

鉄骨下地（リップ溝形鋼にふき材を留め付け）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

一般社団法人 日本金属屋根協会 技術委員会においては、昨年度に引き続き「かん合形立平ぶき」の圧力箱試験を実施した。

昨年度は木造（住宅含む）を想定した木下地〔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」でふき材を直接留め付けた試験体による試験^{1),2)}を実施したが、今年度は鉄骨造を想定した鉄骨下地〔JIS G3350：リップ溝形鋼（以下C形鋼）t=2.3mm + 各種野地板〕のC形鋼に「鉄骨下地用留め付けねじ」でふき材を留め付けた

試験体を対象に実施した（試験実施日：2021.12.06～09、試験実施場所：建材試験センター 中央試験所）。

また今年度は野地板のパラメータ（硬質木毛セメント板、硬質木片セメント板、またそれらの開孔の有無など、野地板そのものの空気の流通性について明確な差異を持たせたもの）を数種類用意し、さらに「ふき材（かん合形立平ぶき）」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・観察している。“すき間”の気圧測定に関しその概念図を図1に示す。

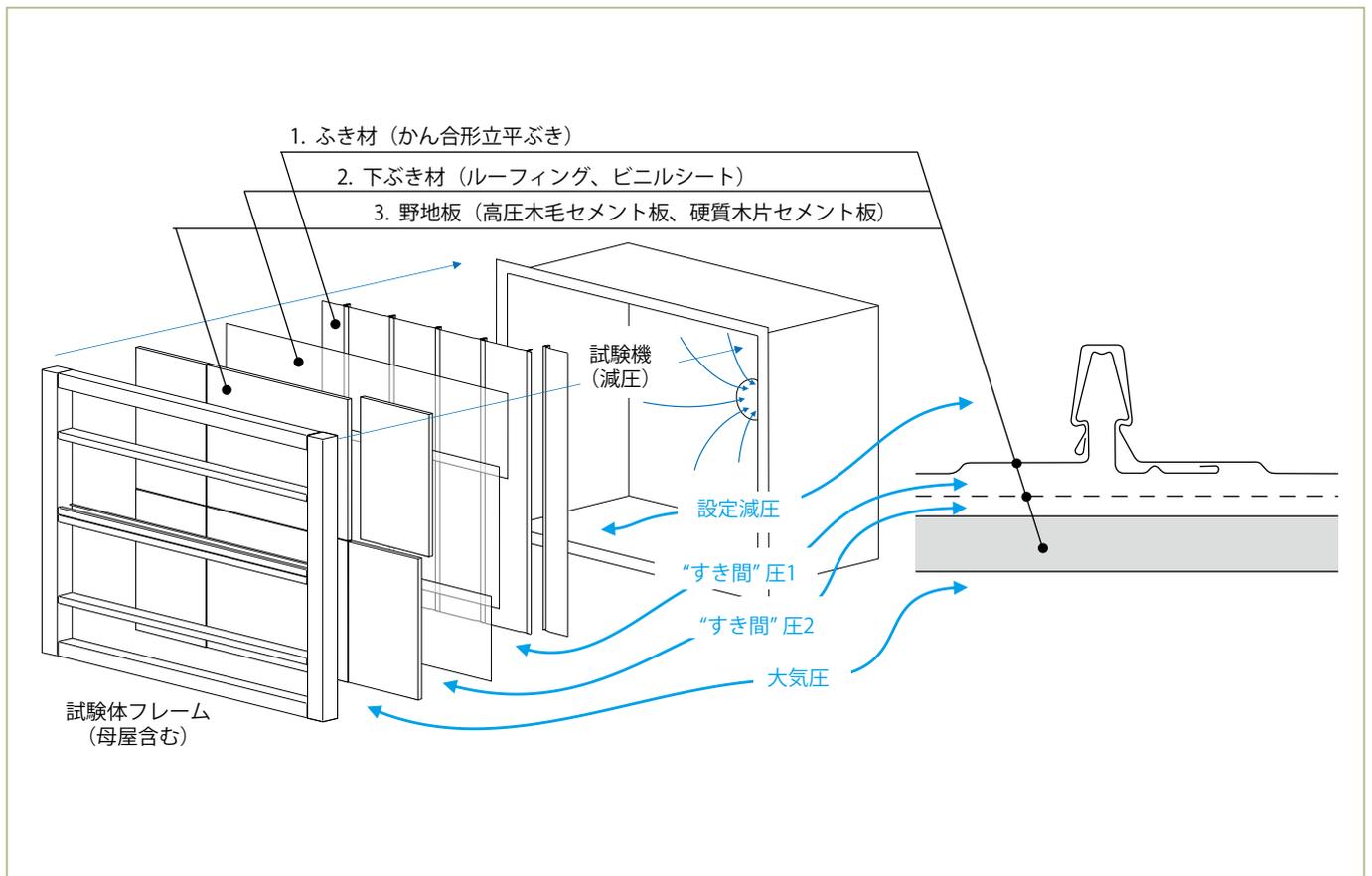


図1 “すき間”の気圧測定に関する概念図

2. 試験体

試験体図を図2に示す（試験体製作日：2021.12.02～03）。

ふき材は「かん合形立平ぶき」 $t=0.4\text{mm}$ 、留め付け部材は「鉄骨下地用留め付けねじ」（商品名：シンワッシャー $\phi 5\text{mm}$ ）、母屋はC形鋼 $t=2.3\text{mm}$ とし、下ぶき材および野地板には4種類のパラメータを用意した。各試験体のパラ

メータを、比較のための昨年度のパラメータと共に、表1に示す。

ふき材は母屋に留め付け部材にて留め付けた。留め付けピッチは「働き幅 $@333\text{mm} \times$ 流れ方向（母屋ピッチ） $@606\text{mm}$ 」とした。野地板に開孔を設けた場合においては開孔の径を $\phi 90\text{mm}$ 、開孔ピッチを「幅方向 $@455\text{mm}$

