

2012年5月6日つくば市 竜巻被害住宅レポート

2012/6/28



最終更新:2012/7/26

概要

2012年5月6日つくば市北条地区で発生した竜巻において、特筆すべき被害が生じた住宅(2物件)について、**東京工芸大学 田村幸雄 教授**らと分析した。

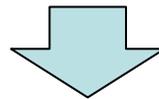
【田村幸雄 教授プロフィール】
・建築学・風工学専攻 工学博士
・国際風工学会IAWE 会長
・日本学術会議 連携会員
・文部科学省 グローバルCOEプログラム
「風工学・教育研究のニューフロンティア」

①「基礎転倒住宅 (A邸)」

- ・建物重量を計算した上で、転倒に必要な風速を計算
- ・2階・1階・基礎が緊結したまま転倒するのに必要な各接合部の耐力を計算・分析

②「2階屋根飛散住宅 (B邸)」

- ・2階屋根の重量・接合部耐力を計算した上で、飛散に必要な風速を計算



気象庁 の竜巻の藤田スケール「F2」→「F3」の見直しに影響を与えたと思われる

茨城県つくば市



つくば市 北条地区



筑波山

北条地区

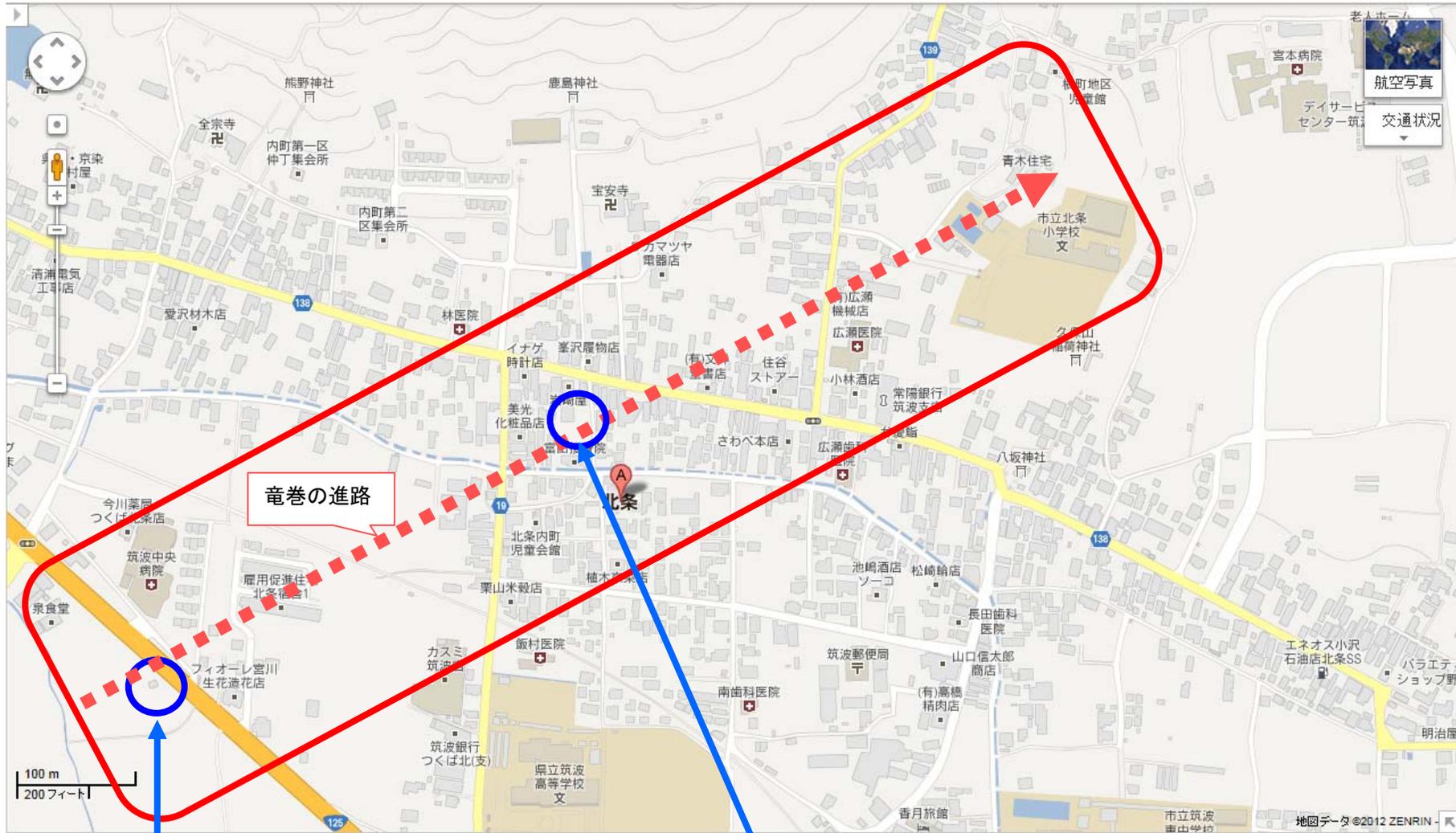
竜巻発生

筑波大学

つくば駅
(つくばエクスプレス)

インテグラル
(開発センター)

竜巻の進路と被害範囲



基礎転倒住宅
(A邸)

2階屋根飛散住宅
(B邸)

竜巻の進路と被害範囲（航空写真）



検証した住宅

物件	基礎転倒住宅（A邸）	2階屋根飛散住宅（B邸）
写真	 	 
階数	2階建て(ほぼ総2階) 軸組工法(?)	2階建て(下屋あり) 軸組工法(?)
面積	110.97㎡ (1階56.7+2階54.27)	259.35㎡ (1階175.72+2階82.63)
被害	基礎ごと転倒	2階屋根が飛散(小屋梁から上の大部分)
被害発生に至る瞬間風速(m/s) (田村教授計算)	転倒 : 109~120 m/s ※参考: 浮上りの発生には 209~233 m/s 必要	65 m/s (ガラスが割れた状態) 89 m/s (ガラスが割れていない状態)

基礎転倒住宅 (A邸) 写真



写真撮影：
インテグラル

2階屋根飛散住宅 (B邸) 写真



写真撮影：
インテグラル



「藤田スケール」とは

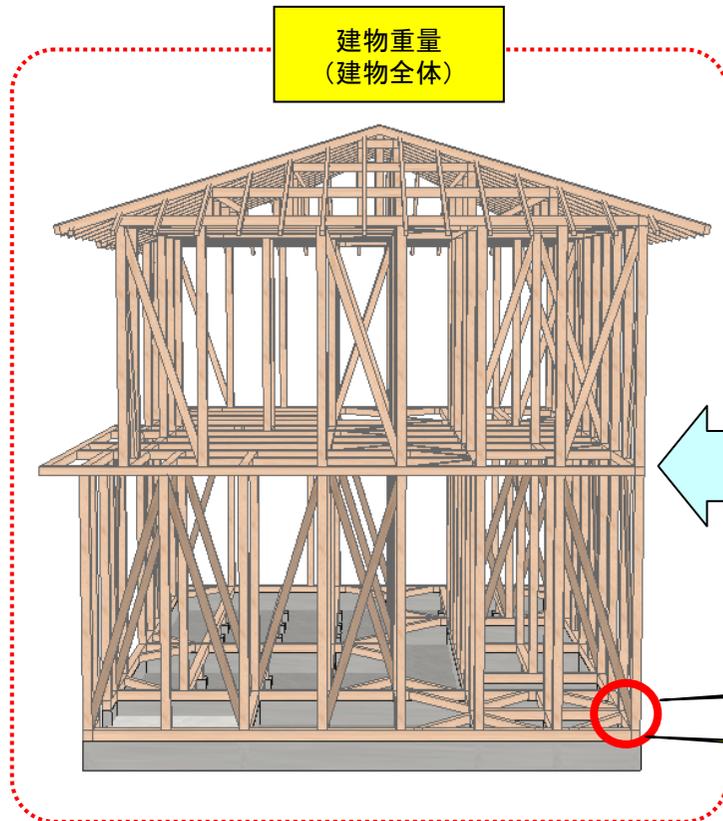
引用: 気象庁 HPより

F0	17～32m/s (約15秒間の平均)	テレビのアンテナなどの弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れるかもしれない。
F1	33～49m/s (約10秒間の平均)	屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木は幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。
2012/5/7 気象庁 F2 と推定		
F2	50～69m/s (約7秒間の平均)	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、車が脱線することがある。
		
