

## Ⅱ スパン表の目的・設定条件

### 1 目的

信州木材認証製品センターでは、長野県産のカラマツ、ヒノキ、スギ、アカマツなどを材料とした柱・梁桁・壁板などの製品を、乾燥・品質・寸法などの厳しい基準により認証する「信州木材製品認証制度」を平成5年から実施している。

近年の住宅関係の法律や基準の改定等により、住宅供給者の責任が明確化されたことから、県産材の強度等の品質に対するニーズが高まっている。

こうした状況の中、信州木材認証製品センターでは、信州木材認証製品の需要拡大を図ることを目的に、信州木材認証製品対応の横架材スパン表作成事業を実施した。

### 2 適用範囲

2階建て以下、延べ床面積 500 m<sup>2</sup>以下の長野県産のスギ材、ヒノキ材、カラマツ材を使用した木造軸組工法住宅の横架材のうち、床小梁・床大梁・小屋梁・軒桁・胴差を対象として作成した。いずれの部材も断面が短形で、横架材への大きな切り込みやスパン途中での継ぎ材、梁せいが材幅に対して極端に大きくなるような部材は対象外である。モジュールは長野県内で多く施工されている 910mm モジュールについて作成した。

なお、根太や垂木に関しては、(財)日本住宅・木材技術センター発行の「木造住宅のための構造の安定に関する基準に基づく横架材及び基礎のスパン表」などを参考にされたい。

### 3 部材の断面寸法

使用する部材の断面寸法は表 1 のとおりで幅は 105mm と 120mm の 2 種類とし、せいは 390mm 以下とした。なお、スパン表に表示されている断面寸法は最小寸法を示している。

表 1 部材の断面寸法

幅 : b [mm]	せい : h [mm]											
105	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	390
120		120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	390

### 4 検討条件

#### 4-1 屋根

屋根葺き材は長野県の住宅で一般的な瓦葺き、薄鉄板葺きの 2 種類を想定し、屋根勾配は両方とも 4 寸で計算した。軒の出は 606mm とした。

#### 4-2 積雪条件

積雪荷重は積雪深や降雪頻度に大きな変動があり、確定的な評価は難しいため、過去の資料から統計的な判断に基づいて、設計用の数値が決められている。単位積載荷重  $\rho$  は一般地域では 20N/cm/m<sup>2</sup> (積雪深 1cm あたりかつ積雪面積 1 m<sup>2</sup> あたりの重量が 20N) 以上であり、多雪区域 (垂直積雪量が 100cm 以上) では 30N/cm/m<sup>2</sup> 以上とされている。積雪荷重  $S$  は建築基準法施行令第 86 条より、以下の式で計算される。

$$S = \rho \times d \times A \times \mu_b$$

$S$  : 積雪荷重(N)

$\rho$  : 単位積雪荷重(N/cm/m<sup>2</sup>)

$d$  : 垂直積雪深(cm)

$A$  : 屋根の水平投影面積(m<sup>2</sup>)

$\mu_b$  : 屋根勾配  $\beta$  に応じた低減係数

雪止めがある場合 :  $\mu_b = 1.0$

屋根勾配が 60° 以下の時 ( $\beta \leq 60^\circ$ ) :  $\mu_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$

屋根勾配が 60° を超える時 ( $\beta > 60^\circ$ ) :  $\mu_b = 0$

本書では長野県の気象条件を考慮し、多雪地は100cm、150cm、200cmの3種類とした。積雪条件の詳細を表2に示す。なお、多雪地の場合は、瓦葺ではすべての積雪深に対してスパン表を作成し、鉄板葺きでは100cmのみとした。

なお、地域ごとの垂直積雪深は平成12年建築基準法告示第1455号及び長野県建築基準法施行細則第9条を参照されたい。

表2. 積雪条件

区域	屋根勾配	積雪の単位重量 [N/m <sup>2</sup> /cm]	垂直積雪深 [cm]	単位積雪荷重 [N/m <sup>2</sup> ]
一般	4寸勾配	30	20	1000
多雪地			50	3000
			100	4500
			150	6000

## 5 荷重条件

### 5-1 固定荷重

固定荷重は、建物の実況に応じてその都度計算することが原則だが、設計上の便宜を考慮して建築基準法施行令でも標準的な値が示されている。表3に建築基準法施行令第84条の固定荷重を参考にし、さらに実態を踏まえて設定した固定荷重を示す。なお、壁の重量を見込む際は階高を2,800mmとし、スパンと同じ長さだけ壁があるものと仮定した。

