

Fig. 2. Relation between  $N_B/N_T$  and  $l_B/l_T$ , showing the main reason for decrease of sand seam by changing pouring practice.

し、特にT部各段M部I段B部II, III段においていちじるしい。その結果下注鋼塊では位置別の地疵量の差が少なく、分布は均等化する。今同一チャージ内比較の場合についてこの変化の内容を考察したのが Fig. 2 である。これから地疵量の差は、個々の地疵の大きさよりも地疵個数の差に依存していることがわかる。位置別に見るとまづB部I段が特徴的であつて、注入法により個数も大きさも大差がないのはこの部分が注入初期の急冷効果の大きい底部チル晶に属するため、注入法と無関係なほぼ initial の介在物量を示すためと思われる。B-I に対し B-II, III は常に地疵が多いが、下注法ではその差が少なく、上注法に比べ大きく改善されている。これは個数の差が大きく影響している。T部各段M部I段の差も大きい、やはり個数の差に依存している。M-II, III では逆に下注の方が悪くなつてきているが、これは絶対値が小さいので何ともいえない。I段削り位置では一般に頭部側の方が地疵が多いが、下注法によりこの差は減少する。またII, III段の位置では底部が最も地疵が多く、T, Mの順となるが、これも下注法によつて差が少なくなる。

以上のような変化はチャージを異にして大量観察で比較した場合にも全く同様に認められる。

結局下注法は上注法に比べ介在物の絶対量が少なく、かつ底部および表層部の地疵が少ないため分布が均等であつて、下注法がおとつている点は認められない。

2. 鑄込順が地疵におよぼす影響

上注の場合の鑄込初期、中期、末期の鋼塊の地疵総長さの間には差はない。

3. 下注法での定盤内位置が地疵におよぼす影響

本調査に用いた4本立台車注入方式では、注入管寄り鋼塊のスカムは外測の鋼塊に比べ多いことが認められている。この両者の地疵を調査したところ、その差は危険率1%有意であつた。

IV. 結 言

造塊条件が地疵におよぼす影響を調査したところ、つぎのような事実が判明した。

1. 上注法よりも下注法の方がすぐれている。その相異点は鋼塊の底部中央および表層部にあつて、いずれも下注鋼塊では地疵個数が少なくなつてきている。
2. 上注法の場合鑄込順による差はない。
3. 下注法の場合、注入管寄りの鋼塊は、外側の鋼塊に比べ地疵が多い。

文 献

- 1) ボヤルコフ; 製鋼法, (1959), p. 215 (訳岩波).
- 2) 高尾, 他; 鉄と鉄, 47 (1961) 11, p. 1588~1593.
- 3) 成田, 他; 鉄と鋼, 48 (1962) 7, p. 850~855.
- 4) 朝倉; 金属工学講座, 製鉄製鋼, (1960), p. 367

669,14,24,3-412,620,192,45

(124) セミキルド鋼塊中の非金属介在物とその分布について

富士製鉄室蘭製鉄所研究所

森永孝三・大庭 淳・伊藤幸良

Nonmetallic Inclusions and Their Distributions in Semikilled Steel Ingots.

518~520  
Kōzō MORINAGA, Atsushi ŌBA and Yukiyo ITOH.

I. 緒 言

鋼中非金属介在物の分布、組成および成因を調べる目的でスライム法<sup>1)</sup>と呼ばれる電解抽出法を採用し、一連の研究を計画した。スライム法によつて鋼中の全介在物を定量的に抽出する事は出来ないが、鋼の材質欠陥に対する影響の大きいと思われる比較的大型の介在物は、かなり良い再現性で抽出される。はじめに、極軟リムド鋼塊についての調査を行い、結果は先に報告した<sup>2),3)</sup>。

引続いて、炭素含有量の異なる2種類の試験セミキルド鋼を、7tおよび15tの扁平鑄型で造塊した4本の鋼塊について、主としてスライム法によつて介在物の分布、組成を調べた。

