



thema

「引張強さと伸び」



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〉

知財・測定・品質管理グループ

TEL : 075-671-5188

FAX : 075-671-5441



ホームページ

1 引張強さと伸びって？

引張強さは、フォームを破断するまで引張った時の力のことで、伸びはフォームが破断した時の伸び率のことです。引張強さと伸びの値を確認することで、フォームを引張った時の破断しにくさがわかります。

また、熱や紫外線によるフォームの劣化を調べる時の一つの指標として用いられています。

2 力と引張強さの関係

試験規格に則し、ダンベル状に打ち抜いたフォーム（試験片）を用いて説明します。

下写真のとおり、オートグラフ（試験機）のつかみ具で、フォームの上下を固定し、上方向に引張ると、フォームはだんだんと引き伸ばされていきます。下記、「引張り前」「引張り中」「破断時」の順に、ご参照ください。

引き伸ばされるにつれて、上方向に引張る力が、戻ろうとする力（フォームの強度）よりも強くなり、やがてフォームは耐え切れずに破断してしまいます。

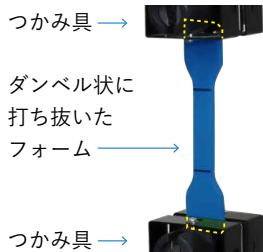
この破断した時の引張る力の大きさをN（ニュートン）で表します。

※この値は、オートグラフを使用することで、自動的に算出されます。

引張り前

引張り中

破断時



上方向に引張るにつれて、**引張る力**と**戻ろうとする力**は相反するように強くなっていきます。

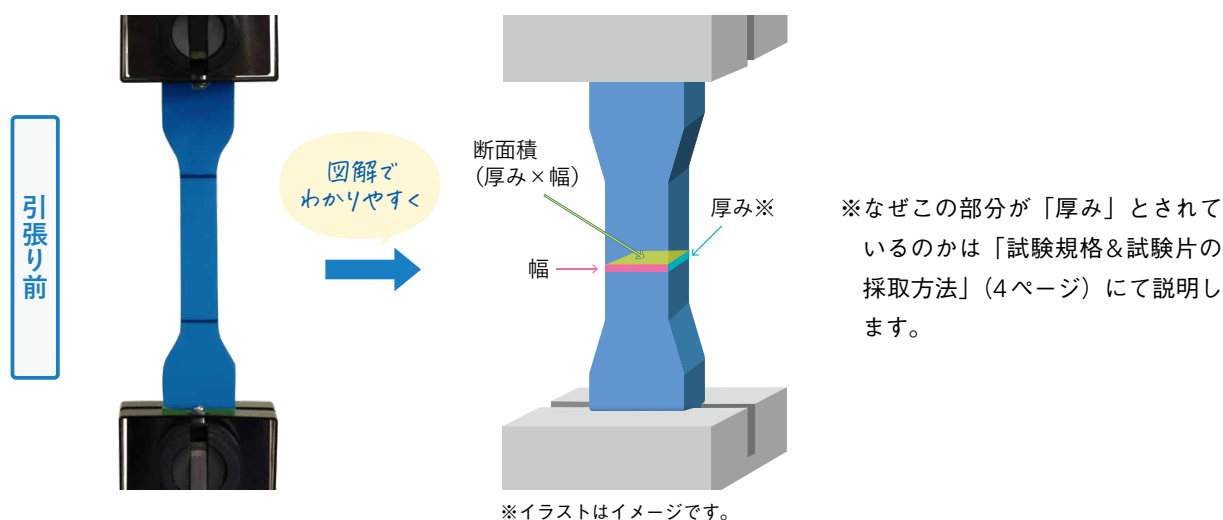
引張る力 = 戻ろうとする力
のように、力が釣り合っているうちは、フォームは破断しません。

引張る力 > 戻ろうとする力
になると破断

破断時の引張る力（N）は、あくまで試験機によって得られた、試験片全体に対して、働く力の大きさです。

それに対し、引張強さとは、単位面積（例：1m²、1cm²、1mm²など）に対して、働く力の大きさです。

ここでは引張強さを1mm²あたりに働く力の大きさとし、N/mm²（ニュートン毎平方ミリメートル）で表します。また、力を受ける面積は、引張り前の試験片の断面積（厚み×幅）のことを指します。

