

High Temperature Processes**Surface Tension Measurements of Liquid Iron-Nickel-Sulphur Ternary System Using the Electromagnetic Oscillating Droplet Technique**By H.-K. LEE *et al.*

Surface tensions of liquid iron-nickel-sulphur ternary alloys as a function of the composition and the temperature have been determined by the oscillating droplet method combined with electromagnetic levitation technique. The natural frequency of the oscillating droplet was evaluated using a Fourier analyzer, and the influence of magnetic field strength on the surface tension was also considered. The temperature dependence of surface tension for the liquid iron and iron-nickel melts containing the surface active element sulphur were found to be positive. This effect may be due to the change of the sign in the entropy terms for the bulk and surface phase caused by the reduced mobility of the surface atoms. Furthermore, iso-surface tension diagram for the iron-nickel-sulphur ternary system at 1873K is given and discussed.

Ironmaking-Reduction**Heat Balance Model to Predict Salamander Penetration and Temperature Profiles in the Sub-hearth of an Iron Blast Furnace**By S.P. MEHROTRA *et al.*

A two dimensional heat balance model has been formulated to predict the temperature profile in the sub-hearth of the blast furnace. The partial differential equation, constituting the model, are solved along with the boundary conditions using the Finite Element Method. From the predicted location of temperature isotherms corresponding to 1150°C, the two dimensional profile of the salamander and its depth of penetration are predicted. Effects of cooling conditions at the side walls and at the bottom of the sub-hearth on the salamander penetration and temperature profile have been discussed.

Steelmaking-Refining**Estimation of Slag-Metal Interfacial Oxygen Potential in Phosphorus Reaction between Fe₃O₄ Containing Slag and Molten Iron with High Carbon Concentration**By P. WEI *et al.*

本報告では、スラグ-高炭素濃度溶鉄間の界面酸素ポテンシャル P_{O_2} を著者らのりん反応についての速度論的研究の結果から推定する。本研究の P_{O_2} の推定方法では、りん反応が脱りんから復りんに変化する時点においてスラグ-高炭素濃度溶鉄系において擬平衡が成立すると仮定する。

実験結果から推定される P_{O_2} の値は $10^{-11} \sim 10^{-10}$ Paのオーダーである。 P_{O_2} はスラグ中の $Fe^{3+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$ の増加とともに増大し、機械的攪拌の強化とともに減少する。バルクスラグの酸素ポテンシャル $P_{O_2,s}$ を正則溶液モデルにより計算した。 P_{O_2} は $P_{O_2,s}$ より2~3桁小さい。Ar-O₂雰囲気を含むガス/スラグ/メタル反応系の同時反応についての数学モデルにより界面酸素ポテンシャルを計算し、実験データから推算値と比較する。モデル計算の結果は実験データから推測された値とよく一致することが示される。

Decarburization and Oxygen Absorption of Molten Iron of Low Carbon Concentration with Blowing Ar-O₂ Mixture of Low Oxygen PressureBy M. SANO *et al.*

低炭素、酸素濃度域における溶鉄の脱炭と酸素吸収に関する速度論的研究を行った。脱炭と酸素吸収の実験はAr-O₂混合ガス(酸素分圧 $1.0 \times 10^{-5} < P_{O_2}(\text{atm}) < 5.5 \times 10^{-2}$, およびガス流量1000(および1900)Ncm³/min)を浴表面上に吹き付けて行った。脱炭および酸素吸収の速度は酸素分圧の増加($P_{O_2} > 5 \times 10^{-3} \text{atm}$)とともに大きくなった。 $P_{O_2} < 1.0 \times 10^{-4} \text{atm}$ の酸素分圧においては、酸素濃度はほぼ一定に保たれた。脱炭と酸素吸収の総括反応速度は脱炭反応を伴わない酸素吸収のみの反応速度よりも大きく、ガス側酸素の物質移動のモデルより計算した速度よりも小さいことがわかった。これより、溶鉄表面に形成された酸化膜が脱炭及び酸素吸収の速度に影響を与えることが推定された。脱炭と酸素吸収の反応モデルを構築し、それらの速度を説明した。

A General Model for BOP DecarburizationBy K.-C. CHOU *et al.*

The decarburization in the BOP (Basic Oxygen Process) has been modeled. The model was formulated based on the industrial data relating the temperature and the carbon content of the bath. Several formulae for calculating the variation of carbon and oxygen contents in the liquid metal as well as carbon monoxide composition in the gas phase were derived as a function of blow time, oxygen blow rate, gas purity and melt weight; these derivations were done for low (<0.3%) as well as high (>0.3%) C levels. The model was applied to a typical BOP operation and the calculated results show good agreement between predicted values and the actual operating values. It is expected that this model can be used as a reference

for analyzing various steelmaking processes.

