

(118) 溶鉄・スラグ間の界面張力におよぼす脱酸元素の影響

70118

川崎製鉄 技術研究所 ○野崎 努, 大井 浩

1. 緒言

界面現象の重要性が鉄鋼精錬において認識され、実験および理論的な発展が望まれている。前報⁽¹⁾では溶融スラグと溶鉄間の界面張力におよぼす合金元素の影響について報告したが、その後脱酸力の強い元素を含む溶鉄とスラグとの反応に基づく界面張力の異常低下が見出され、メタルとスラグまたはメタルと介在物間の分離性への影響が大きいと予測されるのでまとめて報告する。

2. 実験方法

界面張力の測定にはX線透過による静滴法を用いた。CaO-SiO₂-Al₂O₃の合成スラグをAr雰囲気炉内で溶融し1570℃に到達後、Fe-Al(-Ti)合金約7gを静かにスラグ中に落下させ、数分~10分おきにX線を照射し金属液滴の形状を撮影した。フィルムより液滴の寸法を正確に測定し、Dorseyの式あるいはWorthingtonの式⁽²⁾を用いて界面張力を算出した。

3. 実験結果および考察

脱酸力の強いAl, Tiを含む溶鉄の場合に界面張力が著しく小さくなる傾向が見出された。図1に測定結果の一例を示すが、合金添加からの経時変化が顕著に現われている。すなわちスラグ中へFe-4.01%Al合金を添加後6~20分では液滴頂部が平坦となり20~30 dyne/cmの低い値を示す、しかし時間の経過と共に液滴は球形に近づき40分以降は純鉄の界面張力値1100 dyne/cmにはほぼ一致してくる。

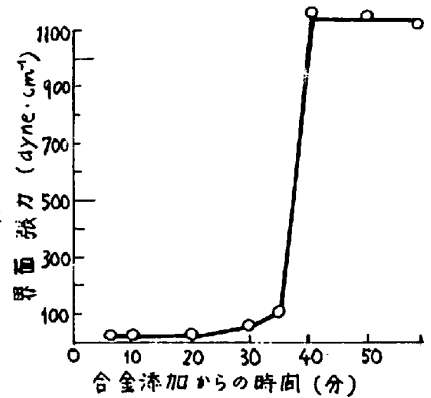


図1: Fe-4.01%Alと45.8CaO-37.5SiO₂-16.7Al₂O₃の界面張力の経時変化

このようにFe-Al系において界面張力が異常低下を示す時間帯が存在することから、任意の時間で試料を急冷して鋼中Alを定量し、急冷直前に撮影したフィルムより算出した界面張力との関係を求めると図2に示す結果が得られた。図2からAl濃度が0から1%までは界面張力がゆるやかな傾きで減少するが、1~2%の間で急激な減少を示している。これはAl初期濃度4%から1%附近まで液滴頂部は平坦であるが、これ以下に減少すると液滴は球形になることに対応している。

実験後の金属からSiを定量したところ増加しており、溶鉄中Alとスラグ中SiO₂の反応が示唆されるので、SiO₂を含まない53%CaO-47%Al₂O₃スラグとFe-Al合金の界面張力を測定したが液滴頂部の平坦になる異常もなく、Alの減少は0.42%、Siの増加は0.060%と極くわずかであった。

Alによるスラグ中SiO₂の還元反応によりAlの減少、Siの増加が起これるとして、Siの移動速度を実験より求めると $1.9 \times 10^{-5} \text{ mole} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{S}_{\text{S-M}}^{-1}$ である。一方文献値⁽³⁾は $1 \times 10^{-5} \text{ mole} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{S}_{\text{S-M}}^{-1}$ であり当実験値はほぼ一致していることから界面張力の異常低下はAlによるSiO₂還元反応に基づく界面での強い相互作用と結論される。

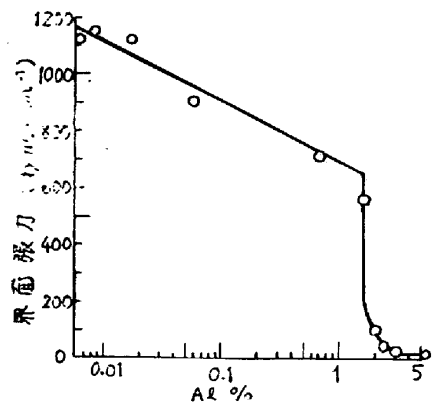


図2: 界面張力の鋼中Al濃度依存性

(1) 野崎, 横山, 大井: 鉄と鋼 5, (1969), S 454

(2) A. W. Worthington: Phil. Mag. 20, (1885), 51

(3) 芦塚, 徳田, 大谷: 鉄と鋼 54, (1968), 1437