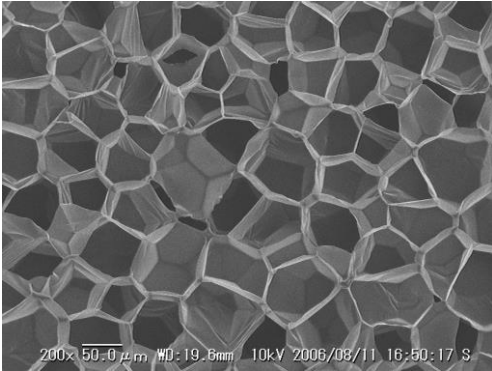


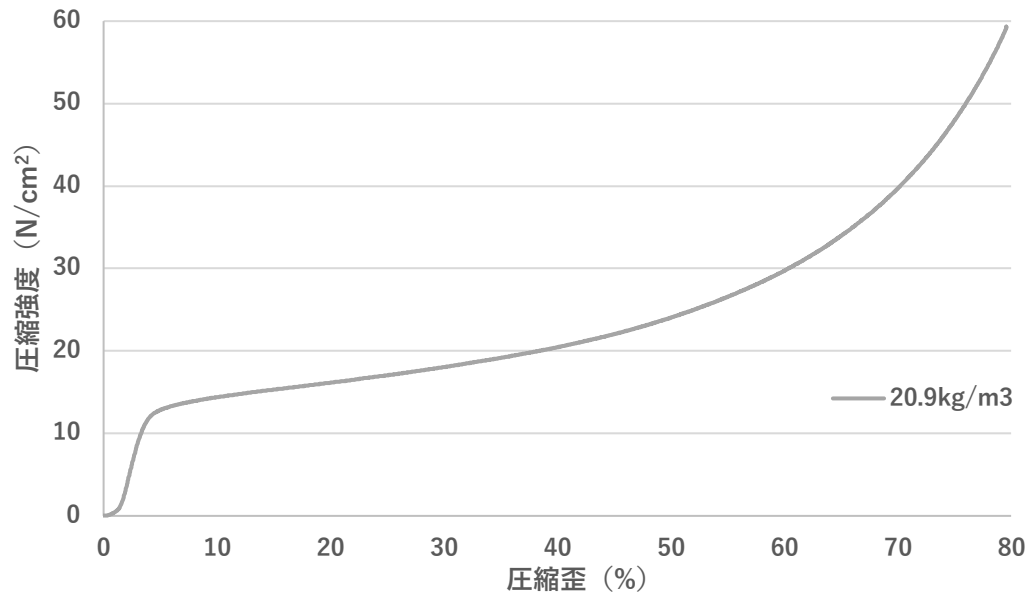
# 発泡プラスチック断熱材の物性

## 発泡プラスチック断熱材の構造と機械強度



発泡プラスチックは空気や発泡ガスの入ったプラスチックの泡により構成されています。（写真）

一般的に使用されている30倍発泡では体積の約3%、50倍発泡では体積の2%が樹脂で構成されています。つまり、写真の樹脂膜は数 $\mu\text{m}$ しかなく、その量が物性を左右していることとなります。



風船のような構造なので、その機械的物性は非線形性を有しており、一定以上の変形を起こすと、降伏するようになります。

JIS規格の圧縮強度測定法では10%変形時までの最大値を圧縮強度と規定しています。しかし、建築・土木分野で発泡体が10%も変形するような状態は考えにくく、その前に建築物は倒壊してしまうと考えられます。

さらに発泡体が10%変形した場合、比例領域から外れてしまうため、応力が無くなっても元の厚さに戻らないこととなります。

一般的には、応力解放時に元に戻る比例領域で1%変形までの荷重以内で使用することを推奨し、安全に使用できる強度として規定しています。そのため、製品実測値とJIS規格規定値は大きく異なることに注意が必要です。

