

ISIJ International, Vol. 32 (1992), No. 10
掲載記事概要

Preparation and Beneficiation

Positioning Coke Particles in Iron Ore Sintering

By Cher Sang TEO *et al.*

Coke is the most widely used solid fuel in iron ore sintering. Generally coke is blended with the other sinter mix components dry before granulation. Several studies in the literature have shown that, in addition to the properties of coke, e.g., size distribution, the delayed introduction of coke into the sinter mix, e.g., added towards the discharge end of the granulation drum, affected sintering and the sinter quality parameters. This study was initiated with the view to determine if the granulation practice at the sinter plant of The Broken Hill Proprietary Co., Ltd. (BHP), Rod and Bar Products Division (RBP) could be altered to improve the positioning of coke in the granulated sinter mix. As pilot-scale sintering studies did not indicate positive results, further studies were carried out including the use of longer granulation time, and the use of optical microscopy to characterise the structure of the formed granules. Results showed that the positioning of the finer coke particles depended on when the coke was introduced into the granulating mix. In contrast, the larger coke particles remained free, i.e., unattached to other materials, regardless of the coke addition technique. When the fine coke particles were well-embedded into granules their combustion rate was decreased; this broadened the width of the coke combustion zone resulting in lower sinter productivity.

Production of High-carbon Ferrochrome Using a Shaft Type Furnace with Coke Packed Bed Injected with Oxygen and a Large Quantity of Pulverized Coal

By H. YAMAOKA *et al.*

高炭素フェロクロムは、従来、電気炉法により製造されてきたが、電力費の高い日本では製造コストが高くなるため、コスト低下を目的として、微粉炭多量吹き込みを併用する酸素吹き堅型試験炉を使用して高炭素フェロクロム製造試験（生産速度 50-110 kg/h）を実施し、以下の結果を得た。

1. 本法により小型試験炉でも、 $[Cr] = 40 \sim 60\%$ の高炭素フェロクロムを製造することができた。
2. Cr 鉱石の焼結化により、還元・滴下性状とも改善されることを確認するとともに、その適正性状を把握した。 $CaO/SiO_2 = 1.0 \sim 1.3$, スラグ比 = 1100 ~ 1300 kg/t (Cr + Fe)
3. Cr 鉱石焼結鉱を使用することにより、安定した炉況を維持しつつ、燃料比、生産性を向上しうることを確認した。

Influence of Gaseous Sulfur on Hydrogen Reduction of Wustite Added with Foreign Oxides

By S. HAYASHI *et al.*

ウスタイトの還元挙動に及ぼす添加酸化物とガス状硫黄との共存の影響を明らかにするために、製鉄の主要な脈石を単独に添加した緻密な板状ウスタイトが熱天秤を用いて $900^\circ C$ で $H_2-H_2O-H_2S$ 混合ガスで還元された。

硫黄無添加では、 Al_2O_3 や MgO は多孔質ウスタイト中に緻密鉄 (B 型鉄) を形成することにより還元を遅滞させた。一方、 CaO や SiO_2 は多孔質鉄 (A 型鉄) を伴い還元を促進した。これらの結果は以前の結果に一致した。

Fe/FeS 平衡を基準としたガス中硫黄活量 a_s が 0.01 の試験は還元挙動に大きな影響を及ぼさなかった。しかし、 $a_s = 0.10$ まで増すと還元速度は、添加酸化物に依らずに、ガスの還元能や Fe/FeO 界面での酸化硫化物の生成の有無に依存するが、大部分中間的な値に収束した。酸化硫化物が生成する場合は粗大な鉄組織 (AC あるいは FC 型鉄, C; 粗大な, F; 繊維状) が観察され、生成しない場合よりも小さい還元速度を示した。酸化硫化物が生成しない場合には細かい鉄組織 (A あるいは F 型鉄) が認められ極端な還元遅滞が除去された。 $a_s = 0.10$ と CaO の共存の場合のみ繊維状組織となった。

これらの還元挙動が硫黄に起因する幾つかの作用に注目して議論されている。

Smelting and Refining

Thermodynamics of Reducing Dephosphorization of Manganese and Manganese Ferroalloys

By A. I. ZAITSEV *et al.*

Thermodynamic conditions of dephosphorization of manganese and its ferroalloys with calcium containing fluxes have been analyzed with the help of experimental data on the thermodynamic properties of Mn-P and Ca-P alloys obtained earlier. Equilibrium coefficients of phosphorus distribution between liquid manganese and slag have been calculated. An influence of oxygen and nitrogen partial pressures in the reaction zone on dephosphorization has been established.

