

## (2) 部材断面

## ア 木材の材料及び許容応力度

表1-1 繊維方向の許容応力度（令第89条）

許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮	引張り	曲げ	せん断
長期	1.1Fc/3	1.1Ft/3	1.1Fb/3	1.1Fs/3
短期	2Fc/3	2Ft/3	2Fb/3	2Fs/3

積雪時の許容応力度に対する長期許容応力度は1.3倍、短期許容応力度は0.8倍

表1-2 繊維方向の材料強度（基準強度）（令第95条）

材料強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮	引張り	曲げ	せん断
	Fc	Ft	Fb	Fs

表1-3 無等級材の基準強度（H12国交省告示第1452号）(N/mm<sup>2</sup>) \*注1

樹種		Fc	Ft	Fb	Fs
針葉樹	あかまつ、くろまつ、べいまつ	22.2	17.7	28.2	2.4
	からまつ、ひば、ひのき、べいひ	20.7	16.2	27.7	2.1
	つが、べいつが	19.2	14.7	25.2	2.1
	もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ、スプルース	17.7	13.5	22.2	1.8
広葉樹	かし	27.0	24.0	38.4	4.2
	くり、なら、ぶな、けやき	21.0	18.0	29.4	3.0

表1-4 めり込みの許容応力度（H13国交省告示第1024号）

許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	その繊維方向と加力方向とのなす角度（°）		
	10°	10° < < 70°	70° 90°
長期	表1-1の圧縮の許容応 力度	との数値の直線補間	1.1Fcv/3
短期			2Fcv/3

積雪時の許容応力度に対する長期許容応力度は1.3倍、短期許容応力度は0.8倍

表1-5 木材のめり込み基準強度（H13国交省告示第1024号）（70度以上90度以下の場合）(N/mm<sup>2</sup>)

樹種		Fcv
針葉樹	あかまつ、くろまつ、べいまつ	9.0
	からまつ、ひば、ひのき、べいひ	7.8
	つが、べいつが、もみ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ、スプルース	6.0
広葉樹	かし	12.0
	くり、なら、ぶな、けやき	10.8

\*注1 告示第1452号には、木材の基準強度として無等級材の他に、針葉樹材ではJAS製材（日本農林規格）の目視等級区分と機械等級区分の基準強度が定められていますので、JAS規格の針葉樹材を使用する場合は該当する基準強度により許容応力度を求めます。

イ 柱

木材は一般的に重さの割に大きな強度（比強度が大きい）を有しているため、木造住宅の柱は長さ比べて小径が小さい細長い形状をしています。しかし、木造に限らず圧縮力を受ける細長い柱部材は圧縮強度よりも小さい圧縮力で突然横向きにはらみ出してしまう、「座屈破壊」が生じる危険性があります。また、木材は繊維と直角方向の加力に対しては、繊維方向に比べて小さな応力で降伏してしまう「めり込み破壊」する特性があります。

耐雪型住宅の柱は積雪荷重による長期軸力や地震時の短期軸力が、一般の住宅に比べて大きくなります。建築基準法施行令第43条には柱の最小小径に関する規定がありますが、これらは積雪荷重を見積もって定められたものではないため、耐雪型住宅では柱軸力の増加を考慮し小径を決定する必要があります。

また、一般的に柱の許容圧縮耐力は仕口部における柱の横架材（胴差、土台等）へのめり込み耐力で決定されることが多いため、梁へのめり込み耐力の検討は必ず行ってください。

最も荷重が大きくなる代表的な柱（柱間隔の長い内柱など）の柱軸力を計算により求めて小径を決定し、他の柱はこれと同じ寸法にすることにより安全側の設計となります。

表2-1に積雪時用、表2-2に積雪時以外用の主な柱断面と柱支点間距離（座屈長さ）毎の許容圧縮耐力、及び仕口部のめり込み耐力の一覧を示します。

表2-1 積雪時用の柱の長期許容圧縮耐力（無等級材）（短期は1.12倍する）

柱断面寸法 (mm×mm)	樹種	座屈長さ(mm)										柱端部のめり込み強度 (ほぞ欠きによる断面 欠損は30%で梁幅は柱 と同寸の場合)
		2500		2600		2700		2800		2900		
		耐力 (KN)										
105		82.5	55.4	85.8	51.6	89.1	47.7	92.4	43.9	95.7	40.0	33.1
		82.5	51.7	85.8	48.1	89.1	44.5	92.4	40.9	95.7	37.3	28.7
		82.5	47.9	85.8	44.6	89.1	41.3	92.4	38.0	95.7	34.6	22.1
		82.5	44.2	85.8	41.1	89.1	38.1	92.4	35.0	95.7	31.9	22.1
120		72.2	88.1	75.1	83.7	77.9	79.3	80.8	74.9	83.7	70.5	43.2
		72.2	82.2	75.1	78.1	77.9	74.0	80.8	69.9	83.7	65.8	37.5
		72.2	76.2	75.1	72.4	77.9	68.6	80.8	64.8	83.7	61.0	28.8
		72.2	70.3	75.1	66.8	77.9	63.2	80.8	59.7	83.7	56.2	28.8
135		64.2	127.0	66.7	122.0	69.3	117.1	71.8	112.2	74.4	107.2	54.7
		64.2	118.4	66.7	113.8	69.3	109.2	71.8	104.6	74.4	100.0	47.4
		64.2	109.8	66.7	105.6	69.3	101.3	71.8	97.0	74.4	92.7	36.5
		64.2	101.3	66.7	97.3	69.3	93.4	71.8	89.4	74.4	85.5	36.5
150		57.7	172.1	60.0	166.6	62.4	161.1	64.7	155.6	67.0	150.1	67.6
		57.7	160.4	60.0	155.3	62.4	150.2	64.7	145.1	67.0	139.9	58.6
		57.7	148.8	60.0	144.1	62.4	139.3	64.7	134.5	67.0	129.8	45.0
		57.7	137.2	60.0	132.8	62.4	128.4	64.7	124.0	67.0	119.6	45.0

