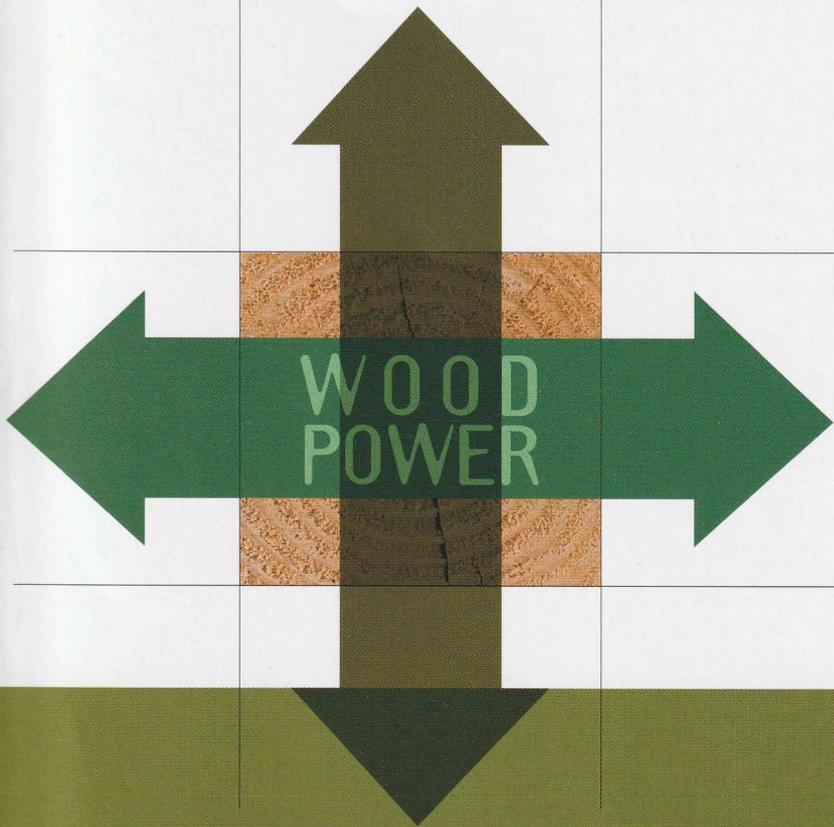


住む人へ、建てる人へ、

木の強度についてわかりやすく解説。



# なるほど!木の強さ

実験版

## CONTENTS

木材の強度にはバラツキがある P1

2つの木材判定法 P2

JASと建築基準法の関係 P3

P4 各県の優良木材認証制度

県産材の実大強度試験 P5/6

# 木材の強度にはバラツキがある。



「等級分け」することによって木材の信頼性は向上します。

木材は自然の産物、同じ樹種であっても生まれ育った土地の気候風土によって、その材質は異なります。たとえ隣どうしに生えている樹木であっても、その例外ではありません。つまり、木材の材質にはバラツキがあり、工場で大量に均一生産される建材とは同等に語れないのです。

天然の宝石の一つとして同じ輝きがないように、室内を彩る内装材や家具、木製品に木が使われる場合には、変化に富んだ材質の違いは大きな魅力と映ります。しかし木材を柱や梁(はり)など、住まいを支える構造材として使う場合には、材質のバラツキは強度、つまり安全性という点で好ましい性質ではありません。

何よりも構造材には、台風や地震に耐えながら、永年にわたって家族の生活を守り続ける強度が求められます。適材適所の木材選びのためにも、木材を一定の基準に従って等級付けする必要が出てきます。そのための制度として農林水産省が定めたJAS※があります。

