

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 原理	2
5 装置	3
6 試料の採取	4
7 試料の調湿	4
8 試験片の調製	4
9 操作	5
9.1 装置の校正及び調整	5
9.2 試験	5
10 試験結果の表し方	5
10.1 一般事項	5
10.2 記号	6
10.3 引張強さ	6
10.4 比引張強さ	6
10.5 引張破断伸び	6
10.6 引張エネルギー吸収量	7
10.7 比引張エネルギー吸収量	7
10.8 引張弾性率	7
11 精度	8
11.1 繰返し精度	8
11.2 再現精度	8
12 報告	8
附属書 A (規定) 装置の校正	10

まえがき

この規格は、工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき、紙パルプ技術協会 (JAPAN TAPPI) 及び財団法人日本規格協会 (JSA) から、工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり、日本工業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が改正した日本工業規格である。これによって、**JIS P 8113:1998** は改正され、この規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣及び日本工業標準調査会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任をもたない。

紙及び板紙—引張特性の試験方法—

第 2 部：定速伸張法

Paper and board—Determination of tensile properties— Part 2: Constant rate of elongation method

序文

この規格は、1994 年に第 2 版として発行された ISO 1924-2, Paper and board—Determination of tensile properties—Part 2:Constant rate of elongation method を基に、技術的内容及び対応国際規格の構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

1 適用範囲

この規格は、定速伸張形引張試験機を用い、紙及び板紙の引張強さ、引張破断伸び及び引張エネルギー吸収量の測定方法、並びに比引張強さ、比引張エネルギー吸収量及び引張弾性率の計算方法について規定する。

この規格による試験は、必ず引張強さの測定を含む。その他の特性値の測定又は計算は、受渡当事者間の協定による。

この規格は、すべての紙及び板紙に適用し、引張破断伸びが試験装置の測定範囲内であれば、引張破断伸びが大きい紙にも適用する。

この規格は、段ボール原紙には適用するが、段ボールそのものには適用しない。

注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 1924-2:1994, Paper and board—Determination of tensile properties—Part 2:Constant rate of elongation method(IDT)

なお、対応の程度を表す記号(IDT)は、ISO/IEC Guide 21 に基づき、一致していることを示す。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS P 8110 紙及び板紙—平均品質を測定するためのサンプリング方法

注記 対応国際規格：ISO 186, Paper and board—Sampling to determine average quality (IDT)

JIS P 8111 紙、板紙及びパルプ—調湿及び試験のための標準状態

注記 対応国際規格：ISO 187, Paper, board and pulps—Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples (MOD)

JIS P 8118 紙及び板紙—厚さ及び密度の試験方法

注記 対応国際規格：ISO 534, Paper and board—Determination of thickness and apparent bulk density or apparent sheet density (MOD)

JIS P 8124 紙及び板紙—坪量測定方法

注記 対応国際規格：ISO 536, Paper and board—Determination of grammage (MOD)

JIS P 8223 パルプ—試験用手すき紙—物理的特性の試験方法

注記 対応国際規格：ISO 5270, Pulps—Laboratory sheets—Determination of physical properties (MOD)

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1

引張強さ (tensile strength)

紙及び板紙を、規定の条件によって引っ張り、破断するまでの最大引張荷重を幅 1 m 当たりに換算した値。

3.2

比引張強さ (tensile index)

引張強さを、坪量で除した値。 $\text{N}\cdot\text{m/g}$ で表示する。

3.3

引張破断伸び (stretch at break)

紙及び板紙を、規定の条件によって引っ張り、破断するまでの伸び。初期試験長さに対する百分率で表示する。

3.4

引張エネルギー吸収量 (tensile energy absorption)

紙及び板紙を引っ張り、破断するのに要する単位面積（試験長さ×試験幅）当たりのエネルギー量。

3.5

比引張エネルギー吸収量 (tensile energy absorption index)

引張エネルギー吸収量を、坪量で除した値。

3.6

引張弾性率 (modulus of elasticity)

単位長さ当たりの伸びに対する単位面積当たりの引張荷重の比。

4 原理

試験片の引張荷重、及び必要な場合、伸びを測定する引張試験機を用い、規定の寸法の試験片を定速伸張で破断するまで引っ張る。最大引張荷重、及び必要な場合、そのときの伸びを記録する。

引張荷重及び伸びを連続記録できる装置の場合は、引張エネルギー吸収量及び引張弾性率についても試験できる。

比引張強さ及び比引張エネルギー吸収量は、得られた結果と試料の坪量とから求められる。

5 装置

5.1 引張試験機 規定の寸法の試験片を定速で伸ばし、引張荷重、及び必要な場合、伸びを測定する装置。引張荷重は、伸びの関数としてインテグレータ又はそれに相当する装置で記録してもよい。引張試験機は、5.1.1 及び 5.1.2 の事項も含む。