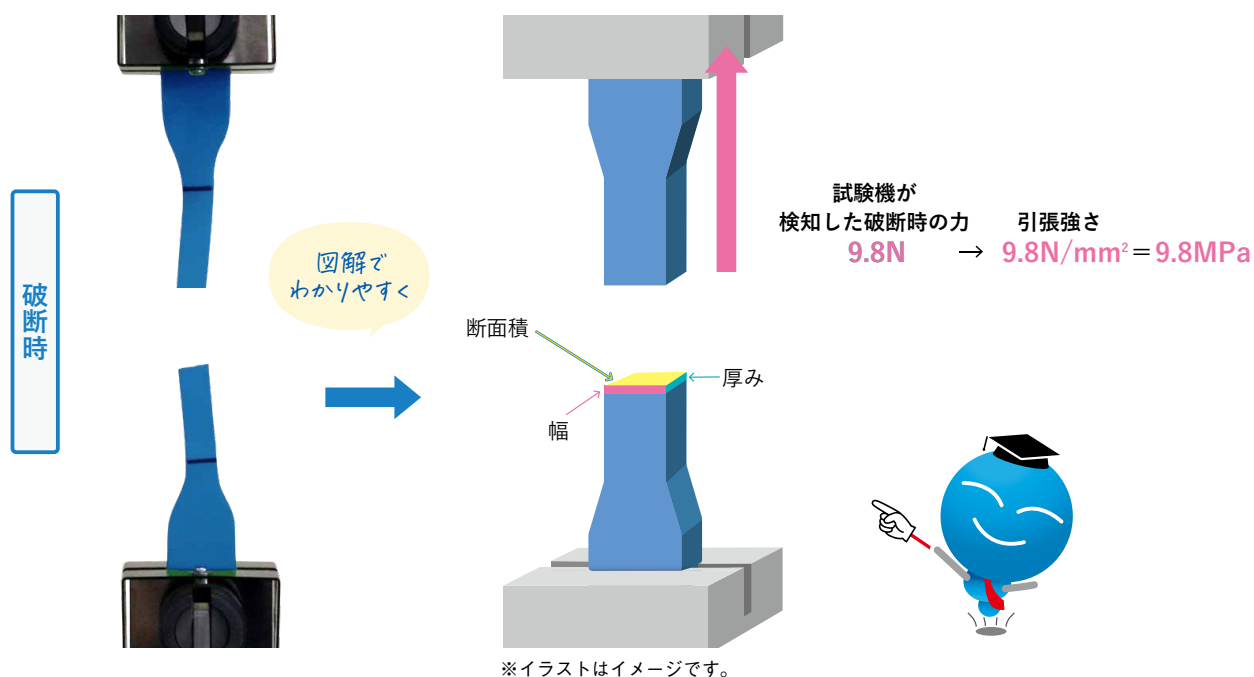


例えば、試験機が検知した力の大きさが 9.8 N で、力を受ける断面積が1mm²だった時、引張強さは 9.8 N/mm² となります。

公式：	破断時の力 N	÷	引張り前の断面積 mm ² (厚み mm × 幅 mm)	=	引張強さ N/mm ²
	9.8N	÷	1mm ² (1 mm × 1 mm)	=	9.8N/mm ²

ここまではイメージしやすいように、単位を N/mm² で説明をしてきましたが、実際の引張強さの測定結果は計量法に則り、MPa（メガパスカル）で表されます。単位が変わっても、値は同じです。

