

参考資料

瓦屋根標準設計・施工ガイドラインによる構造計算規定について(抜粋)

[独立行政法人研究所(監修)・発行(社)全瓦連・全陶連・全PC瓦連]

構造計算の規定

風圧力：屋根葺き材の構造耐力上の安全性を確かめるために、風圧力は『平 12 告示第 1458 号』により次式で算出することが定められている。

$$W = \bar{q} \cdot \hat{C}_f \quad \bar{q} = 0.6 \cdot Er^2 \cdot V_0^2 \quad Er = 1.7 (H/Z_G)^\alpha$$

W：風圧力(N/m²) \bar{q} ：平均速度圧(N/m²) \hat{C}_f ：ピーク風力係数 V_0 ：基準風速(m/s)

Er：平均風速にかかる高さ方向の分布を表す係数

Z_G、 α ：地表面粗度区分に応じて次表に示す数値。

(但し、地表面粗度区分がⅣのときはⅢの数値を用いる)

基準風速は、30~46m/sの範囲で9区分され、そ

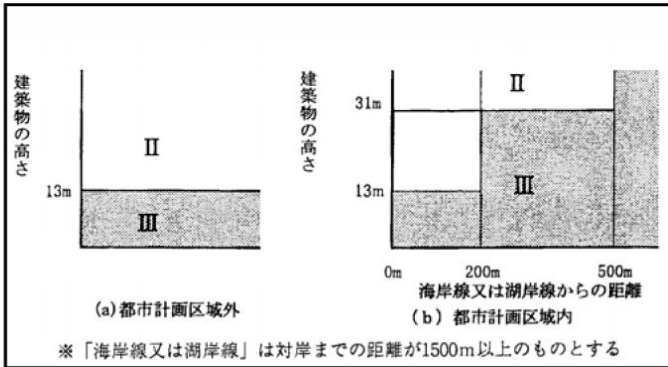


図 1 地表面粗度区分Ⅱ、Ⅲの区分



図 2 A 屋根面の風圧力

地表面粗度区分	I	II	III	IV
Z _b	5	5	5	10
Z _G	250	350	450	550
α	0.10	0.15	0.20	0.27

それぞれの行政単位ごとに平 12 告示第 1454 号第 2』により定められている。

ピーク風力係数はピーク外圧係数とピーク内圧係数の差で規定される。
瓦を吹き飛ばそうとする風力はピーク外圧係数が負のときに発生する。このときのピーク内圧係数は 0 となる関係からピーク風力係数はピーク外圧係数と同じになる。

1) 屋根の風圧力計算例

図 2 に示す建築物(住宅)の屋根高さは、

$$H = (6 + 8) \div 2 = 7(m)$$

※ 軒高さは小屋組みなどを支持する壁、軒桁、又は柱等の上端の高さ。建築物の高さは建築物の頂上。
棟飾などの屋上突起物は建築物の高さにはしない。

表 1 より地表面粗度区分はⅢを採用し、Z_G = 450(単位:m) を 38m/s 地域の平均速度圧 \bar{q} は、

$$\bar{q} = 0.6 \cdot Er^2 \cdot V_0^2 = 0.6 \times \{1.7 \times (7/450)^{0.2}\}^2 \times 38^2 = 473.6 (N/m^2)$$

