

§ 3 荷重・外力

3.1 基本事項

- 1) 固定荷重・積載荷重の算出は、建築基準法施行令 84 条, 85 条による。
- 2) 積雪荷重の算出は、施行令 86 条による。
- 3) 風荷重は、施行令 87 条および建設省告示平 12 第 1454 号に従い算出する。
- 4) 地震荷重は施行令 88 条に、地震層せん断力係数等は告示第 1793 号による。
- 5) 風荷重は手計算によって求め、地震力より大きい場合には地震時の層せん断力係数を割り増す。
- 6) RC マットスラブは、地業を介して直接地盤に支持される。

3.2 固定荷重

1) 床荷重

各部分の単位面積当たり床荷重を下表に示す。

建築物の部分	名 称	γ (kN/m^3)	t (mm)	w (N/m^2)	W (N/m^2)
屋根 1	棧瓦葺 アスファルトルーフィング 野地板 t30 垂木 45×60@385 断熱材 勾配考慮 (4/10)	4 4	30 90	500 20 120 40 50	730 ↓ 800
	天井			200	1000
屋根 2	ステンレス・一文字葺 アスファルトルーフィング 野地板 t30 垂木 45×60@385 軒裏 勾配考慮 (4/10)	4 4 4	30 30	50 20 120 40 120	350 ↓ 400
	2 階 座敷				
	畳敷 床組 [根太 45×45] [杉板 t30] 天井	4	60 30	340 200 50 120 200	740
2 階 寝室・書斎	カーペット敷き			100	
	合板 床組 天井	5	12+9	105 200 200	605 ↓ 740
2 階 洗面・トイレ	塩ビシート貼り	20	2	40	
	合板 床組 天井	5	12	60 200 200	500 ↓ 740

建築物の部分	名 称	(γ /m ³)	(t /mm)	(w /m ²)	(W /m ²)
2 階 廊下	フローリング 合板 床組 天井	4 5	15 12	60 60 200 200	520 ↓ 740
2 階 バルコニー	セラランバツ 束 (均し) 耐水合板 断熱材 床組 天井	9 5	20 12 45	180 100 60 25 200 200	765 ↓ 1000
1 階 ダイニング リビング キッチン	フローリング 床暖房 合板 床組		15 12	120 100 60 200	480 ↓ 600
1 階 和室	畳 杉板 t15 床組 〔 根太 45×55@455 大引 105×105 〕	4	60 15	340 60 150 〔 50 100 〕	550 ↓ 600

2) 壁荷重

建築物の部分	名 称	(γ /m ³)	(t /mm)	(w /m ²)	(W /m ²)
土塗壁 (外部)	土塗壁 (貫・下地・上塗)	13	65	845	845 ↓ 1000
荒壁パネル P2 (外部)	杉板 t15 荒壁パネル (両面) 中塗り 下地材 (受材、胴縁)	4 17	15 26×2 8×2	60 400 272 100	832 ↓ 950
荒壁パネル P2 (内部)	内部仕上げ (両面) 荒壁パネル (両面) 下地材 (受材、胴縁)		26×2	250 400 100	750 ↓ 950
荒壁パネル P1 (内部)	内部仕上げ (両面) 荒壁パネル (片面) 下地材 (受材、胴縁)		26	250 200 100	550 ↓ 650
格子壁	45 × 45@120 縦横	4.5		200	200 ↓ 650
雑壁	PB t = 12.5 両面	6	25	150	650

3) その他の重量

- 点荷重

特になし

- 線荷重

- ◆ X3 通り出窓（窓の重量は面荷重で考慮している）

単位長さあたりの出窓重量 1 kN/m

→ 0.5 kN/m × 2

（開口上下に 2 分割して入力）

- ◆ 手摺

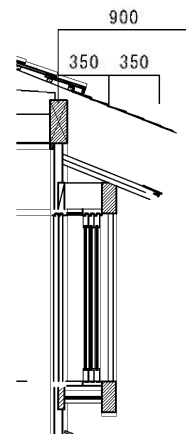
手摺（階段周り、バルコニー） 1 kN/m²

- ◆ 三角形壁

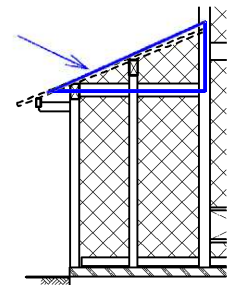
壁荷重 土壁 1000 N/m² = 1 kN/m²

高さ 0.7 m

1.0 × 0.7 = 0.700 → 1.0 kN/m



三角形壁



- 面荷重

窓や扉などの開口部に面荷重を入力する。

建築物の部分	名 称	γ (kN/m ³)	t (mm)	w (N/m ²)	W (N/m ²)
扉	木製戸			400	400
窓	複層ガラス 枠材	25	4×2	200 100	300 ↓ 400

