

Table 1. Chemical compositions of test ingots.

Test ingots	Method of teeming	Remarks	Chemical compositions (%)				
			C	Si	Mn	P	S
A	Top	Rimmed	0.10	tr	0.33	0.011	0.020
B	"	Capped					
C	"	Semikilled (Si-deoxidized)	0.18	0.13	0.69	0.012	0.030
D	"	Semikilled (Al-deoxidized)	0.17	0.03	0.60	0.008	0.031
E	Bottom	Al-killed	0.07	0.02	0.33	0.007	0.024

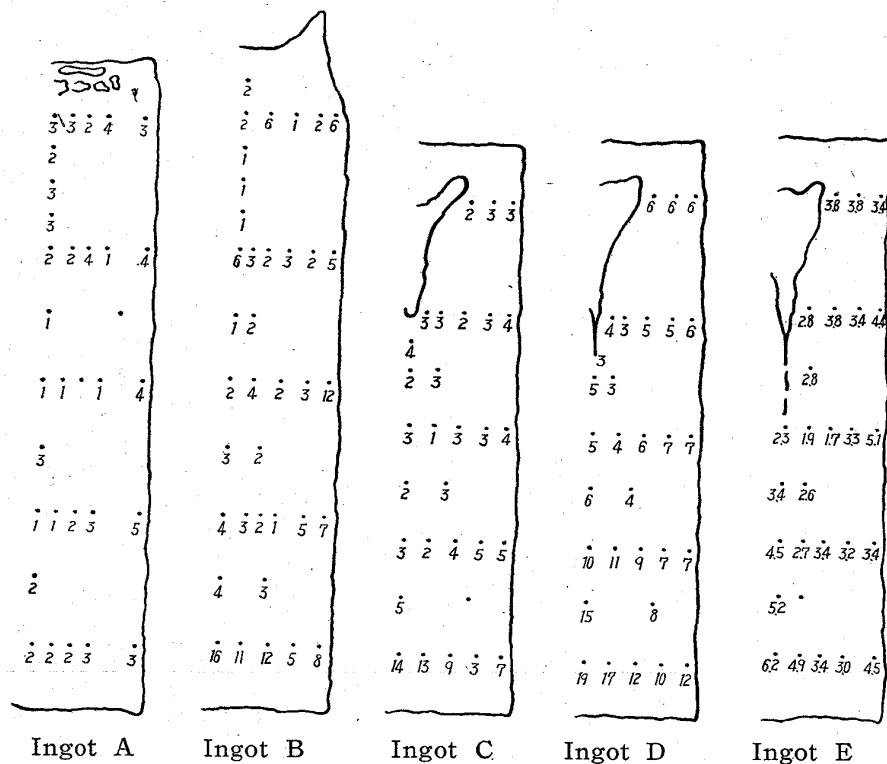


Fig. 3. Distribution of Al₂O₃. (×^{-3%})

で 40~70μ であるが、鋼塊底部沈殿晶またはその類似部分では特に大きく、100~250μ あるいはそれ以上を示し、最も大きいものは 370μ に達している。

(2) 鋼塊表面では所々に柱状晶にとらえられたと思われる大型介在物が存在した。特にキャップド鋼のリム部で顕著である。

(3) アルミキルド鋼の場合、介在物は不定形でありかならずしも鋼塊底部沈殿晶に大きなものが存在しなかつた。最大介在物は中央付近の 60×30μ である。

D. 介在物の顕微鏡観察

酸化介在物を顕微鏡下で観察した結果、名鋼塊でつぎのような特徴のあることが判つた。

(1) セミキルド鋼 (Si 主脱酸): 介在物は単相珪酸塩、マンガんに富んだ珪酸塩、珪酸塩と硫化物の共晶、珪酸塩の周囲に硫化物を伴つたものなどで単独の Al₂O₃ 系介在物が稀に存在する。

