

島津試験 CSC ニュース No.221

乾式自動密度計アキュピック 1330 による 発泡プラスチックの開放・独立気泡率の測定方法

発泡プラスチックは衝撃吸収性、断熱性、防音性などの優れた特性を持っており、幅広い分野で利用されています。この発泡プラスチックはポリマーの薄い膜や壁から構成されていて、膜や壁で仕切られている部分を気泡(cell)と呼びます。気泡は次の2種類(Fig.1)に分類されます。

- ・ 開放気泡(open cell)：壁によって完全には取り囲まれていないもの（他の気泡または外部と互いに連結している。連続気泡と呼ばれることもある。）
- ・ 独立気泡(closed cell)：壁によって全て囲まれているもの。（他の気泡とは連結していない。）

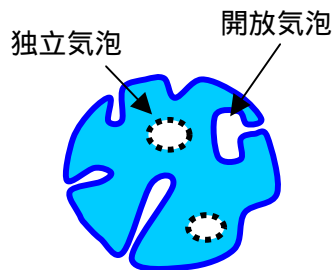


Fig.1 開放・独立気泡



Fig.2 アキュピック 1330

実際の発泡プラスチックではこれら2種類の気泡が混在しているのが普通です。開放気泡の割合（もしくは独立気泡の割合）は、発泡プラスチックの絶縁性、断熱性、強度、防水性などを評価する上で非常に重要です。

ASTM D2856(1998)には、空気比較式の乾式密度計による気泡率の測定手順が記載されています。乾式自動密度計 アキュピック 1330(Fig.2)を用いることにより ASTM に準拠した測定を簡単で正確に行なうことができます。

実際の手順としては、最初に試料を所定の大きさにカッティングし体積測定を行ないます。このカッティングの際に独立気泡のいくつかは切り開かれてしまいます。このため、カッティング条件を変えて測定し、得られる体積データを用いて、独立気泡を切り開いたことによる体積変動の影響を補正します。

ASTM ではガスとして乾燥空気を指定していますが、乾燥窒素でも良好な結果が得られています。

ASTM では3種類の測定方法が記載されています。以下にこのうちの1つの手法についてアキュピック 1330(100cm³)を用いた場合の測定手順、及び計算手順として示します。(残りの2つの方法は ASTM をご参照ください。それらもアキュピックで実施できます。) なお測定の前には、実際に使用するガスおよびその充填圧において装置のキャリブレーションを行なっておく必要があります。

【測定手順】

試料として一辺が 25mm の立方体を 2 個切り出します。カッティングには鋭く切れるもの(剃刀の刃)が必要です。

2 個の立方体の幾何学的な体積(V_g)を(寸法を測って)厳密に求めます。

2 個の立方体をアキュピック 1330(100cm³ モデル)で測定し、試料体積(V_{p1})を求めます。このとき、開放気泡は試料体積から除外されます。また元々独立気泡で、 の際に開放気泡となったものも同じ扱いになります。したがって、 V_{p1} は V_g よりも小さい値になります。

2 個の立方体それぞれについて 3 回カッティングを行ない(Fig.3)、一辺 12.5mm の立方体を合計 16 個作ります。このとき外寸法から求める表面積は 2 倍に、そしてカッティングによって開放された気泡の数も 2 倍になるとします。

16 個の立方体をアキュピック 1330(100cm³ モデル)で測定し、試料体積(V_{p2})を求めます。

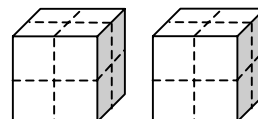


Fig.3 一辺 25mm の立方体をカット

【開放気泡率・独立気泡率の計算手順】

発泡プラスチックにおける、開放気泡の体積を V_{oc} 、試料準備の過程で開放された(独立)気泡の体積を V_{cc} とすれば、測定時に得られた体積データ (V_{p1} , V_{p2}) と開放気泡率 (C_o) は ASTM では次のように書き換えられます。

$$V_{p1} = V_g - V_{oc} - V_{cc} \quad (1) \qquad V_{p2} = V_g - V_{oc} - 2V_{cc} \quad (2)$$

この両式から V_{cc} を消去するために $2 \times (1) - (2)$ とすると、

$$2V_{p1} - V_{p2} = V_g - V_{oc} \qquad V_{oc} = V_g - 2V_{p1} + V_{p2}$$

この結果、開放気泡率 (C_o) は、

$$C_o = V_{oc} / V_g \times 100 \quad (\%)$$

一方、独立気泡率 (C_c) は試料の真密度 (D) が既知でなければ求めることができません。独立気泡だけの体積を V_c 、試料重量を W とすると、

$$V_c = V_g - W/D - V_{oc}$$

$$C_c = V_c / V_g \times 100 \quad (\%)$$

となり、独立気泡を求めることができます。

【測定例】

上記の測定、計算方法で発泡体の開放気泡率、独立気泡率を測定した例を示します。

試料重量 (W): 1 . 0 1 5 6 g

幾何学的体積 (V_g): 3 2 . 7 7 4 1 cm³

カッティング前のアキュピックでの体積 (V_{p1}): 2 7 . 5 4 5 6 cm³

カッティング後のアキュピックでの体積 (V_{p2}): 2 3 . 0 5 9 7 cm³

$V_{oc} = V_g - 2V_{p1} + V_{p2}$ に代入すると

開放気泡の体積 (V_{oc}): 0 . 7 4 2 6 cm³

開放気泡率 (C_o): 2 . 2 7 %

独立気泡率 (C_c): 9 4 . 7 8 % (真密度: 1 . 0 5 0 0 g/ cm³)