



部および中央部 core の oxide-sulfide 二相存在物が減少し、かつその分布が一様になっているが、鋼塊底部の  $Al_2O_3$  および  $SiO_2$  を含む存在物がいく分増加している。しかし、鋳型投入 Al 量を増した場合の鋼塊底部の大型存在物の増量は心配されたほどのものではない。

II. 電解実験

供試鋼塊は塩基性平炉で精錬された低炭素リムド鋼で同一取鍋から鋳型投入 Al 量を 50 g/t (鋼塊 No. 3272-4) および 100 g/t (鋼塊 No. 3272-5) として造塊した。なお、取鍋で Fe-Mn および少量の Al を添加している。この 2 本の鋼塊を縦断し、その切断面において、頭部、中央部および底部から各 3 コ合計 18 コの試片を切り出し、スライム法によつて存在物を抽出した。電解装置および電解条件は前報<sup>3)</sup>で報告した通りで、18 コの試片を 6 連にして 3 回で電解した。電解終了後、電解槽底部に沈積した陽極残渣を、先ず水簸装置によつてスライム分を除き、ついで湿式磁選によつて炭化物、電解鉄片を分離後存在物の単離を行なつた。

抽出された存在物はほとんどが球形で、鋼塊頭部および中央部 core の試料からは 0.02~0.03mm までの小さな存在物が多量に分離され、鋼塊底部ではこの種の小型存在物は少なく、比較的大型の存在物が抽出された。Photo. 1 に鋼塊 No. 3272-5 の頭部 core から抽出された存在物の一部を示す。上のようにして抽出された存在物の量および鋼塊内における分布を Fig. 1 に示す。一般に鋼塊頭部および中央部 core で存在物が多く、鋼塊別にみると鋳型投入 Al 量の多い鋼塊 No. 3272-5 の方が頭部および中央部 core の存在物は減少し、一方

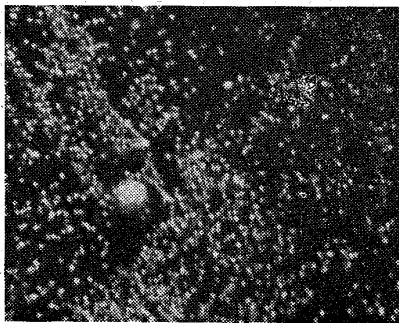


Photo. 1. Inclusions isolated from top of the ingot (No. 3272-5).  $\times 20$  (2/3)

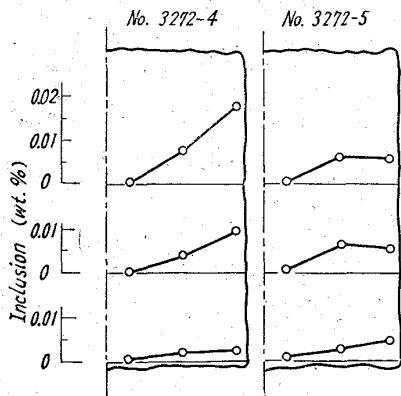


Fig. 1. Distribution of nonmetallic inclusions in the ingots.

Table 1. Composition of isolated inclusions.

Ingots	Position in ingots	Composition (%)			
		$Al_2O_3$	$SiO_2$	(Mn, Fe)O	(Mn, Fe)S
No. 3272-4	Top	2.54	6.16	39.19	22.11
	Middle	1.86	3.54	45.75	48.85
	Bottom	16.17	17.62	56.62	9.59
No. 3272-5	Top	2.52	4.34	37.38	55.76
	Middle	4.90	4.63	35.78	54.69
	Bottom	20.40	17.72	52.46	9.42

底部の存在物が増している。各鋼塊で抽出された全存在物量は鋼塊 No. 3272-4 が 2029mg/38.4kg (0.00528 wt. %), 鋼塊 No. 3272-5 が 1326mg/35.8kg (0.00370 wt. %) である。

