

(129) 熔融系における粘性と電導性の関係について

名工試 ○加藤 誠, 義輪 晋

1. 緒言 物質構造と電導度, あるいは電導現象と他の諸物性との関係は常温付近においてはかなり詳細に考察されていて, ある物質の物理化学的特性を電導現象から考察することも行なわれている。ところが高温融体についてはその構造もまだ十分に解明されてはおらず, 考察すべき物性定数の測定結果も少ない。そこで筆者らは熔融系の物性測定実験を計画し, 粘性係数および電導度の測定結果についてはすでに報告した。今回は, これら測定結果を整理して粘性係数と比電導度との関係を検討し, さらにこれら物性値相互の換算を試みることにする。

2. 粘性と電導性の関係について $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 三元系およびこれに酸化物あるいはフッ化物を添加した四元系熔融系における粘性係数と比電導度の関係についてまとめれば以下のようである。

1) 同一組成の熔融系については $\eta \cdot \kappa \div \text{const.}$ なる関係がほぼ成立する。

2) $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系においては, Al_2O_3 量と $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ のバランスが物性に大きく影響する。また, $E_p/E_k \div 1.37$ である。

3) $\text{CaO}(43)-\text{SiO}_2(43)-\text{Al}_2\text{O}_3(14)$ 系に酸化物 ($\text{FeO}, \text{MnO}, \text{MgO}, \text{P}_2\text{O}_5, \text{TiO}_2$) を添加した四元系では $E_p/E_k \div 1.76$ であるが, V_2O_5 あるいは Cr_2O_3 を添加した系ではこの関係からはずれ, これら酸化物が特異な影響をおよぼすものと推測される。

4) さらにフッ化物 ($\text{NaF}, \text{CaF}_2, \text{MgF}_2, \text{AlF}_3$) を添加した四元系においては, $E_p/E_k \div 1.06$ であり, 電子電導の関与も考えられる。

3. 粘性係数と比電導度の相互変換 熔融系の粘性係数および比電導度については次式が成立する。

$$\eta = A_\eta \cdot \exp(E_p/RT), \quad \kappa = A_\kappa \cdot \exp(-E_k/RT)$$

そこで η と κ を関連づけるべく次のごとき補間式をする。

$$\log \eta = a + b \cdot \log \kappa; \quad a = \log A_\eta + (E_p/E_k) \cdot \log A_\kappa, \quad b = -(E_p/E_k)$$

この補間式の適否を確認すべく, 三元系の実測値を用いて検討した結果を図1に示す。式の適合性はきわめて良好であるから, この補間式を用いて粘性係数と比電導度を相互に変換することが可能である。さらに係数 a および b が組成に因する値として決定できれば, 電導度測定の結果から粘性係数を推算することも可能となる。そこで種々の試算を行なった結果, 本実験組成範囲において一応概略値として使用に耐える比電導度と粘性係数の相互変換を行なうには, a および b を以下のごとく決定すればよいことがわかった。なお一例として三元系について推算した結果を図2に示す。

$\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 三元系

$$a = (1/2)N_{\text{Al}_2\text{O}_3}, \quad b = -[1.37 + 2(N_{\text{SiO}_2} - N_{\text{CaO}})]$$

$[\text{CaO}(43)-\text{SiO}_2(43)-\text{Al}_2\text{O}_3(14)]$ - 酸化物添加四元系

$$a = (1/2)N_{\text{Al}_2\text{O}_3} \pm N, \quad b = -[1.76 + 2(\sum N_{\text{former}} - \sum N_{\text{modifier}})]$$

$[\text{CaO}(43)-\text{SiO}_2(43)-\text{Al}_2\text{O}_3(14)]$ - フッ化物添加四元系

$$a = (1/2) \cdot N_{\text{Al}_2\text{O}_3} - N_{\text{fluoride}}, \quad b = -[1.06 + 2(N_{\text{SiO}_2} - \sum N_{\text{modifier}})]$$

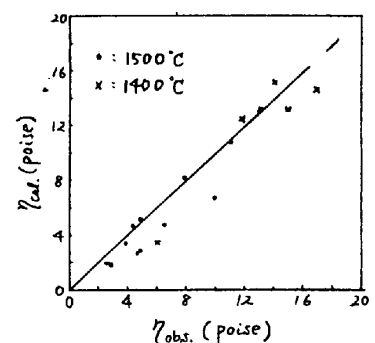


図2, 三元系についての計算値と実測値の比較
 $\log \eta_{\text{cal}} = (1/2)N_{\text{Al}_2\text{O}_3} - [1.37 + 2(N_{\text{SiO}_2} - N_{\text{CaO}})] \cdot \log \kappa_{\text{cal}}$

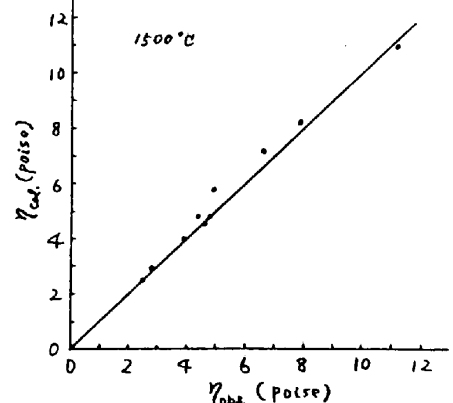


図1, 補間式の適合性の検討