表3. 固定荷重

建築物の部分	構成要素	単位面積あたり荷重 [N/m <sup>2</sup> ]	備考
屋根	瓦葺き(ふき土なし)	640	母屋含まない
	薄鉄板葺き	200	母屋含まない
軒天	鉄鋼モルタル仕上げ	700	
天井	せっこうボード張り	300	母屋を含む
外壁	鉄鋼モルタル仕上げ 内壁石膏ボード	890	軸組を含む
内壁	石膏ボード	350	軸組を含む
2階床	畳またはフローリング	800	床組、天井を含む

### 5-2 積載荷重

積載荷重は、建築基準法施行令第85条及び建設省告示第1459号の規定により表4のとおり定められている。

表4. 積載荷重

区分		荷重 [N/m <sup>2</sup> ]
強度算定用	床小梁	1800
	床大梁・胴差	1300
たわみ算定用		600

6 許容応力度及び曲げヤング係数

6-1 許容応力度

木材の許容応力度は建築基準法施行令第 89 条により表 5 のとおり定められている。

表 5. 許容応力度

長期に生ずる力に対する許容応力度 [N/m <sup>2</sup> ]		短期に生ずる力に対する許容応力度 [N/m <sup>2</sup> ]	
曲げ	せん断	曲げ	せん断
$\frac{1.1F_b}{3}$	$\frac{1.1F_s}{3}$	$\frac{2F_b}{3}$	$\frac{2F_s}{3}$

※F<sub>b</sub> : 曲げ基準強度、F<sub>s</sub> : せん断基準強度

※建築基準法施行令第 89 条により、積雪時の許容応力度は、長期積雪時は長期許容応力度に 1.3 を、短期積雪時は短期許容応力度に 0.8 をそれぞれ乗じた値とした。

6-2 基準強度及び曲げヤング係数

部材の基準強度及び曲げヤング係数は、カラマツ、スギ、ヒノキ平角材の曲げ強度試験結果から算出した。まず、ヤング係数をもとに機械等級区分をおこない、そして、出現割合の多い区分についてスパン表を作成することとし、各等級の曲げ強度の 5% 下限値を算出して基準強度とした。なお、目視等級区分によって材の選別をしていないため、節、丸身、割れなどの欠点については考慮していない。また、せん断の基準強度は実験で求めてはいないため、平成 12 年建設省告示第 1452 号の無等級材の値を用いることとした。

曲げヤング係数は、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」機械等級製材の繊維方向の特性値 E<sub>0</sub> を用いた。各等級の曲げヤング係数、基準強度及び許容応力度を樹種ごとに表 6～11 に示す。

等級表示をした認証木材を前提としてスパン表を作成しているが、等級表示のない場合には、それぞれの樹種においてもっとも低い値を用いることもできる。

表 6. カラマツの基準強度、曲げヤング係数

等級区分	乾燥状態	基準強度 [N/mm <sup>2</sup> ]		ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]
		曲げ : F <sub>b</sub>	せん断 : F <sub>s</sub>	
E90	D20	20.5	2.1	8,800
E110	D20	25.7	2.1	10,800
E130	D20	38.1	2.1	12,700
E150	D20	43.3	2.1	14,700

表 7. カラマツの許容応力度

等級区分	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )							
	長期		短期		長期(積雪)		短期(積雪)	
	曲げ : F <sub>b</sub>	せん断 : F <sub>s</sub>	曲げ : F <sub>b</sub>	せん断 : F <sub>s</sub>	曲げ : F <sub>b</sub>	せん断 : F <sub>s</sub>	曲げ : F <sub>b</sub>	せん断 : F <sub>s</sub>
E90	7.51	0.77	13.66	1.40	9.76	1.00	10.93	1.12
E110	9.44	0.77	17.16	1.40	12.27	1.00	13.73	1.12
E130	13.96	0.77	25.37	1.40	18.14	1.00	20.30	1.12
E150	15.88	0.77	28.87	1.40	20.64	1.00	23.09	1.12