(2) セミキルド鋼 (Al 主脱酸): 介在物は単相珪酸

塩、硫化物を伴つた珪酸塩の他に、Al₂O₃ を伴つた珪酸塩が多く、その他 Al₂O₃ に硫化物を伴つたもの、アルミノマンガン珪酸塩などが存在する。

(3) リムド鋼とキャップド鋼: リム部における介在物は単相珪酸塩、珪酸塩に結晶質 (Al₂O₃ を含む化合物) を複合したもの、珪酸塩と酸化物の共晶などからなつている。しかし、トップ、ボトムでその介在物組成は大差ない。コア部の介在物ではトップと、ボトムで介在物組成が変化する。すなわち、ボトムでは単相珪酸塩、珪酸塩と酸化物の共晶、さらにこれに硫化物、結晶質などの複合したものが多く、その他単独に Al₂O₃ 系介在物が存在する。ミドルから上では、球状酸化物が現れて、すでに述べたごとく、濃厚偏析部に向い増加する。トップでは単相の珪酸塩、結晶質などは減少する。

(4) アルミキルド鋼: 酸化物系介在物は主として Al₂O₃ の群落であるが沈殿晶では、その群落はその他の部分より大きい。

669.141.24/1.3-4/2;
669.183.218.5:6 20.192.45
(126) セミキルド鋼材の非金属介在物と製鋼要因の関係について

八幡製鉄所製鋼部

63126
杉野導人・山口武和・森田英臣・筒井正雄

Relation between Open Hearth Operations and Nonmetallic Inclusions of Semikilled Steel.

522-1524
Michito SUGINO, Takekazu YAMAGUCHI, Hideomi MORITA and Masao TSUTSUI.

I. 緒 言

セミキルド鋼材中の非金属介在物減少を目的として、120 t 固定式平炉で溶製した普通セミキルド鋼材中の非金属介在物量と製鋼要因の関係について調査を行つたので、以下報告する。

II. 調査方法

セミキルド鋼材中の介在物量は Table 1 に示すように、A系介在物が全体の 86~88%、C系介在物が 12~14% を占め、B系介在物はほとんどない。従つて本報告ではA系およびC系介在物について調査した。

非金属介在物試料は、造塊注入時中期に採取した取鍋下試料で、鍛造比 10 に鍛造後学振第 3 法によつて検鏡を行った。

セミキルド鋼材の非金属介在物に影響すると考えられる製鋼要因は多いが、本調査ではつぎに示す 11 項目について、A系およびC系介在物との単相関分析を行った。

- | | |
|---------------|--------------|
| (1) 成品 [S] | (7) 出鋼温度 |
| (2) 成品 [Mn] | (8) 出鋼所要時間 |
| (3) [Mn]/[Si] | (9) 出鋼滓量 |
| (4) Tap [C] | (10) 取鍋内鎮静時間 |
| (5) コークス投入量 | (11) 取鍋使用回数 |
| (6) Mn 歩留 | |

なお当工場においては、セミキルド鋼溶製に当つて、成品 Mn 目標により炉内予備脱酸剤 (H·CFe-Mn) 使用量を下記のように変えているので、炉内脱酸剤使用量により区別して調査した。

- a) 成品 [Mn] 0.50~0.70% の時、炉内 Fe-Mn 不使用
- b) 成品 [Mn] 0.60~0.80% の時、炉内 Fe-Mn 300 kg/heat 使用
- c) 成品 [Mn] 0.80~0.110% の時、炉内 Fe-Mn 500 kg/heat 使用

Table 1. Contents of nonmetallic inclusions in semikilled steel.

H. C. Fe-Mn for flocking	n	Contents of nonmetallic inclusions (average) ($\times 10^{-3}\%$)			
		A type	B type	C type	total
0 (kg/heat)	112	119.2	0.9	18.3	138.4
300	72	124.8	1.1	15.8	141.7
500	104	126.3	1.0	17.6	144.9

III. 結果および考察

前記製鋼要因 11 項目のうち、相関々係のあつた項目について Table 2 にそれら製鋼要因と A系およびC系介在物量間の相関係数を示す。

(1) A系介在物と製鋼要因の関係

a) 成品 [S]

成品 [S] と A系介在物量との関係は Fig. 1 に示したが、炉内 Fe-Mn 使用量の多少にかかわらず高度の正相関を示し、成品 [S] が高いほど A系介在物量は多くなる。この関係から普通セミキルド鋼では A系介在物は、

