

とちぎスギ平角材の品質と曲げ性能

とちぎスギ平角材「横架材スパン表」



栃木県林業センター
栃木県環境森林部林業振興課

はじめに

第1部では、

本県のスギ平角材の品質や特徴について、断面寸法の異なる平角材における材質因子の違いや生産工程、最適な木取りなどについて記述しています。

本来、木材強度の評価は、建物に供給される際の断面寸法毎に行うことが原則であることから、材質因子を調査した8断面のスギ平角実大材を用いた曲げ破壊試験の結果を紹介しています。その他、ベイマツとの比較や、幅・梁背・長さとの関係などについて記述しています。

第2部では、

第1部に記述した調査及び実験データに基づき、基準となる曲げヤング係数を決定し、それに対応する曲げ強度やたわみ量を設定したうえで、床小ばり他、計6部位についてのスパン表を作成しました。

なお、当スパン表の大きな特徴は、本県におけるスギ平角材の曲げヤング係数の出現頻度を根拠に算定基準をE7.8/E6.8/E5.9の3つのグレードにしたことです。

したがって、「とちぎスギ平角材」と呼称し得るのは、JAS区分で言い換えると、あくまでもE70以上（＝ヤング係数5.9が下限値）の材を対象としています。

第3部では、

スギと同条件のもと、ベイマツのスパン表を作製し、スギと比較した結果、明らかとなった断面を決定する要因や割増量の概要を参考資料として取りまとめた。

品質と強度性能に優れた「とちぎスギ平角材」の使用拡大にあたり生産者である林業・製材業界はもとより、実質的な採用を左右する中間ユーザーである設計業・プレカット工場・流通業・建築業界など関連するすべての皆様に御一読いただき、活用いただければ幸いです。

平成22年3月

目 次

趣旨・目的 (P1～)

第1部 とちぎスギ平角材の品質と曲げ性能！ (P3～)

○ 品質・特徴とは

1 スギ平角材が出来上がるまで！

2 最適な木取りとその理由とは！

3 断面寸法の違いによって、材質因子は異なる？

4 生産現場で曲げ性能がわかる？

○ 実大材曲げ試験から、わかったこと

5 曲げ破壊試験（標準試験法）の結果！

7 梁背の違いによる影響をみる！
～中央集中荷重法～

6 バイマツの曲げ性能と比べてみよう！

8 幅・梁背・長さの違いによる最大耐力とたわみ量への影響は？

9 梁桁材は「面下」で使った方が強い？

第2部 とちぎスギ平角材「横架材スパン表」 (P20～)

1 対象

2 許容応力度・許容たわみの決定

3 荷重の整理

4 断面性能及び諸定数

5 構造計算

6 断面寸法の決定

① 床小ぶり

② 床大ぶり

③ 小屋ぶり

④ 軒桁

⑤ 胴差（小ぶり平行型）

1・2階開口部一致

1・2階開口部不一致

⑥ 胴差（小ぶり直交型）

1・2階開口部一致

1・2階開口部不一致

第3部 スギとバイマツのスパン表を比較して、わかったこと (P45～)

1 バイマツの
スパン表を
作製する！

2 梁背を決定する
主な要因とは？

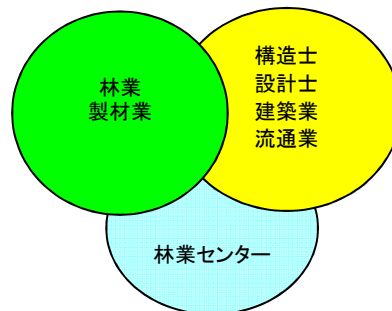
3 スギとバイマツの
梁背の違いは？

趣旨・目的

- 成熟期を迎える栃木県のスギ資源を有効利用するための一つの手法として、「梁桁」への活用が期待されます。このことは、様々な波及効果をもたらします。
 - ・エンドユーザーにおいては、価値の高い、無垢の中断面構造材が使用できる
 - ・生産者においては、スギ材の新しい用途開拓となり得る
 - ・各住宅建築関係者においては、地域材を用いた差別化が図れる
 - ・川上では、従来の柱取り林業に加えた、新たな施業（造材の変革）につながる
- 従来より、とちぎの製材品は、材質的に高い市場評価を受けており、原木の用途では、9割強が建築用材として活用されています。

近年、国産材の使用割合が上昇傾向にあることが言われておりますが、横架材、特に梁桁材においては、まだまだスギが使用されるケースは少ないのが現状です。横架材は、鉛直荷重や水平荷重を負担するため、明確な強度性能を有することが必須とされ、本県業界から、とちぎスギ平角材の早急なデータ蓄積が求められていました。
- 次頁に示すように、使用材積の大きい梁桁への用途拡大が、今後の県産スギ材の使用拡大のキーポイントと言っても過言ではありません。なお、とちぎの森林資源や今後のスギ蓄積量の予測を根拠として、平角材の生産供給能力を有していることは言うまでもありません。
- そこで、建築基準法や品確法にも対応できるよう、とちぎスギ平角の実大材による破壊試験に基づき、強度性能を明らかにしたうえで、構造計算資料としての「横架材スパン表」を作成しました。

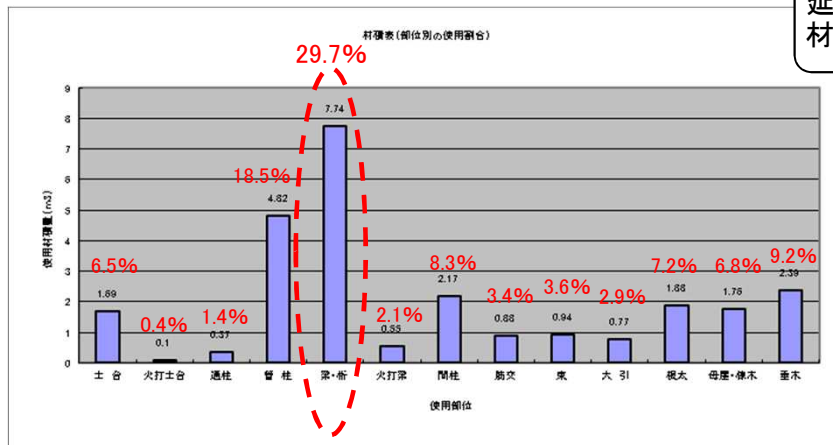
- なお、調査・試験及びスパン表作成にあたっては、スギ平角材の供給者となる林業・製材業者、中間ユーザーとなる構造・設計、流通、建築といった木造住宅関係者及び試験研究機関の連携により、「とちぎスギKD平角材プロデュース会」を組織し、取り組みました。～最終頁：一覧表参照～



○住宅一軒における使用した用途別材積量の調査結果

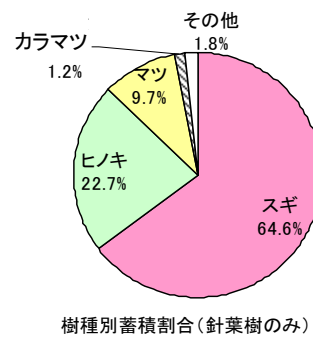
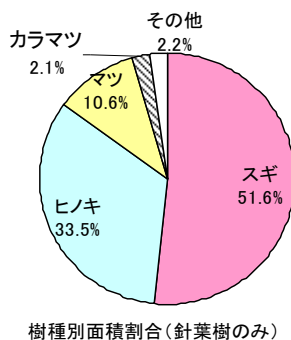
平角材「梁桁」の占める割合は約30%という結果が得られました。
 ～林セ調べ：造作材、下地材を除く～

延床：26～64坪
 材積：0.61 m³/坪



○とちぎの森林資源

本県の森林資源構成は、主にスギやヒノキといった木造住宅建設に欠かせない樹種が主体であり、特にスギは、民有林（針葉樹）の面積の約52%、蓄積の約65%を占める重要な存在です。

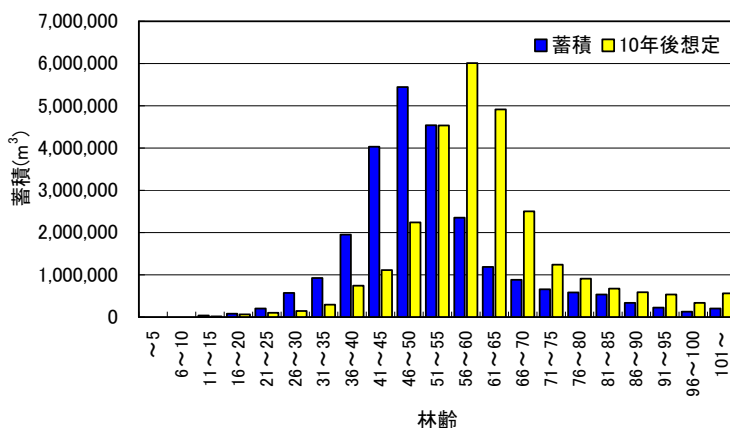


(H20版栃木県森林・林業統計より)

○今後のとちぎのスギ蓄積量の予測

現在の本県のスギ蓄積量の中心は、林齢46～50年（10齢級）です。中目材と呼ばれる径の大きい丸太に移行し、その素材生産量は増大する傾向にあります。

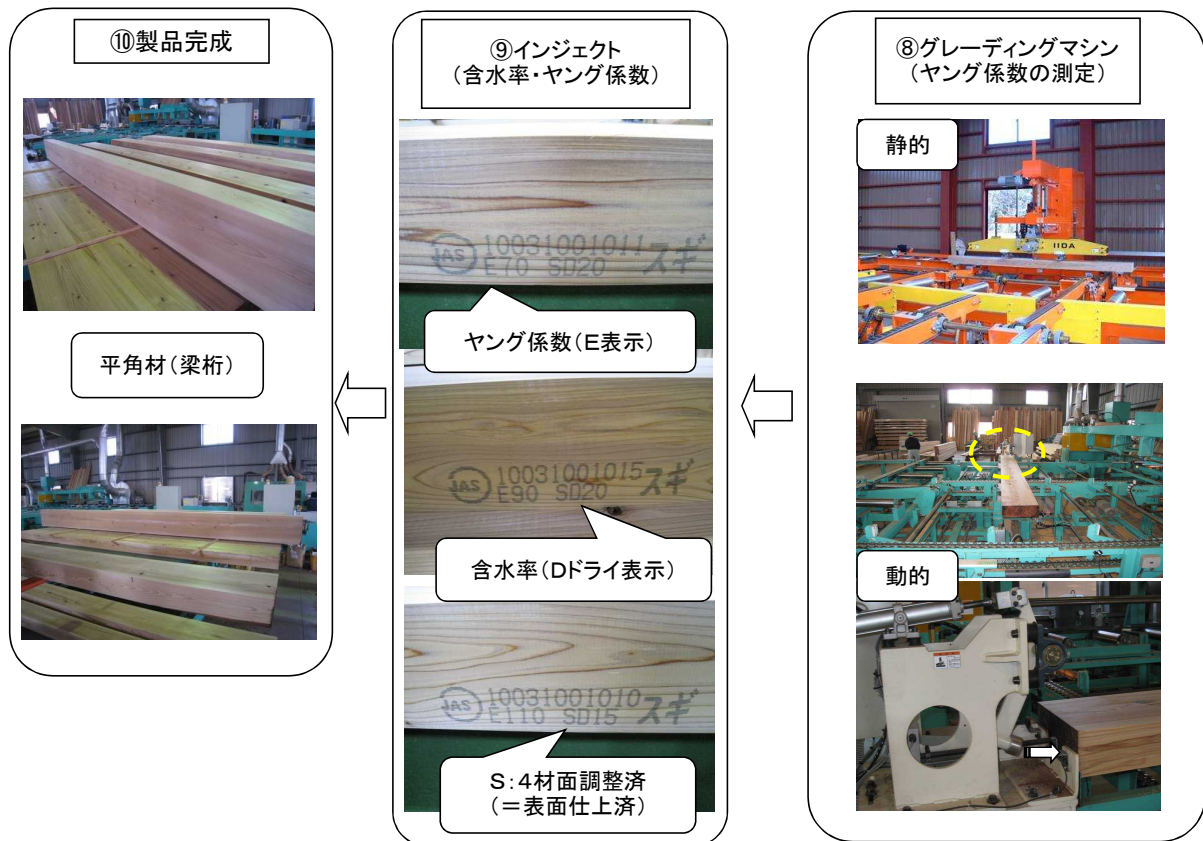
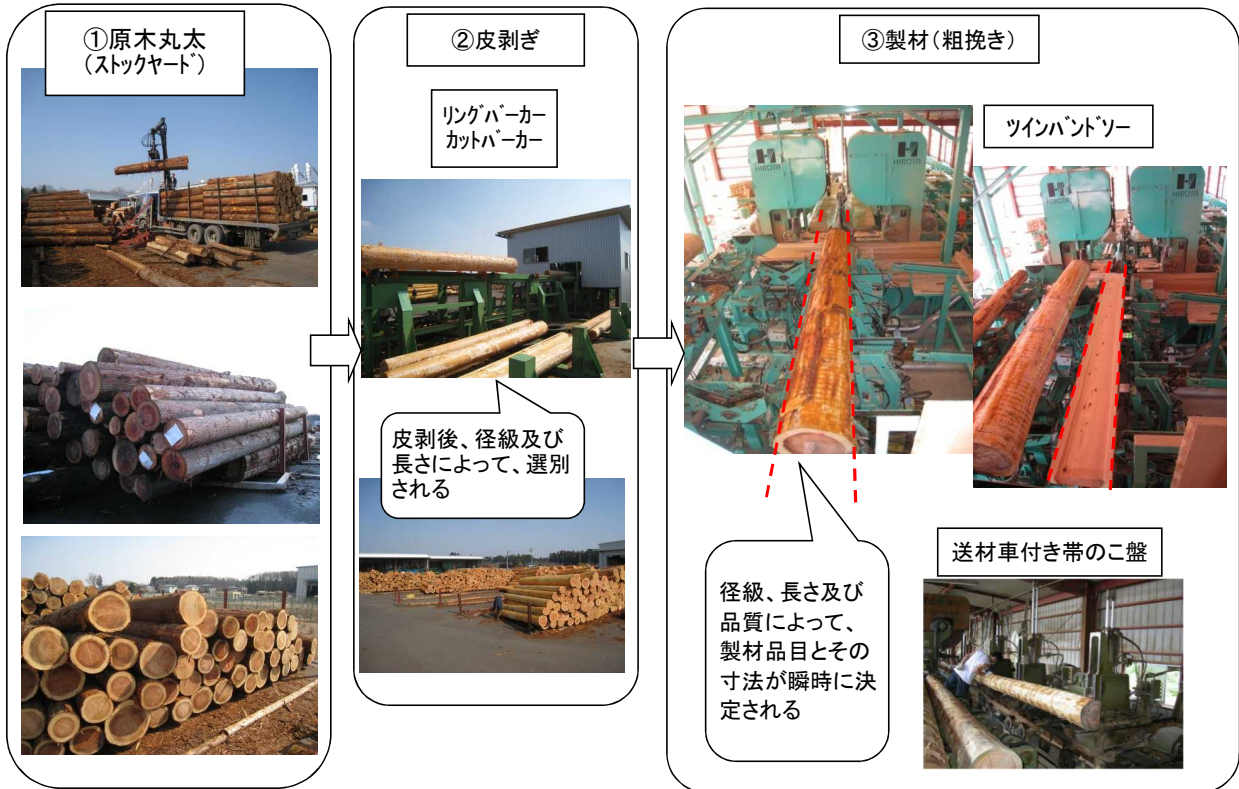
そして、10年後のスギ蓄積量を考えると、その中心は林齢56～60年生（12齢級）となり、さらに大径化・高齢林化が進むことが予測されます。

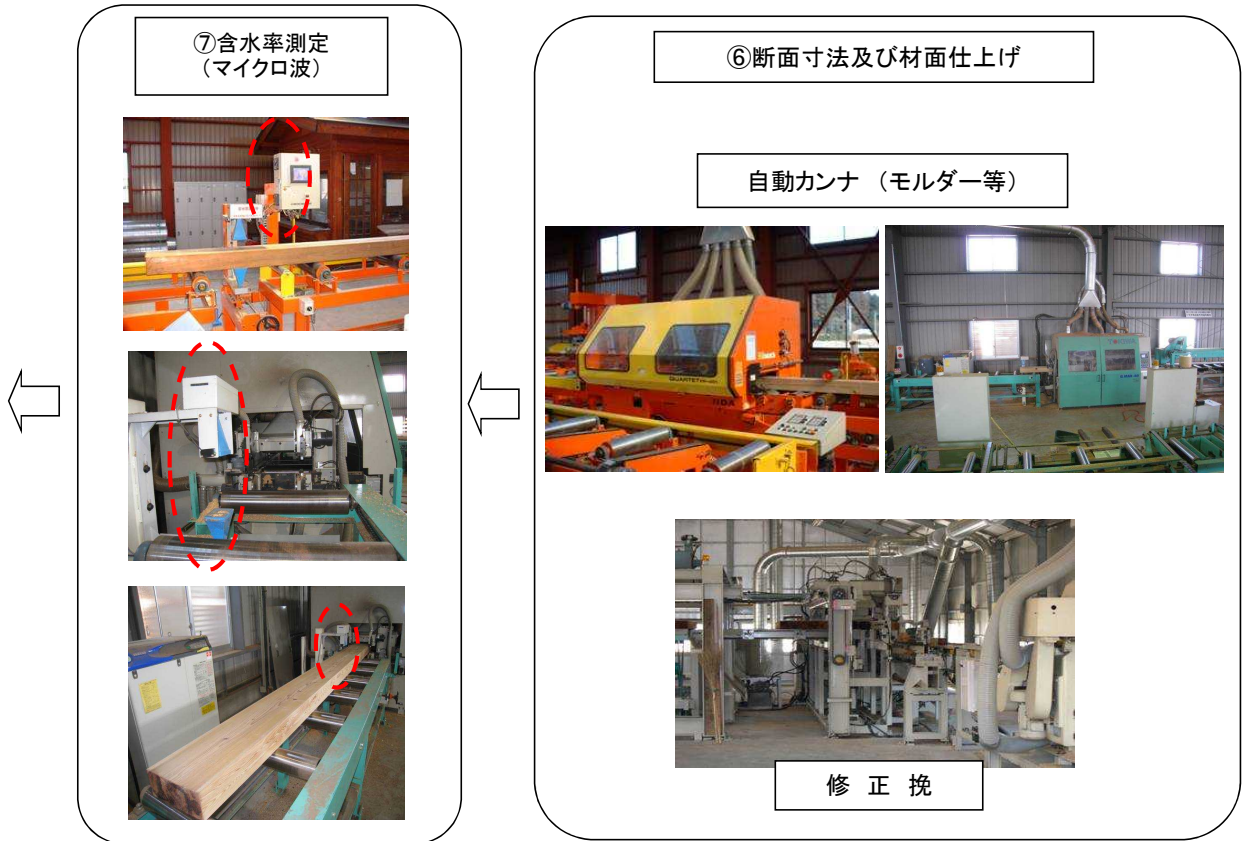
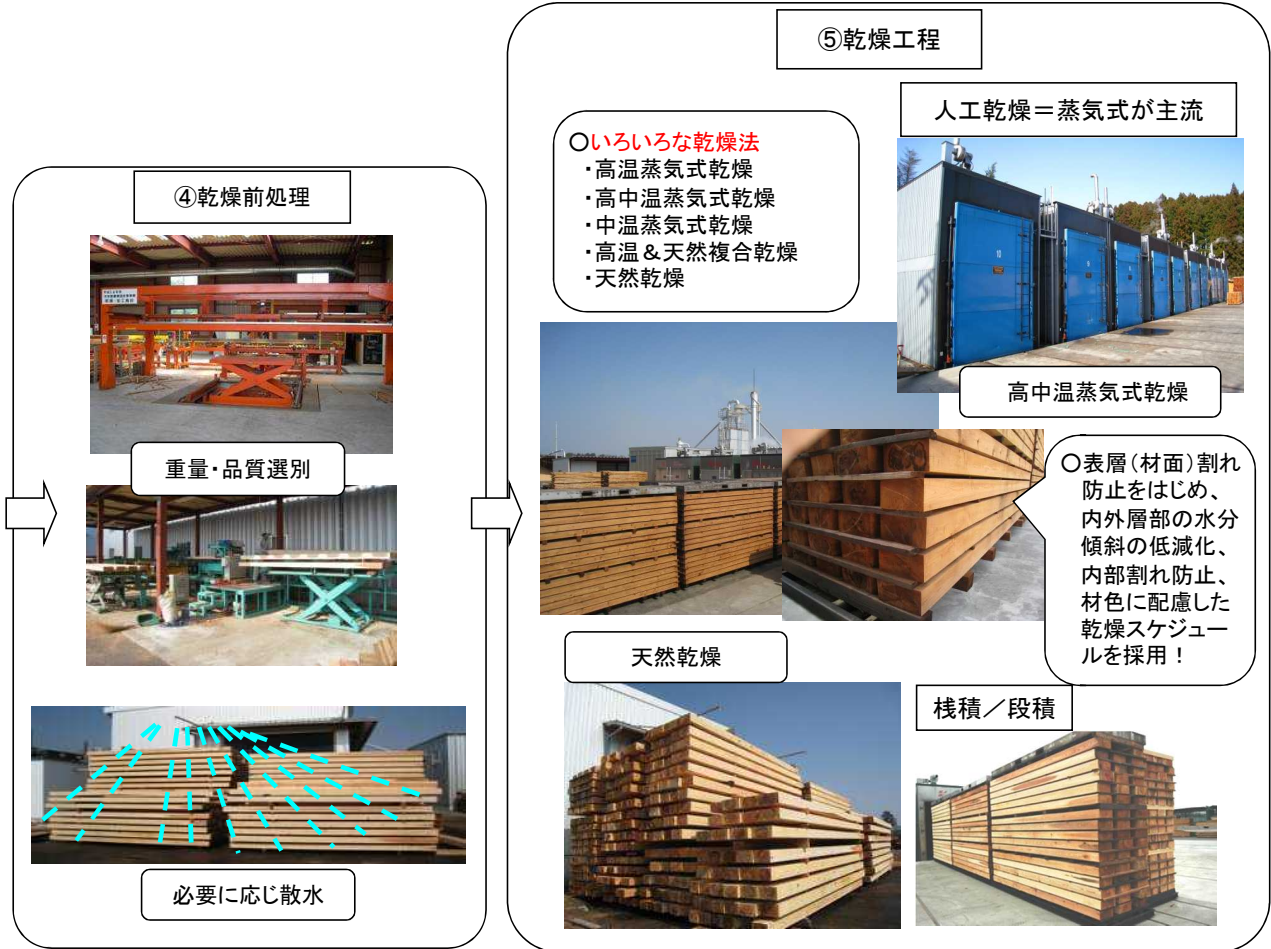


