

Table 3. Inclusions in steel.

Experimental conditions		Number of globular inclusions per cm <sup>2</sup> ( $\phi > 10\mu$ )	Amount and mean chemical composition of inclusions (%)				
Atmosphere	Crucible		Total	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO
Argon	High alumina	109.9	0.197 (100)	0.176 (89.3)	0.0015 (7.6)	nil (0.0)	0.0006 (3.0)
	Chamotte	79.1	0.197 (100)	0.183 (92.9)	0.0011 (5.6)	tr. (0.0)	0.0003 (1.5)
	Siliceous	92.4	0.158 (100)	0.149 (94.3)	0.0006 (3.8)	nil (0.0)	0.0003 (1.9)
Air	High alumina	894.1	0.485 (100)	0.328 (67.6)	0.0017 (3.5)	0.0059 (12.2)	0.0081 (16.7)
	Chamotte	327.2	0.312 (100)	0.291 (93.3)	0.0012 (3.8)	0.0002 (0.6)	0.0007 (2.2)
	Siliceous	409.7	0.526 (100)	0.500 (95.1)	0.0006 (1.1)	0.0006 (1.1)	0.0014 (2.7)
Melting material			0.0078 (100)	0.0015 (19.2)	0.0061 (78.2)	tr. (0.0)	0.0002 (2.6)

坩堝がこれにつき、シヤモット質坩堝の場合に最も少ない。この結果は鋼塊の酸素分析の結果と併行している。

(10) 温硝酸法による介在物の分析結果から、鋼塊中の介在物は、純 SiO<sub>2</sub> に近い組成のものであることがわかる。ただし、高アルミナ質坩堝で空气中溶解した場合の介在物は Fe-Mn-Silicate であろう。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含有量は、高アルミナ質坩堝の場合にも比較的僅小であるので、坩堝熔蝕物の鋼中にひつかかつて介在物になるという機構だけでこの介在物の生因を説明することは困難である。

(11) 上述したところから、坩堝の種類之差が、熔鋼の酸素含有量の差をもたらし、それが脱酸生成物介在物の多小に影響するという機構をも考慮せねばならぬことがわかる。

#### (41) 黒鉛質ストップパにおけるピン熔損について

日立製作所、水戸工場

工 磯野好治・〇月山信好・雨谷光伸

#### On the Erosion of Pins in Graphite Stopper Head.

Yosiharu Isono, Nobuyosi Tukiya,  
Mitunobu Amagai,

#### I. 緒 言

造塊用取鍋に取付けられるストップパ煉瓦の良否は、造

塊作業の成否に重要な影響をおよぼすものであるが、たまたま B 社製黒鉛質ストップパを試用したところ、ストップパピンが熔断されるという事故が発生した。

最近熔製鋼塊が次第に大きくなり、熔鋼温度も高く、鑄込時間も延長される傾向にあるため、ストップパ煉瓦についてはその耐蝕性、急熱亀裂抵抗性とともにとストップパピンの熔損防止も考慮する必要がある。

ストップパピン熔損の原因としては、ストップパ煉瓦の割れ、ボトムスリーブとの目地から熔鋼の侵入、煉瓦の熱伝導率良好なため内部温度が上昇し、過熱による脆化、および煉瓦に配合された黒鉛による浸炭で熔断することが考えられる。

本研究はこれらのうち主として煉瓦材質に起因するピン熔損について検討し、黒鉛ストップパの材質、形状、使用条件とピン熔損との関連性を実用試験より検討した結果を述べる。

#### II. 試 料

試料ストップパ煉瓦は比較的急熱試験結果のよかつた B 社製黒鉛質ストップパについて形状の異なるもの 6 種、C 社製炭化珪素質ストップパ 2 種、および A 社製黒鉛質ストップパ 3 種を選んだ。

#### III. 試験結果と検討

(1) B 社製黒鉛質ストップパの実用試験

(a) 現用型黒鉛質ストップパの実用試験

現用型黒鉛質ストップパを使用した場合、出鋼温度 1525 °C、取鍋保持時間 15~20 分程度の 80 kg 下注鋼塊用

取鍋に使用したときはピン熔損はみられないが、取鍋における場合より温度の低い傾向にある堰に使用した場合には、ストップ浸漬時間 20~22 分でピンの熔損がみられた。また出鋼温度 1510~1525°C で 80 kg 鋼塊を同程度でも保持時間の長い大型鋼塊用取鍋の場合には、ストップに縦亀裂が入り、表面に溝ができピン熔損している。亀裂発生のない場合でも 25 分以上の保持時間ではピンは熔損した。

