

Preparation and Beneficiation

Effect of Burden Distribution Pattern Gas Flow in a Packed Bed

By J. CHEN *et al.*

高炉への高微粉炭 (PC) 吹き込み時は鉱石層が厚くなり、シャフト部で通気抵抗の上昇が予想されることから、装入物分布の最適化が必要となる。

本研究の目的は理論及び実験的に高炉における装入物分布がガス流動に及ぼす影響を明らかにすることであり、充填層は Ergun 式、上部空間は $k-\epsilon$ 乱流モデルにより構成される 2 次元数学的モデルを開発した。層の傾斜角 (θ)、層の総数及び層厚比 (L_o/L_c) が異なる種々の条件下でガス流速を変化させ、充填層における流動現象を検討した。

結果として、以下のことが明らかとなった。

- 1) 層高が一定の条件で $L_o/L_c < 2$ の範囲では、 L_o/L_c が大きくなるにつれ圧力損失は急激に上昇する。また、 θ 及び層数が増加するにつれ圧力損失は減少する。
- 2) 高 PCI 操業時の圧力損失を低下させるためには、層厚をうすくしコークスを中心に装入することが有効である。

Swelling of Iron Ore Pellets by Statistical Design Experiment

By T. SHARMA *et al.*

In the present investigation an attempt has been made to study the swelling behaviour of iron oxide pellets made from chemically pure iron oxide and natural ore Bailadila Mines. The tests were conducted under isothermal conditions. The variable parameters studied are reduction temperature, time, partial pressure of H_2 and CO , flow rate, firing temperature, firing time, porosity of pellet and additives like CaO , MgO , SiO_2 , and Al_2O_3 . The experiments were statistically designed so that the effect of each variable and interactional effect of different variables can be quantitatively assessed. Swelling index of the pellet has been found to be maximum at a critical rate of reduction, which is controlled by reduction temperature, reducing gases, partial pressure and flow rate. Firing temperature and time have been found to affect swelling index of pellet by affecting porosity. Addition of CaO , MgO and SiO_2 has been found to decrease the swelling index of the pellet. The application of the results to practical steel makers has also been discussed.

Striving for More and Better Steel-Behind Closed Door and in the Open (Review)

By S. XIANGHUA

平成 4 年 4 月 2 日 クレストホテル津田沼で行なわれた湯川メモリアルレクチャー。

Smelting and Refining

Activity of $FeO-MgO-SiO_2$ System Determined by High Temperature Mass SpectrometryBy M. KOWALSKA *et al.*

Using the Knudsen-cell mass-spectrometric technique, coupled with an analysis based on the Gibbs-Duhem integration of mass spectral ion-intensity ratios, activities have been obtained for the molten $FeO-MgO-SiO_2$ system. The thermodynamic activity of FeO has been determined as a function of FeO content (0.1-0.9 mole fraction FeO) across the ternary section defined by an MgO to SiO_2 mole fraction ratio of unity. A significant positive deviation from ideal solution be-

havior is found for the FeO activity.

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

By M. SHEIKHSHAB BAFQHI *et al.*

グラファイトによる溶融スラグ中酸化鉄の還元に関する速度論的研究を行った。基本スラグ中の SiO_2 のモル分率は 0.33 から 0.50、スラグ塩基度は 1 から 2 の範囲で変化させた。実験温度は $1300^\circ C$ とした。酸化鉄の還元速度はスラグ組成の影響を強く受けた。浸透率を用いて計算した物質移動係数の値より、塩基度が 2 のスラグの場合反応速度はスラグ側物質移動により律速され、塩基度が小さいスラグの場合化学反応抵抗が大きいことが推定された。後者のスラグについて混合律速モデルを適用し、みかけの反応速度定数を計算した。みかけの反応速度定数はシリカ活量の増加とともに減少した。また、スラグ中に P が存在することにより、みかけの反応速度定数は小さくなった。これらの挙動は、界面活性成分の界面への吸着により反応速度が敏感に影響されることを示している。

Flow Characteristics by Induction and Gas Stirring in ASEA-SKF Ladle

By S. CHUNG *et al.*

A numerical study was performed for the three-dimensional turbulent fluid flow in the ASEA-SKF ladle. The recirculatory flows are induced by an electromagnetic force field and/or injection. The effect of each stirring method and that of combined stirring on the flow characteristics were examined.