5.1.1 引張荷重の測定及び表示装置 実荷重を $\pm 1\%$ の精度で、及び必要な場合、伸びを $\pm 0.1\%$ の精度で、測定及び表示できる装置とする。

注記 1 伸びの測定精度は、非常に重要である。伸びの正確な測定には、試験片に直接取り付け適切な伸び計を推奨する。これは、つかみ具での試験片の検出できない滑り、又は装置のジョイント部のあそびによって生じる測定中の見かけの伸びを含む可能性を避けるためのものである。後者は加える荷重にもより、その誤差は、装置のジョイント部が磨耗してくると増大する場合もある。

5.1.2 つかみ具 つかみ具は、規定の幅の試験片を固定するもの（箇条 8 参照）で、2 個必要とする。それぞれのつかみ具は、損傷又は滑りを生じさせることなく、試験片の全幅にわたる直線に沿って試験片を固定でき、かつ、つかむ力を制御及び調節できるものとする。

つかみ具のつかみ面は、同一平面上にあり、測定中に試験片をその平面上に保つように配置する。

注記 2 つかみ具は、円柱側面と平面とで、又は円柱側面どうしで試験片を固定できるものが望ましい。その場合は、試験片の平面と円柱側面とが接線で接するように、試験片を固定する必要がある。測定中に試験片の損傷又は滑りを生じさせることがなければ、他のタイプのつかみ具を用いることができる。

つかみ線は、荷重を加えている間は、そのずれが 1° 以内となるように平行に保つ。さらに、つかみ線は、荷重を加えている間は、そのずれが 1° 以内となるように引張荷重方向及び試験片の長辺に対し直角に保つ（図 1 参照）。

つかみ線の間隔は、規定の試験長の $\pm 1\text{ mm}$ 以内に調節できるものとする。

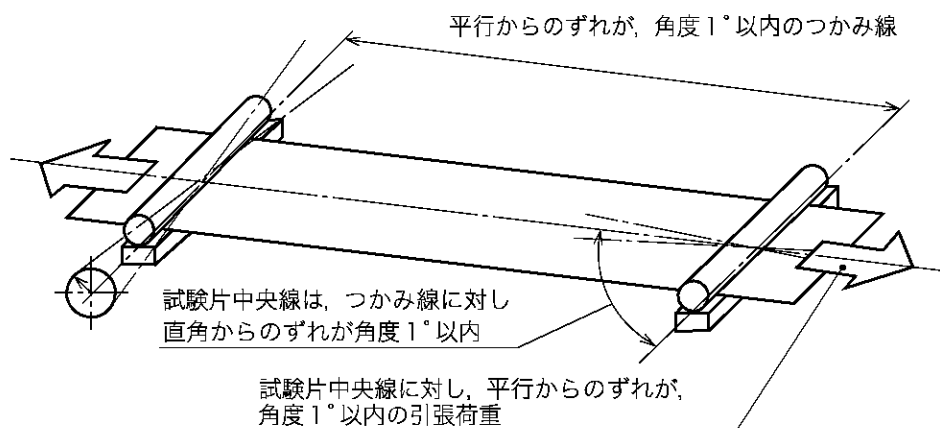


図 1-つかみ線と試験片との関係

5.2 裁断装置 試験片を、規定の寸法に裁断するもの（箇条 8 及び 9 参照）。

5.3 仕事量の測定装置 試験片の伸張及び破断に要した仕事量を $\pm 1\%$ の精度で測定するもの（例えば、インテグレータ）。初期試験長さが異なることも考慮したプログラムが使用できる装置が望ましい。

引張エネルギー吸収量を測定するためには、この装置が必要である。

5.4 荷重－伸び曲線のプロット及びその曲線の最大傾きの測定装置 引張弾性率を測定する場合だけ、必要となる。

6 試料の採取

紙及び板紙のロットについて試験する場合は、JIS P 8110 に規定する方法によって試料を採取する。

7 試料の調湿

JIS P 8111 に規定する方法によって試料を調湿する。

8 試験片の調製

試験片の調製は、試料を調湿したのと同じ標準条件下で行う（箇条 7 参照）。

比引張強さ及び比引張エネルギー吸収量が必要な場合には、JIS P 8124 に規定する方法によって坪量を測定する。

引張弾性率が必要な場合には、JIS P 8118 に規定する方法によって厚さを測定する。

注記 3 正確な引張弾性率の測定には、個々の試験片の厚さの測定が必要であり、JIS P 8118 による厚さの平均値は用いない。しかし、JIS P 8118 に規定されているマイクロメータの加圧面の直径は 16 mm であるので、15 mm 幅の試験片では加圧面間の圧力は規定されている 100 kPa よりもやや大きくなる。したがって、この方法によって測定した引張弾性率は近似値となる。