F3	70～92m/s (約5秒間の平均)	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車はもち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるかし、引き抜かれることもある。
2012/6/8 気象庁 F3に見直し(修正)		
F4	93～116m/s (約4秒間の平均)	住家がバラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨づくりでもベンチンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。1トン以上ある物体が降ってきて、危険この上もない。
F5	117～142m/s (約3秒間の平均)	住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などがもち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。

2012/5/31 気象庁の「竜巻等突風予測情報改善検討会」にて、田村教授より「F3」以上だった可能性が指摘されました。

①「基礎転倒住宅（A邸）」の検証

基礎転倒住宅 (A邸) 検証



建物重量
(建物全体)

風

1階柱と土台の接合部の耐力 (1階柱脚接合部)

土台と基礎の接合部の耐力 (アンカーボルト、ホールダウン金物)

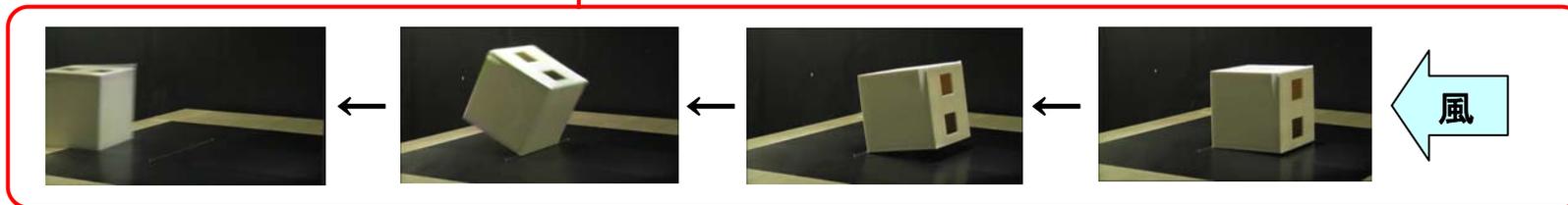
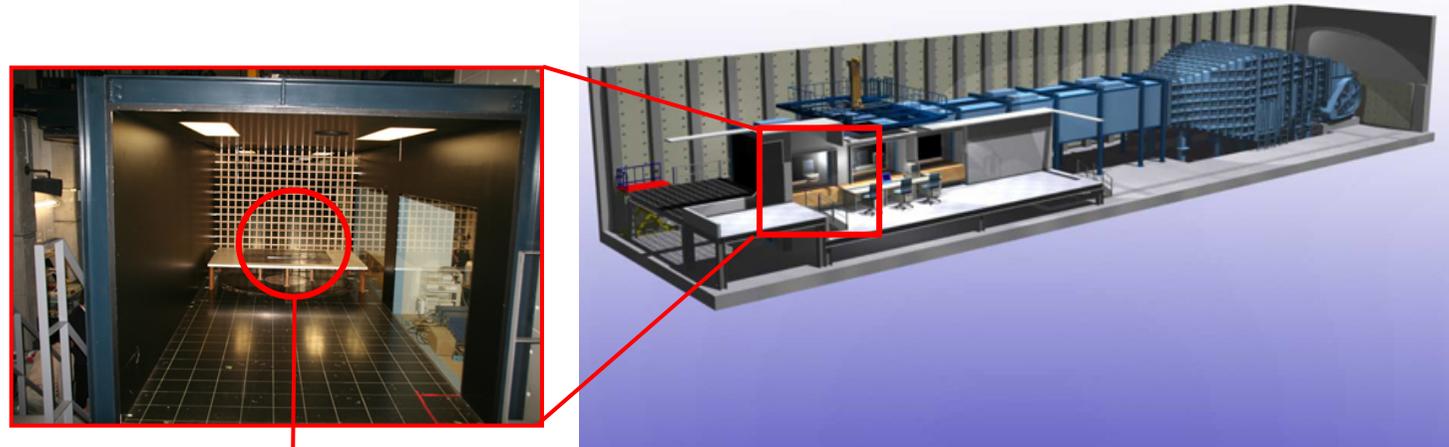
■ 検証

- ・建物の重量は？
- ・どの程度の風速で転倒するか？
- ・どの程度の風速で浮き上がるか？
- ・1階・基礎が緊結したまま転倒したが、各接合部はどの程度だったか？

2012/5/27 田村幸雄教授による風洞実験

東京工芸大学 (厚木キャンパス)の実験施設

「大型乱流境界層風洞」にて



【概要】

基礎転倒住宅を想定し、1/20スケールのシンプルな形状の模型に風を当て、「どの程度の風速で転倒するか」

「浮き上がるような現象が発生するか」 検証を行った。

- ・建物重量は600kN程度を想定 (基礎含む)
- ・建物形状は2階建て(総2階、陸屋根、軒の出なし)