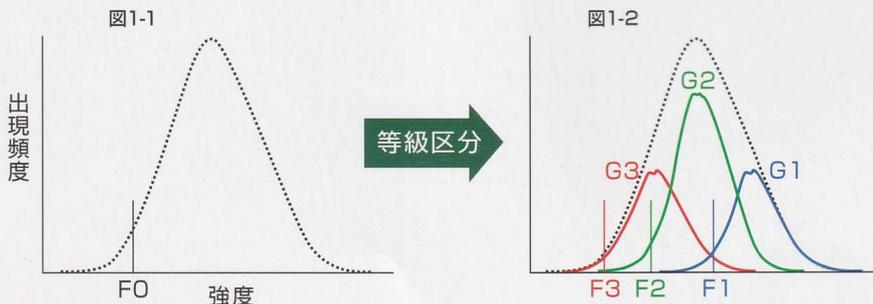
## JAS※

JAS(Japanese Agricultural Standard、日本農林規格)では、樹種ごとに品質基準を設けて木材を等級付けし、木材の品質保証をしている。JAS認定工場で品質検査に合格した製品だけがJAS製品として認定された木材となる。

## 等級区分することのメリット

木材の強度は下図に示すように強い木材から弱い木材まで幅広く分布している。このような分布を持つときには、統計的な手法を用いて材料の強さを決める。日常よく使われる平均値では、1/2の材料が平均値より小さいことになるので、半分の材料は壊れる危険性を持っており、安全性を保證することはできない。材料の最低強度を用いれば安全であるが、本来強い材料も最低強度として評価されてしまうので、実用上意味がない。そこで、社会上許される危険性を前提として、統計的下限值F0(たとえば5%値)をよく用いる。等級区分しない場合が図1-1である。3等級に等級区分した場合(図1-2)では、区分されたグループ1(G1)、グループ2(G2)、グループ3(G3)でそれらの統計的下限值F1、F2、F3が向上する。等級区分しない場合に比べて、より大きな強度を保證できるグループを設けることができる。

## 【等級区分する前後の木材強度のバラツキ】



# 針葉樹構造用製材 JAS の等級付け方法は？

## 目視等級区分と機械等級区分、2つの判定法があります。

強度にバラツキが大きな木材も、強度の大きなものと小さなものとを区分して使用すればバラツキが小さくなり、材料としての信頼性が高まります。この考え方が等級区分であり、針葉樹構造用製材のJASでは、「目視等級区分」と「機械等級区分」の2種類の規定があります。

「目視等級区分」では、まず構造材を梁(はり)や桁(けた)など、主に曲げの力がかかる水平材(甲種)と、柱など主に圧縮の力がかかる垂直材(乙種)とに区分。それぞれ、節の大きさ、割れ、目まわり、年輪幅などの状態を目で確認し、上から1級、2級、3級と等級付けします。

「機械等級区分」ではグレーディングマシンなどの機械でヤング係数<sup>\*</sup>を測定し、その値に応じてE50~E150まで、20刻みの6段階で等級を表示。数値が大きいほど高い等級となります。JASではこの2つの判定法によって製材の強度を等級付けします。

### ※ヤング係数

材料の変形しにくさを示す数値で、曲げ、圧縮、引っ張りなどの強度と深い関係にあるので木材を破壊することなく、高い精度で強度を予測することができる。また、構造計算で梁(はり)などの断面寸法を決定するとき(たわみ制限の確認)にも必要となる。

表-1 JASの目視等級区分と基準強度

材種	目視等級	基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )			
		曲げ		圧縮	
		スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
甲種構造材	1級	27	38	22	31
	2級	26	34	20	27
	3級	22	29	18	23
乙種構造材	1級	22	31	22	31
	2級	20	27	20	27
	3級	18	23	18	23

表-2 JASの機械等級区分と基準強度

材種	機械等級	基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )			
		曲げ		圧縮	
		スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
機械等級区分製材	E50	24	14	19	11
	E70	29	22	23	18
	E90	35	31	28	25
	E110	41	38	32	31
	E130	46	47	37	38
	E150	52	55	41	44

