

参考資料

スパンの計算方法

-1 道産 形梁の許容耐力

各条件の道産 形梁の許容耐力は、表 2（2 頁）の基準値をもとに次式により算出した。

$$\text{長期の許容曲げモーメント} \quad : \quad {}_L M = M \times 1.1/3 \times F_{\text{sys}}$$

$$\text{長期の許容せん断耐力} \quad : \quad {}_L Q = Q \times 1.1/3$$

$$\text{長期積雪に対する許容曲げモーメント} \quad : \quad {}_L M_s = M \times 1.3 \times 1.1/3 \times F_{\text{sys}}$$

$$\text{長期積雪に対する許容せん断耐力} \quad : \quad {}_L Q_s = Q \times 1.3 \times 1.1/3$$

$$\text{短期積雪に対する許容曲げモーメント} \quad : \quad {}_s M_s = M \times 0.8 \times 2/3 \times F_{\text{sys}}$$

$$\text{短期積雪に対する許容せん断耐力} \quad : \quad {}_s Q_s = Q \times 0.8 \times 2/3$$

F_{sys} は曲げシステム係数であり、小さな間隔で並列した曲げ部材（構造用集成材等のバラツキの小さな材料を除く）に構造用面材を張ることにより、高い強度の部材により多くの荷重が配分され、部材の下限値が引き上げられる効果を考慮したものである。今回の 形梁は製材と集成材の中間程度のバラツキを持つ材料と判断し、システム係数は 1.15 を採用することにした。そして、この数値を得るための床組と屋根組の施工条件を次のように定めた。

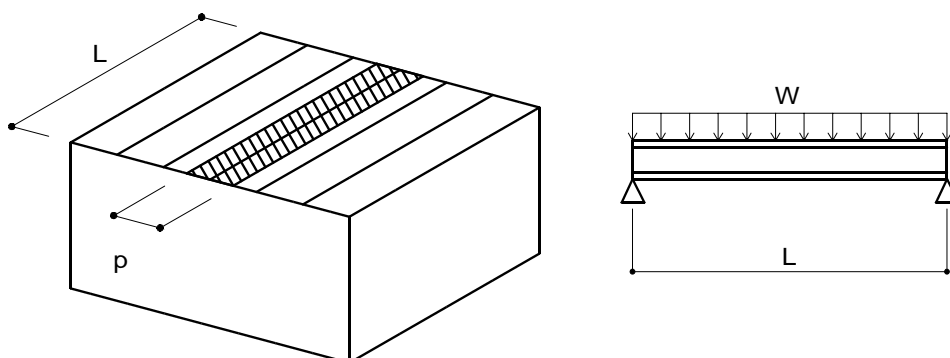
【床組の施工条件】

「床根太本数は 3 本以上、床根太間隔は 455mm 以下、受け材あり、厚さ 12mm の構造用合板、面材の釘打ち間隔は N50 を 150mm 以下とする。なお、受け材を省略するには、厚さ 15mm の本ざね継ぎ手を持つ構造用合板とし、釘打ち間隔は N65 を 150mm 以下とする。」

【屋根組の施工条件】

「たるき本数は 3 本以上、たるき間隔は 455mm 以下、受け材なし、厚さ 9mm の構造用合板、面材の釘打ち間隔は N50 を 150mm 以下とする。」

-2 床根太スパンの計算方法



ただし、 W : 床用設計荷重 (N/m)

L : 床根太スパン (m)

p : 床根太の荷重負担幅 = 床根太間隔 (m)

【床用設計荷重の設定】

代表的な設計条件として、床根太は 88mm タイプの 形梁、床根太間隔は 455mm、天井重

量支持とした場合の計算例を以下に示す。

$$\text{床用設計荷重 } W = \text{固定荷重 } W_F + \text{積載荷重 } P \quad (\text{N/m})$$

$$\text{床用設計荷重 } W_1 = \underline{286\text{N/m}} + \underline{819\text{N/m}} = \underline{1105\text{N/m}}$$

$$\text{クリープ用設計荷重 } W_2 = \underline{286\text{N/m}} + \underline{273\text{N/m}} = \underline{559\text{N/m}}$$

$$\begin{aligned} \text{固定荷重 } W_F &= \text{床組重量} \times \text{床根太間隔} + \text{床根太自重} \\ &= 550\text{N/m}^2 \times 0.455\text{m} + 36\text{N/m} = \underline{286\text{N/m}} \end{aligned}$$

