

に大きな影響を与える。この研究では、電極の接触角度  $\theta$  ( $5\sim 45^\circ$ ) と電極と溶接みぞ端部の間の距離  $\phi$  ( $0.4\sim 3.0$  mm) が、熱影響部の形状と幅に与える影響を 108 mm 層 ASME-SA 203 B 582 鋼板の複数パス溶接の際に調査した。

一定の  $\phi$  では  $\theta$  の増加は、熱影響部の幅と融接ライン付近の粒度を助長する。一定の  $\theta$  では  $\phi$  の増加は反対の効果を持つ。熱影響部の融接ライン付近の硬さは、一定の  $\theta$  の値のもとでは  $\phi$  の増加により増したが、一定の  $\phi$  の値では  $\theta$  の増加により減少した。熱影響部の硬さは、マトリックス中では比較的高い硬さの若干の小さい二次相地区の存在により主に影響される。熱影響部の硬さの標準偏差は、溶接を  $\phi$  と 1.0 mm 以上に保つことにより比較的低い  $\theta$  ( $20^\circ$ ) で行う際、概して比較的近くなる事が判明している。

### Research Note

#### The Kinetics of Decarburization of Iron Melts by Argon-Hydrogen Plasma-jets

By J. D. KATZ *et al.*

プラズマ Torch と能力 20 kg の耐火レンガ内張りを行った炉を使用して、溶鉄脱炭の力学について調査した。当初炭素含有率が 1.1 または 2.6 wt% の溶鉄をアルゴン-水素プラズマジェットを使用して脱炭した。脱炭速度が溶鉄内質量移動により制限されることが判明した。質量移動係数  $2.76 \times 10^3$  cm/s が得られた。さらに脱炭反応がプラズマジェットの衝突区域でのみ起こることが決定した。

### Research Articles

#### Formation of CO Macroblowholes during Solidification of Iron-Carbon Alloys in a Mold

By Masashi HASHIURA *et al.*

0.3% (mass%) の Fe-C 合金を鋳型に鋳込み、凝固時の CO マクロ気孔生成の研究を行った。

液側 C 濃度  $[\%C]_L \leq 0.3$  におけるマクロ気孔生成の臨界組成を 4 種類の気孔生成を考慮して決定した。マクロ気孔生成の臨界酸素濃度は  $[\%C]_L = 0.005\sim 0.03$  では 0.01% 一定で、 $[\%C]_L = 0.05\sim 0.15$  の範囲では、C 濃度が高くなるにつれて低下し、 $[\%C]_L > 0.15$  では一定となる。なお、 $[\%C]_L < 0.0025$  ではマクロ気孔は生成しない。この臨界酸素濃度の C 濃度による変化をミクロ組織、すなわち凝固界面の形状の変化から説明した。さらにデンドライト樹間におけるミクロポロシティからマクロ気孔への成長によるマクロ気孔生成の機構を説明し、とくに  $[\%C]_L = 0.1$  についてマクロ気孔生成の臨界組成をモデル計算により定量的に説明した。実験から得られた臨界組成と計算結果とはよく一致した。

#### Dephosphorization and Desulfurization of Hot Metal by CaO Based Fluxes Containing Fe-oxide and Mn-Oxide as Oxidant

By Shin-ya KITAMURA *et al.*

鉄酸化物とマンガン酸化物との混合物を酸化剤として

用いた溶鉄脱 P 試験をタンマン炉によりおこない、その結果を各成分の物質移動方程式から成る Coupled Reaction Model で解析した。計算された P, S および Mn の分配比は実測値と良く対応し、本モデルの有用性が確認された。また、次のことが明らかとなった。

(1) 酸化剤中の鉄酸化物の割合を大きくするにつれて、P と S の実効平衡定数とスラグ内物質移動係数が低下するが、Mn の実効平衡定数は増大する。このことは、鉄酸化物が増すにつれて、脱 P 率、脱 S 率および Mn 還元率が上昇することを示している。

(2)  $\text{CaF}_2$  や  $\text{CaCl}_2$  の添加は、実効平衡定数に対しては大きな影響を示さないが、スラグ内物質移動係数を低下させる。この結果と温度依存性を組み合わせることにより、各温度における  $\text{CaF}_2$  の必要量が決定できる。

(3) 実効平衡定数より計算された  $\text{FeO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$  の活量係数と、熱力学モデルから得られた値との間には、十分な対応は認められなかった。

#### Refining Control of Top- and Bottom-blowing Converter by Manipulating Bottom-blown Gas Flow Rate

By Hei-ichiro Iso *et al.*

上底吹き転炉の精錬反応特性に与える底吹きガスの効果を上吹き条件の効果と比較しつつ、炉内の溶鋼とスラグ間の酸化・還元反応の推移を表す炉内残留酸素量 ( $O_s$ ) を用いて解析検討した。

