

発泡プラスチック材料の各種物性評価

Physical Properties Evaluation for Foamed Plastics

■はじめに

Introduction

発泡プラスチックは精密機器等の輸送に際しての緩衝材や、保温目的での断熱材、建築用防音材などのほか、軽量であることから食料品の容器など、その特長を活かして多様な用途で使用されています。

発泡プラスチックは空気を含んだ部分(気泡)が、樹脂の薄い膜や壁で仕切られた構造となっており、いくつかの製造方法がありますが、代表的なものとしてスチレンなどの原料にトルエンなどの発泡剤(食料品用では重曹)を混ぜて加熱することにより、気泡を形成させるものがあります。

しかし、直接原料と発泡剤を型に入れて加熱すると、内部で温度分布の偏りなどのため気泡の大きさが不

均一になるなどの問題が起こります。このため、実際にはまず数 mm 程度の一次発泡体を作成し、その一次発泡体を型に入れ再加熱することにより均一性を確保するなどの工夫がなされています。

このような発泡プラスチックは、それぞれの用途に応じた柔らかさや強度などが必要で、発泡剤の含有量や加熱方法などにより製造時に制御を行いません。

今回は発泡剤含有量が異なる 3 種類の発泡プラスチックについて、その代表的な物性を圧縮試験、密度測定、X 線 CT による内部観察により多面的に評価した例を紹介致します。

A.Michishita, M.Edahiro

■ 試料(試験片)

Test specimen (Sample)

今回、評価の対象とした試料は発泡剤の含有量により気泡サイズの異なる 3 種であり、本報では「低発泡」(発泡剤含有量少)、「中発泡」, 「高発泡」(発泡剤含有量多)として識別しています。(Fig.1 は試料外観です)

※今回の試料は㈱JSP のご好意により提供をいただきました。

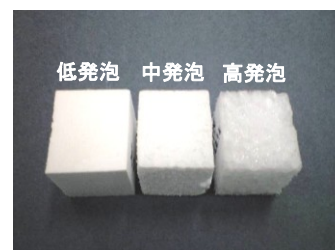


Fig.1 発泡プラスチック 試料
Foamed plastics (Test sample).

■ 圧縮試験

Compression Test

圧縮強度を評価するための試験は「島津精密万能試験機オートグラフ AG-X」形(Fig.2)を用い、Table 1 に示す試験条件で行いました。実際の発泡プラスチック試料の試験実施状況例を Fig.3 に示します。



Fig.2 島津精密万能試験機 AG-X 形 外観
Overview of SHIMADZU Autograph AG-X type.

Table 1 試験条件 (圧縮試験)
Test condition (Compression test).

1) 試験力計測	ロードセル (1kN)
2) 変形量計測	クロスヘッド移動量 (試験機に内蔵)
3) 治具	固定式圧盤
4) サンプル形状	50 mm (長さ) × 50 mm (幅) × 25mm (厚さ)
5) 圧縮速度	12.5 mm/min



Fig.3 圧縮試験 実施例
Overview of compression test.

3種の試料に対する試験結果を、応力(試験力を初期試料受圧面積で除したもの)とひずみ(試料変形量を初期試料高さで除したもの)の関係として図示したものを Fig.4 に示します。この図は試料に加圧を開始してからの力と変形量の関係を表しています。

また、ひずみが 10%、25%、50%となった時点での圧縮応力を前記線図データから読取ったものを一覧

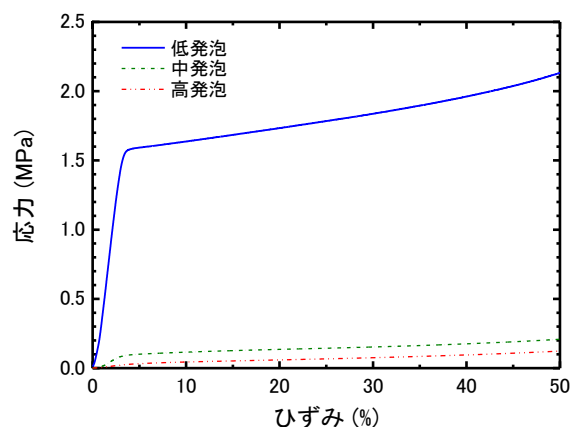


Fig.4 圧縮試験 試験結果
Test result of compression test.

として Table 2 に掲げます。

これらを見ると、「低発泡」は他の 2 種に比べて顕著に圧縮応力が高い(圧縮力に対する抵抗力が大きい)ことがわかります。また、いずれの試料もひずみが 3% 程度を超えた以降はあまり応力が増加しないことも読取ることができます。

Table 2 圧縮試験 試験結果
Test result of compression test.

試料	10%ひずみ時の応力(MPa)	25%ひずみ時の応力(MPa)	50%ひずみ時の応力(MPa)
高発泡	0.044	0.067	0.123
中発泡	0.116	0.144	0.209
低発泡	1.640	1.780	2.130

■ 密度測定

Density Measuring

次に「乾式自動密度計アキュピック 1340」形(Fig.5)を用いて、各試料の密度と開放気泡率を測定しました。

この装置は試料(予め質量を測定しておく)を入れた試料室内にガスを導入した時と、そのガスを別途定められた体積だけ膨張させた時との圧力差を測定することにより、密度を測定するものです。真密度に近い値を測定するため、一般的に導入ガスとしては分子サ

イズの小さなヘリウムを用いますが、今回(発泡プラスチック)の場合はヘリウムガスではプラスチックの壁を通り抜け、気泡内部まで入り込み誤差の原因となるため、窒素ガスを用い、かつガス導入圧も試料の変形を避けるため低く設定しました。また、試料は辺長 25mm の立方体にカットしたもの 2 個を試料室に入れています。



Fig.5 乾式自動密度形 アキュピック 1340 形外観
Overview of SHIMADZU Gas Displacement Pycnometry.