床組重量：550N/m²（フローリングまたは畳：180N/m²，床下地合板 15mm 厚：100N/m²，釘受け材：20N/m²，吸音用ロックウール 50mm 厚：20N/m²，せっこうボード 9.5mm 厚の二枚張り：230N/m²）

$$\text{積載荷重 } P = \text{積載荷重} \times \text{床根太間隔}$$

$$\text{床用 } P_1 = 1800\text{N/m}^2 \times 0.455\text{m} = \underline{819\text{N/m}}$$

$$\text{クリープ用 } P_2 = 600\text{N/m}^2 \times 0.455\text{m} = \underline{273\text{N/m}}$$

【床根太の制限スパン】

曲げ制限スパン L_1

$$M_{\max} = \frac{W_1 \times L_1^2}{8} \quad \text{LM より} \quad L_1 = \sqrt{\frac{\text{LM} \times 8}{W_1}}$$

せん断制限スパン L_2

$$Q_{\max} = \frac{W_1 \times L_2}{2} \quad \text{LQ より} \quad L_2 = \frac{\text{LQ} \times 2}{W_1}$$

たわみ制限スパン L_3

$$\frac{5 \times W_1 \times L_3^4}{384 \times EI} + \frac{W_1 \times L_3^2}{8 \times GA/} \leq \frac{L_3}{400} \text{ and } 10\text{mm}$$

クリープを考慮したたわみ制限スパン L_4

$$\left(\frac{5 \times W_2 \times L_4^4}{384 \times EI} + \frac{W_2 \times L_4^2}{8 \times GA/} \right) \times C_{cp} \leq \frac{L_4}{250}$$

ただし、 W_1 ：床用設計荷重（N/mm）

W_2 ：クリープたわみ用設計荷重（N/mm）

LM ：長期の許容曲げモーメント（N・mm）

LQ ：長期の許容せん断力（N）

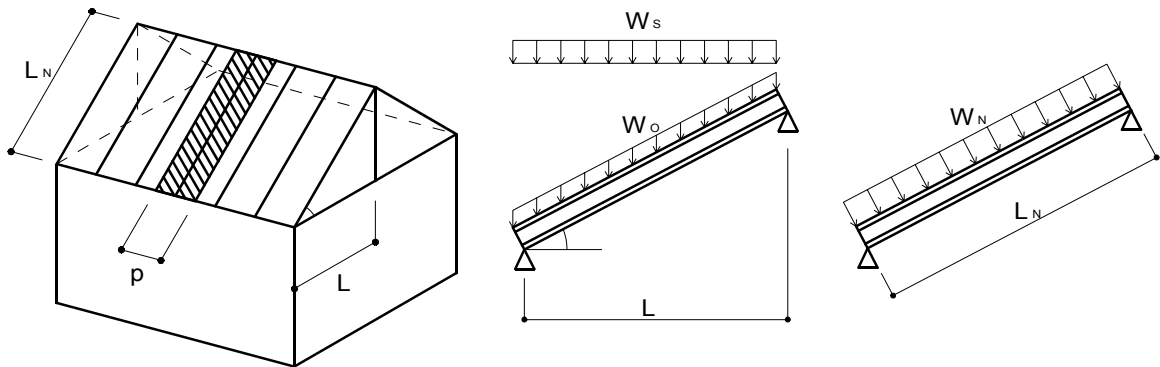
EI ：真の曲げ剛性（N・mm²）

$GA/$ ：せん断剛性（N）

C_{cp} ：変形増大係数（実験結果により 2.0）

以上の制限スパン 4 種類の最小値を床根太スパンとする。なお、表 5（9 頁）の床根太スパンは、ここで設定した荷重条件により求めたものである。

-3 たるきスパンの計算方法



- ただし、 W_0 ：屋根組の固定荷重（屋根面に対する）(N/m)
 W_s ：積雪荷重（水平面に対する）(N/m)
 W_N ：屋根用設計荷重（屋根面に直交する荷重成分）(N/m)
 L ：たるきスパン（m）
 L_N ：たるき実長スパン = $L/\cos\theta$ （m）
 θ ：屋根勾配角度（°）
 p ：たるきの荷重負担幅 = たるき間隔（m）

