

いるが、 $S\% < 0.025\%$ %では $S\%$ の影響は小さいようである。Fig. 2 では $S > 0.025\%$ の鋼塊を区別して示している。

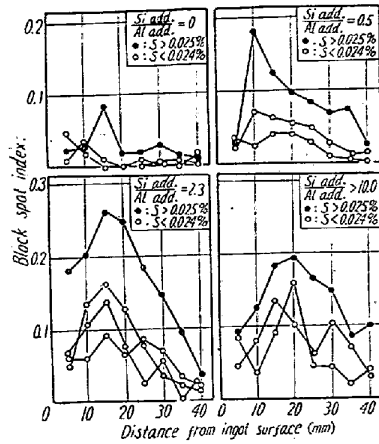


Fig. 2. Distribution of black spots in ingot as a function of black spot index.

3. 黒点の生因
黒点の原因となる珪酸塩に注目すると、 SiO_2 源としては脱酸生成物によるものと耐火物に由来するものが考えられる。

脱酸度を一定にし、Si 投入量を増加すると分析および顕微鏡で観察される SiO_2 は多くなつていて、Si 投入量とともに黒点が多くなるという事実と一致するが、その投入量の増加と介在物中の SiO_2 の増加程度とが一致せず、また Al 単独で脱酸した鋼塊でも Al_2O_3 が現われることがなく珪酸塩が観察される。一方、リムド鋼の介在物は主として耐火物に由来し、キルド鋼では脱酸生成物の影響が強くなるという従来の経験より判断すると、セミキルド鋼においても介在物は耐火物に負う所が大きいようである。

耐火物の熔損については種々な機構が考えられているが、結局熔鋼中の遊離 [O] の影響が最も強いようである。Si は熔鋼の温度低下により脱酸力がいちじるしく上昇するとされているので凝固時の脱酸度を一定とした場合でも取鍋内での熔鋼の脱酸程度は脱酸剤の種類により相違があり、それが耐火物の熔損に関係するのではないかと考え、熔鋼の脱酸程度の脱酸剤による相違を調査した。熔鋼中の遊離 [O] の尺度として[(真空熔融法によるO)-(Al_2O_3 および SiO_2 中のO)] をとり、Si および Al 投入量による変化を示すと Fig. 3 のごとくである。Al 脱酸した鋼では熔鋼中の [O] が低く、フラックス反応による耐火物の熔損が少くなると思われる。またノズルから出る熔鋼には黒点程度の大きさの介在物が含まれているが鋼塊内

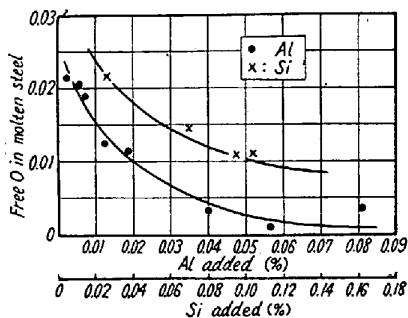


Fig. 3. Influence of deoxidizers added in a ladle on free O in molten steel.

に認められる介在物にくらべ、 FeO, MnO の低い SiO_2 の高い介在物であつた。

以上のことから黒点の生成機構としては耐火物に由来する珪酸塩が凝固時に析出する $MnO(FeO)$ 、さらには硫化物を吸収して、肥大生長し、対流による鑄型内の熔鋼の運動と比重の差による介在物の浮上運動の結果、一部は浮上してスカムとなり、残りが凝固進行中のデンドライトに捕捉され、肌近くに分布したものと考えられる。

IV. 結 言

セミキルド鋼塊の性状におよぼす脱酸剤の影響を実用鋼塊を対象に介在物の面から検討した結果、清浄なるセミキルド鋼塊の生産に当りて脱酸剤の選択は重要であることが明らかになつた。主な結果を要約すると、

1. サルファプリント上に現われる鋼塊肌近くの黒点は大きな珪酸塩または中心に酸化物を含んだ硫化物の集合であり、脱酸剤として Si に比し Al を多く投入すると減少する。また、 $S\%$ が低くなつても同じ効果がある。
2. セミキルド鋼の介在物には耐火物が関係して凝固時の脱酸度を一定としても、熔鋼の脱酸度は Si と Al の投入量の比を大きくする方が弱く、それだけ耐火物の熔損が大きくなり、その結果黒点が増加するのである。

(88) 鋼塊における非金属介在物の生成経路に関する研究

大阪大学, 産業科学研究所

工博○青 武雄・理博 徳田 種樹

Studies on the Origin of Non-metallic Substances in Steel Ingots.