## 発泡プラスチック断熱材の物性

### 発泡プラスチック断熱材の物性値（機械物性）

機械物性の測定した事例を以下に示します。

材料※	圧縮物性 試験片：50×50×25				曲げ物性 試験片：300×75×25					せん断物性 試験片：50×300×25			
	試験方向	密度	10%圧縮応力	弾性率	試験方向	密度	最大強度	最大たわみ	弾性率	試験方向	密度	せん断強度	せん断弾性率
		Kg/m <sup>3</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>		Kg/m <sup>3</sup>	N/cm <sup>2</sup>	mm	N/cm <sup>2</sup>		Kg/m <sup>3</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
EPS		13.3	80.0	203.2		13.3	16.2	16.7	496.9		13.2	8.9	214.9
		19.5	13.2	475.1		19.1	27.5	16.7	933.2		20.6	17.0	232.8
		25.6	19.4	673.5		25.4	38.6	12.3	1351.0		20.7	17.4	281.0
		28.3	21.9	710.1		28.8	44.2	14.4	1581.5		25.1	18.5	412.8
		30.5	23.0	734.7		29.6	50.4	16.8	1747.4		29.9	27.1	451.5
XPS	厚さ	35.8	22.6	857.2	幅	37.0	89.4	21.2	3101.7	厚さ	36.9	38.4	654.1
PF		27.6	16.3	445.7		27.3	29.4	14.7	608.0		27.6	14.0	197.8
PUF		26.7	18.4	476.5		26.9	17.6	32.4	290.2		27.0	11.8	182.6

「構造部材に用いられる発泡プラスチックの機械物性 その1」 小浦孝次  
1480 日本建築学会大会学術講演梗概集（関東）2015年9月

※ EPS ビーズ法ポリスチレンフォーム  
XPS 押出法ポリスチレンフォーム  
PF フェノールフォーム  
PUF 硬質ウレタンフォーム

## 発泡プラスチック断熱材の物性

### 発泡プラスチック断熱材の物性値（その他の物性）

その他物性を測定した事例を以下に示します。

項目	単位	特性値							
		EPS <sup>1)</sup>				XPS <sup>2)</sup>	PUF <sup>2)</sup>	PEF <sup>2)</sup>	PF <sup>2)</sup>
		20倍	30倍	40倍	50倍	30倍	30～37倍	29倍	10～30倍
密度	kg/m <sup>3</sup>	50	33	25	20	33	27～33	35	33～100
比熱	J/kg・K	1.26 × 10 <sup>3</sup>				1.21 × 10 <sup>3</sup>	9.21 × 10 <sup>3</sup>	2.30 × 10 <sup>3</sup>	1.59 × 10 <sup>3</sup>
線膨張係数	K <sup>-1</sup>	6～8 × 10 <sup>-5</sup>							
圧縮弾性率	N/cm <sup>2</sup>	1500～1600	1000～1100	700～800	500～600				
ポアソン比	—	0.20～0.25	0.15～0.20	0.14～0.16	0.11～0.13				

EPS ビーズ法ポリスチレンフォーム  
 XPS 押出法ポリスチレンフォーム  
 PUF 硬質ウレタンフォーム  
 PEF ポリエチレンフォーム  
 PF フェノールフォーム

1) 発泡スチロール土木工法 技術資料（材料マニュアル）  
 第4版：発泡スチロール土木工法開発機構より抜粋  
 2) 鉄道技研

# 発泡プラスチック断熱材の物性

## 発泡プラスチック異形成形品の体積の測定方法 (アルキメデス法)

### <事前準備>

- 1 「はかり」の上に成形品が入る大きさの容器を準備する。
- 2 測定時に製品表面に泡がつかないように界面活性剤の入った水を入れる。  
入れた水の温度を測定する
- 3 水没治具を適当な位置まで沈め水没治具に沈めた位置にマーク (a) する。  
その状態で「はかり」の風袋重量を0に補正する。

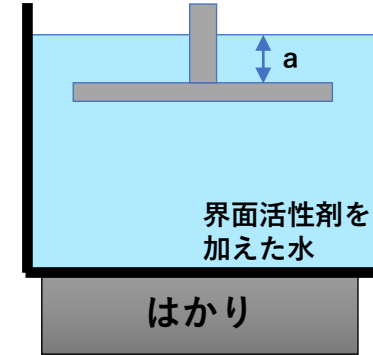
### <測定>

- 1 水没治具を引き上げ、製品を容器に入れ製品表面に泡がつかないように濡らす。
- 2 水没治具で製品を沈め、事前準備にマークした位置まで水没治具を沈める。
- 3 はかりの重量を記録する。  
$$\text{はかりの重量(g)} / \text{測定時の水温補正した水の密度(g/cm}^3\text{)} = \text{製品体積(cm}^3\text{)}$$

### 注意：

- 1 続けて測定する場合は製品表面の水滴により水の量が変わることがあるので事前準備から繰り返し、水没治具のマークを付け替えるようにする。
- 2 製品が大きい場合は製品を切断し、複数回測定して体積を求めるが、切断時に体積が変わらないようにニクロム切断機で熔融させたり、丸鋸等のように切削粉が発生するような切断方法は避ける。

### <事前準備> 水没治具



### <測定> 水没治具