N/mm² = MPa ですので、上の計算結果も 9.8 N/mm² = 9.8 MPa となります。



3 伸びについて

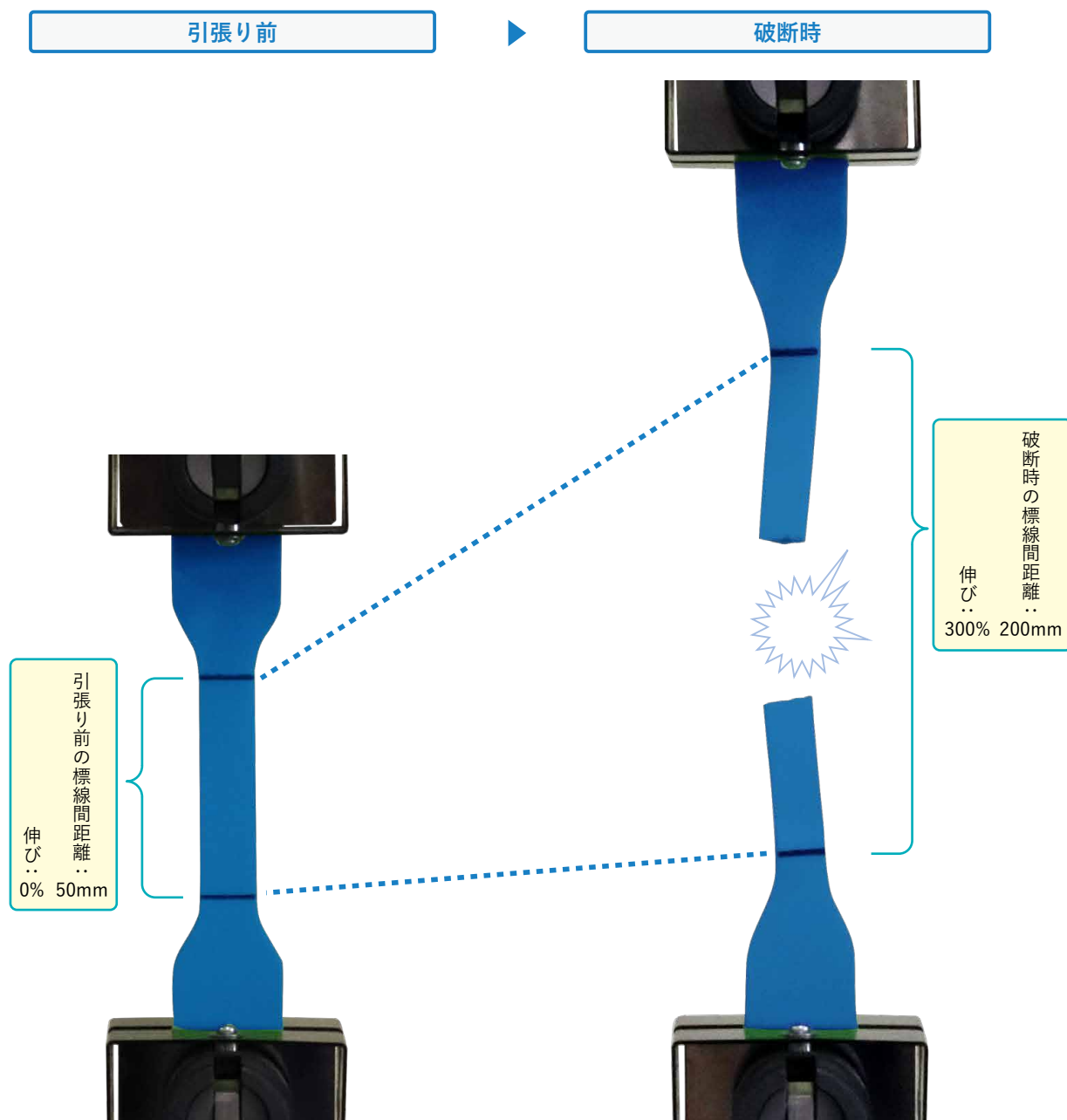
伸びとは、フォームが破断した時の伸び率のことで「%」で表します。

フォーム表面に記入した2本の線、その間の距離（以下、「標線間距離」）を基準の0%とし、破断までどれだけ伸びたかを評価します。

例えば、試験前の標線間距離が50mmで、破断時の標線間距離が200mmだった場合、伸びは300%となります。



$$\begin{aligned} \text{公式：} & (\text{破断時の標線間距離 mm} - \text{引張り前の標線間距離 mm}) \div \text{引張り前の標線間距離 mm} \times 100 = \text{伸び\%} \\ & (200\text{mm} - 50\text{mm}) \div 50\text{mm} \times 100 = 300\% \end{aligned}$$

