



マトリックス中の遊離の SiO_2 が食われる結果、次に機械的な侵蝕が起きやすくなるため、微小な煉瓦材質が脱落し溶鋼中に侵入する結果、溶鋼が Al_2O_3 により再汚染されるためでないかと考えられる。また煉瓦中の Al_2O_3 がサブ・オキサイドの形として溶鋼中に侵入して行くことも考えられると思う。ジルコン質煉瓦の場合、遊離 SiO_2 がほとんど含まれていないので、このような侵蝕反応も起こり難く、したがって再汚染の危険も少ないと思われる。

このように、非鎮静鋼を出鋼脱ガスする場合にはCによる真空脱酸反応と煉瓦の侵蝕反応が同時に進行すると考えられる。そして真空処理する溶鋼の鎮静度合が小になるほど（本試験で言えば、処理前溶鋼中のSi含有量が小になるC法、D法になるほど）煉瓦の侵蝕反応が大になるため、取鍋煉瓦の相違がより明確にあらわれ、ジルコン煉瓦の場合に、よりよい脱酸効果が得られ、また Al_2O_3 の増加も少ないという結果になったと考える。

ただ Al_2O_3 の増加の傾向を取鍋レンガの侵蝕の結果だけに求めるのは疑問がある。先述したように非鎮静鋼を出鋼脱ガスした後にシューターより投入するFe-Si中にAlが1~2%含まれている。これによる Al_2O_3 の増加も、当然考えなければならない。しかし、 Al_2O_3 の挙動は、非鎮静鋼を処理した場合に、取鍋煉瓦の差が顕著になるというのもまた事実であるから、煉瓦侵蝕の影響もけして無視できないということも確実と考える。現時点では、一応以上述べたごとく考えているが、 Al_2O_3 の挙動についてはなお検討、調査を進める予定にしている。

講演 87: 52 (1966) 9, p. 1424~1427

Pb-Cd 合金-溶融塩反応系における物質移動
(スラグ-メタル間反応のモデル実験-I)

富士広畑 大野 勇 一

【質問】 川鉄技研 大井 浩

攪拌棒(b)と(f)がかなり差があるが理由はなぜか。(f)は棒が傾斜しているので界面の乱れによる界面積の増加と考えてよいか。

回転速度が大なので渦巻流によるスラグのメタルへの巻込みがあるように考えられるが、界面積は変化しないと考えるとよいのか。さもなければbとfの差が説明できないように思われるが。

【回答】

次の1)~3)の理由により攪拌棒(b)と(f)の差は界面の乱れによるものではなく、metal側の攪拌状態の差によるものであると考える。

1) 攪拌棒の影響は Fig. 5 に示されているように、(b)と(f)の差というよりも(a)~(e)までと(f)の差と解釈した方が自然である。もし攪拌棒の傾斜による界面の乱れの影響が表われていると考えるならば(a),

(e)(f)の攪拌棒と(b), (c), (d)の攪拌棒との間に差が出て良いのではないか。(f)だけが異なっているということから攪拌棒による界面積の差というよりもむしろ(f)の攪拌棒ではほかのものより metal 側がより効果的に攪拌されているためであると思われる。

2) Hg-水のモデル系において観察した結果においても、200 rpm 以下においては攪拌棒の種類にかかわらず界面の乱れはほとんど見られない。

3) Hg-水のモデル系により(f)の攪拌棒を用いた場合はほかのものと比較して metal 浴が特に強く攪拌されていることがわかる。

【質問】 東工大 後藤 和弘

Fig. 4 の rpm が 300 以上で \bar{k} (cm/sec) が急に大きくなっているのは界面積の増加によるものか。

【回答】

300 rpm 以上でみかけの物質移動係数 \bar{k} が急激に大きくなっているのは明らかに界面積の増加によるもので実験中でも界面の乱れが観察される。

講演 88: 52 (1966) 9, p. 1427~1429

CaO-SiO₂-Al₂O₃, CaO-Al₂O₃系スラグの表面張力
(溶融スラグの表面張力に関する研究-I)

