

8. 樹種の取扱いについて

接合耐力の計算における樹種の取扱い

(1) 下限値を導出する場合

- 1) スギで実施された耐力要素試験のデータ（スギの基準比重に近い比重を有するものに対して実施されたデータに限る）を他の樹種に準用することができる。
- 2) スギ以外の樹種で行った耐力要素試験のデータ（当該樹種の基準比重に近い比重を有するものに対して実施されたデータに限る、以下同じ）は、当該樹種又は同一樹種グループには適用することができる。
- 3) スギ以外の樹種で行った耐力要素試験のデータを当該樹種以外の場合に適用するためには、基準比重がより大きな樹種グループには適用することができる

表 1-1 木質構造設計規準・同解説（日本建築学会）における樹種グループと気乾比重

樹種グループ	樹種	基準比重*
J1	アカマツ、カラマツ、ベイマツ、クロマツ、ツガ等（比重が 0.50 程度**のもの）	0.42
J2	ヒノキ、ヒバ、ベイツガ、ベイヒ、モミ等（比重が 0.44 程度**のもの）	0.37
J3	スギ、ベイスギ、トドマツ、エゾマツ、スプルース、ベニマツ等（比重が 0.38 程度**のもの）	0.32

* : 樹種グループ内の気乾比重（含水率 15%）の下限値

** : 樹種グループの平均的比重

(2) 上限値が大きすぎると不都合が生じる場合

- 1) 耐力要素試験のデータ（当該樹種の平均的比重に近い比重を有するものに対して実施されたデータに限る）を当該樹種又は同一樹種グループの樹種には適用することができる。

以上（1）、（2）について、破壊モードがめり込み系、せん断系の場合に限る。曲げ系の破壊の場合は弾性係数なども考慮する必要がある。

材料特性値の適用に関する樹種の取扱い

(1) 限界耐力計算による場合

限界耐力計算においては、建築基準関係法令により材料強度、許容応力度が定められている、若しくは平成 12 年建設省告示（以下、「建告」と称する）第 1452 号第 7 号に基づいて国土交通大臣が材料強度、許容応力度を与えた樹種の全てが使用できる。参考までに平同告示第 6 号で与えられている無等級材の基準強度を表 3.8.2-1 に示す。材料強度、許容応力度が法令で与えられていない、若しくは大臣に指定されていない樹種については、使用できない。

表 2-1 平成 12 年建告第 1452 号第 6 号に規定される無等級材の基準強度

樹種		基準強度（単位 N/mm ² ）			
		圧縮 Fc	引張り Ft	曲げ Fb	せん断 Fs
針葉樹	あかまつ、くろまつ及びべいまつ	22.2	17.7	28.2	2.4
	からまつ、ひば、ひのき及びべいひ	20.7	16.2	26.7	2.1
	つが及びべいつが	19.2	14.7	25.2	2.1
	もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ及びスプルース	17.7	13.5	22.2	1.8
広葉樹	かし	27.0	24.0	38.4	4.2
	くり、なら、ぶな、けやき	21.0	18.0	29.4	3.0

このうち、針葉樹については、製材の日本農林規格（H19 農林水産省告示第 1083 号、以下、「製材の JAS」と称する）第 5 条に規定する目視等級区分製材又は同告示第 6 条に規定する機械等級区分構造用製材の規格に適合し、かつ含水

率の基準が 15%以下（乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合は 20%以下）のものは、政令第 46 条第 2 項を適用して許容応力度計算が実施できる。

しかし、広葉樹については構造用製材の規格そのものがなく、製材の JAS 第 8 条に適合する広葉樹であっても、広葉樹として構造用の品質が担保されているわけではない。

また、表 2-1 の基準強度は、どのような材質のものであっても法令上は適用可能であるが、実際には旧製材の JAS（昭和 42 年農林水産省告示第 1842 号）において一等に格付けされる木材の強度に基づいた数値であるので、無闇矢鱈と適用するのは技術的に齟齬がある。

一方、めり込みの基準強度 F_{cv} は、表 2-2 の通りである。限界耐力計算において、極めて稀に発生する地震、極めて稀な風圧力、極めて稀な積雪荷重に対して、安全確認を行うのは、圧縮、引張り、曲げ、せん断の材料強度に対して、その荷重継続時間の調整係数を乗じた数値で検定する必要がある。荷重継続時間の調整係数は、50 年に対して 0.55、3 カ月に対してはその 1.3 倍の数値、3 日間については、0.8 を用いることになっている（表 2-3）。しかし、めり込みについては、使用部位に応じて表 3.8.2-4 の数値でよいこととなっている。