表 8. スギ材の基準強度、曲げヤング係数

等級区分	乾燥状態	基準強度 [N/mm <sup>2</sup> ]		ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]
		曲げ : Fb	せん断 : Fs	
E50	D20	22.3	1.8	4,900
E70	D20	26.8	1.8	6,900
E90	D20	36.4	1.8	8,800
E110	D20	45.4	1.8	10,800

表 9. スギ材の許容応力度

等級区分	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )							
	長期		短期		長期(積雪)		短期(積雪)	
	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs
E50	8.16	0.66	14.83	1.20	10.61	0.86	11.87	0.96
E70	9.82	0.66	17.86	1.20	12.77	0.86	14.29	0.96
E90	13.33	0.66	24.24	1.20	17.33	0.86	19.39	0.96
E110	16.65	0.66	30.27	1.20	21.64	0.86	24.21	0.96

表 10. ヒノキ材の基準強度、曲げヤング係数

等級区分	乾燥状態	基準強度 [N/mm <sup>2</sup> ]		ヤング係数 [N/mm <sup>2</sup> ]
		曲げ : Fb	せん断 : Fs	
E70	D20	21.1	2.1	6,900
E90	D20	35.3	2.1	8,800
E110	D20	41.6	2.1	10,800
E130	D20	46.9	2.1	12,700

表 11. ヒノキ材の許容応力度

等級区分	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )							
	長期		短期		長期(積雪)		短期(積雪)	
	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs	曲げ : Fb	せん断 : Fs
E70	7.75	0.77	14.09	1.40	10.07	1.00	11.27	1.12
E90	12.93	0.77	23.51	1.40	16.81	1.00	18.81	1.12
E110	15.25	0.77	27.73	1.40	19.83	1.00	22.18	1.12
E130	17.20	0.77	31.27	1.40	22.36	1.00	25.01	1.12

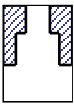
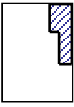
## 7 変形増大係数

変形増大係数は木材に荷重が負担されてから時間と共に変位が増大していく現象を考慮したものであり、建設省告示第 1459 号より定められている変形増大係数は「2」とした。長期積雪時は固定荷重に対する増大係数と積雪の増大係数を分けて、重ね合わせによって評価すべきであるが、変形増大係数「2」を考慮した。なお、短期積雪時に対しては変形増大係数は用いていない。

## 8 部材の断面欠損率

部材の仕口加工の切り欠きによる断面欠損について以下に示す。曲げにおいては断面欠損率により断面係数、断面二次モーメントを低減した。切り欠きによる断面欠損は材の側面を想定しており、片側(軒桁・胴差)で 10%、両側(大梁)で 20%を初期値として設定した。上面のほぞ穴については欠損を考慮していない。また、下面に切り欠きがある場合は別途詳細計算が必要である。表 12 に横架材の断面欠損と断面性能の低減を示す。せん断においては断面欠損率を一律で 0.8 とし、断面積を低減した。なお、日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法の許容応力度設計」では、形状などに応じ厳密に低減率を定めている。よって、実情に応じて適宜安全側となるよう判断されたい。

表 12. 横架材の断面欠損と断面性能の低減

部材	欠損の状況		断面欠損率
床大梁		両面に仕口加工の切り欠きをしている場合	20%
軒桁・胴差		片面に仕口加工の切り欠きをしている場合	10%

## 9 たわみ制限及び適用荷重

固定荷重及び積載荷重によって梁又は床版に生じるたわみの最大値に対して、将来的なたわみの増加を考慮した変形増大係数を乗じた値が、部材ごとのたわみ制限以下となるように計算している。本書では固定荷重と積載荷重に対するたわみ制限をスパンの 1/300 以下とし、多雪地域での積雪時のたわみをスパンの 1/200 に設定した。表 13 にたわみ制限及び適用荷重の一覧を示す。