これらはストップ煉瓦の熱伝導性に関係し、取鍋保持時間が長くなるとピン熔損が起るものと考えられる。堰に使用した場合は保持時間は短かいが、出鋼直前まで重油バーナで予熱を行なうためその時の条件でストップの内部温度が上昇し、取鍋保持時間が長かつたと同じ結果になったものと考えられる。

使用後のピンの様相を観察するに、熔損はストップ煉瓦の栓に近い部分に多く、ピン熔融物は栓部にはあまりみられずピン上部、または内部亀裂に侵入している。これは熔融物は鋳込終了後の鍋返し時に移動し、温度の低いスピンドル側で固まったものと考えられ、ストップピン先端部の温度は鋳込終了後まで相当高温に保持されていたことが考えられる。

#### (b) G型, I型, M型黒鉛質ストップの実用試験

ピン熔損について製造業者と検討した結果、B社より他社に納入し好成績を得ていると称するG型, I型, M型の3種のストップを入手して再検討を行なった。

G型ストップの炭素含有量は現用型ストップよりやや多いが物理性質は大差ない。形状、大きさも似ており、同じような条件で実用した場合にも結果に差はみられなかつた。これは形状がきわめて近似しているため熱的な関係がほとんど同じであつたためと考えられる。

I型ストップは現用型より径で 10 mm 以上小さいが、煉瓦品質には差はみられない。しかしピン熔損は同程度の条件における現用型, G型ストップの場合より大きく、ピン頭部は完全に熔損した。

M型ストップは外径 150 mm で 150 t 取鍋に異状なく使用していると称するもので、実用試験結果も出鋼温度 1525~1510°C, 取鍋保持時間 30 分以下ではピンの熔損はみられない。

これは現用型ストップが約 25 分で熔損することから、大型ストップの場合は熱容量の関係もありストップ内部の温度上昇がおそく、ピン熔損にいたるまでの時間が延長されたものと考えられる。

#### (2) A社製黒鉛質ストップの実用試験

従来より急熱亀裂小さく、好成績で使用してきたA社

製黒鉛質ストップについてはピン熔損はあまりみられなかつたが、B社製品との材質の比較を行なうため比較的保持時間の長い場合の実用試験を行なった。

大型鋼塊用取鍋において出鋼温度 1515~1520°C, 取鍋保持時間 28~32 分ではピン熔損はみられず、同じ条件のB社製ストップは 20~25 分でピンが熔損することより考えれば、これは明らかにストップ材質によることが考えられる。

すなわちB社製は製造方法よりみると黒鉛のほかに炭化珪素が約 15%配合されており熱伝導がよいのに対し、A社製は黒鉛含有量も少なく気孔率も大きく温度伝導がおそいことが考えられる。

しかしA社製ストップでも 45~50 分取鍋保持した場合には多少熔損がみられ、材質により熔損にいたるまでの時間は大きく異なるが、黒鉛質ストップはピン熔損の危険があることが認められる。

#### (3) C社製炭化珪素質ストップの実用試験

ピン熔損はストップ煉瓦の熱伝導性ととともに、配合黒鉛によるピン材の滲炭により熔損が促進されることが考えられるため炭化珪素質ストップの実用試験を行なった。

炭化珪素質ストップは熱伝導はよいが、遊離炭素は少なく滲炭の作用はあまりなく、実用試験においてもピン熔損はみられず熔損傾向は小さく滲炭もピン熔損の原因であることが認められる。

#### (4) ピン部の測温と使用後のピン材の組織

実用試験結果よりピンの熔損にいたるまでの時間の差異、材質の熔損におよぼす影響を検討するとピン熔損はストップ内部の温度および滲炭が大きな因子であることが認められる。これらの現象をさらに判然とさせるためストップ煉瓦の内部温度の測定を行なった。その結果を Fig. 1 に示す。

この結果よりみるといづれのストップも熔鋼に浸漬して 3~5 分後に急激に温度上昇し 1000~1200°C となると曲線はゆるやかになる。最高温度に達するのは取鍋保持時間およびストップ材質によつて異なるが鋳込終了後になる。

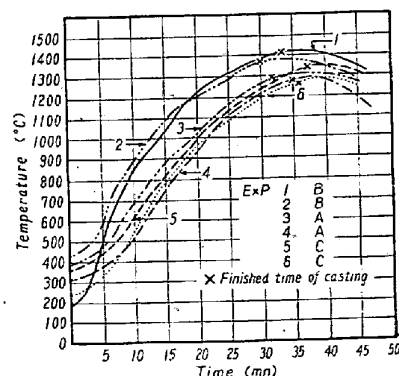


Fig. 1. Relation between temp. and time in a graphite stopper head.