* 現在：H20版栃木県森林・林業統計より
 * 10年後：現在の面積・蓄積・成長量を基に素材生産量の推移を同様に仮定し算出

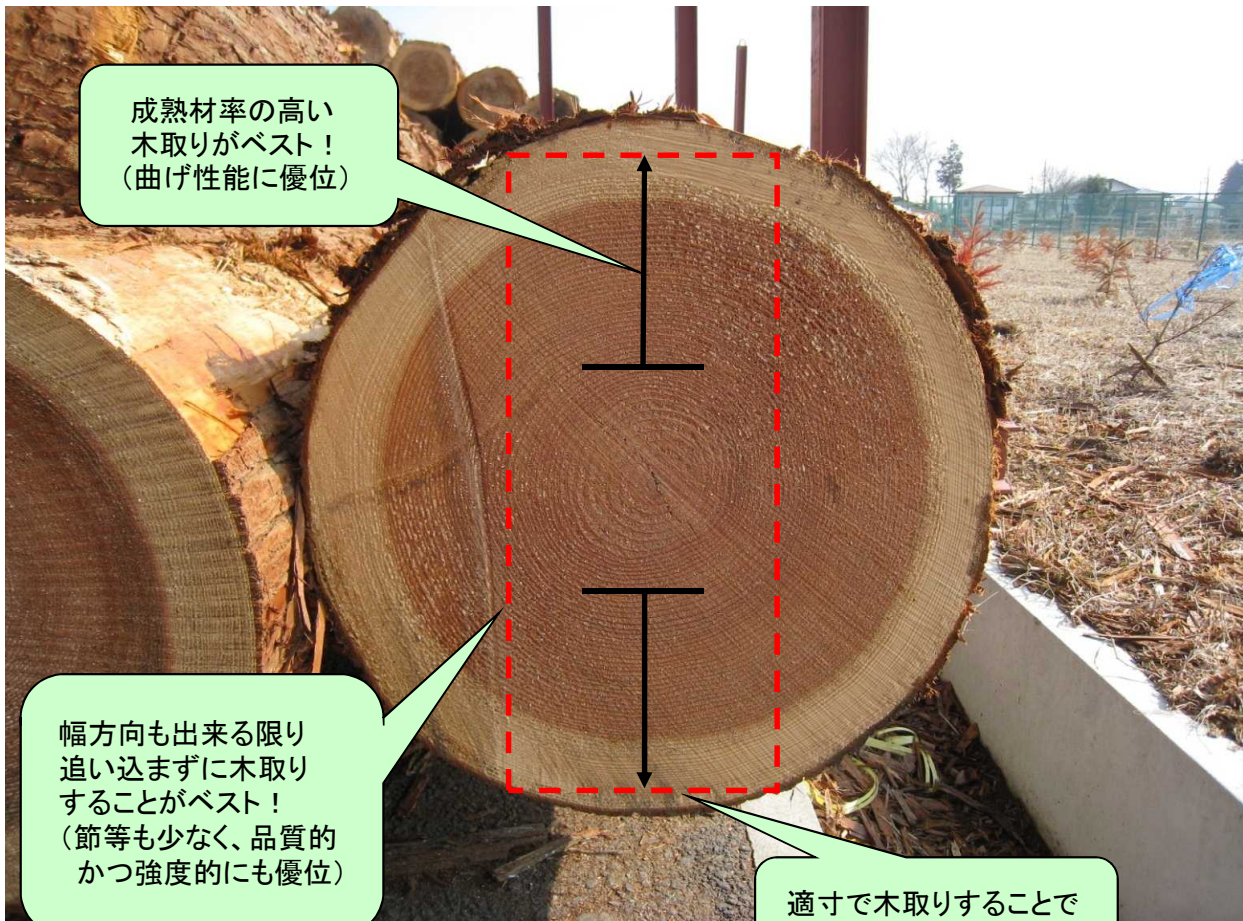
第1部 とちぎスギ平角材の品質と曲げ性能！

1 スギ平角材が出来上がるまで！（生産システム事例）





2 最適な木取りとその理由とは？



成熟材率の高い
木取りがベスト！
(曲げ性能に優位)

幅方向も出来る限り
追い込まずに木取り
することがベスト！
(節等も少なく、品質的
かつ強度的にも優位)

適寸で木取りすることで
化粧性が高い面となる

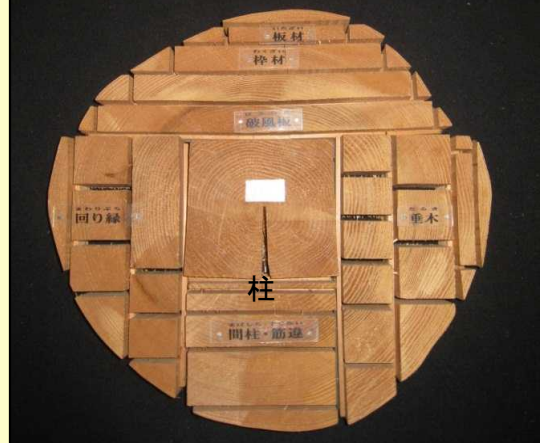
* スギ平角材を採用するときの「材幅」の注意点

- ①通常、製材工場では仕上げ幅12cm用として、粗挽き・乾燥を施した状態(オーバーサイズ)で養生を兼ね在庫します。
- ②したがって、幅10.5cmの注文時には、それをモルダー等で10.5cmに幅詰めしながら仕上げるため、生産的かつ材積的に非効率となり、かえって単価増(円/m³)を招くことが想定されます。
- ③心側の未成熟材部位へ追い込むことは、強度性能にも不利であり、かつ節等の出現割合も増すことから化粧性も低下するなど不合理なのです。

ゆえに幅10.5cm・梁背36cm・長さ6mなどの注文はナンセンスなのです。希少価値のある原料をあえて、わざわざ価値の低いものに造り変えていることになるからです。

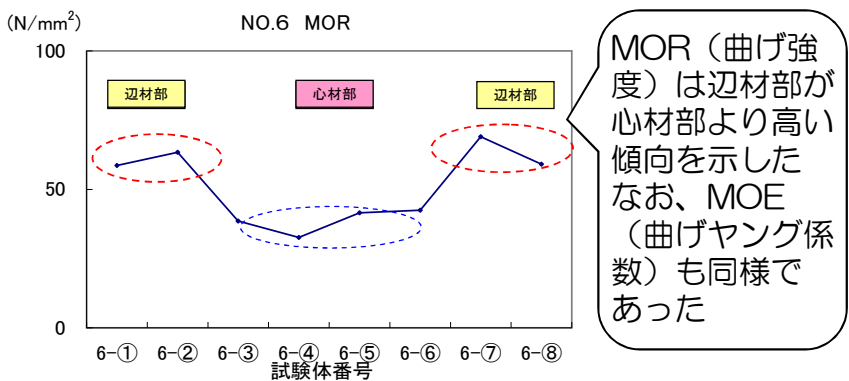
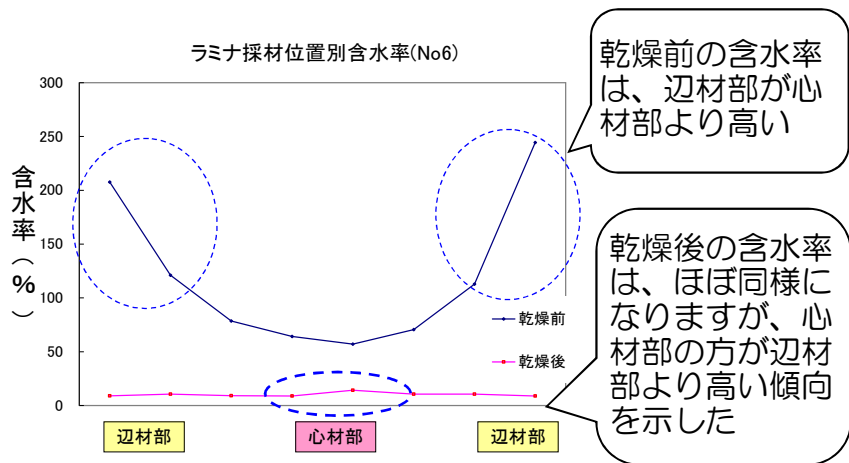
したがって、材幅は12cm、それ以上がベストと言えます。

参考：従来の柱主体の場合



◎同じ丸太なのに心材部と辺材部で強度性能は違う？

スギ中目材の半径（放射）方向の強度特性を把握するため、適寸で木取りした平角をさらに「だら挽き」した挽割材の曲げ試験を行った。
併せて、乾燥前後における含水率を測定（全乾法）した。



Topics
ラミナのヤング係数 × 10³ kgf/cm²

丸太の直径
21-24cm
23-26cm
25-27cm
28-30cm

樹皮側 ← 中心部 → 樹皮側

図表 2 丸太から製材した板のヤング係数の分布 (出典：有馬孝禮・丸山則義ほか「材料」42、pp.141-146、1993)

丸太の直径を問わず、辺材部の方が心材部よりヤング係数が高い傾向にあることが分かります

注) ただし、心材部でも、スギの基準強度甲種1級 (27.0 N/mm²) を上回ることから、構造材として十分な性能を有しています

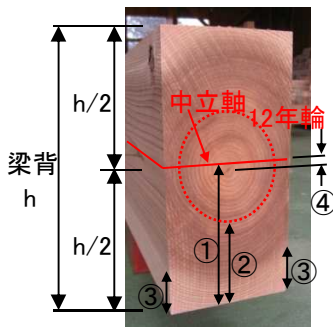
以上のことから、辺材部、言い換えると成熟材を多く含む木取りは、曲げ性能に優位となります。
したがって、丸太の直径を問わず、適寸での採材が、最適な木取りと言えます。

3 断面寸法の違いによって、材質因子は異なる？

平角材は、断面寸法がほぼ限られる管柱と異なり、多くの断面寸法を必要とするため、原材料となる丸太の林齢や径級が異なり、断面毎に材質因子に違いが生じることが考えられます。

そこで、適寸で木取りされた、8種類のスギ心持ち平角材について調査しました。

120×150×3000mm(30本)、120×180×4000mm(30本)、120×210×4000mm(37本)
 120×240×4000mm(35本)、120×270×4000mm(24本)、120×300×5000mm(28本)
 120×330×5000mm(29本)、120×360×6000mm(32本) 計 245本



主な調査内容

①平均年輪幅(mm)	: h/2 ÷ ①の年輪数
②成熟材率(%)	: ②の長さ ÷ h/2
③辺材率(%)	: ③の平均長さ ÷ h/2
④偏心率(%)	: ④の長さ ÷ h/2
⑤節面積率(全面: %)	: 節面積合計 ÷ 4材面積
⑥節面積率(下部: %)	: 中立軸下部の節面積合計 ÷ 下部材面積

◎ 梁背と材質因子との相関関係

梁背 (mm)		密度 (g/cm ³)	年輪数	平均 年輪幅 (mm)	成熟材 率 (%)	辺材率 (%)	辺材長 (mm)	繊維 走向 (%)	含水率 (%)	偏心率 (%)	節面積率 (全面: %)	節面積率 (下部: %)
150	Avg	0.43	18.9	4.49	23.4	39.8	30.58	1.8	13.7	4.9	0.51	0.45
	SD	0.04	5.6	1.64	14.7	20.4	17.83	0.9	4.6	3.3	0.36	0.45
180	Avg	0.42	18.9	5.24	26.8	17.6	15.83	1.6	20.3	5.8	0.37	0.35
	SD	0.05	4.6	1.66	16.7	15.0	13.52	1.0	9.0	4.7	0.26	0.32
210	Avg	0.42	21.3	5.12	29.8	10.9	11.40	1.0	18.1	3.3	0.59	0.49
	SD	0.04	3.5	0.83	11.4	10.8	11.36	0.8	6.3	3.3	0.35	0.30
240	Avg	0.41	26.9	4.74	40.4	15.7	18.80	1.2	19.4	3.9	0.53	0.50
	SD	0.05	6.6	1.06	13.2	8.9	10.67	0.7	7.3	3.5	0.34	0.45
270	Avg	0.38	25.2	5.72	36.8	14.7	19.81	1.8	17.3	3.7	0.62	0.46
	SD	0.03	6.7	1.34	14.3	10.2	13.76	1.0	3.5	3.0	0.30	0.34
300	Avg	0.39	34.4	4.68	42.0	13.2	19.74	1.2	16.1	3.3	0.60	0.45
	SD	0.04	7.8	1.11	14.6	6.1	9.11	0.8	1.9	2.7	0.40	0.27
330	Avg	0.39	40.1	4.34	58.5	15.4	25.48	1.3	16.1	4.0	0.49	0.40
	SD	0.03	7.9	0.90	18.0	7.6	12.48	1.1	3.3	3.2	0.30	0.30
360	Avg	0.39	39.7	4.76	51.8	11.2	20.09	1.1	19.8	4.2	0.53	0.46
	SD	0.04	6.2	0.85	14.9	4.7	8.47	0.6	5.5	2.8	0.36	0.40
全体	Avg	0.40	28.7	4.83	39.3	17.5	20.44	1.3	17.5	4.1	0.53	0.45
	SD	0.04	10.5	1.23	18.7	14.6	13.40	0.9	5.8	3.4	0.34	0.36
相関係数(r)		-0.397	0.780	-0.063	0.590	-0.416	-0.015	-0.161	0.100	-0.100	0.050	0.005
梁背との相関		**	**	ns	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns

注) Avg: 平均値, SD: 標準偏差, **: 1%水準で有意, *: 5%水準で有意, ns: 非有意

1 密度

密度は、梁背が大きくなるにつれて低下する有意な相関関係が認められました。

2 成熟材率

成熟材率は、梁背が大きくなるにつれて高くなる有意な相関関係が認められました。

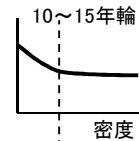
梁背と密度及び成熟材率の関係は、梁背が大きくなるにつれ、要した丸太の林齢も高かったことから理解できます。

Topics 成熟材と未成熟材のおはなし

針葉樹の髓から10~15年輪位までは、未成熟材、それ以降は成熟材と呼ばれ、未成熟材は、成熟材に比べ、強度性能などが劣るとされています。

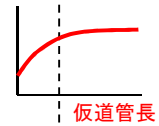
1 密度

スギの密度は、髓付近が高く、10~15年輪にかけて減少し、その後安定する傾向を示します。



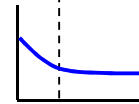
2 仮道管長

仮道管長は髓付近で最も短く、10~15年輪位まで長くなり、その後安定する傾向を示します。



3 ミクロフィブリル傾角

成熟材は未成熟材に比べ仮道管2次壁中層のミクロフィブリル傾角が小さく、強さも弾性率も大きくなります。



ミクロフィブリル傾角

4 未成熟材は成熟材になる？

未成熟材が年数を経ることにより成熟材へと変わることはありません。形成層が未成熟だったときに形成された材部は、いつまでも未成熟だからです。

5 高齢級の木は、どの高さでも成熟材？

どの高さであっても、その断面の10~15年輪位までは未成熟材となります。

「木材の物理」「組織と材質」より

3 年輪数・平均年輪幅

年輪数は、梁背が大きくなるにつれて高くなる有意な相関関係が認められました。

しかしながら、平均年輪幅においては、統計学上有意な相関関係は認められませんでした。

4 辺材率・辺材長

辺材率は、梁背が大きくなるにつれて低下する有意な相関関係が認められましたが、辺材長に有意な相関関係は認められませんでした。

これは、梁背が大きくなったことにより、辺材長さの占める割合が減少したことによる結果と考えられます。

5 繊維走向

統計学上は、梁背が大きくなるにつれて小さくなる有意な相関関係が認められましたが、この値を心持ちの実大材で考えた場合、直材であることが示されました。

6 含水率

全乾法により測定した含水率は、約18%を示し、梁背との間に有意な相関関係は認められず、十分に乾燥されていました。

7 偏心率

偏心率と梁背との間に有意な相関関係は認められず、いずれの梁背においても、偏心することなく木取りされていることが確認されました。

8 節

梁背と節数（平均 32.2 ± 11.3 個）との間に有意な差は認められませんでした。梁背が大きくなるにつれて、節径が大きくなる（梁背150mmでは 28.5 ± 8.5 mm、梁背360mmでは 49.4 ± 19.7 mm）有意な相関関係が認められました。

これは、梁背が大きくなるほど、林齢の高い、径の大きな丸太を要したことから、材表面に出現した節の径が大きくなったと考えられます。

しかしながら、梁背によって材表面積に占める節面積の割合が異なることはありませんでした。

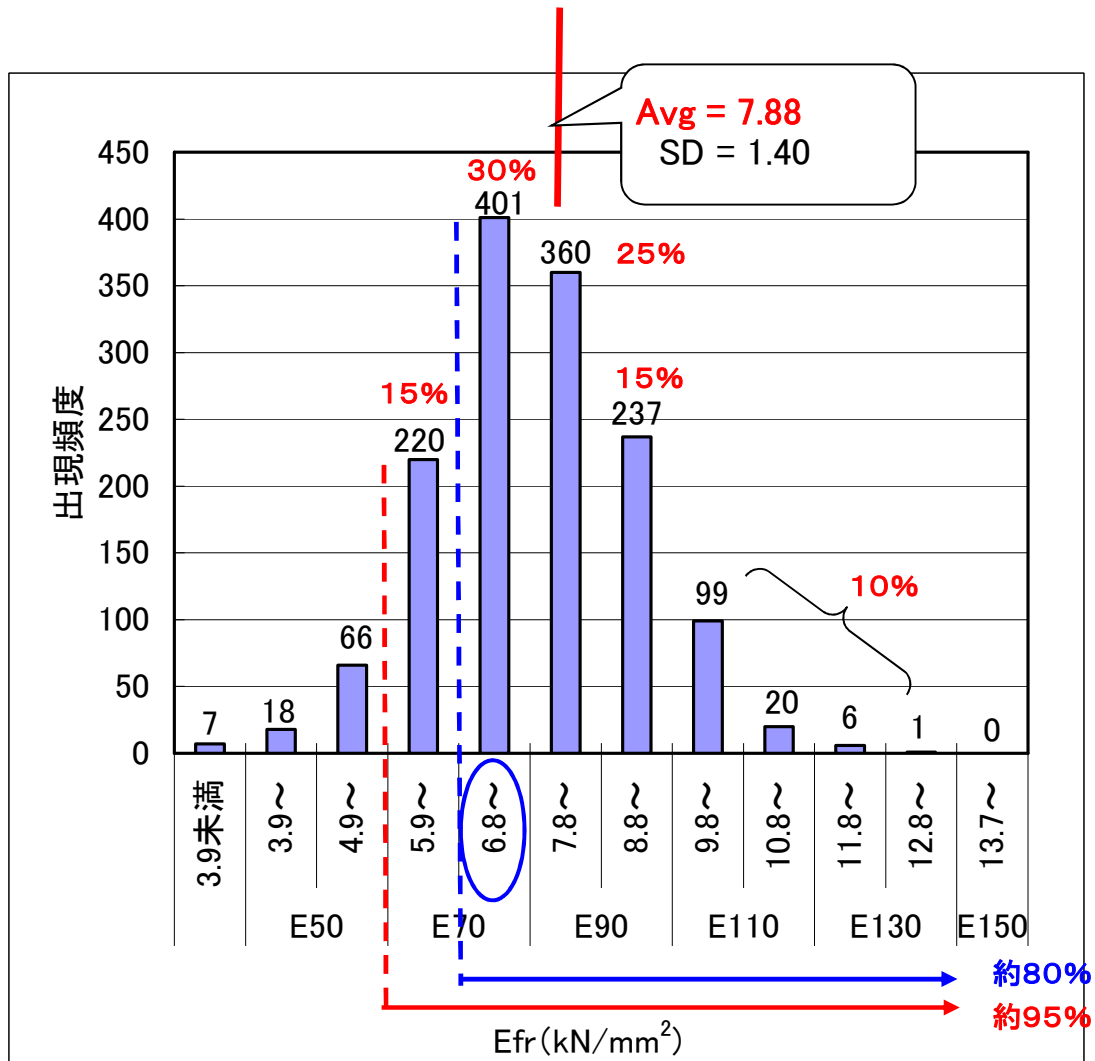
4 生産現場で曲げ性能がわかる？

生産ラインに組み込まれた**グレーディングマシン**と呼ばれる強度性能測定装置によって、製材品を破壊することなく、**ヤング係数を測定**し、その生産履歴の管理も可能となっています。