となる。

建築物(住宅)の屋根勾配 5 寸は、26.6° である。

平部(部) $\hat{C}_f = -2.5$

外周部及び隅角部(・ 部) $\hat{C}_f = -3.2$

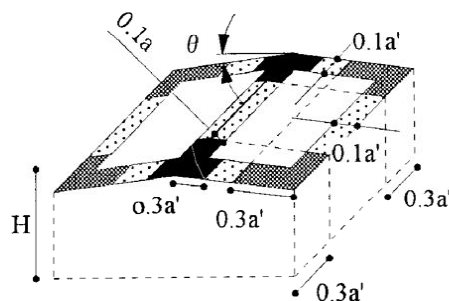
勾配別の負のピーク外圧係数を次表に示す。

屋根勾配 5 寸は、26.6° であることから、直線補間して棟端部(部) では、

$$\hat{C}_f = -5.4 + \{-3.2 - (-5.4)\} \{(26.6-20)/(30-20)\} \doteq -4.0$$

部位	θ (度)		
	≤ 10	20	≥ 30
		-2.5	
		-3.2	
	-4.3		-3.2
	-3.2	-5.4	-3.2

表 2 屋根面の負のピーク外圧係数



屋根勾配(寸)	角度(θ)	平部の \hat{C}_f	外周部 \hat{C}_f	隅角部 \hat{C}_f	棟端部 \hat{C}_f
6	31.0°	-2.5	-3.2	-3.2	-3.2
5.5	28.8°	-2.5	-3.2	-3.2	-3.5
5	26.6°	-2.5	-3.2	-3.2	-4.0
4.5	24.2°	-2.5	-3.2	-3.2	-4.5
4	21.8°	-2.5	-3.2	-3.2	-5.0
3.5	19.3°	-2.5	-3.2	-3.3	-5.2
3	16.7°	-2.5	-3.2	-3.6	-4.7

表3 勾配別負のピーク外圧係数

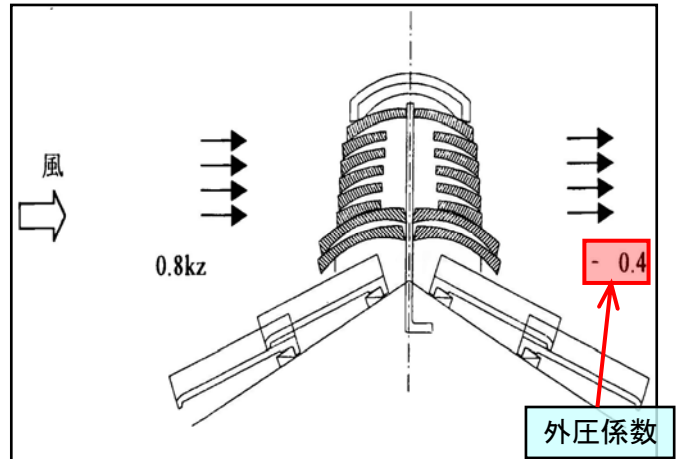


図3 棟図

2) 高い棟のピーク風力係数計算

図3に示す棟を風方向に押す風力に対するピーク風力係数は、『平12告示第1458号』に例示されていないが、矩形断面の構造物の構造骨組み用風圧風圧係数並びにガスト影響係数から次式で示される。以下のように3.2程度を考慮する必要がある。

構造用骨組み用の風圧力は『平12告示第1454号』より

$$W_f = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2 \cdot C_f \quad E = E_r^2 \cdot G_f$$

ここで、 E_r ：平均風速の高さ方向の分布を表す係数

G_f ：ガスト影響係数(地表面粗度区分Ⅲは10m以下2.5、40m以上2.1、10m < H < 40mの場合は直線補間した数値を用いる)

$E = E_r^2 \cdot G_f$ を $W_f = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2 \cdot C_f$ に代入すると

$$W_f = 0.6 \cdot E_r^2 \cdot V_0^2 \cdot G_f \cdot C_f \text{ となる。}$$

屋根葺き材等の風圧力の算定式 $W = \bar{q} \cdot C_f$ と比較すると $G_f \cdot C_f$ がピーク風力係数に相当する事がわかる。矩形断面の構造物の風上面の外圧係数(壁面の C_{pe})は $0.8kz$ 、風下面は -0.4 になっている。ここで kz は次式であたえられる。

$$Z \text{ が } Z_b \text{ 以下の場合 } kz = (Z_b/H)^{2\alpha}$$

$$Z \text{ が } Z_b \text{ を超える場合 } kz = (Z/H)^{2\alpha}$$

ここで、 Z ：当該部分地盤面の高さ(m)

