

アルミニウム製笠木「強度計算」の手引き

この手引きはオープン形式の既製アルミニウム製笠木について、建築基準法施行令に基づく告示で要求される設計上の風圧力 (N/m²) に対し、日本金属笠木工業会が定めた強度計算による検証手順を解説するものです。

1. はじめに

屋根材の耐風設計上の風圧力 (N/m²) 算出は告示 (H12 建告 1458 号) に従い計算を行います。

風圧力 (N/m²) $W = \text{平均速度圧}\bar{q}$ (N/m²) $【0.6 \times Er^2 \times Vo^2】 \times \hat{C}_f$

* 上記式において、 Er 、 Vo 、 \hat{C}_f は、それぞれ次の数値。

Er = H12 建告 1454 号に規定する Er の数値 (粗度区分と建物平均高さで異なる)

Vo = H12 建告 1454 号に規定する基準風速の数値 (建設地により異なる)

\hat{C}_f = 屋根ふき材又は屋外の帳壁に対するピーク風力係数で、風洞試験によって定める場合のほか、告示 1458 号の建物・屋根形状と部位別例示から選択する。

2. 笠木のピーク風力係数 \hat{C}_f について

上記のうち平均速度圧 \bar{q} (N/m²) は建物条件 (建設地、高さ) で決定しますが、ピーク風力係数 \hat{C}_f については、屋根形状や建物部位の条件で告示 1458 号から条件に合致した数値を採用するか、実際に試験した数値を採用します。基本的には建築基準法施行令 87 条で「(風洞)試験によって定める場合のほか」告示記載値を適用すべき規定なので、試験をした場合は試験値が優先します。

オープン式笠木構造は一般の屋根ふき材と裏面の風圧力の作用が異なるため、より適切な耐風設計上の風圧力を把握するためには「実験」を行うべきなので、工業会では日本建築総合試験所にピーク風力係数算出試験を依頼しました。その試験より得られた数値「ピーク係数-3.5(隅角部、中央部共)」から、上記風圧力 (N/m²) W 算出計算式の \hat{C}_f 数値は「-3.5」を適用することが法令要求に合致します。

☆試験報告書(別途参照下さい)

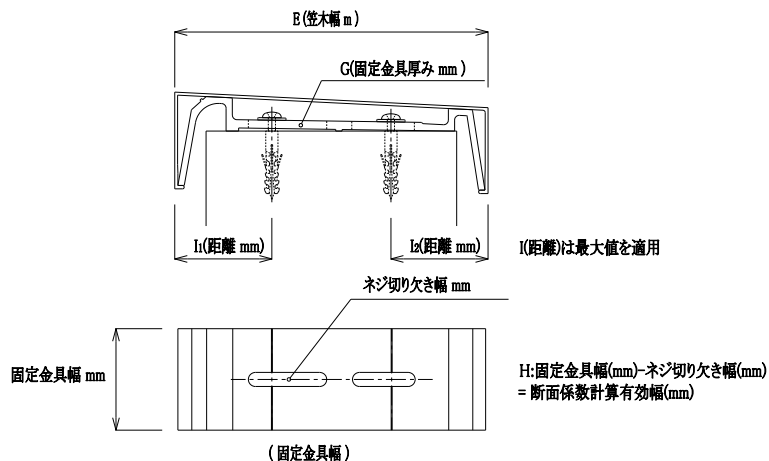
「金属製笠木の風力係数の実測」平成 20 年 9 月日本建築学会発表

財団法人 日本建築総合試験所

3. 計算手順

計算には下図の笠木製品仕様を確認し、必要なデータを埋めます。

以下に、固定金具1個に対しネジ2本で標準的に固定する場合の計算例を示します。



* 計算に必要なデータ一覧

(「計算例」は A-C 条件建物で幅 250mm 笠木使用例とし、F-I の固定金具条件は参考値となります。)