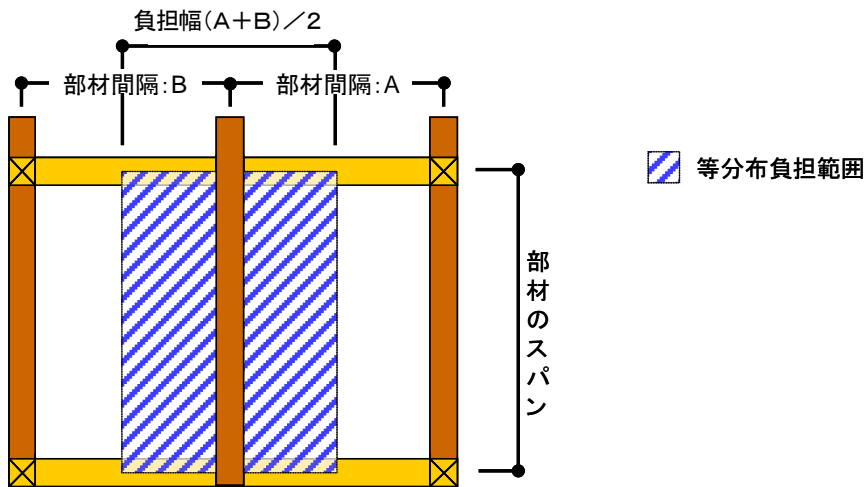
表 13. たわみ制限及び適用荷重

区域	部材	適用荷重			たわみ制限
		G+P	G+P+S	G+P+0.7S	
一般地	床小梁	○	—	—	L×1/300 L×1/200 (多雪地の積雪時)
	床大梁	○	—	—	
	小屋梁	○	○	—	
	軒桁	○	○	—	
	胴差(屋根荷重あり)	○	○	—	
	胴差(屋根荷重なし)	○	—	—	
多雪地	床小梁	○	—	—	
	床大梁	○	—	—	
	小屋梁	○	—	○	
	軒桁	○	—	○	
	胴差(屋根荷重あり)	○	—	○	
	胴差(屋根荷重なし)	○	—	—	

※Gは固定荷重、Pは積載荷重、Sは積雪荷重

10 スパンと負担幅の考え方

スパンとは、部材が荷重を負担する長さで、部材を受ける柱や横架材までとする。負担幅とは、その部材が荷重を負担する幅で隣り合う部材との間隔の半分を負担していると仮定して計算した。このスパンと負担幅の面積が部材の負担範囲となる。



11 スパン表の見方

カラマツ材の床小梁のスパン表を例に使用方法を説明する。

- ① 表の列方向 部材の等級を E110、部材の幅を 120mm とする。
- ② 表の行方向 床小梁スパンを 3640mm、床小梁間隔を 1820mm とする。
- ③ 列と行の交点 210mm が部材の材せいとなる。

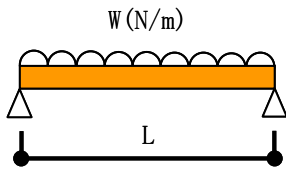
Ex.)カラマツ材 床小梁

床小梁スパン [mm]	床小梁間隔 [mm]	材料区分、材幅及び材せい[mm]							
		E90		E110		E130		E150	
		105 mm	120 mm	105 mm	120 mm	105 mm	120 mm	105 mm	120 mm
1820	910	105	120	105	120	105	120	105	120
	1820	135	120	120	120	105	120	105	120
	2730	150	150	150	150	150	135	150	135
2730	910	150	135	135	150	135	120	120	120
	1820	210	180	180	180	180	150	150	150
	2730	240	210	240	240	240	210	240	210
3640	910	210	180	180	180	180	180	180	150
	1820	210	210	210	210	210	210	210	210
	2730	300	300	300	270	270	270	300	270
4550	910	240	240	240	210	210	210	210	210
	1820	330	300	300	270	270	270	270	240
	2730	390	360	390	330	390	330	390	330

12 横架材の計算式

本書では等分布荷重がかかる場合と集中荷重が1点または複数かかる場合の荷重形式を想定している。以下に各荷重形式の曲げモーメント、せん断力、たわみの算出式を示す。

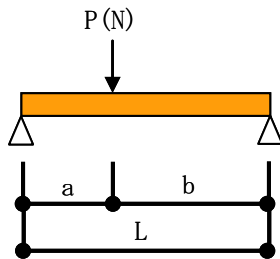
12-1 等分布荷重



曲げモーメント  $M=WL^2/8$  (N・m)  
 せん断力  $Q=WL/2$  (N)  
 たわみ  $\delta=5WL^4/384EIe$  (mm)

(E:ヤング係数、Ie:有効断面二次モーメント)