一般的には、**含水率の測定と併せて行う**ため、製材品には、ヤング係数（E表示）と含水率を印字することまで可能となっています。

例：E80/SD15（4材面仕上加工&含水率15%）

なお、**荷重を負荷するタイプ（静的）**と**縦振動法を用いた打撃式のタイプ（動的）**の2種類があります。

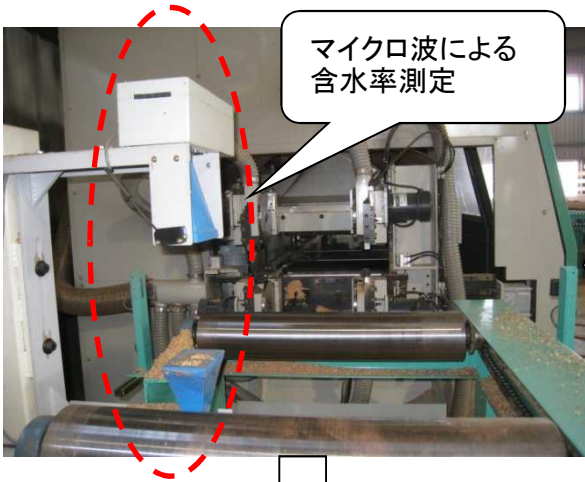


上図は、県内の代表的な製材工場で生産されたスギKD平角材について、動的ヤング係数の測定値を基にその出現頻度を表したグラフです。

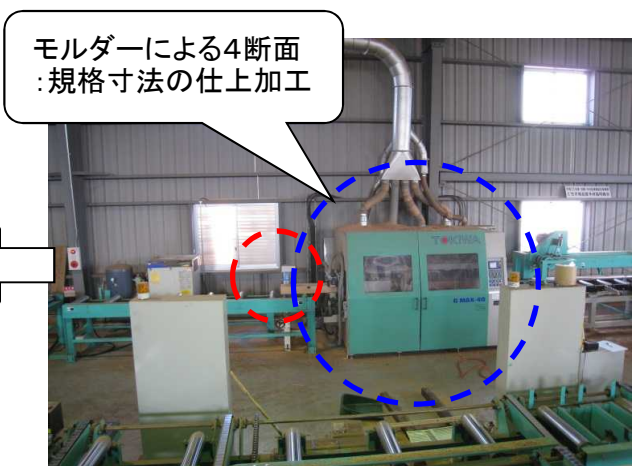
10.5~12 cm * 15~39 cm * 3~6 m 1435本

- 後述する**スギ平角実大材の曲げ破壊試験**により算出された、**曲げヤング係数(MOE)**と同様の分布となっています。
- このことから、**とちぎのスギ平角材の曲げ性能の全体的な傾向**をほぼ示していることが推測されます。

グレーディング（含水率・動的ヤング係数）：事例



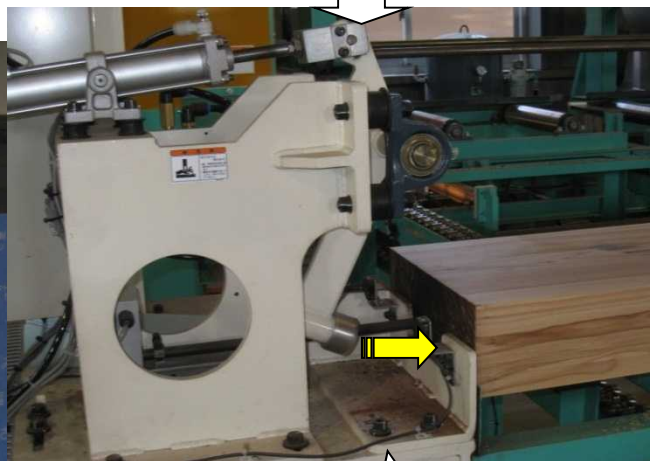
マイクロ波による
含水率測定



モルダーによる4断面
：規格寸法の仕上加工



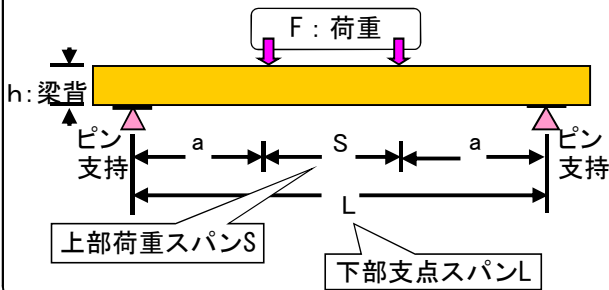
含水率、ヤング係数の測定値



打撃式：縦振動法による動的ヤング係数の測定

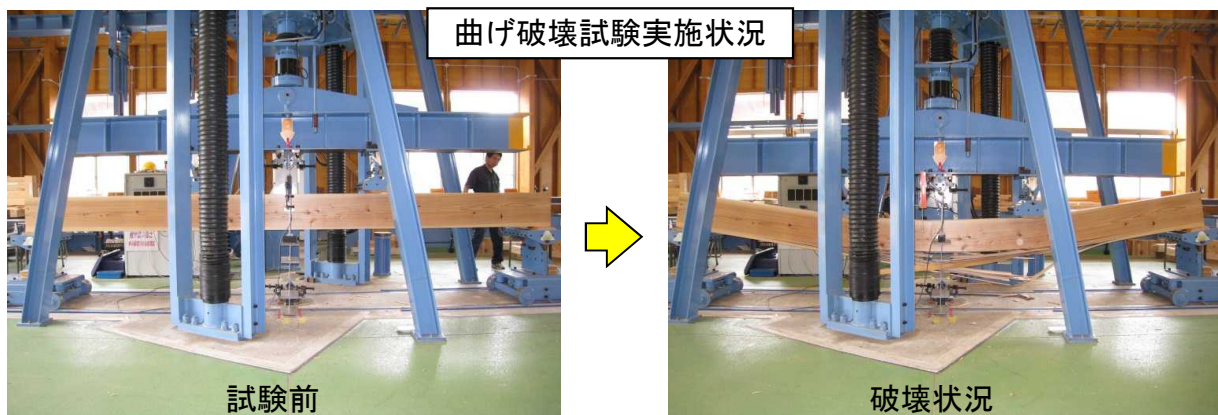
5 曲げ破壊試験（標準試験法）の結果！

栃木県産のスギ平角材の曲げ性能を知るため、「構造用木材の強度試験法：(財)日本住宅・木材技術センター」に準拠し、3等分点4点荷重法により、実大材曲げ破壊試験を実施しました。なお、L、S、aは、試験法に基づき許容範囲内で設定しました。



試験材料

- スギ心持ち平角材（8断面）
〔平均含水率約18%（全乾法）〕
- 規格
幅 120mm
梁背 150～360mm
（30mmピッチ）
長さ 3.0～6.0m



◎断面別 実大材曲げ破壊試験の結果

梁背 (mm)	下部支点 スパン L (mm)	上部曲げ スパン S (mm)	試験数 (体)	最大荷重 (kN)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
				43.29	8.26	43.3
150	2700	900	30	25.52 ~ 60.76	4.87 ~ 11.74	25.5 ~ 60.8
				45.45	8.03	40.6
180	3240	1080	30	25.36 ~ 61.12	4.34 ~ 10.52	22.6 ~ 54.7
				50.62	8.06	41.3
210	3780	1260	37	30.88 ~ 74.12	4.76 ~ 11.89	25.2 ~ 60.5
				63.94	7.92	41.0
240	3780	1260	35	41.72 ~ 81.84	5.63 ~ 10.23	26.7 ~ 52.6
				79.78	7.25	40.3
270	3780	1350	24	50.80 ~ 107.10	5.93 ~ 9.95	25.7 ~ 54.1
				79.68	7.84	45.5
300	4800	1600	28	60.40 ~ 96.50	5.54 ~ 10.27	34.5 ~ 55.2
				95.64	7.64	45.5
330	4800	1650	29	67.60 ~ 114.00	5.41 ~ 9.31	32.1 ~ 54.3
				82.26	7.30	42.1
360	5760	1920	32	58.30 ~ 105.40	5.34 ~ 9.73	29.9 ~ 54.0
					7.81	42.4
全 体			245		4.34 ~ 11.89	22.6 ~ 60.8

注1) 上段: 平均値、下段: 最小値～最大値

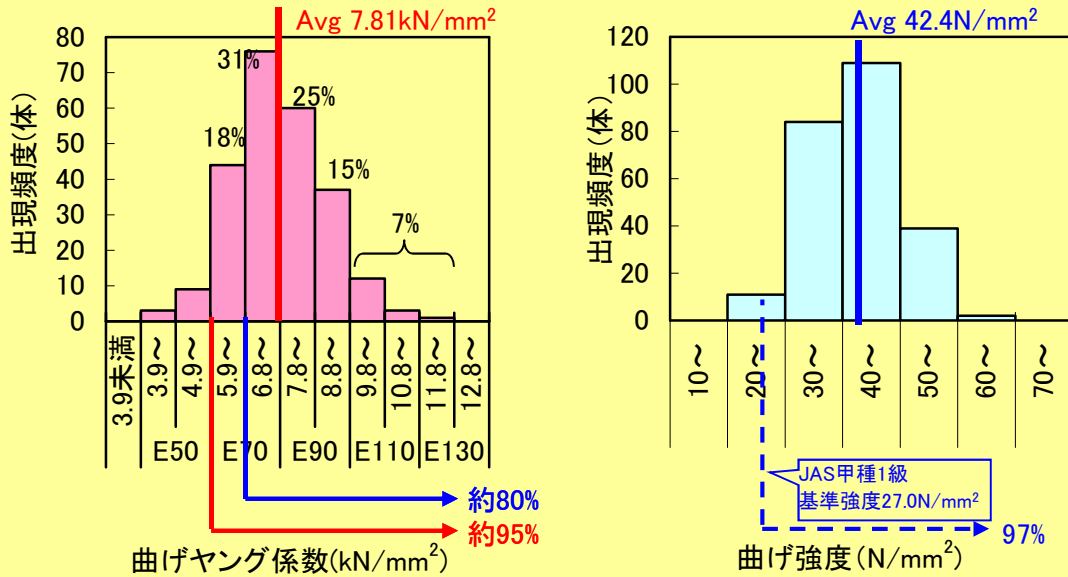
注2) 試験法に基づき、曲げヤング係数は標準スパン条件に、曲げ強度は標準寸法及びスパン条件に調整

Topics 最大荷重の単位「kN」ってどのくらいの荷重？

まず、kgとNの関係は、1kg≒9.8N、1000kg(=1t)≒9800N=9.8kNとなります。

したがって、せいh=330mmの試験結果の最大荷重95.64kNをトンに直してみると、9.76tとなります。

◎とちぎ平角材の曲げヤング係数、曲げ強度の出現頻度



○ 曲げヤング係数 (MOE)

- ・ 日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」普通構造材に該当する、**6.8kN/mm²以上が、全体の約80%**を占めました。
- ・ また、**下限値5.9kN/mm²以上**を示す、JAS E70以上が**約95%**を占めました。

○ 曲げ強度 (MOR)

- ・ JAS甲種1級の基準強度27.0N/mm²以上が**97%**を占めました。

基準強度：「H12.5.31建設省告示第1452号」より

Topics 曲げヤング係数と曲げ強度って違うの？

曲げヤング係数は弾性領域の剛性を表した値であり、曲げ強度は破壊時の耐力を応力で表した値なので、『全く別の物性を表す値』となります。

曲げヤング係数 (MOE) ≠ 曲げ強度 (MOR)

計算式

$$MOE = a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1) / [48I(w_2 - w_1)]$$

a: 支点荷重点間の長さ

L: 支点間スパン

F₂-F₁: 直線部分の荷重の増分

I: 断面2次モーメント (I = bh³/12)

w₂-w₁: F₂-F₁に対応するたわみの増分

$$MOR = aF_{max} / (2Z)$$

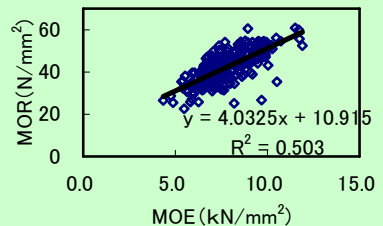
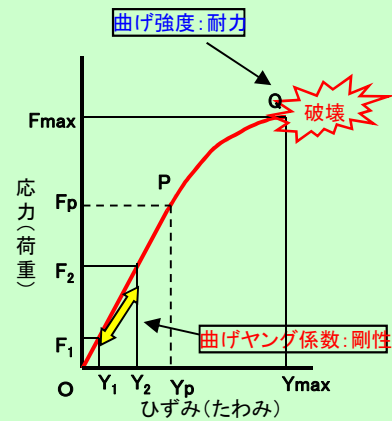
F_{max}: 最大荷重

Z: 断面係数 (Z = bh²/6)

「構造用木材の強度試験法(財)日本住宅・木材技術センター」より

注) 別の物性を表す値ですが、曲げヤング係数が高ければ曲げ強度も高くなる相関関係が認められています。JAS機械等級区分は、この関係を利用しているのです。

本試験においても正の相関 (r=0.709**) が認められました。



6 ベイマツの曲げ性能と比べてみよう！

住宅の梁桁には、ベイマツが使われているのをよく目にします。他県では、全てスギ材を用いて住宅を建てている地域も見られますが、本県では、梁桁にスギが使用されるのはまだまだ少ないようです。これは、スギの性能がよく知られていないことも原因のひとつかもしれません。そこで、前述のスギと同様にベイマツ実大材の曲げ破壊試験も行い、スギとベイマツの曲げ性能を比較してみました。

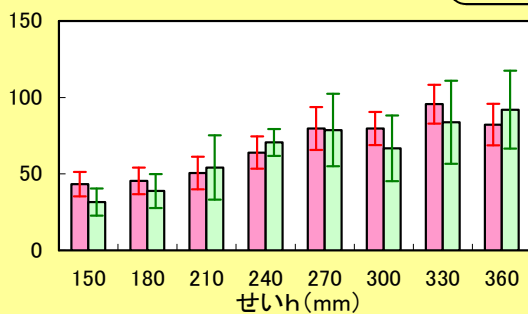
取扱注意)本データは参考資料となります。本試験は、木取りや本数は考慮しない条件下で、比較検証用の概数値を得るために行ったものであり、全てのベイマツ平角材を評価するものではありません。

◎断面別 ベイマツ実大材曲げ破壊試験の結果

梁背 (mm)	下部支点 スパン (mm)	上部曲げ スパン (mm)	試験数 (体)	最大荷重 (kN)	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
150	2700	900	10	31.60	10.05	31.6
180	3240	1080	10	38.79	10.97	34.7
210	3780	1260	10	54.20	11.28	44.2
240	3780	1260	5	70.62	12.91	45.3
270	3780	1350	5	78.66	13.93	39.7
300	4800	1600	5	66.78	12.06	38.1
330	4800	1650	5	83.76	9.22	39.9
360	5760	1920	5	92.04	11.32	47.2
全体			55		11.28	39.2

注) 試験法は「構造用木材の強度試験法 ((財) 日本住宅・木材技術センター)」に準拠

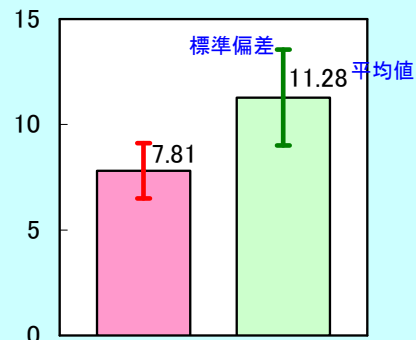
○最大荷重 (kN)



ほとんどの断面において、
差が認められなかった

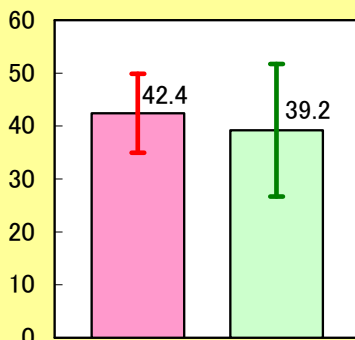
スギ
ベイマツ

○曲げヤング係数 (kN/mm²)



スギの方が低い傾向を示した

○曲げ強度 (N/mm²)

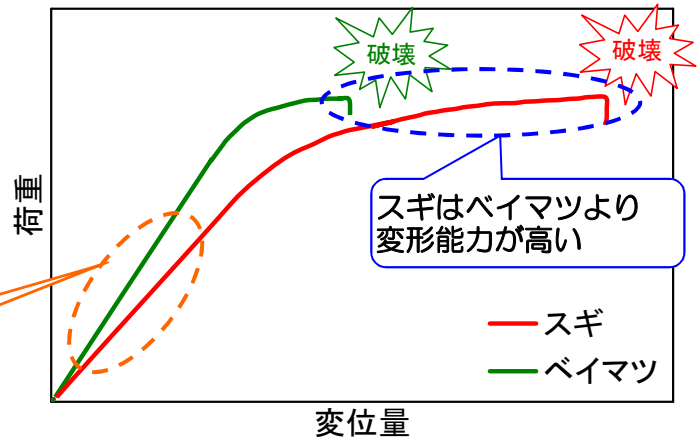


スギの方が高い傾向を示したが、
ほとんど差はなかった

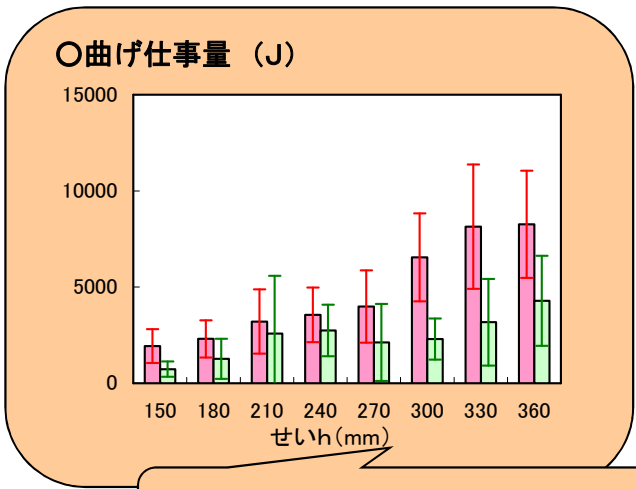
一般的に構造材の曲げ性能の指標としては、曲げヤング係数及び曲げ強度が用いられています。しかしながら、建築物に実用した場合には、部材の変形性能なども重要です。

スギとベイマツの典型的な荷重と変位量の関係（イメージ図）を示します。

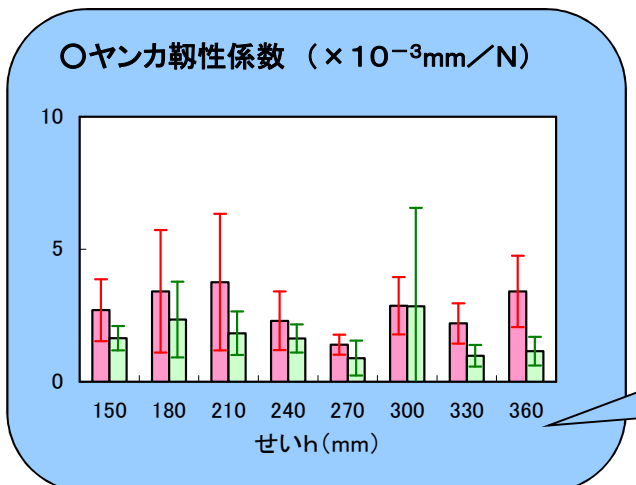
ベイマツはスギより剛性が高い



この荷重－変位量曲線から、「破壊するまでに吸収できるエネルギー量」や「粘り強さ」なども知ることができます。これらの指標となる曲げ仕事量及びヤンカ靱性係数について比較しました。