3.3 積載荷重

(N/m²)

用途	床 用	架 構 用	地 震 用
屋根	300	300	0
居室	1800	1300	600

3.4 積雪荷重

1) 垂直積雪量と設計荷重

京都市建築基準法施行細則第 31 条より、令第 86 条第 3 項の規定により市長が規則で定める数値は、下式より算出する。

標高 400 m 以下の地域

$$d = 0.09 \times l_s + 21 = 25.3 \rightarrow 30 \text{ cm}$$

ここに、 d : 垂直積雪量

l_s : 建設地の標高 およそ 47.1 m

(国土地理院ホームページ 地理院地図より)

垂直積雪量 30 cm

単位重量 20 N/cm/m²

設計荷重 600 N/m² (短期積雪荷重)

2) 荷重条件と部材の強度の比較

a) 部材の強度

積雪時の構造計算方法と部材の強度は下表の通り。F は基準強度を表す。

荷重条件	構造計算方法	部材の強度
稀積雪時	令第 82 条 第一号から第三号 許容応力度計算	令第 89 条のただし書き 短期許容応力度 = $(F \times 2/3) \times 0.8$ (短期積雪・中短期)
極稀積雪時	令第 82 条の 5 第二号 限界耐力計算	令第 95 条のただし書き 材料強度 = $F \times 0.8$

b) 荷重条件と部材の強度の比較

各荷重時における単位面積あたりの屋根にかかる荷重、および各荷重時の検討に用いる部材の強度（許容応力度または材料強度）を下表に示す。（ ）内の数値は、長期の数値に対する比を表し、F は基準強度を表す。

長期と積雪時の荷重条件および部材の強度の比較

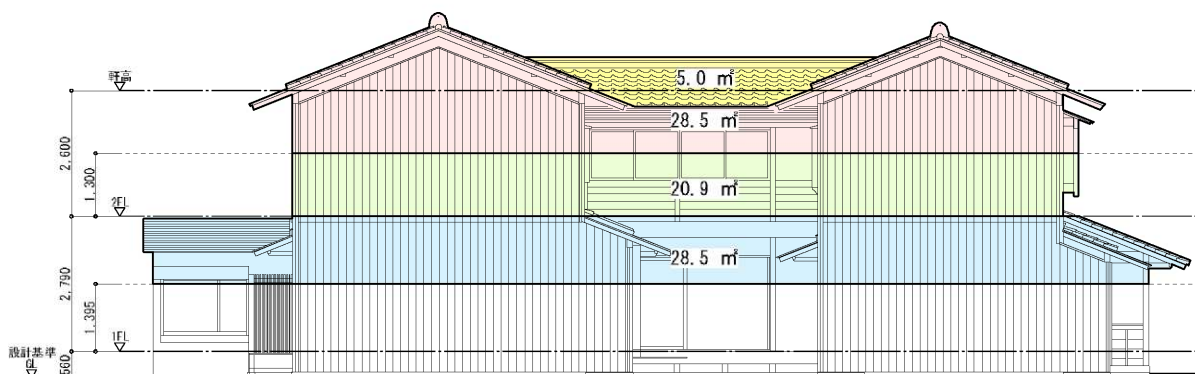
		長期	稀積雪荷重時	極稀積雪荷重時
屋根	荷重 (N/m ²)	1300	1000 + 600 = 1600 (長期の 1.23 倍)	1000 + 1.4 × 600 = 1840 (長期の 1.42 倍)
	強度 (N/mm ²)	$F \times 1.1/3$ = $F/2.73$	$(F \times 2/3) \times 0.8 = F/1.875$ (長期の 1.45 倍)	$F \times 0.8 = F/1.25$ (長期の 2.18 倍)
	荷重増の比 強度増の比	—	$1.23/1.45 = 0.85$ < 1.0	$1.42/2.18 = 0.65$ < 1.0
下屋根	荷重 (N/m ²)	700	400 + 600 = 1000 (長期の 1.43 倍)	400 + 1.4 × 600 = 1240 (長期の 1.77 倍)
	強度 (N/mm ²)	$F \times 1.1/3$ = $F/2.73$	$(F \times 2/3) \times 0.8 = F/1.875$ (長期の 1.45 倍)	$F \times 0.8 = F/1.25$ (長期の 2.18 倍)
	荷重増の比 強度増の比	—	$1.43/1.45 = 0.986$ < 1.0	$1.77/2.18 = 0.81$ < 1.0