試験片は、箇条 6 に従ってランダムに採取した試験用紙から採取する。試験面に、折り目、明りょうなきず及びすき入れがなく、シート又は巻取りの端から 15 mm 以内の試験用紙を含んではならない。やむを得ずすき入れを含む場合は、その旨を報告に加える。

注記 4 試験用手すき紙については、試験片がシート又は巻取りの端から 15 mm 以内の部分を含んではならないという制限を除外する（JIS P 8223 参照）。

試験片は、一枚ずつ裁断する。紙及び板紙の必要な主方向、すなわち、縦方向及び横方向のそれぞれについて、10 点の有効な値を得るために十分な数の試験片を裁断する（9.2 参照）。

その長辺の両端は、直線で ± 0.1 mm 以内で平行であり、きれいな切り口をもち、損傷のないものとする。

注記 5 ティシュペーパーのような紙は、正確に切るのが難しい。その場合は、例えば、ボンド紙のような硬い紙の間に 2 枚～3 枚挟んで裁断してもよい。

試験片の寸法は、次による。

a) 試験片の幅は、 15 ± 0.1 mm とする。

注記 6 ティシュペーパーのような引張強さが弱い紙については、その幅を 25 ± 0.1 mm 又は 50 ± 0.1 mm としてもよいが、その場合は、その旨を報告に加える。この試験結果は、標準寸法から得られる結果と同一とみなさないほうが望ましい。

b) 試験片は、つかみ線間の試験片部分に手で触れずに試験片を固定できるような長さにする。また、試験用手すき紙の場合には、JIS P 8223 に規定する方法によって調製する。

注記 7 例えば、トイレットペーパーのような製品については、試験長さが規定の 180 mm（9.1 参照）よりも短くなる。このような場合には、注記 8 に従い、採取できる最も長い試験片を用いる。そのときは、その長さを報告に加える。

9 操作

9.1 装置の校正及び調整

試験機製造業者の指示に従って、装置を起動する。必要な場合、**附属書 A** に示すように、装置の荷重測定部及び伸び測定機構の校正を行う。

測定中に試験片が滑ったり、又は損傷したりしないように、つかみ荷重を調整する。

試験長さ（つかみ線の平均間隔）が 180 ± 1 mm となるよう、つかみ具の位置を調整する（**注記 8** 参照）。薄いアルミはく（箔）片をつかみ具でつかんだときにできる二つの圧こん（痕）の間隔を測定することによって、試験長さが正しいことを確認する。

つかみ具の移動速度、すなわち、試験片の伸張速度を 20 ± 5 mm/min に調整する。

注記 8 例えば、伸びの大きな紙、又は寸法が短い製品では、規定の寸法よりも短い試験片を用いてもよい。そのときは、1 分間当たりの伸張長さが、応力がかかっていない状態での試験長さの (10 ± 2.5) % となるように調整し、試験長さ及び伸張速度を報告に加えるのが望ましい。

注記 9 品質によって、又はある種類の紙及び板紙では、試験片が、例えば、5 秒間以内で破断したり、又は、例えば、30 秒間以上の時間を要したりすることがある。そのときは伸張速度を変更してもよいが、その速度を報告に加える。

9.2 試験

試験は、試料を調湿したのと同じ標準条件下で行う（**箇条 7** 参照）。

測定装置、及び使用する場合、記録装置のゼロ点を確認する。

つかみ具を規定の初期試験長さに調整し、つかみ線間の測定面に指で触れないように、試験片をつかみ具に取り付ける。試験片の取扱いには、使い捨て、又は薄手の綿手袋を使用するのが望ましい。たるみが生じず、かつ、試験片に大きな応力がかからないように、試験片を配置してから、しっかり締め付ける。試験片と引張荷重がかかる方向とが平行であることを確認する（**図 1** 参照）。

注記 10 試験片を垂直に保つ装置では、つかみ具に試験片を取り付けるとき、その下端に、例えば、低坪量の紙に対しては 10 g の小さなおもりを取り付け、たるみを除いてもよい。この方法は、伸びの大きい紙には適さない。

注記 11 ティシュペーパーのような紙については、試験片に応力をかけないで、たるみをなくするのは難しい。この場合、最小限のたるみが生じてもよい。

測定を開始し、試験片が破断するまで続ける。最大張力、及び必要な場合、ミリメートル (mm) 単位で伸びを記録するか、又は直読式の装置では、引張破断伸びを百分率 (%) 単位で記録する。