3種の試料についての測定結果を Table 3 に示します。

なお、ここで「開放気泡率」とは壁によって完全には取り囲まれていない気泡(他の気泡または外部と互いに連結している気泡。連続気泡と呼ばれることもあ

る)の割合を表すパラメータで、ASTM D2856 にもとづいて計算したものです。

この結果では、発泡度合の差が密度、開放気泡率として明瞭に出ていることがわかります。

Table 3 密度測定結果
Result of density measurement.

	密度(g/cm ³)	開放気泡率(%)
低発泡	0.1098	0.14
中発泡	0.0199	2.66
高発泡	0.0142	14.6

■ X線 CT による内部観察

Observation with X-ray CT system

更に、「島津マイクロフォーカス X線 CT システム SMX-100CT」形(Fig.6)を用いて、試料内部の構造を非破壊的に観察しました。

Fig. 7 に、各試料の内部を CT 観察した断面画像(同一倍率で表示)を示します。赤い線で囲んで示した部分が一粒の発泡プラスチックで、その中に更に小さな気泡があることが分かります。「低発泡」、「中発泡」、「高発泡」の順に内部の気泡が大きくなり、また一粒の発泡プラスチックの膜厚が薄くなっていく様子も明瞭です。



Fig.6 島津 X線 CT システム SMX-100CT 形 外観
Overview of SHIMADZU X-ray CT system.

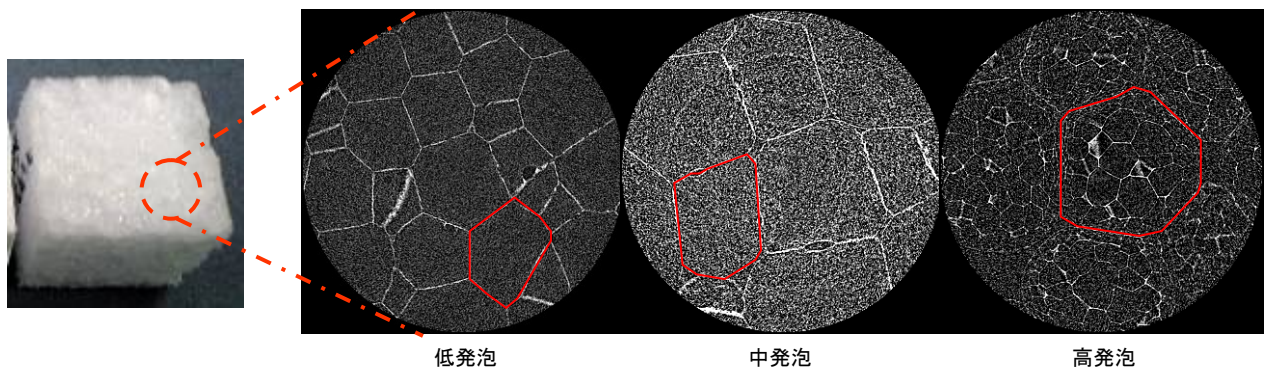


Fig.7 発泡プラスチックの断層像
Sectional image of foamed plastics.

さらに、CT データから作成した立体的な 3 次元画像例を Fig.8 に示します。

このように X線 CT システムでは 3 次元画像を容易

に見ることができるため、従来の目視による観察(切削の手間もかかる)に比べて飛躍的な効率アップが期待できます。

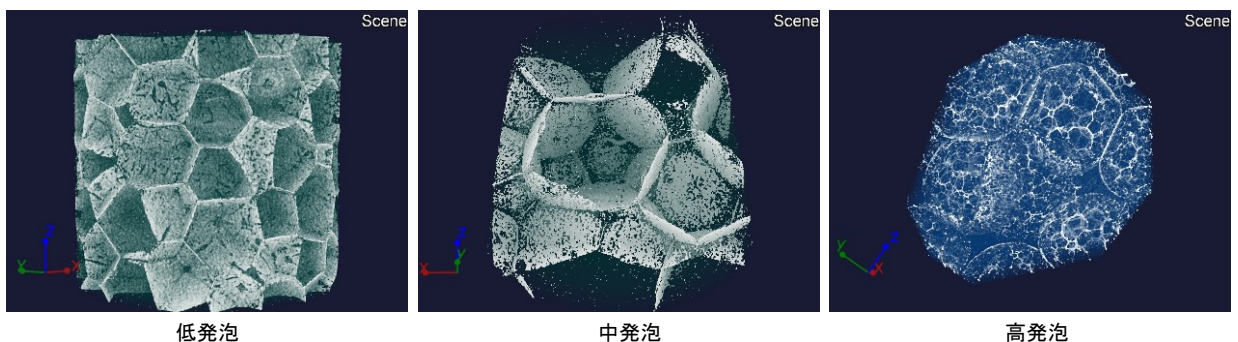


Fig.8 発泡プラスチックの 3 次元画像
3-dimensional image of foamed plastics.

初版発行: 2009 年 11 月