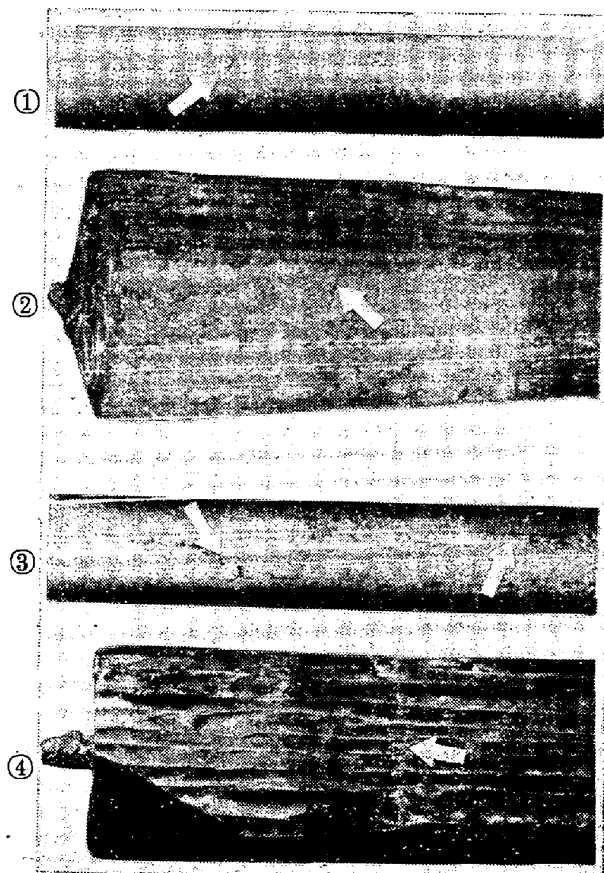
(Defect of Medium-Carbon Steel Ingot and Products-II)

K. K. 尼崎製鋼所 大黒竹司
同 上 工〇青山芳正

I. 緒 言

鋼塊及び圧延成品に現れる疵に就いては従来から多くの貴重な研究がなされているが、個々の点に就いては必ずしも完全な一致を見せていない。現場検定のデータを統計的に又は工場実験的に取扱つている場合には特にこの感が深い。この原因を大括みに言うならば先づ第一には「作業条件の相異」であり第二には「対象疵の不明確さ」である。例えば第 1 図 ① と第 1 図 ③ とは同じく中炭素鋼塊より圧延した丸鋼の鋼塊下半部に現れた疵

で外見上極めて似ており成因が異なるとは考え難い。しかしながら ① は ② に示す吊り切れによるものであり、③ は ④ に示すかぶり割れによるもので全く原因を異にしている。即ち前者は注入速度が早過ぎるために起つた吊り切れであり後者は注入速度が遅過ぎるため上昇湯面に被膜を生じ、これに湯がかぶつて生じたものである。かぶり割れは主として鋼塊の頭部に発生するが中部、底部にも現れるので ④ の様に底部に現れた場合は、専ら底部に現れる吊り切れと識別が困難になる。その外見的な相違はかぶり割れによる疵の周辺には気泡が列をなしており、従つて成品にも気泡によるスヂ疵が多数に存在している点である。このスヂ疵は ③ の割れ周辺に認められるが、この写真は酸洗後に撮影したものであるから、黒皮の附着している現場では疵の検定がいかに困難であるか判る。又これらの割れは鋼塊の表皮下に埋没し皮剥きによつて始めて現れるものであるから困難は倍加する。しかし、この両者を判別しなければデータの解析は不可能である。従つて疵の調査には疵の区分を出来るだけ詳細に行うと共に外見上同一と見られる疵に就いても綿密な検討が必要である。



第 1 図 吊り切れ ① 丸鋼 ② 鋼塊
かぶり割れ ③ 丸鋼 ④ 鋼塊