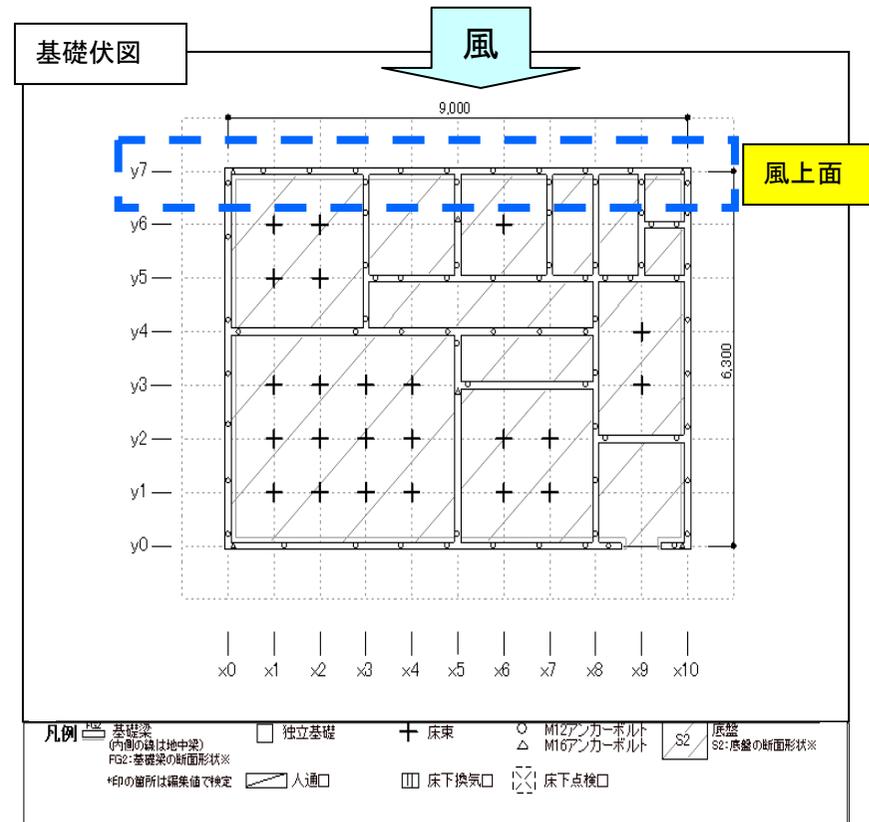
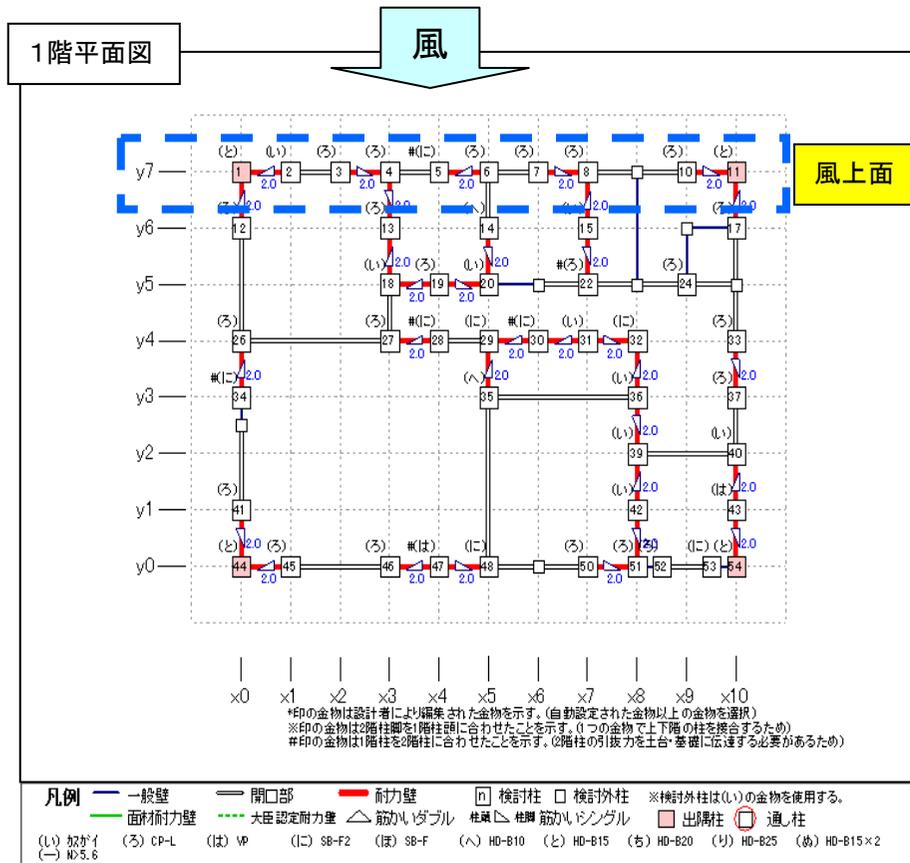
実寸法はX方向8.55m×Y方向5.85m×高6.00m程度を想定

- ・開口が有る状態と無い状態のそれぞれで実験

基礎転倒住宅 (A邸) の1階・基礎の図面



※間取り、基礎伏図はインテグラル推測



基礎転倒住宅 (A邸) の重量計算

ホームズ君構造EXで試算



荷重設定

固定荷重(G)

全ての階で同一の設定
 階ごとに個別の設定

1階 2階

部位	荷重パターン	単位荷重	変更
屋根	瓦葺き(土無し)	690 N/m ²	変更
軒天	ケイカル板	150 N/m ²	変更
天井	天井	250 N/m ²	変更
<input type="checkbox"/> 垂木が勾配天井の荷重(梁・桁の荷重を除く)を受ける			
外壁	重い外壁	890 N/m ²	変更
床/小屋裏収納	フローリング床	340 N/m ²	変更
間仕切壁	間仕切壁	350 N/m ²	変更
外部袖壁	軽い外部袖壁	350 N/m ²	変更
バルコニー-腰壁	重いバルコニー-腰壁	1430 N/m ²	変更
バルコニー-床	バルコニー-床	750 N/m ²	変更
バルコニー-オーバーハング軒天	バルコニー-軒天(ケイカル)	320 N/m ²	変更

※階ごとに異なる設定をされた部位名は赤字で表示されます。

積載荷重(P)

単位荷重

小梁計算用 (P床) 1800 N/m²

大梁・胴差・基礎計算用 (P) 1300 N/m²

たわみ計算用 (P地) 600 N/m²

積雪荷重(S)

地域区分 一般 多雪区域

垂直積雪量 30 cm

積雪の単位荷重 20 N/cm/m²

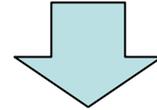
固定荷重既定値読み込み 現在の設定を既定値とする

OK キャンセル

	項目	条件	
計算条件	階数	2階建て(ほぼ総2階)	
	屋根形状	寄棟	
	延床面積	約110.97m ² (2階:54.27m ² 1階:56.70m ²)	
	屋根 単位荷重	690 N/m ² (瓦/葺き土なし)	屋根実面積を乗算
	外壁 単位荷重	890 N/m ² (ラスモルタル)	外壁面積を乗算
	2階床 単位荷重	340 N/m ² (フローリング)	床面積を乗算
	1階床 単位荷重	340 N/m ² (フローリング)	
	天井 単位荷重	250 N/m ² (石膏ボード)	各面積を乗算
	間仕切壁 単位荷重	350 N/m ² (石膏ボードクロス張り)	
	軒天 単位荷重	150 N/m ² (ケイカル板)	
	積載荷重	600 N/m ² (地震力計算用)	床面積を乗算
	基礎形式	べた基礎	
	基礎立上り高さ+根入れ深さ	650mm	
	基礎立上り幅	120mm	
べた基礎底盤厚さ	150mm		
基礎内部根入れ	あり		
計算結果 (kN)	2階上半分		125.58
	2階下半分+1階上半分		192.93
	1階下半分		109.36
	基礎		314.34
	合計		742.21

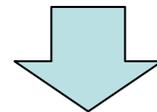
基礎転倒住宅 (A邸) の転倒に必要な風速

・建物重量(基礎含む) 約600~740kN

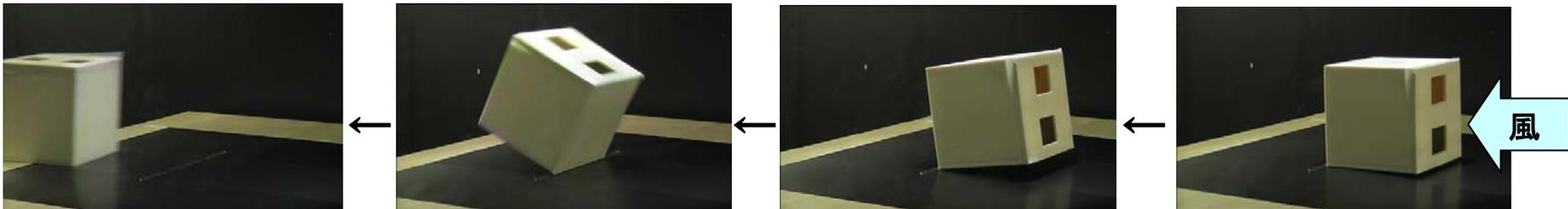


田村教授の計算 及び 風洞実験結果(2012/5/27)より

▼転倒に必要な風速 109~121m/s
▼浮上りに必要な風速 209~233m/s



- ・竜巻は「F2」ではなく「F3」~「F4」だったと考えられる
- ・浮き上がりは発生しなかった
(風速200m/s以上の風が発生していたとは考えにくい)



参考) 風圧力の計算式 (許容応力度計算)

【引用】(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(2008年版)」p45

(1) 風圧力の計算 (令 87 条、平 12 建告 1454 号)