表-3 無等級材の基準強度

材種	基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )			
	曲げ		圧縮	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
無等級材	22	27	18	21

※ただし、表1~3の基準強度の値は、説明のため端数が四捨五入されています。

## JASと建築基準法の関係は？

### JAS構造用製材の強度が国交省の告示で定められています。

製材のJASには一般製材を対象としたものと、針葉樹の構造用製材を対象としたものがあります。JAS構造用製材に対応して、国土交通省の告示で樹種ごとに基準強度※(きじゅんきょうど)と許容応力度※(きょようおうりょくど)が定められており、製材JASと建築基準法施行令および国土交通省の告示とは互いに連動しています。

国土交通省が示す基準強度や許容応力度をみると、JAS等級区分木材は一部の低い等級を除き、無等級木材と比べてとても高い数値になっています。たとえば、梁(はり)にスギ材を用いる場合、曲げ許容応力度(N/mm)を比べてみると、無等級木材では7.4ですが、目視等級区分した木材(甲種)では7.4~9.0、機械等級区分した材は8.0~17.2となっています。(P2の表1~表3の基準強度から誘導される)。すなわち等級区分した木材は無等級木材と比べて、安全余裕の大きな設計が行えることや、より大きな荷重を部材に安全に負荷できることとなります。

#### ※基準強度

基準強度の数値は、公的研究機関などが実施した木材の実大強度実験データなどにもとづいて算出されている。

#### ※許容応力度

建物の構造計算に不可欠な数値であり、曲げ、圧縮、引っ張りなどの力に対して建物の各部材に一定以上の応力が加わらないように設計するための指針値となる。

図-2 木材強度に関するJASと建築基準法の関係

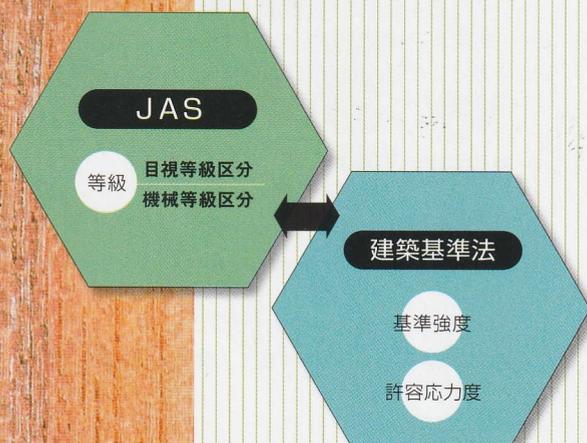
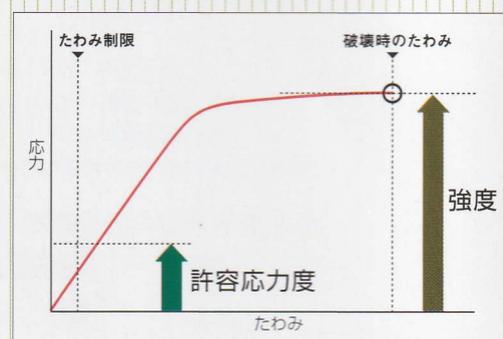


図-3 強度(破壊強さ)と許容応力度の関係





なるほど!  
木の強さ



## 地域の森林資源を活かすために

### JAS以外にも各県ごとに独自の木材認証制度があります。

各地域にはそれぞれの気候風土の中で育った、その地域の家となるのにふさわしい木材が産出されています。しかし、今まで説明してきたとおり、JAS認定を受けない木材はたとえ強度が優れていても、一律に無等級材として扱われてしまいます。そしてこれが地域材の活用を進める上で、一つのネックとなってきました。

そこで各県では、JAS認定されていない無等級材であっても安心して活用できるように、独自の認証制度を設けるようになりました。例えば静岡県では、平成13年に「しずおか優良木材認証制度」を創設し、独自の品質、寸法、含水率※、強度の基準をクリアした木材を「しずおか優良木材」として認定しています。

