

## Preparation and Beneficiation

## Nonisothermal behavior of the oxidation of natural ilmenite pellet

By Kang SUN *et al.*

天然のイルメナイトからコールドボンドペレットを作製し酸化反応速度を検討した。物質移動には擬定常状態を、熱移動には非定常状態を仮定し、非定常非等温の反応モデル式を導出した。このモデルは実測値をかなりよく説明することができた。酸化反応の初期においては、ペレットの中で発生する熱は外部に放出される熱に比べ無視できない程大きくなる事がわかった。このイルメナイトペレットを純酸素で酸化すると、総括反応速度は主として粒子内の拡散により律速され、また、熱移動は反応完結層の低熱伝導性により支配されている。稀釈された酸素でイルメナイトペレットを酸化した場合、酸素濃度が 10 mol% 以下になると、等温反応とした解析することが可能である。

## Factors affecting the sticking of fine iron ores during fluidized bed reduction

By S. HAYASHI *et al.*

流動層内のスティッキング現象と鉄組織に及ぼす鉄鉱石の種類、還元ポテンシャル、硫黄ポテンシャルの影響を調べるために、7 種類の鉱石が実験室規模の流動層内で 900°C で N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> 混合ガスによって鉄相へ還元された。

H<sub>2</sub>S 無添加では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度の低い 5 種類の鉱石が短い繊維状鉄や多孔質鉄の生成によってスティッキングした。一方、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 濃度の高い 2 種類の鉱石は鉱石表面に平滑鉄を伴い流動化した。還元ポテンシャルの増加は還元率を高くするが、鉄組織にはあまり影響を及ぼさなかった。FeS が生成し得る H<sub>2</sub>S の添加は粗い多孔質鉄を生成し完全還元近くまで流動化を維持した。

層内の総括金属化過程は、高いガス利用率を伴い水素ガス供給律速下で進行していることが推察された。

以前の試験で用いた鉱石を含めて 19 種類の鉄鉱石に対して得られた結果を基に、スティッキング傾向が、鉄組織、鉄の表面エネルギー、鉱石の外部形状のようないくつかの因子に関係付けて一般化されている。

## Determination of gas flow pattern in a test coke oven charge and its time variation by tracer technique

By T. KOJIMA *et al.*

炉幅 45 cm, 炉長 85 cm のコークス試験炉にトレーサー法を適用し、内部の生成ガス流れを決定することを試みた。炉の底部近くより 2 種類のトレーサーを炉長方向に均一に送入し、上部に炉長方向中央部および上昇管でのガスサンプリングを 2 時間おきに行った。上昇管でのトレーサーガス濃度より全生成ガス量を求めた。

乾留の中期では、炉壁近くより送入したアルゴンは層の中心側のサンプルからはほとんど検出されなかった。送入したアルゴンはすべて炉壁付近を上昇するものと仮定し、アルゴン濃度の高さ変化から炉壁付近の生成ガスの流量を求めた。また石灰層に送入したヘリウムの、炉壁付近の濃度変化から、石炭層から炉壁に向かう流量を求めたが、乾留の中期ではその流れが見られなくなることがわかった。これはプラスチックゾーンの流通抵抗によるものと考えた。乾留の後期では両トレーサーガスは層内を均一に上昇した。

## Flow direction and resistance of produced gas in a one-dimensional carbonization apparatus

By T. KOJIMA *et al.*

コークス炉の炉幅方向を一次元的にシミュレートする乾留炉を用い、生成ガスの流れ方向の変化および層の流通抵

抗の測定を行った。

石英管に充填された石炭をその一端（壁側に相当）から一定の昇温速度の下で加熱し、1273 K 一定に保った。他端は層中央側に相当し、最後に炉に入る。第一の実験は両端を開放して行った。乾留の終期を除き、ほとんどのガスは壁側から流出した。壁側に微少な圧力を与えると、乾留の初期と中期後半では流出は中心側に変化した。しかし、中期前半ではほとんどが壁側に流れた。第二の実験では一端を閉じて同様に行ったところ、壁側を閉じた場合のみ、中期前半で壁側の圧力が急上昇し、ガスの流出が止まった。最後の実験では窒素を強制的に薄い石炭層に流した。層が約 773 K に至ると、流れ方向によらずランダムな流通抵抗の増大が見られた。これらの結果は、773 K 程度で溶融層がガス発生場所と中心側の端との間に形成され、この流通抵抗が大きいために得られたものと考えた。

## Analogue diagrams for process metallurgists (Review)

By A. RIST

平成 4 年 4 月 1 日 クレストホテル津田沼で行われた湯川メモリアルレクチャー。

## Smelting and Refining

Computational study on structure of non-crystalline oxides 2 MeO·SiO<sub>2</sub> (Me = Mg, Ca, Sr, Ba, Fe)By D. K. BELASHCHENKO *et al.*

Atomic models of the series of amorphous and liquid oxides 2 MeO·SiO<sub>2</sub> (Me = Mg, Ca, Sr, Ba, Fe) containing approximately 500 ions in the basic cube with periodic boundary conditions were built with the help of continuous static relaxation (CRS) and molecular dynamics (MD) methods. The structural and thermodynamic properties of oxides at T = 0 and 2000 K depending on the Me<sup>2+</sup> ion radius analysed. We discovered the structural transformation of the oxide at Mg → Ca transition in the series, which is caused by the Me<sup>2+</sup> ion radius change. The polymerization constants of the polymer theory of slags were calculated. The MeO oxide activity is not equal to the ion fraction of the "free ions O<sup>2-</sup>".