建物の i 階に加わる風圧力 Q_{wi} は、X、Y 方向それぞれについて、下式によって計算する。

$$Q_{wi} = q \times \Sigma(C_f \times A_{wi})$$

平 12 建告 1454 号で地域ごとに定められる
基準風速 30~46m/s (10 分間の平均風速)
例: つくば市 34m/s

q : 速度圧 [N/m²]。(2.2.2.2)式で計算する。

$$q = 0.6EV_0^2 \quad \dots\dots\dots(2.2.2.2)$$

$$E = E_r \cdot G_f \quad \dots\dots\dots(2.2.2.3)$$

G_f : ガスト影響係数。地表面粗度区分に応じて表 2.2.2.1 に掲げる数値。

E_r : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数で、

$$H \leq Z_b \text{ のとき } E_r = 1.7 \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha \quad \dots\dots\dots(2.2.2.4a)$$

$$H > Z_b \text{ のとき } E_r = 1.7 \left(\frac{H}{Z_G} \right)^\alpha \quad \dots\dots\dots(2.2.2.4b)$$

H : 建築物の高さと軒の高さとの平均 [m]

Z_b : 地表面粗度区分に応じて表 2.2.2.1 に掲げる数値。

Z_G : 地表面粗度区分に応じて表 2.2.2.1 に掲げる数値。

表 2.2.2.1 風圧力計算に用いる Z_b 、 Z_G 、 G_f の値

地表面粗度区分	I	II	III	IV	
Z_b [m]	5	5	5	10	
Z_G [m]	250	350	450	550	
α	0.10	0.15	0.20	0.27	
G_f	$H \leq 10$	2.0	2.2	2.5	3.1
	$10 < H \leq 40$	直線補間した数値			
	$40 < H$	1.8	2.0	2.1	2.3

V_0 : 平 12 建告 1454 号第二に定める風速 [m/s]

C_f : 風力係数。(2.2.2.5)式で計算する。ただし、勾配面(屋根面)を鉛直面(壁面)とみなしてもよい。

$$C_f = C_{pe} - C_{pi} \quad \dots\dots\dots(2.2.2.5)$$

C_{pe} : 閉鎖型及び開放型の建築物の外圧係数。(平 12 建告 1454 号第三による)

C_{pi} : 閉鎖型及び開放型の建築物の内圧係数。(平 12 建告 1454 号第三による)

A_{wi} : i 階の見付け面積 [m²] で、 i 階の床高+1.35m より上の見付け面積の和とする。

参考) 風圧力の計算

ホームズ君構造EXで試算



外力設定
✕

以下2項目の設定を行ってください。

建物の最高高さや軒高の平均 9.00 (m) ?

地表面粗度区分 C ?

	I	II	III	IV
Zb (m)	5	5	5	10
ZG (m)	250	350	450	550
α	0.10	0.15	0.20	0.27
Gf	H ≤ 10	2.0	2.2	2.5
	10 < H ≤ 40	直線補間した数値		
	40 < H	1.8	2.0	2.1

地震力の計算

Q_{Ei} : 地震力 (kN) 3階 2階 1階
 $Q_{Ei} = C_i \times \sum W_i \times \beta$ - 42.70 79.63

C_i : 層せん断力係数 3階 2階 1階
 $C_i = Z \times R_t \times A_i \times C_0$ - 0.272 0.200

Z : 地震地域係数 1.00

R_t : 振動特性係数 1.0 ※13m以下木造住宅は1.0

A_i : 層せん断力分布係数 3階 2階 1階
- 1.357 1.000

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

α_i : i層の支持荷重を1階の支持荷重で除した数値
 $\alpha_i = \sum W_i / \sum W_1$ 3階 2階 1階
- 0.395 1.000

T : 建物の固有周期 (s)
 $T = 0.03 \times h$
h : 建物の最高高さや軒高の平均 (m) 9.00

C₀ : 標準せん断力係数 0.20 ※通常地盤 : 0.2以上
 軟弱地盤 : 0.3以上

∑ W_i : 層の支持荷重 (kN) 3階 2階 1階
- 125.58 318.51

β : 地震力割増 1.25 ※耐震等級3の場合 : 1.5
 耐震等級2の場合 : 1.25
 それ以外 : 1.0

風圧力の計算

Q_{wi} : 風圧力 (kN) 3階 2階 1階
 $Q_{wi} = q \times \sum (C_f \times A_{wi}) \times \beta$ X方向 - 23.49 52.76
Y方向 - 35.72 76.10

q : 速度圧 (N/m²) 1.051 ⇒ (kN/m²) 1.051
 $q = 0.6 \times E \times V_0^2$

E : 1.514
 $E = E_r^2 \times G_f$

E_r : 0.778 平均風速分布係数
 $E_r = \begin{cases} 1.7 \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha & (H \leq Z_b) \\ 1.7 \left(\frac{H}{Z_G} \right)^\alpha & (H > Z_b) \end{cases}$

H : 9.00 建物の最高高さや軒高の平均 (m)
Z_b : 5 **Z_G : 450** **α : 0.20**

G_f : 2.5 ガスト影響係数

V₀ : 風速 (m/s) 34

壁面 の風力係数・見付面積を表示

C_f : 風力係数 1.20
 $C_f = C_{pe} - C_{pi}$

C_{pe} : 外圧係数 1.20 ※閉鎖型の建築物とみなし下式で計算
 $C_{pe} = \text{風上面} - \text{風下面}$

風上面 : 0.80
 $\text{風上面} = 0.8k_z$
 $k_z = \left(\frac{Z}{H} \right)^{2\alpha}$ 1.0 ※安全側で Z=H とする

H : 9.00 建物の最高高さや軒高の平均 (m)
Z : 9.00 当該部分の地盤面からの高さ (m)
α : 0.20

風下面 : -0.4

C_{pi} : 内圧係数 0 ※閉鎖型の建築物とみなし 0 とする

A_{wi} : i階の見付面積 (m²) 3階 2階 1階
(鉛直面) X側面 - 23.60 50.28
Y側面 - 15.52 34.86

β : 風圧力割増 1.2 ※耐風等級2の場合 : 1.2
 それ以外 : 1.0

【凡例】 : 数値を手入力 : 「建物概要」で設定 : 「計算条件設定」で設定
 : 「地表面粗度区分」により決まる値 : 自動算出あるいは固定値

OK キャンセル

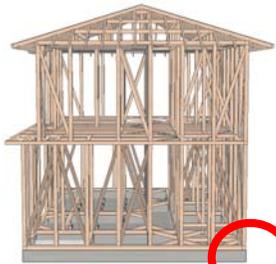
基礎転倒住宅 (A邸) の1階・土台・基礎の接合部

・田村教授が試算した必要耐力 (風上面の土台1mあたり)

※1階・土台・基礎が緊結したまま転倒するのに必要な耐力

必要な耐力

8.3 kN/m以上



①柱と土台の接合について (風上面の1辺のみ)

接合箇所	接合部の仕様	短期許容引張耐力 (kN)	数	短期許容引張耐力合計 (kN)
1階柱脚接合部	い (短ほぞ差し)	0.00	1	0.00
1階柱脚接合部	ろ (L字型金物)	3.38	6	20.28
1階柱脚接合部	に (短冊金物)	7.50	1	7.50
1階柱脚接合部	と (15kN用引き寄せ金物)	15.00	2	30.00
耐力合計				57.78
風上面の土台長さ(m)				9.00
土台1mあたりの耐力				6.42

1階柱と土台の接合部

6.42 kN/m

②土台と基礎の接合について (風上面の1辺のみ)

接合箇所	接合部の仕様	短期許容引張耐力 (kN)	数	短期許容引張耐力合計 (kN)
1階柱脚接合部	と (15kN用引き寄せ金物)	15.00	2	30.00
アンカーボルト	M12 アンカーボルト	25.01	9	225.09
耐力合計				255.09
風上面の土台長さ(m)				9.00
土台1mあたりの耐力				28.34

