

木下地（野地板に直接留め付け）における 「かん合形立平ぶき」の圧力箱試験 その1

一般社団法人 日本金属屋根協会・技術委員会

1. はじめに

(1) 背景と目的

現在、「かん合形立平ぶき」は鉄骨造のみならず、木造（住宅を含む木質構造）においても広く普及している。一方、「SSR2007: 鋼板製屋根構法標準」（以下 SSR2007）の標準構法においては「立平ぶきおよび蟻掛けぶき」の記述はあるものの、「かん合形立平ぶき」の記述はない。また、「MSRW2014: 鋼板製屋根・外壁の設計・施工・保全の手引き」（以下 MSRW2014）には参考試験として「かん合形立平ぶき」圧力箱試験の事例記載はあるものの、これは鉄骨下地（母屋：リップ C 型鋼：t=2.3mm + 野地板：硬質木片セメント板：18mm）のリップ C 型鋼にふき材を留め付けたものである。また SSR2007 の「立平ぶきおよび蟻掛けぶき」の固定方法においては「固定釘を垂木に打ち込む」ことを基本としているが、現在の特に木造住宅においては垂木の配置（小屋組み構造）は屋根ふき材の選定の前に既に決定されていることが多く、その場合垂木ピッチと

「かん合形立平ぶき」の固定ピッチが合致しないため、野地板（構造用合板 t=12mm など：構造的に有効な野地）に直接固定されることになる。

そのような背景を踏まえ、今回「かん合形立平ぶき」を木造（住宅含む）を想定した下地（木製垂木 + 構造用合板 t=12mm）の構造用合板に「木下地用板金ねじ」で直接留め付けた試験体による、圧力箱試験を実施した（試験実施日：2020.11.04、試験実施場所：建材試験センター 中央試験所）。今回の試験体におけるふき材の留め付け状況を図 1 に示す。また今回の圧力箱試験と同時に各種留め付け部材（木下地用板金ねじ、コーススレッド、スクリー釘）と各種野地板（構造用合板、OSB 材、杉板）との引張り試験を実施し、これらの留め具および野地板における引抜き強度について確認した。これらの結果については次報にて詳報する。

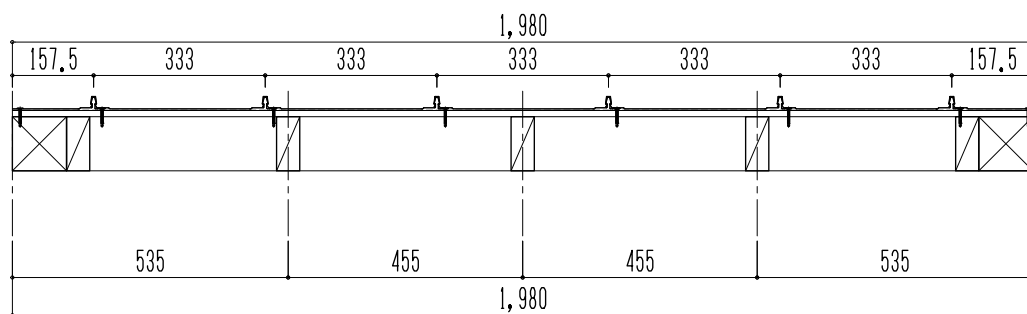


図1 ぶき材の留め付け状況

(2) 派生する効果、目論見および今後の計画（予定）

まず今回の試験データ取得を通して「かん合形立平ぶき」の標準構法化を目指し、設計・採用上の利便性向上を目論む。また本試験は来年度以降に計画している建材試験センターにおける「圧力箱試験 試験規格化」策定活動への布石と位置付け、さらに令和3年度から予定されている国総研プロジェクトのテーマ（「今月の話題」参照）とからめ、「台風に強く、強度信頼性の高い住宅用金属屋

根」としての広報資料化を目論む。

そのため来年度は鉄骨下地(母屋:リップC鋼:t=2.3mm)をベースに野地板のパラメータ（木毛板など通気性の異なるもの）を数種類用意し、「ふき材（かん合式立平ぶき）」と「野地板」との”すき間”の気圧測定など従来は計測されていない部位の詳細挙動にも注目・観察し、上記「圧力箱試験 試験規格化」に向けた基礎データの取得を計画している。