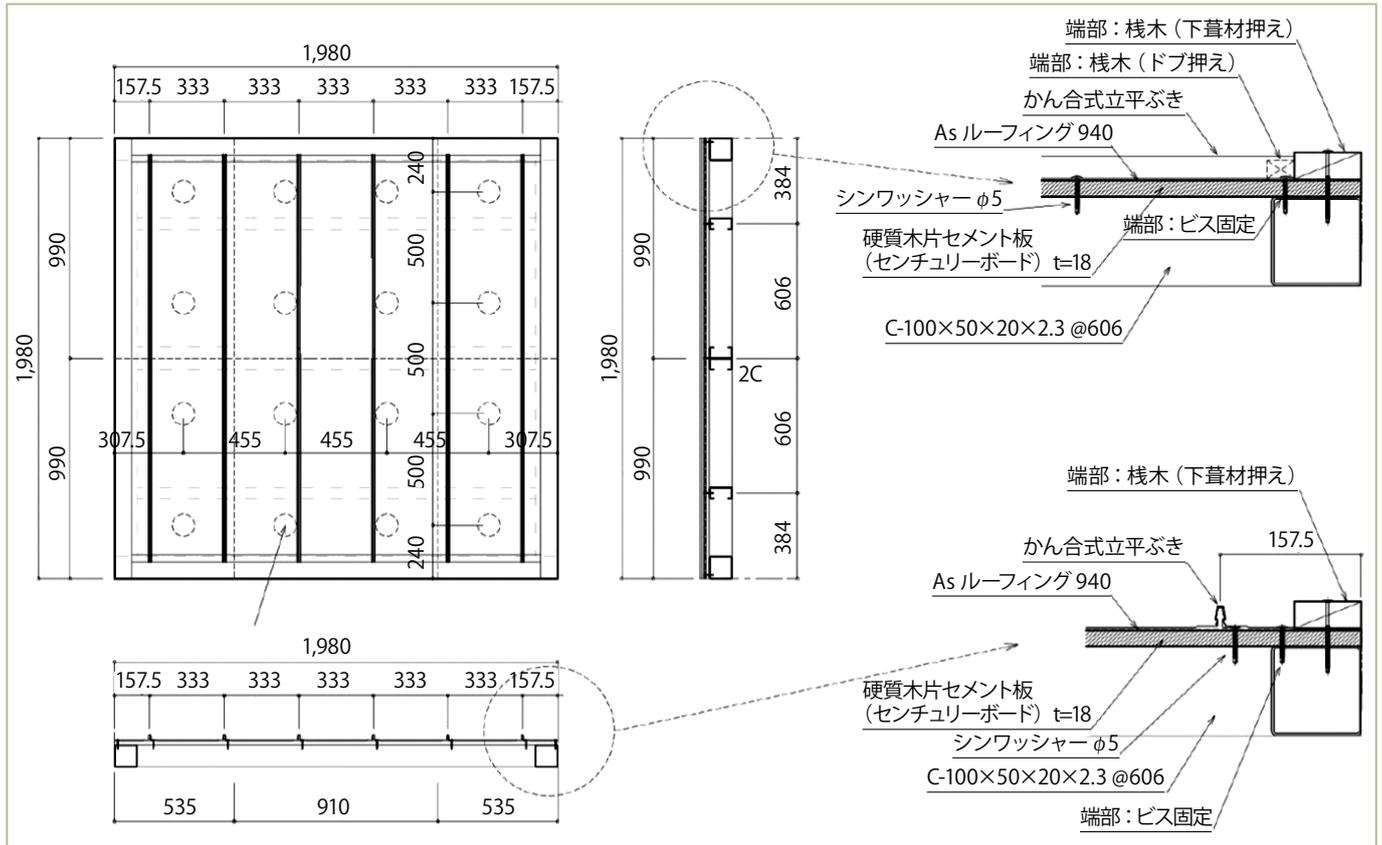


図2 試験体図

×流れ方向 @500mm] とした。ふき材と野地板との間に気密ビニルを設けた場合においては、気密ビニルが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。

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。この拘束状態は昨年度の試験^{1), 2)}時と同様である。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。

表1 各試験体のパラメータ

試験体 No.		試験体のパラメータ						試験結果			
		ふき材		下ぶき材	野地板		2021年度試験体の比較趣旨	-5,000[Pa] 時		破壊時	
		板厚 [mm]	ホットメルト接着剤		通気孔	最大変位 [mm]		除荷後最大残留変位 [mm]	破壊荷重 [Pa]	破壊モード	
2021年度鉄骨下地 (ふき材はC形鋼に留め付け)	s1	0.40	なし	ビニルシート(気密用)	硬質木片セメント板 t=18[mm]	90φ	標準	33.5	3.7	-9,250	かん合部はずれ
	s2					なし	s2 - s4 通気孔の有無	37.0	4.1	-8,500	かん合部はずれ
	s3					なし	s2 - s3 野地板差異	36.1	5.7	-8,250	かん合部はずれ
	s4					90φ	s1 - s4 下ぶき材差異	36.6	3.2	-8,650	かん合部はずれ
2020年度木下地 (ふき材は構造用合板に留め付け)	w1	0.40	なし	ビニルシート(気密用)	構造用合板 t=12[mm]	90φ	-	37.5	2.1	-8,500	ねじの引き抜け
	w2	0.35						38.5	1.3	-8,250	かん合部はずれ
	w3	0.40						あり	39.0	1.7	-8,000

3. 試験状況

変位計および”すき間”圧の測定位置を図3に示す。試験体 No.[s3] の状況を写真1に示す。载荷ステップを図4に示す。この载荷ステップは昨年度の試験^{1),2)}時と同様である。

