

ISIJ International 掲載記事概要

ISIJ International, Vol. 32 (1992), No. 6
掲載記事概要

Preparation and Beneficiation

Theoretical study on an oxygen blast furnace using mathematical simulation model By H. YAMAOKA *et al.*

高炉 1 次元数学モデルを使用して高炉における高生産性と低燃料比を達成すべき適正な酸素の使用方法について理論的に検討し、以下の結果を得た。

(1) 酸素濃度およびフレーム温度には燃料比を最小にすべき適正な値が存在し、単なる酸素濃度の増加は燃料比の増加を引き起こす。

(2) フレーム温度を適正值の約 2100°C に調整すべく酸素濃度の増加に対して微粉炭を使用して吹き込めば、高生産性と低燃料比を達成できる。

(3) ここにおける課題は、微粉炭/酸素比率が高い条件における微粉炭の燃焼性と鉱石/コークス比率が高い条件における通気性にある。

Experimental study on an oxygen blast furnace process using a small test plant By H. YAMAOKA *et al.*

微粉炭の複合吹き込みを特徴とする酸素高炉に関して実験および理論的検討を実施し、以下の結果を得た。

(1) 日産 15 t の試験炉において、送風中酸素 1 Nm³ 当たり 1.2 kg の微粉炭を問題なく吹き込み、微粉炭比 407 kg/t、コークス比 258 kg/t、出銑比 7.35 t/d/m³ の実績を得た。

(2) 1 次元高炉数学モデルにより大型炉の諸元を予測し、微粉炭比 407 kg/t、コークス比 258 kg/t、出銑比 7.35 t/d/m³ の結果を得た。

Maximum injection rate of pulverized coal into blast furnace through tuyeres By K. YAMAGUCHI *et al.*

高炉下部を模擬できる実験装置を用いて高揮発分炭の燃焼、消費実験を行った。まずレースウェイ内微粉炭燃焼効率算出方法を考案し、消費効率に及ぼす送風条件の影響を調査した。次に炉頂での微粉炭効率算出方法を考案し、消費効率に及ぼす送風条件の影響を調査した。さらに炉内におけるチャーの蓄積量を測定し、通気性悪化に至らない蓄積量を求めた。その結果、微粉炭吹き込み限界量に関して次の結論を得た。

実炉の送風温度 1300°C、送風湿度 5 g/Nm³、酸素富化 2% の条件化で、炉頂からチャーが放出されず、かつ炉内にチャーが蓄積しても通気性悪化を招かない微粉炭吹き込み限界量は、245 g/Nm³ (240 kg/t-pig) を超える量である。

Fundamental study on combustion of pulverized coal injected into coke bed at high rate By C. YAMAGATA *et al.*

コークス炉戦略および高炉フレキシビリティ向上の観点より、高炉微粉炭多量吹き込み操業技術の確立が製鉄工程の重要課題の一つである。特に、微粉炭多量吹き込み安定操業技術の確立のためには、微粉炭の高炉内消費挙動（レースウェイ内燃焼挙動、充填層内における未燃チャーの消費・蓄積挙動）の解明が不可欠である。本報告では、コークス充填層型熱間試験炉および数学モデル（レースウェイ内燃焼モデル、充填層内固気二層流モデル）に基づき、微粉炭吹き込み量、微粉炭炭種および微粉炭粒度の高炉内挙動に及ぼす影響について言及する。

(1) 微粉炭吹き込み量の増大または石炭中揮発分の低下に伴い、レースウェイ内燃焼率は低下するが、羽口上 700 mm レベルの燃焼率は 95% 前後と大差ない。

(2) これは、反応を考慮した充填層内固気二層流モデルの検討により、コークス充填層中の未燃チャーのソリューションロス反応による消費速度が大のためと考えられた。

(3) 微粉炭粒子を -3 mm まで上昇させた場合には、レースウェイ内燃焼率の低下と共に、羽口上 700 mm レベルで

も燃焼率の低下が見られた。

Smelting and Refining

Ironmaking and process analysis in LB furnace

By Hongyu GOU *et al.*

A new metallurgical reactor called the LB furnace is currently being developed at McMaster University. A series of experiments on ironmaking was conducted successfully in a laboratory bench scale furnace. Sponge iron and hot metal were produced with desired properties by using mixture of iron ore concentrate and pulverized coal. Compositions of hot metal (except carbon) and slag produced are similar to those of the blast furnace products. The carbon content of the hot metal can be effectively controlled in the range of 0.3 to 4.0%. Sponge iron can be produced with different degrees of metallization, up to 99%. The unique design of the reduction unit of the LB furnace has achieved its goals: (1) the direct use of iron ore concentrate and pulverized coal, (2) the intensive reduction reactions (15 kg Fe/h throughput in a 8.3 cm reduction tube of 75 cm long, or 88 tonne Fe/d/m³ of the reduction tube inner volume), and (3) the complete combustion of the gaseous reduction products in one single reactor for high energy efficiency.

