

669,046,582.5:536,421.2

Ti の還元を防止するには炉内温度を低くして Ti の還元を少なくし、スラグを酸性とし銑中の Ti を滓化するように操業すればよいといはれているが、(A)、(B)、(C) 三者の場合について滓口および出銑口よりの排滓中の TiO_2 、炉内温度の比較として FeO、および塩基度を比較すると、Table 1 中⑦項に示すようであった。すなわち、(A) の場合、ストックラインは滓口側が高いためこの部の炉壁上昇ガス流は少なくなり、滓口側は出銑口側に比し炉内温度は低く、したがってスラグの塩基度も低くなり、Ti の滓化が促進され流銑量が少なくなっているものと考えられ、この現象は正しく(A)、(B)、(C) の順になっている。

(2) 流銑原因

高炉炉内のガス分布は近来装入物の整粒によりよほど均一化するようになったが、それでもなお炉の中心部に粒度の大きいものが多く集まり、炉内上昇ガスはこの炉中心部と炉壁にそって通りやすくなるを通例とする。装入物分布の不均一、整粒の不良、重油吹込みに伴う O/C の増加、増産のための送風量の増加などはいつそうこの傾向を強くする。

炉内上昇ガス流が部分的に多いとその部分の温度は上昇し、そのため Ti の還元が促進されその部分に Ti 含有量の多い流動不良の溶銑を生ずると考えられる。同一操業レベルでも流銑量の多い場合、少ない場合があるのは、炉壁部上昇ガス流が滓口側に多く起ると、Ti 含有量の多い流動不良の溶銑が多く発生し、滓口前面付近に粘着し炉底が上つたり、壁ができたりしやすいため流銑が多くなり、炉壁部上昇ガス流が出銑口側で多く起っている場合は滓口よりの流銑は少ないと考えられる。

また、この度の調査に際し、炉中心部のガス流も装入物分布不均一のはなはだしい場合ほど、範囲も広くガス量も多くその位置も多少移動するなどのことが観察され炉芯と関係があると想像されるが流銑との関係は不明である。

V. 結 言

(1) スtockラインを滓口側を高くし、出銑口側を低くした場合 (A) と、ほぼ均一にした場合 (B) と、出銑口側を高くし、滓口側を低くした場合 (C) の3つの場合を試験した結果、滓口側上昇ガス流および流銑量は (A) の場合が最も少なく、(B)、(C) の順に多くなっている。

(2) 滓口スラグと出銑口スラグ中の TiO_2 、FeO、塩基度を比較することにより、(A) の場合が最も滓口側が出銑口側より低温であり、ために塩基度も低く Ti の滓化が最もよく行われ Ti の高い流動不良の溶銑の発生が少なくなり、このため滓口よりの流銑が少なくなることを知った。このことは正しく (A)、(B)、(C) の順になっている。

(3) 以上のことより、炉内上昇ガス流が部分的に多くなると、その部分の温度は上昇し、そのため Ti の還元が促進されて Ti の高い溶銑を多く生ずるが、炉壁上昇ガス流が滓口側に多く起ると流銑の発生は多くなり、出銑口側に多く起つても流銑の発生は少ない。

(27) 高アルミナボッシュスラグの粘性および流動性について

八幡製鉄所、技術研究所 No. 64189
工博 児玉惟孝・重見彰利・○斧 勝也
堀尾竹弘・高橋良輔

Viscosity and Fluidity of High-Alumina Bosh Slag.

Dr. Koretaka KODAMA, Akitoshi SHIGEMI,
Katsuya ONO, Takehiro HORIO
and Ryosuke TAKAHASHI.

I. 緒 言

わが国の原料事情から今後高炉の装入鉱石中に占める南方鉱石の使用割合が増加する傾向があり、これにともなつて鉱滓中のアルミナの増加が予想される。したがつて高アルミナ鉱滓の性状について予め検討を加えておく必要がある。先に筆者等は主に炉床を対象として高炉スラグの粘性、液相温度、流動性におよぼすアルミナ含有量の影響および高アルミナスラグの諸性質におよぼす塩基度、MgO、 Na_2O などの影響について報告した¹⁾。

高炉に高アルミナ鉱石を使用して円滑操業を行なうためには炉床スラグのほかに炉内でのボッシュスラグの性質についても調査する必要がある。そこで塩基度 1.7% 程度のボッシュスラグ成分でのアルミナの影響を検討することにした。