全ての断面においてスギがベイマツより高い傾向を示した



全ての断面においてスギがベイマツより高い傾向を示した

Topics エネルギー量

○曲げ仕事量(A)
 $A = \text{面積OBCD}$
 $P = \text{最大荷重}$
 $Y = \text{最大荷重時のたわみ(変位・変形量)}$
 $P_p = \text{比例限度荷重}$
 $Y_p = \text{比例限度時のたわみ(変位・変形量)}$
 値が大きいほど、エネルギー量が多い

○ヤンカ靱性係数(Z)
 $Z = (Y - Y_p) / (P - P_p)$
 比例限度以降、破壊(≒最大荷重)に至るまでの塑性域におけるたわみ(変位・変形量)を荷重で除して求めた値
 係数が大きいほど、高い靱性を有する

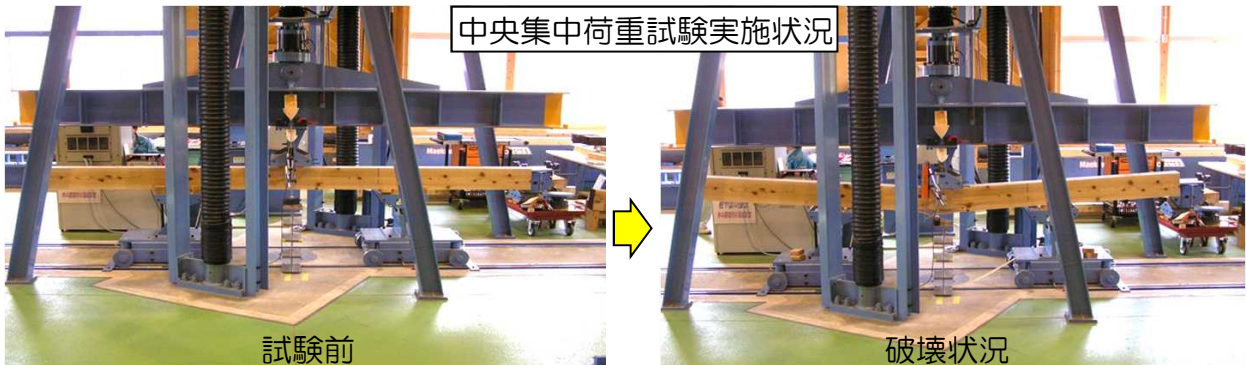
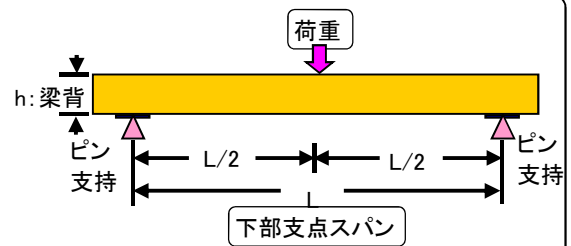
北原覺一(「木材物理」森北出版1966,P152)

スギ平角材は、ベイマツと同等の曲げ強度を有し、ベイマツよりも粘り強い特性をもっています。曲げヤング係数がベイマツより低いことから、たわみに留意する必要がありますが、横架材として十分な性能を持っていると考えられます。

7 梁背の違いによる影響をみる！ ～中央集中荷重法～

現実に設計されるスパンを考慮し、中央集中荷重とたわみ量の関係を明らかにする実大材による試験は、ほとんど実施されていません。

そこで、断面寸法別に、実際の「間」を想定し、曲げ破壊試験に取り組みました。



各スパンの最小梁背の荷重を1.00とした場合の、各梁背の荷重比の概数です。

◎中央集中荷重法による曲げ破壊試験結果

設定条件	梁背 h (mm)	下部支点 スパン L (mm)	試験数 (体)	最大荷重 (kN)	最大荷重比	梁背の 比率
5寸:1間	150	1820	8	47.23 37.56 ~ 55.12	1.00	1.00
6寸:1間	180	1820	9	58.43 47.92 ~ 76.76	1.24	1.20
7寸:1間	210	1820	7	77.67 56.12 ~ 95.40	1.64	1.40
7寸:1.5間	210	2730	7	49.21 38.80 ~ 60.92	1.00	1.00
8寸:1.5間	240	2730	8	66.29 62.56 ~ 72.00	1.35	1.14
9寸:1.5間	270	2730	7	72.24 53.76 ~ 86.40	1.47	1.29
尺:2間	300	3640	8	73.62 49.40 ~ 87.88	1.00	1.00
尺1寸:2間	330	3640	8	82.98 62.20 ~ 98.20	1.13	1.10
尺2寸:2間	360	3640	8	94.51 74.70 ~ 111.40	1.28	1.20

注)上段:平均値, 下段:最小値~最大値

同じ下部支点スパンにおいて、梁背が大きくなるにつれて、最大荷重(=耐荷重)は大きくなりました。

その中において、スパンが短く(1間)、梁背が小さい(5、6、7寸)条件の方が、荷重の上昇比が大きくなりました。これは、小さい断面の方が、30mm(=1寸)増しによる梁背の割増比率が大きかったことが要因と考えられます。

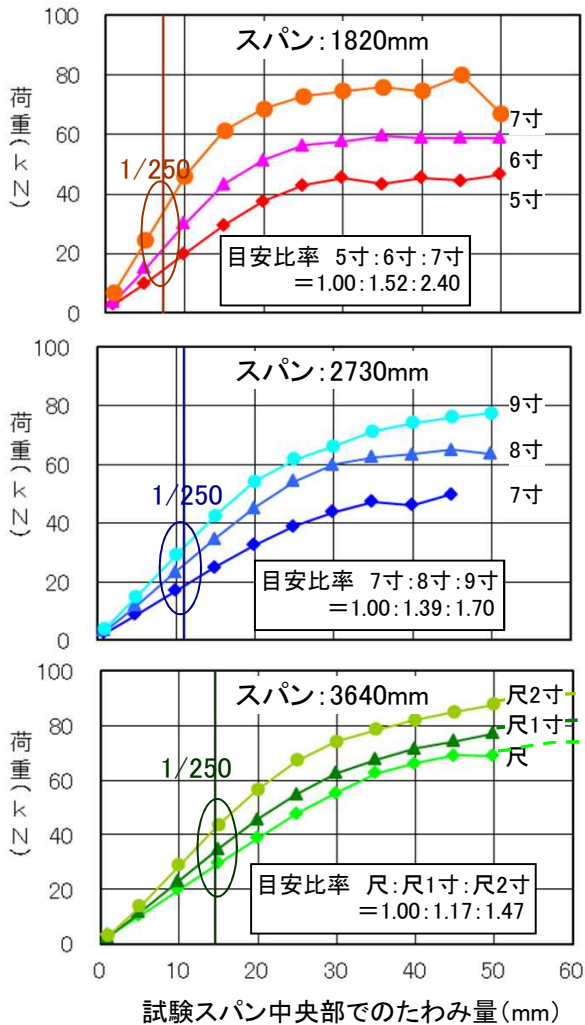
☆たわみ量がスパンの1/250となるときの荷重は？

各スパンの最小梁背の荷重を1.00とした場合の、各梁背の荷重比の概数です。

設定条件	梁背 h (mm)	下部支点 スパン L (mm)	たわみ量がスパンの1/250時の荷重と比率			
			たわみ量 (mm)	荷重 (kN)	荷重比	梁背の比率
5寸:1間	150	1820	10.20	14.5 ~ 18.44	1.00	1.00
6寸:1間	180	1820	7.3	19.12 ~ 27.04	1.52	1.20
7寸:1間	210	1820		24.60 ~ 43.90	2.40	1.40
7寸:1.5間	210	2730		16.00 ~ 20.60	1.00	1.00
8寸:1.5間	240	2730	11.0	22.36 ~ 28.56	1.39	1.14
9寸:1.5間	270	2730		25.04 ~ 36.48	1.70	1.29
尺:2間	300	3640		22.28 ~ 40.00	1.00	1.00
尺1寸:2間	330	3640	14.6	29.90 ~ 38.40	1.17	1.10
尺2寸:2間	360	3640		36.80 ~ 51.20	1.47	1.20

注1) 上段: 平均値, 下段: 最小値~最大値

注2) H12.5.31建設省告示第1459号により、たわみ量の許容値は、スパンの1/250以下



最大荷重と同様に、梁背とスパンの関係において、スパンが短く（1間）、梁背が小さい（5、6、7寸）条件の方が、荷重の上昇比が大きくなりました。しかしながら、その上昇割合は、最大荷重に比べてより高くなることが確認されました。

Topics 荷重とたわみ量

中央集中荷重による荷重とたわみ量の関係は、下記の公式で表されます。

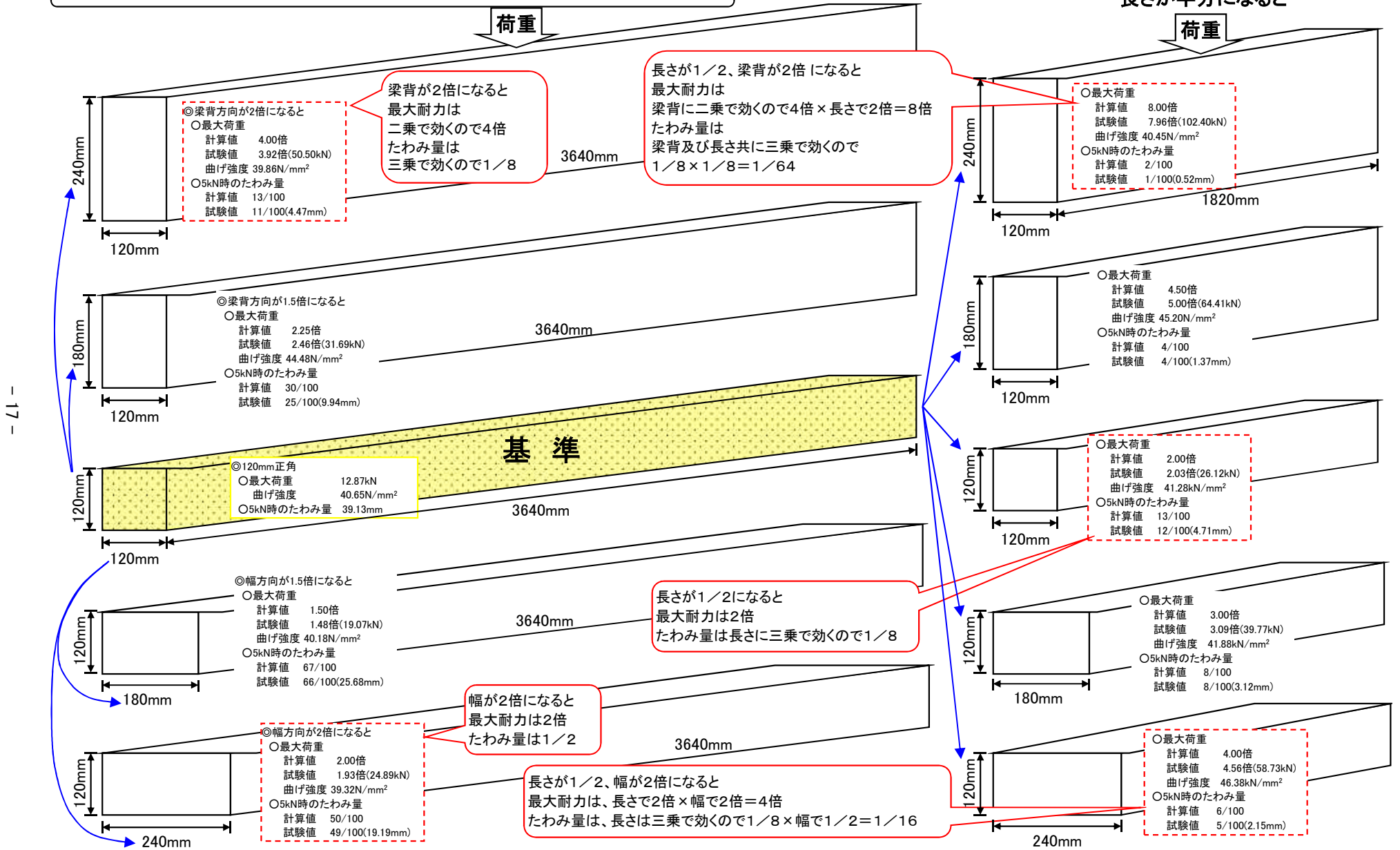
$$\delta = \frac{PL^3}{48IE}$$

δ : たわみ量(mm)
 P: 荷重(N)
 L: スパン(mm)
 E: 曲げヤング係数(N/mm²)
 I: 断面2次モーメント $I = bh^3/12$
 b: 幅 (mm)
 h: 梁背 (mm)

「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)」より

当実大材曲げ試験の結果は、この公式に適合することが確認できました。
 ゆえに、設計において、本公式を用い、中央集中荷重時のたわみ量が予測できると考えられます。

8 幅・梁背・長さの違いによる最大耐力とたわみ量への影響は？



9 梁桁材は「面下」で使った方が強い？

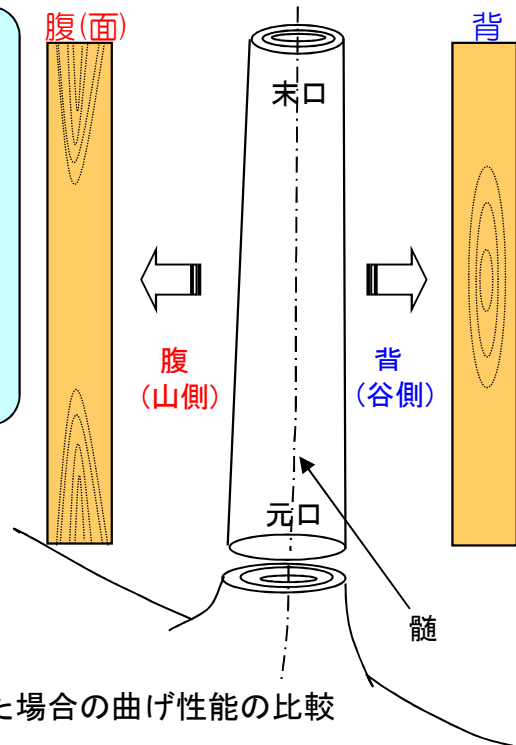
丸太材や太鼓落し材を梁桁に用いる場合、通常凸状に使われています。これは、背側に反り気味に育つ樹木の性質を利用して建物上部からの鉛直荷重に対し抵抗するためと考えられています。

これらの慣習によるためか、直材の平角材を梁桁に用いる場合も、面側を下部（引張側）に配置することが一般的なようです。そこで、本当に4面の目を切った平角材において、材料の向きによって、曲げ性能に違いがあるのかを確認するために、曲げ破壊試験を行いました。

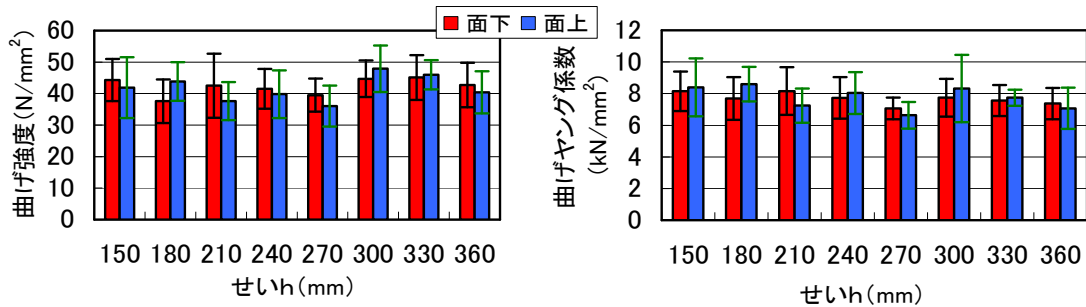
Topics 木には背と腹（面）がある

人間に背と腹がある様に、木にも背と腹（面）があります。一般的に傾斜地に育つ木は、少し谷側に膨らむように成長します。この谷側（凸側）が木の「背」となり、山側が「腹（面）」となります。

～立木と製材品のイメージ図（右図参照）～

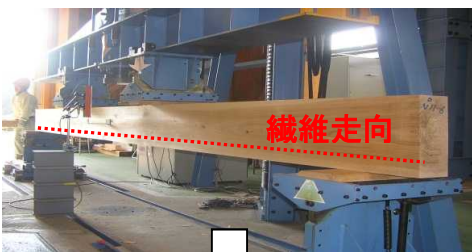


荷重方向に対して面下もしくは面上にした場合の曲げ性能の比較

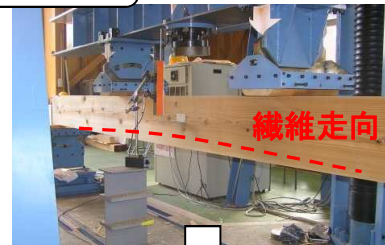


結果として、面を下側（引張側）もしくは上側（圧縮側）に設置した両者間において曲げヤング係数及び曲げ強度に有意な差はありませんでした。しかしながら、本試験は、短期的な参考的試験でしたので、今後は長期的な点（クリープ）も検証したいと考えています。

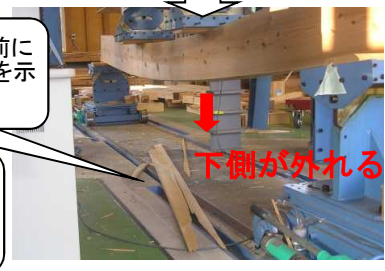
◎参考資料＝繊維走向の相違による破壊の進行（形態）の違いについて



条件：いずれも面が下側
相違：材長に対して、繊維走向が通っている（左写真）、途中で切れている（右写真）
留意：ただし、曲げ性能自体には違いはありませんでした。



引張側が徐々に引きちぎられ、繊維走向に沿って最下部から剥がれるように進んだ



第2部 とちぎスギ平角材「横架材スパン表」

住宅性能表示制度における9つの表示区分の一つ「構造の安定に関すること」の耐震・耐風等級の等級2以上を確保する場合、建築基準法上の壁量計算等の他に横架材や基礎の構造方法の安全性を確認する必要がある。

本スパン表は、木造軸組住宅の横架材が、性能表示制度の「構造の安定に関すること」耐震・耐風等級の等級2以上の性能規定に適合していることをチェックするための横架材の構造計算ツールVer1.3:(財)日本住宅・木材技術センター(以下、「計算ツール」と記す。)を用い構造計算した結果を、一覧表にとりまとめたものである。

- 本スパン表は、各スパン表に記載された条件(算定基準・たわみ制限・断面欠損・荷重の組合せ・部材の位置による荷重のかかり方等)から外れた場合には、原則として適用できない。ただし、設計荷重が本条件より小さい場合や、強度の高い部材を使用する場合など、本スパン表よりも安全側であることが確認できる場合には、適用が可能である。
- 本スパン表は、建築基準法で定められた許容応力度計算により導かれたもので、実際の建物の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ない。

作成フロー

1 対象

建物	法令等
部位	適用除外
モジュール	
建設地域	
部材	

2 許容応力度・許容たわみの決定

算定基準
設定強度
許容曲げ応力度(f_b)
許容せん断応力度(f_s)
許容たわみ

3 荷重の整理

固定荷重(G)
積載荷重(P)
積雪荷重(S)

4 断面性能及び諸定数

断面積(A)
断面係数(Z)
断面2次モーメント(I)

断面欠損
断面寸法調整係数(C_f)
変形増大係数

5 構造計算

曲げモーメント(M) → 曲げ応力度(σ)
せん断力(Q) → せん断応力度(τ)
たわみ量 δ → δ / スパン L

6 断面寸法の決定

1 対象

1.1 建物

2階建以下、延床面積500m²以下の木造軸組構法住宅

1.2 部位

- (1)床小ばり
- (2)床大ばり(屋根荷重非支持)
- (3)小屋ばり(石綿スレート、瓦)
- (4)軒げた
- (5)胴差(床小ばりが胴差に平行)
- (6)胴差(床小ばりが胴差に直交)

1.3 モジュール

0.91m(910mm)

1.4 建設地域

一般地域(積雪深50cm)

1.5 部材

栃木県産のスギ平角材(含水率18%を標準とする。)