III. 抽出存在物の組成、組織

抽出存在物の X 線回折によると、鋼塊頭部および中央部 core の存在物は MnO(FeO を固溶) および MnS (FeS を固溶) が主成分で、微量の tephroite ( $2MnO \cdot SiO_2$ ) を含んでいる。鋼塊底部の存在物は、tephroite, hercynite ( $FeO \cdot Al_2O_3$ ) および MnO (FeO) が主成分である。

X 線回折に供した試料の化学分析結果は Table 1 のごとくで、X 線回折結果とよく一致している。

つぎにこれら抽出存在物の一部の顕微鏡試料を作成し、観察した結果、鋼塊頭部および中央部 core の存在物は Photo. 2 に示すように、MnO(FeO) および MnS (FeS) の二相存在物が大部分であり、前報<sup>3)</sup>でも述べた通り、明白色部 (MS) が Mn-sulfide, 明灰色部 (MO)

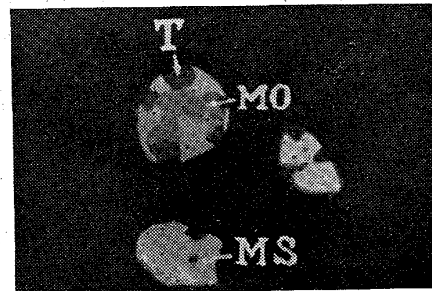


Photo. 2. Microstructure of the two-phased inclusions isolated from top of the ingot.  $\times 400$  (2/3)

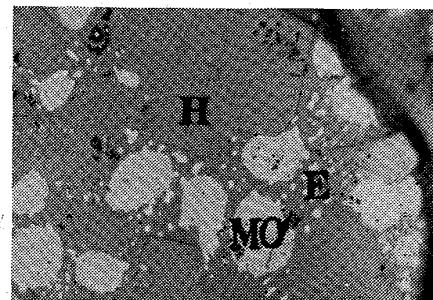


Photo. 3. Microstructure of the three-phased inclusion isolated from bottom of the ingot.  $\times 400$  (2/3)

669/14/249. 2-412 1620.193. 45  
: 666.73: 621.039.85621.246.393

が Mn-oxide である。この介在物中に稀に含まれている灰色の相(T)は腐食試験により silicate(tephroite)と判定された。鋼塊底部の介在物は大部分が Photo. 3 に示すようなもので、その組成、組織は、造塊時に鋼塊表面に浮上するスカムと類似している。腐食試験および微小硬度測定結果によると Photo. 3 中で明灰色部(M)は MnO(FeO)、角張った暗灰色部(H)は hercynite、共晶部(E)は tephroite を含む相である。

#### IV. 考察

スライム法によつて抽出される介在物量は、真空溶融法によつて求められる全酸素量に対して、最高5%程度であるが、地金の清浄度と抽出介在物量との間には高度の相関( $r^{**}=0.902$ )が認められ、同法が、鋼の材質に影響の大きいと思われる比較的大型の介在物の抽出法として有効であることが判る。

スライム法によつてリムド鋼塊から抽出された介在物の形、組成および組織から推定した、これら介在物の生成機構はつぎの通りである。鋼塊頭部および中央部 core の MnO および MnS 二相介在物は、鋼の凝固とともに析出する二次介在物で、その量および分布は鋼塊のリミングアクションおよび偏析と関係している。その析出過程は CRAFTS および HILTY<sup>4)</sup> の相図によつて説明される。鋼塊底部の介在物は大部分がスカムと類似した組成、組織のもので、これは鋼塊の凝固前にすでに存在した一次介在物が、底部のリム層(柱状晶)に trap され集合したものと推定される。この介在物の量、組成はリミングアクションや鑄型投入 Al 量に影響されると思われる。

鑄型で投入する Al 量は、造塊時のリミングアクションの強弱に関係しており、したがつて上の考察からも推定されるように鋼塊中の介在物の分布に影響をおよぼす。実際、さきに Fig. 1 で示したように、Al 量を増すと、鋼塊のリミングアクション、偏析によつて規制される頭部および中央部 core の oxide-sulfide 二相介在物の量が減少しかつその分布が一様になつている。一方鋼塊底部に trap される  $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$  を含む介在物はいく分増加し、その組成は  $Al_2O_3$  が高くなつている。

