

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

平成21年3月

はじめに

県産木材を有効に利用することは、地域の林業や木材産業が活性化して、経済の発展や山村地域の振興が図られるとともに、森林の手入れが進み健全さが維持され、安全で安心な県民生活を支えることにつながります。

本県の木材需要は、住宅資材としての利用が大半を占めており、県産木材の利用を進めていくうえで、木造住宅を多く建築していくことが有効ですが、住宅資材のうち、特に横架材については、ベイマツや集成材等の使用が多く、県産木材の利用が進んでいない状況にあります。

また、近年の住宅関連の法律や基準の改正等により、住宅供給者の責任が明確化されたことから、強度等の品質に対するニーズが高まっております。

こうした状況の中、山形県森林研究研修センターにおいて、県産スギ材の住宅資材としての利用拡大を図ることを目的に、平成18年度から平成20年度までの3年間、県産スギ材の強度性能を明らかにする研究に取り組み、その成果をこのスパン表として取りまとめました。

本冊子を、県産スギ材を住宅資材に利用しようとする木材産業や住宅産業に携わる皆様に役立てていただき、県産木材の需要拡大の一助となれば幸いです。

平成21年3月

山形県農林水産部

森林課長 佐藤 洋一

目 次

1	スパン表の趣旨と適用	1
1.1	スパン表の趣旨と適用方法	1
1.2	適用条件と構成	1
1.2.1	適用する住宅等の種別	
1.2.2	スパン表の構成	
2	設計荷重と計算方法	2
2.1	部材の寸法形式	2
2.2	部材の許容応力度と曲げヤング係数	2
2.2.1	部材の許容応力度	
2.2.2	部材の基準強度	
2.2.3	スパン表作成時の許容応力度と曲げヤング係数	
2.3	荷重の計算	3
2.3.1	固定荷重	
2.3.2	積載荷重	
2.3.3	積雪荷重	
2.3.4	部材の自重	
2.4	設計方針	5
2.4.1	部位別の最大たわみ制限	
2.4.2	仕口加工の欠き込みによる断面欠損	
2.4.3	その他の係数	
2.5	横架材の計算式	6
2.5.1	単純ばりの計算式	
2.5.2	荷重の組合せ	
2.5.3	部材の応力度とたわみの計算	
2.6	部位別の荷重の種類と荷重負担の範囲	8
2.6.1	荷重の種類	
2.6.2	荷重負担の範囲	
3	スパン表の見方	10
4	スパン表	11
	910mmモジュール（床小ばり、床大ばり、小屋ばり）	
	1000mmモジュール（床小ばり、床大ばり、小屋ばり）	
5	資 料	21
5.1	山形県産スギ平角材の強度性能	
5.2	県産スギ材の強度性能の位置付け	
5.3	県産スギ材と外材等との断面寸法比較	
5.4	参考文献	

1 スパン表の趣旨と適用

1.1 スパン表の趣旨と適用方法

県産スギ材の多くは住宅用材として使われていますが、構造部材として強度が要求される梁等の横架材においては、残念ながら県産スギ材の利用が進んでいません。そこで、強度試験により県産スギ材の強度性能を明らかにし、それに基づき、横架材として利用する場合に必要な断面寸法を一覧表として示すことにより、県産スギ材を横架材として利用しやすくすることを目的としてスパン表を作成しています。

これまで経験で決定してきた部材の断面寸法を、強度の面から安全を確認する場合や、外材等を県産スギ材に置き換えるとどれくらいの断面寸法が必要になるかを考える場合等において、目安として使用してください。

また、このスパン表は曲げヤング係数の機械等級区分毎に断面寸法を表示しています。使用する部材のヤング係数を測定することにより、より有利な断面寸法を選定することができます。

なお、断面寸法の算出に当たっては、一般的な木造軸組構法住宅を想定し、代表的な設計条件を設定したうえで構造計算を行っています。このため、設定された設計条件に適合する範囲内で、このスパン表の値を採用することができます。ただし、表示した断面寸法は、あくまでも建築基準法で定められた許容応力度計算によって求めたものです。したがって、その断面の部材を使用した場合に床のたわみ等の性能が十分満足のいく程度となることを、必ずしも保証するものではありません。

1.2 適用条件と構成

1.2.1 適用する住宅等の種別

このスパン表を適用する住宅は、階数が2階以下で延床面積が500㎡以下の戸建の木造軸組構法住宅です。また、対象とする部材は、県産スギ無垢材を使用する横架材とし、断面が矩形でスパンの途中に継目のないものとします。

1.2.2 スパン表の構成

スパン表の構成は表-1のとおりです。

表-1 スパン表の構成

種 別	区 分
部材の区分	床小ぶり、床大ぶり、小屋ぶり
モジュール	0.91m、1.00m
強度等級区分	E50G ^{※1} （含水率20%超）、E50・E70・E90（含水率20%以下）
屋根の区分 ^{※2}	重い屋根（瓦葺き）、軽い屋根（スレート葺き）
積雪区分 ^{※3}	多雪区域（100cm）、多雪区域（200cm）

備考1：E50G^{※1}はE50～E90に区分を行わない無等級材及び含水率が20%を超えるものとします。

備考2：^{※2~3}は小屋ぶりに適用します。

2 設計荷重と計算方法

2.1 部材の寸法形式

表示する部材の寸法は、「製材の日本農林規格」により、表－2のとおりです。

表－2 部材の寸法形状 単位 mm

木口の短辺寸法	木口の長辺寸法											
	105	105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360
120		120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	

2.2 部材の許容応力度と曲げヤング係数

2.2.1 部材の許容応力度

建築基準法施行令第89条の規定により、木材の繊維方向の許容応力度は表－3のとおりです。

表－3 許容応力度

地域区分	荷重の状態	荷重の組合せ	許容応力度	備考
多雪区域	常時	G+P	1.1F/3	
	長期積雪時	G+P+0.7S	1.43F/3	1.1F/3×1.3
	短期積雪時	G+P+S	1.6F/3	2.0F/3×0.8

備考1：Fは木材の基準強度、Gは固定荷重、Pは積載荷重、Sは積雪荷重です。

備考2：建築基準法施行令第89条の規定により、長期積雪時の許容応力度は常時の1.3倍、短期積雪時の許容応力度は常時の0.8倍とします。

2.2.2 部材の基準強度

部材の基準強度は表－4のとおりとし、曲げについては、山形県産スギ材の曲げ強度試験結果（5.1参照）から算出した下限値とし、また、せん断については建設省告示第1452号の値とします。

表－4 基準強度 単位 N/mm²

区分	曲げ (Fb)	せん断 (Fs)	備考
E 50 G	24.3	1.8	
E 50	24.3	1.8	乾燥材 D20
E 70	31.6	1.8	乾燥材 D20
E 90	35.0	1.8	乾燥材 D20

備考1：E50GはE50～E90に区分を行わない無等級材及び含水率が20%を超えるものとします。

2.2.3 スパン表作成時の許容応力度及び曲げヤング係数

各荷重状態に対する許容応力度は表－5のとおりです。

表－5 スパン表作成時の許容応力度及び曲げヤング係数

区 分	荷重の状態	荷重の組合せ	許容応力度 (N/mm ²)		曲げヤング係数 (kN/mm ²)
			曲げ (Fb)	せん断 (Fs)	
E 50 G	常 時	G+P	8.91	0.66	3.96
	長期積雪時	G+P+0.7S	11.58	0.86	
	短期積雪時	G+P+S	12.96	0.96	
E 50	常 時	G+P	8.91	0.66	3.96
	長期積雪時	G+P+0.7S	11.58	0.86	
	短期積雪時	G+P+S	12.96	0.96	
E 70	常 時	G+P	11.59	0.66	6.00
	長期積雪時	G+P+0.7S	15.06	0.86	
	短期積雪時	G+P+S	16.85	0.96	
E 90	常 時	G+P	12.83	0.66	7.80
	長期積雪時	G+P+0.7S	16.68	0.86	
	短期積雪時	G+P+S	18.67	0.96	

備考1：曲げヤング係数は、県産スギ材の曲げ強度試験結果から算出した下限値としています。

備考2：E50GはE50～E90に区分を行わない無等級材及び含水率が20%を超えるものとします。

2.3 荷重の計算

2.3.1 固定荷重

財団法人日本住宅・木材技術センター発行の「横架材及び基礎のスパン表」を参考として、建築基準法施行令第84条の規定により、表－6のとおりです。

表－6 固定荷重 G

単位 N/m²

建築物の部分	種別又は構成要素	床大ばり	床小ばり	小屋ばり	
				軽い屋根	重い屋根
屋 根	軽い屋根 (石綿スレート)			200	
	重い屋根 (瓦・ふき土なし)				470
	野地板 (t=12mm)、アスファルトルーフィング ^g			90	
	野地板 (小幅板1.5×10.0)、アスファルトルーフィング ^g				110
	たるき (平割4.5×6.0)			40	40
	母屋 (10.5×10.5、スパン2m以下)			50	50
	計			380 (450)	670 (750)
天 井	石膏ボード・断熱材・つり木・野縁			250	250
	計			250	250
床	フローリング又は畳・根太・床板	400	400		
	天井・床ばり	400	400		
	間仕切り壁	300			
	計	1100	800		

備考1：財団法人日本住宅・木材技術センターのスパン表を参考にしています。

備考2：屋根の固定荷重の()は、屋根勾配を4寸として1.077を乗じ水平に換算し、端数を調整した値です。

2.3.2 積載荷重

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－7 のとおりです。

表－7 積載荷重 P 単位 N/m²

区 分	荷 重
床小ぶり	1800
床大ぶり	1300
たわみ計算用	600

2.3.3 積雪荷重

建築基準法施行令第 86 条の規定により、表－8 のとおりです。

長期積雪荷重 = (積雪の単位重量) × (垂直積雪量) × 0.7

短期積雪荷重 = (積雪の単位重量) × (垂直積雪量)

多雪区域の範囲及び多雪区域の積雪の単位重量は、山形県建築基準法施行細則第 16 条及び山形市建築基準法施行細則第 21 条の規定によるものとします。

表－8 積雪荷重 S 単位 N/m²

区 分		積雪深	長期荷重	短期荷重
多雪区域	雪止あり	100cm	2100	3000
		200cm	4200	6000
	雪止なし	100cm	1927	2752
		200cm	3853	5504

備考 1 : 積雪の単位重量は 30N/cm/m² とします。

備考 2 : 屋根勾配は 4 寸とします。

備考 3 : 雪止めがない場合は、積雪荷重の算定に際して屋根形状係数を乗じるものとします。

屋根形状係数 : $ub = \sqrt{\cos(1.5\beta)} = 0.9173$ (屋根勾配 : $\beta = 4/10$)