平角材の幅、梁背(以下、「せい」とする。)は、針葉樹の構造用製材の日本農林規格(H19.8.29農林水産省告示第1083号5条、6条 寸法)に基づき、原則として次表の値を用いました。ただし、主に算定基準 E5.9においては、他の区分との余裕度を考慮し、次表寸法の間接値を記している箇所がある。

木口の短辺(幅) (mm)	木口の長辺(せい) (mm)											
	105	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	
105												
120												

※表以上の長辺(せい)寸法も算出している。

1.6 法令等

○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(積載荷重)
- 第86条(積雪荷重)
- 第89条(木材の許容応力度)

○告示

- (1)H12.5.31建設省告示第1452号(以下、建告1452号とする。)
(木材の基準強度を定める件)
- (2)H12.5.31建設省告示第1459号(以下、建告1459号とする。)
(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)

1.7 適用除外

(1) 横架材に大きな圧縮力又は引張力が生じる場合

横架材に生じる圧縮・引張力について確認を行っていないため、横架材に大きな圧縮・引張力が生じる場合には、別途検討を行う必要がある。

(2) 横架材の上下端に切り欠きを生じる場合

横架材側面の断面欠損がある場合には、その影響を考慮できるようにしてあるが、横架材の上下端に生じる切り欠きは対象としていない。従って横架材の上下端に切り欠きが生じる場合には別途検討を行う必要がある。

(3) はり継ぎを行う場合

構造計算ツールでは、横架材を支点間で継手がない単純ばりとして計算しており、はり継手は対象としていない。はり継ぎを行う場合には別途検討を行う必要がある。

(4) 横座屈が生じる可能性がある場合

横架材の幅に比べてせいが大きい場合など、横座屈を生じる可能性がある場合は別途検討を行う必要がある。

(5) 主軸以外の方向に曲げを受ける場合

主軸以外に斜めに力が加わる場合(鉛直方向以外の力が加わる場合)には、別途検討を行う必要がある。

1.8 参考文献等

(1)「木質構造設計基準・同解説 -許容応力度・許容耐力設計法-」(2002),日本建築学会
(以下、「木質構造設計規準」とする。)

(2)「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」
(2000),(財)日本住宅・木材技術センター、建設省住宅局住宅生産課監修(以下、
「住木センタースパン表」とする。)

(3)「横架材の構造計算ツールVer1.3」,(財)日本住宅・木材技術センター

(4)「構造用木材の強度試験法」(2000),(財)日本住宅・木材技術センター

(5)「木材強度データの確率・統計手法」(1997),(有)木質構造研究所

2 許容応力度・許容たわみの決定

2.1 許容応力度(曲げ・せん断)の算出

(1) 許容応力度の計算

建築基準法施行令第89条により、木材の繊維方向の許容応力度は次の表の数値とする。

	荷重の状態	荷 重	許容応力度	備 考
一般地域	常時(長期)	G+P	$\frac{1.1F}{3}$	
	積雪時(短期)	G+P+S	$\frac{1.6F}{3}$	$\frac{1.6}{3} = \frac{2.0}{3} \times 0.8$

Fは、国土交通大臣の定める基準強度(圧縮 F_c 、引張 F_t 、曲げ F_b 、せん断 F_s)である
積雪時の許容応力度は、短期積雪時:短期許容応力度の0.8倍とする。(施行令89条)

(2) 設定強度

第1部に示した栃木県産スギ平角材の実大材曲げ破壊試験等の結果を基に、次のとおり算定基準及び曲げ強度を決定した。

① 算定基準

曲げヤング係数 (kN/mm ²)	算定基準の根拠
7.8	JAS E90クラスの下限值
6.8	木質構造設計規準 普通構造材
5.9	JAS E70クラスの下限值

② 設定強度

樹種	算定基準	設定強度 (N/mm ²)	
		曲げ (F _b)	せん断 (F _s)
とちぎ スギ材	E7.8	35.6	1.8
	E6.8	29.6	
	E5.9		

曲げ強度は、強度試験法に準じ、5%下限値とした

せん断強度は、建設省告示第1452号(H12.5.31)第6無等級材の基準強度とした

(3) 構造計算に用いた許容応力度及び曲げヤング係数

算出した許容応力度を次表に示す。

算定基準	荷重状態	許容応力度 (N/mm ²)		曲げヤング係数 (N/mm ²)
		曲げ (f _b)	せん断 (f _s)	
E7.8	G+P	13.05	0.66	7,800
	G+P+S	18.99	0.96	
E6.8	G+P	10.85	0.66	6,800
	G+P+S	15.79	0.96	
E5.9	G+P	10.85	0.66	5,900
	G+P+S	15.79	0.96	

G: 固定荷重、P: 積載荷重、S: 積雪荷重

2.2 許容たわみの設定

(1) 建築基準法施行令の許容たわみ

建築基準法施行令第82条第四号及び建告1459号において、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、及びその確認方法について、次のように定められている。

①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
床面に用いる梁が(梁のせい/梁の有効長さ) $\leq 1/12$ の場合

②建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる方法
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dが
次の条件を満たすこと
 $d \times \text{変形増大係数} / \text{梁の有効長さ} \leq 1/250$
変形増大係数: 木造の場合、2.0

(2) 構造計算に用いた許容たわみ

住木センタースパン表を参考に、次のとおりとした。

建設地域	部 位	許容たわみ(L:スパン)		変形増大係数
		G+P	G+P+S	
一般地域	小屋ばり、軒げた	L/150	L/100	2
	胴差(積雪荷重支持)	L/250	L/250	2
	胴差(積雪荷重非支持)	L/250	—	2
	床小ばり、床大ばり	L/250	—	2

3 荷重の整理

3.1 固定荷重(G)

住木センタースパン表を参考に、次のとおりとした。

部 位	荷重(N/m ²)	適 用
軽い屋根(水平面につき)	450	小屋ばり
重い屋根(水平面につき)	750	小屋ばり
軒天	700	
天井	250	
外壁	1000	
2階床	800	小ばり、胴差(平行)
根太スパン2.0m以下	1100	大ばり、胴差(直交)

固定荷重(G)一覧表

単位:N/m²

部 位	構 成	荷重	小計	改め計
軽い屋根 (屋根面につき)	石綿スレート(厚4.5mm)	200	380	
	アスファルトルーフィング	20		
	野地板(厚12mm)	70		
	たるき(平割4.5×6.0)	40		
	母屋(10.5×10.5)スパン2m以下	50		
屋根荷重 (水平面につき)	勾配による補正 4寸 : ×1.077		409	450
重い屋根 (屋根面につき)	瓦葺き(葺き土なし)	470	670	
	アスファルトルーフィング	20		
	野地板(小幅板厚15mm×100mm)	90		
	たるき(平割4.5×6.0)	40		
	母屋(10.5×10.5)スパン2m以下	50		
屋根荷重 (水平面につき)	勾配による補正 4寸 : ×1.077		722	750
軒天 (水平面につき)	鉄網モルタル仕上(アスファルトフェルト・下地込)	640	640	
	勾配による補正 4寸 : ×1.077		689	700
天井 (天井面につき)	つり木(つり木受け共)	50	250	250
	野縁(正割4.0×4.0)	30		
	石こうボード(厚12mm)	120		
	断熱材(厚100~200mm)	50		
重い外壁 (外壁面につき)	鉄網モルタル仕上t=12	0	970	1000
	(アスファルトフェルト、下地含む)	640		
	軸組	150		
	内装仕上板又はPB(胴縁込み)	150		
	断熱材(厚100mm)	30		
2階床 根太スパン 2.0m以下 (床面積につき)	フローリング又は畳	180	770	800
	床板(厚15mm)	90		
	根太(平割45×105)	100		
	床ばり	150		
	天井PB(つり木、受木、野縁等込)	250		
	間仕切り	300		
			1070	1100

注)改め計:算出した荷重小計を50N/m²単位に切り上げた値

3. 2 積載荷重(P)

建築基準法施行令第85条の規定により次の値とした。

種別	部位	荷重(N/m ²)	
強度計算用	床の小ばり	1800	
	床の大ばり、胴差	1300	
たわみ計算用	床の大ばり、胴差	600	建設省告示第1459号

3. 3 積雪荷重(S)

建築基準法施行令第86条の規定により次の値とした。

積雪荷重=積雪の単位重量×垂直積雪量×屋根形状係数(μb)

①積雪の単位重量:一般地 20N/cm/m²

②屋根形状係数 $\mu b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$ β :屋根勾配(度)

種別	屋根の勾配	荷重(N/m ²)
短期積雪時荷重(S)	4寸(雪止無し)	918

荷重計算一覧表

単位:N/m²

使用部位	荷重の種類		固定(G)	積載(P)	積雪(S)	合計	
1 床の小ばり	床	許容応力度	800	+	1800	=	2600
		たわみ計算	800	+	600	=	1400
2 床の大ばり (屋根荷重非支持)	床	許容応力度	1100	+	1300	=	2400
		たわみ計算	1100	+	600	=	1700
3 小屋ばり	屋根(軽)	屋根長期(常時)	450			=	450
		屋根短期(積雪時)	450		+	918	=	1368
	屋根(重)	屋根長期(常時)	750			=	750
		屋根短期(積雪時)	750		+	918	=	1668
	天井	天井荷重	250			=	250
4 軒げた	屋根(軽)	屋根長期(常時)	450			=	450
		屋根短期(積雪時)	450		+	918	=	1368
	屋根(重)	屋根長期(常時)	750			=	750
		屋根短期(積雪時)	750		+	918	=	1668
	軒天	軒天長期(常時)	700			=	700
天井	天井荷重	250			=	250	
5 胴差 (床小梁が平行)	床	長期許容応力度	800	+	1300	=	2100
		たわみ計算	800	+	600	=	1400
	屋根(軽)	屋根長期(常時)	450			=	450
		屋根短期(積雪時)	450		+	918	=	1368
	屋根(重)	屋根長期(常時)	750			=	750
		屋根短期(積雪時)	750		+	918	=	1668
	軒天	軒天長期(常時)	700			=	700
天井	天井荷重	250			=	250	
外壁	外壁荷重	1000			=	1000	
6 胴差 (床小梁が直交)	床	長期許容応力度	1100	+	1300	=	2400
		たわみ計算	1100	+	600	=	1700
	屋根(軽)	屋根長期(常時)	450			=	450
		屋根短期(積雪時)	450		+	918	=	1368
	屋根(重)	屋根長期(常時)	750			=	750
		屋根短期(積雪時)	750		+	918	=	1668
	軒天	軒天長期(常時)	700			=	700
天井	天井荷重	250			=	250	
外壁	外壁荷重	1000			=	1000	

4 断面性能及び諸定数

4.1 断面性能の算出

(1) 部材の断面性能

いずれの部材も長方形断面(幅 b ×せい h)を標準とする。

種 類	計 算 式
断面積 A	$A=b \times h$
断面係数 Z	$Z=b \times h^2/6$
断面2次モーメント I	$I=b \times h^3/12$

(2) 断面欠損の算定(側面の場合)

仕口加工による側面の切り欠きを考慮し、次のとおり、断面性能を調整した。

部 材	調整値(%)	調整対象
床小ばり	0	断面積 A 断面係数 Z 断面2次モーメント I
床大ばり	20	
小屋ばり	0	
軒げた	10	
胴差(小ばり平行)	0	
胴差(小ばり直交)	10	

4.2 諸定数の設定

(1) 断面寸法調整係数(C_f)

日本建築学会の木質構造設計規準に定められている横架材のせいが30cmを超える場合に用いる数値で、次式による

$$C_f = (300/h)^{1/9}$$

h : 梁せい(mm)

※部材のせいが300mmを超える場合、曲げ許容応力度 f_s に本係数 C_f を乗じる。

(2) 変形増大係数

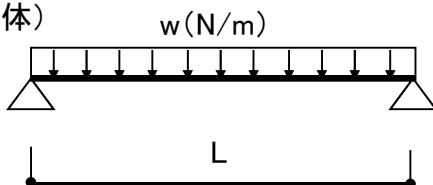
長期荷重に対するたわみの検討を行う際に、クリープの影響を考慮するために変形増大係数を乗じて設計用のたわみを算出する。本スパン表では、建告1459号に基づき2.0を採用している(=曲げヤング係数を1/2している)。

5 構造計算

(1) 単純ばりの曲げモーメント(M)・せん断力(Q)・たわみ(δ)の計算式

横架材にかかる荷重の形式により、次の計算式を用いた。

① 等分布荷重(全体)



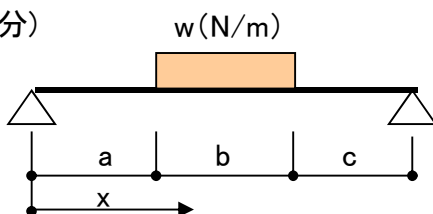
$$M = wL^2 / 8 \quad (\text{N}\cdot\text{m})$$

$$Q = wL / 2 \quad (\text{N})$$

$$\delta = 5wL^4 / 384EI \quad (\text{mm})$$

w: 等分布荷重(N/m)
L: スパン(mm)
M: 曲げモーメント(N・m)
Q: せん断力(N)
δ: たわみ量(mm)
E: 曲げヤング係数(N/mm²)
I: 断面2次モーメント(=bh³/12)
※以下、同じとする

② 等分布荷重(部分)



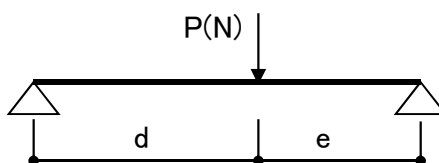
$$M = wb(c+b/2)/L \times (a+(2bc+b^2)/4L) \quad (\text{N}\cdot\text{m})$$

$$Q = wb(b+2c)/2L \quad (\text{N})$$

$$\delta = \frac{wb[x(2c+b)\{(2a+b)(2L+2c+b)-b^2-4x^2\}+2L(x-a)^4/b]}{48EIL} \quad (\text{mm})$$

$x = a+b/L(c+b/2)$
x: 曲げモーメントが最大となる位置を示す。

③ 中央集中荷重



$$M = Pde / L \quad (\text{N}\cdot\text{m})$$

$$Q = Pd / L \quad (\text{N})$$

$$\delta = Pe(L^2 - e^2)^{3/2} / 9\sqrt{3}EIL \quad (\text{mm})$$

P: 集中荷重(N)
d,e: 荷重位置、ただし $d \geq e$ (mm)

(2) 荷重の組合せ

複数の集中荷重が同時に横架材にかかる場合には、次に述べる考え方に従って、各々の曲げモーメント、せん断力、たわみを足しあわせる。

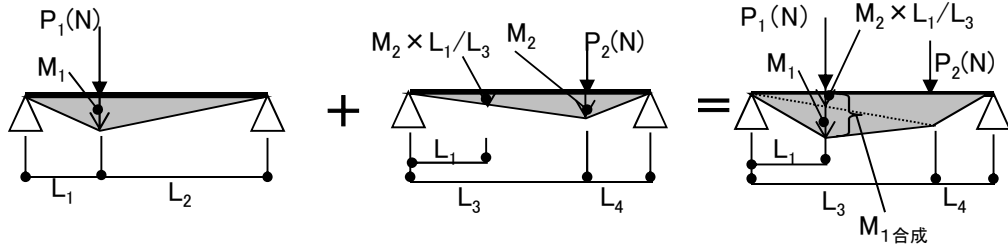
等分布(全体、部分)荷重の曲げモーメント、せん断、たわみは集中荷重の曲げモーメント等に足しあわせる。

①集中荷重が2点の場合

<曲げモーメント>

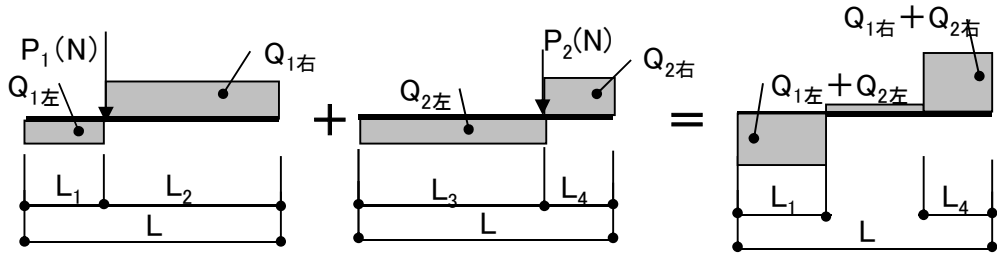
複数の集中荷重がある場合、計算された最大曲げモーメントを単純に加算すると曲げモーメントを過大に評価することになる。従って、本計算ツールでは2箇所の集中荷重がかかる場合、 $M_{1合成}$ は、下の図の様に、 P_1 による最大曲げモーメント M_1 に、 P_2 による曲げモーメントの、荷重位置 L_1 における曲げモーメント($M_2 \times L_1/L_3$)を加算する。

同様に、荷重位置 L_3 における曲げモーメント $M_{2合成} = M_2 + M_1 \times L_4/L_2$ を計算し、 $M_{1合成}$ と $M_{2合成}$ の大きい方を集中荷重 P_1 と P_2 による最大曲げモーメントとしている。



<せん断力>

せん断力は左右非対称に集中荷重がかかると、右から計算する場合と左から計算する場合で結果が異なることがあることから、2点以下の集中荷重が生じる場合、右からと左からの両方で下の計算を行い、その大きい方を採用する。



P_1 によるせん断力は、 L_1 間： $Q_{1左} = P_1 \cdot L_1 / L$ 、 L_2 間： $Q_{1右} = P_1 \cdot L_2 / L$ となる。

P_2 によるせん断力は、 L_3 間： $Q_{2左} = P_2 \cdot L_4 / L$ 、 L_4 間： $Q_{2右} = P_2 \cdot L_3 / L$ となる。

従って、 $P_1 + P_2$ によるせん断力は、

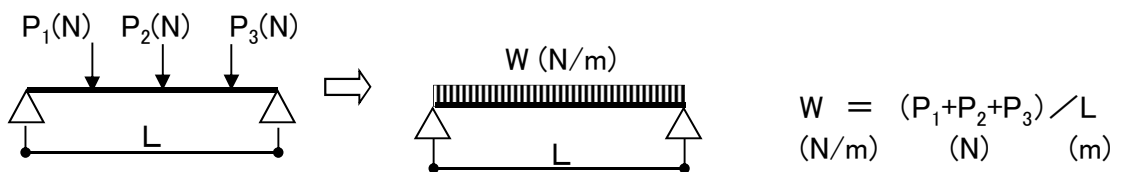
$Q_{1左} + Q_{2左} = P_1 \cdot L_1 / L + P_2 \cdot L_4 / L$ と $Q_{1右} + Q_{2右} = P_1 \cdot L_2 / L + P_2 \cdot L_3 / L$ の大きい方となる。

<たわみ>

たわみは足しあわせるとき、最大たわみの加算であっても過大にならないので、最大たわみを足しあわせる。

②集中荷重が3点以上の場合

集中荷重が3点以上の場合には、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、たわみの計算を行う。



(3) 部材の応力度・たわみの計算(設計値)

① 曲げ応力度 σ (シグマ) の計算

$$\sigma = \frac{M}{Z}$$

M: 横架材全体の最大曲げモーメント(N・mm)
Z: 断面係数

② せん断応力度 τ (タウ) の計算

$$\tau = 1.5 \times \frac{Q}{A}$$

Q: 横架材全体の最大せん断力(N)
A: 断面積(mm²)

③ たわみ δ (デルタ) の計算

$$\frac{\delta}{L}$$

L: 横架材のスパン(mm)

注) 仕口部の計算について

本構造計算ツールは、横架材端部の仕口の詳細が決定できないため、仕口におけるめり込み、せん断等の具体的な検討は行わず、仕口に生じる反力を示している。設計者はこの反力を用いて個々の設計に応じた仕口の検討を行う必要がある。

仕口の反力は一般地域では固定荷重+積載荷重(G+P)に対する反力とする。

6 断面寸法の決定

断面寸法は、曲げに関する諸性能の設計値が、すべて、とちぎスギ平角材の許容値を下回るせいを確認し、余裕度を考慮して決定した。

設計値

曲げ応力度: σ
せん断応力度: τ
たわみ: δ / L

<

許容値

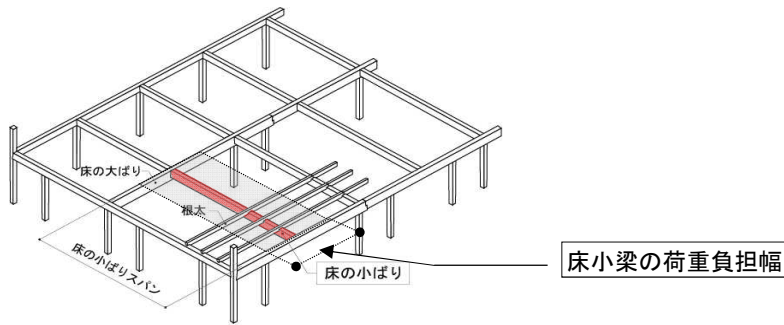
曲げ応力度: f_b
せん断応力度: f_s
たわみ: $1 / 250$

さらに、余裕度を考慮し断面寸法を決定

とちぎスギ平角材「横架材スパン表」

① 床小ばり	.....	32
② 床大ばり(屋根荷重非支持)	.....	33
③ 小屋ばり(石綿スレート、瓦)	.....	35
④ 軒げた	.....	37
⑤ 胴差(床小ばり平行)	.....	39
⑥ 胴差(床小ばり直交)	.....	41