Takeo Ao, Taneki Tokuda.

I. 緒 言

著者らはさきに中炭素鋼塊の表面疵、軸受鋼塊の内部の非金属介在物の研究を行い、すでにその一部を発表した。さらに引続き、中炭素小型鋼塊の内部疵の研究も行なつたのでその結果を述べる。

II. 中炭素小型鋼塊の製造条件

実験に用いた造塊条件は、塩基性平炉公称40 t, 装入51 t. 天井はゼブラ式, 壁はクロマグ煉瓦, 炉床はドロマイトを用い, 取鍋, 湯道にはシャモット煉瓦を用いた。ノズル, ストッパーもシャモット質であるが高温焼

成したものであつた。鑄型は復型を用い下注水押法で100 kgの小型鋼塊、炭素含量は0.36~0.48%。

III. 中炭素小型鋼塊における非金属物質の採取条件

上記の鋼塊について、Fig. 1に示すように、下端から100~400mmの部分を取り、旋盤で径80mmになるまでけずったドライ粉をA、さらに55mmになるまでけずったドライ粉をB、さらに30mmになるまでけずったドライ粉をCとした。またFig. 2に示すように鋼塊全体を径30mmになるまでけずり、残った棒状の中心部分の内、上端、下端を各100mmずつ切棄て、残りを3等分して上からD₁、D₂、D₃とした。これら6種の試料を硫酸法によつて溶解し、非金属物質を採取した。採取量はTable 1に示す。

IV. 非金属物質の同定

このようにして採取した試料をX線回折計で分析した結果はFig. 1, 2に示す通りである。A, B, Cは互いによく似ていてα-アルミナ、石英を主成分とし、少量のクリストバライト、フェロシリコンおよび無水硫酸カ

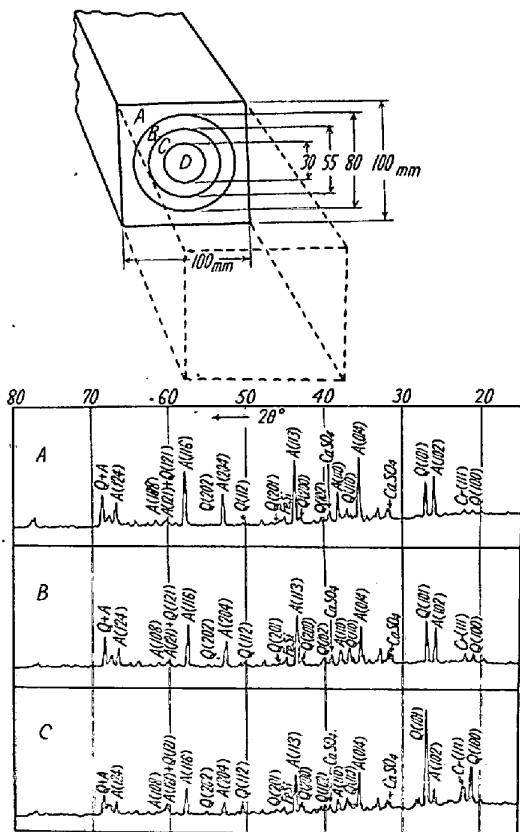


Fig. 1. X-ray diffraction powder pattern of inorganic substances in A, B, C, zones of ingots. The substances were extracted from iron block by dilute sulphuric acid. A: α-Al₂O₃, Q: Quartz, Cr: Cristobalite.