## Behavior of Hg-air vertical bubbling jets in a cylindrical vessel

By M. IGUCHI *et al.*

円筒容器内の水銀浴中に底面の中央に設けた単孔ノズルから空気を吹込んだときに形成される上昇気泡噴流に着目し、ガスホールドアップ  $\alpha$  と気泡頻度  $f_B$  を電気探針法を用いて測定した。本実験結果ならびに従来の実験結果に基づいて  $\alpha$  と  $f_B$  ならびに平均気泡上昇速度  $U_B$  に対する実験式を吹込みガス流量  $Q_g$ 、ノズル径  $d_n$  の関数として導いた。さらに液体と気体の密度比が水-空気系と水銀-空気系の密度比の間にある任意の気泡噴流に対する  $\alpha$ 、 $f_B$  および  $U_B$  の推算式を提案した。

## Solidification Processing

## Melting of titanium and its alloys using a plasma progressive casting furnace

By H. YAMADA *et al.*

PPC はチタン及びチタン合金の一次溶解用に開発された溶解炉であり、水冷モールド内に連続的に装入される原料を不活性ガス雰囲気中（大気圧）でプラズマアークにより溶解し、同時にモールドの底を連続的に引下げることにより積層凝固したチタン鑄塊を得る連続溶解鑄造プロセスである。PPC-VAR プロセスは従来の消耗電極式真空アーク溶解法によるチタン溶解の複雑な工程を簡素化し、かつスクラップ使用量に制限がないため今後のチタン溶解法の主流になると考える。

PPC-VAR で製造したチタン、チタン合金は従来の VAR 再溶解法で製造したものに比較し成分、機械的性質、耐食

性いずれも同等であり、AMS, ASTM等の規格を十分満足する。また W-ThO<sub>2</sub> 陰極起因の HDI は操業条件の適正化により発生は全くない。

また PPC 操業技術については Ar+He プラズマガス技術による溶解効率の up, 赤外線熱画像処理技術による溶解自動コントロール化など大幅に進歩している。本論文でこれらの内容をとりまとめて報告する。

### Microstructure

#### Retained austenite in 0.4 C-Si-1.2 Mn steel sheet intercritically heated and austempered

By O. MATSUMURA *et al.*

冷間圧延し、フェライト・オーステナイト二相共存域で均熱後オーステンパー処理を施した 0.4 C-1.2~2.0 Si-1.2 Mn 鋼における残留オーステナイト ( $\gamma_R$ ) の生成機構を調べた。上記の鋼に存在する径 2~3  $\mu\text{m}$  以下の塊状  $\gamma_R$  と、従来から安定であると報告されている、オーステナイト単相域で均熱後オーステンパー処理した、より C 量の高い C ( $\geq 0.6$ ) -Si-Mn 鋼に存在するフィルム状のフェライトラス間  $\gamma_R$  とは、生成場所や形態こそ異なるが、C 濃化による化学的な安定性の点では全く同質であることが判明した。安定な塊状  $\gamma_R$  の生成は、二相域均熱時に生ずるあまり大きくない塊状オーステナイト粒の存在に起因すると思われる。Si 添加は、恒温保持におけるオーステナイト中の C 濃度の最大値 ( $C_{\gamma_{max}}$ ) そのものには影響しないが、 $C_{\gamma_{max}}$  となる時点での炭化物析出量を減少させ、 $\gamma_R$  量を増加させる。

#### Effect of austenite grain size on sulfide stress cracking resistance of low alloy martensitic steels

By H. ASAHI *et al.*

硫化物応力割れ (SSC) 抵抗性におよぼす結晶粒径の影

響は、重要な材料因子であるにもかかわらず十分に明らかではなく、矛盾する実験結果もある。本研究では、低合金焼戻しマルテンサイト鋼での旧オーステナイト粒径の影響を化学成分との関係を考慮して、定荷重型の SSC 試験により検討した。各々の材料の SSC 発生限界応力と材料の降伏強度の比 ( $R_s$  値) は、材料の降伏強度が上昇してある値を超えると低下し始める。この値を  $\sigma_c^{85}$  と言い、SSC 破面の観察から  $\sigma_c^{85}$  は粒界破面が発生する最小強度であることがわかる。 $\sigma_c^{85}$  は結晶粒径が細かくなると共に大きくなる。しかし、 $\sigma_c^{85}$  以下の降伏強度での  $R_s$  値は結晶粒径の影響を受けない。また、同一結晶粒径での  $\sigma_c^{85}$  は化学成分の影響を受ける。しかしながら、 $R_s$  を引張強度との関係で見ると結晶粒径の影響は観察されない。従って、結晶粒径が小さくなると細粒化強度により見かけ上  $\sigma_c^{85}$  が上昇するのだと考えられる。

#### Magnetic anisotropy caused by the formation of stress-induced martensite in small iron particles in a copper matrix

By T. FUJII *et al.*

Cu-1.53 mass% Fe 合金単結晶の [419] 方向から引張または圧縮応力を加えて、銅母相中に分散した微小鉄粒子に応力誘起マルテンサイト変態を起こさせた。この試料と、その後さらに焼鈍を施した試料の磁気異方性を、(111) 面まわりの磁気トルクを測定することによって調べた。その結果、磁気トルク曲線の形と振幅は、外力の向き (引張か圧縮か) と焼鈍時間によって、大きく変化することがわかった。実験で得られたさまざまなトルク曲線を、理論的に予想できる曲線と比較・検討したところ、(i) 24 時間の Kurdjumov-Sachs バリエーションの内、応力の向きに依存した特定のバリエーションの  $\alpha$ -鉄粒子の優先発生、(ii) 焼鈍にともなう球状から棒状への  $\alpha$ -鉄粒子の形状変化、が磁気異方性測定によって容易に検出できることがわかった。

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。