表 2-2 平成 13 年国交告第 1024 号第 3 第 1 号表 1 に示されるめり込みの基準強度

樹種		基準強度 F_{cv} (N/mm ²)
針葉樹	あかまつ、くろまつ及びべいまつ	9.0
	からまつ、ひば、ひのき及びべいひ	7.8
	つが、べいつが、もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ及びスプルース	6.0
広葉樹	かし	12.0
	くり、なら、ぶな及びげやき	10.8

表 2-3 圧縮、引張り、曲げ、せん断の許容応力度

	圧縮	引張り	曲げ	せん断
長期許容応力度 (N/mm ²)	$\frac{1.1 F_c}{3}$	$\frac{1.1 F_t}{3}$	$\frac{1.1 F_b}{3}$	$\frac{1.1 F_s}{3}$
短期許容応力度 (N/mm ²)	$\frac{2 F_c}{3}$	$\frac{2 F_t}{3}$	$\frac{2 F_b}{3}$	$\frac{2 F_s}{3}$

ここで、 F_c ：圧縮の基準強度、 F_t ：引張りの基準強度、 F_b ：曲げの基準強度、 F_s ：せん断の基準強度（いずれも単位は N/mm²）

表 2-4 めり込みの許容応力度

荷重方向と木材の繊維方向がなす角度	使用部位	長期許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)	
		積雪時	積雪時以外	積雪時	積雪時以外
(1) 10°以下	すべて	$\frac{1.43 F_c}{3}$	$\frac{1.1 F_c}{3}$	$\frac{1.6 F_c}{3}$	$\frac{2 F_c}{3}$
(2) 10°超～70°未満	すべて	(1) と (3) の数値を角度に応じて直線的に補間した数値			
(3) 70°以上	①土台等の横架材（当該部材のめりこみによって他の部材の応力に変化が生じない場合に限る）	$\frac{1.5 F_{cv}}{3}$	$\frac{1.5 F_{cv}}{3}$	$\frac{2 F_{cv}}{3}$	$\frac{2 F_{cv}}{3}$
	②①の場合以外	$\frac{1.43 F_{cv}}{3}$	$\frac{1.1 F_{cv}}{3}$	$\frac{1.6 F_{cv}}{3}$	$\frac{2 F_{cv}}{3}$

ただし、基礎ぐい、浴室等常時湿潤状態の環境下で使用する場合は70%に低減する。

Fc：圧縮の基準強度、Fcv：めり込みの基準強度

一方、座屈の許容応力度は、表2-5の通りである。

表2-5 座屈の許容応力度

有効細長比 λ	長期許容応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)
$\lambda \leq 30$ の場合	$\frac{1.1}{3} F_c$	$\frac{2}{3} F_c$
$30 < \lambda \leq 100$ の場合	$\frac{1.1}{3} (1.3 - 0.01 \lambda) F_c$	$\frac{2}{3} (1.3 - 0.01 \lambda) F_c$
$\lambda > 100$ の場合	$\frac{1.1}{3} \cdot \frac{3000}{\lambda^2} F_c$	$\frac{2}{3} \cdot \frac{3000}{\lambda^2} F_c$

ただし、Fc：圧縮の基準強度 (N/mm²)、 $\lambda = l_e \sqrt{A/I}$ (l_e ：有効座屈長さ (mm)、

A：断面積 (mm²)、I：断面二次モーメント (mm⁴)

また、繊維方向の強度は表2-1のFc、繊維直交方向の部分圧縮（めり込み）は表2-2のFcvであるが、繊維直交方向の全面圧縮は、建築基準関係法令では定められていない。繊維直交方向の応力に対する木材は、部分圧縮でも全面圧縮でも明確な破断に到るケースは少ない。応力ひずみ曲線は、初期剛性から一次降伏に到り、その後右肩上がりでほぼ無限に応力が上昇するが、無欠点小試験片による横圧縮の比例限度応力は、表2-6のような特性値¹⁾が知られている。針葉樹では半径方向>接線方向>45°方向でいずれも縦方向の10%未満であり、縦圧縮強さに対する比は樹種間の差はさほど大きくない。広葉樹では、半径方向>接線方向≒45°方向であり、樹種間の差は大きい。なお、いずれもめり込みの比例限度応力よりも小さい。

