

ISIJ International 掲載記事概要

ISIJ International, Vol. 31 (1991), No. 12
掲載記事概要

Smelting and Refining

Mixing Time and Liquid Circulation Rate in Steelmaking Ladles with Vertical Gas Injection

By H. TURKOGLU *et al.*

Flow and concentration fields in bench scale gas-injected molten steel baths were numerically studied to investigate dependency of flow structure and mixing characteristics on bath aspect ratio and gas injection rate. The problem was formulated as a two-phase flow on the basis of Eulerian approach for both gas and liquid phase transports. The effects of vessel aspect ratio and gas injection rate on mixing efficiency were characterized from the predicted time evolution of a tracer distribution in the melt and also from the liquid circulation rate. Results demonstrated that both vessel aspect ratio and gas injection rate play crucial roles on flow structure in the bath and hence on the mixing efficiency. It was observed that there is an optimum vessel aspect ratio (~ 1.5) for minimum mixing time for the systems considered. There also exists an optimum gas injection rate for maximum mixing intensity (minimum mixing time) in a given system.

Aluminium-Oxygen Equilibrium between $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ Melts and Liquid IronBy H. SUTO *et al.*

1823~1923 K の温度範囲で Al_2O_3 および CaO を用いて、 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ 系スラグ-Fe-Al 合金間のアルミニウム-酸素平衡に関する研究を行った。2Al+3O = Al_2O_3 の反応の平衡定数について、従来の研究結果および熱力学データと対比しながら、アルミナ介在物の核生成に対する過飽和の観点から検討した。初期酸素濃度の低い Fe-Al 合金を用いて攪拌せずに行った実験では酸素の過飽和が認められ、メタル中の酸素濃度の低下と共に過飽和の程度は大きくなった。SEM 観察により、2~5 μm および 0.1 μm 以下のアルミナ介在物が見出された。

Partitions of Nitrogen and Sulfur between $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ Melts and Liquid IronBy R. INOUE *et al.*

Al_2O_3 を用いた $\text{Fe-(0.0001\sim 33)\text{mass\%Al}}$ 合金と $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ 系スラグとの間で窒素および硫黄の分配平衡実験を 1823~1923 K で行った。窒素および硫黄の分配比は Al 濃度と共に増加した。CaO を用いた方が高い分配比が得られた。従来報告されている Al_2O_3 活量値を用いて算出したナイトライドキャパシティーおよびサルファイドキャパシティーの値は、スラグ-ガス間平衡実験で得られた値と Al_2O_3 のつば飽和組成では一致したが、CaO のつば飽和組成では高い値となった。CaO のつば飽和組成について、スラグ-ガス間平衡実験結果を基に、その Al_2O_3 活量値を推定した。

Sulphur Equilibrium Distribution between $\text{CaO-CaF}_2\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ Slags and Carbon-saturated IronBy S. R. SIMEONOV *et al.*

Slags, containing CaO , CaF_2 , SiO_2 , Al_2O_3 have found wide application with refining processes in ironmaking and steelmaking practice and ladle metallurgy. A study of sulphur equilibrium partition between $\text{CaO-CaF}_2\text{-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ slags and carbon-saturated iron in temperature range 1450°C-1600°C was carried out in present work.

The sulphur equilibrium distribution increases with replacing SiO_2 by CaO and SiO_2 by CaF_2 , while it de-

creases with substitution of CaO by CaF_2 at 1500°C, $P_{\text{CO}} = 0.1 \text{ MPa}$ if other variables like $\text{wt\%CaF}_2$, $\text{wt\%Al}_2\text{O}_3$ or $(\text{wt\%Al}_2\text{O}_3 + \text{wt\%SiO}_2)$ are kept constant. Based on experimental data the equation of temperature dependency was found to be:

$$\log L_S = 8.2 - \frac{9700}{T}$$

The activity coefficient of sulphur (f_S) in carbon-saturated iron was determined at 1500°C as 6.9. Based on obtained equilibrium data for L_S , sulphide capacity of investigated quaternary slag system was calculated.

