

## ISIJ International, Vol.33 (1993), No.4 掲載記事概要

## Ironmaking · Reduction

**Effect of Firing Condition and Ingredients on the Swelling Behaviour of Iron Ore Pellets**By T. SHARMA *et al.*

In the present investigation an attempt has been made to determine the effect of firing temperature, firing time and ingredients/additives (CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) on the swelling behaviour of iron ore pellets. For this purpose two Indian iron ore fines from Bailadila and Noamundi deposits and chemically pure iron oxide were used.

From the results obtained, it is observed that the swelling of iron ore pellet is controlled by the firing temperature, firing time and additives/ingredients present in the pellet. The growth of iron whisker is controlled by these ingredients. The presence of free lime promotes the swelling index of the pellet.

**Commercial Production of Agglomerates for Blast Furnace Burdens Using a Large Amount of High Grade Iron Ore Fines**By Y. NIWA *et al.*

鉄鉱石の中長期需給動向から鉄鉱石の微粉化傾向を考慮し、かつ焼結鉱プロセスの品質面、製造面での抜本的な改善を図るため新塊成鉱プロセス(HPSプロセス)の可能性を明らかとした。基礎試験及びパイロットプラントによる連続操業試験の成果を踏まえ、NKK福山第5焼結機を600万トン/年規模のHPSプラントに改造し、既に3年にわたって順調な操業を行っている。

その結果、商用プラントでの操業において、シリカ含有量4.7%、ペレットフィードを含む微粉配合量60%で操業でき、従来焼結鉱に比べ還元性、還元粉化性に優れたHPS鉱が安定かつ高生産できること、HPS鉱を多量に使用した高炉操業では、HPS鉱のもつ低脈石含有量、高被還元性によりスラグ比の低下、燃料比の低下及び出鉄比の向上が達成できること、また、Ristモデルによる操業解析より、HPS鉱の多量使用によってシャフト効率かほぼ限界近くまで向上することなどHPS鉱の優位性が明らかとなった。

**Effect of Raw Material Composition on the Mineral Phases in Lime-fluxed Iron Ore Sinter**By L.-H. HSIEH *et al.*

In this study small tablet specimens of powdered commercial iron ores mixed with

fluxes and kaolin were heated in a reducing atmosphere and then cooled slowly in air to simulate industrial sintering. The effect of different ore and flux compositions on the phases found in the sinter bond was studied.

An increase in basicity (CaO/SiO<sub>2</sub>) favoured the formation of calcium ferrite and densification of the bond at a low sintering temperature. The amount of calcium ferrite decreased as the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content decreased and the amount of reoxidized hematite produced on cooling decreased. A decrease in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content promoted a densification of the bond.

An increase in MgO content, introduced by addition of dolomite, decreased the amount of calcium ferrite slightly. When MgO was added in the form of serpentinite the calcium ferrite content increased considerably. Increase in MgO markedly reduced the amount of reoxidized hematite but produced a less dense bond.

Generally the same composition and sintering temperature produced similar mineral compositions in the bond independent of the iron ore used. The only exception was when an ore with coarse dense hematite was used, in which case the bond contained some unreacted hematite. The porosity of the bond did vary with the type of ore used. Limonitic ore produced a bond with closed pores and less reoxidized hematite at lower temperature and basicity than did hematite ores.

## Steelmaking · Refining

**A Comparison of Experimentally Measured and Theoretically Calculated Velocity Fields in a Water Model of an Argon Stirred Ladle**By O.J. ILEGBUSI *et al.*

アルゴンなどのガス底吹きによって取鍋内に形成される気液2相流の速度場を計算できる数値計算法を開発した。乱流モデルには通常のk-εモデルと算術式応力モデル(Algebraic stress model: ASM)の二つを用いた。本計算法の妥当性を検証するために、円筒容器内の水浴への空気吹込みによって形成される気液2相流すなわち気泡噴流に対する実験結果と比較した。ただし速度はレーザードップラー流速計により測定した。平均流については両乱流モデルによる計算結果の間にほとんど差は認められず、ともに実験結果とよく一致するが、乱れ成分については算術式応力モデルのほうが優れていることが判明した。

**Kinetics of Phosphorus Reaction between Iron Oxide Containing Slag and Molten Iron of High Carbon Concentration under Ar-O<sub>2</sub> Atmosphere**By P. WEI *et al.*

本報告では、溶融 CaO-Li<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>-FeO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> スラグ/溶融 Fe-4.4%C 合金系におけるりん反応についての速度論的実験の結果を報告する。実験温度は1300°Cで、スラグ-メタル浴は偏心アルミナ攪拌棒(回転速度R=30~300rpm)で攪拌した。実験結果から、脱りん速度はAr-O<sub>2</sub>雰囲気中の酸素分圧の増加とともに増大することがわかる。攪拌棒の回転速度は見かけ上脱りん速度に影響せず、一方、復りん速度は攪拌棒の回転速度の増加に伴って増大する。りん反応が脱りんから復りんへ変化する時点で得られる最大りん濃度比 ((%P)/[%P])<sub>max</sub> は、スラグ中の鉄(III)の全鉄に対する濃度比の増加に伴い、増大する。((%P)/[%P])<sub>max</sub> は、攪拌速度R>50rpmの範囲では攪拌速度の増加に伴い減少する。スラグ-メタル-ガス間の同時反応を伴うりん反応の速度と実験条件との関係は、仮想的なスラグ-メタル界面酸素ポテンシャルの変化を考慮することにより定性的に理解できる。実験結果の速度論的数学モデルによる定量的説明を試みた。計算結果は実験結果とよく一致する。