表2-6 全面横圧縮の比例限度応力とその縦圧縮強さに対する比

樹種	縦圧縮強さ (N/mm ²)	全面横圧縮の比例限度応力 (N/mm ²) / (縦圧縮強さに対する比 (%))			部分圧縮（めり込み）の比例限度応力 (N/mm ²)		
		半径方向	接線方向	45°方向	半径方向	接線方向	45°方向
スギ	27.9	2.5 (9.0)	1.7 (6.1)	1.0 (3.6)	3.5	2.8	2.1
エゾマツ	28.5	2.6 (9.1)	2.0 (7.0)	0.7 (2.5)	3.4	2.8	2.0
アカマツ	40.3	3.7 (9.2)	2.8 (6.9)	1.7 (4.2)	5.8	5.1	3.7
ブナ	47.4	7.6 (16.0)	4.7 (9.9)	4.4 (9.3)	11.3	7.7	7.6
アピトン	55.1	4.4 (8.0)	3.1 (5.6)	2.9 (5.3)	8.4	5.6	5.0

一方、無欠点小試験片の縦圧縮強さが40 N/mm²程度²⁾のヒノキについて行われた全面横圧縮試験の結果³⁾によれば、比例限度応力は概ね3～5 N/mm²であり、試験体の形状や寸法に依存して数値が異なることが示されている。縦圧縮強さが50 N/mm²程度²⁾のヒノキについて行われた全面横圧縮試験⁴⁾によれば、比例限度応力は概ね7～8 N/mm²というデータもある。

(2) 時刻歴応答計算を行う場合

法令等により材料強度、許容応力度が定められていない樹種についても、実験データや社会的に信頼性のある既往

の文献等に基づいて材料強度や許容応力度を設定して、使用することができる。

実験方法として、参考になるのは以下の2つが考えられる。

- ・1998年12月1日建設省住宅局建築指導課国際基準調査官事務連絡のうち、「一 枠組材又は面材の許容応力度、材料強度及び弾性係数」
 - ・構造用木材の強度試験マニュアル（（公財）日本住宅・木材技術センター、平成23年3月）
- 実験による際、若しくは既往のデータを参考にする際には以下の条件に適合している必要がある。

1) 試験を行う標本の数

- (i) 試験を行う標本は、材料の生産、加工、流通及び施工のすべての段階で同定可能な母集団から、当該母集団の材料特性を適切に表すものとなるように収集するものとし、その数は2)による。なお、95%下側許容限界を求めるための標本の数については3)によってもよい。
- (ii) 標本数はそれぞれの材料強度に係る試験結果の母平均の区間推定において、信頼率95%の信頼区間が標本平均の±5%以内に収まるように定める。特に母平均の分布形を正規分布と見なすことができる場合においては、収集する標本の数は次式によることができる。

$$n \geq 0.1537 \cdot C_v^2$$

ここで、 n ：標本の数、 C_v ：変動係数（%）である。

- (iii) 標本数は、順序統計量仮定に基づいて信頼水準75%における95%下側許容限界を求めるのに必要な数量とする。

2) 試験体の形状及び寸法

試験体の寸法は原則として、実際に建築物内で使用する部材の寸法、若しくはこれと同等以上に評価できる寸法とする。

例えば、図2-1に示すように曲げ試験についてはモーメント（せん断一定）区間のスパンを梁せいの5～7倍とし、せん断区間のスパンを梁せいの4.5～7.5倍とするか、これに依らない場合は、せん断の影響を考慮して曲げ特性値を測定するものとする。

図2-1 曲げ試験方法の一例

3) 試験体の作成

試験体は、標本から次の(i)～(iii)に従って作成する。

- (i) 曲げ試験においては、標本の最大の欠点がモーメント（せん断一定）区間に位置するものとする。
- (ii) 圧縮、引張り試験においては、標本の最大の欠点を含まないように試験体を製作する。
- (iii) せん断、及びめり込み試験においては、欠点の有無は任意とすることができる。

4) 試験体の養生方法

試験体は、気温 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、かつ相対湿度 $65 \pm 5\%$ の環境下で、24時間の試験体の重量変化が、0.1%以内となるまで養生する。

5) 試験方法

監修荷重は、荷重点の移動速度がほぼ一定となるように加え、荷重の最大値に達するまで（めり込みの場合は、試験体のめり込み量が荷重ブロックの長さの5%に達するまで）の時間が 5 ± 2 分（せん断にあっては1分以上）となるように試験を行うこととする。

- 1) 森林総合研究所：木材工業ハンドブック（改訂4版）、p.137、丸善、2004
- 2) 同、p.194
- 3) 的野博訓、前川秀幸、松留慎一郎、末松充彦、大橋好光：“木材の繊維に直交方向圧縮に関する実験的研究”、職業能力開発総合大学校紀要、No.42、pp.94-97、2013
- 4) 青木ゆい、讃岐将嗣、辛 殷美、藤田香織：日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp. 307-308、2013