The Kinetics of Desulfurization of Hot Metal by CaO-CaF₂ Based FluxesBy Xu CHUSHAO *et al.*

A kinetic model, which considers the effect of transitory reaction and permanent-contact reaction on sulfur removal rate, as in the case of using CaO-CaF₂ based fluxes powder injection to desulfurize hot metal containing vanadium of 0.34% and sulfur content of 0.08%, is developed in the present work. Some important factors affecting kinetics of desulfurization, such as the transitory reaction parameter E , rate constant for permanent contact reaction K , can be determined by means of experimental and industrial practice results, respectively. The influence of E and K on sulfur content in hot metal is discussed. The model will be available for predicting the variation of sulfur content in hot metal and will contribute to control automatically for the desulfurization process.

Effect of Slag Foaming on the Reduction of Iron Oxide in Molten Slag by Graphite

By M. Sheikhshab BAFQHI *et al.*

回転グラファイト円注による熔融スラグ中の酸化鉄の還元反応に関する速度論的研究を行った。基本スラグは $Li_2O-CaO-SiO_2$ 系 (モル比 = 1:1:1) で、酸化鉄の初濃度は 3~12.5% の範囲で変化させた。グラファイト円注の回転速度は 0~1900 rpm, 実験温度は $1300^\circ C$ とした。

酸化鉄の還元速度はスラグフォーミングの影響を強く受けた。FeO 濃度が高い場合みかけの速度定数は回転速度によりほとんど変化しなかったが、低い場合には回転速度が大きいときに若干増加する傾向があった。これは、スラグ浴が生成 CO 気泡により強く攪拌されていることを示している。浸透説に基づく物質移動モデルにより求めた物質移動係数は、ガスホールドアップを用いて補正したみかけの速度定数にほぼ一致した。これより、還元反応はスラグ中の物質移動により律速されていると推定される。

Deoxidation Equilibrium of Silicon in Liquid Nickel and Nickel-Iron Alloys

By F. ISHII *et al.*

溶融 Ni 基合金の脱酸平衡を研究するために、 SiO_2 りつぽを用いて 1500~1650°C の温度範囲でまず溶融 Ni の珪素による脱酸平衡を測定した。珪素による脱酸平衡定数の温度依存性および脱酸の濃度積は次のように得られた。

$$\log K_{\text{Si(Ni)}} = -15680/T + 1.83$$

$$\log K'_{\text{Si(Ni)}} = \log K_{\text{Si(Ni)}} - 0.06 [\% \text{Si}]$$

Si < 2 mass %

Ni-Fe 合金の珪素脱酸では純鉄を含めた 2 元素全域にわたり、1600 と 1650°C で測定した。Ni 側を基準にすると、合金脱酸の濃度積 $\log K'_{\text{Si(Ni-Fe)}}$ は鉄を添加すると増大し、実験式として次の結果を得た。

$$\log K'_{\text{Si(Ni-Fe)}} = \log K_{\text{Si(Ni)}} - (288/T - 0.197) [\% \text{Fe}]$$

Fe < 2 mass %

溶鉄の $\log K'_{\text{Si(Fe)}} (= K_{\text{Si(Fe)}}$) の温度依存性は次式で示され、

$$\log K_{\text{Si(Fe)}} = -30960/T + 11.86$$

鉄側を基準にすれば、Ni の添加により $\log K'_{\text{Si(Ni-Fe)}}$ は直線的

$$\log K'_{\text{Si(Ni-Fe)}} = \log K_{\text{Si(Fe)}} - 0.01 [\% \text{Ni}]$$

Ni < 60 mass %

に減少することを明らかにした。

Deoxidation Equilibrium of Silicon in Liquid Nickel-Chromium, Nickel-Molybdenum and Nickel-Tungsten Alloys

By F. ISHII *et al.*

溶融 Ni の珪素による脱酸平衡値におよぼす種々の合金元素の影響を把握するために、 SiO_2 飽和において Ni 基合金の珪素脱酸を 1550°C から 1650°C で研究した。

