

Fig. 2. Distribution of materials in No. 2 blast furnace dust.

非常に多いことも問題点で高炉の還元帯まで下降して吹上げられたものが、かなり存在している。これらのことから 60 mesh 附近に壊れ易い鉄鉱石があるものと考えられる。従つて連繫作用により全般的にダスト量は増加したと思われる。最近行なつた回転還元試験によれば Table 4 のごとくロンピン、テマンガン両鉄石の粉化が最も激しいことから、或いはこの鉄石によるものかも知れない。

なお、第 1、第 2 両高炉ダスト共に 200 mesh 以下の鉄石粉が非常に多いがこれは鉄石の巻込み、即ち、湿分により塊鉄石に附着している粘性を持った鉄石粉が炉内下降に従つて加熱摩擦され吹上げられたものが大半であると考えられる。還元粒もかなり存在していることから還元以下迄下降した後吹上げられたものも相当ある。

IV. 総括

高炉ダスト中の構成物を識別した結果は凡そ次の如くである。

- 65 mesh 以上のダスト中の構成は第 1 高炉では比重の重いもの、第 2 高炉では比重の軽いものが多い。
- 高炉装入原料に対するダスト化率では最も多いのがペレット、次いで鉄鉱石、コークス、焼結鉄で、この点第 1、第 2 高炉ダスト共に同傾向を示している。
- 焼結鉄は空冷することにより、高炉内での強度を強め、通気度を良好にして炉内を安定にするものと思われる。
- 但しダスト中の割合は水冷、空冷処理には直接の

関係はないようである。

5. 第 1 高炉のダスト量が前回に比して多くなつた原因としては、装入鉄鉱石の中に粉化し易い鉄石が存在するものの如くである。

669,046,582,532,612,4
(37)

炭素飽和溶鉄と CaO-SiO₂-Al₂O₃ 系スラグ間の界面張力の測定

(鉄鋼製錬における界面現象に関する基礎的研究—I)

大阪大学工学部

工博 足立 彰・荻野和巳・西脇 醇

富士鉄製広畑製鉄所 井上尚志

Measurement of Interfacial Tension between Molten Graphite Saturated Iron and CaO-SiO₂-Al₂O₃ Slags.

(Fundamental study on interfacial phenomena in iron-and steel-making processes—I)

Dr. Akira ADACHI, Kazumi OGINO

Naoshi INOUE and Uzuru NISHIWAKI.

I. 緒言

鉄鋼製錬、溶接、溶融金属メッキなどにおいては融体の表面または界面に関する現象はきわめて多い。鉄鋼製錬においては、溶融スラグの泡立ち、脱酸生成物の凝集、溶鉄と溶融スラグとの分離、融体による耐火物の侵食、ぬれ、溶接、溶融金属メッキにおいては、溶融金属の広がり、など数多くの現象をみる事ができる。また、製錬反応は種々な界面反応を含み、反応過程の解析には界面構造に関する知識が必要である。しかるに、これら界面現象に関する研究は現在まできわめて少ない。そこで著者らは界面現象の基礎的研究として溶融金属と溶融スラグ間の界面張力の測定を行なつた。

II. 測定方法および原理

異相融体間の界面張力の測定法には (1) 毛管上昇法、(2) 液滴重量法、(3) 静滴法があるが、これら諸方法のうち溶鉄—溶融スラグ間のような高温における測定には静滴法が最適と考えられる。静滴法では、静滴として溶鉄を用いるか溶融スラグを用いるかによつて測定方法が異なる。溶鉄を静滴とする場合には溶融スラグ中にある滴の形状を X 線によつて透過撮影する必要がある。一方溶融スラグを静滴とする場合は溶鉄表面上にある滴の形状を光学的に判定することができる。このようにして、得られた静滴の形より界面張力を計算で求めることができる。

著者らは溶鉄表面上にある溶融スラグの形状を光学的に撮影する方法を採用した。この方法はルツボと溶融スラグとが接触しないので高温において種々な組成のスラグと溶鉄との界面張力を測定するに適している。

溶融金属上に少量の溶融スラグをのせるとスラグ滴にその表面張力、界面張力が作用し溶融金属の表面張力と力学的平衡を保つてスラグ滴は Fig. 1 のようなレンズ状をなすと考えられる。この場合、これら張力間には (1) 式の関係が成立する。

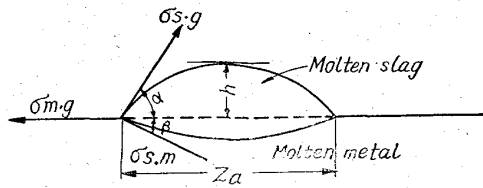


Fig. 1. Shape of molten slag on molten metal and relation of tensions between metal and slag.

$$\sigma_{m.s}^2 = \sigma_{m.g}^2 + \sigma_{s.g}^2 - 2 \cdot \sigma_{m.g} \cdot \sigma_{s.g} \cos \alpha \dots (1)$$

$\sigma_{m.s}$: 溶融金属, 溶融スラグ間の界面張力(dyne/cm)

$\sigma_{m.g}$: 溶融金属の表面張力(dyne/cm)