II. 実験装置および実験方法

実験に使用した粘性測定装置はドイツの Gebrüder Heake 社製の回転粘度計で、その概約を Fig. 1 に示した。流動性の測定は学振式流動性測定装置により行ない、溶滓の注入温度は $1480^{\circ}C$ とした。実験に供したスラグは SiO_2 、CaO、 Al_2O_3 、MgO の各分析用一般試薬を適宜配合して高周波溶解炉で溶解して製造した合成スラグを使用した。

ボッシュスラグの成分は装入されるコークス中の灰分が分離される以前であるから炉床スラグ成分より塩基度はかなり高い。厳密にはボッシュでは Si、Mn などの還元も進行しており、スラグが滴下する間にも成分は

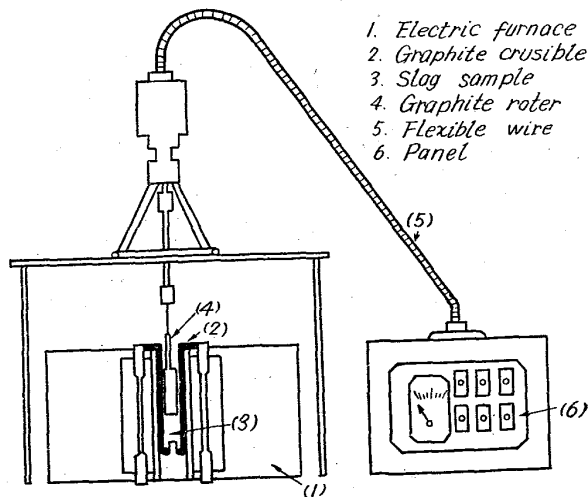


Fig. 1. Apparatus for determining slag viscosity.

遂次変化しているものと考えられる。また炉の水平断面上においても均質ではない。しかし本実験ではコークス灰分のみを考慮した成分に基づいて実験を行なった。すなわち高炉操業の実績から造滓量 330 kg / pig·t, コークス比 530 kg / pig·t, コークス灰分 11.5% と仮定しボッシュ・スラグを成分と推定すると SiO₂ 29.34%, CaO 49.75%, MgO 5.6%, CaO/SiO₂ 1.70% になる。したがってこの成分を目標にして合成スラグを製造した。

III. 実 験 結 果

1. アルミナ含有量と粘性, 液相温度との関係

上述の推定成分を基準にして塩基度を一定にしてスラグ中のアルミナ含有量を変化させ, アルミナ含有量がボッシュスラグの粘性および液相温度におよぼす影響を調査した。その結果を Fig. 2 に示した。Fig. 2 から明らかのように塩基度 1.7 前後においてはアルミナ含有量の低いほど粘性の立ち上り温度は高い。アルミナ含有量が 20% 程度で粘性の立ち上り温度は最低になり, 更にアルミナ含有量が増加すると逆に上昇している。Fig. 3 は粘性が 20% ポアズに達する温度を液相温度と仮称してアルミナ含有量との関係を示したものである。これらの結果から明らかのようにボッシュスラグの粘性はアルミナ含有量が 20% 程度で最低になりこれよりアルミナ含有量が多くても少なくても粘性が上昇するのが認められた。

2. アルミナ含有量と流動性との関係

ボッシュスラグのアルミナ含有量と流動性との関係を Fig. 4 に示した。Fig. 4 は比較のために 1480°C における粘性も併記した。これから明らかのように流動性と粘性とはほぼ逆の関係がありアルミナ含有量が 20% 程度で最も流動性が良好であるのが認められた。

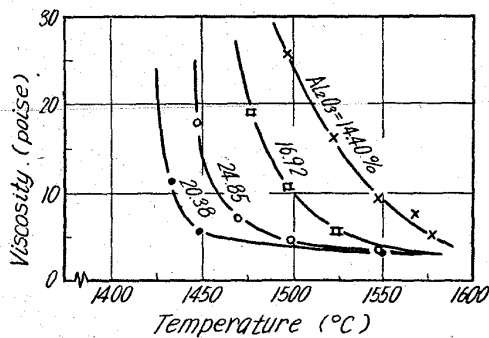


Fig. 2. Effect of Al₂O₃ on viscosity of bosh slag.

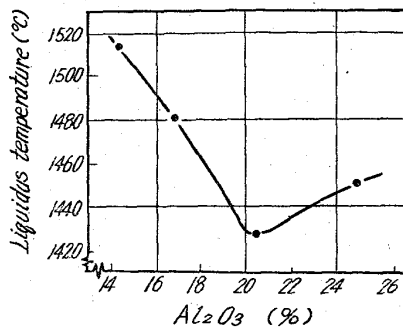


Fig. 3. Effect of Al₂O₃ on liquidus temperature.