減圧速度を -100 [Pa/秒] とし、 -250 [Pa] 毎に 60 秒以

上の保持時間を設けた一方向漸増载荷の過程において、 $-1,000$ [Pa] の増加ステップごとに一旦除荷し、ふき材の残留変形を確認した。

また、変位計保護のため $-5,000$ [Pa] 除荷時に変位計を取り外し、以降は破壊に至るまで一方向漸増载荷とした。

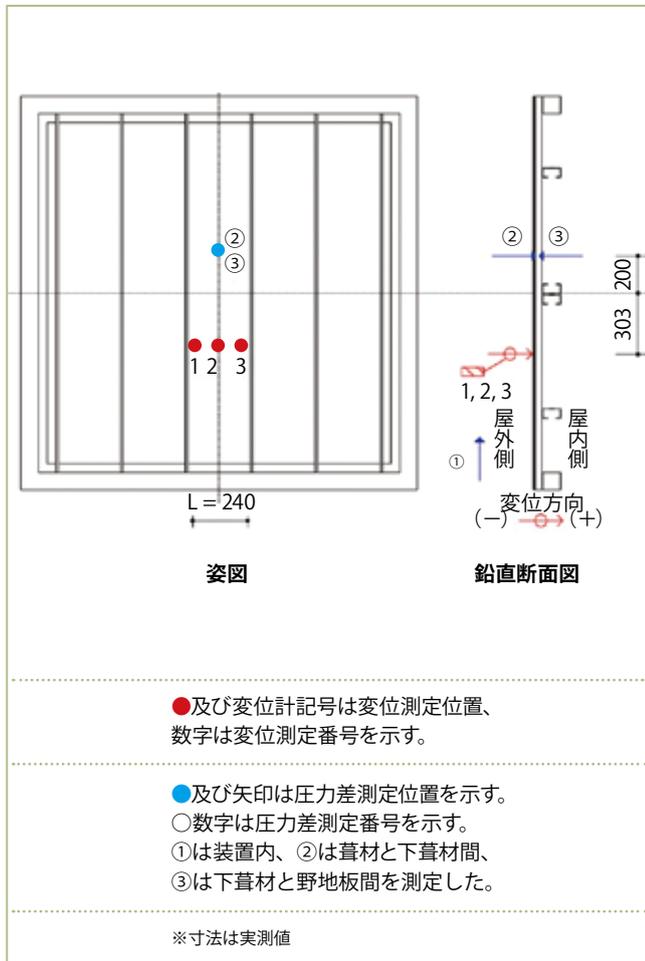


図3 変位計および”すき間”圧の測定位置



写真1 試験体 No.[s3] の状況

4. 試験結果

試験結果一覧を表1に示す。

鉄骨下地のいずれの試験体も -5,000 [Pa] 時の最大変位量 ≒ 33 ~ 37 [mm] 程度、また同除荷後の最大残留変位量は 3.2 ~ 5.7 [mm] 程度であった。各部に構造耐力上有害又は使用上の支障となる残留変位は認められなかった。

さらにそれぞれの破壊荷重は -8,000 ~ -9,000 [Pa] となり、破壊モードはいずれもふき材の「かん合部はずれ」であった。比較のため昨年度の木造下地試験結果も表1に同時に示す。