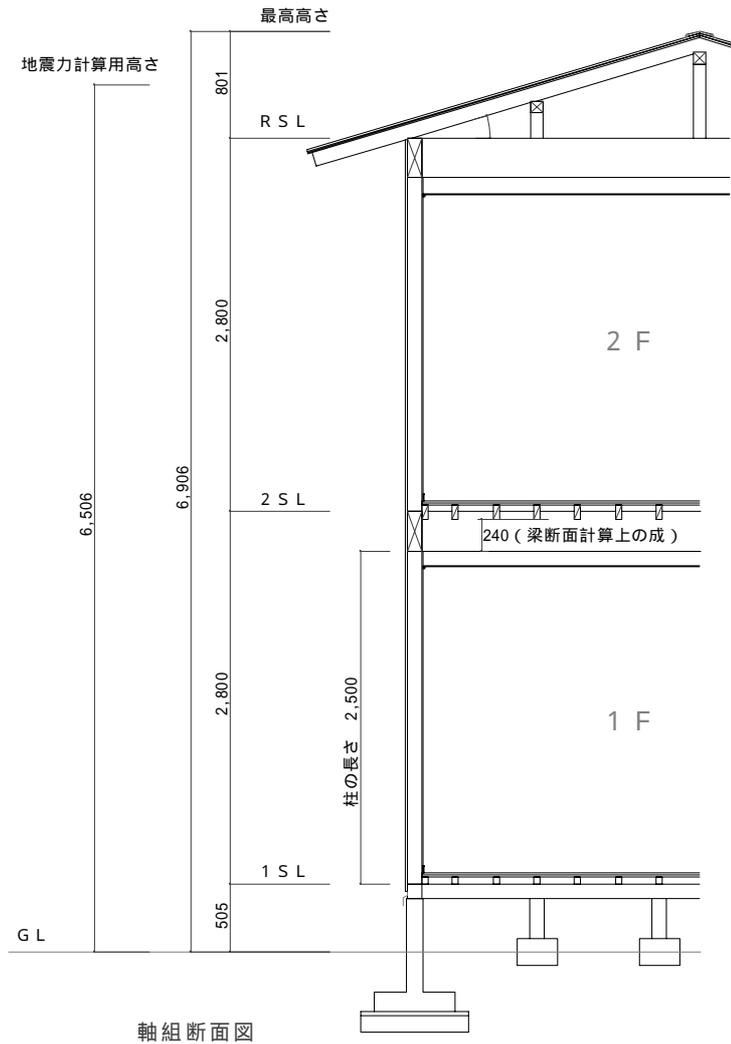
- 樹種 : あかまつ、くろまつ、べいまつ(sfc=22.2×1.1×1.3/3=10.58N/mm<sup>2</sup>, sfcv=9.0×1.1×1.3/3=4.29N/mm<sup>2</sup>)  
 : からまつ、ひのき、ひば、べいひば(sfc=20.7×1.1×1.3/3=9.87N/mm<sup>2</sup>, sfcv=7.8×1.1×1.3/3=3.72N/mm<sup>2</sup>)  
 : つが、べいつが(sfc=19.2×1.1×1.3/3=9.15N/mm<sup>2</sup>, sfcv=6.0×1.1×1.3/3=2.86N/mm<sup>2</sup>)  
 : もみ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ、スプルース(sfc=17.7×1.1×1.3/3=8.44N/mm<sup>2</sup>, sfcv=6.0×1.1×1.3/3=2.86N/mm<sup>2</sup>)

