

建築材料の比熱の測定 (断熱型熱量計法)

町田 清*

1. はじめに

比熱の測定方法には断熱型熱量計法、液体混合法、投下法などいくつかあるが、断熱型熱量計法は建築材料のうち、モルタル、コンクリート類、岩石、土など比較的熱容量の大きな材料に適していて、測定の自動化も比較的容易である。

2. 試験方法

(1) 装置の概要

比熱測定装置の主な構成は、図1のように試験体をセットする熱量計、定電力印加部、断熱制御部及び計測部から成っている。本体の熱量計測定部は試験体を納める内部容器と、ここで発熱した熱量を外部に逃がさないようにする外部ヒーター及び断熱容器とから成っている。断熱状態にするために内部容器と断熱容器の温度差がゼロとなるように示差熱電対式の温度制御器を用いてコントロールしている。又、容器の表面からの放射伝熱を小さくするために表面の放射率を小さくしてある。

(2) 比熱の計算

内部容器を断熱状態にすれば、内部容器に納めた試験体に巻き付けたヒーターからの発熱量は外部に逃げずに全て試験体に吸熱されて、試験体を温度上昇させる。このときの発熱量と温度上昇量より(1)式から比熱を求めることができる。

$$C = \frac{Q \times \Delta t}{M \times \Delta \theta} - \frac{M' \times C'}{M} \quad \text{--- (1)}$$

ここに、C : 比熱(kcal/kg°C)

Δt : 温度上昇に対する時間(h)

Q : 発熱量(kcal/h)

M : 供試体の質量(kg)

M' : 容器の質量(kg)

C' : 容器の比熱(kcal/kg°C)

$\Delta \theta$: 温度上昇(°C)

$M' \times C'$ は水当量と言われる量で内部容器の熱容量を示す。事前に内部容器の質量及び比熱を求めておく必要がある。測定例を図2に示す。

(3) 装置の校正

熱量計内部容器内における空気の対流、伝熱の影響を排除するために真空中で行い、また放射による伝熱を小さくするために試料容器及び断熱容器の表面の放射率を小さくすると完全な断熱状態に近づけることができる。しかし、このようにすると測定装置が大型となり高価にもなる。本装置では大気中で測定するためにこのような影響を考慮して比熱の値がわかっているアルミニウム製の標準試料を用いて装置を校正するようにしてある。従って、内部容器の水当量に当たる $M' \times C'$ を校正値として求めておく必要がある。

* (財) 建材試験センター物理試験課

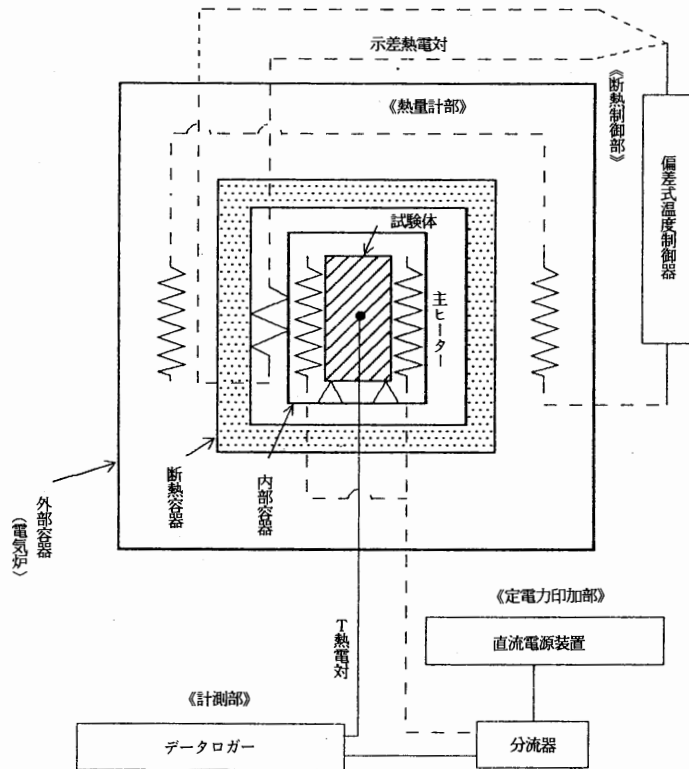


図1 比熱測定装置 (断熱型熱量計)