積雪荷重による荷重増の比より長期に対する積雪時の強度増の比が大きいため、長期の検討を行えば、稀および極稀積雪荷重時の検討は包摂される。

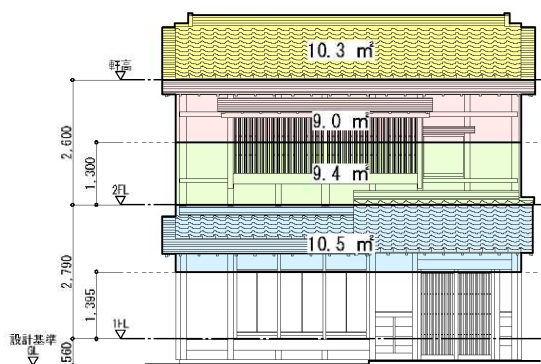
3.5 風圧力

1) 受圧面積

各方向の風圧力算出用受圧面積を下图に示す。



東西方向 受圧面積 (m²)



南北方向 受圧面積 (m²)

2) 風圧力の算出

建築基準法施行令第 87 条により算定する。速度圧と風力係数は下式による。

$$\text{速度圧 } q = 0.6EV_0^2, \quad E = E_r^2 G_f$$

$$\text{風力係数 } C_f = C_{pe} - C_{pi}$$

ここに、 q : 速度圧 (N/m^2)

E : 建設省告示による係数

E_r : 平均風速の鉛直分布を表す係数

G_f : 構造骨組用ガスト影響係数

C_f : 風力係数

C_{pe} : 外圧係数

C_{pi} : 内圧係数

V_0 : 基準風速

a) 稀風荷重

前頁の計算式から算出した稀暴風時風圧力を下表に示す。

建設地区分 京都市 基準風速 V_0 32.0 m/s

地表面粗度区分 III Z_b 5.0 m
 Z_G 450.0 m
 α 0.2
 速度圧算定用高さ H 7.850 m
 鉛直分布係数 E_r 0.76
 構造骨組用加算係数 G_f 2.50
 速度圧 $q =$ 878.9 N/m²

東西方向

階	階高 (m)	地盤からの 高さ(m)	見付け面積 (m ²)	風上壁面用 分布係数	風力係数	風圧力 (kN)
屋根	1.600	7.850	5.00		1.30	5.7
2階	2.600	6.250	28.50	0.91	1.13	34.0
1階	2.790	3.650	49.40	0.83	1.07	80.4
地表面	0.860	0.860		0.83	1.07	80.4

南北方向

階	階高 (m)	地盤からの 高さ(m)	見付け面積 (m ²)	風上壁面用 分布係数	風力係数	風圧力 (kN)
屋根	1.600	7.850	10.30		1.30	11.8
2階	2.600	6.250	9.00	0.91	1.13	20.7
1階	2.790	3.650	19.90	0.83	1.07	39.4
地表面	0.860	0.860		0.83	1.07	39.4

◆ 稀暴風時風圧力 (kN)

名称	東西方向	南北方向
2 階	34.0	20.7
1 階	80.4	39.4

b) 極稀風荷重

極稀暴風時風圧力は、稀暴風時の数値を 1.6 倍した値とする。

◆ 極稀暴風時風圧力 (kN)

名称	東西方向	南北方向
2 階	54.4	33.2
1 階	128.6	63.1

稀暴風時および極稀暴風時における主架構への水平荷重は、次章に示す地震力より小さいため、主架構解析用水平力は地震時水平力を採用する。

3) 二次部材検討用の風圧力

- ・屋根面の風圧力は、日本建築センター「2007 年版建築物の構造関係技術基準解説書」による。
- ・屋根面の風力係数は、 $C_f = C_{pe} - C_{pi}$ とする。
- ・軒の風力係数は、 $C_f = C_{pe}$ (屋根上面) $- C_{pe}$ (軒先下面=壁面) とする。