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センターでは、この「しずおか優良木材」を使って実大強度試験を実施した結果、認証木材は無等級材であっても、強度に問題がないことを実証しています。(詳しくは次ページ参照)

#### ※含水率

木材の乾燥の度合いのことでD20というように示される。DはDRY(乾燥)の略であり、20は木材の重さの中に占める水分の割合(%)のこと。立木や伐採直後の丸太には多量の水分が含まれているので、含水率が100%を超えることも珍しくない。これを乾燥させて20%まで水分を落とす必要がある。

表-4 しずおか優良木材製品品質規格基準

区分	材種	品質基準	寸法基準	乾燥基準	強度基準※														
構造用製材	JAS規格甲種 構造用Ⅰ相当	<table border="1"> <tr><th>区分</th><th>基準</th></tr> <tr><td>丸身</td><td>なし</td></tr> <tr><td>曲り</td><td>甲種 0.2%以下 乙種 0.1%以下</td></tr> <tr><td>その他欠点</td><td>軽微</td></tr> </table>	区分	基準	丸身	なし	曲り	甲種 0.2%以下 乙種 0.1%以下	その他欠点	軽微	表示された寸法と測定した寸法との差が下表の右欄に掲げる数値以下であること <table border="1"> <tr><th>区分</th><th>表示寸法との差</th></tr> <tr><td>材辺</td><td>-0, +1.0</td></tr> <tr><td>材長</td><td>-0, 無制限</td></tr> </table> <small>単位:mm</small>	区分	表示寸法との差	材辺	-0, +1.0	材長	-0, 無制限	含水率 20%以下とする	●スギ E70相当以上 ●ヒノキ E90相当以上
	区分		基準																
	丸身		なし																
曲り	甲種 0.2%以下 乙種 0.1%以下																		
その他欠点	軽微																		
区分	表示寸法との差																		
材辺	-0, +1.0																		
材長	-0, 無制限																		
JAS規格甲種 構造用Ⅱ相当																			
JAS規格乙種 構造用相当																			
造作用製材	造作類	あて及びその他の欠点が軽微であること	表示された寸法と測定した寸法との差が下表の右欄に掲げる数値以下であること <table border="1"> <tr><th>区分</th><th>表示寸法との差</th></tr> <tr><td>仕上げ</td><td>-0, +1.0</td></tr> <tr><td>材辺</td><td>未仕上げ -0, +2.0</td></tr> <tr><td>材長</td><td>-0, 無制限</td></tr> </table> <small>単位:mm</small>	区分	表示寸法との差	仕上げ	-0, +1.0	材辺	未仕上げ -0, +2.0	材長	-0, 無制限	含水率 18%以下とする							
	区分			表示寸法との差															
仕上げ	-0, +1.0																		
材辺	未仕上げ -0, +2.0																		
材長	-0, 無制限																		
壁板類	含水率 15%以下とする																		
木質建材	1. JAS、JIS及びAQ認証のいずれかの認証にもとづき製造された製品であること。 2. ホルムアルデヒド放散量の平均値が0.3mg/L以下、最大値が0.4mg/L以下であること。 3. 静岡県産材証明制度により管理された原木であること。ただし、基準に定められた強度を確保する上で必要な場合に限り、50%以内で県産材以外を使用することができる。 ◎ 認定製品:三層パネル(平成19年11月現在)																		

※強度基準について木口の短辺(厚さ)90mm以上の断面を有する構造用材に適用する。

◎各都道府県の地域材認証制度に関する住宅制度については担当窓口へお問合せください。

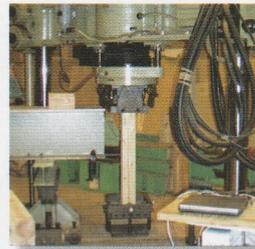
## 1 柱は、どれくらいの鉛直荷重(重さ)を支えられるの？

2階建て木造住宅では、1階の柱1本に約0.5トン～4トン(乗用車4台分)、3階建てでは最大で約6トン(乗用車6台分)もの荷重がかかります。それでは柱はどれくらいの重さまで耐えられるのでしょうか？