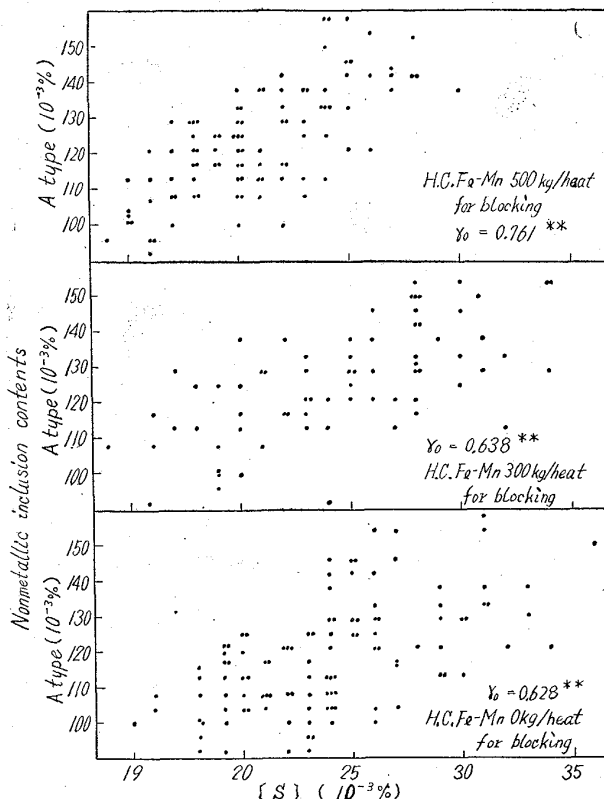


Fig. 1. Relation between A-type inclusions and [S] contents.

Table 2. Simple correlation analysis between A type nonmetallic inclusions contents and various factors of open hearth process.

Nonmetallic inclusion	Factor	Simple correlation coefficient (r_0)		
		H. C. Fe-Mn (kg/heat) for flocking		
		0	300	500
A type	[S]	0.628**	0.638**	0.761**
	Tap [C]	-0.484**	-0.301**	—
	Coke addition	0.365**	0.324**	0.201*
	Tapping temperature	—	—	-0.300**
	Slag volume	—	-0.318**	-0.259**
C type	[Mn]	0.207*	—	0.401**
	Mn yield	0.214*	—	—
n		112	72	104
Notes		$r(110, 0.05) = 0.1860$	$r(70, 0.05) = 0.2319$	$r(100, 0.05) = 0.1946$

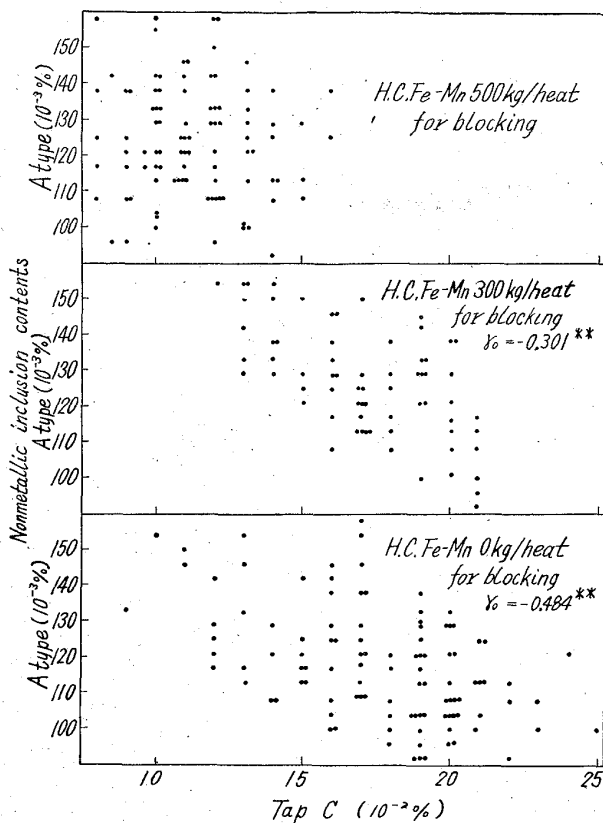


Fig. 2. Relation between A type inclusions and tap [C] contents.

