

## 熱線法による熱伝導率の測定

### 熱伝導率について

何らかの理由によりある物体内で高温、低温の温度差が生じた場合、そこには必ず高温側から低温側への熱の流れが生じます。この現象を熱伝導といいます。この熱伝導を制御する場合、熱の流れを遮断する方法と、それとは逆に熱を伝わりやすくする方法とがあり、様々な目的に応じて使い分けられています。前者はいわゆる断熱と呼ばれていますが、例として発泡スチロールを使用したクーラーボックス、建物の床や壁、スペースシャトルやロケットの外壁など極めて広範囲の分野に行われています。一方後者においては、急熱や急冷を必要とされる分野、例えば、局部的なはんだ付けに伴う故障や過熱による誤動作を防止する必要がある半導体関連などで行われています。

このように熱伝導は広範囲の分野に関わっており、材料物性として極めて基本的であり重要です。この熱伝導を評価する上で用いられるのが熱伝導率であり、単位温度差がある物質内で、単位面積当たりの単位時間に伝わる熱量と定義されています。

これからの時代の流れにおいて、省エネルギー化や工業製品の電子化は必然的なものであり、その一端を担う材料特性としての熱伝導率の評価はより重要となっています。

### 測定原理および測定方法

熱伝導率の評価方法はいくつかありますが、ここでは熱線法について説明します。無限な長さを有すると見なせ、かつ均一である円筒状試料<sup>(注)</sup>の中心に充分細いヒーター線を直線状に張り(図)、それに一定電力を加える

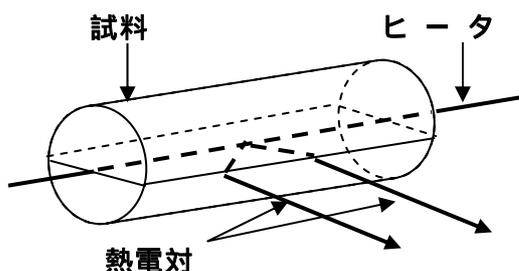


図 熱線法による熱伝導率測定

と、ヒーター通電後の任意の時刻  $t_1, t_2$  における温度  $T_1, T_2$  は

$$(T_2 - T_1) = q / (4 \quad ) \cdot \ln(t_2 / t_1) \cdots \cdots \text{式}$$

: 試料の熱伝導率 ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$q$ : ヒーターの単位時間、単位長さ当たりの発熱量 ( $\text{W}$ )

で表されます。式からもわかるように  $\ln(t_2/t_1)$  と  $(T_2 - T_1)$  は直線関係にあるから、任意の時刻  $t_1, t_2$  における試料温度  $T_1, T_2$  を測定し、 $q$  が既知であれば、 $\ln(t_2/t_1)$  に対して得られた  $(T_2 - T_1)$  をプロットした時の直線の傾きから熱伝導率 を求めることができます。

写真に、当研究所に設置されている実際の測定装置、「迅速熱伝導率計 QTM-500 (京都電子工業製: 競輪補助設備)」を示します。一般的な熱伝導率測定は、試料2枚で熱線および熱電対をはさみこんで行います。ただし本装置では、熱伝導率が既知の基材表面に熱線および熱電対を配置したプローブを試料の1枚と見なし、これと被測定試料1枚のみでも測定を行うことができます。測定対象試料としては、断熱材、樹脂、セラミックス、レンガ等が可能であり、その測定範囲は  $0.023 \sim 11.63 \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  となっています。試料サイズとしては最低  $100 \times 50 \times 20 \text{mm}$  以上です。また測定原理からもわかるように、試料表面は十分に平滑であること(ヒーターおよび熱電対が試料面に密着できること)、導電性でないこと、試料全体が均一な材料で構成されていることが測定に際し必要となります。



写真 熱伝導率計

(注) 円筒状としたのは熱が等方的に伝導することを前提としている。実際は試料の大きさが充分であれば、直方体でも構わない。



工業技術部 材料技術室 行木啓記 (hirofumi\_nameki@pref.aichi.lg.jp)  
研究テーマ: 無機・有機ナノコンポジット材料の特性評価に関する研究  
指導分野: 無機材料、無機・有機複合体材料