阪大工 荻野 和己

【質問】 名大院 向井 楠宏

測定法において、Pt-Phの毛細管の先端の形状およびスラグとPt-Rh間の接触角の影響について聞きたい。

【回答】

最大泡圧法において表面張力を測定する場合、気泡発生用Pt-Rh毛細管の先端の形状は表面張力の測定値にもつとも影響が大きいと考えられる。先端部をknife edgeに加工するには困難が大きいのでthin wall edgeにした。この場合inner edgeが正確に直角にかつ正円になつていないと測定値にばらつきが大きい。そのため先端部の研磨の際には注意深く、できるだけinner edgeが直角に、かつ研磨によつて内面へのかえりがでないように内面を検査する。顕微鏡的観察のほかに、表面張力既知の液体について測定し良好な値の得られるまで研磨内面検査をくり返した。

接触角の影響については、毛細管材料のPt-Rh合金とスラグとの接触角の測定は行なつていず、一応スラグとPt-Rh合金とはよくぬれるとしているのでその影響を考えていない。しかし、厳密には接触角は0でないと考えられ、そのため影響があるかもしれないが接触角の測定値がないため不明である。スラグの測定組成が大きく変らなければ測定値相互間においては影響は小さいものと考えられる。

【質問】 名大工 井上 道雄

スラグ中のSiO₂は表面活性と説明されているが、この点について聞きたい。溶鉄の場合はO, Sなどの表面活性として知られているが、この場合はO原子またはS原子(またはイオン)が表面に集積しているというように理解できる。しかしスラグの場合はスラグがイオン性溶液であることから詳しい構造は分らないとしてもSiO₂と考えてよいかどうか。

【回答】

スラグの表面張力が珪酸の含有量の増大とともに減少するのは珪酸の表面活性のためであるが、熔融スラグはイオン性溶液であり珪酸は珪酸イオンの形で存在していると考えられるから熔融スラグ表面に珪酸イオンが押出されていると考えた方が妥当であろう。しかし表面構造は内部と異なるためその珪酸イオンの形状とは異なっていると欠えられる。

講演 93, 94: 52 (1966) 9, p. 1429~1436

鋼円柱の Fe-C 溶鉄への溶解
(高周波炉中の溶鉄の攪拌—I)
高周波炉における Fe-C 溶鉄の攪拌強度
(高周波炉中の溶鉄の攪拌—II)

名工試 小坂 岑 雄

【質問】 東工大 後藤 和弘

carbon の mass transfer が律速になる場合と溶解のための heat transfer が律速になる場合とどのように比較結論を下したらよいか。

【回答】

質問の意味は「どのような場合に heat-transfer が律速になるか」であろうと思われるが、溶鉄中の温度差(推進力)の測定はしていないので熱移動への直接的な回答はできません。熔融鉄合金の熱伝導率 k_H の正確な測定値もないので全く定性的にはあるが類似の問題について少し検討した結果を答えに代える。

溶解熱 ΔH cal/mol (ここでは吸熱)により、界面と溶鉄本体とで ΔT °C なる温度差を生じたとすると、境膜を通過する熱量 Q は、単位の界面積について次式のようになる。

$$Q = (dw/dt) (\Delta H) (1/55 \cdot 8) = h \Delta T, \text{ cal/cm}^2 \text{ sec} \quad (1)$$

dw/dt : 溶解速度(重量) h : 境膜伝熱係数

h は実験系の諸元、物性定数などによって変化しますが定常的な熱移動の場合、回転円柱について次の無次元相関²⁾が知られている。

$$Nu = 0.152 (Re)^{0.64} \quad 10^3 < Re < 2 \times 10^5 \quad (2)$$

Nu : ヌッセルト数 (hL/k_H)

Re : レイノルズ数 ($LU\rho/\mu$)

いま仮りに、 $L=1.0$ cm, $k_H=0.036$ cal/cm²·sec°C (熔融鉛 800°C), $\Delta H=3650$ cal/mol (純鉄) などの数値を代入すると $Re=10^3$ のとき、 $h=0.46$ cal/cm²·sec°C である。よつて dw/dt が $10^{-2} \sim 10^{-3}$ g/cm²·sec のとき、 ΔT として $1.4 \sim 0.14$ °C なる値が求められる。この計算結果は厳密なものでは決していないが、実験条件下で溶解熱による界面温度の低下がどの程度であるかを知るに十分で、本実験での ΔT は溶鉄側の液相濃度、物性値などを修正せねばならぬほどには大きくないと考えられる。