【屋根用設計荷重の設定】

代表的な設計条件として、たるきは 88mm タイプの 形梁、たるき間隔は 455mm、垂直積雪量は 160cm、屋根勾配は 5 寸（26.6°）、天井重量支持とした場合の計算例を以下に示す。

$$\text{屋根用設計荷重 } W_N = \text{固定荷重 } W_0 \times \cos\theta + \text{積雪荷重 } W_s \times \cos^2\theta \quad (\text{N/m})$$

$$\text{長期設計荷重 } {}_L W_N = 227\text{N/m} \times 0.894 + 1339\text{N/m} \times 0.894^2 = 1273\text{N/m}$$

$$\text{短期設計荷重 } {}_s W_N = 227\text{N/m} \times 0.894 + 1913\text{N/m} \times 0.894^2 = 1732\text{N/m}$$

$$\begin{aligned} \text{固定荷重 } W_0 &= \text{屋根組重量} \times \text{たるき間隔} + \text{たるき自重} \\ &= 420\text{N/m}^2 \times 0.455\text{m} + 36\text{N/m} = 227\text{N/m} \end{aligned}$$

屋根組重量：420N/m²（金属板：20N/m²，アスファルトルーフィング：20N/m²，屋根下地合板 12mm 厚：80N/m²，釘受け材：20N/m²，グラスウール 200mm 厚：50N/m²，せっこうボード 12mm 厚：150N/m²）

$$\text{積雪荷重 } W_s = \text{雪単位重量} \times \text{垂直積雪量} \times \text{積雪期間係数} \times \text{屋根形状係数} \times \text{たるき間隔}$$

$$\text{長期 } {}_L W_s = 30\text{N/m}^2/\text{cm} \times 160\text{cm} \times 0.7 \times 0.876 \times 0.455\text{m} = 1339\text{N/m}$$

$$\text{短期 } {}_s W_s = 30\text{N/m}^2/\text{cm} \times 160\text{cm} \times 1.0 \times 0.876 \times 0.455\text{m} = 1913\text{N/m}$$

雪単位重量：30N/m²/cm（多雪地域）

積雪期間係数：0.7（長期）

積雪期間係数：1.0（短期）

屋根形状係数 μ_b ：0.876（施行令第 86 条による計算式、 $\mu_b = (\cos 1.50)^{1/2}$ ）

【たるきの制限スパン】

短期積雪による曲げ制限スパン L_1

$$M_{\max} = \frac{{}_s W_N \times L_1^2}{8} \quad {}_s M_s \quad \text{より} \quad L_1 = \sqrt{\frac{{}_s M_s \times 8}{{}_s W_N}}$$

短期積雪によるせん断制限スパン L_2

$$Q_{\max} = \frac{sW_N \times L_2}{2} \quad sQ_S \text{ より} \quad L_2 = \frac{sQ_S \times 2}{sW_N}$$

長期積雪による曲げ制限スパン L_3

$$M_{\max} = \frac{LW_N \times L_3^2}{8} \quad LM_S \text{ より} \quad L_3 = \sqrt{\frac{LM_S \times 8}{LW_N}}$$

長期積雪によるせん断制限スパン L_4

$$Q_{\max} = \frac{LW_N \times L_4}{2} \quad LQ_S \text{ より} \quad L_4 = \frac{LQ_S \times 2}{LW_N}$$

長期積雪によるたわみ制限スパン L_5

$$\frac{5 \times LW_N \times L_5^4}{384 \times EI} + \frac{LW_N \times L_5^2}{8 \times GA} = \frac{L_5}{200} \text{ and } 20\text{mm}$$