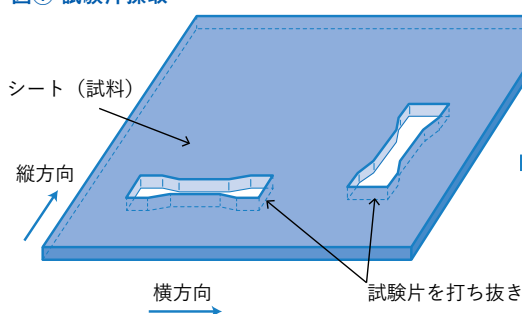


4 測定方法

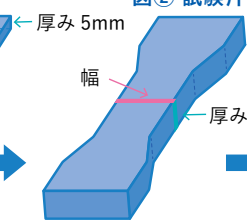
当社では、以下のとおり測定しています。

試験規格 & 試験片の 採取方法

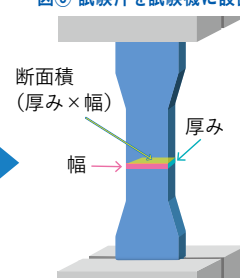
図① 試験片採取



図② 試験片



図③ 試験片を試験機に設置



図①のように、シートから打ち抜いているため、図②と図③のとおり（青線）は「厚み」、（赤線）は「幅」となります。

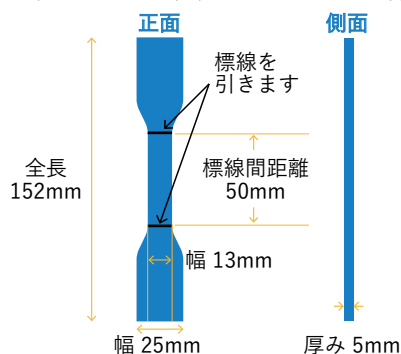
厚み5mmのシート（試料）から、上図①のとおり、縦と横方向からダンベル状にそれぞれ打ち抜きます。打ち抜くサイズは、試験規格により異なります（下図④を参照）。

押出発泡法で生産された他社品の中には、フォームの縦方向と横方向の物性差が大きい物があります。一方で、当社製品のほとんどは、バッチ式ブロック発泡法で生産された物であり、フォームの縦方向と横方向の物性差は比較的小さいため、縦・横方向を気にせずお使いいただくことが可能です。

図④ 試験片寸法（打ち抜き後の試料）

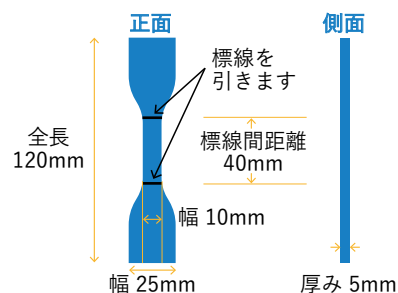
JIS K 6767

※当社取扱品目より、独立気泡ポリエチレンフォーム、連続気泡ポリエチレンフォーム、連続気泡ゴムフォーム、連続気泡メラミンフォームが対象。



JIS K 6251

※当社取扱品目より、独立気泡ゴムフォームが対象。
※同規格には、9種類の打ち抜き形状があります。
当社は、「ダンベル状1号形」を採用しています。



測定機器

オートグラフ、ノギス

試験方法

オートグラフのつかみ具で、試験片を挟んで固定し、500mm/minの速度で、フォームが破断するまで引き張り、破断時の力（N）と標線間距離（mm）を記録します。



オートグラフ



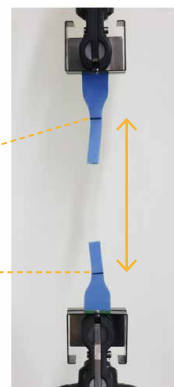
つかみ具
（フォーム固定用治具）



引き張り前



引き張り中



破断（測定）

・破断時の力
測定
・標線間距離

計算方法

JIS K 6767の場合 (独立気泡ポリエチレンフォーム ブランド名 サンベルカ グレード名 L-2000)

