

(139) 差分法によるスラグの熱伝導率の測定

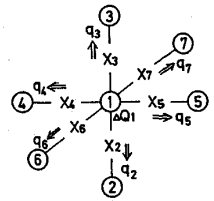
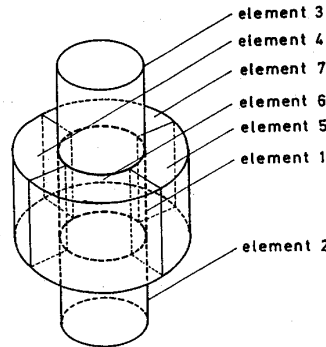
大阪大学大学院 ○井上 剛
大阪大学工学部 西脇 醇 荻野 和己

1. 緒言

鉄鋼製錬プロセスの制御においてスラグの熱伝導率は重要な物性値であるが、測定例が少ないうえに、操業温度付近での値が輻射等の影響のために各測定法によって異なっているのが現状である。そこで、著者らは凝固解析理論を応用したみかけの熱伝導率測定を行い、これまでに当研究室で行われてきた同心円筒法によるデータと比較、検討した。

2. 原理

本法では、試料内の温度分布の時間変化を求めてフーリエの伝熱方程式差分式に代入し、熱伝導率を求めた。円筒状の試料内の温度場を近似するために、この試料をFig. 1に示すように十字型に5つ、もしくは7つの要素に分割し、エネルギー保存則を用いて、単位時間に中央の要素1と他の各要素との間で出入りする熱の収支と、その間に中央の要素1に蓄積される熱量が等しいとして、熱伝導率を求める次式を導いた。



$$q_i = \lambda \cdot S_i \frac{T_i - T_1}{X_i}$$

$$\Delta Q_1 = \rho c V_1 \frac{T_1' - T_1}{\Delta t}$$

$$\Delta Q_1 = \sum q_i$$

$$\rho c V_1 \frac{T_1' - T_1}{\Delta t} = \sum \lambda S_i \frac{T_i - T_1}{X_i}$$

$$\lambda = \rho c V_1 \frac{T_1' - T_1}{\Delta t} / \sum S_i \frac{T_i - T_1}{X_i}$$

Fig. 1 Principle of finite difference method.

$$\lambda = \rho c \alpha = \rho c \{ V_1 (T_1' - T_1) / \Delta t \} / \{ \sum S_i (T_i - T_1) / X_i \} \quad \text{①}$$

ここで、 λ は熱伝導率、 ρ は密度、 c は比熱、 α は温度伝導率、 V_1 は要素1の体積、 X_i は各測温点間の距離、 S_i は要素*i*と要素1の接触面積、 T_i は要素*i*の温度、 T_1' は Δt 後の要素1の温度である。

3. 方法

実験は高周波誘導加熱炉を用いて、幾重にも断熱を施したアルミナるつば中で試料を熔融し、Pt/Rh熱電対を十字型に固定した測定子を上から浸漬して、1400℃から800℃位まで冷却する間のスラグ中の温度場をコンピュータによって10秒毎に自動測定し、先の①式を使って熱伝導率を求めた。

4. 結果および考察

Fig. 2に高炉系スラグの測定データの一例を、同心円筒法による測定データとともに示した。本法によって測定された値は、統計的手法によって処理され、平均値と誤差範囲を図に示した。低温側では同心円筒法による結果と比較的一致しているが、高温側では同心円筒法による結果よりもかなり高い値を示した。これは、同心円筒法が輻射面積の小さい線状の熱源からの伝熱を温度差が非常に小さい区間で測定するのに対して、本測定では放射面積が大きいので、高温においては輻射伝導の寄与を強く受けているものと推察される。

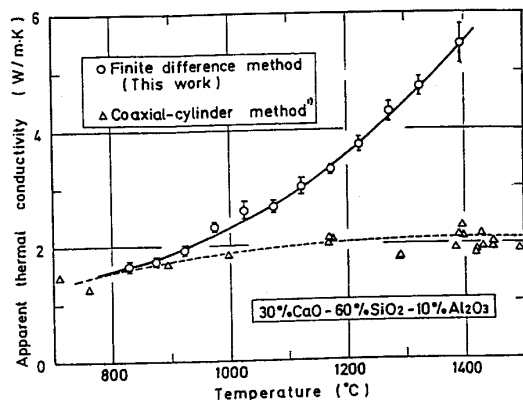


Fig. 2 The apparent thermal conductivity of slag.

[文献] I. K. Ogino et al. Proc. Int. Phys. Chem. of Iron and Steel Making (1982) III-33