



thema 

## 「<sup>ひずみ</sup>圧縮永久歪」

 三和化工株式会社  
SANWA KAKO CO., LTD.

〈測定方法に関するお問い合わせ〉  
FDC 本部 (フォームデザインセンター)  
TEL : 075-671-5188  
FAX : 075-671-5441



ホームページ

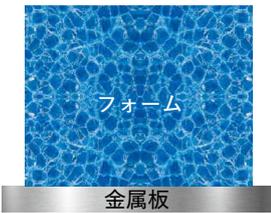
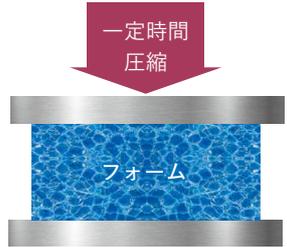
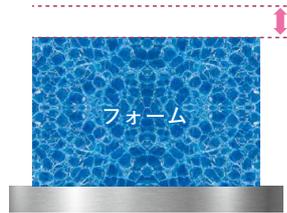
## 1 圧縮永久歪とは

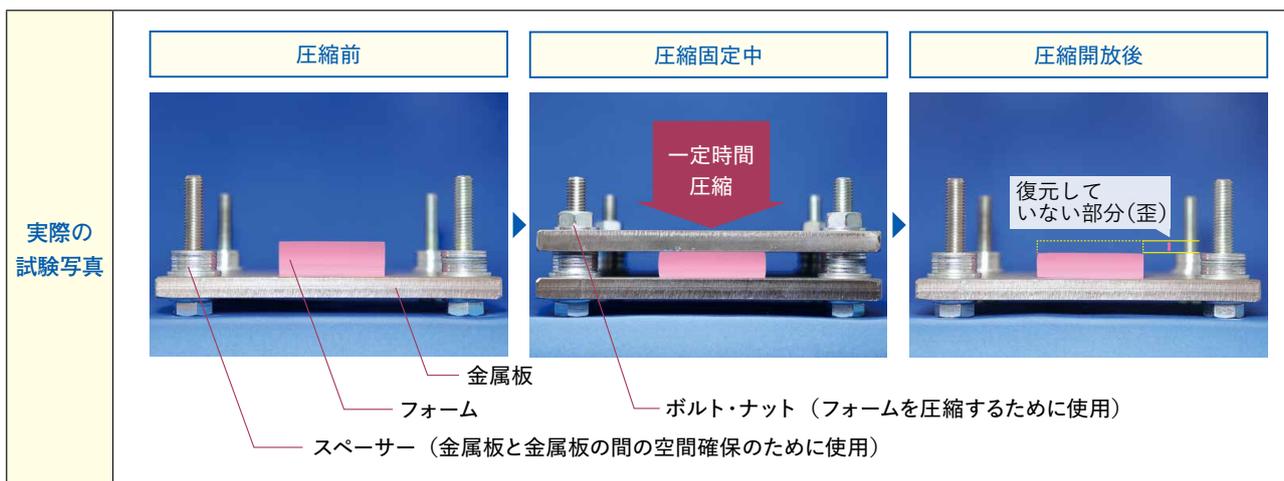
フォームを22時間圧縮し、圧縮開放後の「歪」の割合を指します。歪とは、元の厚みに復元しない部分の割合を指します。瞬間的ではなく、長時間圧縮した際の歪を確認する試験になります。

※JIS規格では「圧縮永久ひずみ」と平仮名で記載されていますが、当社では、社内の表記統一の都合上、「圧縮永久歪」と漢字で記載していますので、当説明においても漢字表記で統一させていただきます。

## 2 試験方法

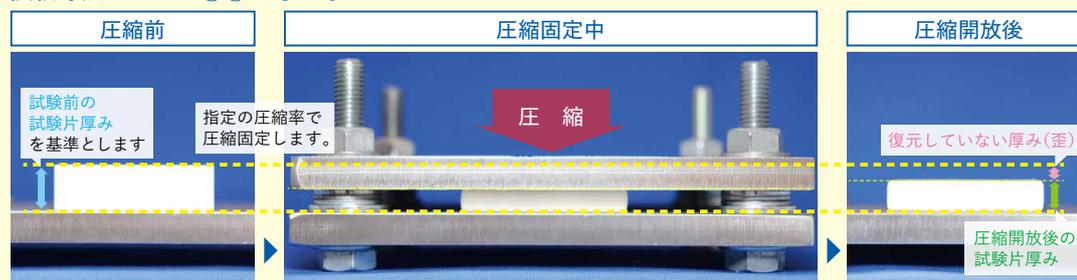
当社では、ブランドによって、3パターンの試験方法を使い分けています。

試験方法	パターン①	パターン②	パターン③
試験規格	JIS K 6767 準拋	JIS K 6767 準用	ASTM D 1056 準用
	※「準拋」は、その規格通りに測定している、「準用」は、考え方はその規格に則ってはいるが、実用性のある測定値を算出するため試験条件を一部変更している、とお考えください。		
当社における対象ブランド	サンベルカ エコベルカ ニューベルカ	オプセル オブシーラー サンテクト	ラバベルカ
	※独立気泡ポリエチレンフォームが対象	※すべての連続気泡フォームが対象	※独立気泡ゴムフォームが対象
試験片寸法	厚み10~20mm×幅50mm×長さ50mm 厚みはグレードごとに社内規格を定めて実施しています。		
圧縮率	パターン①の場合：圧縮率25% 例：試験片の厚みが10mmの場合 厚み7.5mmに圧縮固定	パターン②③の場合：圧縮率50% 例：試験片の厚みが10mmの場合 厚み5mmに圧縮固定	
試験方法	圧縮固定22時間後に圧縮を開放し、30分後、24時間後の厚みを測定し、復元していない部分の割合を算出します。		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">圧縮前</div>  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">圧縮固定中</div>  </div> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">圧縮開放後</div>  </div> </div>		



試験方法によって、圧縮永久歪に対する考え方が違うため、計算式が変わることにご注意ください（次ページでも詳細にご説明いたします）。

試験方法パターン①②の考え方

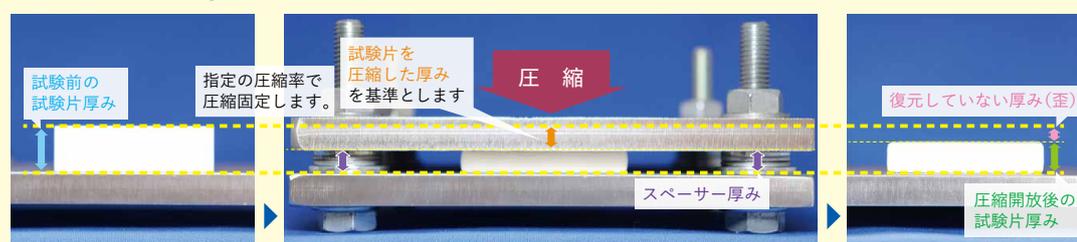


計算の考え方

$$\text{圧縮永久歪} = \frac{\text{復元していない厚み (歪)}}{\text{試験前の試験片厚み}} \times 100$$

※復元していない厚み (歪) = 試験前の試験片厚み - 圧縮開放後の試験片厚み

試験方法パターン③の考え方



$$\text{圧縮永久歪} = \frac{\text{復元していない厚み (歪)}}{\text{試験片を圧縮した厚み}} \times 100$$

※復元していない厚み (歪) = 試験前の試験片厚み - 圧縮開放後の試験片厚み  
 ※試験片を圧縮した厚み = 試験前の試験片厚み - スペーサー厚み

試験方法パターン①②の計算方法

試験前の試験片の厚みが15mmで圧縮開放後が13.3mmの時、圧縮永久歪の値は11.3%となります。

$$\text{公式：} \left( \frac{\text{試験前の試験片厚み} - \text{圧縮開放後の試験片厚み}}{\text{試験前の試験片厚み}} \right) \times \% \text{換算} \doteq \text{圧縮永久歪}$$

$$\left( \frac{15.0\text{mm} - 13.3\text{mm}}{15.0\text{mm}} \right) \times 100 \doteq 11.3\%$$

計算方法

試験方法パターン③の計算方法

試験前の試験片の厚みが15mmで圧縮開放後が13.3mm、スペーサーの厚みが7.5mmの時、圧縮永久歪の値は22.7%となります。

$$\text{公式：} \left( \frac{\text{試験前の試験片厚み} - \text{圧縮開放後の試験片厚み}}{\text{試験前の試験片厚み} - \text{スペーサー厚み}} \right) \times \% \text{換算} \doteq \text{圧縮永久歪}$$

$$\left( \frac{15.0\text{mm} - 13.3\text{mm}}{15.0\text{mm} - 7.5\text{mm}} \right) \times 100 \doteq 22.7\%$$



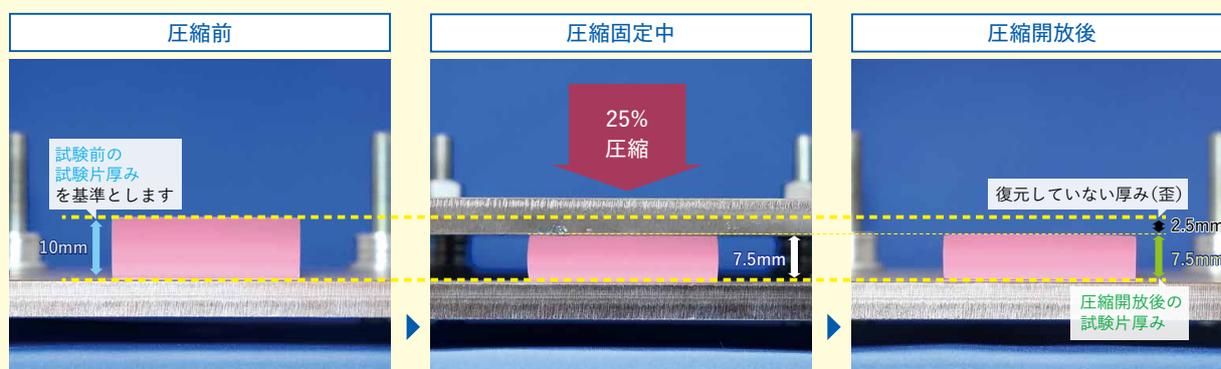
### 3 復元が認められない値とは

試験方法	パターン①	パターン②	パターン③
試験規格	JIS K 6767 準拠	JIS K 6767 準用	ASTM D 1056 準用
復元が認められない値	25%	50%	100%

圧縮永久歪の値が上記（復元が認められない値）の場合、圧縮開放した時点からまったく復元していないことになります。シール材として使用する際、これ以上の数値になると、フォームと相手材の間に隙間ができることになります。

その理由については、下記の通り計算方法を交えてご説明いたします

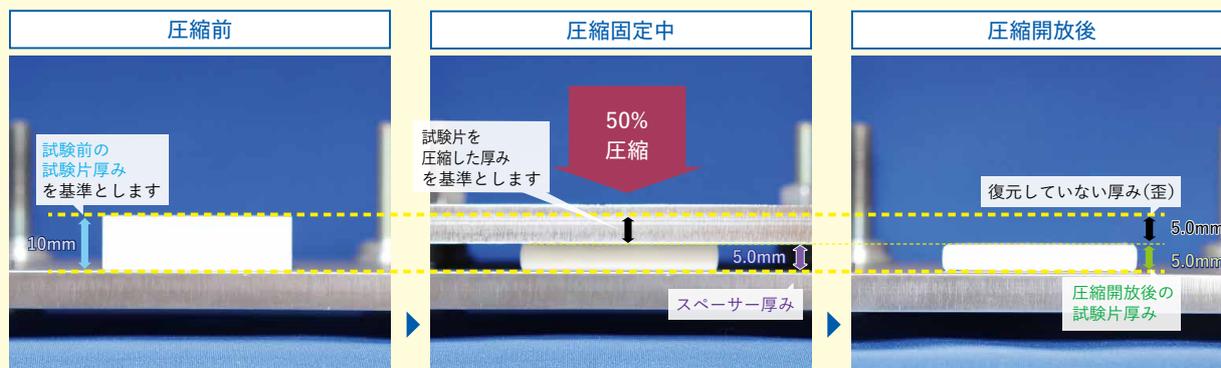
パターン① JIS K 6767 での算出方法 ※パターン②はパターン①を準用しているため、下記算出方法を参考にしてください。



$$\text{公式：} (\text{試験前の試験片厚み} - \text{圧縮開放後の試験片厚み}) \div \text{試験前の試験片厚み} \times \% \text{換算} = \text{圧縮永久歪}$$

$$(\text{10.0mm} - \text{7.5mm}) \div \text{10.0mm} \times 100 = 25\%$$

パターン③ ASTM D 1056 での算出方法



$$\text{公式：} (\text{試験前の試験片厚み} - \text{圧縮開放後の試験片厚み}) \div (\text{試験前の試験片厚み} - \text{スペーサー厚み}) \times \% \text{換算} = \text{圧縮永久歪}$$

$$(\text{10.0mm} - \text{5.0mm}) \div (\text{10.0mm} - \text{5.0mm}) \times 100 = 100\%$$

#### 〔活用例〕

圧縮永久歪の値は、主にシール材として使用する際の参考値となります。例えば、パターン①での圧縮永久歪の値が25%の場合、まったく復元が見られないため、フォームと相手材の間に空気や水を通しやすくなり、シール材としての役割を果たすことが難しいです。

この値なら良い・悪い、という基準は、お客様の用途によって異なるため、一概にいえません。ただし、まったく復元が認められない値、あるいはそれ以上の値になる場合は、使用を避けた方が良いと考えます。



当社のフォームが、試験標準温度である23℃環境下で、前述のような値になることはまずありません。しかし、高温環境下で圧縮永久歪を実施した際、前述のような値やそれ以上の値になることがあります（まったく復元していないか、圧縮した以上に厚みが少なくなっているということです）。

これは、フォームが熱で成型されてしまうことが原因で、圧縮した以上に厚みが少なくなるのは、成型された状態からさらに熱収縮が起こるためと考えられます。この場合、フォームと相手材の間に隙間が空いてしまい、シール材としてはまったく機能を果たしません。そのため、高温環境下で使用する際は、実使用環境を想定した測定を実施し、測定値を評価する必要があります。

## 4 試験方法を使い分けている意味

当社では、3パターンの試験方法を使い分けています。

### 試験パターンの違い

試験方法	パターン①	パターン②	パターン③
試験規格	JIS K 6767 準拠	JIS K 6767 準用	ASTM D 1056 準用
	※「準拠」は、その規格通りに測定している、「準用」は、考え方はその規格に則ってはいるが、実用性のある測定値を算出するため試験条件を一部変更している、とお考えください。		
当社の 使い分け基準	独立気泡 ポリエチレンフォームが対象	すべての連続気泡フォームが対象	独立気泡ゴムフォームが対象
当社に おける対象 ブランド	サンベルカ エコベルカ ニューベルカ	オブセル オブシーラー サンテクト	ラバベルカ
圧縮率	25%	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">当社独自にアレンジ</div> 50%  連続気泡フォームは、圧縮率50%で測定した値の方が実用性が高く、評価しやすい	50%
測定の タイミング	タイミング①圧縮開放した時点から30分後測定 タイミング②圧縮開放した時点から24時間後測定		
計算方法	<b>試験方法パターン①②の計算方法</b> 公式：( 試験前の試験片厚み - 圧縮開放後の試験片厚み ) ÷ 試験前の試験片厚み × %換算 ≒ 圧縮永久歪 ( 15.0mm - 13.3mm ) ÷ 15.0mm × 100 ≒ 11.3%  <b>試験方法パターン③の計算方法</b> 公式：( 試験前の試験片厚み - 圧縮開放後の試験片厚み ) ÷ ( 試験前の試験片厚み - スペース厚み ) × %換算 ≒ 圧縮永久歪 ( 15.0mm - 13.3mm ) ÷ ( 15.0mm - 7.5mm ) × 100 ≒ 22.7%		



## ■ 当社独自にアレンジを加えている理由

独立気泡ポリエチレンフォームの試験規格であるJIS K 6767では、圧縮率25%と規定されています。しかし、この試験方法を連続気泡ポリエチレンフォームに当てはめるには、以下の問題点があります。

気泡構造	独立気泡	連続気泡	問題点	
圧縮永久歪の値 (圧縮率25%の場合)	適度な圧縮率のため、 評価可能	低すぎる圧縮率のため、 0%に近い値が出やすく、評価困難		→ 圧縮率25%の測定値は、 連続気泡フォームでは、 実用性に乏しい
実際の用途での圧縮率	圧縮率25%以下の使用が多い	圧縮率50%未満での使用はほぼない		

下記は、連続気泡ポリエチレンフォームを実用性のある値が算出される圧縮率50%ではなく、圧縮率25%で圧縮した際の値です。圧縮率25%では圧縮永久歪の値が非常に小さくなっています（元の厚み近くまで復元している）。

### ● JIS K 6767 の圧縮率の場合

試験項目	測定のタイミング	連続気泡ポリエチレンフォーム
圧縮永久歪（圧縮率25%）	開放30分後	9.8%
	開放24時間後	3.0%

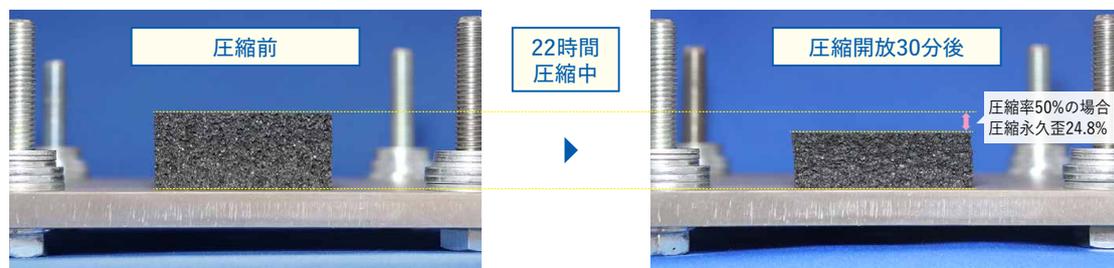


このように、試験規格通りに試験した結果の測定値ですが、このままでは実際にグレード評価において意味がある数字にはなりません。

当社では、連続気泡フォームは、基材に関わらず圧縮率50%で測定しています。下記のように、圧縮率25%ではなく、実用性に則した圧縮率50%にすると、圧縮永久歪の値が高くなります（元の厚み近くまで復元していない）。

### ● 当社が実施している圧縮率の場合

試験項目	測定のタイミング	連続気泡ポリエチレンフォーム
圧縮永久歪（圧縮率50%）	開放30分後	24.8%
	開放24時間後	6.0%



この結果、実用性が高い数値となり、グレード評価・選定がしやすくなります。

お客様のご要望に合わせた試験も可能ですので、お問い合わせください。

教えて  
セルポ教授

## 連続気泡フォームは、なぜ独立気泡フォームより、 圧縮永久歪の値が低いのか？

前ページでご説明した通り、基材がポリエチレンの場合、独立気泡フォームのサンペルカ、エコペルカ、ニューペルカは圧縮率25%、連続気泡フォームのオブセル、スーパーオブセルは圧縮率50%で試験しています。

しかし、当社のサンプル帳やホームページに掲載されている圧縮永久歪の値を見ていただくと、連続気泡フォームの方が、圧縮永久歪の値が低い（独立気泡フォームよりも復元している）ことが確認できます。

