

とは明らかで、少くとも 80 mm 以下に抑へることが必要である。
(文献省略)

(28) 注入管脱酸の研究

Study on Center-Runner Deoxidation.

O. Otu, et alius.

土佐電気製鋼所, 製造部

工 山本 禎一・〇大津 修

I. 緒 言

塩基性電気炉による迅速精錬熔解法¹⁾は迅速性においては、優れた点を認めるが脱酸においては幾多の難点が見出される。当社においては迅速熔解法を改良しつゝ今日に至っているが迅速なため slag の熟成を待たず Fe-Si による強制脱酸を行っている。これによると出鋼操作による Si の歩留の低下と、それに関連して Fe-Si 量の増大、slag の塩基度の低下およびそれともなう復硫等、品質的にも経済的にも悪影響をおよぼす点が大である。そこで鑄込中注入管から Fe-Si 粉を添加し脱酸を行い前記のごとき諸々の悪影響を防止することを試みた。

II. 熔製および造塊方法

熔製は 8 t エルー式塩基性電気炉にて行い、低炭素鋼を熔製した。除滓後 Fe-Mn を投入し取鍋分析値の Mn は 0.4~0.5% を目標とし還元期は約 15~20 分で、出鋼前 Fe-Si (75% Si) を 1.25 kg/t 添加した。出鋼前の鋼滓の化学成分は SiO₂ 20~22%, FeO 4~5%, MnO 3~4%, CaO 50~55% で CaO/SiO₂ は 2.5 附近である。造塊は 100 kg 型鋼 96 本に鑄込み、注入管への脱酸剤の投入は樋を用い、鑄込開始 30 秒後より徐々に少量宛添加し 30 秒前に終了するようにした。脱酸剤は、Fe-Si 単味のものが非金属介在物の点から良いよう²⁾ Fe-Si を 3~5 m/m の粒度のものを使用した。脱酸剤の使用は 0.35 kg/t ~ 1.0 kg/t の範囲で使用した。Table 1 に製鋼作業記録の一例を示す。

Table 2. Cleanliness of ingot by center-runner deoxidizer.

Position	4588		4581		
	Cleanliness ("B")	Thickness	Cleanliness ("B")	Thickness	
Top	Sub-surface	1.8	3.1 μ	2.2	3.2 μ
	Center	4.8	3.0	4.5	3.2
Bottom	Sub-surface	2.0	3.3	2.5	3.5
	Center	4.9	3.1	4.7	3.7

Table 1. Steel-making practice.

Charge No.		4588	4581
Melting down	C%	0.25	0.30
Before slag off	C%	0.09	0.08
Furnace addition of deoxidizer	75% Fe-Mn	50	50
	75% Fe-Si	10	10
Ladle addition		Non	Non
Bath temperature at before tapping	°C	1620	1630
Ladle analysis	C%	0.10	0.11
	Si	0.04	0.05
	Mn	0.45	0.40
	P	0.025	0.023
	S	0.029	0.025
	O ₂	0.030	0.035
Mould type		100 k	100 k
Nozzel size	mm	45	45
Pouring temperature	°C	1530	1540
Pouring velocity	mm/mn	420	330
Center-runner deoxidizer	75% Fe-Si	0.35 kg / t	1.0 kg / t

III. 製品の材質

(i) 鋼塊の Si および非金属介在物の分布

鋼塊縦断面につき Si の分布を調べた結果、Fig. 1 に示すごとくである。Si の分布は比較的均一であるが中心部はやや高くなっている。blow-hole は全く認められず鋼塊周辺に硫化物の局部偏析がサルファープリントによつて認められた。これは一次気泡が内部の熔鋼により充填された形

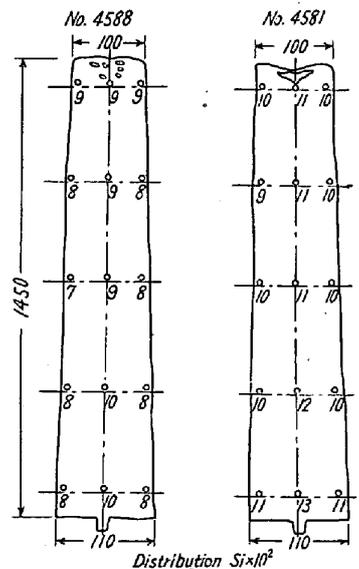


Fig. 1. Distribution of Si in a killed steel ingot by center-runner deoxidation.