例えば地表面粗度区分をⅢ、平均屋根高を7m、棟頂点までを8.5m

$$kz = (Z/H)^{2\alpha} = (8.5/7)^{0.4} = 1.08$$

従って風上面の外圧係数は

$$C_{pe} = 0.8 \times 1.08 = 0.86$$

風力係数は風下面の外圧係数を差引くことで、

$$C_f = 0.86 - (-0.4) = 1.26$$

よって、ピーク風力係数に相当する値はガスト係数を乗じて次の様に求められる。

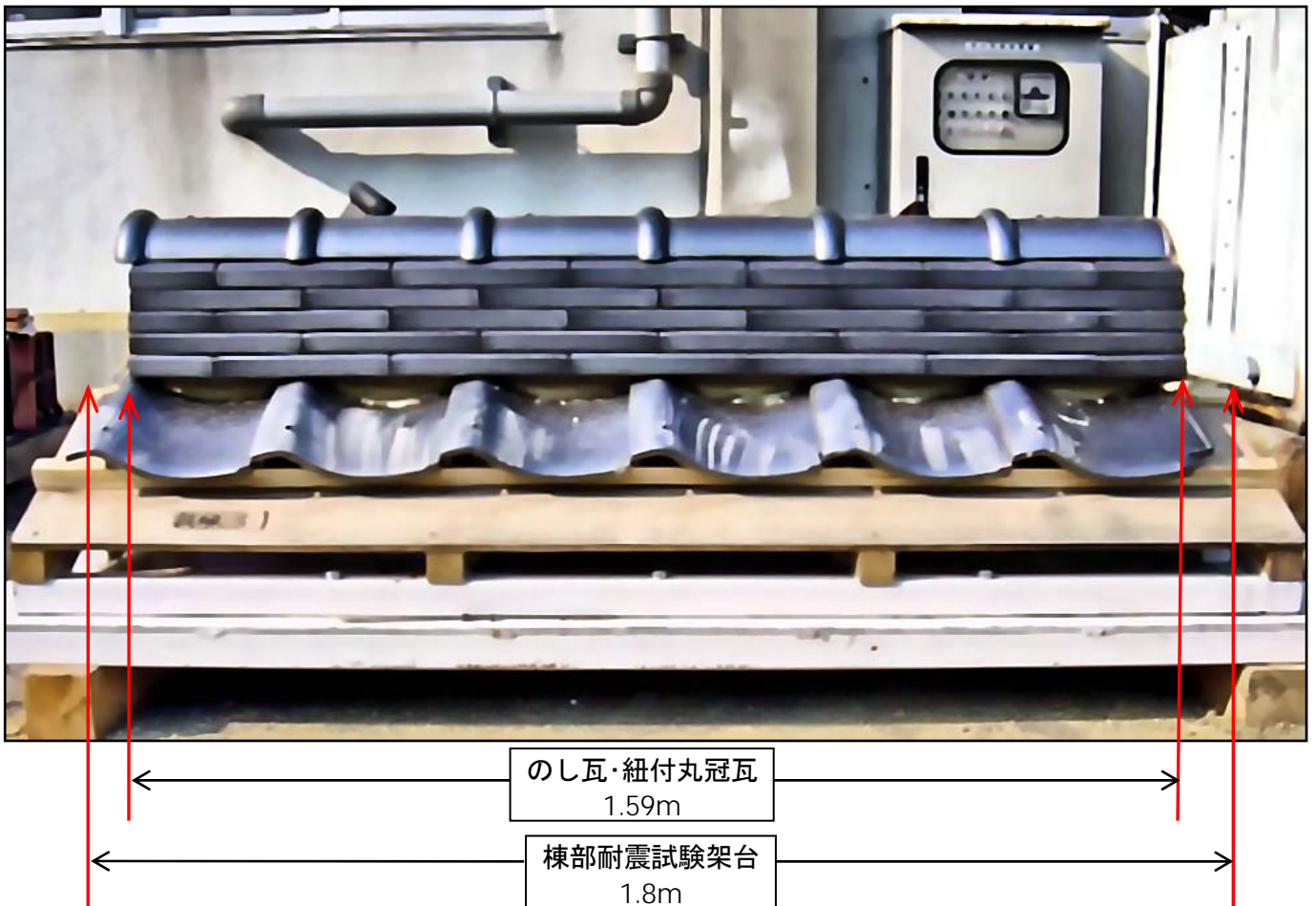
$$\hat{C}_f = 1.26 \times 2.5 = 3.15$$

↑
ガスト係数：地表面粗度区分Ⅲは10m以下2.5

次ページ以降に棟部耐震性能試験(鉛直回転法)による棟部重量測定事例等を示す。

棟部耐震性能試験(鉛直回転法)による棟部重量例

棟部施工例(瓦屋根標準設計・施工ガイドライン：棟部耐震性能試験機導入時確認試験：三河窯業試験場)