試料を静止させ、自然対流伝熱を問題にした場合は、次の無次元相関³⁾を利用できる。

$$Nu = 0.129 (Gr \cdot h \times Pr)^{1/3} \quad 10^3 < Gr \cdot h \times Pr < 10^{12} \quad (3)$$

$Gr \cdot h$: 伝熱グラスコフ数, Pr : プラントル数

ここで $L=8.0$ cm, k_H に前述の値をとり、実験条件から $Gr \cdot h \times Pr=10^8$ として計算すると $h=0.27$ cal/cm²·sec°C になる。よつて、 dw/dt が $10^{-1} \sim 10^{-3}$ g/cm²·sec のとき ΔT は $2.4 \sim 0.24$ °C となり、この場合も ΔT は問題にするほど大きくない。

以上の議論は非常に近似的な取扱いをした上に、管内流動伝熱を熔融金属を用いて実測した結果³⁾は通常流体による相関よりも 30~40% 低かつた例もあるので、ここに得た ΔT には同程度の誤差をみこまねばならぬが、本報に問題を限れば、熱移動が溶解速度におよぼす影響は比較的小さいもので、温度測定の誤差程度に止まるように思われる。

もちろん、 ΔH が非常に大きいのが熱伝導率が小さい場合とかには、当然、熱移動の影響が大きくなり、物質移動への影響も無視できないであろう。RANZ ら⁴⁾は移動現象への濃度差、温度差の影響を調べている。

文 献

- 1) 泉: 日機論文集, 17 (1951) p. 95
- 2) 日本化学工学協会編 “化学工学便覧” 丸善・東京 (1950), p. 186
- 3) F) R. C. MARTINELLI: Trans. A.S.M.E. 69(1947), p. 947
- 4) W. E. RANZ, P. F. DICKSON: I.E.C. fund. 4 (1965), p. 345

講演 95, 96, 97: 52 (1966) 9, p. 1436~1443

CaO(43)-SiO₂(43)-AlO₃(14) 熔融滓の電導性におよぼす FeO, MgO および MnO の影響
(熔融滓精錬に関する研究—VIII)

CaO(43)-SiO₂(43)-Al₂O₃(14) 熔融滓の電導性におよぼす V₂O₅, Cr₂O₃, P₂O₅ および TiO₂ の影響 (熔融滓精錬に関する研究—IX)

CaO(43)-SiO₂(43)-Al₂O₄(14) 熔融滓の電導性におよぼす NaF, CaF₂, MgF₂ および AlF₃ の影響 (熔融滓精錬に関する研究—X)

名工試 加藤 誠

【質問】 東工大 後藤 和弘

1) 高温において electrical conductivity と温度の関係が arrhenius relation より大きくずれているのは Fe²⁺/Fe³⁺ あるいは Mn²⁺/Mn³⁺ の比の変化によるものとの説明だったがこれらの比、Fe²⁺/Fe³⁺ または Mn²⁺/Mn³⁺ は liquid Fe または liquid Mn と平衡していないこのような実験条件においては雰囲気中の Po₂ によつて決まるのではないか (slag の成分が一定である場合には)。

conductivity の実測中に実測値は時間によって雰囲気の影響をうけて変化しなかつたか。

【回答】

1) 一定温度下では、ご指摘のとおり、Fe²⁺/Fe³⁺ あるいは Mn²⁺/Mn³⁺ 比は雰囲気中の Po₂ によつて決まるものと思われ (Fe²⁺/Fe³⁺ については前川¹⁾が CaO-SiO₂-FeO 系で実験しています)。本測定においても、一定温度下で 5 min 位保持していても電導度は変化せず、(前川らの報告では 10 min 位で Fe²⁺/Fe³⁺ は平衡に達します) また高温融体→低温固体→高温融体と