## Forming Processing and Construction

**Simulated Rod Rolling of Interstitial Free Steels**By P.R. CETLIN *et al.*

Simulations of the rod rolling of a Ti-Nb interstitial free (IF) steel were carried out in the ferrite (840,770,700,600,500°C) and austenite (950°C) ranges. Typical industrial pass strains and temperatures were employed, but the strain rates were much lower because of the limitations of the experimental apparatus. To allow for this difference, "strain rate corrected" interpass times were used. The mean flow stresses for ferrite rolling at 700°C were observed to be similar to those developed in the austenite at 950°C. Industrial schedules at 950°C, as well as strain rate corrected ones at this temperature and at 840°C, led to mean flow stress envelopes which displayed peaks and valleys. This is shown to result from the periodic triggering of dynamic recrystallization during deformation, with the subsequent occurrence of rapid metadynamic softening during the interpass intervals. Microstructural examination of the material indicated that dynamic

recrystallization took place in the ferrite at 840°C, whereas dynamic recovery was operative at the lower deformation temperatures. The final mechanical properties of the material were evaluated after the simulations, by means of tensile tests on hollowed out torsion specimens. These showed that yield strengths of up to 420 MPa can be reached by the warm working of IF steels. Thus the low temperature rod rolling of IF steels has distinct promise for the production of highly ductile materials, with controlled levels of yield strength ranging from 180 to 420 MPa. In this way, the high price of IF steels can be offset by the economies resulting from low temperature reheating, which include lower scale losses, and by the possible elimination of subsequent cold drawing/heat treatment/pickling processes.

#### Microstructure

#### Experimental Study of Dissolution of $\alpha$ Phase in $\gamma/\alpha/\gamma$ Diffusion Couples of the Fe-Cr-Ni System

By M. KAJIHARA *et al.*

多元合金系における固溶体相の溶解反応の一般的な特徴を明らかにするために、Fe-Cr-Ni三元系の4種類のサンドウィッチ状 $\gamma/\alpha/\gamma$ 拡散対を用いてfcc- $\gamma$ オーステナイト母相中におけるbcc- $\alpha$ 相の溶解挙動を速度論的立場より実験的に調べた。上記拡散対の $\alpha$ 相の厚さは0.07~0.19mmであり $\gamma$ 相の厚さは2mmである。拡散対は、1373Kの温度で $3.6 \times 10^3 \sim 3.6 \times 10^6$ sの時効加熱処理を施した。十分長時間の時効加熱処理により、 $\alpha$ 相は最終的に $\gamma$ 相中に溶解する。しかし、 $\alpha$ 相の厚さは、反応初期において時効時間にもとない一旦増加し最大値に達した後減少する。 $\alpha/\gamma$ 移動界面の組成は、 $\alpha$ 相中で拡散場の重なり合いが起こると変化し始める。半無限長の $\alpha/\gamma$ 拡散対に対する拡散方程式の近似解を用いることにより、上記の $\alpha$ 相の特異な溶解挙動を定性的に説明することができる。

#### Physical and Mechanical Properties

#### Elastic Moduli and Internal Frictions of Low Carbon Stainless Steels as a Function of Temperature

By M. FUKUHARA *et al.*

Elastic (Young, shear and bulk moduli, Poisson ratio and Lamé parameter), longitudinal and transverse internal friction values for low carbon and -stainless steels were simultaneously measured over a temperature range 300-1478 and 1475K, respectively, by an ultrasonic pulse sing-around method. These elastic moduli decrease and Poisson's ratio increases with increasing temperature, suggesting activation of shear mode in a high temperature region. Dilational and shear frictions are sensitive to recrystallization, and  $\alpha$  (ferritic)/ $\gamma$  (austenitic) phase transition and solution of precipitated carbide phases into the austenitic matrix, respectively. A relaxation peak with an apparent activation energy of 0.97 eV was observed at around 610 K for the carbon steel.

### 平成5年秋季(第126回)講演大会案内

平成5年秋季講演大会は下記により開催されることになりましたのでお知らせいたします。

期 日 平成5年10月16日(土)、17日(日)、18日(月)

会 場 名古屋市昭和区御器所町

講演申込締切日 平成5年7月8日(木)

### 平成6年春季(第127回)講演大会案内

平成6年春季講演大会は下記により開催されることになりましたのでお知らせします。

期 日 平成6年3月30日(水)、3月31日(木)、4月1日(金)

会 場 東京工業大学(目黒区大岡山2-12-1)

講演申込締切日 平成6年1月7日(金)