2.3.4 部材の自重

部材の自重は、含水率が 20% 以下の場合には比重を 0.40 とし、また、含水率が 20% を超える場合は比重を 0.43 とし計算しています。

2.4 設計方針

2.4.1 部位別の最大たわみ制限

部位別のたわみ制限は、表－9のとおりです。

なお、長期間の荷重を考慮するための変形増大係数は、既往の実験結果を参考として、未乾燥材が乾燥しながらたわむ場合には、そのたわみ量が乾燥材のそれに比べて大きくなることを考慮しています。

表－9 部位別の最大たわみ制限

区分	部位	たわみ制限 (Lはスパン)			変形増大係数	
		常時	短期積雪時	長期積雪時	含水率	含水率
		G+P	G+P+S	G+P+0.7S	20%以下	20%超え
多雪区域	床小ばり	1/250	－	－	2.57	3.02
	床大ばり	1/250	－	－		
	小屋ばり	1/150	－	1/100		

備考1：たわみ制限は財団法人日本住宅・木材技術センターのスパン表を参考にしています。

備考2：変形増大係数は既往の実験結果（5.4参考文献③）を基に決定しています。

備考3：短期積雪時の場合は変形増大係数を適用しません。

2.4.2 仕口加工の欠き込みによる断面欠損

仕口加工の欠き込みを考慮し、表－10のとおり部材の断面性能を低減しています。

表－10 仕口加工の欠き込みによる断面性能(A、Z、I)の低減率

部 位	仕口加工の形状	低減率
床大ばり	スパン中間で小ばりを両面に仕口欠き込みをして受ける場合	20%

備考1：部材の断面性能は次のとおりとします。

断面積： $A = b$ (幅) $\times h$ (梁のせい)

断面係数： $Z = b \times h^2 / 6$

断面二次モーメント： $I = b \times h^3 / 12$

2.4.3 その他の係数

断面の大きな部材の強度は、断面の小さな部材の強度に比べて小さくなる傾向があるため、はりのせい (h) が 300mm を超える場合は、表－11 の係数により部材の許容応力度を低減しています。

表－11 その他の係数

項 目	算 定 式	備 考
断面調整係数	$C_r = (300/h)^{1/9}$	hは梁せい (mm)

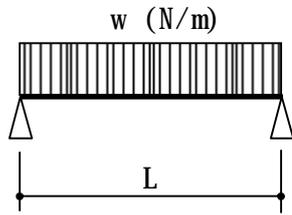
備考1：日本建築学会「木質構造設計規準」を参考にしています。

2.5 横架材の計算式

2.5.1 単純ばりの計算式

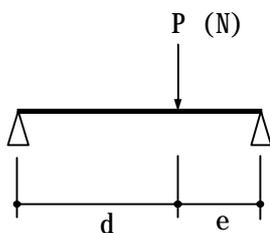
横架材に掛かる荷重形式により、次の計算式を使用しています。

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	$\delta = 5wL^4/384EI$	(mm)

② 集中荷重



曲げモーメント	$M = Pde/L$	(N・m)
せん断力	$Q = Pd/L$	(N)
たわみ	$\delta = Pe(L^2 - e^2)^{3/2} / 9\sqrt{3}EI$	(mm)
		($d \geq e$)

2.5.2 荷重の組合せ

- ① 等分布荷重と集中荷重が同時に掛かる場合は、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をそのまま加算します。
- ② 複数の集中荷重が同時に掛かる場合の曲げモーメント、せん断力及びたわみの取り扱いは次のとおりです。

集中荷重が2点の場合

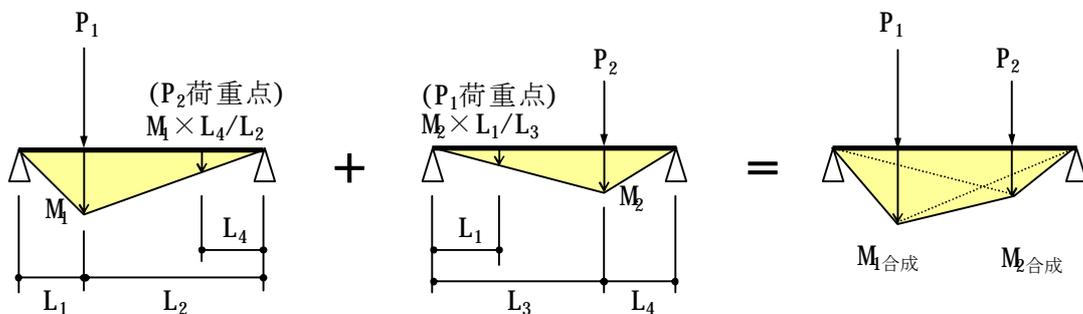
<曲げモーメント>

それぞれの集中荷重により計算した曲げモーメントを単純に加算すると過大になるため、次のとおり計算します。

$$M_{1\text{合成}} = P_1 \text{作用時の } M_1 + P_2 \text{作用時の } P_1 \text{位置における曲げモーメント } M_2 \times L_1/L_3$$

$$M_{2\text{合成}} = P_2 \text{作用時の } M_2 + P_1 \text{作用時の } P_2 \text{位置における曲げモーメント } M_1 \times L_4/L_2$$

$M_{1\text{合成}}$ と $M_{2\text{合成}}$ を比べて大きい方の値とします。



<せん断力>

左右非対称に集中荷重が掛かると、右から計算した場合と左から計算した場合で結果が異なることがあるため、次のとおり計算します。

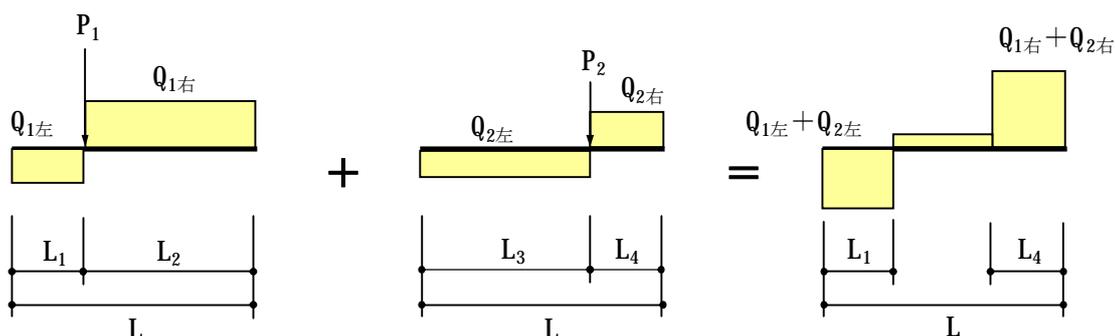
$$P_1 \text{ による } L_1 \text{ 間のせん断力 } Q_{1左} = P_1 \times L_1 / L$$

$$P_1 \text{ による } L_2 \text{ 間のせん断力 } Q_{1右} = P_1 \times L_2 / L$$

$$P_2 \text{ による } L_3 \text{ 間のせん断力 } Q_{2左} = P_2 \times L_3 / L$$

$$P_2 \text{ による } L_4 \text{ 間のせん断力 } Q_{2右} = P_2 \times L_4 / L$$

$Q_{1左} + Q_{2左} = P_1 \times L_1 / L + P_2 \times L_3 / L$ と $Q_{1右} + Q_{2右} = P_1 \times L_2 / L + P_2 \times L_4 / L$ を比べて大きい方の値とします。