表 2 - 2 積雪時以外の柱の長期許容圧縮耐力（無等級材）（短期は 1.82 倍する）

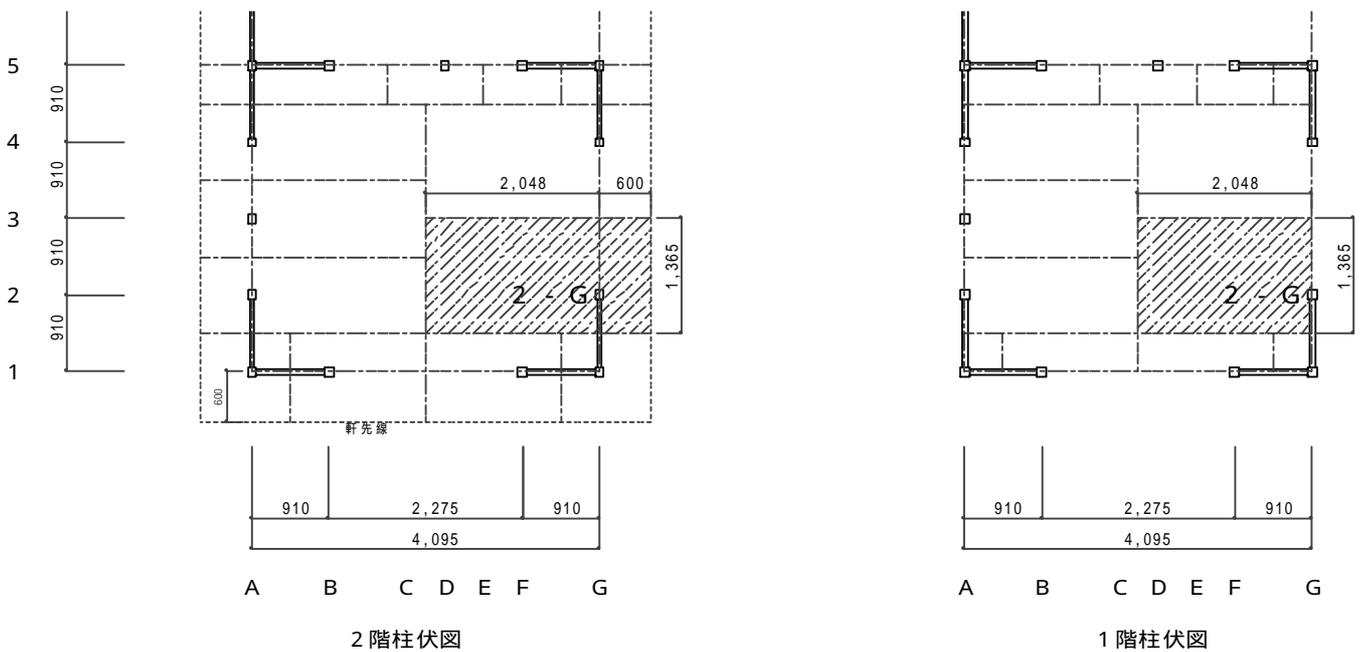
柱断面寸法 (mm × mm)	樹種	座屈長さ(mm)										柱端部のめり込み強度 (ほぞ欠きによる断面 欠損は 30%で梁幅は柱 と同寸の場合)
		2500		2600		2700		2800		2900		
		耐力 (KN)										
105		82.5	42.6	85.8	39.7	89.1	36.7	92.4	33.8	95.7	30.8	25.5
		82.5	39.8	85.8	37.0	89.1	34.2	92.4	31.5	95.7	28.7	22.1
		82.5	36.9	85.8	34.3	89.1	31.8	92.4	29.2	95.7	26.6	17.0
		82.5	34.0	85.8	31.6	89.1	29.3	92.4	26.9	95.7	24.6	17.0
120		72.2	67.8	75.1	64.4	77.9	61.0	80.8	57.6	83.7	54.3	33.3
		72.2	63.2	75.1	60.1	77.9	56.9	80.8	53.7	83.7	50.6	28.8
		72.2	58.6	75.1	55.7	77.9	52.8	80.8	49.8	83.7	46.9	22.2
		72.2	54.0	75.1	51.3	77.9	48.7	80.8	46.0	83.7	43.3	22.2
135		64.2	97.7	66.7	93.9	69.3	90.1	71.8	86.3	74.4	82.5	42.1
		64.2	91.1	66.7	87.5	69.3	84.0	71.8	80.4	74.4	76.9	36.5
		64.2	84.5	66.7	81.2	69.3	77.9	71.8	74.6	74.4	71.3	28.1
		64.2	77.9	66.7	74.9	69.3	71.8	71.8	68.8	74.4	65.7	28.1
150		57.7	132.4	60.0	128.1	62.4	123.9	64.7	119.7	67.0	115.4	52.0
		57.7	123.4	60.0	119.5	62.4	115.5	64.7	111.6	67.0	107.6	45.0
		57.7	114.5	60.0	110.8	62.4	107.2	64.7	103.5	67.0	99.8	34.7
		57.7	105.5	60.0	102.2	62.4	98.8	64.7	95.4	67.0	92.0	34.7

- 樹種 : あかまつ、くろまつ、べいまつ( $sfc=22.2 \times 1.1/3=8.14N/mm^2$ ,  $sfcv=9.0 \times 1.1/3=3.30N/mm^2$ )  
 : からまつ、ひのき、ひば、べいひば( $sfc=20.7 \times 1.1/3=7.59N/mm^2$ ,  $sfcv=7.8 \times 1.1/3=2.86N/mm^2$ )  
 : つが、べいつが( $sfc=19.2 \times 1.1/3=7.04N/mm^2$ ,  $sfcv=6.0 \times 1.1/3=2.20N/mm^2$ )  
 : もみ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ、スプレーズ( $sfc=17.7 \times 1.1/3=6.49N/mm^2$ ,  $sfcv=6.0 \times 1.1/3=2.20N/mm^2$ )

柱断面の計算例



軸組断面図



2階柱伏図

1階柱伏図

2 - Gの1階の柱の軸力を求める。

固定荷重		単位( N / m <sup>2</sup> )	
屋 根	仕上げ、野地板	1 5 0	
	垂木、母屋	3 0 0	4 5 0
	天井	1 5 0	
	小屋組（はり）	2 0 0	8 0 0
外 壁	外部仕上げ（ラスモルタル）	6 0 0	
	軸組	2 0 0	
	内部仕上げ	1 5 0	9 5 0
内 壁	仕上げ（両面）	3 0 0	
	軸組	2 0 0	5 0 0
2階床	仕上げ（下地板を含む）	2 5 0	
	根太、大引	1 0 0	
	床組（大梁含む）	1 5 0	
	天井	1 5 0	6 5 0

積雪荷重

垂直積雪量 3 0 0 c m

単位荷重 3 0 N / m<sup>2</sup> / c m

積雪荷重 3 0 × 3 0 0 = 9 0 0 0 N / m<sup>2</sup>

9 0 0 0 × 0 . 7 = 6 3 0 0 N / m<sup>2</sup> ( 長期積雪時用 )

9 0 0 0 × 1 . 0 = 9 0 0 0 N / m<sup>2</sup> ( 短期積雪時用 )

9 0 0 0 × 0 . 3 5 = 3 1 5 0 N / m<sup>2</sup> ( 短期暴風時用 )