Influence of Soft Reduction with One-piece Rolls on Center Segregation of Continuously Cast Slab

By S. OGIBAYASHI *et al.*

従来の一体ロールによる軽圧下実機試験を行い、中心偏析に及ぼす一体ロール軽圧下および圧下時期の影響について解析した結果、次のことが分かった。铸片中心部固相率 0.25 以上の凝固末期のみを軽圧下した場合には、中心偏析は圧下量の増加と共に铸片全幅にわたって改善され、铸造方向の中心偏析変動の振幅も低下した。一方铸片中心部固相率が 0.25 未満の凝固時期を含む広範囲を一体ロールにより軽圧下した場合、圧下量の増加とともに中心偏析は悪化し、ロール曲がりに起因する中心偏析の铸造方向変動の振幅が増大した。中心部固相率が小さい上流域で軽圧下した場合の軽圧下による中心偏析の悪化傾向は、ロール曲がり等の機械的要因による不均一な圧下により新たに溶鋼流動が誘起されるためと推定された。以上より、軽圧下により中心偏析を改善するには圧下時期の適正化および不均一圧下の抑制が肝要である。

Influence of Roll Bending on Center Segregation in Continuously Cast Slabs

By S. OGIBAYASHI *et al.*

中心偏析に及ぼすロール曲がりの影響について、铸造中にロール曲がりを制御する実機試験により解析し、また実機铸造におけるロール曲がりおよび中心偏析の铸造方向変動の実態を調査し、以下のことを明かにした。

(1) 中心偏析の铸造方向変動はロール曲がりによるものであり、かつロール曲がりの増大とともに中心偏析が悪化する。

(2) 従来の一体ロール铸造の場合、ロール曲がりは铸造中に増大して最大 1.7 mm に達し、その結果連連铸回数が増加とともに中心偏析の铸造方向変動が顕著となり偏析は悪化する。

(3) 凝固末期のロールを分割ロール化することにより、ロール曲がりが 0.2 mm 以下に低減し中心偏析が低位に安定する。

各種機械的要因の中心偏析に及ぼす寄与率を铸片変形量に基づき推定した結果、従来の一体ロール铸造の場合にはロール間バルジングの寄与は相対的に小さく、铸造中の最大の偏析悪化要因はロール曲がりと推定された。以上より、中心偏析を防止するには、分割ロールの採用等によりロール曲がりを防止することが前提条件として肝要である。

Solubilities of Al_2O_3 , SiO_2 and Cr_2O_3 in the FeS Containing Systems (Communication)By A. V. DUB *et al.*

鋼中のオキシサルファイド介在物の生成機構を明らかにすることを究極の目的として、1273~1773 K の温度範囲で鉄飽和の FeS 及び FeS-MnS 融体中の Al_2O_3 , SiO_2 , Cr_2O_3 の溶解度を測定した。その結果、いずれの酸化物の溶解度も温度の上昇及び FeS-MnS 融体においては FeS 濃度の低下とともに増加するが、その絶対値は 0.1~8% と比較的低いことがわかった。

この実験事実から、凝固した鋼に見られるオキシサルファイドは硫化物融体からの酸化物の析出ではなく、両者の凝集体により生成するものと推定される。

ISIJ International 掲載記事概要/編集後記

Solidification Processing

Liquid Metal Flow with Heat Transfer in a Cold Crucible Confined by a Free Surface and a Solidification Front

By T. TANAKA *et al.*

自由表面と凝固界面の 2 種類の自由境界により制限されたコールド・クルーシブルにおける溶湯の流れと伝熱挙動が記述できる数学モデルを構築した。凝固界面、溶湯表面流速、および溶湯表面温度に関する計測からモデルの妥当性を確認した。コイル電流、ドーム高さ、 casting 速度などのパラメータと負荷の速度場及び温度場の関係を明らかにした。

一般に、溶湯内には 2 種類の循環流が存在し、溶湯とクルーシブルの接点より若干上方で両者は衝突することが予測される。また、金属原料の溶解を促進するためのコイルと溶湯ドームの適性な位置関係が存在するなどの知見がモデルから得られた。

適性な条件で Ti 金属の連続 casting を行ったところ、原料未溶融部の認められない铸塊が得られた。

Microstructure

Effect of Pearlite Banding on Mechanical Properties (Note)

By A. SAKIR BOR *et al.*

Mechanical Behavior

Prediction of Creep-fatigue Lives of Cr-Mo Steels with Diercks Equation

By K. SONOYA *et al.*

材料のクリープ疲労寿命データが存在しない事態に対応するためには、クリープ疲労寿命を簡易的に予測する手法を開発する必要がある。そこで、SUS 304 鋼について各種の温度、ひずみ速度、ひずみ範囲、保持時間のクリープ疲労データに基づいて作成された Diercks の式を用いて、Cr-Mo 鋼のクリープ疲労寿命を予測する手法を提案した。また、既存の評価法と寿命予測精度を比較した。その結果は次のとおりである。