これにより、上吹きジェット操作によるハード吹錬とソフト吹錬と底吹きガス操作による強攪拌吹錬と弱攪拌吹錬の関係を定量的に表現することができた。底吹きガス流量の操作により、精錬反応を上吹きジェットの操作よりも効果的に制御することが可能であった。この観点より、底吹きガスを操作変数とし、かつ  $O_s$  を評価変数とした上底吹錬炉精錬反応の動的な制御を構築した。精錬反応モデルには多段最適制御理論を活用した。

この結果、吹錬終点でのスラグ中の (T.Fe) のばらつき減少と、りん、マンガン濃度のばらつき減少という吹錬の安定と冶金的な効果を、顕著に向上することができた。

#### Prediction and Suppression of Slogging in the Converter

By Hei-ichiro Iso *et al.*

転炉におけるスロッピングの予知および抑制に関する研究を行った。実験手段としては、イメージファイバースコープを用いて、直接炉内を観察し、得られた映像を画像処理することによってスロッピングを予知し、スロッピング抑制剤としてコークス粉を吹き込む実験を行った。以下の点を明らかにした。

(1) イメージファイバースコープを用いた転炉内直接観察によつてスラグのフォーミング状況を検知できる。

(2) スロッピング発生時のスラグフォーミング速度は、 $1.2\sim 1.5$  m<sup>3</sup>/s であり、炉内観測孔を炉頂より 2.5 m 下の位置に設置することによつて 30~40 s 前にスロッピングの予知が可能である。

(3)カメラによる映像信号を画像処理し、スラグ相当部分と炉内フレーム相当部分に識別し、スラグ相当部の面積率を求め、その時間推移と操業プロセス情報によつて、スロッピングを自動予知することが可能である。

(4)粉コークスをフォーミングスラグに直接 200kg/min の吹込み速度で 1~2 min 吹き込むことによつてスロッピングをほぼ 100% 抑制することができる。

(5)コークス粉を直接フォーミングスラグ中に吹き込むことによるスロッピングの抑制機構は、主にスラグの局部的還元によつて(例えば  $P_2O_5$  濃度の減少)、気泡の安定性を失わせることによるものと考えられる。

(6)本スロッピング予知ならびに抑制装置をオンラインに適用することによつて、スロッピング発生率が 22% から 2.7% 低減し、吹錬の制御に大きな外乱となるスロッピングを解消することができた。

### Effect of 475°C Embrittlement of Fracture Resistance of Cast Duplex Stainless Steel

By Hideya ANZAI *et al.*

15% のフェライト相を含むステンレス鋼 CF3M に 500°C/1000 h の時効脆化処理を施し、弾塑性破壊靱性試験を行い、同鋼の破壊抵抗(き裂発生靱性およびき裂伝播抵抗)に及ぼす負荷速度および温度依存性を調べた。その結果、500°C/1000 h の時効脆化による本供試材の破壊抵抗の低下は比較的大きい。また時効材の破壊抵抗は負荷速度および温度に依存する。

この傾向に対応して破面形態も変化し、破壊抵抗の低いものほどぜい性的である。破面観察の結果に基づき、破壊抵抗に及ぼすフェライト相の役割について定性的考察を行った。

### Effects of Carbon and Silicon on Softening in Low-cycle Fatigue of Austenitic Stainless Steels

By Koji SHIBATA *et al.*

20Cr-15Ni および 15Cr-15Ni 系ステンレス鋼の室温

における低サイクル疲労挙動に及ぼす C の影響を調べた。

繰返し変形材より切り出した薄膜を透過電子顕微鏡観察した。一部の鋼より単結晶を作成し、荷重方向と薄膜の切り出し方向を定めて、圧縮変形材の転位配列に及ぼす C 添加の影響も観察した。引張強度、疲労挙動、転位配列に及ぼす C および Si 添加の影響も調べた。

その結果、C 添加鋼は既報の 25Cr-20Ni 系鋼同様、疲労軟化を示すこと、その程度は C 量が多いほど、歪み振幅が小さいほど大きくなること、C 添加は転位のセル状組織形成傾向を抑制することが分かった。疲労軟化および転位配列に及ぼすこのような C の影響は Si 添加により促進されること、Si は C による固溶強化を増加させることも見出された。

以上の結果は、C と Cr 原子の吸引相互作用により生じる結合体による強化が溶体化処理状態で存在し、疲労軟化はそうした結合体が繰返し変形によつて破壊されることで生じるとする考えと定性的に矛盾しない。

### New Technology

#### Soft Reduction of CC Strand to Improve Centerline Segregation

日本鋼管(株)

#### Boiler Tube of 321H Stainless Steel with Fine Grained Layer on Inner Surface

日本鋼管(株)

#### A High Temperature Welding Method for Pipe Making (SW Method)

住友金属工業(株)

#### Hot Extrusion Process for Fe-Si-Al Alloy Powder

山陽特殊鋼(株)

#### Titanium Clad Steel Manufactured by Hot Roll Bonding Process

(株)日本製鋼所

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。