① 床小ばりのスパン表



〈計算の条件〉

樹種		とちぎスギ材		
算定基準		E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800	5900
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6	
	せん断強度(N/mm ²)	1.8		

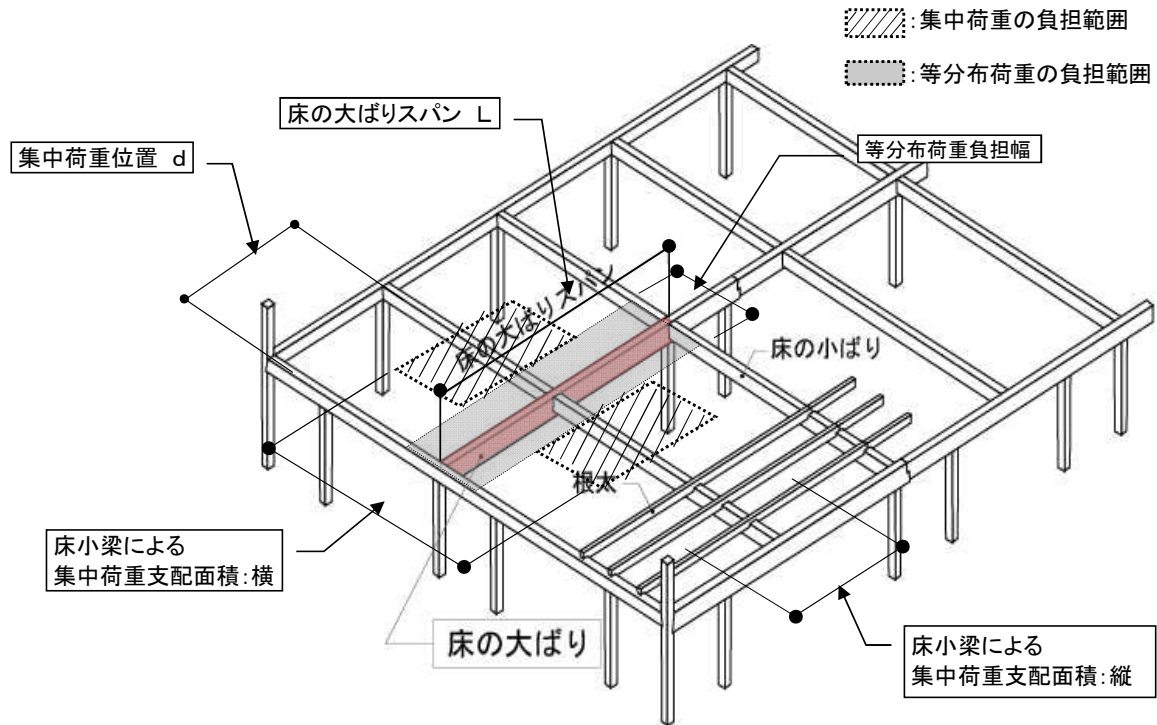
荷重条件	床荷重	等分布荷重(許容応力度計算用)(N/m ²)	2600
		等分布荷重(たわみ計算用)(N/m ²)	1400
許容たわみ	たわみのスパンに対する比	スパンの1/	250
その他の条件	変形増大係数		2
	断面欠損の考慮		0%

〈床小ばりスパン表〉

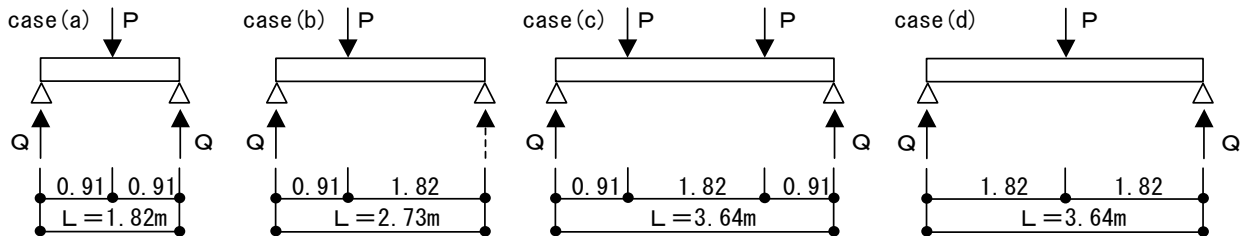
床小ばりの荷重負担幅(mm)	床小ばりのスパン L (mm)	幅105mm とちぎスギ材					
		E7.8		E6.8		E5.9	
		せい(h)(mm)	材端反力(N)	せい(h)(mm)	材端反力(N)	せい(h)(mm)	材端反力(N)
910	2730	150	3,314	150	3,314	165	3,322
	3640	210	4,463	210	4,463	225	4,475
	4550	270	5,635	270	5,635	270	5,635
1365	2730	180	4,946	180	4,946	195	4,954
	3640	240	6,639	240	6,639	255	6,650
	4550	300	8,355	300	8,355	315	8,369
1820	2730	210	6,577	210	6,577	210	6,577
	3640	270	8,815	270	8,815	270	8,815
	4550	300	11,046	330	11,074	330	11,074

床小ばりの荷重負担幅(mm)	床小ばりのスパン L (mm)	幅120mm とちぎスギ材					
		E7.8		E6.8		E5.9	
		せい(h)(mm)	材端反力(N)	せい(h)(mm)	材端反力(N)	せい(h)(mm)	材端反力(N)
910	2730	150	3,326	150	3,326	165	3,336
	3640	210	4,486	210	4,486	225	4,499
	4550	240	5,639	240	5,639	255	5,656
1365	2730	180	4,960	180	4,960	180	4,960
	3640	240	6,665	240	6,665	240	6,665
	4550	270	8,363	270	8,363	300	8,395
1820	2730	180	6,575	180	6,575	195	6,584
	3640	240	8,818	240	8,818	255	8,831
	4550	300	11,086	300	11,086	330	11,118

② 床大ばりのスパン表



集中荷重による場合分け: 床小ばりによる集中荷重のパターンによってcase(a)～case(d)に場合分けを行う。



〈計算の条件〉

樹種		とちぎスギ材		
算定基準		E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800	5900
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6	
	せん断強度(N/mm ²)	1.8		

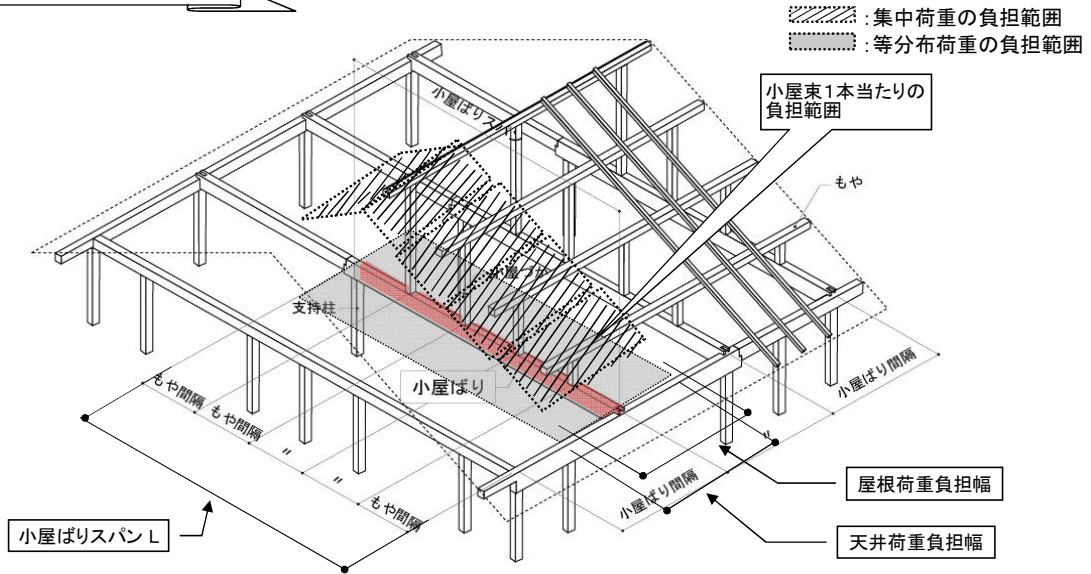
荷重条件	床荷重	等分布荷重負担幅(mm)	303
		等分布荷重(許容応力度計算用)(N/m ²)	2400
		等分布荷重(たわみ計算用)(N/m ²)	1700
許容たわみ	たわみのスパンに対する比	スパンの1/	250
その他の条件	変形増大係数		2
	断面欠損の考慮		20%

<床大ばりスパン表>

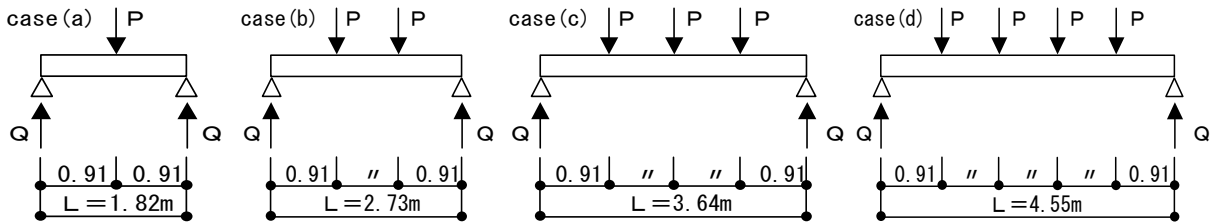
集中荷重の形式	床大ばりのスパンL (mm)	床小ばりによる集中荷重支配面積		荷重位置 d (mm)	幅105mm					
					とちぎスギ材					
		縦 (mm)	横 (mm)		E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
case(a)	1820	1820	2730	910	210	6,703	210	6,703	225	6,708
		1820	3640		240	8,701	270	8,713	270	8,713
		1820	4550		300	10,711	300	10,711	300	10,711
case(b)	2730	1820	2730	1820	270	9,094	270	9,094	270	9,094
		1820	3640		330	11,778	330	11,778	330	11,778
		1820	4550		-	-	-	-	-	-
case(c)	3640	1820	2730	910 2730	390	13,540	390	13,540	390	13,540
		1820	3640		-	-	-	-	-	-
		1820	4550		-	-	-	-	-	-
case(d)	3640	1820	2730	1820	330	7,533	330	7,533	345	7,544
		1820	3640		360	9,543	360	9,543	375	9,554
		1820	4550		390	11,553	390	11,553	405	11,564

集中荷重の形式	床大ばりのスパンL (mm)	床小ばりによる集中荷重支配面積		荷重位置 d (mm)	幅120mm					
					とちぎスギ材					
		縦 (mm)	横 (mm)		E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
case(a)	1820	1820	2730	910	210	6,714	210	6,714	210	6,714
		1820	3640		240	8,714	240	8,714	240	8,714
		1820	4550		270	10,715	270	10,715	270	10,715
case(b)	2730	1820	2730	1820	240	9,096	240	9,096	255	9,106
		1820	3640		300	11,785	300	11,785	300	11,785
		1820	4550		360	14,473	360	14,473	360	14,473
case(c)	3640	1820	2730	910 2730	360	13,556	360	13,556	375	13,569
		1820	3640		-	-	-	-	-	-
		1820	4550		-	-	-	-	-	-
case(d)	3640	1820	2730	1820	300	7,543	330	7,568	330	7,568
		1820	3640		330	9,556	360	9,581	360	9,581
		1820	4550		360	11,569	390	11,595	390	11,595

③ 小屋ばりのスパン表



集中荷重による場合分け: 小屋束による集中荷重のパターンによってcase(a)~case(d)に場合分けを行う。



P: 小屋づか反力

L: 小屋ばりスパン

〈計算の条件〉

樹種		とちぎスギ材		
算定基準		E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800	5900
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6	
	せん断強度(N/mm ²)	1.8		

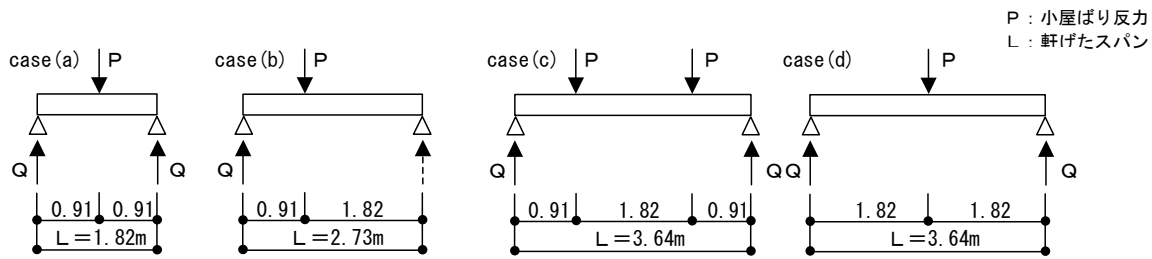
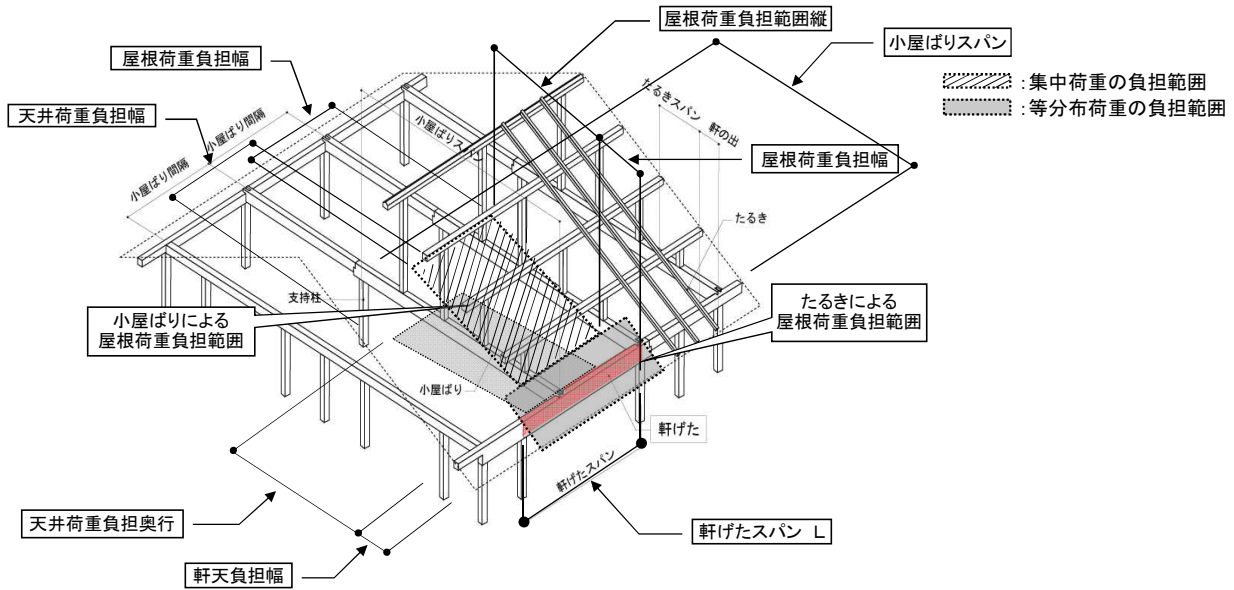
荷重条件	屋根荷重	もや間隔(mm)		910		
		小屋ばり間隔(mm)		1820		
		屋根の種類・単位積雪荷重	地域積雪量	耐積雪等級	等分布荷重(固定荷重)(N/m ²)	等分布荷重(長期積雪)(N/m ²)
	石綿スレート葺き 4寸 雪止め無し	一般地域 (積雪 50cm)	等級なし	450	適用外	1368
	瓦葺き 4寸 雪止め無し	一般地域 (積雪 50cm)	等級なし	750	適用外	1668
天井荷重	天井荷重(N/m ²)		250			
	天井荷重支配幅 (mm)		1820			
許容たわみ	たわみのスパンに対する比(固定荷重)				スパンの1/	150
	たわみのスパンに対する比(一般地: 短期積雪)				スパンの1/	100
その他の条件	変形増大係数		2			
	断面欠損の考慮		0%			

<小屋ばりスパン表>

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	小屋ばり の スパンL (mm)	荷重位置 d (mm)	幅105mm					
					とちぎスギ材					
					E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	105	826	105	826	105	826
		case(b)	2730	910 1,820	150	1,451	150	1,451	150	1,451
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	2,081	180	2,081	195	2,092
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	240	2,750	240	2,750	240	2,750
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	105	1,074	105	1,074	105	1,074
		case(b)	2730	910 1,820	150	1,948	150	1,948	165	1,956
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	210	2,849	210	2,849	210	2,849
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	240	3,744	255	3,758	270	3,772

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	小屋ばり の スパンL (mm)	荷重位置 d (mm)	幅120mm					
					とちぎスギ材					
					E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	120	838	120	838	120	838
		case(b)	2730	910 1,820	135	1,453	135	1,453	150	1,463
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	2,100	180	2,100	195	2,113
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	240	2,783	240	2,783	240	2,783
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	120	1,086	120	1,086	120	1,086
		case(b)	2730	910 1,820	150	1,960	150	1,960	165	1,969
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	2,845	180	2,845	195	2,858
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	240	3,776	240	3,776	255	3,792

④ 軒げたのSPAN表



〈計算の条件〉

樹種	とちぎスギ材		
算定基準	E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6
	せん断強度(N/mm ²)	1.8	

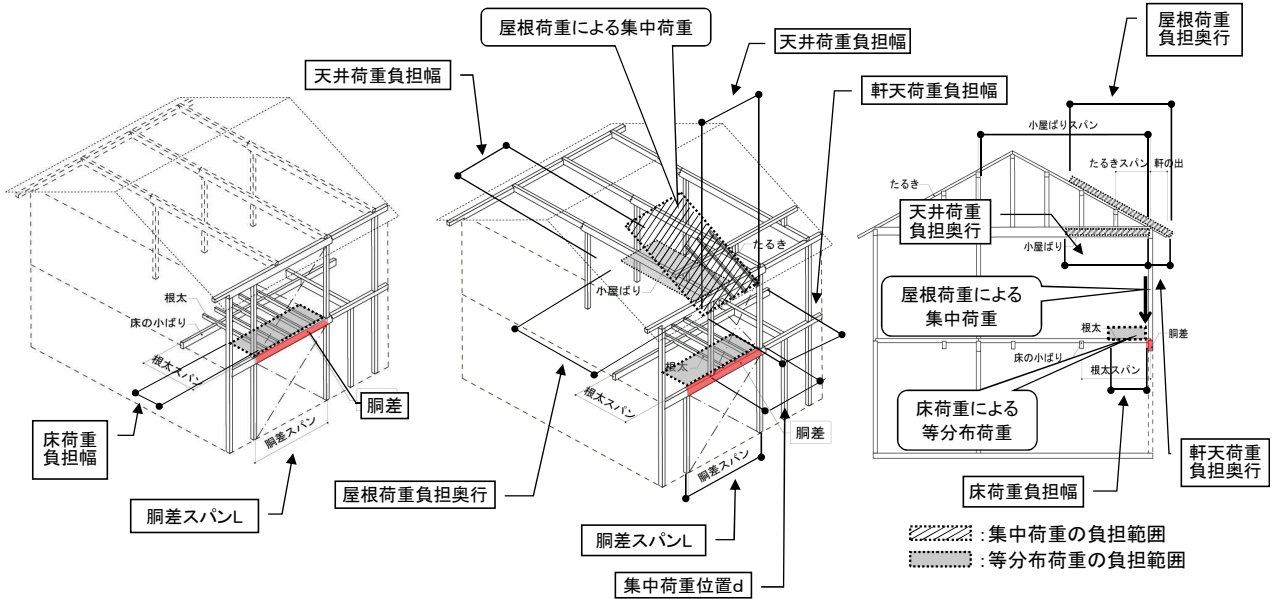
荷重条件	屋根荷重	屋根の種類・単位積雪荷重	地域積雪量	耐積雪等級	等分布荷重(固定荷重)(N/m ²)	等分布荷重(長期積雪)(N/m ²)	等分布荷重(短期積雪)(N/m ²)
		石綿スレート 葺き4寸 雪止め無し	一般地域(積雪50cm)	等級なし	450	適用外	1368
	瓦葺き4寸 雪止め無し	一般地域(積雪50cm)	等級なし	750	適用外	1668	
		たる木による屋根荷重負担幅 (mm)				1355	
	天井荷重	天井荷重(N/m ²)				250	
	軒天荷重	軒天荷重(N/m ²)				700	
		軒天負担幅(mm)				900	
	小屋ばり自重	スパン3640mm(N/m)				124	
		スパン4550mm(N/m)				159	
許容たわみ	たわみのスパンに対する比(固定荷重)					スパンの1/	150
	たわみのスパンに対する比(一般地は短期積雪)					スパンの1/	100
その他の条件	変形増大係数						2
	断面欠損						10%