スライム法によつて抽出される比較的大型の介在物量について見ると、炭素含有量が低く、溶鋼酸素レベルの高いと考えられる鋼種の鋼塊では幾分高目であるが、それ以上に鋼塊単重の違いによつて介在物量が変わつており、大型鋼塊の介在物量は小型鋼塊の2倍以上になつてきている。

抽出介在物のX線回折および顕微鏡観察によると、corundum, spinel (FeO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), silicate glass および MnS が認められ、リムド鋼の介在物で観察されたような FeO-MnO は殆んど認められない。

II. 供 試 鋼 塊

供試鋼は塩基性平炉で精錬された、炭素含有量の異なる試験セミキルド鋼2種(AおよびB)で、各鋼種を同一取鍋から7tおよび15t扁平鑄型に上注した。試験鋼塊の製鋼・造塊条件は Table 1 の通りである。両

Table 1. Tapping and teeming practice.

Kind of seels	Semikilled steel A		Semikilled steel B	
	Weight of ingots (t)	15.0	7.4	15.0
Tapping temperature (°C)	1600		1575	
FeO in tapping slag (%)	25.1		16.1	
Si-Mn addition in furnace (kg/t)	3.50		5.00	
Deoxidizer addition in ladle				
Fe-Mn (kg/t)	3.43		7.10	
Fe-Si (g/t)	588		266	
Al (g/t)	78.4		71.0	
Composition of steel in ladle (%)				
C	0.12		0.27	
Mn	0.40		0.70	
Si	0.040		0.040	
S	0.025		0.016	
Al addition in mold (g/t)	120.0	94.6	40.0	40.5

鋼種の出鋼前 slag の FeO(%), 出鋼温度, 炭素含有量を比べると, A 鋼種の酸素含有量がかなり高いと推定され, また硫黄含有量も高い. Al 投入量は, 取鍋では両鋼種ともほぼししいが, 鑄型では A 鋼種の鋼塊の方が投入量多い.

この試験鋼塊を長辺に平行な面で縦断し, その切断面で, 頭部から 20%, 50%, 80% の位置から 3 コずつ, 1 鋼塊について 9 コの試片を切り出し, 各試片から地金分析試料, 検鏡試料および電解試料を作成した. 地金の酸素含有量は先に推定されたように, A 鋼種の方が高い.

地金中で観察された介在物は, 殆んどが silicate glass で, 鋼塊 side 柱状晶および底部の介在物は比較的大型で, corundum または spinel を含み, 自由晶の介在物はその表面に sulphide を伴っている.

III. 介在物抽出結果

上の 4 鋼塊から採取した合計 36 コの試料を, 前報と同様の方法で, 9 連の電解を 4 回に亘って行った. 電解残渣から水簸法, 湿式磁選などによつて介在物を選別した. 押出された介在物は殆んどが半透明の球状で, 鋼塊 side 柱状晶および低部の介在物は一般に大型で, 自由晶の介在物は小型でかつ暗黒色をおびたものが目立っている.

鋼塊各位置から抽出された介在物の量を示すと Fig. 1 の通りで, 鋼塊単重の違いによつて介在物量がいちじるしく異なっている. 鋼種間については, 小型鋼塊では大差はないが, 大型鋼塊では, A 鋼種の鋼塊の介在物が多い.

抽出介在物の X 線回折によると, A 鋼種の介在物では corundum と MnS のみが認められるが, B 鋼種の介在物ではさらに, spinel が現れている. 化学分析によると, A 鋼種の介在物では, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が高く, MnO, FeO が低いが, B 鋼種の介在物では Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が低下し, MnO, FeO が高くなつており, X 線回折で spinel が現れていることと一致している. 両鋼種の介在物共に SiO<sub>2</sub> 含有量はかなり高いが, X 線回折では silicate は認めら

れず, 顕微鏡下で観察されるように glass となつていると結論される. 抽出介在物の組成から sulfide を除いた値を FeO(MnO)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> 系状態図中に plot する

