

文 献

1) 斎藤, 他: 鉄と鋼, 44 (1958), 1266

(151) セミキルド鋼塊の非金属介在物

八幡製鉄所技術研究所

加藤 健・〇今井純一・梶岡博幸

Non Metallic Inclusions in Semikilled Steel Ingots.

Takeshi KATO, Junichi IMAI and Hiroyuki KAJIOKA.

I. 緒 言

セミキルド鋼塊の肌近くには, サルファープリントで点状偏析(黒点)が認められ, 鋼塊肌はかなり接近して出現しているので, 鋼材の用途如何によつては表面欠陥の原因となると予想され, セミキルド鋼塊製造上, これを軽減することは重要なことであると考えていた。

サルファープリント上で黒点となるのは巨大な珪酸塩および硫化物であり¹⁾, 脱酸剤として Si に比べ Al を多く使用するとこれらの介在物は少なくなること, また造塊用煉瓦中の Al₂O₃ 含有量を高くした場合にも同じ効果があることを明らかにし²⁾, 鋼中 [O%] や耐火物の熔損程度と黒点の関係などより, セミキルド鋼塊の巨大な珪酸塩は耐火物に由来する処が大きいと推定した。しかし, さきに報告³⁾した耐火物の変更試験は 100 kg 試験鋼塊によるものであつたので, 60 t 取鍋に高アルミナ煉瓦を使用し, 実用鋼塊の介在物について調査を行ない, セミキルド鋼塊の介在物の生成原因を追究した。

II. 実験の範囲

75% Al₂O₃, 22% SiO₂ の高アルミナ耐火物で, すべての造塊用煉瓦を製作し, 60 t 取鍋を準備した。この取鍋に 60 t 平炉で熔製した C: 0.15~0.20%, Mn: 0.52~1.06% の熔鋼を受け, 14 t 扁平型に注入し, 試験鋼塊を製造した。脱酸は Si 脱酸および Si+(Al) 脱酸の 2 型式で, 前者はほとんど Al を使用せず, Si のみで脱酸し, 後者では Si と Al の投入比が 2.0 になるように取鍋に投入した。

試験鋼塊からコーナーサンプルを採取し, サルファープリントや顕微鏡により黒点の分布状況や黒点となる介在物について調査した。また, 介在物の生成経路を明らかにするため, 鋼塊頭部に浮上したスカム, 取鍋下試料煉瓦表面に生成した反応層の分析を行なつた。なお, コーナーサンプルによると管状気泡発生圏は 100~200 mm

程度にバラツいていて, 熔鋼の脱酸度は鋼塊ごとにより異なることが認められたが, Si 脱酸の場合脱酸度によつて黒点はほとんど変化しないことが明らかにされている³⁾ので, その影響は考察しなかつた。

III. 実験結果および考察

1. マクロ観察

サルファープリントの肌に平行に 5 mm 間隔の線を引きそれに接する黒点を数え, 単位長さ当りの黒点数を黒点指数とし, 黒点の分布状況を表わしたのが Fig. 1 である。比較のため蠟石煉瓦を使用した鋼塊の黒点の分布状況も同図に示した。黒点が分布している範囲は煉瓦の種類により相違はないが, 黒点が最高の分布を示す位置や黒点の数は異なるようである。すなわち, 高アルミナ煉瓦を使用した場合には同じ脱酸型式で蠟石煉瓦を使用した場合に比べ黒点が少なくなつている。

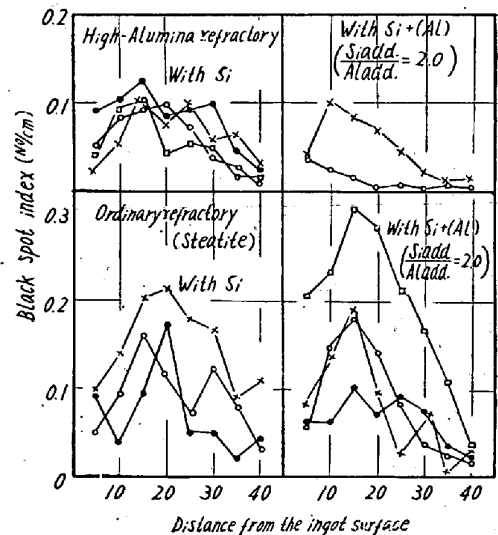


Fig. 1. Distribution of black spots on sulfur-prints when different refractories and deoxidizers were used.

黒点には硫化物が関係していて, 前述の結果は硫化物の相違とも思われるので, S% の黒点におよぼす影響も調査した。その結果を Fig. 2 に示す。黒点指数としては肌より 40mm までの黒点指数の平均値を選んだ。

同じ脱酸型式および S% とした場合高アルミナ煉瓦を使用した方が黒点が少なくなること

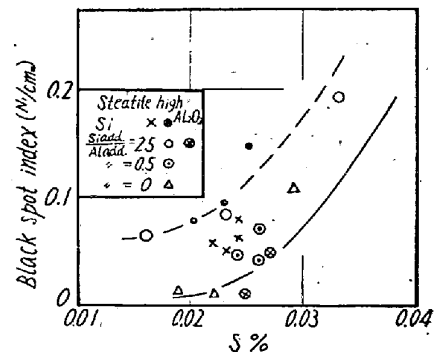


Fig. 2. Influence of S% on black spots on sulfur prints.