試験片 (厚み5mm、幅13mm、標線間距離50mm) を引張って、破断時の力が29.5N、破断時の標線間距離が50mm→160mmだった場合、引張強さは0.45MPa、伸びは220%になります。

$$\text{公式： 破断時の力 } N \div \text{引張り前の断面積 } \text{mm}^2 (\text{厚み } \text{mm} \times \text{幅 } \text{mm}) \div \text{引張強さ } \text{MPa}$$

$$29.5 \text{ N} \div (5 \text{ mm} \times 13 \text{ mm}) \div 0.45 \text{ MPa}$$

$$\text{公式： } (\text{試験後の標線間距離 } \text{mm} - \text{試験前の標線間距離 } \text{mm}) \div \text{試験前の標線間距離 } \text{mm} \times 100 = \text{伸び } \%$$

$$(160 \text{ mm} - 50 \text{ mm}) \div 50 \text{ mm} \times 100 = 220 \%$$

JIS K 6251の場合 (独立気泡ゴムフォーム ブランド名 ラバベルカ グレード名 EP-200)

試験片 (厚み5mm、幅10mm、標線間距離40mm) を引張って、破断時の力が29.5N、破断時の標線間距離が40mm→124mmだった場合、引張強さは0.59MPa、伸びは210%になります。

$$\text{公式： 破断時の力 } N \div \text{引張り前の断面積 } \text{mm}^2 (\text{厚み } \text{mm} \times \text{幅 } \text{mm}) \div \text{引張強さ } \text{MPa}$$

$$29.5 \text{ N} \div (5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}) \div 0.59 \text{ MPa}$$

$$\text{公式： } (\text{試験後の標線間距離 } \text{mm} - \text{試験前の標線間距離 } \text{mm}) \div \text{試験前の標線間距離 } \text{mm} \times 100 = \text{伸び } \%$$

$$(124 \text{ mm} - 40 \text{ mm}) \div 40 \text{ mm} \times 100 = 210 \%$$

上記のとおり、試験規格が異なることで、破断時の力 (N) が同じ29.5Nでも、引張強さ (MPa) の値は異なります。そのため、ポリエチレン系フォームとゴム系フォームそれぞれの規格に準拠して、計算する必要があります。

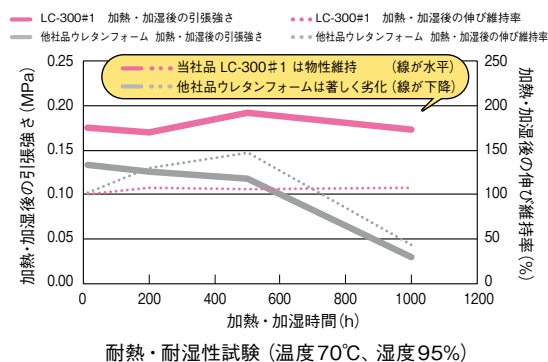
5 活用例

① 耐熱・耐湿性分析

例えば、温度70℃、湿度95%の環境下において、フォームを使用する時、時間経過によって、どの程度「引張強さ」と「伸び」を維持するのかを測定します。伸びについては、測定された値自体ではなく、変化の割合を確認するための意味合いが強いため、加熱・加湿前の伸びを100%とした「伸び維持率」を算出しています。

右グラフは ブランド名 オプセル グレード名 LC-300 #1 と他社品ウレタンフォームを比較しています。
※連続気泡ポリエチレンフォーム

$$\text{公式： } \frac{\text{加熱・加湿後の伸び } (\%)}{\text{加熱・加湿前の伸び } (\%)} \times 100 = \text{加熱・加湿後の伸び維持率 } (\%)$$

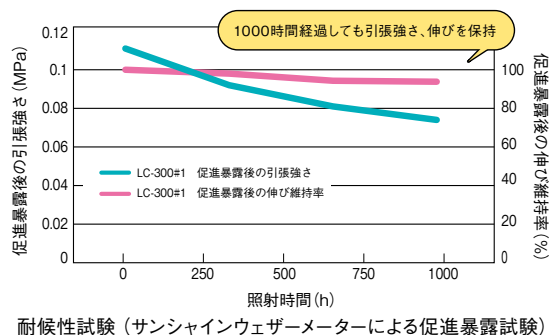


② 耐候性分析

例えば、フォームを長時間紫外線と水に晒し、時間経過によって、どの程度「引張強さ」と「伸び」が変化するのかを測定します。前項と同様の理由から、伸びは「伸び維持率」を算出して表示しています。