Ni-Cr 合金系では、脱酸の濃度積 $\log K'_{\text{Si(Ni-Cr)}}$ は Cr の添加により著しく増大する実験式を得た。他方、Ni-Mo 合金系では、脱酸の濃度積 $\log K'_{\text{Si(Ni-Mo)}}$ は測定した 16 mass% Mo まで直線的に増加する結果が得られた。Ni-W 合金系における $\log K'_{\text{Si(Ni-W)}}$ の値は、11 Mass% W までの測定により、W 添加の影響は小さいことが明らかになった。また、Ni 中の酸素の活量係数におよぼす合金元素の影響を検討した。

Mechanical Behavior

Hot Ductility of High Purity Steels Containing Niobium

By P. SRICHAROENCHAI *et al.*

高純度含ニオブ鋼のオーステナイト・フェライト 2 相域からオーステナイト (γ) 低温域における低ひずみ速度での延性を調査した。延性の低下は加工 γ 域でも起こり、変形中にフェライト (α) が生成する温度で延性が極小になる。ニオブ量が増加すると延性は低下する。延性極小温度では粒界にクラックおよびフィルム状 α が生成しているが、両者の生成は同一場所であるとは限らない。延性が良好な高温域では粒界が移動しやすく、延性が低い温度域では変形しても粒界は直線のままである。 γ 温度域ではニオブ炭化物が均一に変形誘起微細析出しているが、無析出帯は存在しない。

い。アルミニウムは延性を低下させるとともに脆性域を広げ、マンガンは脆性域を低温側へ移行させるが、窒素の延性低下への影響は小さい。延性低下の原因は、粒界微細析出物によって動的回復と粒界移動が抑制され、転位が蓄積した粒界への空孔の拡散がポイドを生成させ、ポイドの合体・成長がクラックを形成することによる。変形中に生成する α は粒界の不整合を緩和させ、延性を回復させる。

Effects of Retained Austenite on Formability of High Strength Sheet Steels

By O. MATSUMURA *et al.*

0.4 C-Si-1.2 Mn 鋼をオーステンパー処理して得た 980 MPa 級高強度薄鋼板を使用して、プレス成形性に及ぼす残留オーステナイト (γ_R) の影響を調べた。

プレス成形性と成形前 γ_R 量 (V_{γ_0} : 体積比) との間には、見掛け上次のような関係が得られた。 V_{γ_0} の増加に伴い、張出し成形高さは直線的に増加し、 V_{γ_0} が 0.2 で最大となる。曲げ性と切削穴抜け性は徐々に改善され、 V_{γ_0} が 0.15~0.20 で最良となる。一方打ち抜き穴抜け率は、 V_{γ_0} が 0.15~0.20 に至るまで、徐々に劣化する。これらのプレス成形性は最大値(あるいは臨界値)を超えて V_{γ_0} を増すと(張出し性の場合 V_{γ_0} が 0.2 以上、その他の場合は V_{γ_0} が 0.15~0.20 以上で)、いずれも急激に劣化する。

プレス成形性に及ぼすこのような効果は、 V_{γ_0} だけでなく、 V_{γ_0} および γ_R の安定性を示す指標 K を考慮すれば容易に説明される。ここで K は加工誘起変態率と一軸引張率との関係から定まる速度定数である。

Materials Characterization and Analysis

An Analysis of the Cr-Fe-Mo-C System and Modification of the Thermodynamic Parameters

By Caian QIU *et al.*

The thermodynamic properties of the Cr-Mo-C and Cr-Fe-Mo-C systems are analysed, and the parameters in the thermodynamic models of the two systems are revised in order to introduce a recent modification of the description of the Cr-C system. More experimental information on the Cr-Fe-Mo-C system is taken into account present assessment, which was ignored in previous ones. Particular attention is paid to the thermodynamic properties at temperatures below 1273 K. A new set of parameter values describing the Gibbs energy of various phases is obtained. A number of calculated sections of the Cr-Mo-C and the Cr-Fe-Mo-C phase diagrams are presented and compared with experimental information. The present calculation shows better agreement with experimental results than the previous assessments.

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 5000 円の追加で両誌が配布されます。