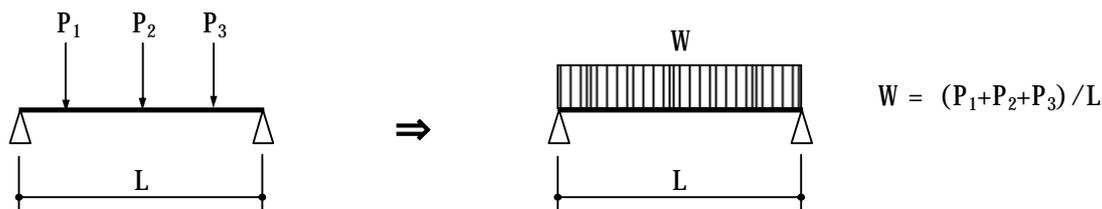


<たわみ>

最大たわみをそのまま足し合せます。

集中荷重が3点以上の場合

集中荷重を等分布荷重と見なして、曲げモーメント、せん断力及びたわみを計算します。



2.5.3 部材の応力度とたわみの計算

- ① 曲げ応力度 σ (シグマ) の計算

$$\sigma = M/Z \leq f_b \times C_f$$

M : 横架材全体の最大曲げモーメント、 Z : 断面係数、 f_b : 許容曲げ応力度

C_f : 寸法調整係数

- ② せん断応力度 τ (タウ) の計算

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

Q : 横架材全体の最大せん断力、 A : 断面積、 f_s : 許容せん断応力度

- ③ たわみ δ (デルタ) の計算

$$\delta / L \leq \text{許容たわみ}$$

L : 横架材のスパン

2.6 部位別の荷重の種類と荷重負担の範囲

2.6.1 荷重の種類

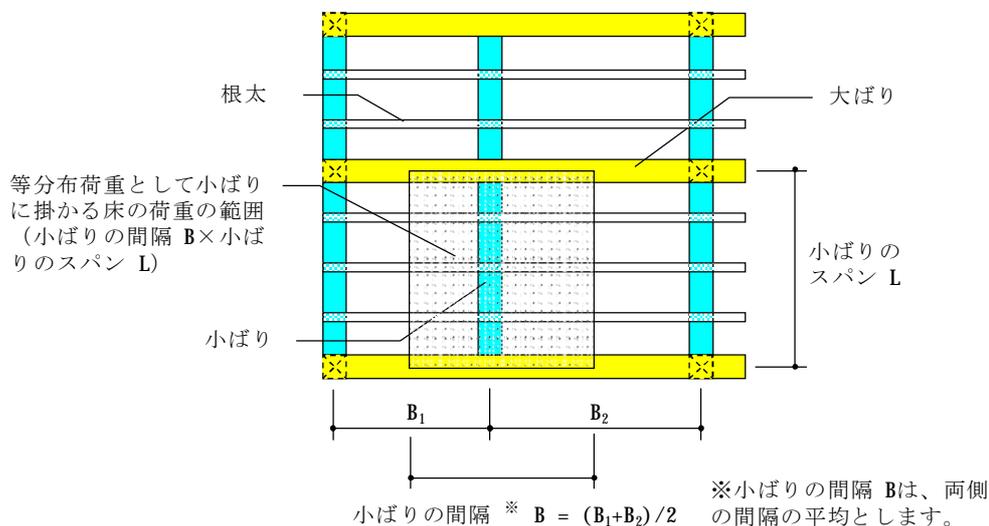
表-12 のとおり、部位及び荷重の種類毎に荷重を計算しています。

表-12 部位別の荷重の種類

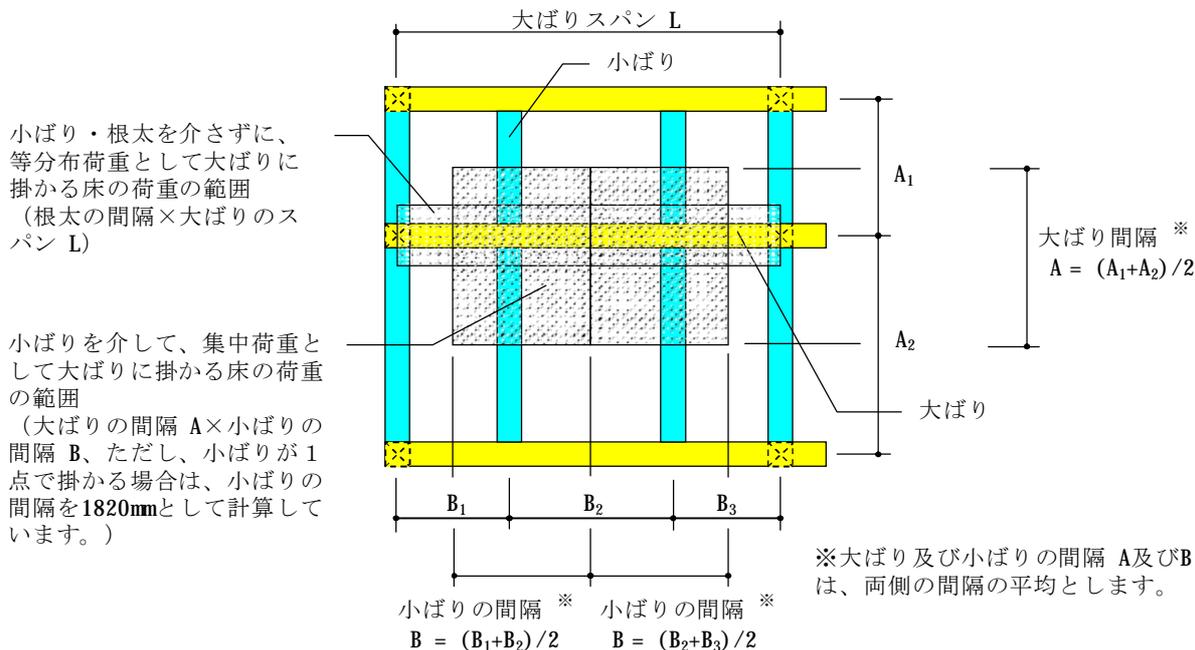
部 位	荷重の種類	荷重を決定する条件
床小ばり	床の等分布荷重	小ばりのスパン、間隔
床大ばり	床の集中荷重	大ばりの間隔、小ばりの間隔
	床の等分布荷重	大ばりのスパン、根太の間隔
小屋ばり	屋根の集中荷重	小屋ばりの間隔、もやの間隔
	天井の等分布荷重	小屋ばりのスパン、間隔

2.6.2 荷重負担の範囲

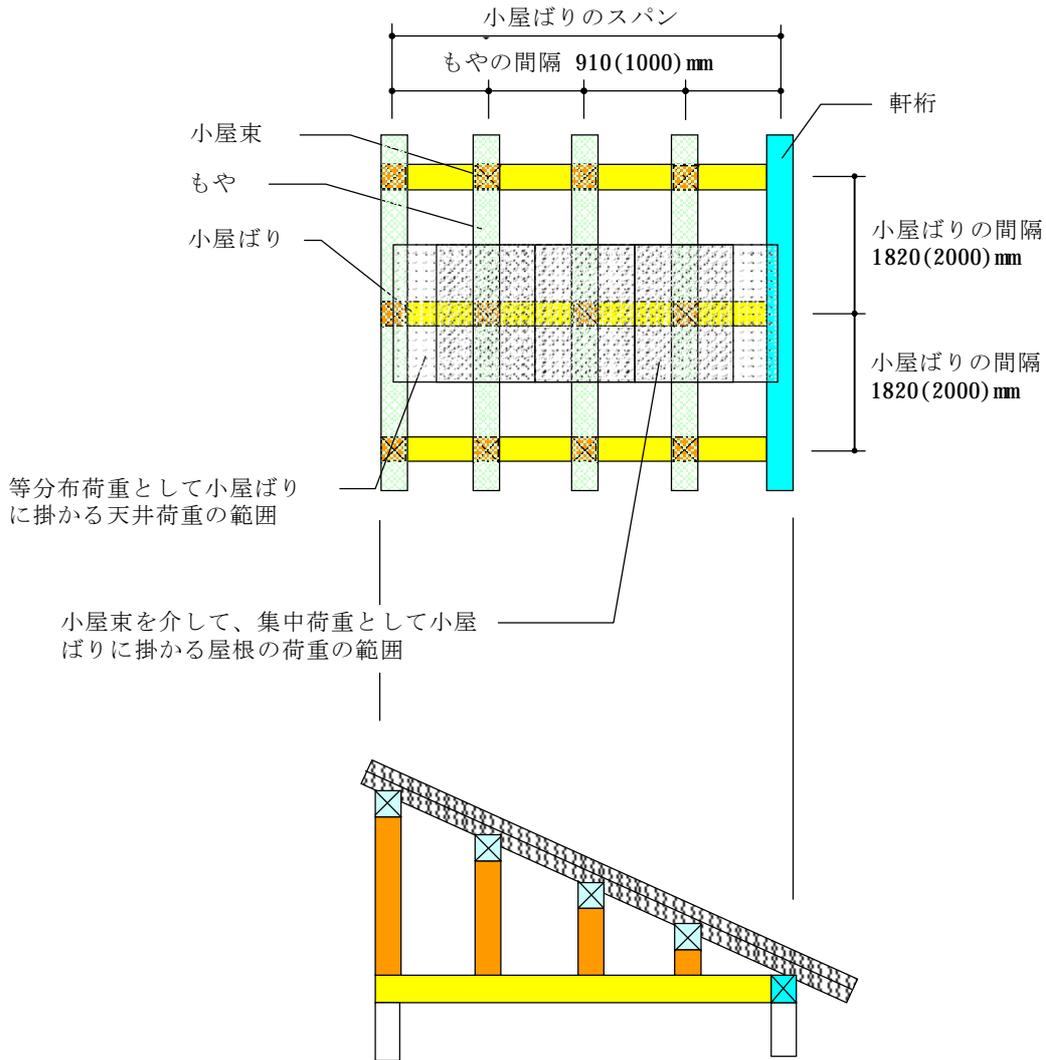
① 床小ばりの荷重負担の範囲（平面図）



② 床大ばりの荷重負担の範囲（平面図）



③ 小屋ばりの荷重負担の範囲（平面図）



3 スパン表の見方

床大ばりのスパン表を使用して、その見方を説明します。

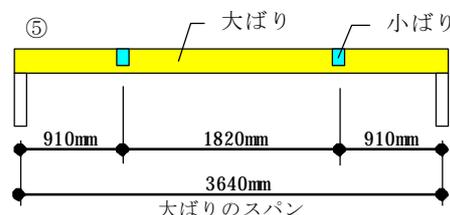
床大ばりに掛かる荷重は、2.6.2 荷重負担の範囲の②に示すとおり、根太と小ばりを介さずに直接掛かる床の荷重(根太の代わりに直接大ばりが床を支える部分の荷重)と、小ばりを介して掛かる床の荷重があります。

根太と小ばりを介さずに直接掛かる床の荷重については、大ばりのスパンと根太の間隔によりその大きさが決まりますが、このスパン表では、根太間隔を 303mm に固定していますので、大ばりのスパンを指定すれば良いことになります。また、大ばりに掛かる荷重のうち、小ばりを介して掛かる床の荷重については、大ばりの間隔と小ばりの間隔により決まりますので、それらを指定することが必要です。この時、大ばりと小ばりの間隔については、左右の間隔が等しくない場合には、両方の間隔の平均で考えます。

いま、含水率が 20%以下で E70 に相当する県産スギ材を使用して、大ばりのスパンが 3640mm、大ばりの間隔が 2730mm で、小ばりを 2 点で受ける場合を見てみます。この場合には、下表に示す矢印のとおり、幅が 105mm の時も幅が 120mm の時もせい (h) が 360mm あれば良いことになります。よって、この場合に必要となる最小の断面寸法は、幅が 105mm でせい (h) が 360mm となります。

なお、計算した断面寸法のせい (h) が 360mm を超える場合は、材の入手の難しさを考えて、「-」と表示しています。

C 床大ばりのスパン表 ー大ばりに小ばりが2点又は3点で掛かる場合ー



< 適用条件 > 根太の間隔303mm

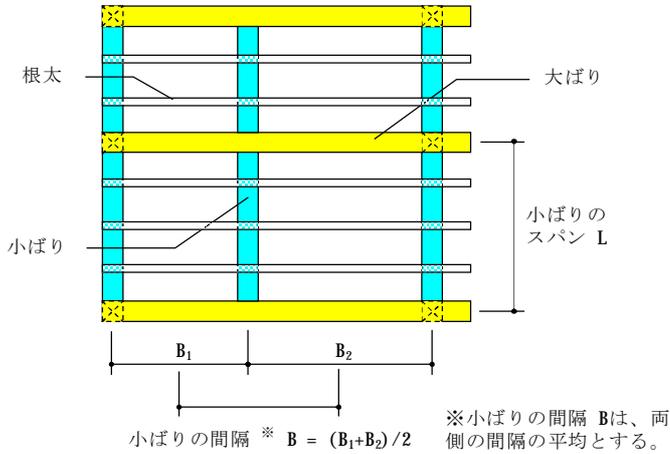
大ばりのスパン L (mm) 小ばりの掛かり方	大ばりの間隔 A (mm)	大ばりの幅 b (mm)	材料区分、大ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
④	1820	105	300	300	270	240
		120	300	270	240	240
	2730	105	330	330	300	270
		120	330	300	270	240
	3640	105	360	360	300	270
		120	360	330	300	270
⑤	1820	105	-	-	330	300
		120	-	360	330	300
	2730	105	-	-	360	330
		120	-	-	360	330
	3640	105	-	-	-	-
		120	-	-	-	360
⑥	1820	105	-	360	330	300
		120	360	360	300	270
	2730	105	-	-	360	330
		120	-	-	330	300
	3640	105	-	-	-	-
		120	-	-	360	330