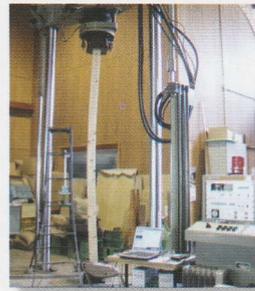
木造住宅の柱のように細長い木材に圧縮力(鉛直荷重)がかかる場合、ある一定値を超えると、柱が突然、弓のように反る座屈現象がおきます。このため、圧縮の許容応力度(きょようおうりょくど)は通し柱、管柱(くだばしら)、短柱(たんちゅう)など、長さによって座屈を考慮した設定がなされています。

しずおか優良木材のスギやヒノキの製材柱(断面寸法:12cm)で圧縮実験を行ったところ、長さ1mの場合、40～50トンまでの荷重に耐えましたが、同じ断面でも長さが3mの柱では14～16トンで座屈が起こり、それ以上の荷重に耐えることができませんでした。

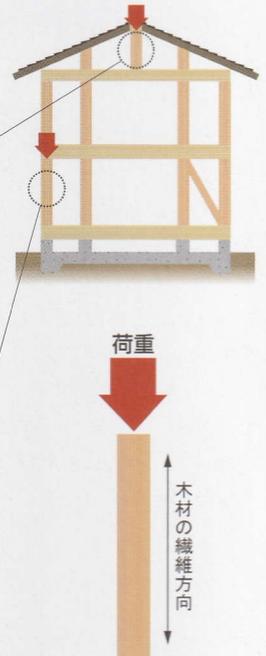
しかし、その場合でも、3mの柱1本で乗用車約15台分の重さを支えることができることになります。



短柱の圧縮試験



柱の座屈試験



### ■ 実験のまとめ

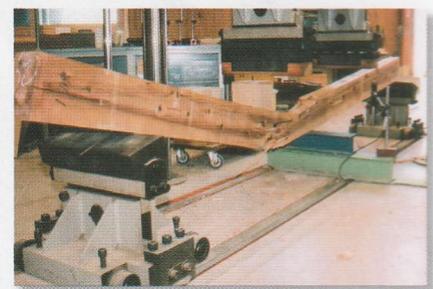
しずおか優良木材のスギ材はP2の表に示した機械等級区分E70、同じくヒノキ材では同E90の基準材料強度を上回ることが確認されました。

## 2 梁(はり)は、どれくらい曲がっても大丈夫なの？

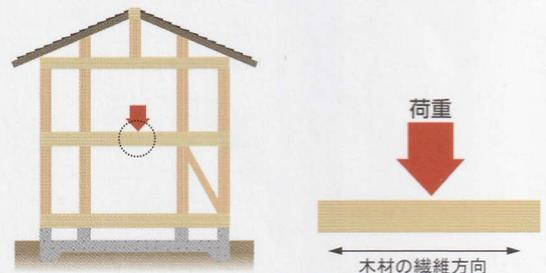
梁(はり)には、床上の積載(人や物)荷重と梁自体の重み(床面積1㎡当たり約180kg)を支えて1階柱に伝える役割があります。そのとき、梁を曲げようとする力が働きますが、はたしてどれくらいの荷重に耐えられるのでしょうか。

たとえば、梁を支える柱間距離が2間(約3.6m)の場合、梁全体で約2トンの荷重を支える必要があります。また、その際、梁の中央部での曲げによるたわみ(変形量)は12mm以下、つまり、柱間距離の1/300以下、になるように梁の断面寸法を決めて施工する必要があります。