湿式棟部施工例

施工例 I

5寸紐付冠瓦：6枚 ($1.821 \times 6 = 10.926\text{kg}$)のし瓦：厚のし瓦 6枚 ($1.782 \times 24 = 42.768\text{kg}$)厚のし瓦 6枚 ($1.782 \times 6 = 10.692\text{kg}$)

計：64.386kg

補強葺き土(藁スサ入り)

合掌部・厚のし瓦間：28.95kg

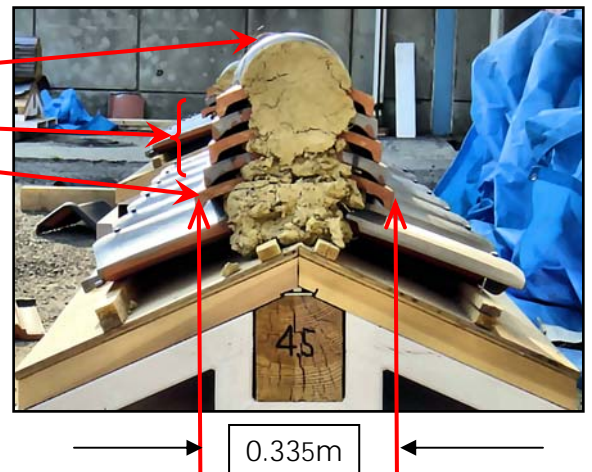
厚のし瓦間： $19.3 \times 4 = 77.2\text{kg}$

厚のし瓦・5寸紐付冠瓦間：25.09kg

計：131.24kg

総計：195.626kg

棟部 1.59m の総質量は 201.42kgf である。従って棟部 1.00m では 128.566kgf である。

1kgf = 9.807N に相当する。 \longrightarrow 1260.85N/m

のし瓦多段積み組棟部の重量計算方法

[参考(『日本の瓦 坪井利弘著 新建設社刊』 棧瓦葺き住宅/ 設計法・ディテール/棟)]

葺き材種類と乾燥時の嵩比重事例

葺き材種類	嵩比重	葺き材原料	嵩比重(文献値)
藁スサ入葺き土	1.6(1.64)	砂質粘土	1.7
南蛮漆喰	1.7(1.67)	砂	1.7
セメントモルタル	2.1(2.08)	砂利	1.8