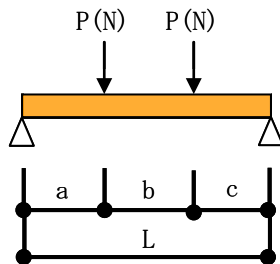
12-2 集中荷重が1点



曲げモーメント  $M=Pab/L$  (N・m)  
 せん断力  $Q=Pb/L$  (N)  
 たわみ  $\delta=Pb(L^2-a^2)^{2/3}/9\sqrt{3}EIeL$  (mm) ( $b \geq a$ )

中央荷重の場合は、 $\delta=Pb(L^2-a^2)^{2/3}/48EIeL$

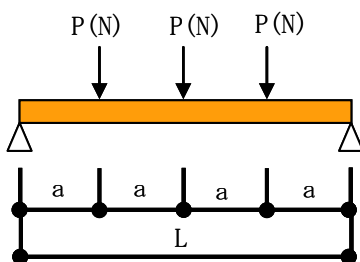
12-3 集中荷重が2点



( $a=b=c$  の場合)  
 曲げモーメント  $M=PL/3$  (N・m)  
 せん断力  $Q=P$  (N)  
 たわみ  $\delta=23PL^3/648EI$  (mm)

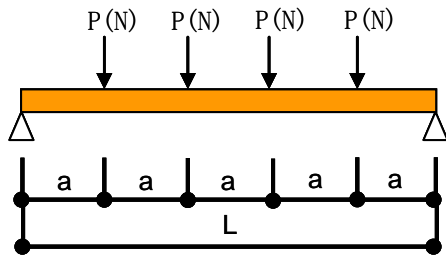
( $2a=b=2c$  の場合)  
 曲げモーメント  $M=PL/4$  (N・m)  
 せん断力  $Q=P$  (N)  
 たわみ  $\delta=PL^3/32EI$  (mm)

12-4 集中荷重が3点



曲げモーメント  $M=PL/2$  (N・m)  
 せん断力  $Q=3P/2$  (N)  
 たわみ  $\delta=19PL^3/384EI$  (mm)

12-5 集中荷重が4点



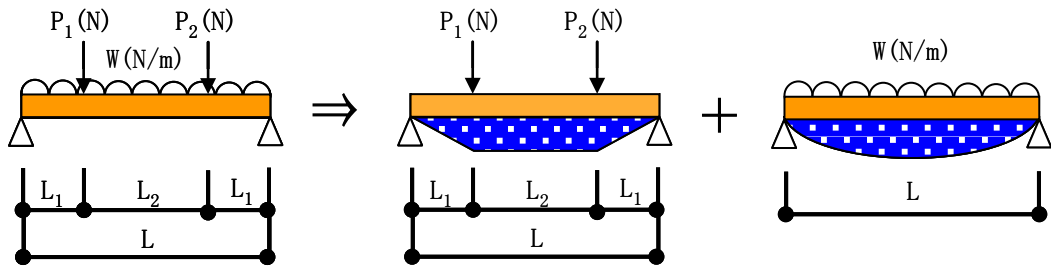
曲げモーメント  $M=3PL/5$  (N・m)  
 せん断力  $Q=2P$  (N)  
 たわみ  $\delta =63PL^3/1000EI$  (mm)

12-6 荷重の組み合わせ

等分布荷重と集中荷重が同時にかかる場合は、それぞれの荷重により生じる曲げモーメント、せん断力及びたわみの最大値をそれぞれ足し合わせ算出した。以下に2点の集中荷重と等分布荷重が同時にかかる場合の曲げモーメント、せん断力、たわみの算出方法を例として示す。

