

影響を精度良く記述できるとともに、架橋形成現象などの異常な固体流れ現象を記述できることが判明した。

### Two Dimensional Analysis on the Formation Process of Burden Distribution at Blast Furnace Top

By Yoshimasa KAJIWARA *et al.*

高炉炉頂の装入物分布形成過程を、個々の粒子の運動方程式とスライダーを持つ Voigt-Kelvin レオロジーモデルで表される構成方程式に基づく数式モデルを用いて、動的かつ定量的に検討した。数式モデル推定精度向上のため、装入物分布形成過程における粒子の運動エネルギー散逸を表すダッシュポット係数を実験的に決定した。数式モデルを適用して以下の知見を得た。斜面角度は装入の全期間において原料堆積挙動に顕著な影響を及ぼす。装入量を増加すると装入速度の増加をもたらす。その結果、堆積角が低下する。斜面上の粒径偏析現象を数式モデルで定量的に評価できる。細粒の斜面への装入条件を変更すると、斜面での細粒分布および堆積プロファイルが変化する。装入時間を増加して装入速度を低下すると、流動状態にある原料の層厚が減少し、斜面での細粒の分級が促進される。

### Research Note

#### A Method for Determining Steady State Temperature Distribution within Blast Furnace Hearth Lining by Measuring Temperature at Selected Points

By K. KURPISZ.

A method for determining steady state temperature distribution in a blast furnace hearth lining is given. The isotherms can be determined by solving so called inverse heat conduction problem, taking into account data obtained by measurements of temperature at selected points within the lining. An example is given.

### Research Articles

#### Analytical Study on Subsonic Nozzle Flows of Gas-particle Mixture

By Natsuo HATTA *et al.*

ガスと粒子の混相流体の一次元ノズル内流れを支配する方程式の系が、粒子径が連続的に変化する分布関数をもつ場合に拡張された。これらの方程式の系を用いて、数値実験がなされている。数値実験においては、連続鑄造の二次冷却帯に適用されているミストのノズル内流れが考えられ、水滴の半径は1から50 [μm]まで分布しているとし、また、ノズル形状は断面積に変化のないパイプを対象として計算が行われた。このようにして得られた結果に対して数値的な検討が加えられ、流れの特性は、気水比、よどみ点圧力およびノズル形状に大きく支配されることが指摘されている。

#### Factors Affecting Equiaxed Zone Generation in Electromagnetic Stirring

By Sumio KOBAYASHI *et al.*

等軸晶生成に最も効果的な要因を特定するため、一連の電磁攪拌試験を行った。生成した等軸晶領域の大きさは、乱流 kW モデルに基づいて計算した壁面剪断力と良い相関のあることが分かった。この相関はデンドライトアームの再溶解理論および機械的破断理論の両者と整合性がある。

#### Representation of Phosphorus and Vanadium Equilibria between Liquid Iron and Complex Steelmaking Type Slags

By Åke BERGMAN.

The relation between phosphate capacity and different scales of optical basicity is examined and discussed.

The coexistence of monomer and dimer phosphate ions is considered and the amount of phosphorus as monomer phosphate ions is related to the slag phosphorus content. Excellent relationship is found between phosphorus capacity, temperature and theoretical optical basicity.

Optical basicities of  $TiO_2$  and  $VO_2$  are derived and a linear relationship is found between the vanadate capacity,  $C_{VO_4^{3-}} = (\%VO_4^{3-}) / [\%V] [\%O]^{3/2}$ , and the optical basicity of basic steelmaking type slags.

#### X-ray Fluorescence Analysis of Alloy-electroplated Coatings on Steel with K and L Series Emissions

By Yoshiro MATSUMOTO *et al.*

Fe-Zn および Ni-Zn 合金電気めつき皮膜が蛍光X線法により分析された。L系列での臨界厚さは、K系列での臨界厚さより薄い。通常の皮膜の厚さはL系列の臨界厚さより厚く、K系列の臨界厚さより薄い。皮膜の組成が  $ZnL_\alpha$  線の強度だけから定量された。付着量はK系列のX線強度と  $ZnL_\alpha$  線強度から得られた組成とから定量された。

#### Isothermal Forging of Waspaloy in Air with a New Die Material

By Takehiro OHNO *et al.*

新しい金型材料「Nimowal」を用いた大気中恒温鍛造により Waspaloy ディスクを製造した。鍛造は温度1070～1000°C、歪み速度  $10^{-2} s^{-1}$  で、固溶化処理は1010～1038°Cで行った。型の損傷は見られず酸化も問題ない程度であり、Nimowal が大気中恒温鍛造用金型材として実用可能であることを示した。鍛造素材の重量は低減されディスクのマイクロ組織は均一であった。恒温鍛造材のマイクロ組織および機械的性質は普通鍛造材に比べ次のような特徴を示した。

(1) 結晶粒度は主として鍛造温度に依存し固溶化処理温度に依存しない。

(2) 耐力は固溶化処理温度が高くなるほど増加す

る。

(3) クリープ強度が高い。

これらの特徴はマイクロ組織中の転位組織と、粗い  $\gamma'$  粒子の体積率に関連づけられた。恒温鍛造材の強化機構について考察した結果、Hall-Petch の関係に基づく結晶粒度の効果、粗い  $\gamma'$  粒子の Bypass による Orowan 機構、細かい  $\gamma'$  粒子の Cutting による逆位相境界強化、およびマトリクス  $\gamma$  相の摩擦応力からの寄与が解析された。