Surface Science and Technology**High-Temperature Oxidation Resistance of TiAl Improved by IBED Si₃N₄ Coating**By S. TANIGUCHI *et al.*

金属間化合物TiAlの高温耐酸化性を向上させるため、イオンビーム析出法を用いて、膜厚0.5、1および2μmのSi₃N₄被膜で試料を被覆した。酸素中1300Kで20h保持するのを1サイクルとする繰り返し酸化を30サイクル行った。厚さ0.5μmの被膜は非常に優れた保護性を示した。これは、スケール中で外側の薄いTiO₂層の下にAl₂O₃とSiの化合物の濃化した層が形成されるためである。被膜の厚さが増すにつれて、酸化速度が少し上がり、10サイクル付近からスケールが部分的に剝離し、保護性が下がる。これは、酸化初期に被膜が結晶化し、それに伴う局所的な割れの発生で説明できる。被膜が厚くなると、この割れの程度が大きくなるので、スケール中でAl₂O₃とSiの化合物の濃化が十分でなくなる。

Microstructure**Stress-induced Martensitic Transformation of Small Fe-Co Particles in a Cu Matrix**By R. MONZEN *et al.*

Cu-Fe-Co合金単結晶中のFe-Co微小整合粒子のf.c.c.→b.c.c.マルテンサイト変態に及ぼす外力効果について、格子転位の活動を完全に抑制した状況下で調べた。外部付加応力の方向([416], と[001],)や向き(引張と圧縮)に依存して、結晶学的に等価なマルテンサイトバリエーションのうち、優先発生するバリエーションは異なっていた。この実験結果は、外力がマルテンサイト変態時の格子形を変える変形(Bain変形)に顕著な効果を及ぼすと考えれば、合理的に説明されるものであった。それに対して、外力はマルテンサイト変態に伴う全形状変形を助けるという考え方を通しては、実験結果を十分に理解することができなかった。

Physical and Mechanical Properties**Effect of Dissolved Oxygen Concentration on Fatigue Crack Growth Behavior of A533B Steel in High Temperature Water**By Y. KATADA *et al.*

軽水炉冷却材模擬環境下の高温高圧水中において、圧力容器用低合金鋼の疲労き裂伝ば挙動に及ぼす溶存酸素(DO)濃度の影響を調べた。また疲労き裂伝ば挙動に及ぼす腐食生成物の影響についても検討した。その結果、疲労き裂伝ば速度(da/dN)は、DO濃度が1000ppb以下では室温大気中

データと比較して顕著な環境加速は認められなかったが、それ以上の濃度では急速な環境加速を示すことがわかった。またX線による腐食生成物の分析の結果、全てのDO濃度範囲でマグネタイトが、さらに200ppb以上になるとヘマタイトが生成されることがわかった。このことから、2000ppb以上の高DO濃度においてみられたda/dNの減少が、定性的にはあるが、酸化物誘起き裂開口の寄与による可能性があることがわかった。

da/dNのDO依存性を電気化学的観点から検討するため、同供試材の腐食試験片を用いて、腐食電位に及ぼすDO濃度の影響並びに分極曲線を調べた。その結果、高DO濃度域におけるda/dNの急速な環境加速は、定性的に、供試材の分極曲線の過不動態域に対応することを示した。

Superplasticity in TiAl and Ti₃Al Two Phase Material Made from PREP Powder

By T. WAJATA *et al.*

プラズマ回転電極法でTi-47mol%Al合金粉末を作製し、HIP法を用いて1423K-176MPa-10.8ksの条件で固化成形した。そのHIPまま材から切り出した小さな試料を、1223K、初期ひずみ速度 $3.8 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ の条件で、加工率78%まで恒温鍛造 (IFH) を行うことができた。このIFHは、超塑性流動によって進行したものと想定された。直径60mm、高さ100mmの大きなHIPまま材についても上と同様な条件で加工率78%までIFHを行ったところ、直径140mm、厚さ25mmの大きなパンケーキを全く亀裂が発生することなく得ることができた。このパンケーキから切り出した試験片を用いたひずみ速度変換試験ならびに引張破断試験結果から、この78%IFH材は1223K以上の温