Induction stirring was superior to gas stirring for the removal of non-metallic inclusions due to the flow pattern with a less stagnant region. As for the mixing effect, however, gas stirring was more effective than induction stirring. From the numerical results, combined stirring of the induction and gas stirring was suggested, so that it was more effective than each individual stirring method. The numerical results compared with the data from the field operations, which showed good qualitative agreements.

Microstructure

The Spheroidization of Cementite in a Medium Carbon Steel by Means of Subcritical and Intercritical Annealing

By D. HERNÁNDEZ-SILVA *et al.*

The spheroidization of cementite at subcritical and intercritical temperatures was studied quantitatively by evaluation of a shape factor for the cementite particles. It was found that the degree of spheroidization, as determined by the values of the shape factor, was markedly accelerated by treatments consisting in either (i) subcritical annealing after cold deformation or (ii) intercritical annealing followed by subcritical annealing. Nevertheless, some differences were found among the microstructures resulting from the above treatments, which were related to the mechanisms of cementite formation in each of them. Also, the kinetics of austenitization during intercritical annealing was found to be accelerated by previous deformation, and the analysis of the formation of austenite at intercritical temperatures in terms of an Avrami equation was consistent with an "effective" saturation of ferrite-pearlite boundaries with austenite nuclei, followed by a planar mode of mode of growth into the pearlite nodules.

Epitaxial Growth of Zn and Zn-Ni Electrodeposits on Steel Sheets

By A. SEKI *et al.*

Fe 基板上に成長させた Zn および Zn-Ni 合金電析膜について結晶学的側面、とくに優先方位関係を実験と O-格子理論の両面から検討した。TEM 観察の結果、純 Zn および Zn-5.6at.% Ni 合金の hcp 構造をもつ α 相は Fe 基板とパーガース (BG) の関係にあることがわかった。これは O 格子理論の予測と一致する。ただし、理論計算において合金化の効果は格子定数の変化のみを考えた。Zn-Ni 合金の γ 相は基板 Fe に対し平行な方位関係を有する。これも O-格子理論による計算と矛盾しない。

Effects of Volume Fraction and Stability of Retained Austenite on Ductility of TRIP-aided Dual-phase Steels

By K. SUGIMOTO *et al.*

0.2C-(1.0~2.5)Si-(1.0~2.5)Mn(mass%)TRIP 型複合組織鋼中に存在する残留オーステナイトの体積率およびその安定性 (C 濃度, Ms 点) に対する Si および Mn 添加量の影響が調査された。ついで、上記残留オーステナイト因子と常・中温域での延性ととの関係が残留 γ のひずみ誘起変態挙動の面より検討された。

2.5 mass% Mn 鋼を除き、Si および Mn 添加量が増加するにともない、初期残留オーステナイト量は増加し、その C 濃度は低下した。これらの鋼の延性は 23°C から 175°C の間のある温度 (ピーク温度) で最大となった。そのピーク温度は鋼によって異なり、残留 γ のひずみ誘起マルテンサイト変態が適度に抑制される温度とはほぼ一致した。また、ピーク温度 T_p (°C) は C 濃度から予測された残留オーステナイトの Ms 点 (°C) と次式のように関係づけられた。 $T_p = 3.04Ms + 187$ 。ピーク温度での強度・性バランスは初期残留 γ 量の増加にともない直線的に増加した。

Effect of Initial Orientation on the Cold Rolling Behavior of Solidified Columnar Crystals in a 19%Cr Ferritic Stainless Steel

By N. TSUJI *et al.*

多結晶体中の結晶粒の冷間圧延挙動に及ぼす初期結晶方位および隣接粒による拘束の影響を明らかにすることを目的として、19%Cr フェライト系ステンレス鋼の凝固柱状晶材を用いた実験を行った。圧延前 $\{001\} \langle uv0 \rangle$ 集合組織を有する柱状晶材は、70% 圧延後 $\{001\} \langle 110 \rangle$ 集合組織を示した。個々の粒の圧延組織および圧延時の方位回転は、初期結晶方位の影響を強く受けることが明らかとなった。すなわち、(001) [100] 初期方位を持つ粒は 70% 圧延後に多数の微細な筋状組織よりなる圧延組織を示すが、(001) [110] 初期方位粒は均一で特徴のない圧延組織を示す。また (001) [510]-[320] 初期方位を持つ粒では均一なマトリクス中の主に粒界近傍に筋状の変形組織が見られた。(001) [100] および (001) [110] 方位粒が圧延後もほぼ方位を維持したのに対して、(001) [510]-[320] 初期方位粒は (001) [110] への方位回転を起こした。(001) [100] 方位粒が初期方位を維持したことは、従来同方位単結晶で報告されている結果と大きく異なる。この原因について隣接粒の相互作用に注目して考察を行った。

Mechanical Behavior

R&D Trends of Advanced Metal Matrix Composites and Fracture Mechanics Characterization (Review)

By K. HIRANO

航空宇宙分野において先進構造用複合材料の研究開発が積極的に進められている。それらの先進複合材料を一次構造部材へ適用することを考えると、その構造健全性を確保する観点から損傷許容性の評価は重要かつ緊急の研究課題である。本研究の最終目標は微視的破壊メカニズムの解明と特性評価研究を通して高性能 (高強度、高靱性および耐久性に富む) な金属基複合材料の材料設計指針を確立することにある。本報では、日本における先進複合材料の研究開発動向を展望するとともに、損傷許容性の評価に関連して短繊維および連続繊維強化金属基複合材料の最近の破壊

力学特性評価研究を概観した。併せて、特性評価試験法の技術開発に関連する研究課題に触れた。最後に、金属基複合材料の試験評価法の標準化動向と標準化のためのラウンド・ロビン試験における二〜三のトピックスについて紹介した。

A Mathematical Model to Predict the Mechanical Properties of Hot Rolled C-Mn and Microalloyed Steels

By P. D. HODGSON *et al.*

A mathematical model has been developed that predicts the final mechanical properties of hot rolled steels. It consists of submodels for static and metadynamic recrystallization, grain growth and the transformed ferrite grain size. Each submodel was characterised for a wide range of C-Mn and HSLA steels. The total microstructure model has been integrated into process models and evaluated using production data for plate, structural, bar and strip rolling. Results to date indicate that the accuracy of the model is excellent and is suitable for the evaluation of new steel grades and the development of optimised thermomechanical processing routes.

Plastic Behaviour of TiAl Crystals Containing a Single Set of Lamellae at High Temperatures

By Y. UMAKOSHI *et al.*

“方向制御した層状組織を有する TiAl 結晶の高温変形挙動” TiAl の変形挙動に及ぼす層状組織の影響を調べるため、一方向に方向制御した層状組織を有する TiAl 結晶を作成した。この結晶を圧縮変形することにより、応力軸と層界面のなす角 (ϕ) および変形温度の変形挙動に及ぼす影響を調べた。 $\phi = 90^\circ$ の時、降伏応力は変形温度の上昇と共に増加し、500°C 近傍でピークを示す。このような異状強化現象は、微細かつ均一に分布した層状組織を有する場合に、より顕著であった。これは層状組織を形成する α_2 相中の $\langle 112 \rangle$ 転位の独特の変形挙動に起因するものと考えられる。

一方、 $\phi = 45^\circ$ および 0° の場合、降伏応力の温度依存性は小さく、その変形は母相である γ 相の変形挙動が強く反映される。また変形能改善と云う観点からすれば、鈍面すべりが重要であり、 α_2 相中でのこのすべりの活性化なくしては α_2/γ 層界面での変形歪の緩和が充分行なわれず、クラック発生の原因ともなる。バナジウムの添加は、このような鈍面すべりの活性化を促し、延いては TiAl の変形能改善をもたらすことが明らかとなった。

Materials Characterization and Analysis

X-ray Fluorescence Analysis of Ti-Ba-Ca-Cu-O Superconductors Microdroplet Analysis-FP Method

By S. MORI *et al.*

超電導体 $Tl_2Ba_2Ca_nCu_{n+1}O_x$ ($(22n \cdot n + 1)$) の蛍光 X 線分析法を検討した。未知試料調製は、有毒なナトリウムが溶解中に揮散する (ガラスビード法) のを避け、分析時の真空引きの際成型された粉体の一部が装置外に排出される (ブリケット法) 危険を避けるため、ろ紙点滴法に依った。組成算出は、標準試料が市販されていないためファンダメンタルパラメータ法に依った。未知試料および標準試料はろ紙上に超電導体を 0.353mg/cm² 滴下することにより調製した。滴下量は、高い PB 比と感度を維持し、試料厚さおよび吸収励起の影響が小さい値とした。その結果、 Tl_2O_3 , BaO, CaO および CuO につき (2223) でそれぞれ 0.70, 1.06, 0.17 および 0.29wt%, (2212) でそれぞれ 0.53, 0.73, 0.14 および 0.19wt% と比較的良好な正確度を得た。

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。

ブックレビュー

- **Materials Science and Technology 全 18 巻** ● R. W. Cahn P. Haasen E. J. Kramer 総括編集
 1990 年以降各巻ごと VCH 出版協会(独)発行
 B5 変形判, 各巻 800 頁前後, 各巻定価 53,750 円 (第 5 巻のみ 58,050 円)
 全巻一括予約購入の場合は各巻 45,000 円(第 5 巻のみ 48,600 円)

材料を対象にした科学・工学叢書はこれまでも数多く出版されているが、それらは百科辞典的な概説かあるいは専門家向けの論述のいずれかを指向している場合が多かった。これに対して Materials Science and Technology 全 18 巻は「百科辞典的な記述よりは詳しく、専門的論文よりは平易に」という方針で編集されており、材料を製造する側と利用する側の幅広い研究者・技術者を読者対象としている。

この全書はそれぞれの分野の専門家 200 余名の手で執筆・編集されたもので、B. Pickering の編集による第 7 巻は鉄鋼材料を対象としている。この巻は Fe-C 状態図や鋼の微細組織の解説にはじまり強度・靱性・延性などの基本特性、製鋼・熱処理などの製造技術、各種製品の特色やそれらの利用技術までが最新の情報を含めて全 17 章で構成されている。各章ごとに担当著者が異なるので同一項目がいくつかの章で重複している部分も多いが、それぞれ視点を変えて読みやすい英文で記述されている。索引を利用して、ある一つの項目に関する複数の解説を読み合わせることによりその項目に関する多面的な理解が可能となる。

また第 7 巻と関連する主要基盤分野の詳細な解説は独立した別巻としても編集されており、たとえば第 5 巻「相変態」・第 6 巻「塑性変形と破壊」などによってさらに理解を深めることができる。このほか非鉄金属・セラミックス・高分子材料などの解説もこの叢書に含まれており、今後も巻ごとに逐次発行される。

高価な図書ではあるが、材料を勉強する専門課程の学生や材料開発にかかわる研究者・技術者あるいは材料以外の専門分野の人達にも役立つ図書であり、大学・研究所・企業などの活用が期待できる。

(新日本製鉄(株) 阿部光延)

| 巻 | 内 容 | 編 集 者 | 発刊年月 |
|----|---------------------------|------------------|---------|
| 1 | 固体の構造 | V. Gerold | |
| 2A | 材料の構造解析 (第 I 部) | E. Lifshin | 1992 |
| 2B | 同 上 (第 II 部) | 同 上 | |
| 3A | 金属・セラミックスの電子構造と特性 (第 I 部) | K. H. J. Buschow | 1991,12 |
| 3B | 同 上 (第 II 部) | 同 上 | |
| 4 | 半導体の電子構造と特性 | W. Schroter | 1991,9 |
| 5 | 金属の相変態 | P. Haasen | 1990,9 |
| 6 | 材料の塑性変形と破壊 | H. Mughabi | |
| 7 | 鋼の組織と特性 | F. B. Pickering | 1991,9 |
| 8 | 非鉄合金の構造と特性 | K. H. Matcha | |
| 9 | ガラスとモルファス材料 | J. Zarzycki | 1991,6 |
| 10 | 原子力材料 | B. R. T. Frost | |
| 11 | セラミックスの構造と特性 | M. Swain | |
| 12 | 高分子材料の構造と特性 | E. L. Thomas | |
| 13 | 複合材料の構造と特性 | T. W. Chou | |
| 14 | 医用・歯科用材料 | D. F. Williams | 1991,12 |
| 15 | 合金の製造技術 | R. W. Cahn | 1991,6 |
| 16 | 半導体の製造技術 | K. A. Jackson | |
| 17 | セラミックスの製造技術 | R. J. Brook | |
| 18 | 高分子材料の製造技術 | M. Gottlieb | |

註) 発刊年月はこの紹介記事掲載決定時点の情報を後日追記します。