ただし、 sW_N ：短期の屋根用設計荷重（屋根面に直交する成分）（N/mm）

sM_S ：短期積雪に対する許容曲げモーメント（N・mm）

sQ_S ：短期積雪に対する許容せん断力（N）

LW_N ：長期の屋根用設計荷重（屋根面に直交する成分）（N/mm）

LM_S ：長期積雪に対する許容曲げモーメント（N・mm）

LQ_S ：長期積雪に対する許容せん断力（N）

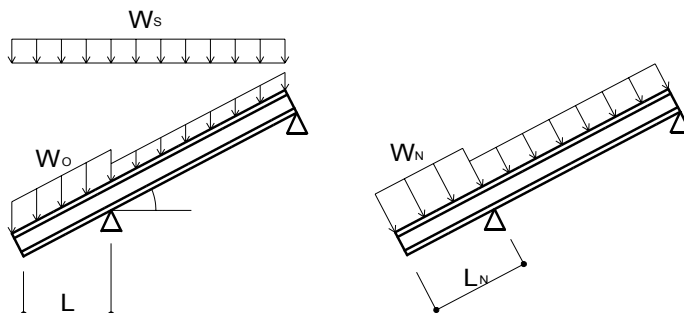
EI ：真の曲げ剛性（N・mm²）

GA ：せん断剛性（N）

以上の制限スパン 5 種類の最小値をたるき実長スパンとし、その値に $\cos\theta$ を乗じた値をたるきスパンとする。なお、表 6（10 頁）のたるきスパンは、ここで設定した荷重条件により求めたものである。

- 4 軒の出スパンの計算方法

軒の出には軒天荷重も付加されるため、室内側より大きな分布荷重が加わる。厳密には、屋根たるき全長を考慮した計算となるが、ここでは簡略かつ安全側になるように、固定端支持による片持ち梁として計算した。記号や設計荷重の設定はたるきスパンとほぼ同じである。



ただし、L：軒の出スパン（m）

$$L_N : \text{軒の出実長スパン} = L / \cos\theta \text{ (m)}$$

【屋根用設計荷重の設定】

代表的な設計条件として、たるきは 88mm タイプの 形梁、たるき間隔は 455mm、垂直積雪量は 160cm、屋根勾配は 5 寸（26.6°）、天井重量支持とした場合の計算例を以下に示す。

$$\text{長期設計荷重 } {}_L W_N = 455\text{N/m} \times 0.894 + 1339\text{N/m} \times 0.894^2 = \underline{1177\text{N/m}}$$

$$\text{短期設計荷重 } {}_S W_N = 455\text{N/m} \times 0.894 + 1913\text{N/m} \times 0.894^2 = \underline{1936\text{N/m}}$$

$$\text{固定荷重 } W_Q = 920\text{N/m}^2 \times 0.455\text{m} + 36\text{N/m} = \underline{455\text{N/m}}$$

屋根組重量：920N/m²（屋根組荷重 420N/m² に鉄網モルタル厚 20mm：400N/m²、天井下地：100N/m² を追加）

【軒の出の制限スパン】

短期積雪による曲げ制限スパン L_1

$$M_{\max} = \frac{{}_S W_N \times L_1^2}{2} \quad {}_S M_S \text{ より} \quad L_1 = \sqrt{\frac{{}_S M_S \times 2}{{}_S W_N}}$$

短期積雪によるせん断制限スパン L_2

$$Q_{\max} = {}_S W_N \times L_2 \quad {}_S Q_S \text{ より} \quad L_2 = \frac{{}_S Q_S}{{}_S W_N}$$

長期積雪による曲げ制限スパン L_3

$$M_{\max} = \frac{{}_L W_N \times L_3^2}{2} \quad {}_L M_S \text{ より} \quad L_3 = \sqrt{\frac{{}_L M_S \times 2}{{}_L W_N}}$$

長期積雪によるせん断制限スパン L_4

$$Q_{\max} = {}_L W_N \times L_4 \quad {}_L Q_S \text{ より} \quad L_4 = \frac{{}_L Q_S}{{}_L W_N}$$

長期積雪によるたわみ制限スパン L_5

$$\frac{{}_L W_N \times L_5^4}{8 \times EI} + \frac{{}_L W_N \times L_5^2}{2 \times GA} = \frac{L_5}{200}$$