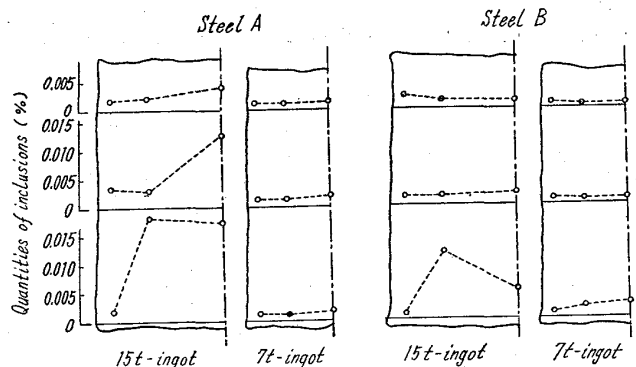


Fig. 1. Distributions of inclusions in ingots.

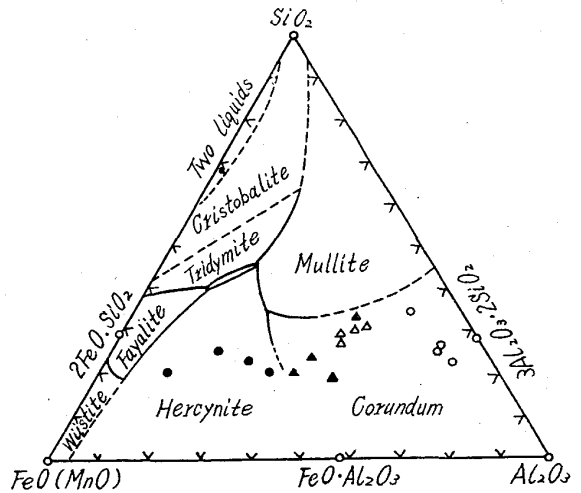
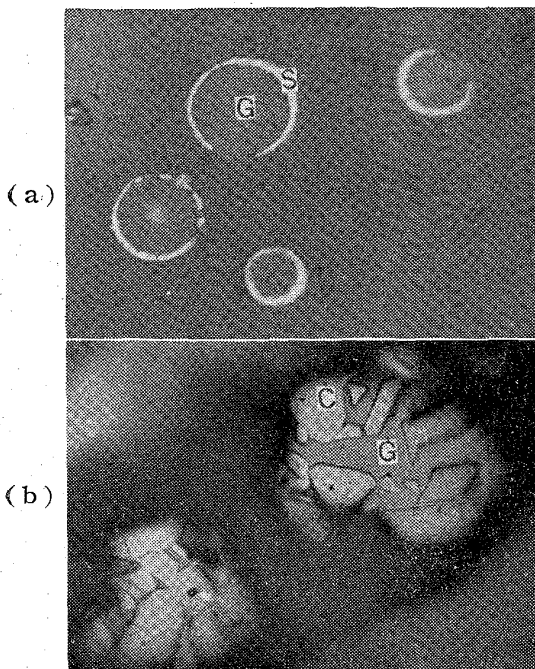


Fig. 2. FeO(MnO)-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> system.



(a) Sulphide-glass inclusions  
(b) Corundum-glass inclusions

Photo. 1. Microstructures of the extracted inclusions in a 15 t -ingot, Steel A  
×400(4/5)

ると Fig. 2 のごとく、B鋼種の介在物の組成は hercynite( $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) 領域に寄っている。

抽出介在物の顕微鏡組織は地金中で観察されたものと同様で、鋼塊 side 柱状晶および低部の介在物は殆んどが corundum または spinel を含む glass であり、自由晶の介在物は表面に sulphide を伴った glass が多い。しかし、リムド鋼で観察されたような MnO-FeO は認められない。これら抽出介在物の顕微鏡組織の一例を Photo. 1 に示す。