4 スパン表

床小ばりのスパン表

0.91m モジュール

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

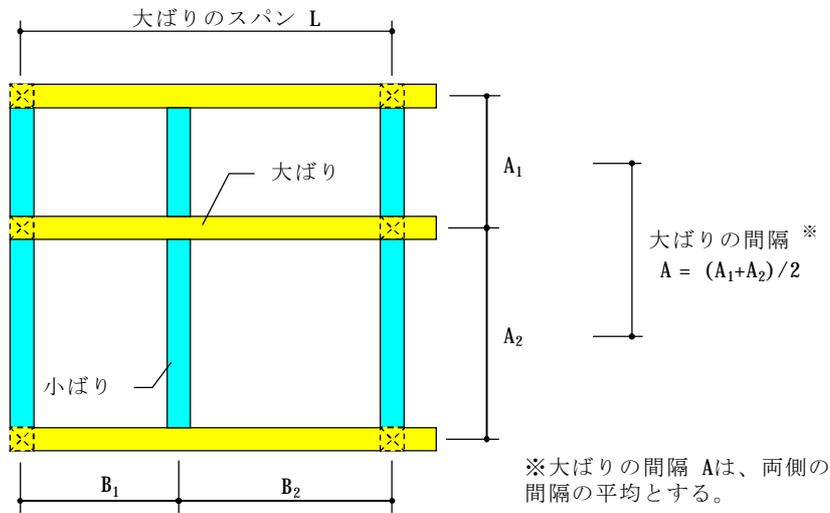


小ばりのスパン L (mm)	小ばりの間隔 B (mm)	小ばりの幅 b (mm)	材料区分、小ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
1820	910	105	135	135	120	105
		120	135	120	120	120
	1365	105	180	150	135	120
		120	150	150	120	120
	1820	105	180	180	150	135
		120	180	150	135	120
	2275	105	180	180	150	135
		120	180	180	150	135
	2730	105	210	180	180	150
		120	210	180	150	150
2730	910	105	210	210	180	150
		120	210	210	180	150
	1365	105	240	240	210	180
		120	240	210	180	180
	1820	105	270	240	210	210
		120	240	240	210	180
	2275	105	270	270	240	210
		120	270	270	240	210
	2730	105	300	270	240	240
		120	300	270	240	210
3640	910	105	270	270	240	210
		120	270	270	210	210
	1365	105	330	300	270	240
		120	300	300	240	240
	1820	105	360	330	300	270
		120	330	330	270	240
	2275	105	360	360	300	270
		120	360	330	300	270
	2730	105	—	360	330	300
		120	—	360	300	300

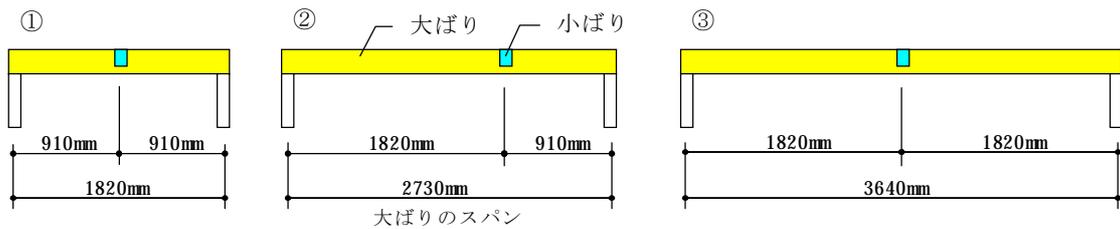
床大ばりのスパン表 ー大ばりに小ばりが1点で掛かる場合ー

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

0.91m モジュール



< 大ばりのスパンと小ばりの掛かり方 >



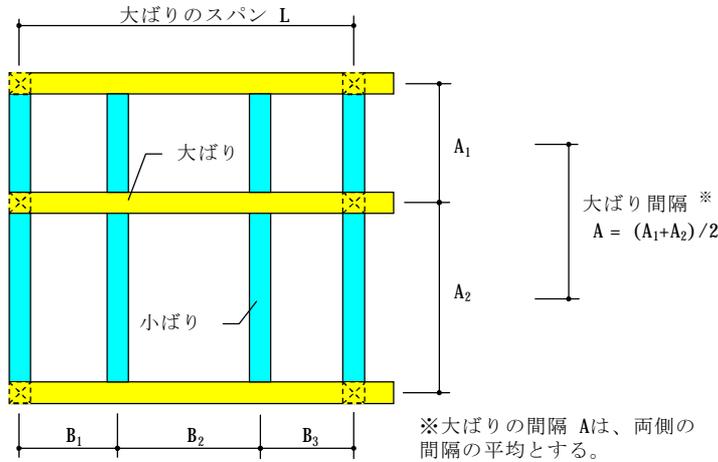
< 適用条件 > 床小ばりの間隔が1820mm以下、根太の間隔303mm

大ばりのスパン L (mm) 小ばりの掛かり方	大ばりの間隔 A (mm)	大ばりの幅 b (mm)	材料区分、大ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
1820	1820	105	240	240	210	180
		120	240	210	180	180
	2730	105	270	270	240	210
		120	270	240	210	210
	3640	105	300	270	240	240
		120	300	270	240	210
2730	1820	105	300	300	270	240
		120	300	270	240	240
	2730	105	330	330	300	270
		120	330	300	270	240
	3640	105	360	360	330	330
		120	360	330	300	300
3640	1820	105	—	360	330	300
		120	—	360	300	300
	2730	105	—	—	360	330
		120	—	—	360	330
	3640	105	—	—	—	360
		120	—	—	—	360

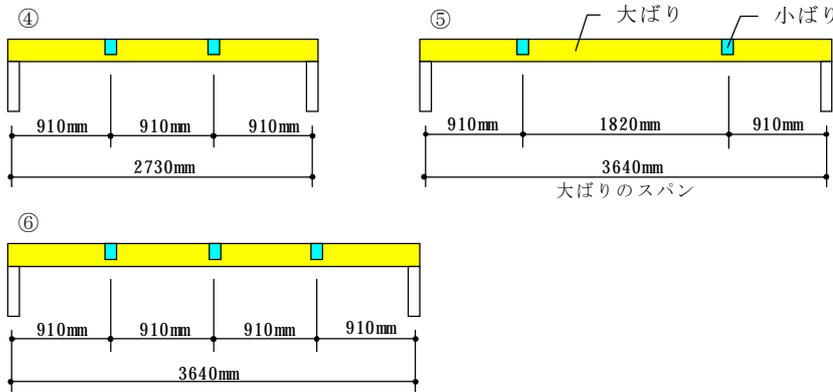
床大ばりのスパン表 -大ばりに小ばりが2点又は3点で掛かる場合-

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

0.91m モジュール



< 大ばりのスパンと小ばりの掛かり方 >



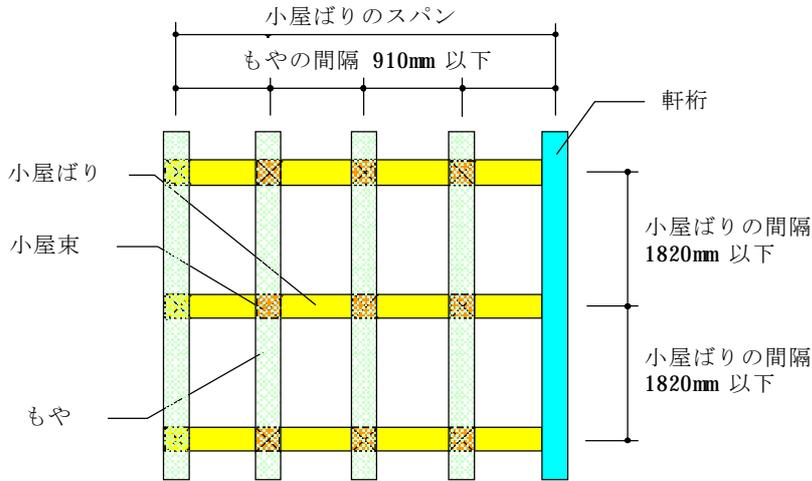
< 適用条件 > 根太の間隔303mm

大ばりのスパン L (mm) 小ばりの掛かり方	大ばりの間隔 A (mm)	大ばりの幅 b (mm)	材料区分、大ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
2730	1820	105	300	300	270	240
		120	300	270	240	240
	2730	105	330	330	300	270
		120	330	300	270	240
	3640	105	360	360	300	270
		120	360	330	300	270
3640	1820	105	—	—	330	300
		120	—	360	330	300
	2730	105	—	—	360	330
		120	—	—	360	330
	3640	105	—	—	—	—
		120	—	—	—	360
3640	1820	105	—	360	330	300
		120	360	360	300	270
	2730	105	—	—	360	330
		120	—	—	330	300
	3640	105	—	—	—	—
		120	—	—	360	330