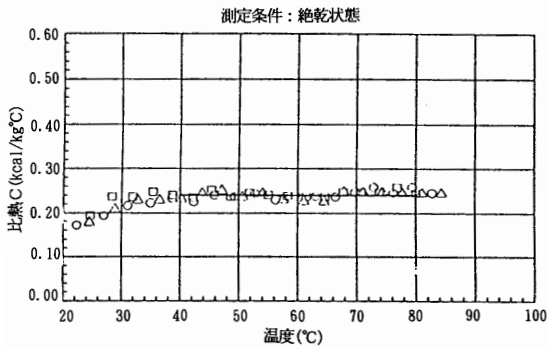


図2 比熱の測定結果例

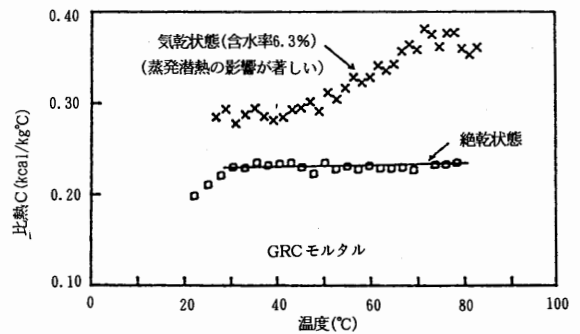


図3 試料の養生状態の違いによる比熱の変化

(4) 含水状態の取扱い

建築材料の多くは水分を含んでいる。このような気乾状態の試験体をヒーターで過熱すると含水分の蒸発による潜熱の影響のために、測定された比熱が実際よりもかなり大きくなる。測定例を図3に

示す。

このため、あらかじめ試験体を105°Cで乾燥させる必要がある。試験体の含水率Wと乾燥状態での比熱 C_d を測定して、(2)式から気乾状態の比熱 C_a を推定することができる。

コード番号 3 1 0 7 0 1

表

1. 試験の名称	建築材料の比熱測定	
2. 試験の目的	建築材料の比熱を測定する。	
3. 試験体	(1) 種類：主としてモルタル、コンクリート類、土、岩石など、その他 (2) 寸法：直径50～60mm、長さ90mmの円柱形 (3) 数量：3	
4. 試験方法	概要	断熱状態において一定電力を試験体に加えたときの電力と温度上昇量から比熱を求める。
	準拠規格	-
	試験装置及び測定装置	断熱型熱量計
	試験時の条件	測定温度範囲 20～80℃
	試験方法の詳細	(1) 試験体を絶乾状態にする。(又はビニルシート内に密閉する.) (2) 試験体に均一にヒーターを巻き、均一に過熱するようにする。 (3) 示差熱電対により内部と断熱容器の温度差がゼロとなるように制御する。 (4) 一定時間間隔で試験体に印可した電力及び温度を測定する。 (5) 試験体温度は室温(20℃)から80℃程度まで上昇させる。
5. 評価方法	準拠規格	-
	判定基準	-
6. 結果の表示	比熱(有効数字2桁で示す.)、含水率	
7. 特記事項	-	
8. 備考	-	

$$C_x = \frac{(100 \times C_d) + (C_w \times W)}{100 + W} \quad \text{--- (2)}$$

ここに、 C_w ：水の比熱1.0(kcal/kg℃)

比熱は材料の密度が変わっても変化しないので、発泡あるいは繊維状にして低密度となった試料でも粉碎又は圧縮して測定することも可能である。このような場合には適当な容器に納めて測定するとよい。

3. 試験体

試験体は、直径50～60mm、長さ90mmの円柱形とする。円柱形としたのは試験体に巻き付けたヒーターが試験体表面に密着するためである。

試験体の温度を測定するためにコンクリート、モルタルなどは温度センサーを予め中心部に埋め込んでおくことが望ましい。又は試験体中心部に達する直径2mm程度の孔をドリル等であけて熱電対を差し込む。

4. おわりに

建築材料の比熱は含水率がなければ、おおよそ0.19～0.25(kcal/kg℃)程度、プラスチック、ゴム系で0.3～0.4(kcal/kg℃)程度の範囲にあると考えておけばよい。建築材料の多くは、含水率により比熱が大きく変化するので、含水率がわかっている場合には、(2)式を用いた計算により推定することができる。