#### V. 総括

同一取鍋から鑄型投入 Al 量を変えて造塊した試験用リムド鋼塊2本の非金属介在物をスライム法によつて抽出し、その量および分布を比較した。鑄型で投入する Al 量は鋼塊のリミングアクションを通して鋼塊中の介在物の分布に影響する。その結果鑄型投入 Al 量を増すと鋼塊頭部および中央部 core の oxide-sulfide 二相介在物が減少し、かつその分布が一様になつている。一方鋼塊底部の  $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$  を含む介在物が逆に、鑄込投入 Al 量の多い鋼塊で、いく分増加している。しかし、鑄型投入 Al 量を増した場合の、底部の大型介在物の増加は心配したほどのものではない。

#### 文献

- 1) H. HOFF, H. LESSIG u. G. MASING: Stahl u. Eisen, 76 (1956), 1442
- 2) H. HOFF, G. DUNK u. H. LESSIG: Stahl u. Eisen, 77 (1957), 1210
- 3) 森永孝三, 池野輝夫, 大庭淳, 伊藤幸良: 鉄と鋼

47 (1961) 10, 1520

- 4) W. CRAFTS & D. C. HILTY: Proc. Electr. Furn., (1953), 121

### (71) ジルコン・トレーサーによる 造塊用耐火物起源介在物

(耐火物起源非金属介在物の研究—Ⅰ)

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・〇平櫛 敬資

### Zircon-Tracing of Nonmetallic Inclusions Originated from Casting Pit Refractories.

(Study of nonmetallic inclusions from casting pit refractories—Ⅰ)

Hiroshi OHBA and Keisuke HIRAGUSHI.

#### I. 緒言

耐火物起源非金属介在物の研究に RI トレーサーの現場使用は衛生上検討の余地があるので非放射性ジルコンによるトレーサー実験を行い、アルミ・キルド鋼の全介在物中ノズル起源介在物は 0.34% であることを前回報告した<sup>1)</sup>。その後造塊煉瓦全般について同じ方法で実験した結果を報告する。

#### II. 実験方法

前報<sup>1)</sup>と同様に通常の造塊煉瓦にトレーサーとしてジルコンを5%添加した煉瓦を使用し、Al-キルド鋼塊中のサンド量と、サンド中の  $ZrO_2$  含有量を分析し煉瓦起源介在物の全介在物中に占める割合を求めた。 $ZrO_2$  の分析は先ず鋼塊中の介在物分布状態を知るために鋼塊の種々な位置から採取した試料についてそれぞれ行い、同時に分析精度を向上させるため全試料のサンドを集めて大試料とし、煉瓦起源介在物の全介在物に占める割合を求めた。

#### III. トレーサー煉瓦の品質

試験煉瓦の製造は、ジルコンを混練工程で添加した他は通常煉瓦と全く同一の製造条件によつた。トレーサー煉瓦、およびモルタルの品質は通常煉瓦とほとんど差異なく、使用時の挙動も相異なるものと推定される (Table 1)。なお、 $ZrO_2$  含有量は通常煉瓦では 0.00~0.36% であるが、トレーサー煉瓦では 2.04~2.85% であつた。

#### IV. 注入条件

全造塊煉瓦にトレーサー煉瓦を使用する他に造塊煉瓦のうちどの部分が特に影響をおよぼすか調査するため、特定煉瓦のみに使用する実験も行なつた。

したがつて試験鋼塊は造塊用煉瓦のどの部分にトレーサー煉瓦を使用したかによつて分類したが、その組合せは Table 2 に示す A, B, C, D, E の5種類である。これらのうち組合せ E には築造の際のモルタルの他に、注入実験前に行なつた取鍋内張補修用モルタル (約100kg 使用) にもトレーサーを添加した。

試験鋼種は前回と同様 Al-キルド鋼で、特別な注入条件は設けず各煉瓦組合せ毎に3回づつ実験した。注入条件の一例を Table 3 に示す。