このことよりピン上部に熔融物が付着するのが鍋返し時の移動によることも納得でき、鑄込作業が順調に行なわれた場合でもピン熔損が認められることもうなづかれる。なお温度上昇とピン材の滲炭との関係について検討するため、ストップ内部温度測定に使用したピン材の顕微鏡組織を調べた。これよりみるとB社製ストップピンはA社製にくらべ滲炭層も厚くC量も多く、またピン部温度の高いほど滲炭は促進されることが認められ、温度の低いスピンドルに近い部分の滲炭は少なく過熱組織を呈するにすぎない。

#### (5) 発生ガス成分

滲炭はピン周囲の雰囲気と温度に関係するため、粉碎したストップ煉瓦を急熱した場合に発生するガス成分を分析した。その結果はA社、B社製とも大体同様の傾向であり、いずれも温度が高くなるとCOガスがいちじるしく増加し、高温では滲炭しやすい雰囲気となることが認められた。

#### (6) 熔損防止方法

実用試験、ピン部の測温、滲炭状況より、ストップピンの熔損防止としては熱伝導の小さい材質のものを選ぶ必要がある。また形状を大きくすることも効果があるが、急熱亀裂その他の条件に左右されてこれらにも限度がある。

滲炭防止対策としてはメッキは熔流してしまつて効果はみられないため、気密な耐火材料をストップとピンの間に充填して接触をさけると同時に、熱伝導性を小さくすることによつてピンの熔損防止に対する効果をあげることを考えた。

このため高温において粒子相互が熔着してガスの流通をいちじるしく阻害し、比較的熱伝導性の小さい珪石粉末を充填したところ、B社製ストップの場合でも実用試験において取鍋保持時間が35分となつてもピン熔損はみられず、A社製ストップはさらに長い時間保持してもピン熔損の傾向はみられず、浸炭もきわめて少なく作業上の安全度はいちじるしく増大した。

### IV. 結 言

ストップピン熔損原因を明らかにし、さらに熔損防止法を見出すため実用試験を行ない、つぎの結果を得た。

(1) 黒鉛質ストップのピン熔損の原因は、煉瓦の熱伝導性がよいため内部が高温となり、また還元性雰囲気となり滲炭が促進されるためである。

(2) ストップピンの熔損は煉瓦材質、形状、使用条件によつて異なるが、材質の影響が大きい。

(3) ストップピン部の温度は熔鋼温度、取鍋保持時

間、煉瓦材質によつて異なるが1400°C以上になる。

(4) ストップピンの間に珪石粉末を充填することは熔損防止に有効で、浸炭を阻害しピン熔損までの時間を延長させ作業の安全度を向上させる。

## (42) 平炉の燃焼性におよぼすアトマイズ蒸気について

(平炉の燃焼に関する基礎的研究—Ⅱ)

八幡製鉄所、管理局 岡田芳太郎・○中町勝吉  
 〃 製鋼部 工 木下孝之・工 山本雅彦  
 Influence of the Atomized Steam upon Combustibility of Open Hearth Furnaces.

(Fundamental research on combustion of open hearth furnaces—Ⅱ)

Yositaro Okada, Katsukichi Nakamachi,  
 Takayuki Kinoshita, Masahiko Yamamoto.

### I. 緒 言

重油・ガス混焼平炉における燃焼特性に最も大きな影響を与える因子として二次空気量、噴霧用蒸気量、炉圧などが考えられる。また時期についても屑鉄の熔解初期と精錬期などでは明らかに状況が異なる。特に後熔解期においてはランスによる酸素吹込法が実用化され、この期間全く燃料を通入しないので理論的には鋼浴から発生せるCOの燃焼に要する空気のみが必要であつて蒸気は不要と考えられるが、実際には蒸気が用いられていた。

本報では、これらの問題を解明し時間別燃焼管理を強化する目的で平炉の燃焼、ならびに火陥の方向性、「のび」などにおよぼす最も大きな要因として蒸気量および時期、空気量を三元配置で実験計画を組み現場的に測定を行なつた。なお検討の対象炉は当所の固定式120トン炉で実装入127~142トン、銑鉄配合率60~63%、重油、コークス炉ガス(C.O.G)の混焼炉(熱量比6:4)である。

### II. 実験の計画概要

#### 1. 要 因

A. 蒸 気 量: A<sub>1</sub> 700 kg/h (重油比 100%)

A<sub>2</sub> 400 " ( " 60%)

A<sub>3</sub> 0……ただし後熔解期のみ適用

B. 時 期: B<sub>1</sub> 前熔解

B<sub>2</sub> 後熔解……ただし燃料を通入せず