#### IV. 考 察

Fig. 1 に示したようにスライム法によつて抽出された介在物は全般に鋼塊底部に多く、頭部、中央部自由晶には sulphide を含む小在物が多い。

鋼種別にみると、A鋼種の介在物量が幾分高いが、これは出鋼前 slag の FeO(%), 出鋼温度、炭素含有量から推定されるように、A鋼種の酸素レベルが高く、また硫黄含有量も高いためであろう。鋼塊単重が介在物量におよぼす影響はさらに大きく、両鋼種共に大型鋼塊では小型鋼塊に比べて介在物がいちじるしく多い。しかし、地金分析による Si および酸素の値には、スライム法で抽出された介在物量の差程の違いは認められず、鋼塊単重による介在物量の違いは鑄型内溶鋼の凝固速度との関係で説明される。すなわち、大型鋼塊では溶鋼の凝固が遅いので脱酸生成物の成長が進み、スライム法で抽出される介在物量が増えるのであろう。

抽出介在物の X線回折によると A鋼種の介在物では、corundum が回折されたが、B鋼種の介在物では spinel も現れており、これは B鋼種では鑄型投入 Al 量が少いためであると考えられる。

#### V. 結 言

炭素含有量の異なる 2種の試験セミキルド鋼の 7t および 15t 鋼塊中の介在物を主としてスライム法によつて調べた。スライム法によつて抽出された介在物量は、酸素レベルの高いと推定される A鋼種の方が幾分高目であるが、それ以上に鋼塊単重が大きく影響し、大型鋼塊の介在物量は小型鋼塊に比べていちじるしく高い。これは大型鋼塊では溶鋼の凝固が遅く、脱酸生成物の成長が進んだためと考えられる。

鋼塊の side 柱状晶および底部には corundum または spinel を含む比較的大型の介在物が認められ、自由晶には sulphide を伴った小型の glass 球が目立っている。しかし、リムド鋼で認められたような MnO-FeO 介在物は観察されない。

#### 文 献

- 1) H. HOFF, H. LESSIG u. G. MASING: Stahl u. Eisen, 76 (1956), p. 1442.
- 2) 森永孝三, 池野輝夫, 大庭 淳, 伊藤幸良: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1520.
- 3) 森永孝三, 大庭 淳, 伊藤幸良: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 458.

669.14-412 \ 620,192,45

(125) 下広鋼塊における介在物の分布  
について 63125

日新製鋼呉地区研究所

角谷 卓爾・○松 倉 隆

Distributions of Nonmetallic Inclusions  
in Big-End-Down Ingots. 520~522

Takuji KAKUTANI and Takashi MATSUKURA.

#### I. 緒 言

鋼塊の内部性状を知ることは、その成品の特性を把握するために重要なことである。従つて、従来から鋼塊を縦断し、Sプリント・マクロエッチによる肉眼調査や化学成分の偏析調査などがしばしば行われている。さらに鋼塊内における非金属介在物の分布を知ることは、同様に重要な事項であるが、しかし、その分析定量が困難なため、主としてキルド鋼塊を対象とした。サンド分析が行われているに過ぎない。

われわれはさきに、ヨードアルコール法による鋼中非金属介在物(酸化物)の分析を試みてほぼ満足な結果を得た。ここではこれらのヨードアルコール法を用い、脱酸方法、造塊状況の異なる 5本 5~6t の下広鋼塊について、中央短辺平行面での非金属介在物(酸化物)の分布を調査した。なお、さらに分析試料を採取した隣接位置より試料を切り出し、存在する介在物を光学顕微鏡で調査したので、それらの結果を併せて報告する。

#### II. 調査方法

試験鋼塊は短辺側に平行に、鋼塊中心軸に沿つて縦断し、Sプリントを行つた後、鋼塊断面を高さの方向に 5等分し、各ブロックの中央線上で中心から表面へ 5カ所の位置、合計 25カ所から 20mmφ のドリルにより切粉試料を採取した。さらに必要に応じ任意の位置より試料を追加採取した。切粉試料は化学分析と同時にヨードア