

(69) 溶融スラグの熱線法による熱伝導度の測定

東京工業大学 ○石黒伸二・永田和宏・後藤和弘

1. 研究目的：金属製錬で重要なスラグの熱伝導度はElliottや、萩野⁽¹⁾によって測定されているが、その数は非常に少ない。本研究では熱線法を用いてスラグの熱伝導度の測定を行なったので報告する。

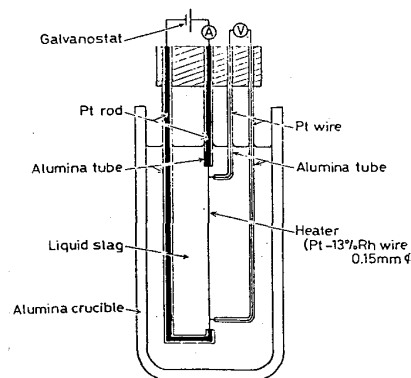
2. 測定原理と方法：本研究で採用した熱線法は非定常法の一つであり、従来固体の熱伝導度測定に用いられたが⁽³⁾、最近記録計等の計器の進歩により比較的低温の非電導性液体の測定にも用いられ精度の良いデータが得られるようになった。温度が一樣な液体中に細線(Pt-Pt13%Rh)を浸漬し、これに一定電流を流し発熱させたとき熱伝導度は次式で与えられる。

$$\lambda = (q/4) / (\Delta T / \Delta \ln t) \quad \dots\dots\dots (/)$$

ここで、 λ ：液体の熱伝導度、 q ：細線の単位長さ当りの発生熱量、 T ：細線の温度、 t ：時間。
(/)式に従い細線の温度変化を時間の対数に対してプロットして得られる直線の傾きから λ が求められる。細線の温度変化は電気抵抗の変化を電圧変化として4端子法で検出する。細線の直径は0.15mm、長さ5cmである。電圧測定端子間距離は1.6cmである。試料容器にはアルミナ製タンマン管を用い、炉はシリコニット炉をPID制御することによって $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内に制御した。セルの構造を図1に示す。

3. 測定結果：測定結果を表1に示す。熱伝導度の値は水については推奨値とよく一致しているが、 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ については萩野らの定常法と較べて小さい値が得られた。 PbO-SiO_2 については比較すべきデータがないが、熱伝導度の温度依存性は温度が高くなると熱伝導度が小さくなる傾向にあった。

4. 考察：従来熱線法は非電気伝導性の物質について適用されてきた。この方法を溶融スラグのような電気伝導性の物質に適用する場合は、細線からの漏れ電流の大きさを考慮する必要がある。半無限液体中の細線に電流を流すモデルを使い計算した。本実験条件の場合、細線の中央で約4%の電流減少が起こることがわかった⁽²⁾。この計算では細線とスラグの界面抵抗を無視しているので実際には1%以下の漏れしかないと考えられる。測定された熱伝導度は約1A以上で電流に依存しないが、それ以下では電流の減少と共に見かけの熱伝導度は小さくなる。それは細線が均一温度になるまでに時間がかかるためと考えられる。よって測定には約1A以上の電流を用いた。対流、ふく射、細線両端からの熱の逃げ等の影響はTurnbull⁽³⁾により述べられておりその結果これらの影響は本実験では無視しうる。しかしこれらは見かけの熱伝導度を大きくする要因であり、定常法で得られた萩野らの測定結果より本実験結果が小さ目に見られたのはこれらの影響がより小さくできたことを示していると考えられる。



文献：(1)萩野ら 鉄と鋼 65 (1979) S683 (2)竹内 私信1980 5月 図1 熱伝導度測定セル
(3)Turnbull, Aust. J. Appl. Sci 12 (1961) 30 (4)日本機械学会編 1968 蒸気表

表1. 熱伝導度の測定結果

Sample	$\lambda \text{ (J}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$ Present work	$\lambda \text{ (J}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$ from literature
Water	0.62 (25°C)	0.61 (25°C) (4)
80PbO-20SiO ₂	0.5 (820°C) 0.25 (950°C) 0.16 (1025°C)	—
40CaO-40SiO ₂ -20Al ₂ O ₃	0.6 (1370°C)	1.3 (1358°C) (1)