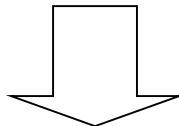
		根拠	計算に必要なデータ	計算例
笠木設置部位の風圧力(N/m ²)告示 1458 準拠		告示 1454: 自治体で決定	A 基準風速 V ₀ (m/s)	38
		I ~ III (建設地で決定)、告示 1454	B 地表面粗度区分 (E _r 算出用)	III
		告示 1454: 建物で決定	C 建物平均高さ m (E _r 算出用)	25
		告示 1458 により試験値優先	D ピーク風力係数 (笠木は -3.5)	-3.5
上記風圧力と照合する笠木強度計算に必要なデータ	固定金具強度検証	固定金具にかかる曲げモーメントに対する強度照合計算	E アルミ笠木幅 (m換算)	0.25
			F 固定金具最大ピッチ (m換算)	0.96
			G 固定金具のネジ固定部厚み (mm換算)	6
			H 固定金具の幅-ネジ切り欠き幅 = 断面係数計算有効幅(mm)	40
			I 固定金具ネジ固定部から縁までの持ち出し寸法(mm換算)	65
	H14 国告 409: アルミ合金種類で決定	J 押出材 A6063-T5 又は同等以上の強度を有する材料の基準強度	110	
ネジ引抜強度検証	ネジ固定部 1ヶ所当たりが受け持つ風圧力計算	K 固定金具 1 個に止めるネジの数	2	

①告示 1458 号による風圧力 (N/m²) 算出手順

	根拠		計算に必要なデータ	計算例
笠木設置部位の風圧力(N/m ²)告示 1458 準拠	告示 1454:自治体で決定	A	基準風速 V ₀ (m/s)	38
	I ~ III (建設地で決定)、告示 1454	B	地表面粗度区分(E _r 算出用)	III
	告示 1454:建物で決定	C	建物平均高さm(E _r 算出用)	25
	告示 1458 により試験値優先	D	ピーク風力係数(笠木は-3.5)	-3.5

告示 1458 号で上記建物条件に当てはまる E_r の計算式を決定し、計算します。
(下記計算式の A,C,D は上表の記号と対応しています)

$$\begin{aligned}
 \text{風圧力 (N/m}^2\text{)} &= 0.6 \times \{1.7 \times (\underline{C}/450)^{0.2}\}^2 \times \underline{A}^2 \times \underline{D} \\
 &\quad \{\text{E}_r \text{ を計算する式}\} \text{ 告示 1458 号} \\
 &= 0.6 \times \{1.7 \times (\underline{25}/450)^{0.2}\}^2 \times \underline{38}^2 \times (\underline{-3.5}) \\
 &= \underline{-2,758 \text{ N/m}^2}
 \end{aligned}$$



②上記風圧力と照合検証する笠木強度計算手順

日本金属笠木工業会では、ネジの引き抜き強度検証及び笠木を固定する金具の許容応力度検証の 2 側面から検証を行うように定め、計算手順を統一化しております。

(1) 笠木が受ける風圧力換算と強度検証の考え方

上記①の計算例の建物条件の笠木耐風圧設計上の風圧力は-2,758N/m²となりますが、この風圧力を笠木にかかる荷重・作用の視点から強度検証を行います。

既製オープン式笠木は笠木カバー製品L寸の両端ジョイント部付近に固定金具を設置する構造を連続しますので、笠木の強度は「固定金具 1 個にかかる設計風圧力換算と固定金具 1 個を固定するためのネジ打設数×引き抜き強度の照合」及び「固定金具にかかる設計風圧力の曲げ応力と使用材料強度(材質・厚み・幅)の照合」により検証を行います。

(2) 計算手順

既に①の計算例で算出した笠木耐風設計に必要な風圧力(-2, 758N/m²)に対して下記計算例欄に記入した製品仕様例の強度を検証します。

		根拠	計算に必要なデータ		計算例
記風圧力と照合する笠木強度計算に必要なデータ	固定金具強度検証	固定金具にかかる曲げモーメントに対する強度照合計算	E	アルミ笠木幅 (m換算)	0.25
			F	固定金具最大ピッチ(m換算)	0.96
			G	固定金具のネジ固定部厚み (mm換算)	6
			H	固定金具の幅-ネジ切り欠き幅 = 断面係数計算有効幅(mm)	40
			I	固定金具ネジ固定部から縁までの持ち出し寸法(mm換算)	65
		H14 国告 409:アルミ合金種類で決定	J	押出材 A6063-T5 又は同等以上の強度を有する材料の基準強度	110
	ネジ引抜き強度検証	ネジ固定部 1ヶ所当たりが受け持つ風圧力計算	K	固定金具 1 個に止めるネジの数	2