<軒桁スパン表>

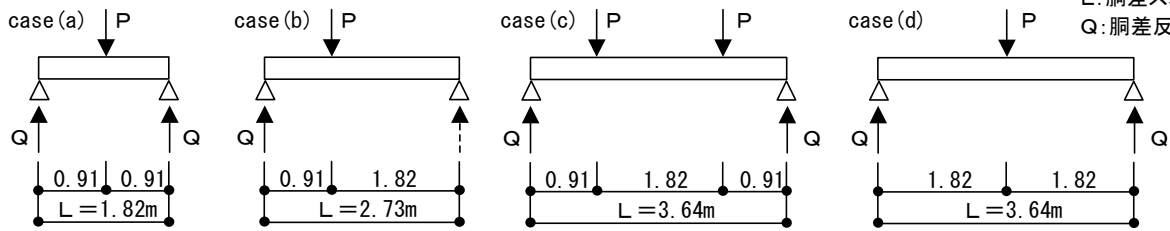
建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	軒げたの スパンL (mm)	荷重位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	幅105mm とちぎスギ材					
						E7.8		E6.8		E5.9	
						せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	135	2,265	135	2,265	150	2,270
					4550	135	2,622	150	2,628	165	2,634
		case(b)	2730	1820	3640	180	3,241	180	3,241	195	3,250
					4550	180	3,718	210	3,735	210	3,735
		case(c)	3640	910 2730	3640	240	4,608	240	4,608	255	4,619
					4550	270	5,346	270	5,346	285	5,357
		case(d)	3640	1820	3640	240	3,522	240	3,522	255	3,533
					4550	240	3,880	240	3,880	255	3,891
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	135	3,007	135	3,007	150	3,013
					4550	150	3,495	150	3,495	165	3,500
		case(b)	2730	1820	3640	180	4,293	210	4,310	210	4,310
					4550	210	4,953	210	4,953	210	4,953
		case(c)	3640	910 2730	3640	270	6,115	270	6,115	285	6,127
					4550	270	7,080	300	7,102	300	7,102
		case(d)	3640	1820	3640	240	4,634	240	4,634	255	4,646
					4550	270	5,139	270	5,139	285	5,150

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	軒げたの スパンL (mm)	荷重位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	幅120mm とちぎスギ材					
						E7.8		E6.8		E5.9	
						せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	120	2,265	135	2,272	135	2,272
					4550	135	2,630	135	2,630	150	2,636
		case(b)	2730	1820	3640	180	3,256	180	3,256	180	3,256
					4550	180	3,733	180	3,733	195	3,742
		case(c)	3640	910 2730	3640	240	4,634	240	4,634	255	4,646
					4550	240	5,349	270	5,375	270	5,375
		case(d)	3640	1820	3640	240	3,548	240	3,548	255	3,561
					4550	240	3,906	240	3,906	255	3,918
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	135	3,014	135	3,014	150	3,021
					4550	135	3,496	150	3,503	150	3,503
		case(b)	2730	1820	3640	180	4,307	180	4,307	195	4,317
					4550	180	4,950	210	4,969	210	4,969
		case(c)	3640	910 2730	3640	240	6,119	240	6,119	255	6,131
					4550	270	7,108	270	7,108	285	7,121
		case(d)	3640	1820	3640	240	4,660	240	4,660	255	4,673
					4550	240	5,142	240	5,142	255	5,155

⑤ 胴差(小ばり平行)の-span表



集中荷重による場合分け: 屋根荷重による集中荷重のパターンによってcase(a)~case(d)に場合分けを行う。P: 屋根荷重 L: 胴差スパン Q: 胴差反力



〈計算の条件〉

樹種		とちぎスギ材		
算定基準		E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800	5900
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6	
	せん断強度(N/mm ²)	1.8		

荷重条件	屋根荷重	屋根の種類・単位積雪荷重	地域積雪量	耐積雪等級	等分布荷重(固定荷重)(N/m ²)	等分布荷重(長期積雪)(N/m ²)	等分布荷重(短期積雪)(N/m ²)
		石綿スレート葺き 4寸 雪止め無し	一般地域(積雪50cm)	等級なし	450	適用外	1368
	瓦葺き 4寸 雪止め無し	一般地域(積雪50cm)	等級なし	750	適用外	1668	
	天井荷重	天井荷重(N/m ²)					250
	軒天荷重	軒天荷重(N/m ²)					700
		軒天負担幅(mm)					900
	床荷重	等分布荷重(応力度計算用) (N/m ²)					2100
		等分布荷重(たわみ計算用) (N/m ²)					1400
	外壁荷重	外壁荷重(N/m ²)					1000
		外壁高さ(mm)					2700
許容たわみ	たわみのスパンに対する比(長期)					スパンの1/	250
	たわみのスパンに対する比(短期:一般地域:短期積雪時荷重)					スパンの1/	250
その他の条件	変形増大係数						2
	断面欠損						0%

<胴差(小ばり平行)スパン表>

5-1 1、2階開口部一致
根太スパン:1820mm

胴差の スパン L (mm)	幅105mm					
	とちぎスギ材					
	E7.8		E6.8		E5.9	
	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
1820	150	4,252	150	4,252	165	4,258
2730	240	6,429	240	6,429	240	6,429
3640	300	8,617	300	8,617	315	8,628

胴差の スパン L (mm)	幅120mm					
	とちぎスギ材					
	E7.8		E6.8		E5.9	
	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
1820	135	4,254	150	4,260	150	4,260
2730	210	6,429	225	6,438	225	6,438
3640	270	8,623	285	8,636	300	8,649

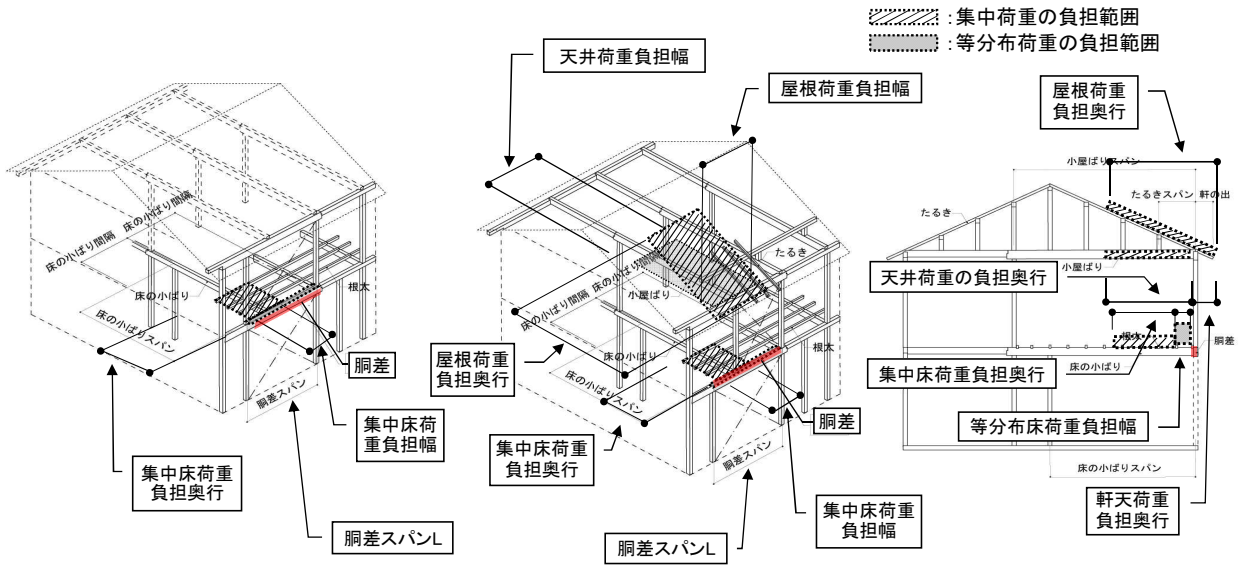
5-2 1、2階開口部不一致
一般地域(積雪量50cm)

たるきスパン910mm、根太スパン:1820mm、小屋ばり間隔:1820mm

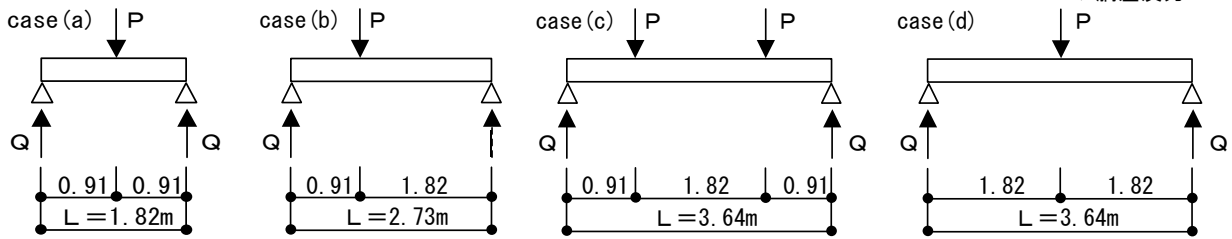
建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	胴差の スパン L (mm)	荷重位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	幅105mm					
						とちぎスギ材					
						E7.8		E6.8		E5.9	
						せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	210	6,376	210	6,376	225	6,381
					4550	210	6,666	240	6,677	240	6,677
		case(b)	2730	1820	3640	270	9,247	300	9,264	300	9,264
					4550	300	9,651	300	9,651	315	9,659
		case(c)	3640	910 2730	3640	390	12,887	390	12,887	405	12,898
					4550	390	13,466	405	13,477	420	13,489
		case(d)	3640	1820	3640	360	10,763	360	10,763	390	10,785
					4550	360	11,053	375	11,064	390	11,075
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	210	7,118	225	7,124	240	7,130
					4550	240	7,544	240	7,544	240	7,544
		case(b)	2730	1820	3640	300	10,254	300	10,254	315	10,263
					4550	300	10,806	300	10,806	315	10,815
		case(c)	3640	910 2730	3640	390	14,372	405	14,383	420	14,394
					4550	390	15,200	405	15,211	435	15,233
		case(d)	3640	1820	3640	360	11,505	375	11,517	390	11,528
					4550	390	11,942	390	11,942	420	11,964

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	胴差の スパン L (mm)	荷重位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	幅120mm					
						とちぎスギ材					
						E7.8		E6.8		E5.9	
						せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	210	6,387	210	6,387	210	6,387
					4550	210	6,677	210	6,677	225	6,683
		case(b)	2730	1820	3640	270	9,269	270	9,269	285	9,279
					4550	270	9,655	285	9,665	285	9,665
		case(c)	3640	910 2730	3640	360	12,903	375	12,915	390	12,928
					4550	360	13,482	390	13,508	405	13,521
		case(d)	3640	1820	3640	330	10,776	360	10,801	375	10,814
					4550	360	11,091	360	11,091	390	11,117
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	210	7,130	210	7,130	225	7,136
					4550	210	7,544	225	7,550	225	7,550
		case(b)	2730	1820	3640	270	10,259	285	10,269	300	10,278
					4550	270	10,811	285	10,821	300	10,830
		case(c)	3640	910 2730	3640	360	14,388	390	14,413	405	14,426
					4550	390	15,242	390	15,242	420	15,267
		case(d)	3640	1820	3640	360	11,544	360	11,544	390	11,570
					4550	360	11,958	390	11,984	390	11,984

⑥ 胴差(小ばり直交)の-span表



P: 屋根+床荷重
L: 胴差スパン
Q: 胴差反力



〈計算の条件〉

樹種		とちぎスギ材		
算定基準		E7.8	E6.8	E5.9
採用値	曲げヤング係数(N/mm ²)	7800	6800	5900
	曲げ強度(N/mm ²)	35.6	29.6	
	せん断強度(N/mm ²)	1.8		

荷重条件	屋根荷重	屋根の種類・単位積雪荷重	地域積雪量	耐積雪等級	等分布荷重(固定荷重)(N/m ²)	等分布荷重(長期積雪)(N/m ²)	等分布荷重(短期積雪)(N/m ²)
		石綿スレート葺き 4寸 雪止め無し	一般地域 (積雪 50cm)	等級なし	450	適用外	1368
		瓦葺き 4寸 雪止め無し	一般地域 (積雪 50cm)	等級なし	750	適用外	1668
天井荷重	天井荷重(N/m ²)	250					
	軒天荷重(N/m ²)	700					
軒天荷重	軒天負担幅(mm)	900					
	根太ピッチ(mm)	303					
床荷重	等分布荷重(応力度計算用)(N/m ²)	2400					
	等分布荷重(たわみ計算用)(N/m ²)	1700					
	外壁荷重(N/m ²)	1000					
外壁荷重	外壁高さ(mm)	2700					
	許容たわみ	たわみのスパンに対する比(長期)	スパンの1/			250	
許容たわみ	たわみのスパンに対する比(短期:一般地域:短期積雪時荷重)	スパンの1/			250		
その他の条件	変形増大係数	2					
	断面欠損	10%					

<胴差(小ばり直交)スパン表-1>

6-1 1、2階開口部一致 根太スパン:1820mm

集中荷重の形式	胴差のスパンL (mm)	荷重位置 (mm)	床小ばり間隔 (mm)	床小ばりスパン (mm)	幅105mm					
					とちぎスギ材					
					E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
case(a)	1820	910	1820	2730	180	5,506	180	5,506	195	5,511
				3640	180	6,499	195	6,505	210	6,511
case(b)	2730	1820	1820	2730	240	7,850	240	7,850	255	7,859
				3640	270	9,192	270	9,192	270	9,192
case(c)	3640	910 2730	1820	2730	330	11,124	330	11,124	345	11,135
				3640	360	13,133	360	13,133	375	13,145
case(d)	3640	1820	1820	2730	330	8,473	330	8,473	345	8,484
				3640	330	9,467	330	9,467	360	9,489

集中荷重の形式	胴差のスパンL (mm)	荷重位置 (mm)	床小ばり間隔 (mm)	床小ばりスパン (mm)	幅120mm					
					とちぎスギ材					
					E7.8		E6.8		E5.9	
					せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)
case(a)	1820	910	1820	2730	180	5,515	180	5,515	180	5,515
				3640	180	6,509	180	6,509	195	6,515
case(b)	2730	1820	1820	2730	240	7,870	240	7,870	240	7,870
				3640	240	9,195	240	9,195	255	9,204
case(c)	3640	910 2730	1820	2730	330	11,159	330	11,159	345	11,172
				3640	330	13,146	330	13,146	360	13,172
case(d)	3640	1820	1820	2730	300	8,483	315	8,496	330	8,509
				3640	330	9,502	330	9,502	345	9,515

<胴差(小ばり直交)スパン表-2>

6-2 1、2階開口部不一致 たるきスパン910mm、根太スパン:1820mm、小屋ばり間隔:1820mm

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中 荷重 の形式	胴差の スパン L (mm)	荷重 位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	床小ばり スパン (mm)	幅105mm							
							とちぎスギ材							
							E7.8		E6.8		E5.9			
							せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)		
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	2730	240	7,629	240	7,629	240	7,629		
						3640	240	8,623	240	8,623	255	8,629		
					4550	2730	240	7,919	240	7,919	255	7,925		
		3640				240	8,913	240	8,913	255	8,918			
		case(b)			2730	1820	3640	2730	300	10,686	300	10,686	315	10,694
								3640	330	12,027	330	12,027	330	12,027
	4550		2730	300			11,072	315	11,081	330	11,089			
		3640	330	12,414			330	12,414	330	12,414				
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910			3640	2730	240	8,372	240	8,372	255	8,377
								3640	240	9,366	240	9,366	270	9,377
					4550	2730	240	8,786	255	8,791	255	8,791		
		3640				270	9,791	270	9,791	270	9,791			
case(b)		2730			1820	3640	2730	330	11,693	330	11,693	330	11,693	
							3640	330	13,018	330	13,018	345	13,026	
	4550		2730	330		12,245	330	12,245	345	12,253				
3640			330	13,570		330	13,570	345	13,578					

建設地 (積雪量) 耐積雪 等級	屋根の 種類	集中 荷重 の形式	胴差の スパン L (mm)	荷重 位置 d (mm)	小屋ばり スパン (mm)	床小ばり スパン (mm)	幅120mm							
							とちぎスギ材							
							E7.8		E6.8		E5.9			
							せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)	せい(h) (mm)	材端反力 (N)		
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿 スレート 葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	2730	210	7,629	240	7,642	240	7,642		
						3640	240	8,636	240	8,636	240	8,636		
					4550	2730	240	7,932	240	7,932	240	7,932		
		3640				240	8,926	240	8,926	255	8,932			
		case(b)			2730	1820	3640	2730	300	10,710	300	10,710	300	10,710
								3640	300	12,035	300	12,035	315	12,044
	4550		2730	300			11,096	300	11,096	315	11,106			
		3640	300	12,421			300	12,421	315	12,431				
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910			3640	2730	240	8,385	240	8,385	240	8,385
								3640	240	9,378	240	9,378	255	9,385
					4550	2730	240	8,799	240	8,799	255	8,805		
		3640				240	9,792	240	9,792	255	9,799			
case(b)		2730			1820	3640	2730	300	11,700	300	11,700	315	11,709	
							3640	300	13,025	315	13,034	330	13,044	
	4550		2730	300		12,252	315	12,262	330	12,271				
3640			330	13,596		330	13,596	330	13,596					

第3部 スギとベイマツのспан表を比較してわかったこと！

1 バイマツのспан表を作成する！

第2部において、とちぎスギ平角材「横架材span表」を作成しました。さらに、従来より使用頻度の高いバイマツを用い、スギと同条件下で構造計算を実施し、実用における梁背の違いの目安を把握しました。

1.1 バイマツspan表のための強度性能・諸条件

(1) 強度性能

バイマツに用いた算定基準は「木質構造設計規準」普通構造材を、基準強度は建設省告示第1452号(H12.5.31)無等級材を適用しました。次の表は、バイマツとスギの強度性能を比較したものです。

	算定基準	曲げヤング係数 (N/mm ²)		基準強度 (N/mm ²)				密度 (g/cm ³)
		割合	割合	曲げ (Fb)	割合	せん断 (Fs)	割合	
バイマツ	E9.8	9807	1.00	28.2	1.00	2.4	1.00	0.50
スギ	E7.8	7800	0.80	35.6	1.26	1.8	0.75	0.40
	E6.8	6800	0.69	29.6	1.05			
	E5.9	5900	0.60					

注1)割合は、バイマツの各性能を1.00とした場合のスギの性能割合を示す

注2)スギの密度は、実験値を採用した

(2) 諸条件

span、負担荷重、その他の諸条件においては、すべてスギ平角材における構造計算と同条件としました。

(3) 構造計算

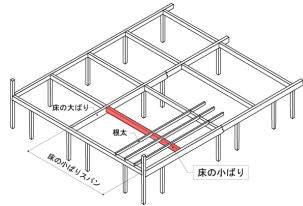
構造計算には、スギと同様に、「横架材の構造計算ツールVer1.3:(財)日本住宅・木材技術センター」を使用しました。

1. 2 スギとベイマツ (E9.8) のスパン表

(E9.8を基準とした、
スギのせい割増量)

- : 同一寸法
- : 1寸増し
- : 1.5寸増し
- : 2寸増し

(1) 床小ばり



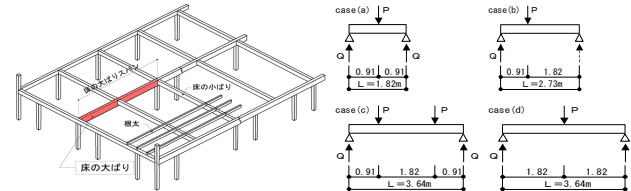
床小ばりの 荷重負担幅 (mm)	床小ばりの スパン L (mm)	幅105mm			
		ベイマツ E9.8	とちぎスギ材		
			E7.8	E6.8	E5.9
910	2730	135	150	150	165
	3640	180	210	210	225
	4550	240	270	270	270
1365	2730	150	180	180	195
	3640	210	240	240	255
	4550	270	300	300	315
1820	2730	180	210	210	210
	3640	240	270	270	270
	4550	270	300	330	330
幅120mm					
910	2730	135	150	150	165
	3640	180	210	210	225
	4550	210	240	240	255
1365	2730	150	180	180	180
	3640	210	240	240	240
	4550	240	270	270	300
1820	2730	180	180	180	195
	3640	210	240	240	255
	4550	270	300	300	330
せいの割増量の傾向	平均値	基準値	0.9寸増	0.9寸増	1.3寸増
	寸加工値		1寸増	1寸増	2寸増