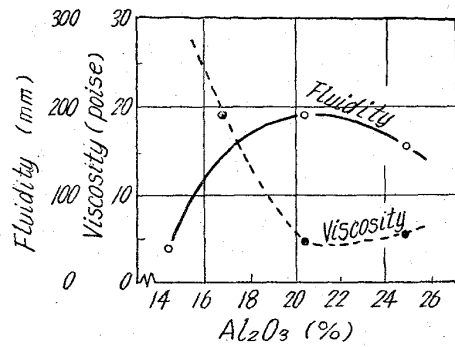


Fig. 4. Effect of Al₂O₃ on viscosity and fluidity.

IV. 考 察

本実験で求められた結果と先に報告したり 炉床スラグの粘性の実験結果より若干考察を加えてみる。本実験に使用したボッシュスラグ成分で操業が行われたとすると, その時の炉床スラグの塩基度は大略 1.26 になる。ボッシュスラグのアルミナ含有量を変化させた各試料が炉床スラグになった場合のアルミナ含有量を逆算することにより, アルミナ装入量に変化した場合のボッシュスラグと炉床スラグとの性質を同時に比較することができる。炉床スラグについてはすでに報告した結果を引用し, 本実験での結果と合わせて液相温度とアルミナ含有量との関係を図示すると Fig. 5 のようになる。Fig. 5 から明らかのようにボッシュスラグと炉床スラグの性質は非常に異っている。すなわち炉床スラグではアルミナ含有量の増加にしたがって液相温度が単調に上昇するのに対し, ボッシュスラグではアルミナ含有量が 21% 以下では全く逆の傾向が認められアルミナ含有量が低いほど液相温度が高くなっている。しかしアルミナ含有量が 21% 以上では両スラグはだいたい同一の傾向を示している。

高炉操業においては炉床スラグの流動性が良好であることはもちろん必要であるが, 高炉全体の熱バランスから考えてボッシュスラグの性質もまた非常に重要である。一般の高炉操業における炉床スラグのアルミナ含有量 16% 前後においてはボッシュスラグの流動性はあまり良好ではないが, アルミナ含有量の増加にともない漸時良好になる。このことはボッシュ部での棚つり防止に

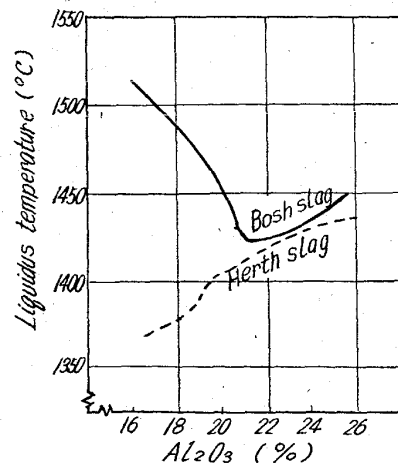


Fig. 5. Effect of Al₂O₃ of bosh and hearth slag on liquidus temperature.

対しては好ましい条件になるのではないと思われる。

これらの点を明らかにするため昭和 38 年 5 月～7 月まで戸畑第 1 炉で行なつた高アルミナ操業時の炉床スラグのアルミナ含有量と風圧/風量との関係を検討したところ、かなり高度の相関が認められた。すなわちアルミナ含有量が増加すると炉内圧力が低下するのが認められた。本実験ではアルミナ含有量が 21% 以上になると液相温度が上がり炉床スラグもボッシュスラグも粘性が悪化した。その勾配が比較的緩やかであるためか戸畑第 1 高炉の実績からはその影響を認めることはできなかった。

高アルミナ操業を行なう場合にはまた次のことも考えられる。すなわちボッシュスラグの流動性が良好になると、スラグの降下速度が増し炉床温度の低下を招くことである。しかしこの点についても大型高炉の操業では認められなかった。

