

有限要素法シミュレーションでわかる定温壁型 アネロイド熱量計による熱量測定の特徴

熱量計本体を一定温度の壁（定温壁）で囲み、本体と壁の間でわずかの熱移動を許しながら、本体の内部で状態変化を進行させて温度変化を測定し、熱移動分を差し引いて状態変化による温度上昇を求めるタイプの熱量計を定温壁型熱量計といいます。伝熱媒体に銀や銅を用い、固体内熱伝導を利用して熱の分散を図り、液体を用いない熱量計をアネロイド熱量計といいます。熱伝導の有限要素法は物体を多数の要素に分割し、各要素の特定位置に設けた節点の間で熱伝導微分方程式を解いて、与えられた境界条件の下での節点温度をもとめるシミュレーションの方法です。

熱量計本体は図1に示すように銀-合成樹脂-銀の3層構造を基本とする中空円筒形とし、軸対称性を利用して、頂点の内角が 6.36° の二等辺三角形を断面とする不完全三角柱（またはその上半部）で近似し、これを60個の要素に分割しました。1要素の節点数は20個で、節点総数は500-600個の範囲内です。燃焼熱の熱量計本体への移動は、一定の大きさの熱流束を100秒間、側面の中央内表面の特定要素へ誘導して入力することで近似しました。総量は本体の温度が1 K 上昇するだけの量とします。定温壁（温度 T_1 ）から外壁（温度 T ）への熱移動は熱伝達係数（比例定数）を α として、 $\alpha(T_1 - T)$ に比例するものとししました。

節点温度の解析から次のことがわかりました。

- (1) 表面温度の分布は15 mK 以内で、定温壁と本体の間の空気層が存在しても、対流に大きな影響がないと思われます。
- (2) 加熱終了後1,000 s 以内に定常状態に復帰します。
- (3) 加熱期間の前後の温度変化を本体の平均温度から求め、定温壁からの熱流入を本体表面の平均温度と上の α から求め、前者から後者を差し引いた計算した温度上昇は正確に1 K

となりますが、このような計算はシミュレーションでのみ可能です。

- (4) 実際には本体に設けたセンサーの温度を用い、(3)と同様にして加熱による温度上昇を計算しますが、その大きさは内部投入熱量に正確に比例し、定量的測定が可能であることを示しています。
- (5) 加熱による温度上昇の計算値は理論値（1 K）に一般に一致せず、センサーの位置に依存します。したがって、本体の温度を1 K 上昇させるのに必要な熱量であるエネルギー当量もセンサー位置によって変化し、一般に熱容量とは一致しません。較正実験が必要なゆえんです。（崎山 稔）

参考文献

崎山 稔, 第29回熱測定討論会（長岡）, 1323A (1993).

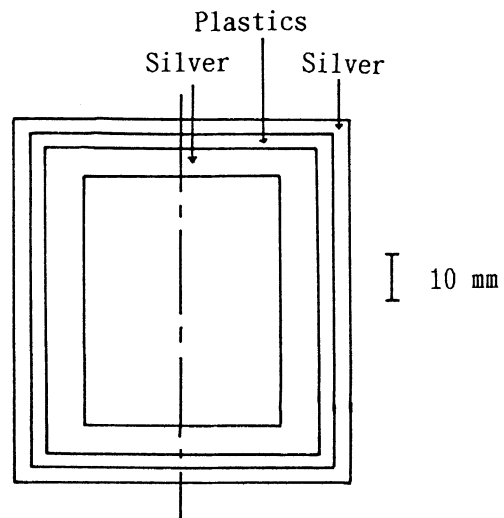


Fig.1 Cross-sectional view of the model calorimeter.