

は底部に小さい二次 pipe が発生していた。(I) による C 鋼塊には底部の二次 pipe はほとんど認められなかった。

#### IV. 総 括

砂疵の発生機構を明らかにし、これを防止する目的で C 0.45~0.60%, Si 0.25% の炭素鋼につき特殊鋳型を使用し、又造塊条件を種々変えて造った 500 kg 実験用鋼塊を調査し、検討を加えた。

(1) 鋳型底部を煉瓦で内張りし、その冷却速度を小さくした鋼塊は底部の砂疵を減少した。又注入温度、注入速度が著しく低い場合に砂疵発生傾向が大である。これ等のことより注入時鋼塊底部の熔鋼粘性の増加速度が砂疵の浮上除去に大きな関係がある。

(2) この実験で認められた砂疵は high  $Al_2O_3$  系のものが大部分で  $Al_2O_3$  系のものは少ない。Al 添加量が 500g/t の第 2 回試験の鋼塊では 210g/t の第 1 回試験の鋼塊よりも  $Al_2O_3$  系砂疵の割合が多い。

(3) High  $Al_2O_3$  系のものは熔鋼中で完全に熔融していたものが多く耐火物磨損粒と [Al] との反応生成物であり、 $Al_2O_3$  系のものは主に [Al] の酸化によるものと認められる。

(4) 柱状晶の長さや砂疵発生位置との間には直接の関係は認められなかった。

### (91) 砂かみの生成に関する二、三の考察 (Some Considerations on the Occurrence of Sand Marks)

*Jumpei Watanabe; et alius.*

日立製作所日立工場 製鋼部

工〇渡 辺 準 平

伊 藤 幸 雄

#### I. 緒 言

鍛鋼品の廃却になる原因は日本鍛鋼技術委員会によれば 45 種に分けられている。この中で製作工程の最終段階である機械加工の際に発見されて廃却の原因になるものに砂かみがある。これは耐火材、スラグまたは砂等が機械的に混入したものおよび熔鋼と耐火煉瓦の反応生成物いわゆるスカムの混入によるものとされている。

この報告は最近発生した鍛鋼品の砂かみの性状を調査しその発生原因と生成の過程を考察したものである。その結果従来の文献を肯定するものもあるほかにその発生

原因が全く新しいものも発見されたので報告する。

#### II. 現 場 作 業

調査の対象とした鋼塊はすべて塩基性電気炉で精錬されたもので鋼種は炭素鋼および特殊鋼で一定していない。電気炉の炉床はマグネシウムクリンガーを苦汁をバインダーとしてスタンプしてある。

取鍋およびトラフの内張煉瓦はシャモット質および燧石質を使用し目地に使用するモルタルは大体同成分のものを使用した。16t 以上の大型鋼塊の場合にはトラフを使用しそれより小型の鋼塊の場合は取鍋から直接鋳込まれる。

#### III. 調査結果と考察

##### (1) 熔鋼表面のスカムおよび鋼塊表面の附着物について

鋳込中の熔鋼表面のスカムおよび鋼塊採取時に表面に附着している異物を分析した結果  $SiO_2$ ,  $MnO$  および  $Al_2O_3$  を主成分とするものと  $CaO$  および  $MgO$  を 10% 程度含有するものがある。

前者は  $SiO_2$ ,  $MnO$  とともに炉内の還元スラグよりも多量でとくに  $Al_2O_3$  が激増している。またスラグの中に多い  $CaO$  をほとんど含んでいないし、煉瓦中にほとんど含まれていない  $MnO$  を含有している。したがってこのスカムは K. Daeves<sup>1)</sup>, C. B. Post<sup>2)</sup> および塩谷周三氏<sup>3)</sup> らのいうように熔鋼中の遊離の  $MnO$  と取鍋およびトラフの内張煉瓦中の  $SiO_2$  による反応生成物であると思われる。FeO の増加は熔鋼の空気による酸化と Fe による  $SiO_2$  の還元によるものと考えられる。これらの反応生成物は取鍋およびトラフの中で比重差によつて熔鋼表面に大部分は浮揚するものと考えられるが場所によつてはノズルを通して鋳型内にまで運ばれ、鋳込中に時間の経過とともに増加して来ることはしばしば観察されることである。

つぎに後者は炉内の還元スラグの影響をうけていると考えられるが出鋼直前の炉内スラグが直接関係するということではなくて M. P. Fedock<sup>4)</sup> も述べているように煉瓦の表面変質層、とくにノズル周辺のものに侵蝕されて混入したものとする。したがって内張煉瓦の古いほど  $CaO$  および  $MgO$  は増加すると考えて差支えない。新しい内張煉瓦の場合でも  $CaSi$  で取鍋脱酸を行う場合にはスカム中に  $CaO$  が見出されることが報告されている。