ただし、 ${}_S W_N$ ：短期の軒の出用設計荷重（屋根面に直交する成分）（N/mm）

${}_S M_S$ ：短期積雪に対する許容曲げモーメント（N・mm）

${}_S Q_S$ ：短期積雪に対する許容せん断力（N）

${}_L W_N$ ：長期の軒の出用設計荷重（屋根面に直交する成分）（N/mm）

${}_L M_S$ ：長期積雪に対する許容曲げモーメント（N・mm）

${}_L Q_S$ ：長期積雪に対する許容せん断力（N）

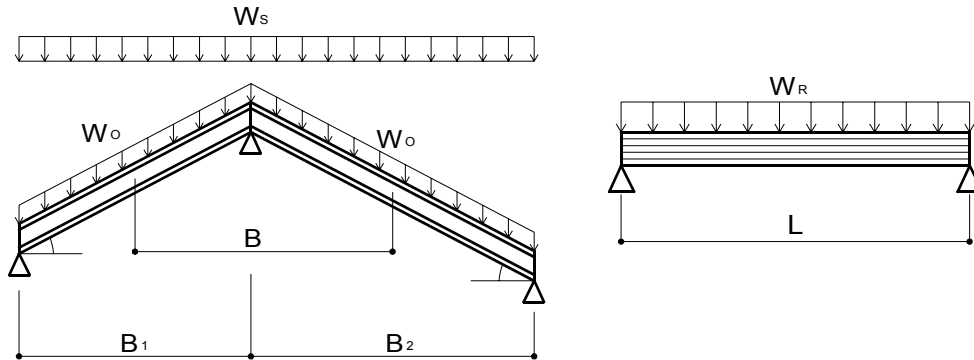
EI：真の曲げ剛性（N・mm²）

GA/：せん断剛性（N）

以上の制限スパン 5 種類の最小値を軒の出実長スパンとし、その値に $\cos\theta$ を乗じた値を軒

の出スパンとする。なお、表7（11頁）の軒の出スパンは、ここで設定した荷重条件により求めたものである。

-5 棟木スパンの計算方法



ただし、 W_0 ：屋根組の固定荷重（屋根面に対する）（ N/m^2 ）

W_S ：積雪荷重（水平面に対する）（ N/m^2 ）

W_R ：棟木用設計荷重（ N/m ）

L ：棟木スパン（ m ）

θ ：屋根勾配角度（ $^\circ$ ）

B_1 および B_2 ：各屋根面のたるきスパン（ m ）

B ：棟木の荷重負担幅（ m ）

【屋根用設計荷重の設定】

代表的な設計条件として、たるきは 88mm タイプの 形梁、垂直積雪量 160cm、屋根勾配 5 寸（ 26.6° ）、棟木の荷重負担幅 3.64m、天井重量支持とした場合の計算例を以下に示す。

棟木用設計荷重 $W_R = (\text{固定荷重 } W_0 / \cos\theta + \text{積雪荷重 } W_S) \times B$ （ N/m ）

長期設計荷重 ${}_L W_R = (540N/m^2 / 0.894 + 2944N/m^2) \times 3.64m = 12920N/m$

短期設計荷重 ${}_S W_R = (540N/m^2 / 0.894 + 4205N/m^2) \times 3.64m = 17510N/m$

固定荷重 $W_0 = \text{屋根組重量} = 540N/m^2$

屋根組重量：540 N/m^2 （たるきスパンの屋根組荷重 420 N/m^2 にたるき自重 120 N/m^2 を追加）

積雪荷重 $W_S = \text{雪単位重量} \times \text{垂直積雪量} \times \text{積雪期間係数} \times \text{屋根形状係数}$

長期 ${}_L W_S = 30N/m^2/cm \times 160cm \times 0.7 \times 0.876 = 2944N/m^2$

短期 ${}_S W_S = 30N/m^2/cm \times 160cm \times 1.0 \times 0.876 = 4205N/m^2$

雪単位重量：30 $N/m^2/cm$ （多雪地域）

積雪期間係数：0.7（長期）

積雪期間係数：1.0（短期）

屋根形状係数 μ_b ：0.876（施行令第 86 条による計算式、 $\mu_b = (\cos 1.50)^{1/2}$ ）

【棟木の制限スパン】

短期積雪による曲げ制限スパン L_1

$$M_{\max} = \frac{sW_R \times L_1^2}{8} \quad sF_b \times \frac{b \times h^2}{6} \quad \text{より} \quad L_1 = \sqrt{\frac{4 \times sF_b \times b \times h^2}{3 \times sW_R}}$$

