

比熱容量の測定方法のご紹介

はじめに

比熱容量とは、単位質量の物質の温度を単位温度だけ上昇させるのに要する熱量で定義される物性値です。単位は一般に [J/(kg・K)] がよく用いられます。この物性値を測定する方法は多数ありますが、弊社ではレーザーフラッシュ法、断熱法、DSC法、および投下法の4種類の方法を用いて様々な試料の比熱容量を求めています。各測定法の測定可能な温度範囲と試料体積を図1に示します。

4種類の比熱容量測定法

(1) レーザフラッシュ法 (LF法)

レーザーフラッシュ法では、以下の方法により比熱容量を測定します。試料表面にレーザーパルス光を照射し加熱すると、熱が試料の厚さ方向に拡散し、裏面に伝わります。その際、赤外線センサーで試料裏面の温度変化を測定し、温度変化の最大値 θ_m と照射熱量から比熱容量を求めます。

試料寸法は、通常 $\phi 10\text{mm} \times 1\text{mm}$ で、室温～700℃までの測定が可能です。本測定法を用いて、比熱容量以外にも室温～1400℃までの熱拡散率の測定も行っています。

(2) 断熱法

断熱法は、測定試料が周囲に対して断熱状態を維持しながら一定の熱量を与えた際の試料温度上昇量を測定することにより、試料の比熱容量を求める方法です。

測定温度範囲は室温～800℃ですが、 $\phi 15\text{mm} \times 30\text{mm}$ の試料容器に入る固体や粉体の測定が可能のため、灰などの混合物や複合材などの平均的な比熱容量を求めたい場合に多く利用されています。

(3) DSC法

DSC法は、試料と基準物質をある調節された温度プログラムの同一条件下に設置し、両検体に流入する熱流束の差を温度の関数として測定することで、任意温度での試料の比熱容量を求める方法です。

測定試料の寸法は $\phi 5\text{mm} \times 1\text{mm}$ と小さく、測定温度範囲は -100℃～1400℃ と幅広いため、比熱容量の測定方法としては、最もよく用いられる方法となっています。

(4) 投下法

投下法では、以下の方法により比熱容量を測定します。まず、所定の測定温度に加熱保持した試料を室温にある水熱量計内に投下し、熱量計で温度上昇を測定します。この測定を、求めたい比熱容量の温度を挟むように複数の温度について行い、温度 vs 熱含量の関係を求め、その傾きから比熱容量を求めます。

$\phi 15\text{mm} \times 20\text{mm}$ の容器に入る固体・粉体の測定が可能で、標準の試料寸法は $\phi 15\text{mm} \times 6\text{mm}$ です。測定温度範囲は 600℃～1500℃ であり、均質材料以外にレンガやコンクリートなどの混合物や複合材などに適した比熱容量の測定方法です。

弊社ではこれら4種類の方法から、お客様

の試料、ご希望に最も適した比熱容量測定法をご提案させていただいております。お気軽にご相談下さい。

お問い合わせ先

尼崎事業所 解析技術部

廣瀬 隆一 平峯 綾

TEL: 06-6489-5714

FAX: 06-6489-5981

E-mail: hirose-ryuichi@nsst.jp

hiramine-aya@nsst.jp

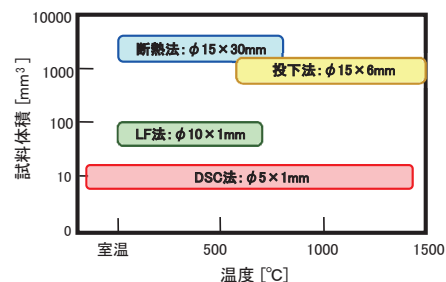


図1 各測定方法の測定温度と試料体積

測定法	レーザーフラッシュ法 (LF法)	断熱法
測定原理	<p>温度</p> <p>θ_m</p> <p>$\frac{\theta_m}{2}$</p> <p>$t_{1/2}$</p> <p>時間</p> <p>$C_p = Q / (m \cdot \theta_m)$</p> <p>$\theta_m$: 温度上昇量 [K] Q: 熱入力 (パルス光エネルギー) [J] m: 試料の質量 [kg]</p>	<p>①試料 ②試料ホルダ* ③断熱容器 ④外部ヒータ ⑤内部ヒータ ⑥断熱制御用熱電対 ⑦スペーサ ⑧遮熱板 ⑨ヘルシヤ</p> <p>$C_p = q \times t / (m \cdot \Delta T)$</p> <p>$q$: 単位時間当りの導入熱量 [J/s] m: 試料の質量 [kg] t: ΔT 上昇するのに要した時間 [s] ΔT: 上昇温度 [K]</p>
試料寸法	$\phi 10\text{mm} \times 1\text{mm}$	$\phi 15\text{mm} \times 30\text{mm}$ の容器に入る固体・粉体
温度範囲	室温～700℃	室温*1 ～800℃
雰囲気	真空中、Arフロー	減圧Ar中
JIS規格	JIS R 1611	-----

*1: 室温近傍は高温からの外挿値

測定法	DSC法	投下法
測定原理	<p>容器のみ</p> <p>容器+参照試料</p> <p>容器+未知試料</p> <p>等温 昇温 等温</p> <p>時間</p> <p>$\frac{d^2T}{dt^2} = 0$</p> <p>$\frac{dT}{dt} = \beta$</p> <p>$\frac{dT}{dt} = \alpha$</p> <p>$C_p = \frac{m' \cdot h}{m \cdot h'} C_p'$</p> <p>$h$: 空容器測定を基準とした未知試料のDSC曲線の信号変位 h': 空容器測定を基準とした参照試料のDSC曲線の信号変位 C_p: 未知試料の比熱容量 [J/(kg・K)] C_p': 参照物質の比熱容量 [J/(kg・K)] m: 未知試料の質量 [kg] m': 参照試料の質量 [kg]</p>	<p>試料投下制御部へ</p> <p>熱電対</p> <p>吊線</p> <p>試料容器 および試料</p> <p>アルミナ製管</p> <p>加熱炉</p> <p>水温測定用白金抵抗体</p> <p>銅製放熱室</p> <p>断熱材</p> <p>蒸留水 (約2200mL)</p> <p>$\Delta H_T = (H_T - H_{RT}) = C_p \cdot W \cdot (\Delta T - \Delta T_0) / m$</p> <p>$\Delta H_T$: 試料の熱含量 [J/kg] H_T, H_{RT}: それぞれ T [K] および 室温における試料のエンタルピー C_p: 水の比熱容量 [J/(kg・K)] W: 水当量 [kg] ΔT: 試料容器と試料を測定した際の水温上昇量 [K] ΔT_0: 試料容器のみを測定した際の水温上昇量 [K] m: 試料の質量 [kg]</p>
試料寸法	$\phi 5\text{mm} \times 1\text{mm}$	$\phi 15\text{mm} \times 20\text{mm}$ の容器に入る固体・粉体
温度範囲	-100℃～1400℃	600℃～1500℃
雰囲気	Arフロー	Arフロー
JIS規格	JIS K 7123、JIS R 1672 など	-----