V. 結 言

ボッシュスラグの粘性および流動性におよぼすアルミナ含有量の影響を合成スラグを使用して検討し次の結論を得た。

- (1) ボッシュスラグ中のアルミナ含有量が増加するとアルミナ 20% 程度までは粘性が低下し、液相温度も低下する。それ以上含有すると粘性が増し、液相温度も高くなる。
- (2) ボッシュスラグの流動性は粘性に対応して変化する傾向を示し、アルミナ 20% 程度で最も良好である。
- (3) アルミナ装入量が増加した場合のボッシュスラグと炉床スラグの粘性を比較したところ、炉床スラグで 21% のアルミナ含有量になるまではこの両者の粘性は全く異つた傾向を示した。
- (4) したがつてボッシュスラグのアルミナが増加するとボッシュ部での棚は減少することが予想されるが、炉床温度の低下を招く危険性もあるのではないかと推察される。

文 献

1) 児玉, 重見, 堀尾, 高橋: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 327~328

:669.162.261.3

669.162.2/2:669.044.24

(28) キャスタブル耐火物吹付後の高炉の火入について

三栄鉄工 No.64190
安武 正幸・佐藤 勝美・森田 治男
村尾 澄・笹川 浩

On Blowing-in of Blast Furnace after Castable Gunning. pp1623~1625

Masayuki YASUTAKE, Katsumi SATO,
Haruo MORITA, Sumiru MURAO
and Hiroshi SASAGAWA.

I. 緒 言

三栄鉄工第 5 次高炉は前報にて発表したごとく、キャストブル耐火物吹付により、朝顔部以上の全ライニングを行なつた。この炉はキャストブルライニング部の乾燥

を全く行わずに火入を行なつたが、現在火入後約 17 カ月を経過し炉体に特に異常なく順調に操業を続けている。

以下前報に引続きキャストブル耐火物の昇温速度の影響および火入後の操業状況につき述べることにする。

II. キャスタブル耐火物に対する昇温速度の影響

キャストブル耐火物は養生完了時において 10~15% の水和水を含有している。このためこれによつて構成された炉ライニングの昇温にあつては、余剰水分の蒸発結晶水の放出、さらに高温における焼成などを考慮し、十分慎重に行なうべきで。当社が今回使用したキャストブル耐火物についてもメーカー側より示された Fig. 1 のごとき昇温スケジュールが定められている。

しかし実際問題として高炉にこの昇温スケジュールを適用した場合、火入前にライニング全体を 816°C の高温に保つことは技術上から極めて困難であり、また火入時にはほこの昇温速度を適用することは 1 カ所については不可能ではないが、炉体の上下方向およびライニングの厚さ方向について極めて温度範囲の広い高炉にとつては全体について適用することは全く不可能である。

このため指定の昇温速度よりは遅れた場合、特に昇温速度が早い場合のキャストブルライニングの物性に対する影響を調査した。HSBC については最高加熱温度 700°C と 1350°C の 2 種についてそれぞれ昇温速度を 2°C/min と 4°C/min にて行なつた。BC 3000 については最高加熱温度 700°C と 1450°C の 2 種についてそれぞれ昇温速度 0.5°C/min, 2°C/min, 4°C/min にて行なつた。いずれも最高温度において 2hr の保持を行なつた。この結果を Fig. 2 に示す。

この結果より次のことが結論づけられる。

- (1) 加熱温度が 700°C までは物性に差をおよぼさない。
- (2) 700°C 以上では昇温速度が遅いほど、熱効果を

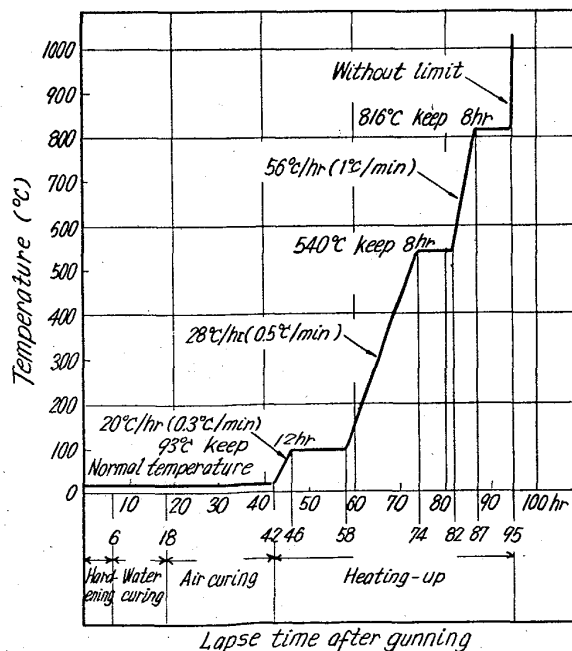


Fig. 1. Schedule of hardening, curing and heating-up.