跡と思われる。非金属介在物の分布を顕微鏡によつて測定したが鋼塊周辺では清浄度は良好であるが中心部では SiO₂ 系介在物が増加し清浄度は低下する。また鋼塊の中心部および周辺において頭部と底部における介在物の分布は大差がない。Table 2 に非金属介在物の分布の測定結果を示す。

鋳型内の熔鋼の凝固にともなう脱酸反応は小林, Herby その他の研究があるが注入管へ Fe-Si を添加した場合の脱酸反応もこれらと同様に考えて差支えないと考える。温度変化によつて脱酸限が大きく変化し高温において脱酸力が余り強力でない Si は温度降下によつて [O] + [Si] → SiO₂ の進行は活潑に進行することが予想される。しかし Fe-Si 投入前の O₂ は大半 MnO の形で存在して鋳型内では Mn-Silicate が生成されるが大形になる余裕はなく微細球状のものとして存在する。この反応は凝固が完全に終るまで続けられることが考えられるが小型鋼塊においては予想に反し非金属介在物が少ないのは比較的凝固が早く進行するため前記反応が阻止せられるものと考えられる。しかし鋼塊内の脱酸反応は単なる急冷程度では完全に阻止することは出来ない⁶⁾と云はれている一方、急冷によつて効果を期待する報告もあり検討中である。

(ii) 鋼材の性質

製品分析値: 22mmφ に圧延した鋼材の Si の分析値は鋼塊のそれとほとんど同様で均一な分布を示している。Table 3 に取鍋分析と圧延材の Si 値を示す。また Table 4 に圧延材の Si 分布について調べた結果を示す。(略)

Table 3. Comparison of Si Value in the ladle and rolled bar analysis.

No.	Ladle analysis (%)	Rolled bar analysis (%)	Center-runner deoxidizer kg/t
1	0.04	0.09	0.35
2	0.05	0.11	1.0
3	0.03	0.12	1.4
4	0.04	0.14	1.5

顕微鏡組織: オーステナイトおよびフェライト粒度は炉内脱酸のものと比較してほとんど変化なく、オーステナイト粒度は A. S. T. M No. 3~4 (滲炭法 950°C × 6h) フェライト粒度は No. 7~8 である。

非金属介在物: 炉内脱酸のものとは注入管脱酸のものについて比較すると注入管脱酸を行つたものが炉内脱酸のものより増加した Fe-Si の添加量が多くなると増加する傾向が認められる。これらの非金属介在物の大部分が Mn-silicate であることは鋼塊の場合と同様である Fig. 2~4 は炉内脱酸と注入管脱酸の製品の非金属介在物を示す。

機械的性質: 機械的性質については特に異つたところもなく良好であつた。Table 4 にその結果を示す。

IV. 結 論

注入管脱酸によつて充分鋳型内鎮静を行うことが出来た。非金属介在物の点についても予想したよりも少く Si の鋼塊および製品での分布も均一であり迅速精錬法における脱酸の欠点を補うことが出来た。特に炉内脱酸より Fe-Si が直接熔鋼に接触し脱酸に有効に働いたため添加量が少量にとどめることが出来る。

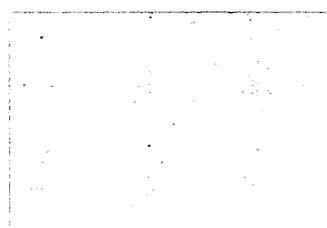


Fig. 2. ×100(2/3) Furnace deoxidation



Fig. 3. ×100(2/3) Center-runner deoxidation 0.35 kg/t

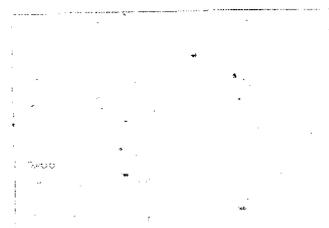


Fig. 4. ×100(2/3) Center-runner deoxidation 1.0 kg/t

Fig. 2~4. Comparison of Non-metallic inclusions by center-runner deoxidation and furnace deoxidation.