土台と基礎の接合部

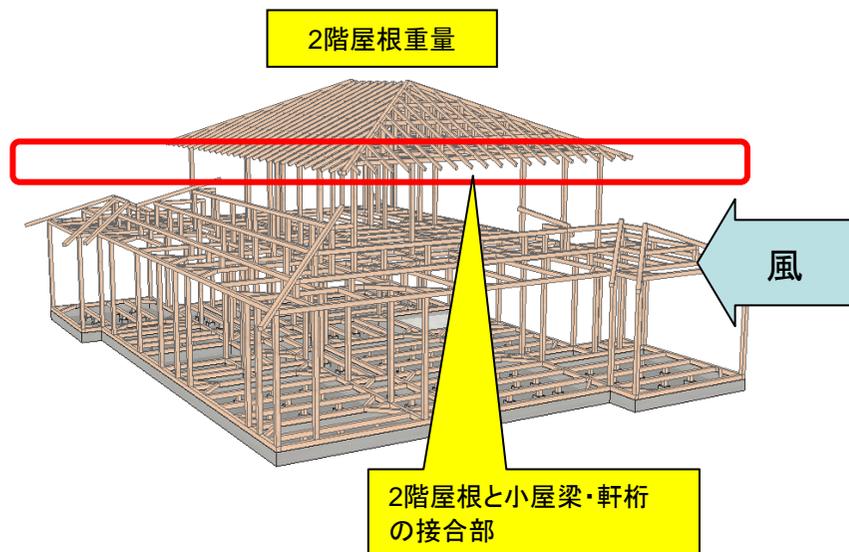
28.34 kN/m

1階柱と土台は6.42kN/mだが、終局耐力を考慮すれば、耐力は充分(8.3kN/m以上)だったと思われる

実際起きた被害の通り、上記耐力で1階から基礎まで緊結されたまま転倒することは充分考えられる

②「2階屋根飛散住宅（B邸）」の検証

2階屋根飛散住宅 (B邸) 検証



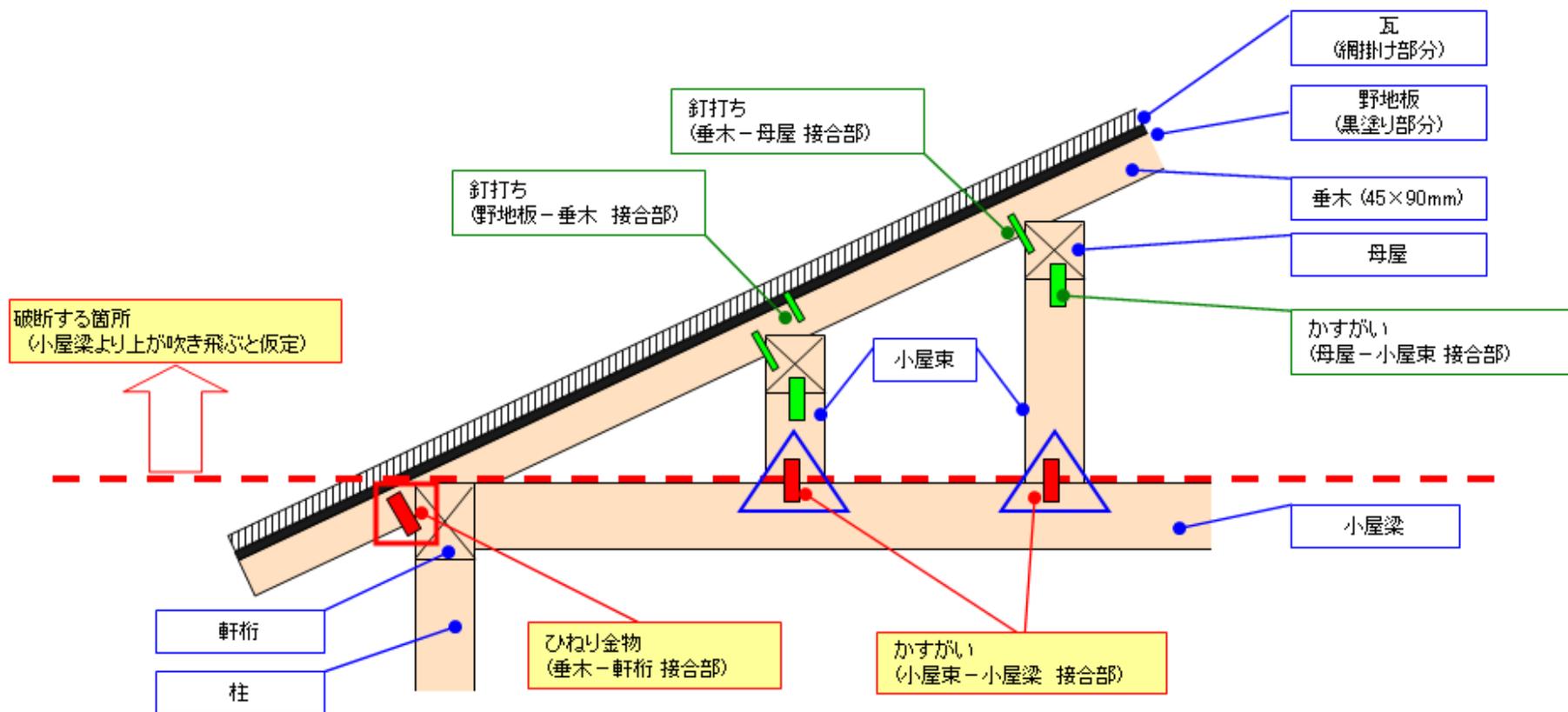
■ 検証

- ・2階屋根の重量は？
- ・2階屋根と小屋梁・軒桁の接合部の耐力はどの程度か？
- ・どの程度の風速で、2階屋根が飛散しうるか？

前提)

小屋梁より上(母屋、小屋束を含む)が飛散した

2階屋根飛散住宅 (B邸) 模式図



参考) 負の風圧の検定

【引用】(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(2008年版)」p115~118

(1) 軒、けらば部分の風力係数

軒部分に作用する負の(上向きの)風圧力は、図2.5.5.1に示すように、屋根上を吹き抜ける風が屋根面を引き上げる力と、壁面に当たった風が軒を押し上げる力とが同時に作用した場合を想定して計算する。このときの風力係数は、下記の①と②の和とする。

- ① 屋根面の風力係数 $C_{pe①}$ は、切妻屋根面、片流れ屋根面及びびのこぎり屋根面の風上面負の C_{pe} の値を用いる。表2.5.5.1に、屋根勾配 θ [°] に応じた値を示す。

表 2.5.5.1 風上屋根面の C_{pe}

θ [°]	$C_{pe①}$
$\theta \leq 10^\circ$	-1.0
$10^\circ < \theta < 30^\circ$	$\frac{7\theta - 270}{200}$
$\theta = 30^\circ$	-0.3
$30^\circ < \theta < 45^\circ$	$\frac{\theta - 45}{50}$
$45^\circ \leq \theta$	0

- ② 軒下面の風力係数 $C_{pe②}$ は、軒高さ位置の風上壁面の風力係数(向きは上向き)を用いる。即ち、 $C_{pe②} = 0.8k_z$ とする。

けらばに作用する風圧力も軒と同様に、屋根上を吹き抜ける風が屋根面を引き上げる力と、壁面に当たった風がけらばを押し上げる力とが同時に作用した場合を想定して計算する。このとき、屋根面の風力係数は陸屋根の C_{pe} の値を用いる。即ち $C_{pe①} = -1.0$ とする。軒下面の風力係数 $C_{pe②}$ は、軒の場合と同じ値を用いる。