位置	勾配	吹き上げ時	吹き下げ時
屋根面	21.8°	$C_f = -1.0 - 0.0 = -1.0$	$C_f = 0.2 - (-0.2) = 0.4$
軒先	21.8°	$C_f = -0.6 - 0.8 = -1.4$	—

- ・二次部材の設計用風荷重は下表の通り。

位置	部材	速度圧 q (N/m^2)	風力係数 C_f	風圧力 (N/m^2)
屋根	母屋・垂木	880	-1.0 0.4	$1000 + 880 \times (-1.0) = 120$ $1000 + 880 \times 0.4 = 1352$
軒先	垂木	880	-1.4	$960 \times (-1.4) = 1344$

4) 二次部材の設計荷重

下表に示す通り卓越する荷重で性能確認を行う。

位置	部材	風圧力 (N/m^2)	常時荷重 (N/m^2)	地震時 1G (N/m^2)	性能確認する荷重
屋根	母屋・垂木	120, 1590	1000	—	常時
軒先	垂木	1344	700	1400	地震時 1G

5) 屋根葺き材の検討用風圧力

- ・本建物は四号建物であるため、令第 82 条の 4 および告示 1458 号の屋根ふき材の性能確認は法的には必要要件ではない。
- ・本建物の瓦は、告示 109 号に準拠し、「屋根瓦は軒及びけらばから 2 枚通りまでを 1 枚ごとに、その他の部分のうちむねにあつては 1 枚おきごとに、銅線、鉄線、くぎ等で下地に緊結し又はこれと同等以上の効力を有する方法ではがれ落ちないようにふくこと」とする。

3.6 地震力

1) 地震力算定用建物重量

地震力算定用建物重量を以下に示す。(kN)

階	範 囲	各範囲毎の重量	累加重量
2	屋根～壁・建具(2階上半分)	233.9	233.9
1	壁・建具(2階下半分) ～2階床 ～壁・建具(1階上半分)	375.4	609.3

2) 地震力

限界耐力計算法による計算の結果として得られた応答層せん断力および応答層せん断力係数とともに極稀暴風時風圧力を以下に示す。

a) 稀地震動時応答値 と 稀暴風時水平力

方 向	階	稀地震動時応答値		稀暴風時
		応答層せん断力 (kN)	応答層せん断力 係数	算出風圧力 (kN)
X 方向 (南北)	2	57.6	0.246	20.7
	1	114.0	0.187	39.4
Y 方向 (東西)	2	60.1	0.257	34.0
	1	118.2	0.195	80.4

b) 極稀地震動時応答値 と 極稀暴風時水平力

方 向	階	極稀地震動時応答値		極稀暴風時
		応答層せん断力 (kN)	応答層せん断力 係数	算出風圧力 (kN)
X 方向 (南北)	2	203.8	0.880	33.2
	1	403.9	0.667	63.1
Y 方向 (東西)	2	118.6	0.502	54.4
	1	234.4	0.381	128.6

2階応答層せん断力係数 = 応答層せん断力/屋根～壁・建具(2階上半分)

1階応答層せん断力係数 = 応答層せん断力/屋根～壁・建具(1階上半分)

地震力と風圧力を比較した結果、稀、極稀とも地震力が風圧力よりも卓越する。
水平力に関する検討は、地震力で性能確認を行って支障ないことを確認した。

4) Ai 分布の算定

増分解析の外力分布は、Ai 分布による。

地震係数 $Z = 1.0$

標準せん断力係数 $Co = 0.2$ 《参考》

$h = (7.85 + 6.25) / 2 = 7.05 \text{ m}$ (GL ~ 棟高さと軒高の平均値)

$\alpha = 1.0$ (木造部分の高さの h に対する比)

$T = h \times (0.02 + 0.01 \alpha) = 7.05 \times 0.03 = 0.211 \text{ sec}$

$T_c = 0.6 \text{ sec}$ (第2種地盤)

$T < T_c$ より、 $R_t = 1.000$

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha i}} - \alpha i \right) \times \frac{2T}{1 + 3T}$$

階	Wi (kN)	Σ Wi (kN)	αi	Ai
屋根	233.9	233.9	0.384	1.318
2 階	375.4	609.3	1.000	1.000
1 階	85.4	694.7		

5) 局所的な地震力

片持ち梁形式の部材は、局所的な地震力として上下動を震度 $k = 1.0$ として設計する。

部 材 名 称	検 討 方 法
軒先垂木・けらば母屋	上下動を $k = 1.0$ として検討する