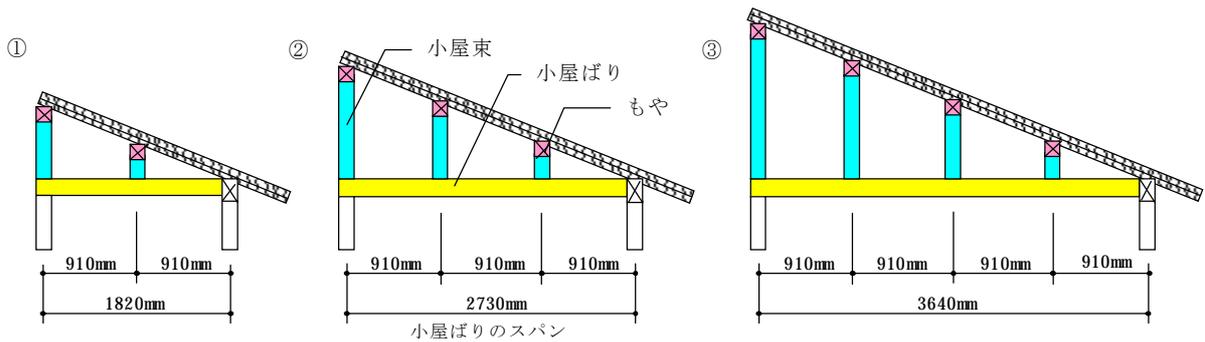
小屋ばりのスパン表 - 重い屋根(瓦葺き) -

0.91m モジュール

< 小屋ばりと小屋束の平面配置 >



< 小屋ばりのスパンと小屋束の掛かり方 >



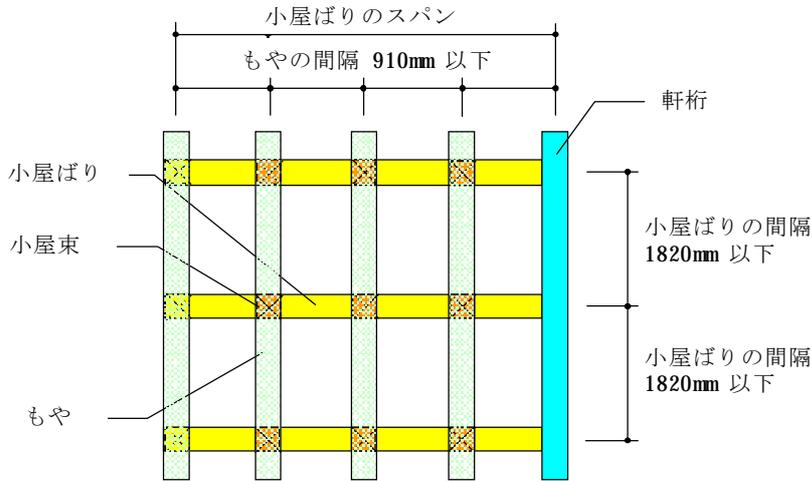
< 適用条件 > 小屋ばり間隔が1820mm以下、もやの間隔910mm以下、屋根勾配4寸、雪止あり

積雪区分	小屋ばりのスパン A (mm)	小屋ばりの幅 b (mm)	材料区分、小屋ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
多雪区域 (100cm)	1820 ①	105	150	150	135	120
		120	150	135	120	120
	2730 ②	105	240	240	210	180
		120	240	210	210	180
	3640 ③	105	300	300	240	240
		120	300	270	240	210
多雪区域 (200cm)	1820 ①	105	180	180	150	135
		120	180	180	150	135
	2730 ②	105	300	270	240	210
		120	270	270	240	210
	3640 ③	105	360	330	300	270
		120	330	330	300	270

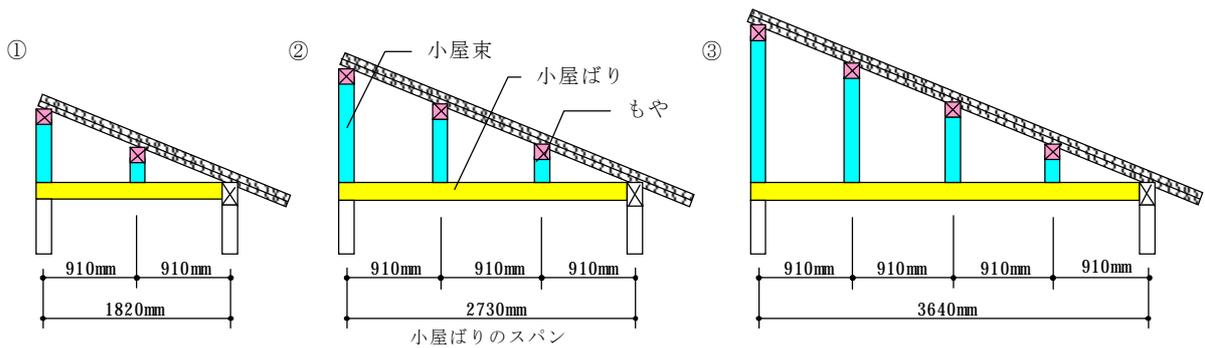
小屋ばりのスパン表 - 軽い屋根(スレート葺き) -

0.91m モジュール

< 小屋ばりと小屋束の平面配置 >



< 小屋ばりのスパンと小屋束の掛かり方 >



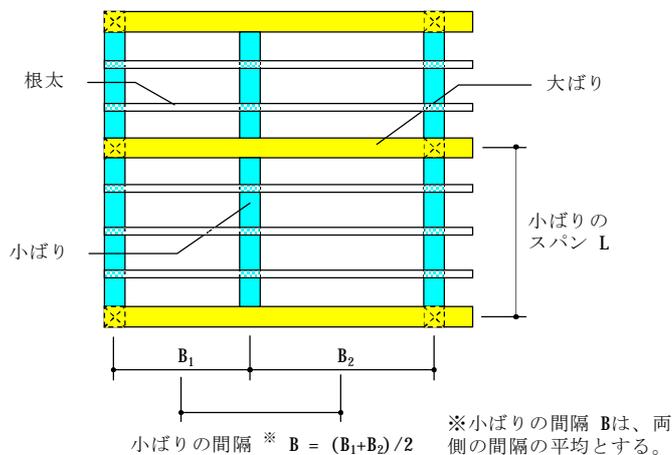
< 適用条件 > 小屋ばり間隔が1820mm以下、もやの間隔910mm以下、屋根勾配4寸、雪止あり

積雪区分	小屋ばりのスパン A (mm)	小屋ばりの幅 b (mm)	材料区分、小屋ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
多雪区域 (100cm)	1820 ①	105	150	135	120	120
		120	150	135	120	120
	2730 ②	105	240	240	210	180
		120	240	210	180	180
	3640 ③	105	300	270	240	240
		120	270	270	240	210
多雪区域 (200cm)	1820 ①	105	180	180	150	135
		120	180	180	135	135
	2730 ②	105	270	270	240	210
		120	270	270	240	210
	3640 ③	105	360	330	300	270
		120	330	330	270	270

床小ばりのスパン表

1.00m モジュール

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

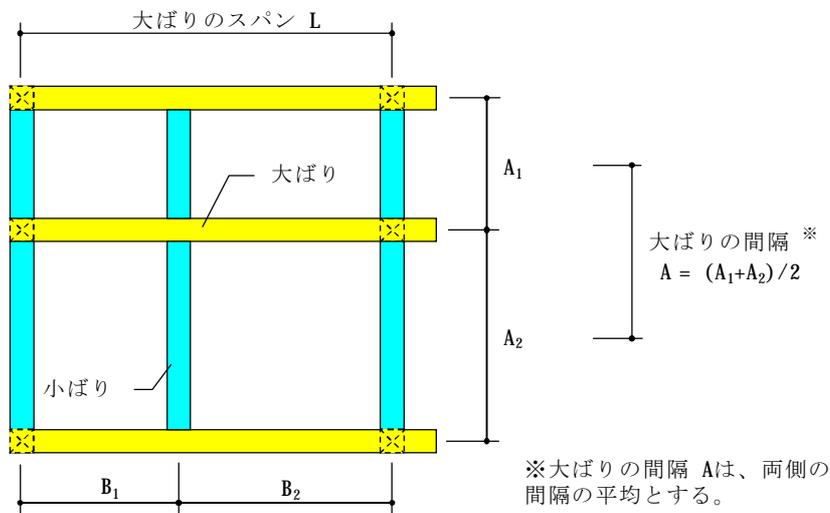


小ばりのスパン L (mm)	小ばりの間隔 B (mm)	小ばりの幅 b (mm)	材料区分、小ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
2000	1000	105	150	150	135	120
		120	150	150	120	120
	1500	105	180	180	150	135
		120	180	180	135	135
	2000	105	210	180	180	150
		120	180	180	150	135
	2500	105	210	210	180	180
		120	210	210	180	150
	3000	105	240	210	180	180
		120	210	210	180	180
3000	1000	105	240	240	210	180
		120	240	210	180	180
	1500	105	270	270	240	210
		120	270	240	210	210
	2000	105	300	270	240	240
		120	270	270	240	210
	2500	105	330	300	270	240
		120	300	300	240	240
	3000	105	330	330	270	270
		120	330	300	270	240
4000	1000	105	330	300	270	240
		120	300	300	240	240
	1500	105	360	330	300	270
		120	360	330	300	270
	2000	105	—	360	330	300
		120	—	360	300	300
	2500	105	—	—	360	330
		120	—	—	330	300
	3000	105	—	—	360	360
		120	—	—	360	330

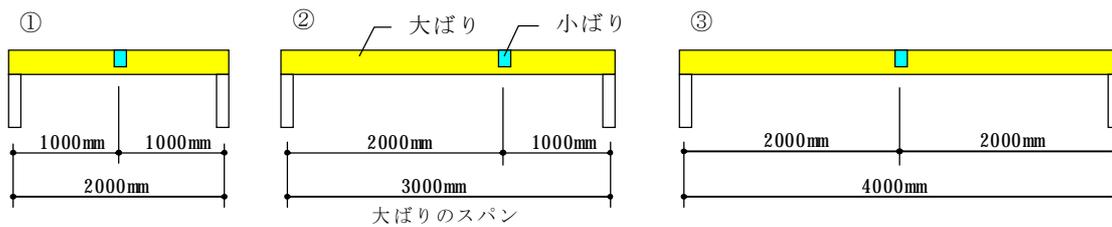
床大ばりのスパン表 ー大ばりに小ばりが1点で掛かる場合ー

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

1.00m モジュール



< 大ばりのスパンと小ばりの掛かり方 >



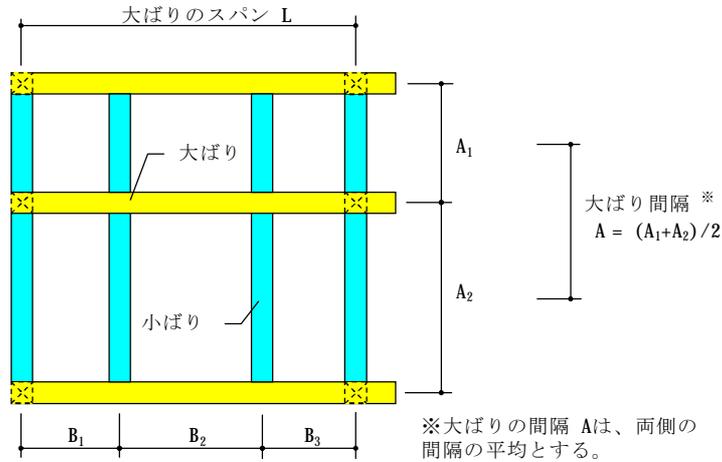
< 適用条件 > 床小ばりの間隔が2000mm以下、根太の間隔500mm

大ばりのスパン L (mm) 小ばりの掛かり方	大ばりの間隔 A (mm)	大ばりの幅 b (mm)	材料区分、大ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
2000	2000	105	270	270	240	210
		120	270	240	210	210
	3000	105	300	300	270	240
		120	300	270	240	240
	① 4000	105	330	330	300	300
		120	330	300	270	270
3000	2000	105	360	330	300	270
		120	330	330	270	270
	3000	105	—	360	330	330
		120	—	360	300	300
	② 4000	105	—	—	—	—
		120	—	—	360	360
4000	2000	105	—	—	—	360
		120	—	—	360	330
	3000	105	—	—	—	—
		120	—	—	—	360
	③ 4000	105	—	—	—	—
		120	—	—	—	—