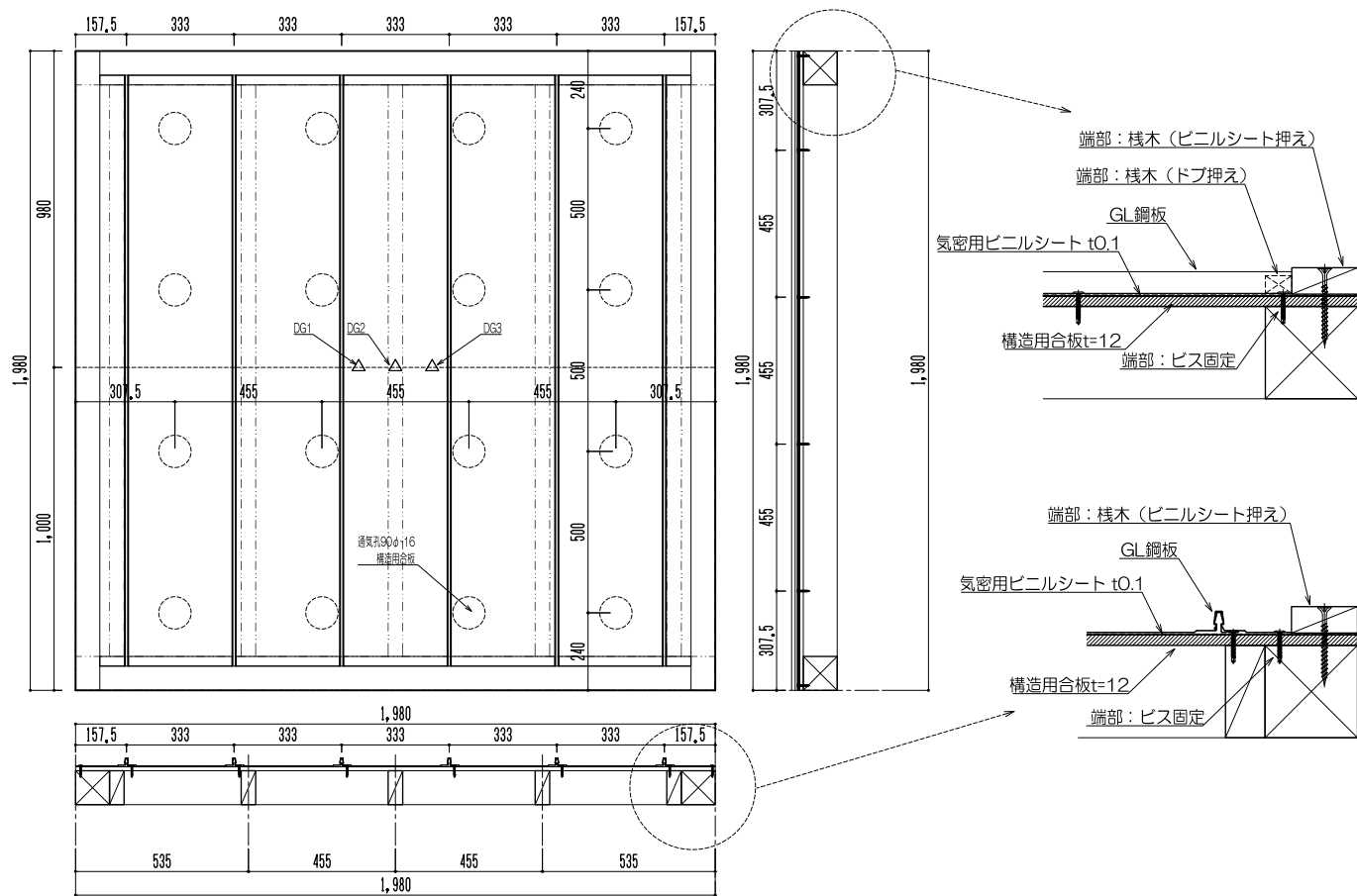


図2 試験体

2. 試験体

(1) 背景と目的

試験体を図2に示す（試験体製作日：2020.10.19）。

ふき材は「かん合形立平」 $t=0.35\text{mm}$ および 0.4mm 、留め付け部材は「木下地用板金ねじ」（商品名：ダンバTM）、野地板は「構造用合板 $t=12\text{mm}$ 」とし、留め付け部材は合板へ直接留め付けた。留め付けピッチは [働き幅 $@333\text{mm} \times$ 流れ方向 $@455\text{mm}$] とした。野地板には $\phi 100\text{mm}$ の開孔を設け、開孔ピッチは [働き方向 $@455 \times$ 流れ方向 $@455\text{mm}$] とした。ふき材と野地板との間には気密ビニルを設けた。ふき材を留め付ける前の野地板と気密ビニルの状況を写真1に示す。また気密ビニルにはふき材の自由な挙動を拘束しないように「たるみ」を設けた。気密ビニルの「たるみ」の状況を写真2に示す。