短期積雪によるせん断制限スパン L_2

$$Q_{\max} = \frac{sW_R \times L_2}{2} \quad \frac{2 \times sF_S \times b \times h}{3} \quad \text{より} \quad L_2 = \frac{4 \times sF_S \times b \times h}{3 \times sW_R}$$

長期積雪による曲げ制限スパン L_3

$$M_{\max} = \frac{LW_R \times L_3^2}{8} \quad L F_b \times \frac{b \times h^2}{6} \quad \text{より} \quad L_3 = \sqrt{\frac{4 \times L F_b \times b \times h^2}{3 \times LW_R}}$$

長期積雪によるせん断制限スパン L_4

$$Q_{\max} = \frac{LW_R \times L_4}{2} \quad \frac{2 \times L F_S \times b \times h}{3} \quad \text{より} \quad L_4 = \frac{4 \times L F_S \times b \times h}{3 \times LW_R}$$

長期積雪によるたわみ制限スパン L_5

$$\frac{5 \times LW_R \times L_5^4}{384 \times E \times \frac{b \times h^3}{12}} \quad \frac{L_5}{200} \quad \text{and} \quad 20\text{mm}$$

ただし、 sW_R ：短期の棟木用設計荷重（N/mm）

sF_b ：短期積雪に対する曲げ強度 = 基準値 $\times 0.8 \times 2/3 \times F_{\text{sys}}$ （N/mm²）

sF_S ：短期積雪に対するせん断強度 = 基準値 $\times 0.8 \times 2/3$ （N/mm²）

LW_R ：長期の棟木用設計荷重（N/mm）

$L F_b$ ：長期積雪に対する曲げ強度 = 基準値 $\times 1.3 \times 1.1/3 \times F_{\text{sys}}$ （N/mm²）

$L F_S$ ：長期積雪に対するせん断強度 = 基準値 $\times 1.3 \times 1.1/3$ （N/mm²）

F_{sys} ：曲げシステム係数 = 1.0（N/mm²）

E ：曲げヤング係数（N/mm²）

b および h ：棟木の幅およびせい（mm）

以上の制限スパン 5 種類の最小値を棟木スパンとする。なお、表 8（11 頁）の棟木スパンは、ここで設定した荷重条件により求めたものである。

道産 形梁と根太受け金物の流通

道産 形梁と根太受け金物の入手については、以下にお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

久保木工株式会社（旭川市南7条通20丁目、TEL0166-31-9389）

参考図書

- (財)住宅金融普及協会：「木造住宅工事共通仕様書 平成15年改訂(第2版)」、2004.
- (財)住宅金融普及協会：「桝組壁工法住宅工事共通仕様書 平成15年改訂(第2版)」、2004.
- (財)住宅金融普及協会：「桝組壁工法の構造計算の手引き - スパン表の解説 - 」、2002.
- (社)日本ツーバイフォー建築協会：「2002年桝組壁工法建築物構造計算指針」、2002.
- (社)日本ツーバイフォー建築協会：「2002年桝組壁工法建築物スパン表」、2002.
- (財)日本住宅・木材技術センター：「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」、2002.
- (社)日本建築学会：「木質構造設計規準・同解説 - 許容応力度・許容耐力設計法 - 」、2002.
- 林知行：「エンジニアードウッド」、日刊木材新聞社、1998.
- 道立林産試験場・道立寒地住宅都市研究所：「平成12年度事業化特別研究報告書 道産材を用いた 形梁の製造試験と実用化」、2001.
- 道立林産試験場・久保木工(株)：「平成13年度民間等共同研究報告書 桝組壁工法オープンジョイストの開発」、2002.
- 道立林産試験場・久保木工(株)：「平成14年度受託研究報告書 様々な使用環境下における道産 形梁の性能評価」、2003.
- 道立林産試験場・道立北方建築総合研究所：「平成15年度重点領域特別研究報告書 道産エンジニアードウッドの新たな利用技術の開発」、2004.

道産 形梁の軸組構法用施工マニュアル

編 集：北海道立林産試験場

北海道立北方建築総合研究所

監 修：社団法人北海道住宅建築協会

発 行：北海道立林産試験場

〒 071-0198

旭川市西神楽 1 線 10 号

TEL：0166-75-4233 FAX：0166-75-3621

<http://www.fpri.asahikawa.hokkaido.jp/>

発行日：2005 年 1 月