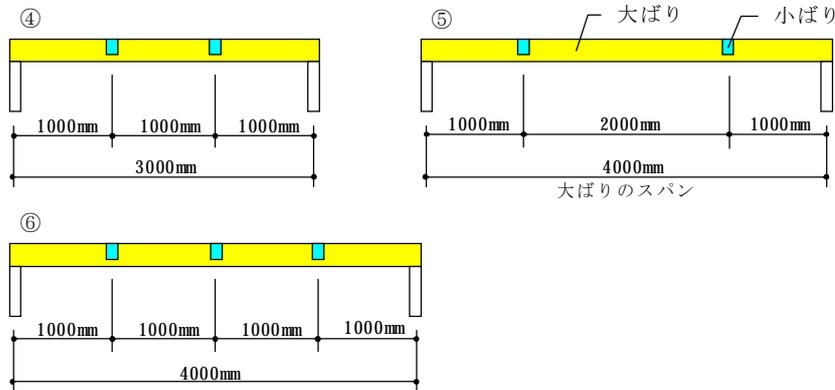
床大ばりのスパン表 ー大ばりに小ばりが2点又は3点で掛かる場合ー

< 大ばりと小ばりの平面配置 >

1.00m モジュール



< 大ばりのスパンと小ばりの掛かり方 >



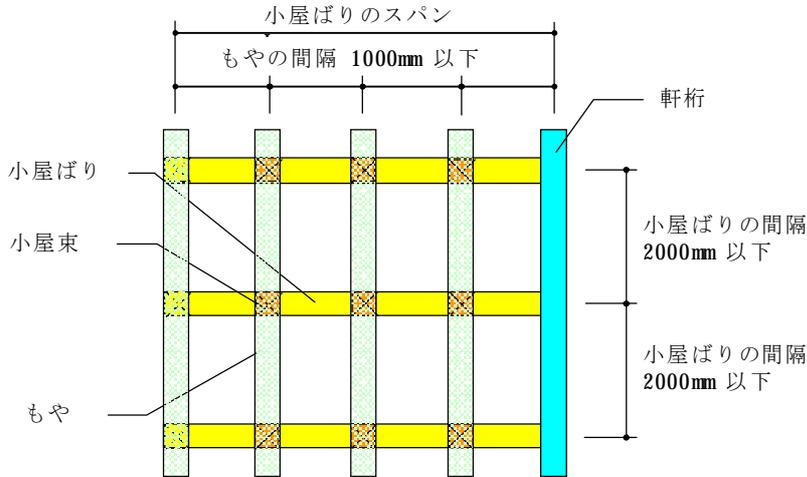
< 適用条件 > 根太の間隔500mm

大ばりのスパン L (mm) 小ばりの掛かり方	大ばりの間隔 A (mm)	大ばりの幅 b (mm)	材料区分、大ばりのせい h (mm)				
			E 50 G	E 50	E 70	E 90	
3000	2000	105	360	330	300	270	
		120	330	330	270	270	
	3000	105	—	360	330	300	
		120	—	360	300	300	
	4000	4000	105	—	—	360	330
			120	—	—	330	300
4000	2000	105	—	—	—	360	
		120	—	—	360	330	
	3000	105	—	—	—	—	
		120	—	—	—	360	
	4000	4000	105	—	—	—	—
			120	—	—	—	—
4000	2000	105	—	—	360	330	
		120	—	—	360	330	
	3000	105	—	—	—	—	
		120	—	—	—	360	
	4000	4000	105	—	—	—	—
			120	—	—	—	—

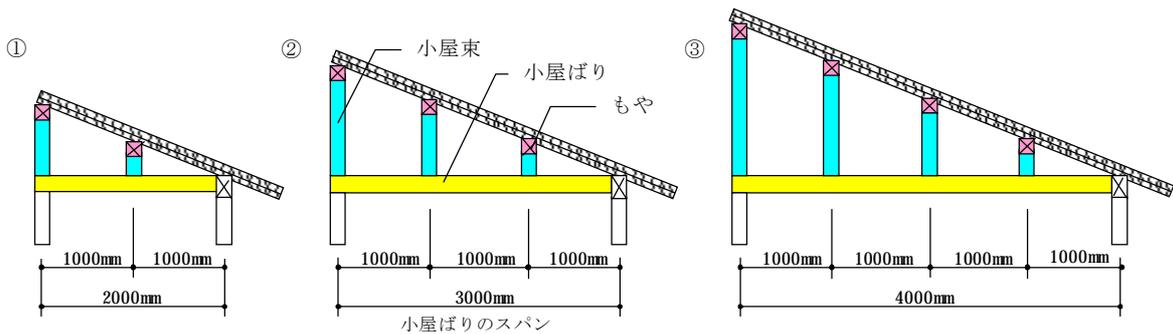
小屋ばりのスパン表 - 重い屋根(瓦葺き) -

1.00m モジュール

< 小屋ばりと小屋束の平面配置 >



< 小屋ばりのスパンと小屋束の掛かり方 >



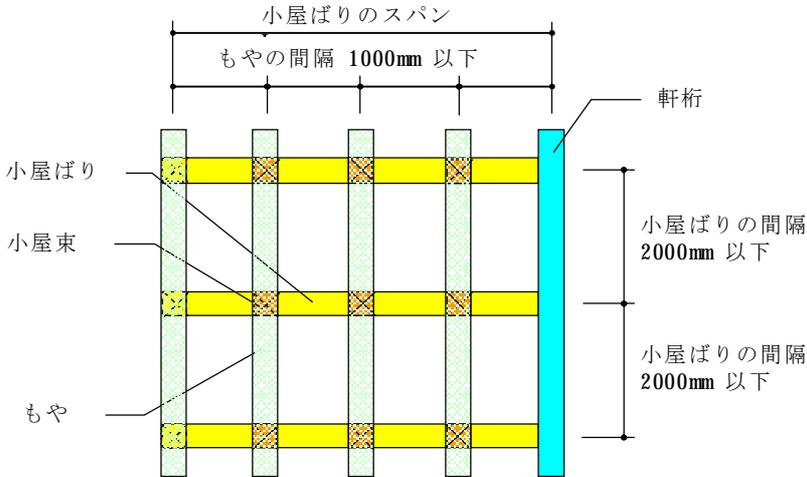
< 適用条件 > 小屋ばり間隔が2000mm以下、もやの間隔1000mm以下、屋根勾配4寸、雪止あり

積雪区分	小屋ばりのスパン A (mm)	小屋ばりの幅 b (mm)	材料区分、小屋ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
多雪区域 (100cm)	2000 ①	105	180	180	150	135
		120	180	180	135	135
	3000 ②	105	270	270	240	210
		120	270	240	210	210
	4000 ③	105	330	330	300	270
		120	330	300	270	240
多雪区域 (200cm)	2000 ①	105	210	210	180	150
		120	210	180	180	150
	3000 ②	105	330	300	270	240
		120	300	300	270	240
	4000 ③	105	—	—	330	330
		120	—	360	330	300

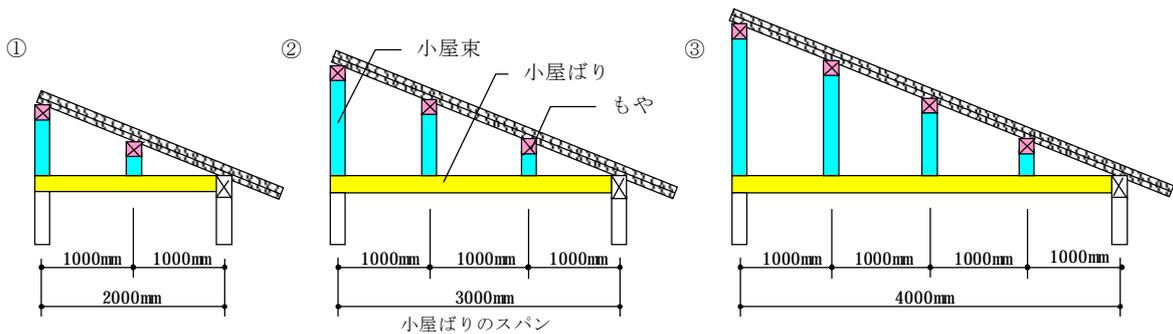
小屋ばりのスパン表 - 軽い屋根(スレート葺き) -

1.00m モジュール

< 小屋ばりと小屋束の平面配置 >



< 小屋ばりのスパンと小屋束の掛かり方 >



< 適用条件 > 小屋ばり間隔が2000mm以下、もやの間隔1000mm以下、屋根勾配4寸、雪止あり

積雪区分	小屋ばりのスパン A (mm)	小屋ばりの幅 b (mm)	材料区分、小屋ばりのせい h (mm)			
			E 50 G	E 50	E 70	E 90
多雪区域 (100cm)	2000 ①	105	180	180	135	135
		120	180	150	135	120
	3000 ②	105	270	240	210	210
		120	270	240	210	210
	4000 ③	105	330	330	270	270
		120	330	300	270	240
多雪区域 (200cm)	2000 ①	105	210	210	180	150
		120	210	180	180	150
	3000 ②	105	330	300	270	240
		120	300	300	240	240
	4000 ③	105	—	—	330	330
		120	—	360	330	300

5 資料

5.1 山形県産スギ平角材の強度性能

山形県産スギ平角材の強度性能を明らかにするため、実大材の曲げ強度試験を行い、曲げ強度と曲げヤング係数を測定し、山形県産スギ材の強度性能として取りまとめました。

(表－1)



① 強度試験の方法

強度試験に使用した試験体は、山形県産スギ丸太^{※1}から製材した幅 12cm×厚さ 24cm×長さ 400cmの心持ち無背割りの平角材です。

曲げ強度試験は、財団法人日本住宅・木材技術センターの「構造用木材の強度試験法」に記載された方法に従い、スパン長が 360cmの3等分点4点荷重法により行いました。