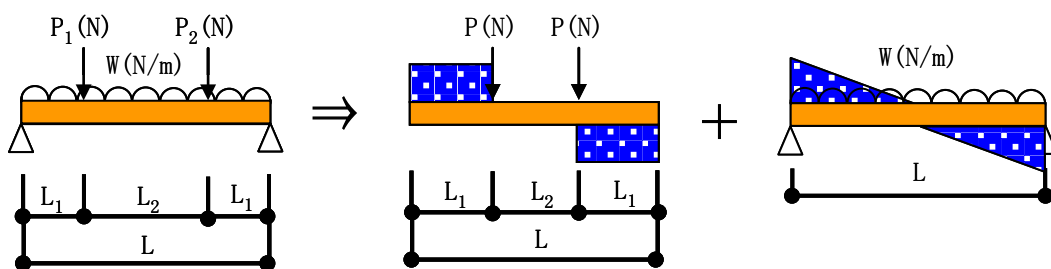
(1) 曲げモーメント

2点の集中荷重による曲げモーメントの最大値と、等分布荷重による曲げモーメントの最大値を足し合わせた値をその部材が負担する曲げモーメントとする。



(2) せん断力

2点の集中荷重によるせん断力の最大値と、等分布荷重によるせん断力の最大値を足し合わせた値をその部材が負担するせん断力とする。



(3) たわみ

2点の集中荷重による曲げモーメントの最大値と、等分布荷重による曲げモーメントの最大値を足し合わせた値から最大たわみを算出する。



## 12-7 部材の応力度とたわみの計算

### (1) 曲げ応力度： $\sigma$

$$\sigma = M/Z_e \leq f_b$$

M : 横架材の最大曲げモーメント

$Z_e$  : 有効断面係数  $Z_e = bh^2/6$

$F_b$  : 許容曲げ応力度

### (2) せん断応力度： $\tau$

$$\tau = 1.5 \times Q/A_e \leq f_s$$

Q : 横架材の最大せん断力

$A_e$  : 有効断面積

$F_s$  : 許容せん断応力度

### (3) たわみ： $\delta$

$$\delta \times C_{cp}/L \leq \text{許容たわみ}$$

L : 横架材のスパン

$C_{cp}$  : 変形増大係数

## 13 関係法令

### 建築基準法施行令

- ・ 第 82 条(許容応力度等計算) ・ 第 84 条(固定荷重) ・ 第 85 条(積雪荷重)
- ・ 第 86 条(積雪荷重) ・ 第 89 条(木材の許容応力度)

### 告示

- ・ 平成 12 年 5 月 31 日 建設省告示 1452 号(木材の基準強度を定める件)
- ・ 平成 12 年 5 月 31 日 建設省告示 1459 号(建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる必要がある場合及びその確認方法を定める件)

## 14 参考文献

- ・ 構造用木材の強度試験方法 (財)日本住宅・木材技術センター
- ・ 木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (財)日本住宅・木材技術センター
- ・ 木造住宅のための構造の安定に関する基準に基づく横架材及び基礎のスパン表 (財)日本住宅・木材技術センター
- ・ 木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法— 日本建築学会
- ・ 島根県産スギ横架材スパン表 島根県中山間地域研究センター・農林水産部林業課
- ・ 三重県産スギ横架材スパン表 三重県林業研究所
- ・ 岐阜県産スギ横架材スパン表 岐阜県木材協同組合連合会
- ・ 愛媛県産スギ・ヒノキ横架材のスパン表 愛媛県林業振興会議
- ・ 岩手県産アカマツ・カラマツ・スギ横架材のスパン表 岩手県林業技術センター
- ・ 山形県産スギ材の横架材スパン表 山形県農林水産部森林課
- ・ 越後杉ドライのスパン表 新潟県産スギ横架材スパン表検討会・新潟県森林研究所

## 信州木材認証製品対応スパン表 補足説明

スパン表の適用範囲について追加及び補足説明があります。

### 1 追加範囲

- ・あかまつ  
適用範囲に追加し、JAS規格の基準強度を用います。詳細は「資料VI-5」を参照下さい。

### 2 補足説明

- ・接着重ね梁（カラマツ、アカマツ、ヒノキ）について  
現在、試験データが少ない為、無等級材として用いることとします。
- ・集成材について  
日本集成材工業協同組合発行のスパン表を使用ください。
- ・屋根勾配、軒の出、母屋間隔などについて  
スパン表では一般的に用いられている標準寸法としていますが、Excel上では変更可能です。(変更できる寸法はExcel上に色をつけてあります。)
- ・積雪荷重について  
雪下ろしがないものとして垂直積雪量を100、150、200cmと設定しています。  
なお、建築基準法施行令において「雪下ろしを行う慣習のある地方においては、その地方における垂直積雪量が1メートルを超える場合においても、積雪荷重は、雪下ろしの実況に応じて垂直積雪量を1メートルまで減らして計算することができる。(建築基準法施行令86条第6項)」とされています。詳細な内容は各自ご確認下さい。
- ・ExcelソフトにおけるPDF化機能について  
Excelソフト内にて算出した断面寸法をPDF化する機能がありますが、Excel2007以降でないとは使用できません。