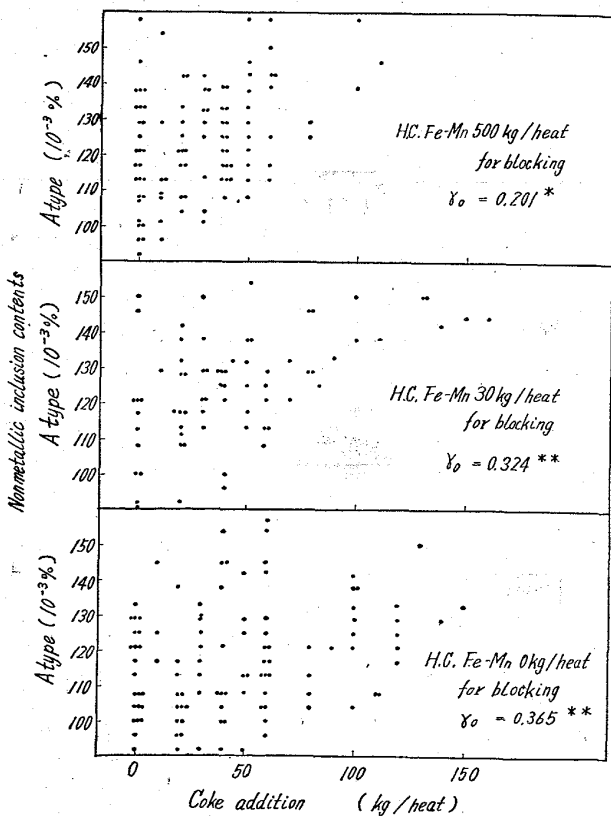


Fig. 3. Relation between A type inclusions and coke addition.

硫化物が相当量を占めることが考えられる。

b) Tap [C]

Tap [C] と A 系介在物量の関係は Fig. 2 に示した。相関々係はいずれも負相関の関係にあるが炉内 Fe-Mn の有無および量によつて相関度に差があり、炉内 Fe-Mn 不使用の場合は高度に有意、300 kg/heat の場合は有意であり、500 kg/heat の場合は相関々係は示さない。

すなわち炉内脱酸の強化に伴つて相関関係は弱くなる。この理由は、tap [C] 低下により増加した溶鋼中 O が炉内脱酸により減少するためと考えられる。

c) 加炭用コース

加炭用コース投入量と A 系介在物量の関係は Fig. 3 に示したが、いずれも正相関の関係を示し高度に有意である。この原因は tap [C] の下げ過ぎによる溶鋼中 O の増加およびコース中の灰分が影響しているものと考えられる。

d) 出鋼温度

出鋼温度と A 系介在物量の関係は炉内 Fe-Mn 500 kg/heat の場合のみ正相関の関係を示す。すなわち 1573 ~ 1592°C の範囲では出鋼温度が高いほど、A 系介在物量は少い。

e) 出鋼滓量

出鋼滓量と A 系介在物量の関係は炉内脱酸をした場合には負相関の関係を示す。この理由は出鋼滓量と成品 [S] の間に負相関の関係 (炉内 Fe-Mn 300 kg/heat の場合 $r_0 = 0.402^{**}$) があることから、この関係は成品 S の影響によるものと考えられる。

(2) C 系介在物と製鋼要因の関係

C 系介在物と製鋼要因の関係については、成品 [Mn] および Mn 歩留りの項目について、正相関の関係が認められた。

(3) その他の製鋼要因

その他の製鋼要因については、いずれも相関々係は認められなかつた。

IV. 結 言

以上の結果より、普通セミキルド鋼中の非金属介在物量を減少させるためには、下記の項目に留意しなければならない。

- (1) 脱硫の強化による成品 [S] の低下。
- (2) Tap [C] の下げ過ぎ防止、および加炭用コース投入量の減少。
- (3) 灰分の少い加炭材の採用。
- (4) 効果的な予備脱酸法の検討。