が認められる。蠟石煉瓦を使用し Si 脱酸した場合には (Si/Al > 2.0), 図中点線となるが, 高アルミナ煉瓦を使用した場合にはその点線より低くなり, さらに若干の Al を投入すると蠟石煉瓦を使用し Al 脱酸とした場合と一致する。

2. 顕微鏡観察

黒点の原因となる介在物は蠟石煉瓦を使用した場合とまったく同じで巨大な珪酸塩および硫化物であったが, 高アルミナ煉瓦を使用した場合には硫化物原因の黒点が蠟石煉瓦を使用した場合よりも多く, 6割以上占めていた。また黒点の原因となる珪酸塩が高アルミナ煉瓦を使用した場合に小さくなっていた。

脱酸型式と黒点指数の関係を黒点の原因となる介在物を珪酸塩と硫化物に分けて示したのが Fig. 3 である。

高アルミナ煉瓦の使用により同じ脱酸型式とした場合巨大な珪酸塩が減少することが明瞭に認められる。硫化物が原因となる黒点の量は煉瓦の種類に無関係で, 脱酸型式の影響を受ける。鋼中 [O] が硫化物の形状に関係しているのと同じように酸化物系介在物の状態が鋼塊内の硫化物の分散に関係するのである。

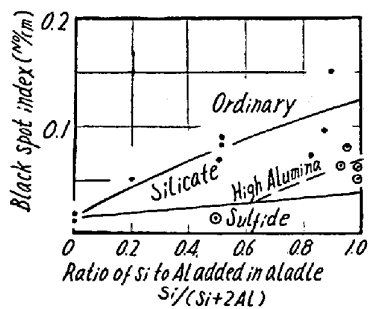
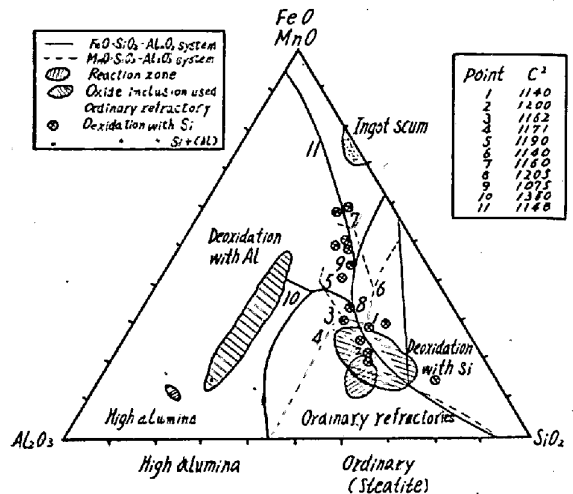


Fig. 3. Influence of type of dioxidation on black spots.

3. 化学分析

鋼塊頭部に浮上したスカムの組成は煉瓦の種類では変化せず, 軟化温度は 1155~1295°C で X 線解析により 2 MnO · SiO₂ が生成していることが認められた。非金属介在物の分析結果によると高アルミナ煉瓦を使用した場合には介在物が少なく, とくに SiO₂ が減少していることが認められた。

Mn(Fe)O-SiO₂-Al₂O₃ 3 元系状態図とともに煉瓦表面に生成した反応層や取鍋下試料の非金属介在物, スカム組成などをまとめて Fig. 4 に示した。セミキルド鋼塊の非金属介在物の源としては造塊用耐火物と脱酸生成物があり, セミキルド鋼塊は完全に脱酸していないので温度降下による Mn 反応の進行があり, これらに起源を有する介在物は MnO を吸収しつつ, スカムより熔鋼との平衡組成と考えられる 2MnO-SiO₂ に向う。蠟石煉瓦を使用し Si 脱酸した場合には鋼塊内の介在物は煉瓦組成とスカムとを結ぶ線上にあり, 煉瓦の影響が強く Al 脱酸した場合には脱酸生成物 (Al₂O₃) とスカムを結



図中 ⊗ Deoxidation with Si とあるは ⊗ Deoxidation with Si の誤り

Fig. 4. Chemical composition of oxide inclusions in samples taken from the reaction zone occurred on the ladle brick surface as well as ladle samples when deoxidizers and refractories were used.

ぶ線上に位置して脱酸生成物の影響が強いことがわかる。一方高アルミナ煉瓦で Si 脱酸した場合には脱酸生成物 (SiO₂) は煉瓦由来する Al₂O₃ の加はった組成となるが, 脱酸生成物の影響が強いようである。また, 黒点が多く観察される製造条件の介在物組成は 3 元系の低融点領域に位置して, 黒点となるような巨大な珪酸塩の生成には珪酸塩の肥大成長が関係しているようである。

結局, セミキルド鋼塊では Al 脱酸とするか, あるいは Si 脱酸でも高アルミナ煉瓦を使用すれば, 介在物は脱酸生成物の影響を強く受ける。すなわち, 煉瓦の熔損は少なくなり (高アルミナ煉瓦では蠟石煉瓦の 1/3 程度), 珪酸塩系介在物が減少することが期待される。さらに Al を使用すると珪酸塩の生長も抑えられ, 黒点となるような珪酸塩はほとんどなくなることが明らかになった。

IV. 結 言

セミキルド鋼塊肌近くにある黒点の生成原因を考察し, 高アルミナ煉瓦を使用すれば耐火物の熔損が少なくなり, 巨大な珪酸塩系介在物が減少することが 100 kg 試験鋼塊と同様に実用鋼塊による実験でも認められた。

しかし, 高アルミナ煉瓦をセミキルド鋼塊の珪酸塩の減少対策として実用するためには, 蠟石煉瓦と高アルミナ煉瓦の熱的特性の相違に基づく作業上の問題点, 経済性など検討すべき点は多い。

文 献

- 1) 鉄と鋼, 45 (1959), No. 9, 1042~1043
- 2) 鉄と鋼: 46 (1960), No. 3, 330~332