そこで、しずおか優良木材のスギ製材梁(幅12cm、梁背24cm)を用いて支持点間距離を3.6mとして曲げ実験を実施しました。その結果、約8トンで破壊しましたが、それを曲げ強度に換算するとP2の表に示したE70の基準材料強度を上回りました。また、1200kgの荷重が梁に作用した時のたわみも5mmであり、床梁として十分な性能が確認されました。



曲げ破壊試験



### ■ 実験のまとめ

しずおか優良木材のスギ材はP2の表に示したE70の基準材料強度を上回り、梁として十分な強度があることが検証されました。

### 3 土台は、どれくらいの荷重に耐えられるの?

木造住宅にかかる鉛直荷重は、柱から土台へと伝わっていきます。2階建ての木造住宅では、柱1本につき土台に0.5~4トンの荷重が土台にかかります。土台のように木材側面に柱からの圧縮力が働く場合の横圧縮(めり込み)強度は、柱のように木口面に圧縮力が働く縦圧縮強度と比べると約10~30%程度しかありません(右図参照)。土台では柱が乗ったときに圧縮力により土台へめり込まないように配慮する必要があります。

しずおか優良木材のヒノキ土台を用いて、めり込み実験を行いました。その結果、土台がめり込まずに耐えられた荷重は12cm角で約4.5トンでした。このため、大きな荷重を支える土台の場合、樹種や断面寸法を吟味することが重要です。



めり込み試験



#### ■実験のまとめ

しずおか優良木材のヒノキ材は、国土交通省告示1024号のめり込み基準強度7.8N/mm<sup>2</sup>を上回りました。柱を受ける土台は、かかる荷重に合わせて断面寸法を決めなければなりません。とくに土台には、耐久性の高い樹種(ヒノキ、スギなど)の使用が望ましいといえます。

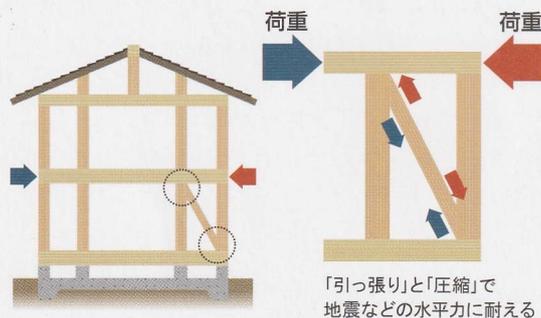
### 4 筋違い(すじかい)入りの壁は、どれくらいの水平荷重に対抗できるの?

地震や台風が発生した時、木造住宅に対して横からの水平力が作用します。筋違いはその時、建物が倒れないように支える重要な役割を担っています。筋違いは地震力の振動によって引っ張られたり、圧縮されながらも壁の一員として建物を支えてくれているのです。

幅が91cm、高さが182cmの壁に、しずおか優良木材のスギ製材筋違い(幅:5cm、厚さ:10cm)を使用し、地震により横からの力が作用した場合、大丈夫なのか実験で検証してみました。筋違いは、柱や土台などしっかりと接合すると、引っ張り力に対して約6トンまで耐えることができました。一方、圧縮力に対しては座屈するため、筋違いの「つかえ棒」としての機能は約1.2トン以上であり、十分な対抗力をそなえていました。



筋違いによる耐力壁実験



#### ■実験のまとめ

しずおか優良木材のスギ材は筋違いとして、地震時に作用する引っ張り力や圧縮力に耐え、必要な役割を十分果たしていることがわかりました。



# けん木ねん

企画発行 静岡県木材協同組合連合会  
〒420-8601 静岡市葵区追手町9番6号 県庁西館9階  
TEL.054-252-3168 FAX.054-251-3483  
e-mail : s-mokuren@mail.wbs.ne.jp  
http://www2.wbs.ne.jp/~smokuren

※本資料の無断転載を禁じます。



制作協力 静岡大学農学部環境森林科学科 / 静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター