

今回行った Sinter/HIP サイクルは、大きく分けて、①高温真空脱気、②ガス圧焼結、③HIP の三段階からなる。これらの三段階の中で重要な因子は、ガス圧焼結段階の N_2 ガス圧、HIP 段階のガスの種類、ガスの圧力、HIP 時間である。この中で最も重要な因子は、ガス圧焼結段階における N_2 ガスであった。このガス圧は 1 MPa 以下でなければならず、それ以上にすると焼結体の強度は急激に低下した。HIP 段階で用いるガスは、通常 N_2 であるが、検討の結果、0.5 vol% N_2 (1 MPa) + Ar (190 MPa) の混合ガスを用いても、純 N_2 を用いた場合と同程度の強度を持った焼結体が得られた。また、この混合ガスの圧力は 120 MPa で十分であった。さらに HIP 時間は焼結体が十分緻密化する範囲で短くすべきであった。

Evolution of Microstructure and Grain Growth in ZrO_2 - Y_2O_3 Alloys

By Yu-ichi YOSHIKAWA *et al.*

4 mol% および 8 mol% Y_2O_3 を安定化剤として含むジルコニアセラミックスについて高温における微細組織形成と結晶粒成長について調べた。十分な熱処理の後、 ZrO_2 -8 mol% Y_2O_3 は、立方晶単相 (*c*- ZrO_2) であるのに対して、 ZrO_2 -4 mol% Y_2O_3 は、それぞれ平衡状態図より予想される組成を持つ *c*- ZrO_2 と正方晶 (*t*- ZrO_2) の結晶粒から構成される二相混合組織が形成された。この組織は、粒内に析出物を含む PSZ の組織とは異なり、Dual-Phase 組織とよばれるものである。*c*- ZrO_2 単相における結晶粒成長は、2 乗則で示された。一方、二相混合組織の結晶粒成長は、単相のものに比べてはるかに遅かった。二相混合組織の結晶粒成長速度は、お互いの粒の成長が他相の粒によってピン止めされ、それぞれの粒成長が Y^{3+} イオンの結晶粒界拡散によって支配される 4 乗則で記述されるものであることがわかった。

Regular Papers

Preparation and Beneficiation

Thermogravimetric Studies on the Reoxidation of Direct Reduced Iron at High Temperatures

By Amitava BANDOPADHYAY *et al.*

Thermogravimetric (TG) data on reoxidation behaviour of a Particular type of sponge iron (coal based sponge iron) are mainly reported in this paper. While emphasis is on isothermal kinetics, some non-isothermal TG data are also Presented. The data have been analysed using the reduced time plot and the activation energy values evaluated using both integral and differential approaches. The kinetic analysis developed has been used to establish the reaction mechanism which is found to be essentially of the first order. The paper also dis-

cusses the general importance of high temperature studies in the assessment of reoxidation behaviour of sponge iron and how the outcome of this investigation may be useful for devising means to protect sponge iron against reoxidation and spontaneous combustion.

Smelting and Refining

A Mathematical Model for Particle Size Distribution in Bell-type Charging at Blast Furnace Top

By Takanobu INADA *et al.*

ベル式高炉の炉頂部における半径方向粒径分布を推定する数式モデルを開発した。本モデルは少数の固定パラメータを用いて多粒径系における半径方向平均粒径分布とともに各粒度ごとの半径方向堆積分布を推定できる。

モデルの構築にあたり次の知見を考慮した。炉内における粒子の堆積分布は、斜面上の分級過程および堆積過程によって決定される。分級過程の素過程は、節として機能する粗粒で形成される空隙を細粒が通りぬけるパーコレーションである。パーコレーションを支配する主要因は、粗粒と細粒の粒径比および斜面上を流下する粒子流内の速度分布である。モデルの妥当性を種々の炉は径および装入条件の高炉における填充調査結果によって検証した。

モデルを和歌山第 4 高炉での大ベル開ストローク短縮テスト時の半径方向粒径分布の予測に適用した。本モデルおよびガス流分布数式モデルの予測通り、周辺ガス流の低下および通気抵抗の減少が実炉計測装置で検知された。

Solidification Processing

Effect of Graphite Morphology on Shrinkage Cavity Formation of Spheroidal Graphite Iron Cast in Metal Mold