右グラフは、ブランド名 オプセル グレード名 LC-300 #1 の耐候性分析の結果です。
※連続気泡ポリエチレンフォーム

$$\text{公式： } \frac{\text{促進暴露後の伸び } (\%)}{\text{促進暴露前の伸び } (\%)} \times 100 = \text{促進暴露後の伸び維持率 } (\%)$$

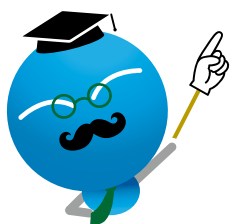


引張強さと伸び維持率が高いほど、所定条件での使用に適している (耐熱・耐湿性、耐候性を有している) といえます。



教えて
セルボー教授

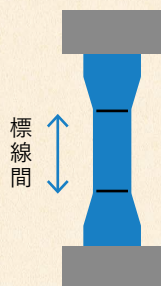
なぜ、試験片がダンベル状なの？



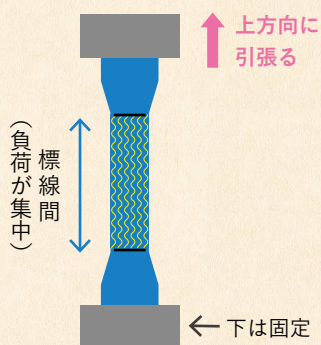
下イラスト①のように、試験片をダンベル状にすることで、標線間に負荷が集中し、標線間内で破断するため、引張強さと伸びの正しい値を得ることができます。

一方で、下イラスト②のように、試験片を棒状にする方法では、つかみ具部分に負荷が集中し、破断してしまいます。そのため、正確な引張強さと伸びの値を測定できません。

① ダンベル状試験片の場合

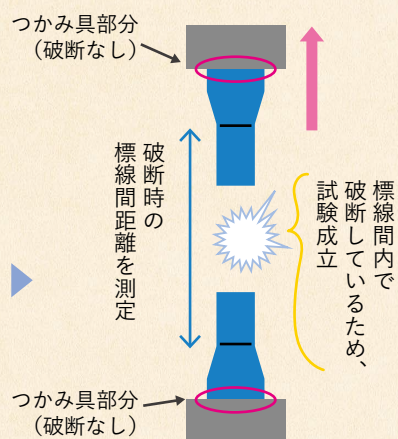


引張り前



引張り中

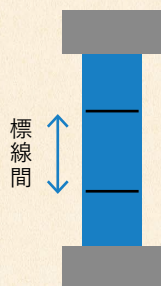
引張っていくと、標線間（ダンベル中央部）に力が集中していきます。



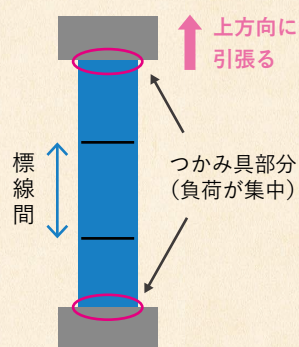
破断時

標線間に負荷がかかるため、つかみ具部分で破断せず、引張強さと伸びの正しい値が得られます。

② 棒状試験片の場合

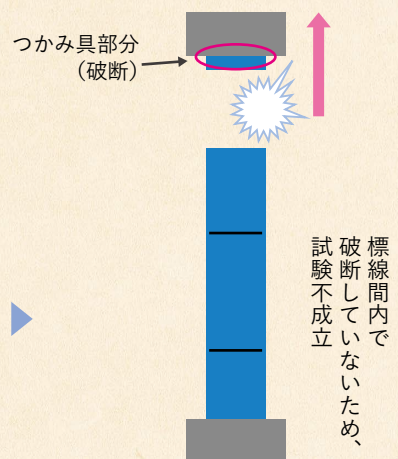


引張り前



引張り中

引張っていくと、つかみ具部分に力が集中していきます。



破断時

つかみ具部分に負荷がかかり、破断してしまいます。

※引張り前に、標線間距離を測定、また標線間内にて、厚みと幅を指定および測定しているため、指定部分が破断しなければ、引張強さと伸びの正しい値を算出できません。