写真1 ふき材を留め付ける前の野地板と気密ビニルの状況



写真2 気密ビニルの「たるみ」の状況

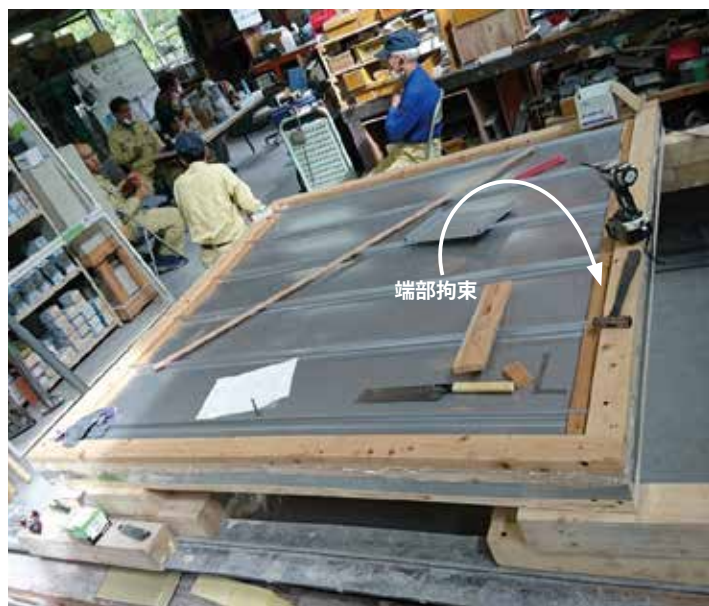


写真3 ふき材状況の全景

またふき材の端部（試験体周辺部）については木片にて端部（けらば方向、流れ方向、共に）を拘束した。ふき材状況の全景を写真3に、また木片拘束の状況を写真4に示す。一般的な知見としてはこのような端部拘束により最終破壊耐力が向上するとされているが、その詳細は現状ではまだわかっていない部分も多い。端部拘束の効果およびその程度の解明については今後の課題である。



写真4 木片拘束の状況

表 1 試験結果一覧

試験体番号	板厚 [mm]	ホットメルト	残留変形状況	最大荷重 [Pa]	終局モード
①	0.4	無し	-5,000 [Pa] にて問題なし	-8,500	ビス引抜け
②	0.35	無し	-5,000 [Pa] にて問題なし	-8,250 【参考結果】	かん合外れ
③	0.4	有り	-5,000 [Pa] にて問題なし	-8,000	かん合外れ

3. 試験結果

(1) 背景と目的

試験結果一覧を表 1 に示す。ここで「ホットメルト」の有無に関する概念図を図 3 に示す。かん合形立平ぶきのかん合部の防水性を高める目的としてホットメルト接着剤をかん合部に詰める方策を施した製品が近年市中で広く散見されるので、今回の試験においても「ホットメルト」の有無をパラメータに加えた。

いずれの試験体も -5,000[Pa] 時には目立った残留変形はなく、除荷時の残留変形は ≈ -2.0 [mm] 程度であった。-5,000 [Pa] 除荷時に変位計を取り外した。

試験体①（ $t=0.4\text{mm}$ 、ホットメルト無し）は -8,500[Pa] 時にねじの引抜けにて終局した。終局状況を写真 5 に示す。ねじの引き抜け状況を写真 6 に示す。留め付けねじは完全に引き抜けている一方、かん合部はかろうじて引っ掛かっており、終局時においてかん合部の外れはなかった。終局時の留め付けねじ部の状況とかん合部変形状況の模式図を図 4 に示す。