屋根勾配 3 寸勾配 = 1 6 . 7 °

$\mu b = \sqrt{c \cos(1.5 \times \quad)} = 0.951 \quad 1.0$ とする。

風圧力

基準風速V<sub>0</sub> 3 0 m / s

地表面粗度区分 Z<sub>b</sub> = 5 Z<sub>G</sub> = 4 5 0 = 0 . 2 0

屋根の平均高さ H = 6 . 5 m Gf = 2 . 5

$E_r = 1.7 \times (H / Z_G) = 0.728$

$E = E_r^2 \times Gf = 1.32$

$q = 0.6 \times E \times V_0^2 = 713 \text{ N / m}^2$

設計用荷重

単位( N / m<sup>2</sup> )

	部 位	D . L .	L . L . ( 長期積雪時 )	T . L . ( 長期積雪時 )
			L . L . ( 短期積雪時 )	T . L . ( 短期積雪時 )
			L . L . ( 短期暴風時 )	T . L . ( 短期暴風時 )
屋 根	屋根用	4 5 0	6 3 0 0	6 7 5 0
			9 0 0 0	9 4 5 0
			3 1 5 0	3 6 0 0
	小屋組	8 0 0	6 3 0 0	7 1 0 0
			9 0 0 0	9 8 0 0
			3 1 5 0	3 9 5 0
2 階	床 用	6 5 0	1 8 0 0	2 4 5 0
	軸組用	6 5 0	1 3 0 0	1 9 5 0

柱軸力

符号	階	柱の長さ	項目	単位重量(KN/m <sup>3</sup> ) × 面積(m <sup>2</sup> )	P0(KN)	P(KN)	P(KN)
2 - G	2	2.5m	屋根	7.1 × (2.048+0.6) × 1.365	25.7 (長雪)	29.3 (長雪)	38.4 (長雪) 48.1 (短雪) 27.0 (短風)
				9.8 × (2.048+0.6) × 1.365	35.4 (短雪)	39.0 (短雪)	
				3.95 × (2.048+0.6) × 1.365	14.3 (短風)	17.9 (短風)	
	外壁	0.95 × 1.365 × 2.8	3.6				
1	2.5m	床	1.95 × 2.048 × 1.365	5.5	9.1		
		外壁	0.95 × 1.365 × 2.8	3.6			

柱の積雪時圧縮耐力の検討

2 - G 1階柱 135mm杉（無等級材）

長期に生じる柱軸力は38.4KNとなるため、表2-1（積雪時）から

長期許容圧縮耐力 101.3KN 38.4KN OK

短期に生じる柱軸力は48.1KNとなるため、表2-1（積雪時）の長期用を1.12倍して

短期許容圧縮耐力 101.3KN × 1.12 = 113.5KN 48.1KN OK

暴風時の柱の圧縮耐力の検討

2 - G 1階柱 135mm杉（無等級材）

$$C_f = C_{pe} - C_{pi} = 0.8 - (-0.2) = 1.0$$

$$q = 713 \text{ N/m}^2$$

$$= 1.365 \times 713 = 973 \text{ N/m} \quad 1.0 \text{ N/mm}$$

$$wM_s = \frac{1}{8} \times L^2 \times q = 781250 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$Z = \frac{135^3}{6} = 410063 \text{ mm}^3$$

$$f_{b_s} = 22.2 \times 2 / 3 = 14.8 \text{ N/mm}^2$$

$$sN_s / (f_{k_s} \times A) + wM_s / (f_{b_s} \times Z)$$

$$= \frac{27.0}{141.78} + \frac{781250}{14.8 \times 410063}$$

$$= 0.19 + 0.13 = 0.32 \quad 1.0 \quad \text{OK}$$



1 表2-1（積雪時）表2-2（積雪時以外用）は  $f_{k_s}$ （座屈許容応力度）に断面積  $A$  を乗じた数値であるため、暴風時の検討は表2-2（積雪時以外用）を用い、短期用として数値を1.82倍する。

仕口部における柱の横架材へのめり込み耐力の検討

胴差 幅135mmあかまつ（無等級材）

表2-1（積雪時）から

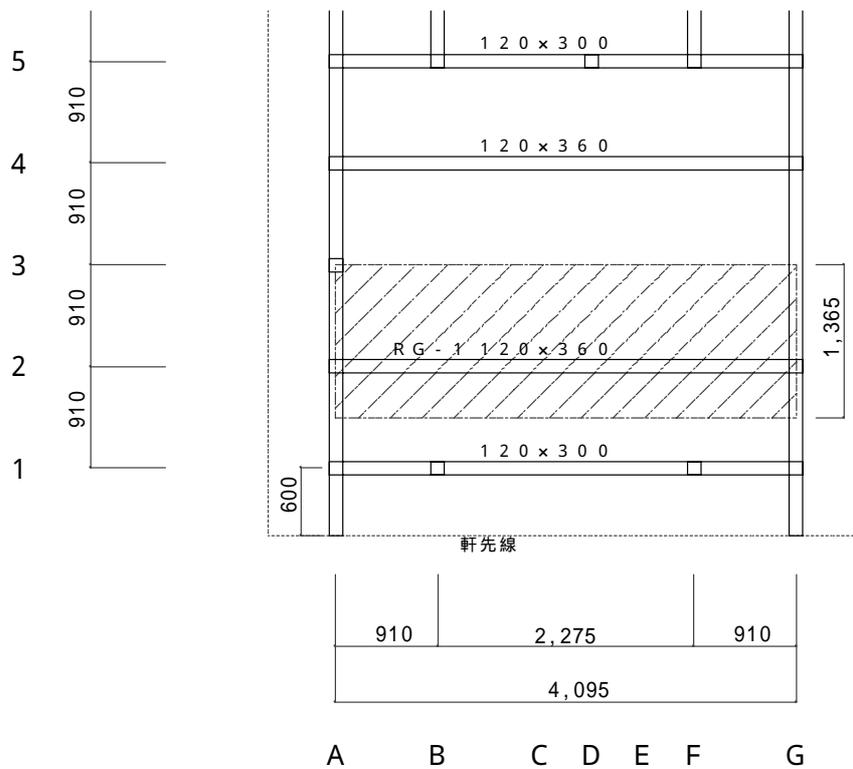
長期めり込み許容耐力 54.7KN 38.4KN OK

短期めり込み許容耐力 54.7KN × 1.12 = 61.3KN 48.1KN OK

ウ 小屋梁・母屋・軒桁・胴差

梁等の横架材は柱と異なり、建物の固定荷重や雪、物、人等の積載荷重を主に曲げ応力として受ける部材です。このため、使用する材料は曲げに対する性能が優れた広葉樹材を使用することが望ましいです。また、木材は一般的に長期の载荷により徐々にたわみが進行する、「クリープひずみ」が起こるため、多雪区域のように長期間にわたり積雪荷重を受け続ける建物では、この「クリープひずみ」による障害が生じないように部材断面を決定する必要があります。特に二間を超える梁等のたわみは最大で数センチに達することもあるため、梁等のスパンは原則として二間以下になるようにしてください。部材断面の算定に当たっては木造部材スパン表が各団体等から公開されていますので、これらを参考していただくほか、必要に応じて個々の断面性能を計算により確認することを推奨します。断面の決定に当たっては、（財）日本住宅・木材技術センターのホームページで公開されている横架材の構造計算ツール（EXCELシート）等を利用すると便利です。

小屋梁断面の計算例



小屋梁伏図

RG - 1 べいまつ（無等級材）120 x 360

梁の曲げ耐力・せん断耐力の検討（長期）

$$s F b_L = 13.44 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s F s_L = 1.14 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

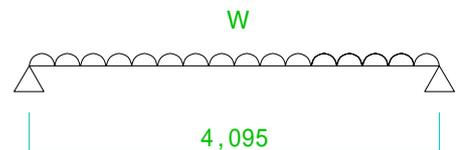
$$s W_L = 7100 \times 1.365 = 9691.5 \text{ (N/m)}$$

$$A = 43200 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$Z = 2592000 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$I = 466560000 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$E = 10000 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



$$9.69 \text{ (N/mm)}$$

$$s M_L = s W_L \times L^2 / 8 = 20311481 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$s Q_L = s W_L \times L / 2 = 19840 \text{ (N)}$$

$$s_{\sigma L} = s M_L / Z = 7.84 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 13.44 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$s_{\sigma L} = 1.5 \times s Q_L / A = 0.69 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 1.14 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

（仕口部の断面欠損によるせん断力の割り増しを1.5とする）

#### たわみの検討

$$s_{\delta L} = 5 \times s W_L \times L^4 / 384 E I = 5 \times 9.69 \times 4095^4 / (384 \times 10000 \times 466560000) = 7.60 \text{ mm}$$

$$2 \times s_{\delta L} / L = 1/269 \quad 1/250 \quad \text{OK}$$

（長期のクリープひずみによるたわみの増大を考慮し、計算上の弾性たわみを2倍して検討する）

#### 梁の曲げ耐力・せん断耐力の検討（短期）

$$s F b_s = 15.04 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s F s_s = 1.28 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s W_s = 9800 \times 1.365 = 13377.0 \text{ (N/m)} \quad 13.38 \text{ (N/mm)}$$

$$s M_s = s W_s \times L^2 / 8 = 28046194 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$s Q_s = s W_s \times L / 2 = 27396 \text{ (N)}$$

$$s_{\sigma s} = s M_s / Z = 10.82 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 15.04 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$s_{\tau s} = 1.5 \times s Q_s / A = 0.95 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 1.28 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