試験体が破壊するまで荷重を加え、最大荷重と中央部の全体たわみ量を測定し、曲げ強度と曲げヤング係数を算出します。曲げ強度の測定値は、含水率、寸法及び荷重条件を標準状態（含水率は 15%、寸法はせい（h）が 150mm、荷重条件は下部スパン長が 2700mm）に調整し、曲げヤング係数の測定値は、含水率のみを標準状態（含水率 15%）に調整しています。

※1：使用した丸太の末口直径は 28～51cm、32 超～34cm以下が最も多い

② 強度試験の結果と基準強度の算出

表－1の全体値の欄は、平成 15 年度から平成 17 年度に強度試験を行った結果を取りまとめたもので、県内各地域の平均的な強度性能を表す値です。これに平成 18 年度から平成 20 年度までに実施した試験結果を加え、ヤング係数を E50 から E90 に区分した時の値を算出しています。

表－1 曲げ強度試験結果

単位 N/mm²、kN/mm²

区分	試験体数	平均値	標準偏差	変動係数(%)	5%下限値	告示値
全体値	F _b	42.0	7.19	17.1	29.3	22.20
	E _b	7.13	1.26	17.7	4.91	—
E 50	F _b	32.9	4.91	14.9	24.3	24.00
	E _b	5.09	0.56	10.9	3.96	—
E 70	F _b	41.3	5.98	14.5	31.6	29.40
	E _b	6.91	0.54	7.7	6.00	—
E 90	F _b	45.6	5.85	12.8	35.0	34.80
	E _b	8.56	0.54	6.3	7.80	—

備考 1：F_bは曲げ強度、E_bは曲げヤング係数です。

備考 2：告示値とは建設省告示第1452号の値で、全体の欄は無等級の値です。

スギ材の曲げ強度や曲げヤング係数の大きさは、一本毎にバラツキがあります。

このため、スパン表の断面計算の基準となる曲げ強度や曲げヤング係数の値を決める際には、安全側になるように、強度試験により得られたデータのうち、かなり下方の値（信頼水準 **75%**における **5%**下限値）を使用しています。

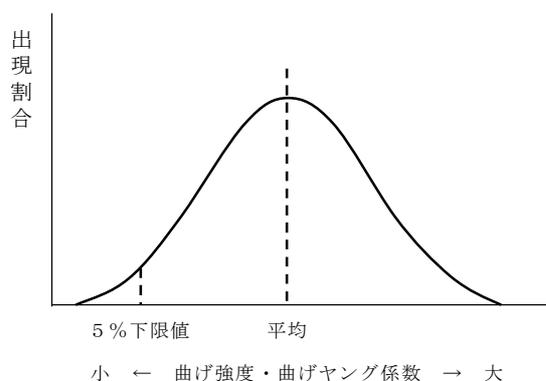
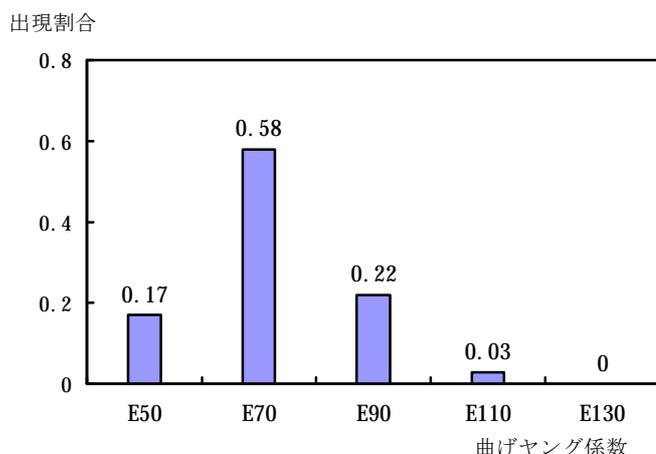


図-1 強度試験において曲げ強度・曲げヤング係数の出現する割合と計算の基準となる値の決定

③ 曲げヤング係数の分布

表-1の全体値に対応する曲げヤング係数の出現割合は、図-2のとおりです。**E70**の材が全体の**58%**と最も多く、これに**E50**及び**E90**の材を加えると全体の**97%**となり、県産スギ材は概ねこれらの3区分に該当するものと言えそうです。

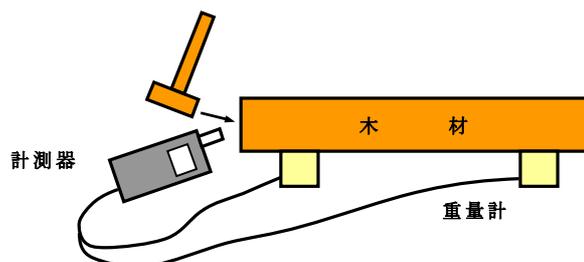


区分	曲げヤング係数の範囲 kN/mm ²
E 50	3.9以上 5.9未満
E 70	5.9以上 7.8未満
E 90	7.8以上 9.8未満
E 110	9.8以上 11.8未満
E 130	11.8以上 13.7未満
E 150	13.7以上

図-2 曲げヤング係数の分布

④ 動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

試験体は、あらかじめグレーディングマシンを使用して、縦振動法による動的ヤング係数を測定しています。



測定方法：木材を重量計に載せます。
計測器を近くに寄せてハンマーで木口を軽く叩き、発生する音の周波数を測定します。

グレーディングマシンと動的ヤング係数の測定方法

このグレーディングマシンによる測定値と強度試験の結果から算出した曲げヤング係数との関係は、図-3のとおりです。

動的ヤング係数と曲げヤング係数との関係には、比較的高い相関が見られることから、グレーディングマシンを使用して動的ヤング係数の測定を行えば、その値を基に曲げヤング係数の推定を行い、有利な断面寸法を選定することが可能となります。

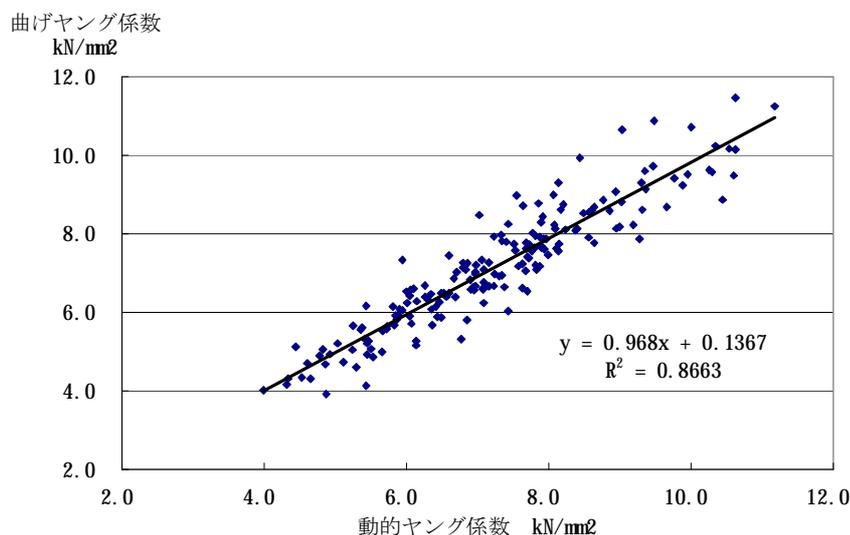


図-3 動的ヤング係数と曲げヤング係数 (n=181)

⑤ 県産スギ材の形質と強度性能

このように、グレーディングマシンによる測定を行えば、正確に強度性能の区分を行うことは可能ですが、特別な機械を使わずに、形質のみによって強度性能を区分することが可能かどうかについても検討しました。

平角材の曲げ強度及び曲げヤング係数と比重、平均年輪幅及び成熟材の平均年輪幅の間には、表-2のとおり関係が見られ、比重が大きいと、また、平均年輪幅や成熟材の平均年輪幅が小さくなると強度性能が大きくなる傾向があり、強度性能の大きい材料を選ぶ際の目安の一つと考えられます。

表-2 県産スギ平角材の強度性能と材質の相関係数

項目	比重	平均年輪幅	成熟材平均年輪幅
曲げ強度(N/mm ²)	0.490	-0.576	-0.739
曲げヤング係数(kN/mm ²)	0.446	-0.671	-0.762

※1：成熟材の範囲は、髄からの距離で半径8cmを超える部分とした。

※2：データ数は比重と平均年輪幅が172個、成熟材平均年輪幅が70個。

これらの形質のうち、比較的測定が簡単な平均年輪幅及び成熟材の平均年輪幅を使い、平角材の曲げヤング係数を区分することが可能かどうかについて検討しました。その結果は図-4～5及び表-3のとおりで、これらの形質を使えば大まかに曲げヤング係数を区分することはできそうです。

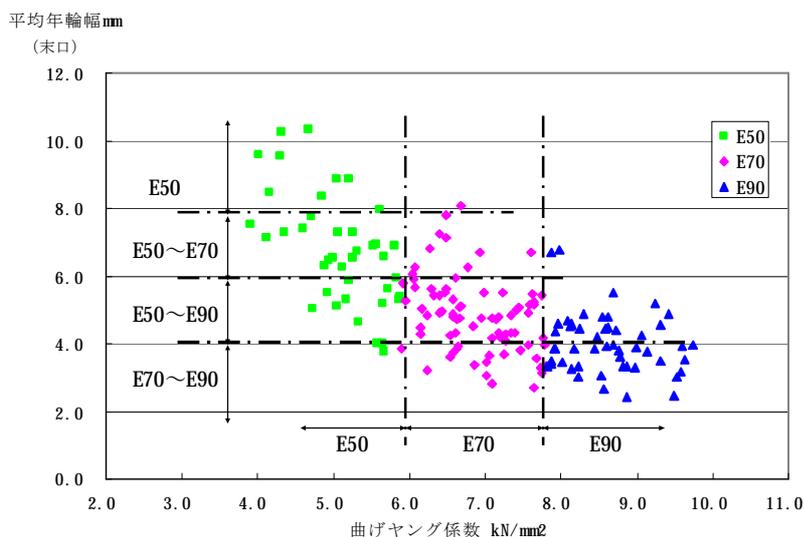


図-4 平均年輪幅による曲げヤング係数の区分

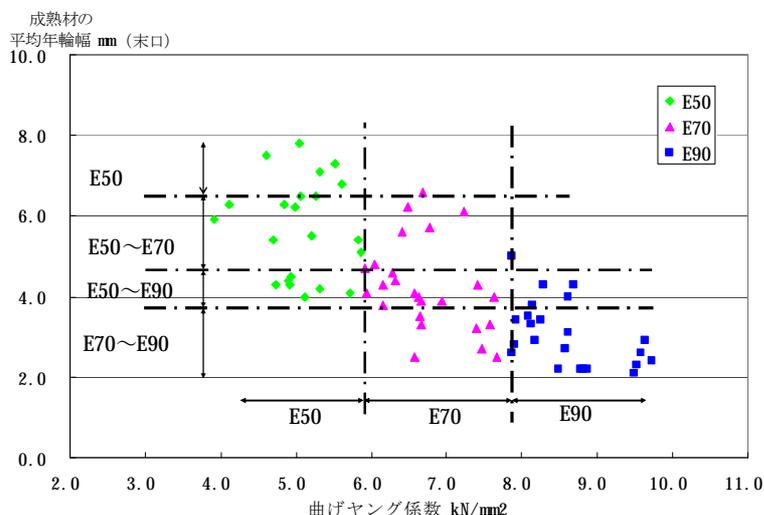
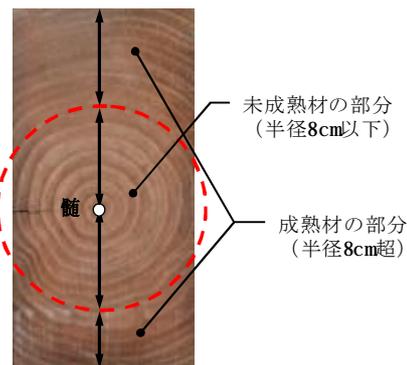