必要なそれぞれの方向について 10 個の有効な値を得るために、それぞれの方向に裁断した少なくとも 10 個の試験片について測定を行う。

すべての読みを記録する。ただし、試料から裁断した試験片の 20 % 以上の試験片が、つかみ具から 10 mm 以内の部分で破断した場合には、**5.1** 及び **9.1** の要件に適合しているか試験装置を点検する。装置に欠陥がある場合は、すべての結果を破棄し、適切な処置をとる。

つかみ具から 10 mm 以内で破断した試験片の数を報告する。

10 試験結果の表し方

10.1 一般事項

紙及び板紙の試験を必要とする主方向について得られたデータを別々に計算し、結果を表す。

抄紙機で製造した紙及び板紙の場合、主方向とは縦方向と横方向とに相当する。試験用手すき紙につい

ては、そのような区別はない。

10.2 記号

計算式に用いる記号は、次による。

t	試験片の厚さの平均値 (mm) (箇条 8 参照)
E	仕事量 (荷重－伸び曲線の下側の面積) (J 又は mJ)
E^*	引張弾性率の平均値 (MPa)
g	坪量の平均値 (g/m ²)
S	引張強さ (kN/m)
l_i	つかみ具間の初期試験長さ (mm)
Δl_i	試験長さの変化量 (図 2 参照) (mm)
w_i	試験片の初期幅 (mm)
$\overline{F}$	最大引張荷重の平均値 (N)
ΔF	Δl_i に対する荷重変化量 (図 2 参照) (N)
I	比引張強さ (N・m/g)
Z	引張エネルギー吸収量 (J/m ²)
$\overline{Z}$	引張エネルギー吸収量の平均値 (J/m ²)
I_Z	比引張エネルギー吸収量 (mJ/g)

10.3 引張強さ

10.3.1 引張強さは、次の式によって求める。

$$S = \frac{\overline{F}}{w_i}$$

引張強さは、有効数字 3 けたに丸める。

注記 12 例えば、ティシュペーパーのような軽量紙の場合、N/m で表すのが望ましい。

10.3.2 結果の標準偏差を求める。

10.4 比引張強さ

必要な場合、比引張強さは、次の式によって求める。

$$I = \frac{S}{g} \times 10^3$$

比引張強さは、有効数字 3 けたに丸める。

また、 I は、次の式によって求めてもよい。

$$I = \frac{\overline{F}}{w_i g} \times 10^3$$

注記 13 比引張強さは、引張強さ及び坪量の測定値の平均値から求める。坪量測定には、荷重測定の変動性とは無関係であるそれ自体の変動性がある。個々の荷重測定値及び坪量平均値から比引張強さの標準偏差を求めた場合、標準偏差は過小評価となる。このため、比引張強さの標準偏差を求めることは推奨できない。

10.5 引張破断伸び

10.5.1 必要であり、かつ、装置が mm 単位で伸びを測定する場合は、それぞれの読取値について引張破断伸びを初期試験長さに対する百分率として求め、更に引張破断伸びの平均値を求め、結果を小数第一位で表す。

装置が引張破断伸びを百分率で測定する場合には、引張破断伸びの平均値を求め、結果を小数第一位で表す。

10.5.2 結果の標準偏差を求める。

10.6 引張エネルギー吸収量

10.6.1 必要な場合、引張試験機に接続したインテグレータ、又は荷重－伸び曲線の張力最大値までの面積によって、個々の試験片の引張エネルギー吸収量を測定する。引張エネルギー吸収量は、次の式によって求める。