（仕口部の断面欠損によるせん断力の割り増しを1.5とする）

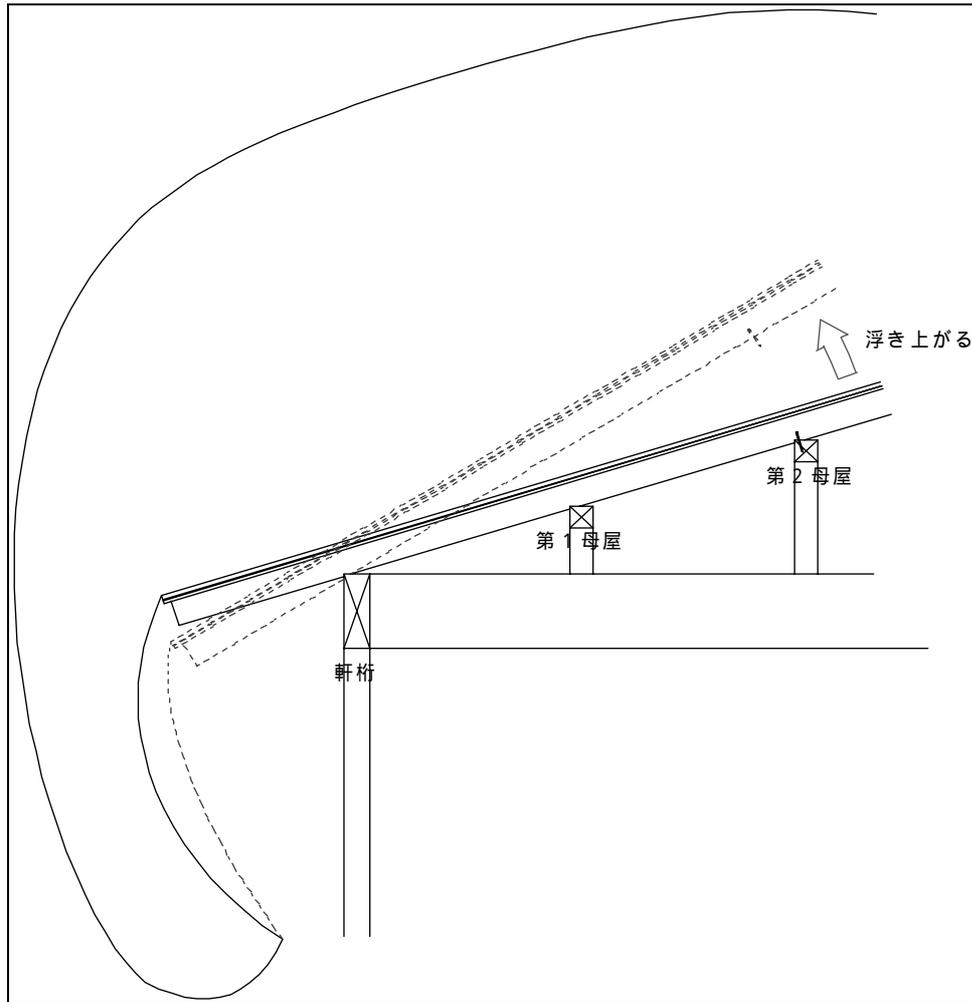
#### 梁の部材断面算定上の注意点

半落とし根太や交差する梁仕口等で梁の上面（圧縮側）の断面を欠き取る場合は、断面欠損による曲げ耐力やせん断耐力の低下を考慮し、部材断面の算定に当たっては欠き取り部分の断面積を予め控除して検討を行ってください。

## 工 垂 木

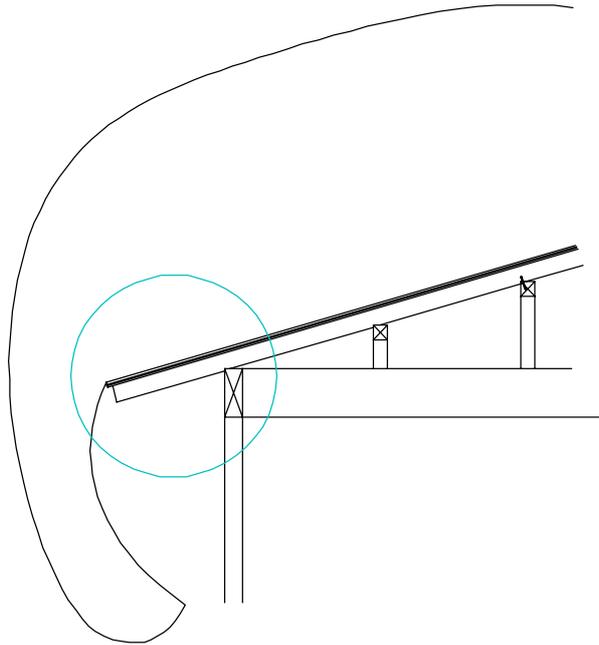
垂木は積雪による長期荷重を考慮して部材断面を決定することは、2)の横架材と同様ですが、垂木特有の被害例として下図のように軒先から垂れ下がった巻き垂れ雪の重さによる、垂木の浮き上がりが挙げられます。特に雪解け水の跳ね返りが外壁にかからないよう軒の出を長くとした場合は、軒桁材を支点として垂木に大きな浮き上がり力がかかるため、垂木はなるべく母屋側の長さを大きくとり、母屋への固定は両面釘打ちとし、十分な強度で固定することが大切です。

また、束材も浮き上がりを防止するため、小屋梁、母屋・棟木とは金物により補強するようにします。



軒先からの雪の巻き垂れによる垂木の浮き上がり被害

垂木の計算例



垂木 すぎ（無等級材）45 × 105 @ 303

垂木の曲げ耐力・せん断耐力の検討（長期）

$$s F b_L = 10.58 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s F s_L = 0.86 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s W_L = 6750 \times 0.303 = 2045.3 \text{ (N/m)}$$

$$A = 4725 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$Z = 82688 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$I = 4341094 \text{ (mm}^4\text{)}$$

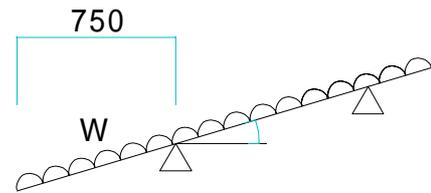
$$E = 7000 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s M_L = s W_L \times L^2 / 2 = 576563 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

$$s Q_L = s W_L \times L = 1538 \text{ (N)}$$

$$s_{\sigma L} = s M_L / Z = 6.97 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 10.58 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$s_{\tau L} = s Q_L / A = 0.33 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 0.86 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$



$$2.05 \text{ (N/mm)}$$

垂木の曲げ耐力・せん断耐力の検討（短期）

$$s F b_S = 11.84 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s F s_S = 0.96 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s W_S = 9450 \times 0.303 = 2863.4 \text{ (N/m)} \quad 2.86 \text{ (N/mm)}$$

