The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	溶融CaO-SiO_2-Fe_2O_3およびCaO-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3系スラグに対する高精度の粘度推算式
Author(s)	飯田, 孝道; 喜多, 善史; 小鴨, 一之 他
Citation	材料とプロセス : 日本鉄鋼協会講演論文集. 2003, 13(4), p. 902-902
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/26426
rights	©日本鉄鋼協会
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

CAMP-ISIJ VOL.13(2000)–902

(131) 溶融 $CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ および $CaO-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3$ 系スラグに対する高精度の粘度推算式

Equations for accurate prediction of the viscosities of molten $CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ and $CaO-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3$ slags

大阪大学大学院工学研究科　○飯田孝道，喜多善史，大学院生 小鴨一之
田中敏宏，原　茂太

1. 緒 言

$CaO-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3$ 系スラグは、鉄鉱石の焼結過程や高炉内での還元過程で生じる融液相の基本系であり、この系の溶融スラグの粘度管理は極めて重要である。これらのスラグに対して飯田らが以前に提案した高精度の粘度推算式[1]を適用するためには、両性酸化物(Fe_2O_3, Al_2O_3)の固有係数を定式化する必要がある。そこで本報では $CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ 系スラグの粘度測定値を用いて両性酸化物 Fe_2O_3 の固有係数 $\alpha^*_{Fe_2O_3}$ を定式化し、粘度推算を行った。さらに $\alpha^*_{Fe_2O_3}$ を用いて Al_2O_3 の固有係数 $\alpha^*_{Al_2O_3}$ を決定した。

2. 粘度推算式

工業用の多成分系スラグ・ガラスに対する飯田ら[1]の高精度の粘度推算式は次のように表される。。

$$\mu = A\mu_0 \exp\left(\frac{E}{Bi^{(j)}}\right) \qquad (1)$$

$$Bi^{(j)} = \frac{\sum(\alpha_i W_i)_B + \alpha^*_{Fe_2O_3} W_{Fe_2O_3}}{\sum(\alpha_i W_i)_A + \alpha^*_{Al_2O_3} W_{Al_2O_3} + \alpha^*_{TiO_2} W_{TiO_2}} \qquad (2)$$

$$A = 1.745 - 1.962\times10^{-3}T + 7.000\times10^{-7}T^2 \qquad E = 11.11 - 3.65\times10^{-3}T$$

ここで、μ_0 は粘度 μ の溶融スラグを単分子系と仮定したときの粘度、$Bi^{(j)}$ は修正した塩基度指標、α は固有係数、W は質量%、α^* は両性酸化物に対する修正した固有係数、T は絶対温度、添字 (j) は修正して用いた α^* の数、添字 i は成分、添字 A、B は酸性酸化物、塩基性酸化物(またはフッ化物)を表す。

3. Fe_2O_3 の修正した固有係数

粘度の計算値と測定値の相対的差異を比較検討するために、次のパラメーター δ_n，Δを用いる。

$$\delta_n = \frac{(\mu_n)_{cal} - (\mu_n)_{mea}}{(\mu_n)_{mea}} \times 100, \quad (\%) \qquad (3)$$

$$\Delta = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}|\delta_n|, \quad (\%) \qquad (4)$$

Table1 に示した組成・粘度範囲の合成スラグの粘度測定値[2]に対して、$\delta_n = 0$ となる Fe_2O_3 の固有係数値 ($\alpha^0_{Fe_2O_3}$) を求め、$\alpha^0_{Fe_2O_3}$ を Bi と $W_{Fe_2O_3}$ の関数として回帰分析し、$\alpha^*_{Fe_2O_3}$ として次のような関係式を得た。

$10 \leqq W_{Fe_2O_3} \leqq 30$ のとき (試料数 N=11)

$$\alpha^*_{Fe_2O_3} = -1.35Bi - 0.0187W_{Fe_2O_3} + 2.65 \qquad (5)$$

$30 < W_{Fe_2O_3} \leqq 50$ のとき (N=11)

$$\alpha^*_{Fe_2O_3} = -0.554Bi + 0.00110W_{Fe_2O_3} + 1.27 \qquad (6)$$

$\alpha^*_{Fe_2O_3}$ を用いて求めた粘度推算値は、これらの試料の粘度測定値をそれぞれΔ=10.1%および 16.8%でよく再現している。

Table 1 The ranges of chemical compositions and measured viscosities of molten $CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ slags.

Chemical composition / mass%			μ_{mea} / Pa·s
CaO	SiO_2	Fe_2O_3	1500℃
25.0 ~ 45.0	30.0 ~ 55.0	10.0 ~ 30.0	0.100 ~ 0.799

Chemical composition / mass%			μ_{mea} / Pa·s
CaO	SiO_2	Fe_2O_3	1500℃
20.0 ~ 40.0	15.0 ~ 45.0	30.0 ~ 50.0	0.030 ~ 0.282

4. 計算値と測定値の比較

30.0～45.0% CaO, 30.0～45.0% SiO_2, 7.4～33.4% Fe_2O_3, 1.7～6.0% FeO の組成を有する安河内ら[3]および 11.3～41.2% CaO, 24.2～35.3% SiO_2, 23.5～64.4% Fe_2O_3 の組成を有する角田ら[4]の粘度測定値を用いて、上で求めた粘度推算式から計算値を求め、これらから算出したΔの値を Riboud らと Urbain らの値と併せて Table2 に示す。安河内らの試料は、Table 1 に示した成分以外に FeO を含み、またそのうちの 1 つおよび角田らの試料のうちの2つの Fe_2O_3 含有量は Table 1 の組成範囲外である。しかし、著者らの粘度推算式では Δが約 22%以下となり、この値は測定値の不確かさの範囲内と推察され、高精度の推算値が得られている。さらに、$CaO-SiO_2-Fe_2O_3-Al_2O_3$ 系スラグ(11 試料) の測定値を用いて $\alpha^*_{Al_2O_3}$ を定式化し($\alpha^*_{Al_2O_3} = 11.7Bi + 0.0326W_{Al_2O_3} - 12.2$)、Δ値として 19.5%を得た。

Table 2 Values for the global delta Δ obtained from viscosity data of molten $CaO-SiO_2-Fe_2O_3$ slags at 1500℃.

	Yasukouchi et al[3]			Sumita et al[4]		
	Present work	Riboud	Urbain	Present work	Riboud	Urbain
Δ(%)	15.5	36.4	2319	22.1	81.1	4231
N	4	4	4	6	6	6

参考文献　1) T.Iida, H.Sakai and Y.Kita : *J. High Temp. Soc*, 25 (1999) 93.　2) 原　茂太：JULAI プロジェクト第 2 回研究討論会資料(1997).　3)安河内ら：鉄と鋼, 85(1999), 571.　4)角田ら：日本金属学会誌, 44(1980), 94.

Takamichi Iida (Dept. of Mater. Sci. & Processing, Osaka Univ., Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871)