Influence of slag composition and temperature on slag foaming

By S. KITAMURA *et al.*

小型炉を用いた実験により、各種組成、温度条件下で、酸化鉄含有スラグと溶銑との反応によるスラグフォーミング挙動を調査した結果、以下のことが明らかになった。

(1) CaO-SiO₂-Al₂O₃-P₂O₅-TiO₂-MnO-MgO-CaF₂ 系スラグでは、(CaO)/(SiO₂) [塩基度] が 1, 2 程度の位置に最もフォーミングしやすいピークがあり、このピークの位置は、温度が高いほど、もしくは、CaF₂ 配合比が大きいほど、高塩基度側にシフトする。

さらに、塩基度がピーク位置よりも高い場合には、同一の塩基度でも、温度が高いほど、もしくは、CaF₂ 配合比が大きいほどフォーミング高さは高くなる。しかし、P₂O₅ の有無は大きな影響を与えない。

(2) 本実験条件においては、フォーミング高さは粘性が小さくなるほど高くなる傾向が認められ、固液共存組成域の場合には、液相率が大きくなるほどフォーミング高さは高くなる。

Bubble characteristics in the buoyancy region of a vertical bubbling jet

By M. IGUCHI *et al.*

底吹き円筒容器内気泡噴流中の流れ場は、ノズル出口から順次、運動量支配領域、遷移領域、浮力領域、表面流領域の 4 領域に分類できる。前報ではノズルから吹き出す気体の慣性力が支配的な運動量支配領域に着目し、電気探針法を用いてガスホールドアップ、気泡頻度の特性を明らかにした。本研究では電気探針法に加えて画像解析装置を用い、ガスホールドアップ、気泡頻度、気泡直径、気泡上昇速度などを測定するとともに、補足的にレーザードップラー流速計による流体の上昇速度の測定も行い、浮力領域における気泡特性の解明を行った。

Microstructure

Solubility of NbC in a Ni-16Cr-8Fe alloy

By M. KAJIWARA *et al.*

Inconel 600 合金の基本系である Ni-16Cr-8Fe 系の Ni 固溶体相に対する NbC の固溶度を 1273~1473 K の温度範囲において実験的に決定するために、0~6.0 mass% の範囲で Nb 濃度を変えた 13 種類の Ni-16Cr-8Fe-Nb 四元合

ISIJ International 掲載記事概要/編集後記

金を用いて 1273 および 1473 K で 3 種類, 1373 K で 5 種類の炭素活量においてカプセル浸炭平衡法による浸炭平衡化加熱処理を施した後, 各試料の組織観察および炭素分析を行った。

本研究における合金組成範囲では, Ni 固溶体 γ 相と NbC_x のみが観察された。炭素活量一定の場合には, Ni 固溶体中の固溶炭素濃度は Nb 濃度が高くなるほど増加する。 γ 相と平衡する NbC_x の炭素濃度 x は化学量論組成よりも低く, 温度および合金組成に依存せず $x = 0.81$ である。 γ 相に対する $NbC_{0.81}$ の固溶度の温度依存性を溶解度積の形式により表すと (mass% Nb) $(\text{mass}\% C)^{0.81} = \exp \{7.5 - (14000/T)\}$ あるいは $Y_{Nb} (Y_C)^{0.81} = \exp \{0.053 - (14000 - T)\}$ となる。ここで, T は絶対温度であり, 濃度パラメーター Y_{Nb} および Y_C はモル分率 X_{Nb} および X_C とから $Y_{Nb} = X_{Nb} / (1 - X_C)$ および $X_C = X_C / (1 - X_C)$ の関係式より求められる。