By Tadashi KITSUDOU *et al.*

無押湯方案の金型に鑄造された過共晶球状黒鉛鑄鉄の引け巣形成に及ぼす黒鉛晶出形態の影響を述べる。

3.5—3.6% C の溶湯において、Si 量を 3% 以上 (炭素当量 CE で 4.5 以上) に増加すると粗大球状黒鉛が観察され、Si 量の増加 (CE の増加) とともにその粒数は増加した。粗大黒鉛が約 10 個/mm² 以上になると引け巣欠陥が観察され、その面積も粗大黒鉛の粒数の増加とともに増加した。

3.8—3.9% C の高炭素溶湯では、2.6—3.0% Si で 25—30 個/mm² の粗大黒鉛が観察されたが、引け巣欠陥は観察されなかった。一方、3.3% C の低炭素溶湯では、3.7% Si においても粗大黒鉛は観察されないが、引け巣欠陥が生じた。

粗大黒鉛は注湯前に存在していたものと考えられる。この粗大黒鉛晶出により、注湯後に金型内で晶出する黒

鉛は減少する。このため、黒鉛晶出による膨張量が減少し、引け巣欠陥が発生したものと考えられる。

黒鉛組織の画像解析結果によると、金型内での凝固時に、3.3% C 以上に相当する黒鉛量が晶出すれば、健全な鑄鉄が得られることが判明した。

Mechanical Behavior

Fretting Fatigue of High Strength Steels for Chain Cables in Sea Water

By Kozo NAKAZAWA *et al.*

引張強さが 490, 690 および 880 MPa の高張力鋼について、海水中自然腐食下のフレットング疲労試験を行い、疲労寿命におよぼすフレットング損傷の影響を調べた。高応力振幅では強度の高い鋼ほど海水中フレットング疲労寿命は長い。低応力振幅では、すべての鋼の海水中フレットング疲労寿命は通常の腐食疲労寿命の 10—20% に低下し、鋼の強度に関係なくほぼ同じ寿命を示した。海水中フレットング疲労寿命は大気中のそれより短く、 10^7 回のフレットング疲労強度は大気中より海水中の方が低い。フレットング疲労被害はあるフレットング繰返し数以上で飽和した。この飽和は、海水中にフレットング疲労ではその寿命の 0.005% 以下のフレットング繰返し数で生じたが、大気中フレットング疲労では約 30% で生じた。海水中疲労寿命は、わずかな繰返し数のフレットング損傷によって低下することが示された。

Determination of the α/γ Equilibrium in the Iron Rich Portion of the Fe-Mn-Al System

By Kazunori SATO *et al.*

Fe-Mn-Al 三元系の 1073, 1273 および 1373 K の各温度における 2—40 wt% Mn および 0.002—11 wt% Al の組成範囲の α/γ 平衡を組織観察および X 線回折法に

より実験的に決定した。特に 1273 K では ($\alpha + \gamma$) 二相領域における平衡共役線を X 線マイクロアナライザーを用いた共存 α 相および γ 相の組成分析により決定した。これらの等温断面図における ($\alpha + \gamma$) 二相共存領域は狭く、温度の上昇とともに、より狭くなる傾向を示す。さらに実験的に決定した α/γ 平衡を正則溶体近似の熱力学的計算結果と比較検討した。三元系の相互作用パラメータの寄与を 0 と仮定して計算した場合、 α/γ 平衡線はいずれの温度においても約 10 wt% Mn 濃度以下の領域での測定結果と良い一致を示した。10 wt% 以上の高 Mn 濃度領域では測定結果より狭い γ 相領域を示した。

Progress in Structural Materials for Use in Heavy Industries in the Past 30 Years and in the Future (Special Lecture)

By Yoshinori SAIGA

第 116 回本会講演大会 (1988 年 11 月大阪大学) において行われた浅田賞受賞記念講演を英訳したものである。

Surface and Environment

Evaluation of Al_2O_3 and TiN Coating on Hastelloy XR Alloy under Aggressive Conditions (Note)

By Masami SHINDO *et al.*

Instrumentation; Testing; and Management

A Note to the Single-size Approximation of Mist Flow in a Nozzle (Note)

By Natsuo HATTA *et al.*

会員には「鉄と鋼」あるいは「ISIJ International」(1989 年 1 月より「Trans. ISIJ」より改題) 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。