度で微細結晶粒超塑性変形挙動を示すことが明らかになった。特に、1323K、初期ひずみ速度 $2.8 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$ の条件で引張破断破断伸びは398%の最大値を得た。

Analysis on VAMAS Low Cycle Fatigue Round Robin Test in Japan(Review)

By M. KITAGAWA *et al.*

本報告は、高温低サイクル疲労試験の標準化をはかる目的で行われたVAMAS低サイクル疲労の国際共同研究のなかで、例えば破断繰返し数に及ぼす熱電対スポット溶接の影響、破損繰返し数の種々の定義などの問題点を明らかにして解決をはかるため、日本鉄鋼協会VAMAS-LCF研究部会で追加実験を加えて共同で議論し、結論が得られた温度測定法、破損繰返し数の材料力学的意味等を、国際ラウンドロビン試験結果とともに述べたものである。

得られた結果をまとめると、以下のとおりである。

(1) 低サイクル疲労寿命に及ぼす熱電対スポット溶接の影響は、超合金ばかりでなく、9Cr-1Mo鋼のような中強度材料においても存在することがわかった。

(2) 高周波加熱の場合に、スポット溶接に替る熱電対取り付け法として、偏平に打ち延した熱電対先端を耐熱性の紐で縛りつける方法を推奨した。

(3) 破損繰返し数に関する種々の定義について比較した結果、引張側応力振幅が、外挿で予想される値から一定比率だけ低下した時点、あるいは寿命中期の引張側応力振幅から一定比率だけ低下した時点で定義する方法が、鋼種や応力の低下比率に依存せずばらつきが少ないことがわかった。また、応力の低下比率は25%を採用するのが妥当と考えられた。

Superplasticity and Deformation Induced Grain Growth(Review)

By E. SATO *et al.*

安定な等軸粒組織における超塑性変形中には、変形を加えない場合に比べてかなり速い粒成長が生じる。この粒成長のうちの変形誘起成分には、変形応力の増加を通じて、変形そのものを安定化する働きがある。二相混合合金および第二相分散合金において、粒成長速度式が実験的に求められた。最後に、このような粒成長を説明する超塑性変形の変形モデルが提案された。

Effects of Deformation Temperature on Deformed and Aged Microstructures and Tensile Properties in Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al

By H. OYAMA *et al.*

β 型チタン合金Ti-15V-3Cr-3Sn-3Alの加工組織、および、時効組織に及ぼす加工温度の影響を調べた。 β 相の室温での変形では二次すべり及び交差すべりが抑制され直線的な転位が局所的に導入されたすべり帯を形成する。加工温度の上昇とともに二次すべり及び交差すべりが促進され、873Kでの変形では均一な転位組織となる。この加工組織の相異は60%の強加工後でも認められ、時効で室温加工材では比較的粗い α 相が方向性をもって析出する傾向があるのに対し、873K加工材では微細な α 相が均一に析出する。これにより強度-延性バランスは向上する。

温間加工による加工組織を延いては、時効組織の均一化は交差すべりが単に熱的に活性化されるためではなく、二次すべり、交差すべりを起こしにくくする非熱的 ω 相が、温度上昇により消滅するためと考えられる。

平成5年第126回秋季講演大会

ISIJ オープンパーティ (ジュニアパーティ改め)開催のお知らせ

春秋講演大会時に開催しておりますジュニアパーティは、平成5年第126回秋季講演大会より、ISIJ オープンパーティと名称を変更します。このパーティは、参加資格を一切問わない、どなたでも気軽に参加できる楽しい懇談の場です。研究の専門分野、年齢、所属の枠を越え、率直な意見交換ができる機会として、多くの方々にご参加いただきたいと思います。

日 時：平成5年10月17日(日) 18:00~20:00

参加費：3,000円

名古屋工業大学御器所キャンパス内

場 所：大学会館1階生協食堂

- 事前の申込みは不要です。
- 学生会員は参加費無料です。当日学生会員として入会の手続き(年会費3,000円)を行うことは可能です。その場合、参加費は無料となります。
- 会場の都合により、先着180名様で打ち切らせていただきます。