・たわみ制限によりせいが決定されており、全体的な傾向として、E6.8以上のスギは、ベイマツに比べ1寸増

・床小ばりは、荷重負担が小さいことなどから基準のベイマツのせいも小さく、1寸増しによる割増効果が高く、大きな割増とならなかった

・床小ばりのスパンが2間半となり、間隔(荷重負担幅)が大きくなるような場合は、2寸増しとする必要がある

(2) 床大ばり

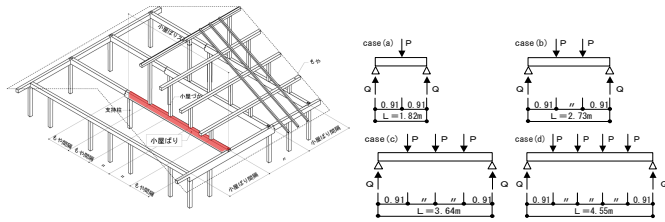


集中荷重 の形式	床大ばりの スパンL (mm)	床小ばりによる 集中荷重支配面積		集中荷重 位置 d(mm)	幅105mm				
		縦(mm)	横(mm)		ベイマツ E9.8	とちぎスギ材			
						E7.8	E6.8	E5.9	
case(a)	1820	1820	2730	910	210	210	210	225	
		1820	3640		240	270	270	270	
		1820	4550		270	300	300	300	
case(b)	2730	1820	2730	1820	240	270	270	270	
		1820	3640		300	330	330	330	
		1820	4550		-	-	-	-	
case(c)	3640	1820	2730	910 2730	360	390	390	390	
		1820	3640		-	-	-	-	
		1820	4550		-	-	-	-	
case(d)	3640	1820	2730	1820	300	330	330	345	
		1820	3640		360	360	360	375	
		1820	4550		390	390	390	405	
幅120mm									
case(a)	1820	1820	2730	910	210	210	210	210	
		1820	3640		240	240	240	240	
		1820	4550		270	270	270	270	
case(b)	2730	1820	2730	1820	240	240	240	255	
		1820	3640		270	300	300	300	
		1820	4550		300	360	360	360	
case(c)	3640	1820	2730	910 2730	330	360	360	375	
		1820	3640		-	-	-	-	
		1820	4550		-	-	-	-	
case(d)	3640	1820	2730	1820	300	300	330	330	
		1820	3640		330	330	360	360	
		1820	4550		360	360	390	390	
せいの割増量の傾向					平均値	基準値	0.5寸増	0.7寸増	0.8寸増
					寸加工値		1寸増	1寸増	1寸増

・スパンに比べせいが大きい、床大ばりにおいて、スギはたわみよりもせん断応力、ベイマツはたわみよりもスギに比べて低い曲げ応力の影響を受けることから、大きな割増とならなかった

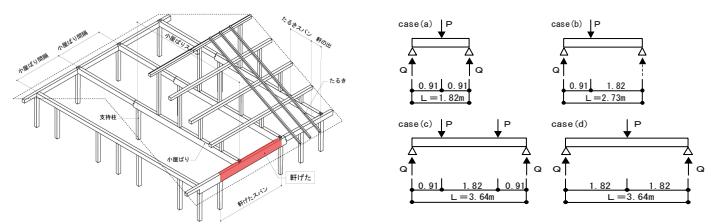
・ただし、関係する小ばりのスパンが大きい場合や、小ばりによる荷重負担が大きくなるような場合は、2寸増あるいは適用除外となるケースがあり、注意する必要がある

(3) 小屋ばり



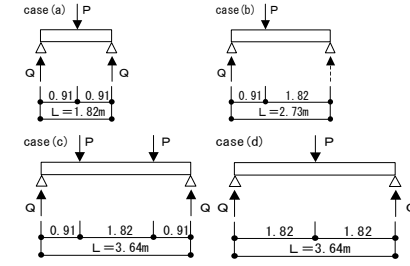
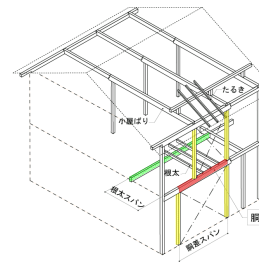
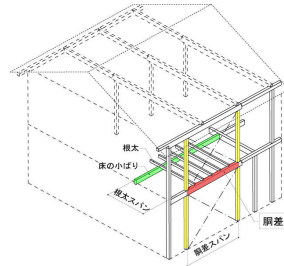
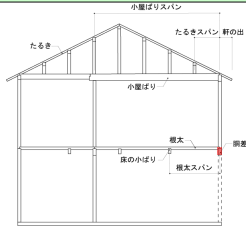
建設地 (積雪量) 耐積雪等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	小屋ばりの スパン(mm)	荷重位置 d (mm)	幅105mm			
					ベイツ E9.8	とちぎスギ材		
						E7.8	E6.8	E5.9
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿ス レート葺き 4寸	case(a)	1820	910	105	105	105	105
		case(b)	2730	910 1,820	135	150	150	150
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	180	180	195
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	210	240	240	240
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	105	105	105	105
		case(b)	2730	910 1,820	135	150	150	165
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	210	210	210
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	240	240	255	270
幅120mm								
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿ス レート葺き 4寸	case(a)	1820	910	120	120	120	120
		case(b)	2730	910 1,820	120	135	135	150
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	180	180	195
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	210	240	240	240
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	120	120	120	120
		case(b)	2730	910 1,820	135	150	150	165
		case(c)	3640	910 1,820 2,730	180	180	180	195
		case(d)	4550	910 1,820 2,730 3,640	210	240	240	255
せいの割増量の傾向				平均値 寸加工値	基準値	0.4寸増 1寸増	0.4寸増 1寸増	0.7寸増 1寸増
*小屋ばりは、荷重負担が小さいことなどから基準のベイツのせいも小さく、1寸増しによるせいの割増効果が高く、大きな割増とならなかった								

(4) 軒げた



建設地 (積雪量) 耐積雪等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	軒げたの スパンL (mm)	荷重位置 d (mm)	小屋ばりの スパン(mm)	幅105mm			
						ベイツ E9.8	とちぎスギ材		
							E7.8	E6.8	E5.9
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿ス レート葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	120	135	135	150
		case(b)	2730	1820	4550	135	135	150	165
		case(c)	3640	910 2730	3640 4550	180	180	180	195
		case(d)	3640	1820	3640 4550	210	240	240	255
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	135	135	135	150
		case(b)	2730	1820	4550	150	150	150	165
		case(c)	3640	910 2730	3640 4550	180	180	210	210
		case(d)	3640	1820	3640 4550	210	240	240	255
幅120mm									
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出 900mm	石綿ス レート葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	120	120	135	135
		case(b)	2730	1820	4550	120	135	135	150
		case(c)	3640	910 2730	3640 4550	150	180	180	180
		case(d)	3640	1820	3640 4550	180	180	180	195
	瓦葺き 4寸	case(a)	1820	910	3640	120	135	135	150
		case(b)	2730	1820	4550	135	135	150	150
		case(c)	3640	910 2730	3640 4550	180	180	210	210
		case(d)	3640	1820	3640 4550	210	240	240	255
せいの割増量の傾向				平均値 寸加工値	基準値	0.5寸増 1寸増	0.7寸増 1寸増	1.1寸増 2寸増	
*スギはたわみ、ベイツはたわみよりもスギに比べて低い曲げ応力の影響を受けせいが決定され、全体的な傾向として、E6.8以上は、ベイツに比べ1寸増									
*スパン1間、1間半は、荷重負担が小さいことなどから基準のベイツのせいも小さく、1寸増しによるせいの割増効果が高く、大きな割増とならなかった									
*スパン2間は、荷重負担が大きいことから、E6.8でも2寸増しとなるケースがあり、注意が必要である									

(5) 胴差(床小ばり平行)



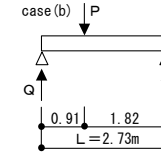
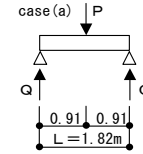
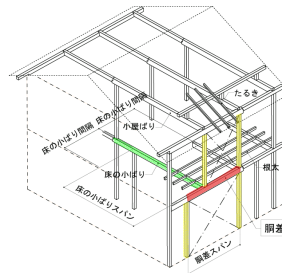
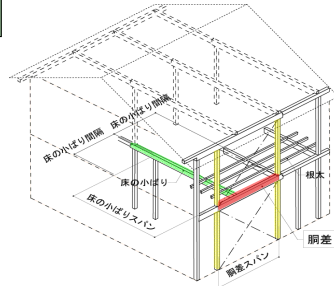
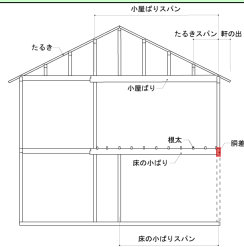
1、2階開口部一致

胴差のスパン (mm)	ベイマツ E9.8	幅105mm とちぎスギ材			
		E7.8	E6.8	E5.9	
		1820	135	150	165
2730	210	240	240		
3640	270	300	315		
幅120mm					
1820	135	135	150	150	
2730	210	210	225	225	
3640	270	270	285	300	
せいの割増 量の傾向	平均値 寸加工値	基準値	0.4寸増	0.7寸増	0.9寸増
・たわみ制限によりせいが決定されており、全体的な傾向として、 E6.8以上のスギは、ベイマツに比べ1寸増 ・1、2階開口部が一致し、荷重負担が小さいことなどから基準のベイマツのせいも小さく、1寸増しによる割増効果が高く、大きな割増とならなかった					

1、2階開口部不一致

建設地 (積雪量) 耐積雪等級	屋根の 種類	集中荷重 の形式	胴差 スパン (mm)	荷重 位置 (mm)	小屋根ばり スパン (mm)	幅105mm			
						ベイマツ E9.8	とちぎスギ材		
							E7.8	E6.8	E5.9
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出: 900mm	石綿ス レート葺 き4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	180	210	210	225
					4550	210	210	240	240
		case(b)	2730	1820	3640	270	270	300	300
					4550	270	300	300	315
	case(c)	3640	910	3640	360	390	390	405	405
				2730	4550	360	390	405	420
		case(d)	3640	1820	3640	330	360	360	390
					4550	360	360	375	390
	瓦葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	210	210	225	240
					4550	210	240	240	240
		case(b)	2730	1820	3640	270	300	300	315
					4550	270	300	300	315
case(c)	3640	910	3640	360	390	405	420	420	
			2730	4550	360	390	405	435	
	case(d)	3640	1820	3640	360	360	375	390	
				4550	360	390	390	420	
一般地域 (積雪量 50cm) 軒の出: 900mm	石綿ス レート葺 き4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	180	210	210	210
					4550	180	210	210	225
		case(b)	2730	1820	3640	240	270	270	285
					4550	240	270	285	285
	case(c)	3640	910	3640	330	360	375	390	390
				2730	4550	360	360	390	405
		case(d)	3640	1820	3640	330	360	360	375
					4550	330	360	360	390
	瓦葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	180	210	210	225
					4550	210	210	225	225
		case(b)	2730	1820	3640	240	270	285	300
					4550	270	270	285	300
case(c)	3640	910	3640	360	390	390	405	405	
			2730	4550	360	390	390	420	
	case(d)	3640	1820	3640	330	360	360	390	
				4550	360	390	390	390	
せいの割増量の傾向					平均値 寸加工値	基準値	0.7寸増	1寸増	1.5寸増
							1寸増	1寸増	2寸増
・たわみ制限によりせいが決定されており、全体的な傾向として、 E6.8以上のスギは、ベイマツに比べ1寸増 ・スパン2間、集中荷重2箇所の場合は、 E6.8においても1.5寸の割増しが必要 となるケースがあり、注意が必要である ・なお、 E5.9 においては、全体的な傾向として、 1寸を超える割増しが必要									

(6) 胴差(床小ばり直交)



1、2階開口部一致

集中荷重の形式	胴差スパン (mm)	荷重位置 (mm)	床小ばり間隔 (mm)	床小ばりスパン (mm)	幅105mm			
					ベイマツ E9.8	とちぎスギ材		
						E7.8	E6.8	E5.9
case(a)	1820	910	1820	2730	180	180	180	195
				3640	180	180	195	210
case(b)	2730	1820	1820	2730	210	240	240	255
				3640	240	270	270	270
case(c)	3640	910	1820	2730	300	330	330	345
				3640	330	360	360	375
case(d)	3640	1820	1820	2730	300	330	330	345
				3640	300	330	330	360
					幅120mm			
case(a)	1820	910	1820	2730	150	180	180	180
				3640	180	180	180	195
case(b)	2730	1820	1820	2730	210	240	240	240
				3640	210	240	240	255
case(c)	3640	910	1820	2730	300	330	330	345
				3640	300	330	330	360
case(d)	3640	1820	1820	2730	270	300	315	330
				3640	300	330	330	345
せいの割増量の傾向				平均値	基準値	0.8寸増	0.9寸増	1.3寸増
				寸加工値		1寸増	1寸増	2寸増

・スパン1間は、荷重負担が小さいことなどから、基準となるベイマツのせいも小さく、1寸増しによるせいの割増効果が高く、大きな割増とならず、E6.8以上は、ベイマツに比べ1寸増
 ・ただし、小ばり平行タイプと比べ、床小ばりによる荷重負担の影響が大きく、E5.9は、割増量が大きくなっている

1、2階開口部不一致

建設地 (積雪量) 耐積雪等級	屋根の種類	集中荷重の形式	胴差スパン (mm)	荷重位置 (mm)	小屋ばりスパン (mm)	床小ばりスパン (mm)	幅105mm			
							ベイマツ E9.8	とちぎスギ材		
								E7.8	E6.8	E5.9
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿スレート葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	2730	210	240	240	240
						3640	210	240	240	255
		4550	2730	210	240	240	255			
			3640	240	240	240	255			
		case(b)	2730	1820	3640	270	300	300	315	
					3640	300	330	330	330	
	4550	2730	300	300	315	330				
		3640	300	330	330	330				
	瓦葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	270	210	240	240	255
					3640	240	240	240	270	
		4550	2730	210	240	255	255			
			3640	240	270	270	270			
case(b)		2730	1820	3640	300	330	330	330		
				3640	300	330	330	345		
4550	2730	300	330	330	345					
	3640	300	330	330	345					
一般地域 (積雪量 50cm)	石綿スレート葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	270	210	210	240	240
					3640	210	240	240	240	
		4550	2730	210	240	240	240			
			3640	210	240	240	255			
		case(b)	2730	1820	3640	270	300	300	300	
					3640	270	300	300	315	
	4550	2730	270	300	300	315				
		3640	270	300	300	315				
	瓦葺き 4寸 軒の出 900mm 以下	case(a)	1820	910	3640	270	210	240	240	240
					3640	210	240	240	255	
		4550	2730	210	240	240	255			
			3640	210	240	240	255			
case(b)		2730	1820	3640	270	300	300	315		
				3640	270	300	315	330		
4550	2730	270	300	315	330					
	3640	300	330	330	330					
せいの割増量の傾向				平均値	基準値	0.9寸増	1寸増	1.3寸増		
				寸加工値		1寸増	1寸増	2寸増		

・スパンに比べせいが大きく、床小ばりと同様に、スギはたわみよりもせん断応力、ベイマツはたわみよりもスギに比べて低い曲げ応力の影響を受けることから、大きな割増とならなかった
 ・胴差のスパンが1間、1.5間の場合は、全体的な傾向として、E6.8以上のスギは、ベイマツに比べ1寸増
 ・なお、E5.9 においては、全体的な傾向として、1寸を超える割増しが必要

2 梁背を決定する主な要因とは？

断面(梁背)を決定した主たる要因

使用部位	ベイマツ	スギ		
	E9.8	E7.8	E6.8	E5.9
1 床小ばり	たわみ	たわみ		
2 床大ばり	曲げ	せん断		
3 小屋ばり	たわみ	たわみ		
4 軒げた	曲げ	たわみ		
5 胴差(平行)1,2階開口部一致	たわみ	たわみ		
	たわみ	たわみ		
6 胴差(直交)1,2階開口部不一致	曲げ	せん断	たわみ	
	たわみ			
	曲げ	せん断	せん断	
せん断	たわみ			
	たわみ			

○ほとんどの部位及びスパンにおいて、主にたわみによって梁背が決定された

○床大ばりや胴差(床小ばり直交)のように、スパンに比べて梁背が大きい場合などは、スギはせん断応力、ベイマツはスギに比べて低い曲げ応力によって梁背が決定された

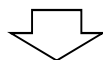
○したがって、部材の断面寸法(=梁背)は、たわみのみで決定されるわけではなかった

3 スギとベイマツの梁背の違いは？

ベイマツ(E9.8)に対するスギ梁背の割増の傾向

使 用 部 位		スギ		
		E7.8	E6.8	E5.9
1	床小ばり	0.9 寸増	0.9 寸増	1.3 寸増
2	床大ばり	0.5 寸増	0.7 寸増	0.8 寸増
3	小屋ばり	0.4 寸増	0.4 寸増	0.7 寸増
4	軒げた	0.5 寸増	0.7 寸増	1.1 寸増
5	胴差(平行)1,2階開口部一致	0.4 寸増	0.7 寸増	0.9 寸増
	胴差(平行)1,2階開口部不一致	0.7 寸増	1.0 寸増	1.5 寸増
6	胴差(直交)1,2階開口部一致	0.8 寸増	0.9 寸増	1.3 寸増
	胴差(直交)1,2階開口部不一致	0.9 寸増	1.0 寸増	1.3 寸増
※ 寸加工に対する割増率		1寸増		2寸増

- 1) スパンに比べ、せいが大きい床大ばりにおいて、スギはたわみよりもせん断応力、ベイマツはたわみよりもスギに比べて低い曲げ応力の影響を受けることから、大きな割増とならなかった
- 2) 小屋ばりは、荷重負担が小さいことなどからベイマツのせいも小さく、1寸増しによるせいの割増効果が高く、大きな割増とならなかった



○標準的な曲げヤング係数 (E6.8以上*) を有するスギでは、ベイマツ (E9.8) に比べて、ほぼ 1 寸増しで使用可能と推測される

*E6.8以上=本県のスギ平角材生産数の約80%を占めている

注) 全体的な傾向を示したものであることから、条件によっては、より多くの割増を必要とする場合がある

とちぎスギKD平角材プロデュース会 会員名簿（順不同）

会社名	氏名	区分	住所	TEL
栃木県木材業協同組合連合会	理事長 山口 武夫	—	宇都宮市新里町丁277-1	028-652-3687
二宮木材(株)	代表取締役 二ノ宮 英寿 専務取締役 二ノ宮 泰爾 専務取締役 二ノ宮 次郎	製材 設計 建築	那須塩原市四区町741-5 http://www.ninomiyamokuzai.com	0287-36-0056
(株)トーセン	代表取締役 東泉 清寿 工場長 宮川 俊哉	製材	矢板市山田67 http://www.tohsen.net	0287-43-8379
(有)田村材木店	代表取締役 田村 文宏	製材	日光市豊田381-4 http://www.tamura-zaimokuten.co.jp	0288-22-5648
益子林業(有)	代表取締役 益子 重具	製材	那須町伊王野723 http://www.masirin.com	0287-75-0016
(有)西村材木店	代表取締役 西村 交平	製材 建築	鹿沼市村井町190-1 http://www.mr-woodman.co.jp	0289-62-6278
(有)高見林業	代表取締役 齋藤 正	林業	鹿沼市上粕尾870-2 http://www002.upp.so-net.ne.jp/wood-kun/top.htm	0289-82-3007
(株)岡田建築設計事務所	代表取締役 岡田 裕 専務取締役 岡田 豊子	構造 設計	宇都宮市雀の宮6-3-5 http://osd-office.com	028-653-6018
(株)創建設計	代表取締役 佐治 則昭 設計主任 長谷部 均	構造 設計	宇都宮市宝木町1-37-14	028-600-4107
中村建築事務所	所長 中村 輝久	設計	那須塩原市西三島1-154-6	0287-37-1766
(株)山光	設計主任 田中 耕輝	設計 建築	矢板市扇町2-1610	0287-43-1688
栃木県林業センター「木材研究施設」	研究員	試験	大野英克・鈴木寿幸・亀山雄揮・安藤康裕	

協力 独立行政法人 雇用・能力開発機構 関東職業能力開発大学校 建築科

企画・編集・発行

栃木県林業センター

〒321-2105 栃木県宇都宮市下小池町280
TEL:028-669-2211 FAX:028-669-1027

栃木県環境森林部林業振興課

〒320-8501 栃木県宇都宮市塙田1-1-20
TEL:028-623-3277 FAX:028-623-3278