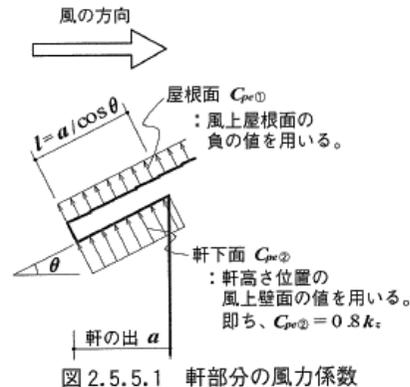


図 2.5.5.1 軒部分の風力係数

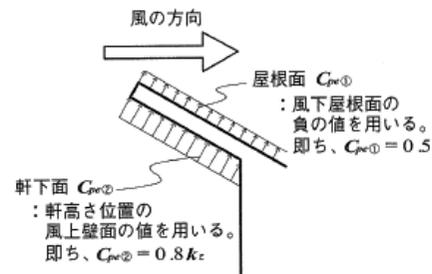


図 2.5.5.2 片流れ先端の場合

(3) 負の風圧力に対する垂木-軒桁接合部の引張耐力の検定

負の風圧力により垂木-軒桁接合部に作用する引張力 T が、垂木-軒桁接合仕様の短期許容引張耐力 T_a を超えないことを下式により確認する。

$$T \leq T_a \quad \dots\dots\dots(2.5.5.3)$$

ここで、 T : 負の風圧力により垂木-軒桁接合部に作用する引張力 [N] で、下式により計算する。

$$T = \{q \times (C_{pe①} + C_{pe②}) - W_R \cdot \cos\theta\} \times p \times \frac{a}{\cos\theta} \left(1 + \frac{a}{2l_{m1}}\right) + \{q \times C_{pe①} - W_R \cdot \cos\theta\} \times p \times \frac{l_{m1}}{2\cos\theta} \quad \dots\dots\dots(2.5.5.4)$$

ここで、 q : 速度圧 [N/mm²]

$C_{pe①}$ 、 $C_{pe②}$: (1)で求めた風力係数

W_R : 屋根面の固定荷重 [N/mm²]

p : 垂木ピッチ [mm]

a : 軒の出 [mm]

θ : 屋根勾配 [°]

l_{m1} : 軒桁から次の母屋までの水平距離 [mm]

T_a : 垂木-軒桁接合部の短期許容引張耐力 [N] で表2.5.5.2による。

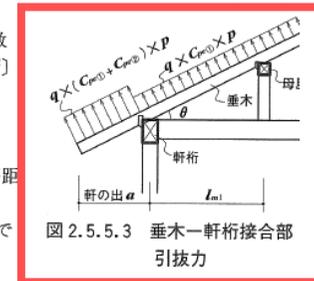


図 2.5.5.3 垂木-軒桁接合部引張力

表 2.5.5.2 垂木-軒桁(母屋)接合部の短期許容引張耐力

金物名	記号	接合具	短期許容引張耐力 [N]
折り曲げ金物	SF	6-ZN40	1800
ひねり金物	ST-9	4-ZN40	1400
	ST-12	4-ZN40	1620
	ST-15	6-ZN40	1840
くら金物	SS	6-ZN40	3300
釘 N90 打ち (1本)	打ち込み深さ 30mm 以上		190
木ねじ打ち	ねじの胴径 4mm 以上、打ち込み深さ 30mm 以上		550

その他の接合仕様の短期許容引張耐力は、「6.5.2(5) 垂木-軒桁接合部の引張試験」に示す試験方法と評価方法にもとづいて引張試験を行い試験成績書が発行されたものについては、当該試験成績書の短期許容引張耐力の値を用いることができる。また、垂木の脳天から軒桁に対して釘打ち、木ねじ(ビス)打ち、又はラグスクリュー打ちした接合部については、日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」における各々の接合具の短期許容引張耐力の算定式により求めた値を用いることができる。尚、本表の釘打ち、木ねじ打ちの短期許容耐力は、軒桁(母屋)の樹種をスギ、スプルース等(比重0.32)とした場合の値である。

負の風圧の検定

ホームズ君構造EXで試算



屋根関連設定
✕

屋根葺き材の検討

1. 屋根葺き材の設定 ?

仕様: 瓦

短期許容引き上げ荷重: 2000 N/m²

2. 屋根面ピーク風力係数 画像 ?

けらば先端 けらば頂部

勾配4.5寸 存在する ▼ 存在する ▼

屋根組み仕様による検定対象の選択 ?

※建物に以下A~Wの部位が存在する場合にチェックをつけて下さい。

①鉛直荷重による曲げとたわみに対する断面検定

A 垂木 画像

B 横垂木 画像

②負の風圧に対する断面検定

C 垂木(軒部分) 画像

D 垂木(けらば部分) 画像

E 横垂木(軒部分) 画像

F 横垂木(けらば部分) 画像

G 軒桁(けらば部分) 画像

H 母屋(けらば部分) 画像

I 棟木(けらば部分) 画像

J 登り梁(軒部分) 画像

K 登り梁(けらば部分) 画像

③負の風圧に対する接合部の引張耐力の検定

L 垂木-軒桁(軒部分) 画像

M 垂木-軒桁(けらば部分) 画像

N 垂木-母屋(小屋部分) 画像

O 垂木-母屋(けらば部分) 画像

P 垂木-棟木(小屋部分) 画像

Q 垂木-棟木(けらば部分) 画像

R 横垂木-登り梁(軒部分) 画像

S 横垂木-登り梁(けらば部分) 画像

T 母屋-小屋束(小屋部分) 画像

U 母屋-小屋束(けらば部分) 画像

V 棟木-小屋束(小屋部分) 画像

W 棟木-小屋束(けらば部分) 画像

①②③の検定に使用する寸法 (距離は全て水平距離)

屋根仕様種類数 1種類 ▼

仕様1

階数 ○ 1階 ● 2階 ○ 3階

屋根勾配 4.5 (寸)

垂木寸法 幅 45 せい 90 (mm)

垂木ピッチ 450 (mm)

横垂木ピッチ 450 (mm)

軒の出 600 (mm)

けらばの出 600 (mm)

最大母屋・棟木・軒桁間隔 909 (mm)

最大登り梁間隔 1818 (mm)

最大小屋束ピッチ 1818 (mm)