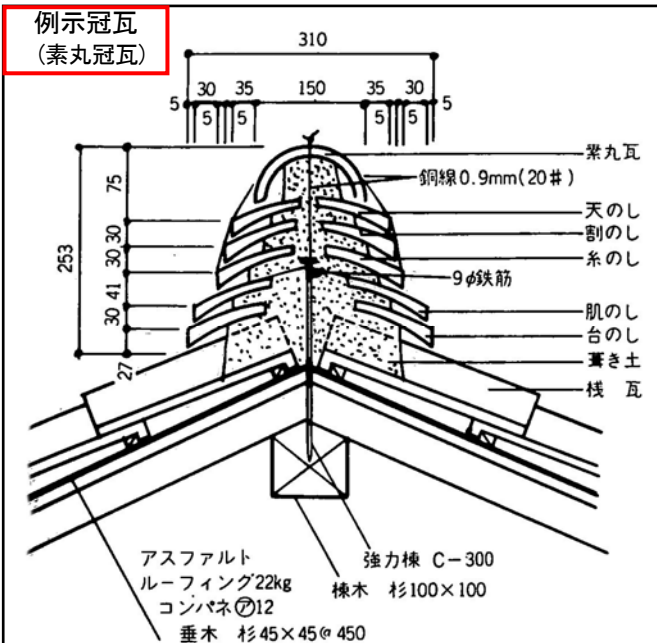
三河地区役瓦種類・重量・寸法の参考値

種類	重量(kg・N)	寸法	種類	重量(kg・N)	寸法
J形大のし瓦	2.942 28.852	265×265	J形7寸素丸冠瓦	3.583 35.138	294×233×93 働き長さ 265
J形厚のし瓦	1.915 18.780	265×205	J形丸棧伏間冠瓦	2.6155 24.949	287×215×55 働き長さ 265
J形5寸紐丸冠瓦	2.024 19.849	285×148×63 働き長さ 265	J形京伏間冠瓦	2.597 26.489	287×215×55 働き長さ 265
J形5寸素丸冠瓦	1.851 18.153	295×145×63 働き長さ 265	S形7寸紐冠瓦	3.242 31.791	290×210×105 働き長さ 265
J形6寸紐冠瓦 (江戸冠)	2.481 24.331	288×195×78 働き長さ 265	F形紐三角冠瓦 A	3.474 34.070	330×230×95 働き長さ 285
J形6寸素丸冠瓦	2.819 27.646	295×175×78 働き長さ 265	F形紐三角冠瓦 B	3.555 34.864	330×220×100 働き長さ 295
J形7寸紐冠瓦	3.390 33.246	290×235×95 働き長さ 265			

※ 重量(kg・N)上段太字はkg表示・下段はN表示。

※ 上記数値により、のし瓦多段積棟部の重量を計算する。

事例1(厚のし瓦5段積・丸冠瓦組棟部) : 葺き土材(藁スサ入葺き土 嵩比重: 1.64・南蛮漆喰 嵩比重: 1.67)



5寸冠瓦(素丸・紐丸) :

棟幅: 0.310m 棟高さ: 0.253m

5寸素丸冠瓦の場合

5寸素丸冠瓦: 6枚(1.851×6 = 11.106kg)

のし瓦: 厚のし瓦: 30枚

(1.915×5×6 = 57.450kg) **計: 68.556kg**

藁スサ入葺き土使用量の推定値

合掌部・厚のし瓦(台のし瓦)間:

$28.95 \times (0.310/0.335) = 26.790\text{kg}$

厚のし瓦間:

$19.3 \times 4 \times (0.310/0.335) = 71.439\text{kg}$

厚のし瓦・5寸素丸冠瓦間:

$25.09 \times (0.148/0.148) = 25.09\text{kg}$

計: 123.319kg

総計: 191.875kg

棟部 1.95m の総質量は 191.875kg である。

従って棟部 1.00m では 98.397kg であり、

1kg = 9.807N に相当し、棟部 1.00m あたり **964.984N/m** となる。

5寸紐丸冠瓦の場合

5寸紐丸冠瓦：6枚 ($2.024 \times 6 = 12.144\text{kg}$)

のし瓦：厚のし瓦：30枚 ($1.915 \times 5 \times 6 = 57.450\text{kg}$) **計：69.594kg**

素丸・紐丸冠瓦内寸法は同一であるため、藁スサ入葺き土重量は素丸冠瓦と基本的に同じでよい。従って棟部瓦重量 69.594kg に藁スサ入葺き土重量 127.319kg 加えた 192.913kg となる。

この総重量 192.913kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$192.913\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \mathbf{970.204\text{N/m}}$ となる。

葺き土材に南蛮漆喰を使用した場合**5寸素丸冠瓦の場合**

藁スサ入葺き土重量 123.319kg 分を南蛮漆喰に置き換えれば良い。

藁スサ入葺き土 嵩比重・1.64 及び南蛮漆喰嵩比重・1.67、であるから藁スサ入葺き土で計算した重量を ($1.67/1.64$) 倍する。

従って $123.319\text{kg} (\text{藁スサ入り葺き土}) \times (1.67/1.64) = 125.575\text{kg}$ となり、南蛮漆喰重量 125.575kg と棟部瓦重量 68.556kg を加えた棟部総重量は 194.131kg となる。この総重量 194.131kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$194.131\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \mathbf{976.330\text{N/m}}$ となる。

5寸紐丸冠瓦の場合

紐丸冠瓦重量 (2.024 kg/枚) であるから $2.024 \text{ kg/枚} \times 6 = 12.144 \text{ kg}$ となる。従って、棟部瓦重量は 12.144 kg に厚のし瓦重量 57.450kg を加えた棟部瓦重量 69.594kg となり、南蛮漆喰重量 125.575kg を加えた棟部総重量は 195.169 なる。

この総重量 195.169 kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$195.169 \text{ kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \mathbf{981.550\text{N/m}}$ となる。