$$s M_S = s W_S \times L^2 / 2 = 804375 \text{ (N} \cdot \text{mm)}$$

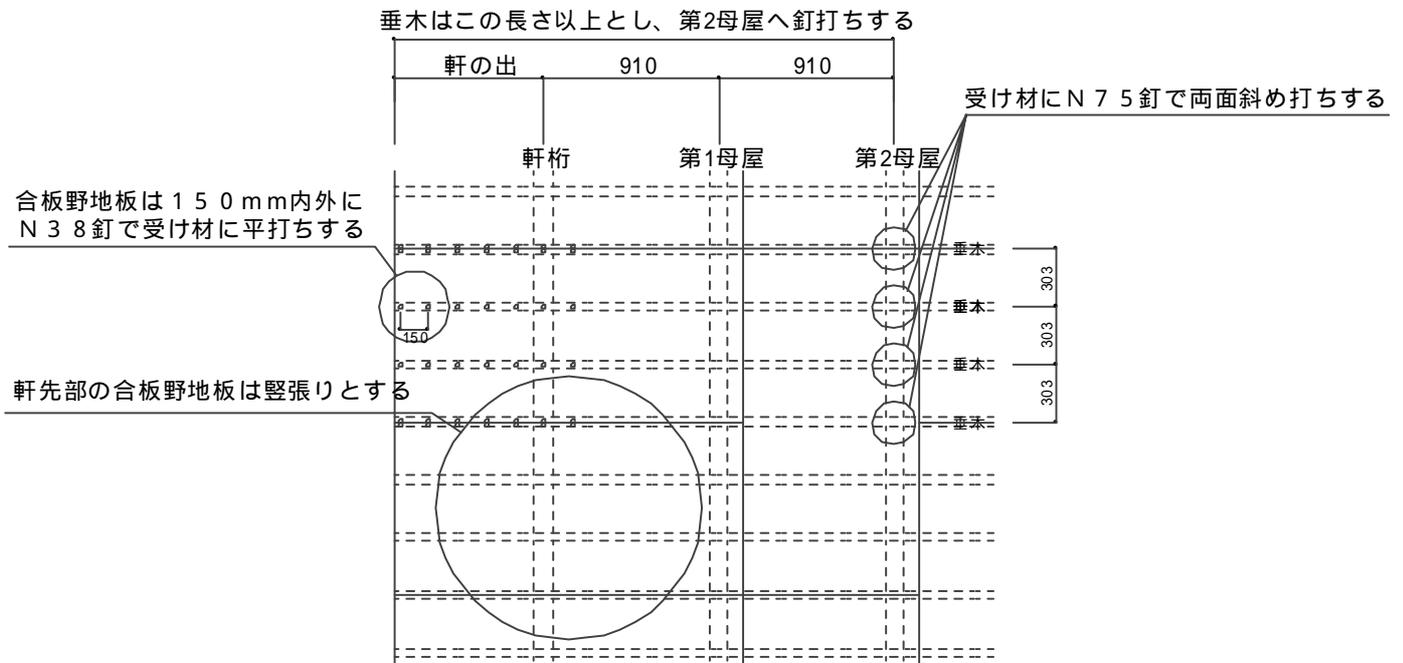
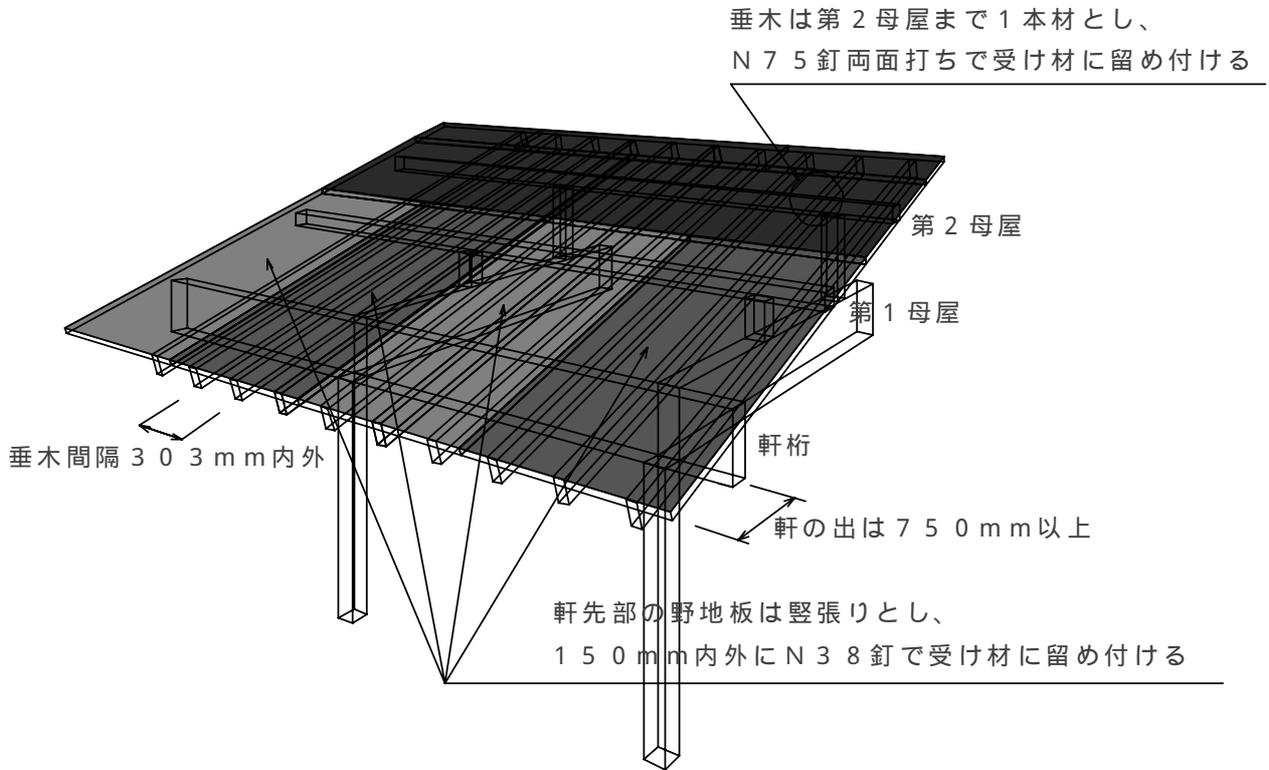
$$s Q_S = s W_S \times L = 2145 \text{ (N)}$$

$$s_{\sigma S} = s M_S / Z = 9.73 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 11.84 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$s_{\tau S} = s Q_S / A = 0.45 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad 0.96 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