※寸法情報は自動では設定されません。設計者の判断で検定に使用する寸法を設定してください。

※寸法情報は、屋根の固定荷重や各寸法がどの階も同じ場合は、最上階の仕様のみ設定してください。

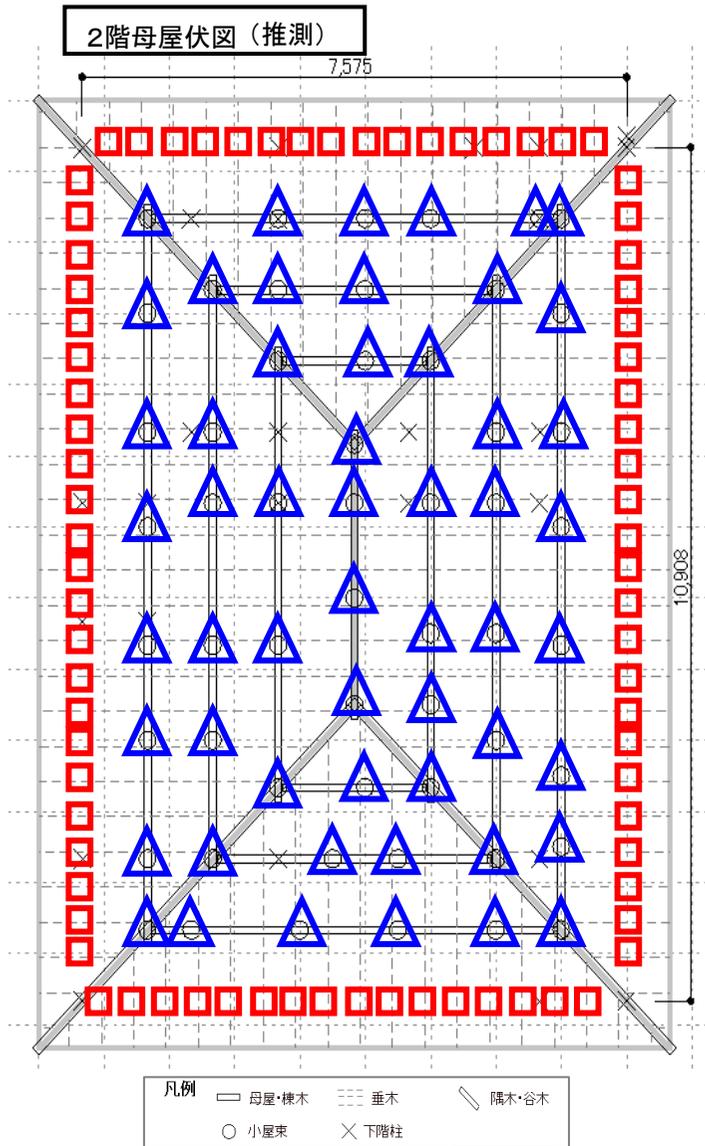
OK キャンセル

24

Copyright © 2013 INTEGRAL CORPORATION. All Rights Reserved.

2階屋根飛散住宅 (B邸) 重量・接合部耐力の計算

ホームズ君構造EXで試算



接合部耐力

△かすがい (小屋束と小屋梁を緊結) $1.08\text{kN} \times 55\text{箇所} = 59.40\text{kN}$

□ひねり金物 ST-9(垂木と軒桁を緊結) $1.40\text{kN} \times 78\text{箇所} = 109.20\text{kN}$

短期許容引張耐力の合計 **168.60kN**

重量

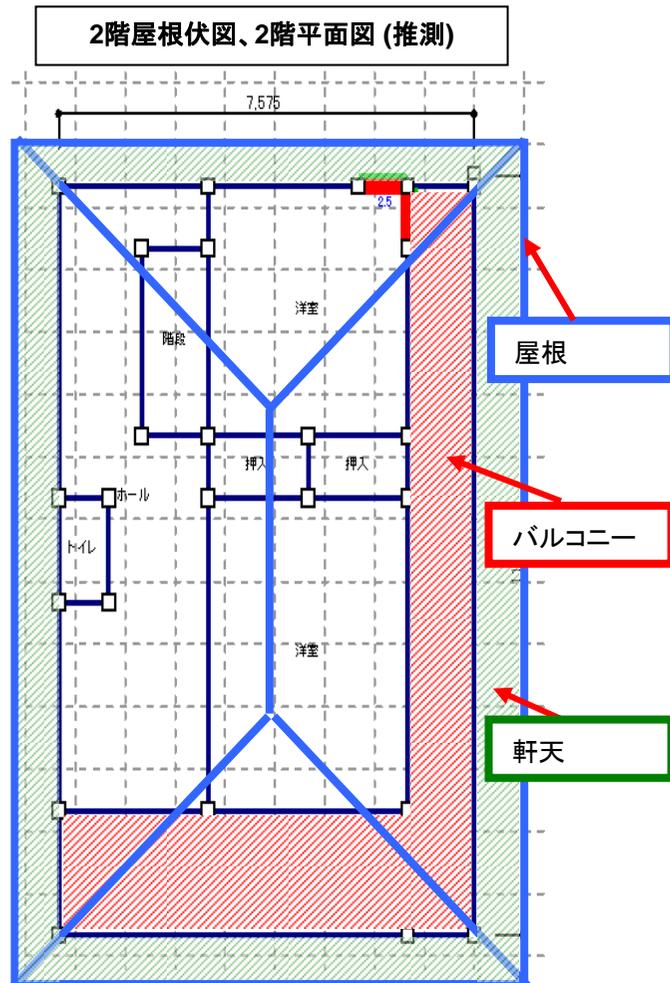
A) 2階屋根の単位荷重 = 690N/m^2 ※瓦葺き(葺き土無し)
 B) 2階屋根の面積 = 116.77m^2 ※水平投影面積
 $106.48\text{m}^2 (= 12.1 \times 8.8)$
 に勾配4.5寸を考慮した面積

C) 2階屋根の総重量 = $A \times B$
 $= 690\text{N/m}^2 \times 116.77\text{m}^2$
 $= 80.57\text{kN}$

≒ **81kN**

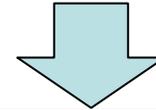


2階屋根飛散住宅 (B邸) 屋根飛散に必要な風速



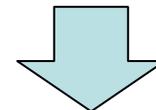
2階屋根

- ・重量 約 81.00kN
- ・接合部耐力合計 約168.60kN



飛散に必要な風速 (田村教授試算)