図-5 成熟材の平均年輪幅によると曲げヤング係数の区分

表-3 平均年輪幅による曲げヤング係数の区分

	平均年輪幅 (mm)	
	成熟材	全断面
E50	7~	8~
E50~E70	5~7	6~8
E50~E90	4~5	4~6
E70~E90	~4	~4

- ※1: 寸法240×120mmの平角材の試験結果
- ※2: 成熟材は髄からの距離8cm超の部分
- ※3: 成熟材の平均年輪幅を優先する



5.2 県産スギ材の強度性能の位置付け

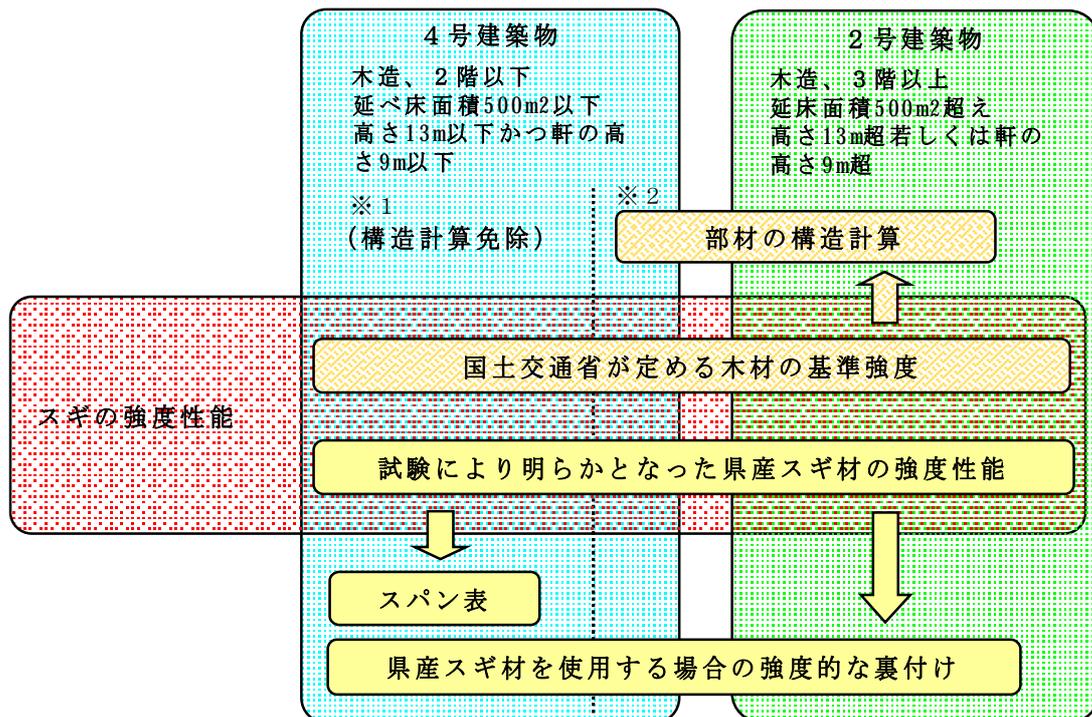
強度試験により明らかとなった県産スギ材の強度性能は、どこまで使えるのかという点について、法令等における木材強度の取扱いとの関係で整理します。

建築基準法第6条第1項第4号に掲げる建築物^{※1}で建築士の設計に係るものについては、建築確認の際に構造計算書の添付が不要とされています。

そこで、強度試験により明らかとなった県産スギ材の強度性能を使用して、2階建て以下の木造軸組構法住宅の横架材の断面寸法を計算し、スパン表として活用することができます。

しかし、木造3階建て以上の住宅（いわゆる2号建築物）や、4号建築物であっても都市計画区域若しくは準都市計画区域内に、建築基準法に構造方法が定められていない住宅^{※2}を建築する場合には、建築確認申請に構造計算書の添付が必要です。

部材の構造計算を行う場合には、建築基準法施行令第89条の規定により、国土交通大臣が定める圧縮、引張り、曲げ及びせん断の基準強度を使用しなければならないため、構造計算書の作成に当たっては、試験により明らかとなった県産スギ材の強度性能であっても、その数値を使用することはできません。この場合には、県産スギ材の強度性能は、県産材の強度的な裏付けとして使用してください。



※1：軸組構法、枠組壁工法、木質プレハブ工法及び丸太組構法による住宅
 ※2：伝統工法、木質ラーメン工法等による住宅
 備考：2009.2月現在の関係法令等に基づき作成

図－6 県産スギ材の強度性能の位置図

5.3 県産スギ材と外材等との断面寸法比較

このスパン表の目的の一つは、外材等に替えて県産スギ材を使用する場合に、その断面寸法が簡単に分かるようにすることで、県産スギ材を使い易くするものです。

それでは、外材等を使用する場合の寸法と、県産スギ材を使用する場合の寸法との間には、計算上でどれくらいの差があるのでしょうか。県産スギ E70 材とスギ無等級材（建設省告示値）、ベイマツ無等級材、ベイマツ E110 材の3種類を比べてみました。

なお、計算に使用した強度等の数値は表－4のとおりです。

その結果、県産スギ材の E70 区分材を使用する場合は、スギの無等級材を使用する場合に比べると、梁のせい (h) の寸法が概ね1ランク小さくなり、また、ベイマツの無等級材を使用する場合に比べると、ほぼ同じランクとなります。ただし、ベイマツの E110 材を使用する場合に比べると、梁のせい (h) を概ね1～2ランク大きくすることが必要になりそうです。

床小ばりの断面寸法比較表

0.91m モジュール

スパン L (mm)	間隔 B (mm)	幅 b (mm)	せい h (mm)											
			105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	
1820	910	105	■											
		120												
	1365	105		■										
		120												
	1820	105		■	■									
		120												
	2275	105			■									
		120												
	2730	105				■								
		120												
2730	910	105				■								
		120												
	1365	105					■							
		120												
	1820	105					■							
		120												
	2275	105						■						
		120							■					
	2730	105							■					
		120								■				
3640	910	105						■						
		120							■					
	1365	105							■					
		120								■				
	1820	105								■				
		120									■			
	2275	105									■			
		120										■		
	2730	105										■		
		120											■	

はスギ無等級材を使用した場合に、適用可能な寸法の範囲を示します。
 は、県産スギE70材、ベイマツ無等級材、ベイマツE110材を使用した場合に、その適用可能な寸法がさらに拡大する範囲を示します。

床大ばりの断面寸法比較表

0.91m モジュール

スパン L (mm) 小ばりの 掛かり方	間隔 A (mm)	幅 b (mm)	せい h (mm)								
			150	180	210	240	270	300	330	360	
①	1820	105		■							
		120		■							
	2730	105		■	■						
		120		■	■						
	3640	105			■						
		120			■						
②	1820	105			■	■					
		120			■	■					
	2730	105				■	■				
		120				■	■				
	3640	105					■	■			
		120					■	■			
③	1820	105					■	■			
		120					■	■			
	2730	105						■	■		
		120						■	■		
	3640	105							■	■	
		120							■	■	
④	1820	105			■	■					
		120			■	■					
	2730	105				■	■				
		120				■	■				
	3640	105					■	■			
		120					■	■			
⑤	1820	105					■	■			
		120					■	■			
	2730	105						■	■		
		120						■	■		
	3640	105							■	■	
		120							■	■	
⑥	1820	105					■	■			
		120					■	■			
	2730	105						■	■		
		120						■	■		
	3640	105							■	■	
		120							■	■	

■ はスギ無等級材を使用した場合に、適用可能な寸法の範囲を示します。
 ■ ■ ■ ■ ■ は、県産スギE70材、ベイマツ無等級材、ベイマツE110材を使用した場合に、その適用可能な寸法がさらに拡大する範囲を示します。

小屋ばり(重い屋根)の断面寸法比較表

0.91m モジュール

積雪区分	スパン A (mm)	幅 b (mm)	せい h (mm)											
			105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	
多雪区域 100cm	1820 ①	105 120												
	2730 ②	105 120												
	3640 ③	105 120												
多雪区域 200cm	1820 ①	105 120												
	2730 ②	105 120												
	3640 ③	105 120												

小屋ばり(軽い屋根)の断面寸法比較表

積雪区分	スパン A (mm)	幅 b (mm)	せい h (mm)											
			105	120	135	150	180	210	240	270	300	330	360	
多雪区域 100cm	1820 ①	105 120												
	2730 ②	105 120												
	3640 ③	105 120												
多雪区域 200cm	1820 ①	105 120												
	2730 ②	105 120												
	3640 ③	105 120												

はスギ無等級材を使用した場合に、適用可能な寸法の範囲を示します。
 は、県産スギE70材、ベイマツ無等級材、ベイマツE110材を使用した場合に、その適用可能な寸法がさらに拡大する範囲を示します。

5.4 参考文献

- ① 財団法人日本住宅・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のスパン表（2000）
- ② 財団法人日本住宅・木材技術センター：横架材の構造計算ツール ver. 1.3
- ③ 荒武志朗ほか：木材学会誌 50(3), P151-158（2004）
- ④ 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説（2002）