オ 野地板

野地板は垂木と同方向に縦張りとするにより、垂木と一体となってT型断面となるため、雪の巻き垂れに対する曲げ応力に対し有効に働くこととなります。

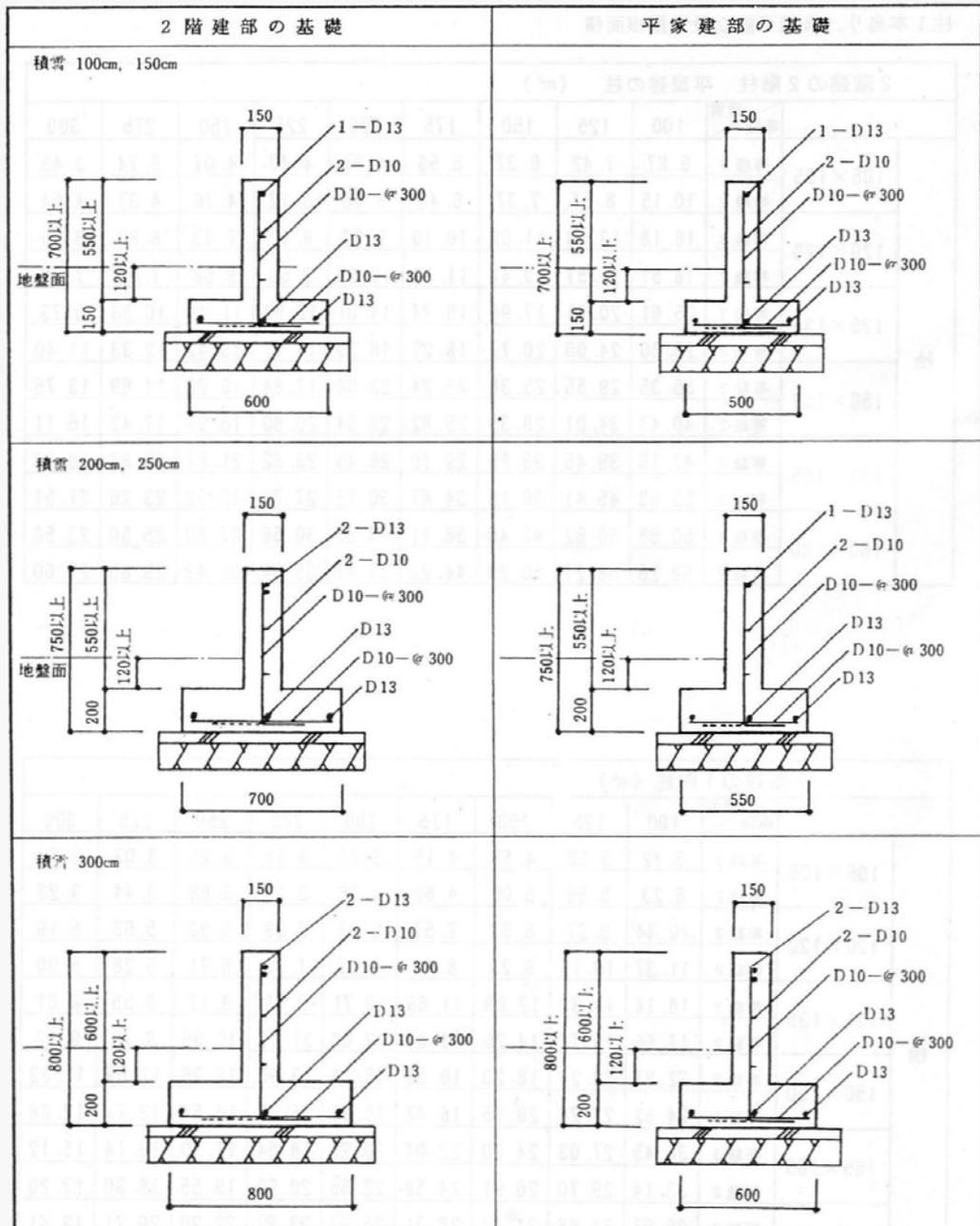


野地板の縦張り

力 基 礎

基礎は必ず鉄筋コンクリート造の布基礎かべた基礎としてください。基礎の形状については、積雪荷重や地耐力の条件にあうよう適切な設計を行う必要があります。基礎の設計は、原則として構造計算により安全を確認します。以下に一般的な布基礎とべた基礎に関する設計のポイントを示します。

(ア) 布基礎の標準仕様（許容地耐力が長期 50 KN / m<sup>2</sup>以上の場合）



(注) 基礎下には必ず栗石又は砕石により地盤を行う。

(基礎の仕様)

使用コンクリート	FC1800N/cm <sup>2</sup>
使用鉄筋	SD30
許容地耐力	50,000N/m <sup>2</sup> 以上