- (ガラスが割れた場合) 約65m/s
- (ガラスが割れない場合) 約89m/s



- ・「F2」(50～69m/s)でも充分発生しうる風

2階屋根飛散住宅 (B邸) の検定

■ 検定条件

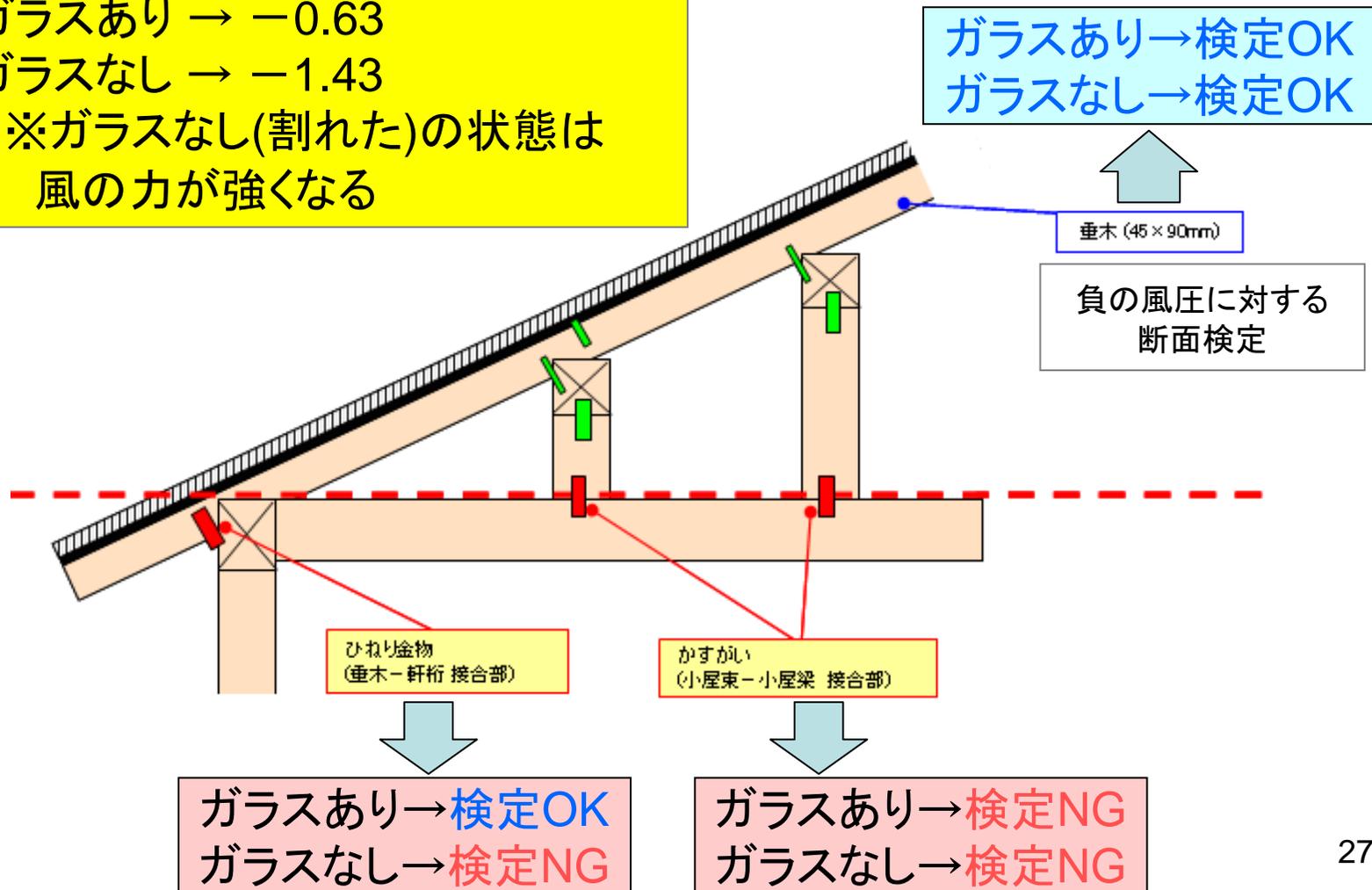
▼ 瞬間風速: 65 m/s

▼ 屋根面の風圧係数:

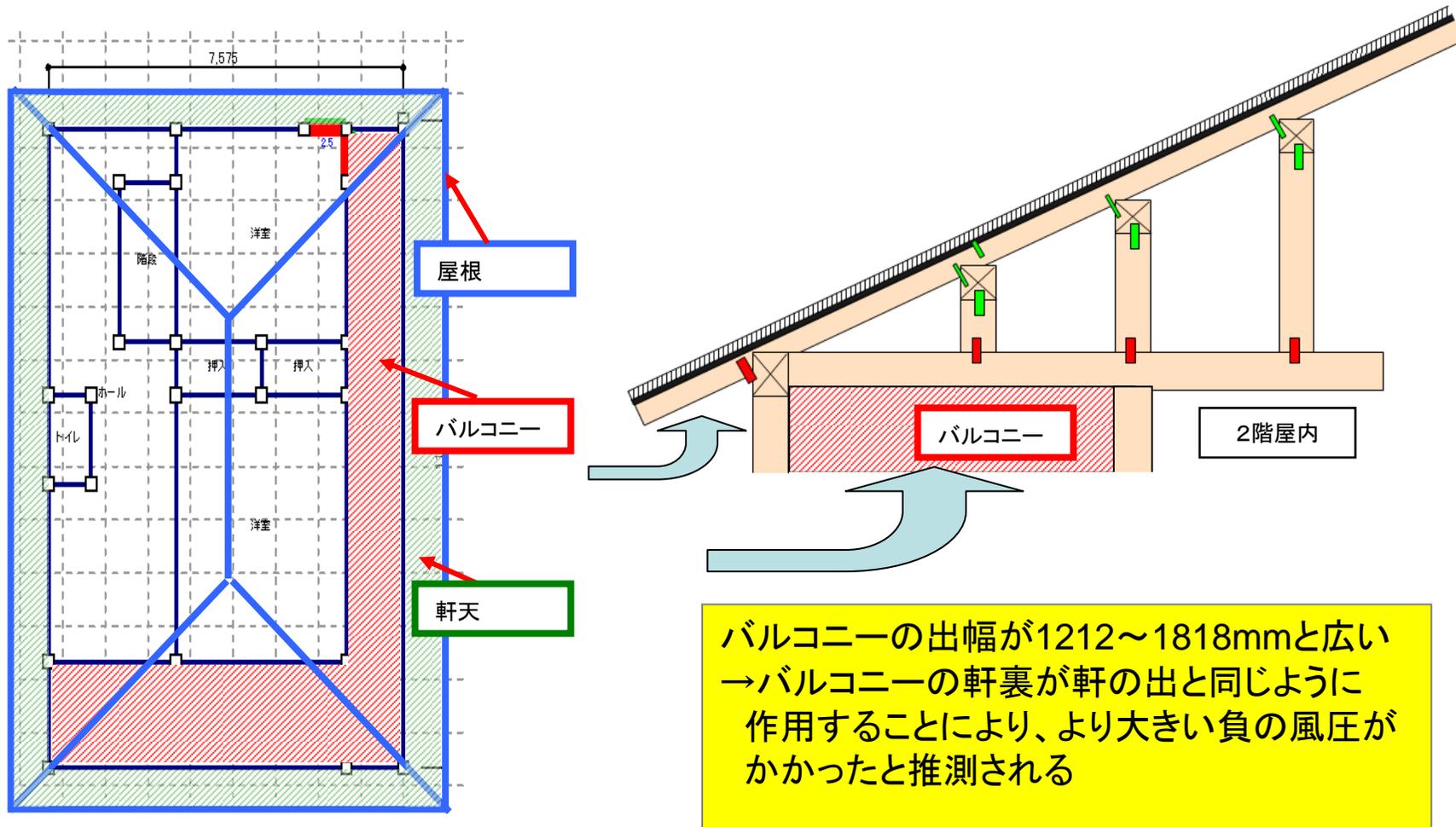
ガラスあり → -0.63

ガラスなし → -1.43

※ ガラスなし(割れた)の状態は
風の方が強くなる



2階屋根飛散住宅 (B邸) のバルコニー部分



2階屋根飛散住宅 (B邸) の検定

※ガラスありの状態での検定

■垂木-軒桁接合部の検定

軒の出 (mm)	基準風速 Vo (m/s)	瞬間風速 ※1 (m/s)	垂木-軒桁 接合部			検定結果 (検定比) ※3
			かかる 引張力 (N)	金物 ※2	短期許容 引張耐力 (N)	
(B邸 は600 と推定)	600 (つくば市)	41.8 (つくば市)	210.06	釘N90打ち(1本)	190	NG (1.11)
				ひねり金物 ST-9	1,400	OK (0.16)
				ひねり金物 ST-12	1,620	OK (0.13)
	46 (告示最大)	56.6 (告示最大)	707.23	釘N90打ち(1本)	190	NG (3.73)
				ひねり金物 ST-9	1,400	OK (0.51)
				ひねり金物 ST-12	1,620	OK (0.44)
				ひねり金物 ST-15	1,840	OK (0.39)
				くら金物	3,300	OK (0.22)
	—	65.0 (竜巻試算)	1,209.02	釘N90打ち(1本)	190	NG (6.37)
				ひねり金物 ST-9	1,400	OK (0.87)
				ひねり金物 ST-12	1,620	OK (0.75)
				ひねり金物 ST-15	1,840	OK (0.66)
			くら金物	3,300	OK (0.37)	

■小屋束-小屋梁接合部の検定

基準風速 Vo (m/s)	瞬間風速 ※1 (m/s)	小屋束-小屋梁 接合部			検定結果 (検定比) ※3
		かかる 引張力 (N)	金物	短期許容 引張耐力 (N)	
34 (つくば市)	41.8 (つくば市)	-239.63	かすがい	1,080	OK (-0.23)
46 (告示最大)	56.6 (告示最大)	426.37	かすがい	1,080	OK (0.40)
—	65.0 (竜巻試算)	1097.31	かすがい	1,080	NG (1.02)

■垂木の(負の風圧に対する)断面検定

軒の出 (mm)	基準風速 Vo (m/s)	瞬間風速 ※1 (m/s)	かかる 曲げ 応力度 (N/mm ²)	許容 曲げ 応力度 (N/mm ²)	検定結果 (検定比) ※3
(B邸 は600 と推定)	600 (つくば市)	41.8 (つくば市)	0.99	17.02	OK (0.06)
			2.65		OK (0.16)
	—	65.0 (竜巻試算)	4.32	OK (0.26)	