##### (2) 鋼塊内部に発生した砂かみについて

鋼塊の横断面および鍛鋼品の内部に発生した砂かみを摘出して分析した。この結果によればこれらの砂かみの化学成分は必ずしも(1)において述べた反応生成ばかりでないことを示している。すなわち鍛鋼品の内部に現れたものは反応生成物に比べて CaO および MgO の含有量が増加している。K. Daeves<sup>1)</sup> は 24 個の砂かみの分析を行つた結果二つのグループに分けられ、一つのグループは煉瓦と熔鋼の反応生成物および脱酸生成物であるとし、他のグループの特徴は CaO と MaO の多いことでスラグを源泉としていると述べている。CaO および MaO の源泉は炉床材および炉内スラグ以外には考えられないが、前述したように取鍋およびトラフの内張煉瓦の表面変質層の熔損剝離が大部分と考える。M. P. Fedock<sup>4)</sup> もトラフおよび鋼塊のスカムは新しいものに比較して何回か使用したものは CaO および MgO が増加していることを示しており、トレーサー法によりノズル周辺が鑄込のときに熔鋼流に巻き込まれて鑄型中に入ることを確認している。自家においても内張煉瓦の変質層の分析を行つた結果は上述のことを裏書している。

CaO および MgO を多く含有するものの中で MgO が 55% 程度のものが見出された。この MgO の源泉は炉床材以外には求められない。20t の塩基性電気炉のスラグラインおよび炉床の表面層を採取分析した結果非常によく似ていることが分つた。炉床の熔損剝離する時期は明確でないが精錬末期および出鋼時の炉床がもつとも軟弱になつた時期にその機会があるものと思う。これが鑄型内にまで持ちこされる機構および経路については炉内スラグの場合と同様に、はなはだ疑問の余地がある。

D. J. Carney および E. C. Rudolph<sup>5)</sup> は塩基性平炉鋼によるシャモット質ノズル煉瓦の侵蝕について実験を行い煉瓦表面の変質層は  $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$  および  $Al_2O_3$  (Fe, Mn)O より成り、これと鋼塊内に現れた砂かみの組成がよく似ていることを報告している。自家の塩基性 10t 電気炉で中炭素鋼 1.5t 鋼塊を 7 本鑄込んだ場合のシャモット質ノズルの侵蝕による拡大は径にして 4~6 mm となつている。ノズル、ノズル受け煉瓦およびその周辺は鑄込のときにもつとはげしい条件で侵蝕をうけその生成物は完全に鑄型中に入るものと考えなければならない。

鑄型中に入つた侵蝕生成物は凝集肥大して浮揚するものが大部分であるが、造塊条件によつてはその一部は鋼塊内のある位置に集中的に捕促されるところに砂かみの生因がある。

## IV. 結 言

造塊時に発生するスカム、鋼塊肌の附着物および鍛鋼品の機械加工のときに現れた砂かみを摘出して分析し、その性状と生成の原因および発生機構と経路について二三の考察を加えた。元来砂かみは機械加工中に製品の外周表面に出現するのが一般的であるがこの報告のように製品の内部に発生するものがある。これは鑄込中にスカムが外周で巻き込まれたり、凝固時の柱状晶に捕促されるような機構ではなく熔鋼流とともに鑄型中に奥深く入つたものが鋼塊中心部近辺で最後まで浮揚する機会を得なかつたものであろう。

調査の結果、砂かみの除去のためには現場作業としてはつぎの諸点について注意する必要がある。

(1) 精錬時間、とくに還元期の時間をできるだけ短縮して精錬時間が長びくことにより炉床の軟弱になることを避ける。

(2) 炉内の還元スラグは出鋼直前に銀砂を投入して塩基度を低くして流動性をよくするとともに、取鍋煉瓦の侵蝕を軽減して煉瓦表面の変質層が CaO で富化することを防止する。

(3) 取鍋およびトラフは新しいものほど望ましいが使用中のもので局部的にスラグの附着したもの、とくにノズル周辺の清掃を必要とする。

(4) ノズルおよび受け煉瓦の材質については内張煉瓦よりも熔鋼に対する耐侵蝕性の大きなものを研究する必要がある。

(5) スカムおよび酸化膜の巻き込み、砂かみの源泉となるものが熔鋼内に懸垂することを防止するためには鑄込温度を高く鑄込速度を大きくした方がよい。

## 文 献

- 1) K. Daeves: Stahl u. Eisen 52, (1932), 1162
- 2) C. B. Post & G. V. Luerssen: Journal of Metals, Jan. (1949), 15
- 3) 塩谷周三: 鉄と鋼 34, (1948), 1
- 4) M. P. Fedock: Journal of Metals, Feb. (1954), 125
- 5) D. J. Carney & E. C. Rudolph: Journal of Metals, Dec. (1954), 1391