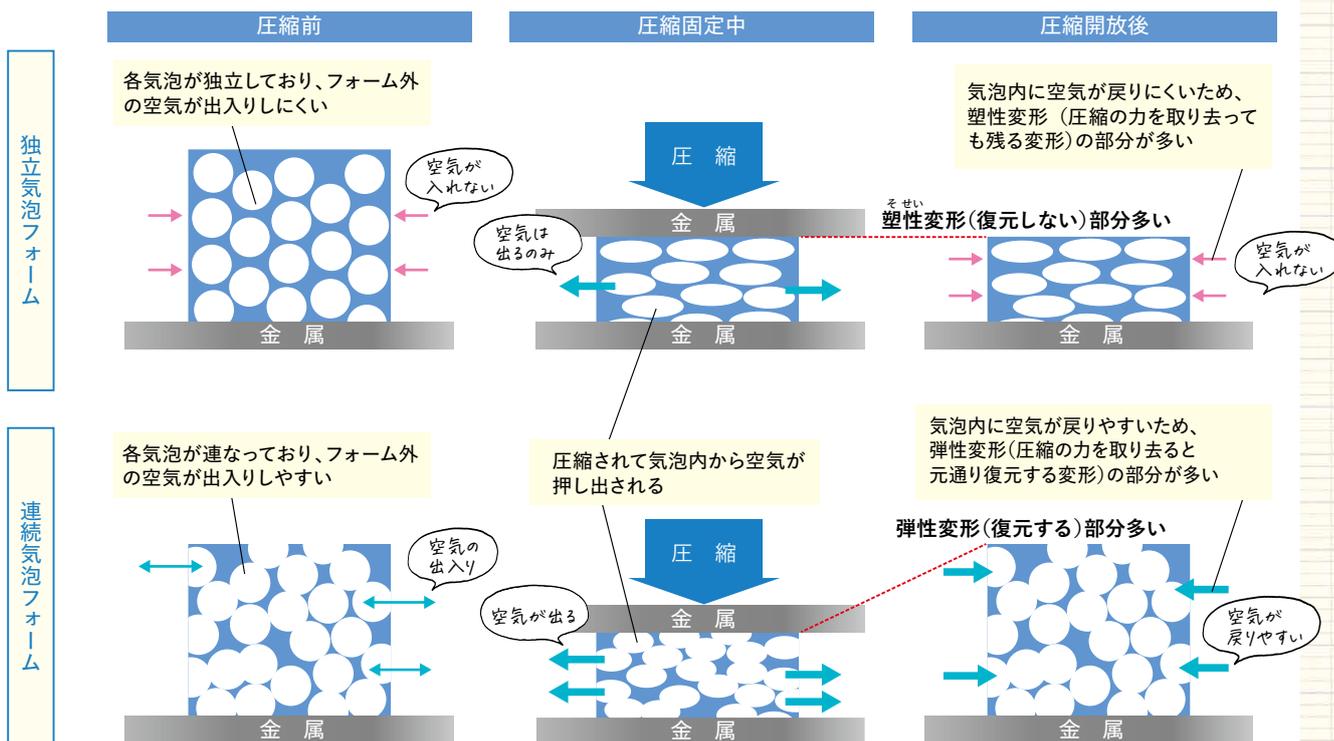
連続気泡フォームの方が厳しい試験条件にもかかわらず、圧縮永久歪の値が低くなっているのはなぜでしょうか。

独立気泡フォーム 連続気泡フォーム  
サンペルカとオブセルの圧縮永久歪の比較例

圧縮率	ブランド	グレード	圧縮永久歪（開放24時間後）
25%	独立気泡フォーム サンペルカ	L-1400	2.0%
		C-1400	3.2%
50%	連続気泡フォーム オブセル	LC-150	1.6%
		LC-300#1	1.5%



### 「圧縮永久歪における独立気泡フォームと連続気泡フォームのメカニズム」



上記は、フォームの歪について、一般的によく用いられる説明です。他にも、独立気泡フォームの方が、気泡から空気が抜けにくく、圧縮の際に、気泡の骨格が引き伸ばされてしまう（歪が残りやすくなる）という考え方もあります。