### Effect of Alloying Elements on Mechanical and Magnetic Properties of Cr-Ni Austenitic Stainless Steel at Cryogenic Temperature

By *Toshihiko TAKEMOTO.*

Cr-Ni オーステナイト系ステンレス鋼の機械的性質および磁氣的性質に及ぼす N, Mn, Ni, Mo などの合金元素の影響を室温から 4K の範囲で調査した。溶接部の極低温での機械的性質についても調査した。N は耐力の温度依存度を高め、極低温での耐力を著しく増大させる。高 N 含有鋼では Mn, Mo および Nb は極低温での耐力を、Ni, Mn は極低温での靱性をそれぞれ増大させる。溶接部の耐力は母材と同等であるが、靱性は母材よりも低い。一方、磁氣的には Mn はネール温度を上昇させ、4K での透磁率を減少させる。極低温での変形に対する  $\gamma$  安定度は次式の Ni 当量にて定量化される。

$$\text{Ni 当量} = \text{Ni} + 0.46\text{Mn} + 11.8\text{N} + 12.6\text{C} + 0.65\text{Cr} + 0.35\text{Si}$$

Ni 当量が高いほど  $\gamma$  安定度が増加し、極低温での変形後の  $\mu$  の上昇が抑制される結果、より安定した非磁性を得ることができる。以上の結果より、Cr-Ni 鋼において N, Mn および Ni を含有させ、さらに Nb を適量含有させることにより溶接部を含めて極低温にて高強度、高靱性でかつ非磁性を有するステンレス鋼を得ることができる。

### Tensile Strength of Bronze-processed Nb<sub>3</sub>Sn Compound with Titanium Addition

By *Shojiro OCHIAI et al.*

973 および 1073 K で 1720 ks までの等温熱処理を行つたチタン添加ブロンズ法多芯 Nb<sub>3</sub>Sn 超電導複合線材の組織と室温での引張挙動を調べた。線材全体の引張挙動、各構成材の容積率および延性構成材（ブロンズ、ニオブおよび銅）が Nb<sub>3</sub>Sn の破断時に負担する応力より、Nb<sub>3</sub>Sn の引張強さを求めた。チタン添加材の Nb<sub>3</sub>Sn の強さは無添加材のそれと同様に、結晶粒径の増加のため、焼鈍温度が高いほど、また焼鈍時間が長いほど低下した。チタン添加・無添加いずれの場合も Nb<sub>3</sub>Sn の強さは結晶粒径の平方根の逆数に比例し、実験的には Hall-Petch タイプの関係式で表すことができた。チタン添加は Nb<sub>3</sub>Sn の強さを低下させた。

会員には「鉄と鋼」あるいは「Trans. ISIJ」のいずれかを毎号無料で配付いたします。「鉄と鋼」と「Trans. ISIJ」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付されます。

## 書 評

### Materials Data for Cyclic Loading

(変動荷重下を使用する材料のデータ集)

C. BOLLER and T. SEEGER 著

変動荷重下を使用する材料のデータは、評価・設計のための道具としてますます重要になっている。これらは材料の力学的特性の比較に役立つばかりではない。近年では疲労寿命を評価する有限要素法計算のための入力データとして使われる機会が増加している。このような要望に応じて、従来とは全く異なる統一的方法によって標準化したデータシートを提供していることが本書の最大の特徴である。4000 以上の実験結果を約 600 のデータセットに集約し、次の 5 分冊から成る。Part A: 非合金鋼, 370 ページ, B: 低合金鋼, 568 ページ, C: 高合金鋼, 550 ページ, D: アルミニウム-及びチタン-合金, 165 ページ, E: 鑄造及び溶接金属, 201 ページ。

それぞれのデータセットは 4 ページ内で、第 1 ページは材料特性値と実験条件の詳細、第 2, 3 ページには静的・変動応力下の応力-歪み曲線(1)、歪み-寿命曲線(2)及び応力パラメーター-寿命曲線(3)がつづく。(1)の静的負荷では、 $\epsilon = \sigma/E + (\sigma/K)^{1/n}$ 、変動負荷では、 $\epsilon_a = \sigma_a/E + (\sigma_a/K')^{1/n'}$  の形にまとめた歪み ( $\epsilon, \epsilon_a$ ) と応力 ( $\sigma, \sigma_a$ ) の関係プロットが示され、 $E, K(K'), n(n')$  等のパラメーター値は第 1 ページの材料特性値表中によめる。(2)では、弾性歪み振幅  $\epsilon_{e,0} = (\sigma_f'/E)(2N)^b$ 、塑性歪み振幅  $\epsilon_{p,0} = \epsilon_f' \cdot (2N)^c$  及び両者の和、の繰返し数  $N$  との関係が図示、パラメーター値は上述同様特性値表中に示される。(3)では、SMITH, WATSON and TOPPER による応力パラメーター、 $P_{SWT} = \{(\sigma_a + \sigma_m) \cdot \epsilon_a \cdot E\}^{1/2}$  を選び、これと  $N$  との関係が図示されている。 $\sigma_m$  は平均応力である。このように実験データが数値化して示されていることから、読者がそれぞれ関心ある方向に加工・利用されるに著しく便利であろう。

(辻川茂男)

B5 判 1854 ページ (5 分冊)

定価 US\$ 463.50/Dfl. 950.00

1987 年 Elsevier Science Publishers B. V. 発行