Influence of deformation on stability of TiC precipitates α -Fe

By S. SATO *et al.*

α -Fe における TiC 析出物の安定性におよぼす変形の影響を調べる目的で, Fe-0.05 mass% Ti-0.002 mass% C 合金を用い, 最終均熱処理 (773 K) 前の析出処理温度および変形ひずみ速度を変化させた。973 K の短時間析出処理により, きわめて微細な TiC (平均半径 2 nm) が析出した。この TiC は透過電子顕微鏡像のひずみコントラストから判断して, coherent あるいは semi-coherent と推定された。この微細 TiC を含む試料に高ひずみ速度の変形と均熱処理 (773 K) を加えると, 顕著な固溶 C 量の増加が検知された。このことは TiC の一部が溶解したことを示唆している。以上の現象の機構として, 変形ひずみ速度の増加に伴う加工発熱量の増加, あるいは粒界偏析 C と転位との結合頻度の増加の機構よりも, 整合 TiC と転位群の弾性相互作用の効果がもっとも可能性が高い。弾性相互による TiC の溶解機構はマイクロメカニックにもとづく自由エネルギー変化の計算結果から支持された。

Mechanical Behavior

Influence of microstructure on the toughness of 'all weld' multipass submerged arc welded C-Mn steel weld deposits

By P. YONGYUTH *et al.*

'All weld' deposited rectangular blocks of C-Mn steel were prepared by the multipass submerged arc process, using different welding currents (500-750 A) and

speeds (40-60 cm/min). A filler wire of 4 mm diameter and a basic agglomerated flux were employed. Varying the welding parameters influenced the macrostructure comprising coaxial dendrites and reheat refined regions whose amounts were determined by quantitative metallography. The influence of dendrite content, on the toughness as influenced by temperature and orientation of the specimens (LT, TS and SL) was assessed both in the as welded and in the heat/treated (873 K) conditions.

An increase in the area fraction dendrites beyond about 37% adversely affected the toughness which was found to be lowest in the LT direction. A post weld heat treatment carried out at 873 K improved the overall toughness due to spheroidization of cementite, especially within the refined equiaxed regions, resulting from 'reheating' during multipass deposition.

Precipitation kinetics of microalloying additions during hot-rolling of HSLA steels

By J. C. HERMAN *et al.*

The control of the precipitation of microalloying elements (Nb-Ti-V) during hot-rolling processes is of prime importance for the development HSLA steels, ensuring reproducibility and homogeneity of the mechanical properties.

In the present work, the effects of processing parameters and steel chemistry on the precipitation kinetic during hot-rolling, are quantified using SED method (selective electrolytic dissolution). Anisothermal and isothermal precipitation kinetic in austenite during rolling and in ferrite are compared and discussed. In ferrite, during or after transformation, an important distinction is made between coherent and incoherent precipitated forms. The coherent precipitation kinetic, which appears to be very fast in ferrite at high temperature, is studied by hardness measurements. It is shown that cooling rates higher than 20°C s^{-1} are needed to avoid coherent precipitation on the runout table of a finishing mill.

会員には「鉄と鋼」あるいは「ISIJ International」のいずれかを毎号無料で配布いたします。「鉄と鋼」と「ISIJ International」の両誌希望の会員には、特別料金 5 000 円の追加で両誌が配布されます。

● 編集後記 ●

昨年の 9 月から和文会誌分科会委員として末席に加えていただいております。会誌の編集にたずさわるのは初めての経験であり、ベテランの先生方、有能な事務局の皆様の中で会誌を定期的に発行することの大変さを実感しているのみで、まだ役に立つところまでは至っておりません。

先日講義記事の御推薦をお願いいたしましたところ 30 件近く集まり、厚く御礼申し上げます。分科会としてのこの中から順次執筆のお願いをしていきますので御期待下さい。

鉄と鋼を会員の皆様により親しまれるものにするた

めに ISIJ 情報ネットワークの充実、現場技術報告の掲載等工夫を実施してきておりますが、その集大成として来年 1 月号から装いも新たに A4 判に切り替るべく表紙デザインの一新、紙質の選定、投稿規程の見直し等多岐にわたる検討が進められております。

ただ何といっても会員の皆様に興味をもって読んでいただき、少しでも役に立つものであることが本誌発行の最大のねらいであると思っております。何かお気づきの点や感想等がありましたら事務局へ御一報いただければ幸いです。

(T. K.)