$$Z = \frac{E}{w_i l_i} \times 10^6$$

ここに、 E は J で表す。又は、

$$Z = \frac{E}{w_i l_i} \times 10^3$$

ここに、 E は mJ で表す。

引張エネルギー吸収量の平均値を求め、有効数字 3 けたに丸める。

10.6.2 結果の標準偏差を求める。

10.7 比引張エネルギー吸収量

必要な場合、比引張エネルギー吸収量は、次の式によって求める。

$$I_Z = \frac{\bar{Z}}{g} \times 10^3$$

比引張エネルギー吸収量は、有効数字 3 けたに丸める。

10.8 引張弾性率

必要な場合、引張弾性率は、次の式によって求める（図 2 参照）。

$$E^* = \frac{\Delta F \times l_i}{w_i \times t \times \Delta l_i}$$

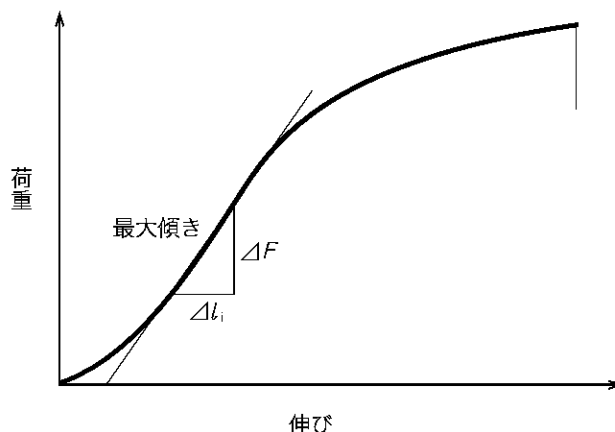


図 2—引張弾性率の測定に用いる概念

引張弾性率は、有効数字 3 けたに丸める。

11 精度

試験精度は、試験に供する紙及び板紙の変動性に依存する。表 1 は、オランダ及びアメリカにおいて別個に試験を行った結果に基づいて、この方法の繰返し精度及び再現精度の値を示したものである。

11.1 繰返し精度

同一試料について同じ試験機を用い、一人の作業者が短い時間間隔で行った 2 回の試験結果の差が、繰返し精度の平均値を超えるのは、20 回に 1 回以下となる。

11.2 再現精度

同一試料について、異なる試験室で二人の作業者が行った別々の 2 回の試験結果の差が、再現精度の平均を超えるのは、20 回に 1 回以下となる。

表 1—繰返し精度及び再現精度

試験範囲	方法	平均繰返し精度 %	平均再現精度 %
0.5 kN/m～1.3 kN/m	引張り	5.8	不明
2.9 kN/m～11.5 kN/m	引張り	3.8	12
0.7 %～1.9 %	伸び	9.0	不明
1.4 %～2.6 %	伸び	6.6	30
2.3 %～7.0 %	伸び	4.5	不明
30 J/m ² ～200 J/m ²	引張エネルギー吸収量	10	28
注記 これらのデータの大部分は、帯状チャート記録計及びプランメータを使用した旧式の技術に基づいている。			

12 報告

報告書には、次の事項を記録する。

- a) この規格名称又は規格番号
- b) 試料の種類及び名称
- c) 試験年月日及び試験場所
- d) 調湿条件

- e) 試験片の幅が 15 ± 0.1 mm でない場合には、試験片の幅
- f) 試験長さが 180 ± 1 mm でない場合には、試験長さ
- g) 伸張速度が 20 ± 5 mm/min でない場合には、伸張速度
- h) 試験に供した試験片の数、及び有効な読取り回数及びつかみ具から 10 mm 以内で破断した試験片の数
- i) 各主方向の引張強さの平均値
- j) 必要な場合、引張破断伸びの平均値（初期試験長さの百分率として表す。）
- k) 必要な場合、引張エネルギー吸収量の平均値
- l) 必要な場合、i)～k)の標準偏差
- m) 必要な場合、引張弾性率の平均値
- n) 必要な場合、比引張強さ及び/又は比引張エネルギー吸収量の平均値
- o) 測定した場合には、試料の坪量及び/又は厚さ
- p) この規格と異なる条件及び方法で試験した場合は、その内容

附属書 A (規定) 装置の校正

序文

この附属書は、装置の校正について規定する。

装置の使用頻度にもよるので、校正の頻度を規定することはできない。しかし、校正は少なくとも月 1 回行うことが望ましい。

装置の荷重測定部の校正を行う。記録機構を使用する場合には、精度 ± 0.1 %の質量既知のおもりを用い、記録機構を含めて校正を行う。作用した荷重は、おもりの質量とその地域における重力加速度との積として求める。代わりに、あらかじめ校正した弾性体を用いて確認した装置のような校正装備を用いてもよい。

荷重を加えた状態で、装置の伸び測定機構の校正を行う。記録装置を使用する場合には、内側ノギス又はゲージブロックのいずれかを用いて、必要とする伸びの範囲について、記録装置を含めて校正を行う。

荷重を加えたときに、荷重測定部が伸びる引張試験装置もある。これが結果に影響しないようにするために、装置の荷重部及び伸び測定部の両方の当該動作範囲の数箇所について校正する。

引張エネルギー吸収量を測定するのに、装置とともにインテグレータを使用する場合には、製造業者の指示に従って、荷重及び伸長の当該範囲においてインテグレータを校正する。また、つかみ具が本体 5.1.2 の要件を満たすように配置することを検証する。

引張弾性率の測定に用いるプロット装置もすべて確認する。