Table 4. Mechanical propertise of rolled bar by center-runner deoxidation.

Method of deoxidation	Yield point (kg/mm ²)	Tensile-strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)
Furnace deoxidation	33.22	47.30	38.6	61.8
Center-runner deoxidation 0.35 kg/t	31.50	44.82	40.0	66.6
Center-runner deoxidation 1.0 kg/t	31.99	42.75	40.0	65.7

文 献

- 1) ソ連の製鋼法: 福島.
- 2) 鉄と鋼: 山下 Vol 41 No. 9(1955). p. 116.
- 3) “ 越谷 Vol 35 No. 11(1949). p. 33~33.
- 4) “ 前川 Vol 40 No. 12(1954). p. 14.

I. 緒 言

リムド鋼塊内部の偏析において、鋼材の材質に大きい影響を与えるものに、鋼塊頭部の偏析がある。

本報告にては、リムド鋼塊頭部の偏析を中心として鋼塊内部の組織全般に対する鋼塊の大きさ、トラック・タイム(熔鋼を鑄型へ注入終了後、均熱炉へ装入迄の時間)の影響を調査した結果を報告する。

II. 実 験 方 法

実験 I: 造塊時鑄型内にて、種々の膨脹量になるよう 150 t 塩基性平炉にて製鋼したリムド鋼(C 0.9~0.10%, Mn 0.32~0.44, S 0.02~0.03)を Table 1 III の鋼塊となし、蓋かけ時期、トラック・タイムを変化させた。そして 200 mm 厚鋼片に圧延後、鋼塊内部の偏析をサルファプリントにより調査した。

実験 II: リムド鋼(C 0.08%, Mn 0.31, S 0.028)を Table 1 III の鋼塊となし、造塊時投入する Al 量を変化さすことにより膨脹量を変化させ、また同時に、トラ

(29) リムド鋼塊頭部の偏析
(鋼塊の大きさ、トラック、タイムの影響)
Segregation at the Top of Rimmed Steel Ingot.

(Influences of track time & ingot size)

K. Kugai, et alius.

富士製鉄室蘭製鉄所

前田 元三・田島喜久雄
三宅 俊和・久貝啓次郎

Table 1. Dimensions of the ingots.

Type of ingot. Mold used	I ML-1	II ML-2	III M-71	IV C-54	V TC-1
Ingot wt. t	5	5	5	2.8	1.8
Average size of ingot section. cm×cm	68.3×54.3	65×53	62.8×67.8	50.6×50.6	40.5×40.5
Ingot height. L cm	196	210	175	167	160
Average area of ingot section. A cm ²	3668	3417	4157	2521	1592
$D = \sqrt{A}$ cm	60.5	58.5	64.5	50.2	39.9
L/D	3.24	3.6	2.71	3.33	4.01

Table 2. Operation conditions of each test ingot.

Exp.	Type of ingot.	Ingot wt t	Ingot. No.	Pouring conditions.		Stripping period. mn	Track time. mn	Soaking time. h
				Al used. g	Expansion. mm			
II	II	5	7	20	20	48	49	7.75
	III	5	8	0	0	44	45	7.8
	III	5	9	24	100	64	74	7.5
	III	5	10	0	10	63	74	7.5
	III	5	13	24	120	61	126	6.6
	III	5	14	0	50	61	128	6.5
III	II	5	3	100	50	52	55	2.5
	IV	2.8	4	90	50	52	55	2.5
	IV	2.8	5	120	50	64	∞	—
	V	1.8	7	50	50	49	55	2.5
	V	1.8	8	60	50	59	∞	—
	III	5	11	100	50	60	∞	—
IV	II	5	4	0	150	—	132	6.2
	I	5	6	0	270	—	132	6.25
	II	5	8	0	270	—	130	6.25
	IV	2.8	10	0	210	—	131	6.2
	V	1.8	11	0	230	—	119	6.2