(1) SUS 304 鋼と Cr-Mo 鋼では疲労寿命およびクリープ強度に差があるため、SUS 304 鋼のデータに基づいている Diercks の式を 2 1/2 Cr-1 Mo 鋼および Mod. 9Cr-1 Mo 鋼のクリープ疲労寿命評価に応用するためには、SUS 304 鋼との純粋な疲労寿命比 (α) とクリープ破断強度に対応する等価温度 (T_e) を補正すれば良い。

(2) 補正した Diercks の式による寿命予測法は、ひずみ範囲分割法と同様倍、半分の寿命精度を有する。また、ひずみ範囲分割法のような試験、解析面での難しさもない。

Materials Characterization and Analysis

Reversion Mechanism from Deformation Induced Martensite to Austenite in Metastable Austenitic Stainless Steels

By H. TOMIMURA *et al.*

準安定オーステナイト (γ) 系ステンレス鋼である 15.6%Cr-9.8%Ni (16Cr-10Ni) ならびに 17.62%Cr-8.78%Ni (18Cr-9Ni) の 2 鋼種を用い、加工誘起マルテンサイト (α') から γ への逆変態機構について磁気分析や電顕観察から調査した。室温での 90% 加工では α' 単相となる両鋼種を焼鈍すると、700 K 以上で逆変態が開始する。焼鈍温度が 923 K の場合には、その逆変態機構と γ 組織の細粒化プロセスが両鋼種で異なる。16Cr-10Ni 鋼では、昇温途中にせん断型で逆変態が起こり、その逆変態 γ は高密度の転位を内蔵している。その後、逆変態 γ は焼鈍中に回復・再結晶過程を経て細粒化する。一方、18Cr-9Ni 鋼は等温保持中に γ 核が核形成・成長する拡散型逆変態が起こる。これら逆変態機構は、化学成分や焼鈍温度に依存する。Ni/Cr 比が大きくなるにつれ、2 相間の自由エネルギー差が大きくなりせん断型逆変態が起こりやすくなる。完全にせん断型逆変態が起こるのに必要な駆動力は -500 J/mol である。18Cr-9Ni 鋼も 923 K 以上で焼鈍すればせん断型逆変態が、逆に 16Cr-10Ni 鋼ではその温度以下で焼鈍することで拡散型逆変態が可能になる。

Comparison of Several Numerical Prediction Methods for Thermal Fields during Phase Transformation of Plain Carbon Steels (Communication)

By A. K. SINGH *et al.*

Thermal fields associated with phase transformation phenomena and encountered during heat treatment of steel have been analysed both computationally and experimentally. Towards these, a mathematical model has been developed and a large number of experiments performed in the laboratory on different grades of steel sample. Four different approaches have been considered (*viz.*, procedures based on the TTT characteristics, Fe-C equilibrium diagram, variable specific heat and negligible heat effect) to embody the effect of heat generation/dissipation associated with phase transformation reaction. Numerical predictions as well as experimental measurements appear to indicate that the procedures adopted to model the associated heat source/sink are not critical, as far as prediction of the overall thermal fields are concerned.

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。

編集後記

多くの皆様の御協力により、17 年振りに分析関係の特集号が発行されました。この時期、水池先生におかれましては浅田賞を受賞され、特集号に華をそえて下さいました。先達の先生方の随想は限られた紙面の中、感銘を受け示唆に富む内容です。研究分野の異なる先生方による談話室も興味深く、いろいろ考えさせられます。今回の目玉商品は若手のページです。千葉さん、桜井さん達は議論を重ね、このような新しいスタイルを考案して下さいました。ご参加下さいました若い人達は、鉄鋼業界の将来を担う方々です。皆様、本当に御苦労様でした。

何よりも編集委員一同の嬉しい悲鳴は各分野の最先端の研究成果を非常にたくさん御投稿下さったことです。おかげ様で次号に小特集号を更に企画することになりました。これからますます発展が期待される有機分析を小特集号と致しました。このことは本号の目次にも明記致しました。

御多忙の中原稿を御執筆下さいました皆様に心より御礼申し上げます。本特集号が 21 世紀へ向けての大きな飛躍の第一歩となりますことを念じ、皆様のますますの御発展をお祈り致します。(H. O.)