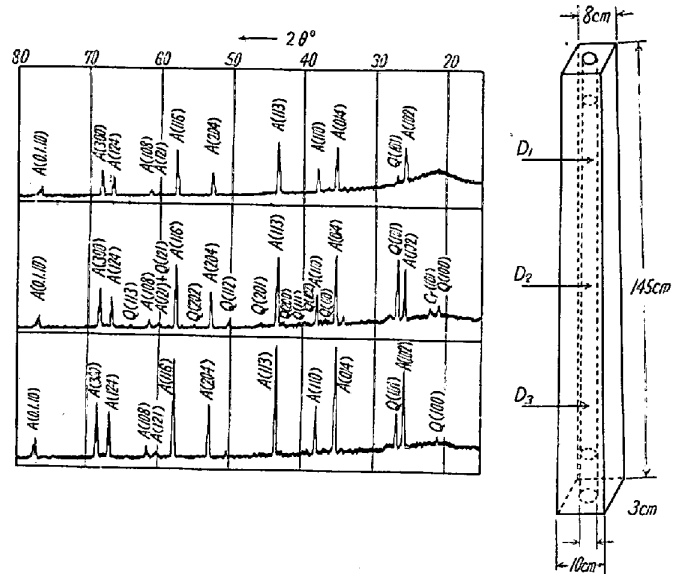


Fig. 2. X-ray diffraction powder pattern of inorganic substances in D₁, D₂, D₃, zones of ingots. The substances were extracted from iron blocks by dilute sulphuric acid. A: α-Al₂O₃, Q: Quartz, Cr: Cristobalite.

Table 1.

| Specimens | Iron (g) | Non-metallic substances (mg) | Ratio (%) |
|----------------|----------|------------------------------|-----------|
| A | 190 | 14.5 | 0.008 |
| B | 210 | 18.6 | 0.009 |
| C | 400 | 37.4 | 0.009 |
| D ₁ | 282 | 76.1 | 0.030 |
| D ₂ | 332 | 25.4 | 0.008 |
| D ₃ | 272 | 16.2 | 0.006 |

ルシウムを含んでいる。DはA, B, Cとかなり違つた組成を示し、大部分がα-アルミナで、極少量の石英とクリストバライトを含み、またガラス質をかなり含んでいる。フェロシリコン、無水硫酸カルシウムなどは全く検出されない。ガラス質はD₁に多く、α-アルミナはD₃に多い。なお各種の平炉ならびに造塊用耐火物の鉍物組成に関しても光学のおよびX線回折計による研究を行なつた。

V. 考察

無水硫酸カルシウムは、鋼塊に巻込まれたスラグ中の珪酸カルシウムが硫酸処理を受けて生じたものと考えられ、フェロシリコンは脱酸剤の未反応残渣であろう。石英は耐火物、おそらくは川砂モルタルの破片であろうと考えられ、クリストバライトは高熱のために石英から二次的に生じたものかもしれない。ガラス質は凝集して浮遊しやすいためかD₁に非常に多く、D₂、D₃には非常

Table 2. Classification of non-metallic substances.

| | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Non-metallic substances | In ingots (Non-metallic inclusion) | Acid-insoluble substances | Spinel ($MgO \cdot Al_2O_3$) $CaF_2 \cdot 5Al_2O_3$ α -Alumina Quartz | In bearing steel ingots |
| | | | Calcium silicates Cristobalite Fe-Si | In middle-carbon steel ingots |
| | | Acid-soluble substances | $2CaO \cdot SiO_2$ FeO MnO Carbides Sulfides Nitrides | |
| | On the surface of ingots | Sand mark | Sea sand | |
| | | Scam patches | Scam & fragments of refractories | |
| | | α -Alumina aggregate | α - Al_2O_3 | |

に少い。α-アルミナは以上の諸物質と異り、D₃に最も多く、D₂、D₁と鋼塊上部に行くにしたがつて少くなつており、またA、B、CよりもDにはるかに多い。この原因はα-アルミナの粒子が非常に細かいため、長時間液状を保つた部分により多く集つたと考えられる。前報告に述べたようにα-アルミナは耐火物破片から生じたものではなく、アルミニウム原子が酸化されて生じたものと考えれば、この結果はよく理解できる。したがつて前報告を再確認したことになる。

VI. アルミニウムを全く用いないで

脱酸を行なつた場合

炉前 Si-Mn 150 kg, 取鍋に Si-Mn 160 kg, Fe-Si



Photo. 1

20 kg, Ca-Si 85 kg を用いて脱酸を行なつた所, Photo. 1 に示すように全く表面にα-アルミナ疵のない鋼塊が得られた。この鋼塊をⅢと同様にけずり、得た試料 a, b, c, d₁, d₂, d₃ 中の非金属物質についても報告する。また、平炉から直接採取した試料Hについても詳しく述べる予定である。

(89) 反射電子回折法の砂きずを構成する非金属介在物認定への応用

神戸製鋼所, 神戸研究部

理○成田 貴一・理 森 憲二

Identification of Non-metallic Inclusions Consisting of the Sand Mark by Means of Electron Diffraction.

Kiichi Narita, Kenji Mori.

I. 結 言

鋼の欠陥の1つである砂きずの生成を防止することは製鋼上重要な問題である。砂きずを構成している物質を明らかにし、その結果から砂きずの生因を知ることがで