$\sigma_{s.g}$: 溶融スラグの表面張力(dyne/cm)

α : 接触角

そこで, $\sigma_{m.g}$, $\sigma_{s.g}$, $\cos \alpha$ が知れると界面張力を求めることができる。

スラグ量が少ないときには溶融金属表面上のスラグ液滴の液面は球面の一部と考えられるので $\cos \alpha$ は (2) 式によつて求めることができる (Fig. 1 参照)。

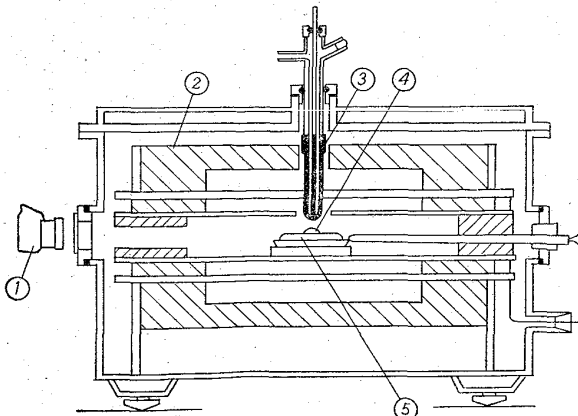
$$\cos \alpha = a^2 - h^2 / a^2 + h^2 \dots (2)$$

このようにして溶融金属表面上の溶融スラグの形状より溶融金属と溶融スラグ間の界面張力を求めることができる。著者らは金属として炭素飽和鉄, スラグとして $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系を選んで測定を行なつた。

III. 実験装置および実験方法

溶鉄-溶融スラグ間の界面張力の測定装置の概略を Fig. 2 に示す。

炉室の上部にスラグ滴下装置を入れる孔のあいた横型エレマ炉を, 雰囲気調整可能な鋼製水冷箱 (760×540×450) 内にセットする。この水冷箱の前後面には写真撮影用および温度測定用の孔がありまた上面にはスラグ滴下装置をセットする孔がある。エレマ炉室内には中央部に孔のあいたルミナ質反応管をおき, その中央, スラグ滴下装置直下には黒鉛製の台上に炭素飽和鉄約 70g を入れた黒鉛製の皿をのせる。水冷箱は減圧され, 浄化した Ar ガスで置換後約 100cc/mn で流通させながら昇温し, 測定温度 (1450, 1400, 1350°C) に保持して, 滴下装置によつて約 300mg の溶融スラグを溶鉄表面上に



① Camera, ② Furnace, ③ Slag dropping mechanism, ④ Molten slag, ⑤ Molten metal.

Fig. 2. Experimental apparatus.

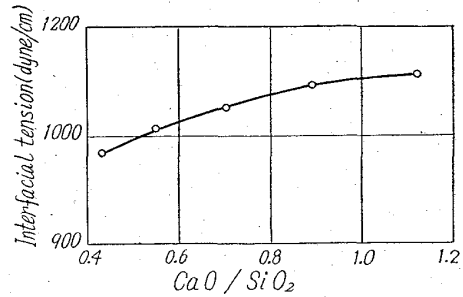


Fig. 3. Relation between interfacial tension and basicity at 1400°C.

滴下し, その形状を約 30mn 間にわたつて望遠写真機で撮影し, その滴の寸法より計算によつて界面張力を求めた。

IV. 実験結果と考察

界面張力の計算には, 溶鉄, 溶融スラグ, それぞれの表面張力の値が必要であるが, 本実験においては文献より, 炭素飽和鉄として 1400°C で 1300 dyne/cm $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系としては L. R. BARRET¹⁾ の値を用いた。

炭飽和溶鉄と溶融スラグ間の界面張力はスラグを滴下してのち, 時間の経過と共に減少を示すが測定値としては滴下直後約 30 s 以内の値を採用した。

スラグ組成の変化によつて界面張力は 1400°C においては 984 dyne/cm より 1056 dyne/cm にわたつて変化し, スラグ中の Al_2O_3 含有量を一定とした場合 CaO/SiO_2 の増加とともに増大する傾向を示す (Fig. 3)。これは炭素飽和溶鉄と $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系溶融スラグの界面においては珪酸アニオンが表面活性であることを示すと考えられる。O. A. ESIN²⁾ らも X線によつて $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系スラグ中の溶鉄の形状から界面張力を求め, 同様の傾向を認めている。

著者らは, さらに溶融銅上における本系スラグの形状を観察したがその場合, 炭素飽和溶鉄にくらべて α の値はかなり大きく, ぬれにくい状態が観察された。

界面張力の温度変化は, 表面張力にくらべてかなり大きいことが明らかになつた。

V. 結 言

炭素飽和溶鉄上の溶融スラグの形状よりこれらの融体間の界面張力を求めることができた。その結果, 界面張力はスラグ中の SiO_2 の含有量の増加と共に減少する傾向にあり, 界面張力の温度変化は表面張力のそれにくらべてはるかに大きかつた。

文 献

- 1) L. A. BARRETT: J. Soc. of Glass. Tech., 43 (1959) 179.
- 2) O. A. ESIN: Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R. (1950) No. 2, 227.