6寸冠瓦(素丸・紐丸)：棟幅：0.340m 棟高さ：0.253m**6寸素丸瓦の場合**

6寸素丸冠瓦：6枚 ($2.819 \times 6 = 16.914\text{kg}$)

厚のし瓦：30枚 ($1.915 \times 30 = 57.450\text{kg}$) **計：74.364kg**

6寸冠瓦に使用した藁スサ入葺き土使用量推定値

合掌部・厚のし瓦(台のし瓦)間： $28.95 \times (0.340/0.335) = 29.382\text{kg}$

厚のし瓦間： $19.3 \times 4 \times (0.340/0.335) = 78.522\text{kg}$

厚のし瓦・6寸素丸冠瓦間： $25.09 \times (0.178/0.148) = 30.176\text{kg}$

計：138.080kg 総計：212.444kg

棟部 1.95m の総質量は 108.946kg である。従って棟部 1.00m では 108.946kg であり、

$1\text{kg} = 9.807\text{N}$ に相当し、棟部 1.00m あたり $\mathbf{1068.433\text{N/m}}$ となる。

6寸紐丸冠瓦の場合

6寸紐丸冠瓦：6枚 ($2.481 \times 6 = 14.886\text{kg}$)

のし瓦：厚のし瓦：30枚 ($1.915 \times 30 = 57.450\text{kg}$) **計：72.336kg**

素丸・紐丸冠瓦内寸法は同一であるため、藁スサ入葺き土重量は素丸冠瓦と基本的に同じでよい。従って棟部瓦重量 72.336kg に藁スサ入葺き土重量 138.080kg を加えた 210.416kg となる。

この総重量 210.416kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$210.416\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \mathbf{1058.234\text{N/m}}$ となる。

葺き土材に南蛮漆喰を使用した場合**6寸素丸冠瓦の場合**

藁スサ入葺き土重量 138.080kg 分を南蛮漆喰に置き換えれば良い。

藁スサ入葺き土 嵩比重・1.64 及び南蛮漆喰嵩比重・1.67、であるから藁スサ入葺き土で計算した

重量を(1.67/1.64)倍する。

従って $138.080\text{kg}(\text{藁スサ入葺き土}) \times (1.67/1.64) = 140.606\text{kg}$ となり、南蛮漆喰重量 140.606kg と棟部瓦重量 74.364kg を加えた棟部総重量は 214.970kg となる。この総重量 214.970kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

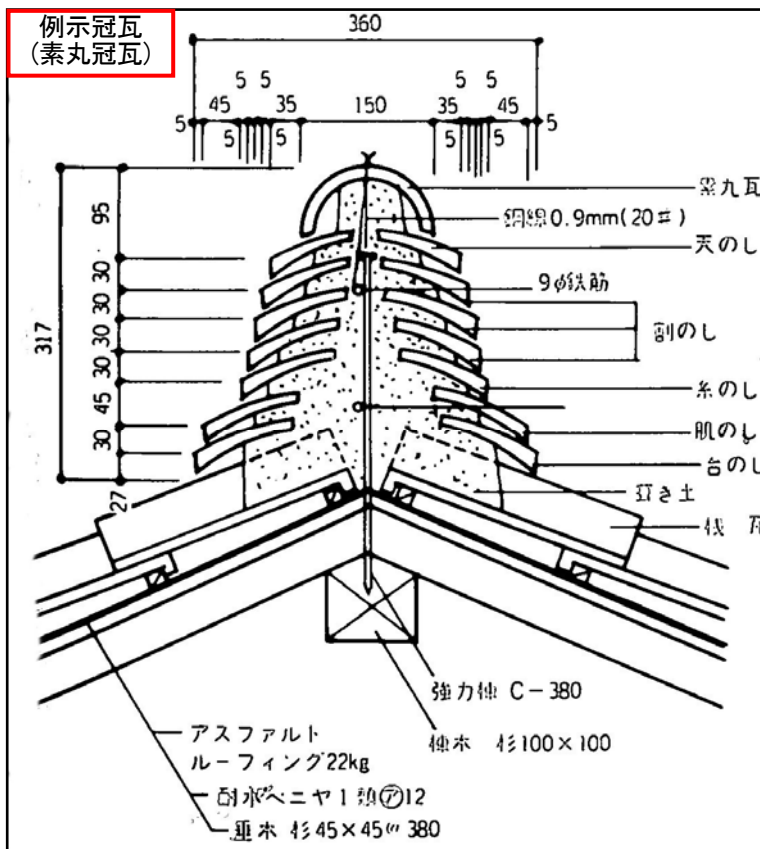
$$214.970\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \boxed{1081.134\text{N/m}}$$
 となる。