下記の計算式の E~Kの記号は上表に対応しています。

☆ネジ引き抜き強度検証手順

①固定金具 1 個が受ける風圧力の算出(「製品幅×固定金具ピッチ」のm²換算で計算)

固定金具1個が受ける風圧力=(E×F)×設計風圧力

$$\begin{aligned} &\rightarrow ((E \times F) \text{ 笠木製品 m}^2 \text{換算} \times \text{設計風圧力} (-2,758\text{N/m}^2)) \\ &= (0.25\text{m} \times 0.96\text{m} = 0.24 \text{ m}^2) \times (-2,758\text{N/m}^2) \\ &= \boxed{-662\text{N}} \end{aligned}$$

②ネジ固定部 1ヶ所当たりが受け持つ風圧力の算出

*計算例は、固定金具 1 個につき、ネジを 2ヶ所止める場合

ネジ固定部1ヶ所当たりが受け持つ風圧力＝

$$\begin{aligned} &\text{固定金具 1 個が受ける風圧力(上記①の数字-662N)} \div (\text{固定金具に止めるネジ数} K) \\ &= -662 \div 2 = \boxed{331\text{N}} \end{aligned}$$

◎検証（安全率 5 倍で照合）

上記計算例ではネジ固定部 1ヶ所当たり 331N 以上の風圧に耐える引き抜き強度が必要となりますが、ネジ引き抜き強度は施工条件でバラつきが発生する場合がありますことに配慮し、より安全を見た検証をする立場から、日本金属笠木工業会ではこの検証では安全率を5倍見て照合するよう統一しております。

ネジ引き抜き強度検証値

= 上記②の数字【ネジ固定部1ヶ所当たりの設計風圧力(331N)】

$$\times \text{安全率(5倍)} = 331\text{N} \times 5 = \boxed{1,655\text{N}}$$

計算例のケースでは、笠木メーカーのネジ引き抜き強度データが上記数字(1,655N)以上であれば照合 OK となります。NG の場合は固定金具数を増やす必要があります。

☆固定金具強度検証手順

オープン式笠木は固定金具に笠木カバー本体を嵌める構造を採用していますので、日本金属笠木工業会では固定金具の材料強度検証を以下の手順で行うよう統一しております。

① ネジ固定部にかかる曲げモーメント

= {固定金具の片縁にかかる設計風圧力} × ネジ固定部から縁までの距離 l

= { (固定金具 1 個が受ける風圧力(ネジ引き抜き強度検証手順の①の数値:
662N) ÷ 2 } × l

$$= \{ 662\text{N} \div 2 \} \times 65 = \{ 331\text{N} \} \times 65 = \boxed{21,515\text{N} \cdot \text{mm}}$$

② 固定金具の断面係数算出

= {断面係数有効幅 H × (厚み G^2)} ÷ 6 = {40 × 6²} ÷ 6

$$= \boxed{240\text{mm}^3}$$

③ 固定金具にかかる応力

= 上記①の数値 ÷ 上記②の数値 = 21,515 ÷ 240 = $\boxed{90\text{N}/\text{mm}^2}$

◎検証（告示 409 のアルミ合金種別強度と照合）

上記③の応力数値が法規で定めている使用材料の基準強度(告示 409 号)の範囲内かどうか照合します。

(計算例は合金種別「押出材 A6063-T5 又は同等以上の強度を有する材料」の基準強度 110N/mm²の範囲内なので、照合 OK となります。仮に NG になった場合は固定金具の数を増やす必要があります。)