図 3 「ホットメルト」の有無に関する概念図

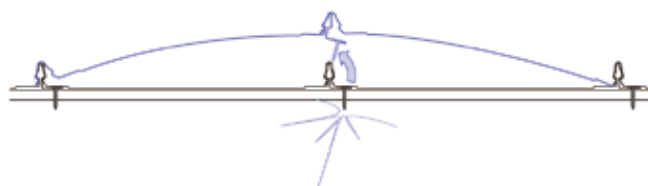


図 4 終局時の留め付けねじ部の状況とかん合部変形状況の模式図



写真5 試験体①の終局状況

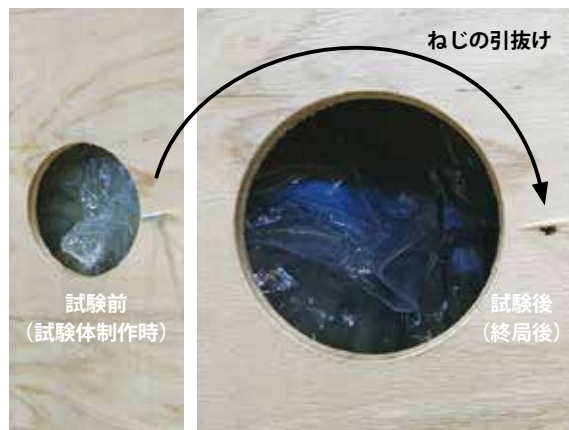


写真6 試験体①のねじの引抜け状況



写真7 試験体②の終局状況



写真8 試験体③の終局状況

参考 MSRW2014 第2章 2.9 平板ぶき屋根の参考試験より

表 2.9.2 耐風圧性試験結果の概要

加圧方向	最大圧力 (Pa)	目標値 P までにおける途中減圧段階での屋根材（中央部）と母屋の相対変位量 δ 3						破壊状況
		目標値 P の設定 (Pa)	途中減圧段階での圧力 p_n (Pa)		途中減圧 (mm)	途中減圧 (mm)	途中減圧 (mm)	
-7,000	なし	なし	p_1	-1,000	-17.1	-0.6	-16.9	屋根材中央部の膨らみに伴い屋根材間のかん合が外れ破壊
			p_2	-2,000	-23.5	-1.5	-23.5	
			p_3	-3,000	-29.7	-2.3	-30.0	
			p_4	-4,000	-33.8	1.5	-33.4	
			p_5	-5,000	-36.5	-14.8	-36.9	
			p_6	-6,000	-40.8	-17.9	-41.0	
			p_7	-7,000	-44.7	-21.8	破壊	

※試験実施：（一財）日本建築総合試験所

試験体②（ $t=0.35\text{mm}$ 、ホットメルト無し）は -8,250 [Pa] 時にかん合部の外れにて終局した。終局状況を写真 7 に示す。写真 7 内の 1) に示す列のかん合がまず先に外れ、この時のふき材の「めくれ」の衝撃にて 2) に示す列のねじ抜けおよびかん合外れが誘発されたように観察された。

試験体③（ $t=0.4\text{mm}$ 、ホットメルト有り）は -8,000 [Pa] 時にかん合部の外れにて終局した。終局状況を写真 8 に示す。

4. 考察

全ての試験体において全体的に高いかん合部強度（-8,000[Pa] 以上）が確認された。ここで MSRW の参考試験結果データを表 2.9.2 に示す。この時のかん合部の外れ荷重は -7,000 [Pa] であった。

今回の試験では、特に試験体②（ $t=0.35\text{mm}$ 、ホットメルト無し）は板厚が薄いにもかかわらず高いかん合部強度を示した。今回の試験体において全体に高いかん合部強度が発現した理由としては、かん合形状が丁寧に管理されており、かん合部形状の崩れなどに十分な注意が払われていたことなどが挙げられた。ふき材（成型品）のかん合部形状の保持は、かん合部の水密性の保持のみならず、かん合部強度（「かん合はずれ」耐力）にも大きく影響を与えるため、かん合部形状の崩れには十分な注意が必要であるこ

とが改めて確認された。

また、試験体②（ $t=0.35\text{mm}$ 、ホットメルト無し）における高いかん合部強度の数値は、一見 0.4[mm] と比べても遜色がないようにすら見える。しかし、これまでの様々な試験結果および知見から、0.4 [mm] に比べ 0.35 [mm] ではかん合部強度は一般的に確実に低下する。今回の試験体②（ $t=0.35\text{mm}$ 、ホットメルト無し）の結果の過大評価は実務上危険であるため、この結果については【参考結果】と位置付けた。

さらに今回の試験は木下地（野地板に直接留め付け）であったため、ねじの「引き抜け」にて破壊（終局）する破壊（終局）モードも観察された。これは SSR の標準構法（基本的に C チャン、垂木に留め付け）では、あまり観察されない破壊（終局）モードである。実務上、木下地（野地板に直接留め付け）においては、ねじの引抜き耐力の確認、ねじピッチを細かくするなどの配慮が重要であることが確認された。

5. おわりに

本報では木下地（野地板に直接留め付け）における「かん合式立平ぶき」の圧力箱試験の試験結果概要を示した。次報では試験結果のさらなる分析および考察を詳報する。