6寸紐丸冠瓦の場合

紐丸冠瓦重量(2.481 kg/枚)であるから $2.481\text{kg/枚} \times 6 = 14.886\text{kg}$ となる。従って、棟部瓦重量は 14.886kg に厚のし瓦重量 57.450kg を加えた棟部瓦重量 72.336kg となり、南蛮漆喰重量 140.606kg を加えた棟部総重量は 212.942kg となる。

この総重量 212.942kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$$212.942\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \boxed{1070.934\text{N/m}}$$
 となる。



事例Ⅱ(厚のし瓦7段積・丸冠瓦組棟部)：葺き土材(藁スサ入葺き土 嵩比重：1.64・南蛮漆喰 嵩比重：1.67

5寸冠瓦(素丸・紐丸)：

棟幅：0.360m 棟高さ：0.317m

5寸素丸冠瓦の場合

5寸素丸冠瓦：6枚($1.851 \times 6 = 11.106\text{kg}$)
 のし瓦：厚のし瓦：42枚
 ($1.915 \times 7 \times 6 = 80.430\text{kg}$) **計：91.536kg**

藁スサ入葺き土使用量の推定値

合掌部・厚のし瓦(台のし瓦)間：

$$28.95 \times (0.360/0.355) = 31.110\text{kg}$$

厚のし瓦間：

$$19.3 \times 6 \times (0.360/0.355) = 124.442\text{kg}$$

厚のし瓦・5寸素丸冠瓦間：

$$25.09\text{kg} \times (95/75) = 31.781\text{kg}$$

計：187.333kg **総計：278.869kg**

棟部 1.59m の総質量は 278.869kg である。従って棟部 1.00m では 143.010kg であり、

$1\text{kg} = 9.807\text{N}$ に相当し、棟部 1.00m あたり $\boxed{1402.497\text{N/m}}$ となる。

5寸紐丸冠瓦の場合

5寸紐丸冠瓦：6枚($2.024 \times 6 = 12.144\text{kg}$)

のし瓦：厚のし瓦：42枚($1.915 \times 7 \times 6 = 80.430\text{kg}$) **計：92.574kg**

素丸・紐丸冠瓦内寸法は同一であるため、藁スサ入葺き土重量は素丸冠瓦と基本的に同じでよい。従って棟部瓦重量 92.574kg に藁スサ入葺き土重量 187.333kg を加えた 279.907kg となる。

この総重量 279.907kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$$279.907\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \boxed{1407.717\text{N/m}}$$
 となる。

葺き土材に南蛮漆喰を使用した場合

5寸素丸冠瓦の場合

藁スサ入葺き土重量 187.333kg 分を南蛮漆喰に置き換えれば良い。

藁スサ入葺き土 嵩比重・1.64 及び南蛮漆喰嵩比重・1.67、であるから藁スサ入葺き土で計算した重量を(1.67/1.64)倍する。

従って、187.333kg(藁スサ入葺き土) × (1.67/1.64) = 190.760kg となり、南蛮漆喰重量 190.760kg と棟部瓦重量 91.536kg を加えた棟部総重量は 282.296kg となる。この総重量 282.296kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$$282.296\text{kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \boxed{1419.732\text{N/m}}$$
となる。

5 寸紐丸冠瓦の場合

紐丸冠瓦重量(2.024 kg/枚)であるから 2.024 kg/枚 × 6 = 12.144 kg となる。従って、棟部瓦重量は 12.144 kg に厚のし瓦重量 80.430kg を加えた棟部瓦重量 92.574 kg となり、南蛮漆喰重量 190.760kg を加えた棟部総重量は 283.334 kg となる。

この総重量 283.334 kg を棟部 1.00m 当りに変換すると

$$112.804\text{ kg} \times 9.807\text{N} \times 1/1.95 = \boxed{1424.952\text{N/m}}$$
となる。