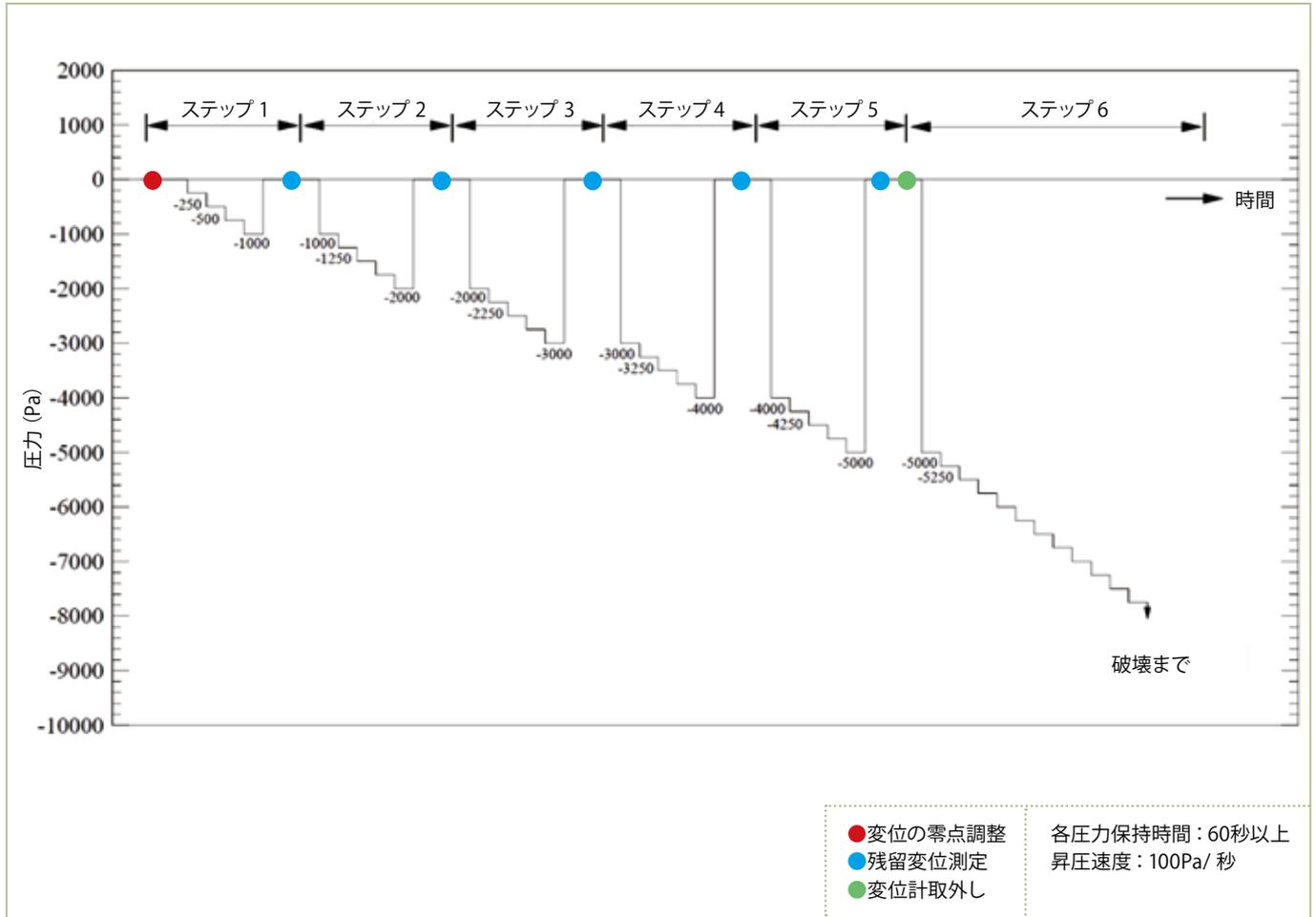


図4 载荷ステップ

5. 考察

全ての試験体において全体的に高いかん合部強度（絶対値 8,000 [Pa] 以上）が確認された。これは昨年度の木造下地試験においてもほぼ同様の結果となっている。これらのかん合強度は、「MSRW2014 第2章 2.9 平板ぶき屋根の参考試験」の結果より若干大きな値となっている。昨年度と同様に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ることなどが挙げられる。-5,000 [Pa] 载荷時の最大変位量を比較すると、今年度の鉄骨下地より昨年度の木下地のほうが若干大きい傾向がある。これは木下地の試験では合板にふき材を直接留め付けているため、合板そのものの変形量も変位計が拾っているためと考えられる。

破壊モードは鉄骨下地の全ての試験体が「かん合部のはずれ」にて破壊した。三つの破壊モードを図5に示す。昨年度の木下地では下地からの「ねじの引き抜け」も観察されたが、鉄骨下地ではこの破壊モードは観察されなかった。鉄骨下地（C形鋼に留め付け）においては、ねじに十分な引き抜き耐力が保持されていることがわかる。

-5,000 [Pa] 载荷時の変位計（CH1～3）のデータに基づ

くおおよその変形を図6にプロットする。ここでの方眼マス目は 10mm × 10mm を示している。この変形を仮に「円弧」と仮定すると円弧の長さは直線距離（働き幅：333 [mm]）に比べ計算上 $\approx +8$ [mm] 程度伸長していることになる。これは鋼板そのものが伸長したわけではなく、ハゼ部などの開きやそれらの変形に伴う支点位置の変化による全体長さの伸長と考えられる。ハゼ部などの開きや変形を図7のように仮定すると、全体変形は図8に示すものとなり、前述の $\approx +8$ [mm] の伸長と整合する。図8はあくまで変位計（CH1～3）のデータのみを基に作成された架空図にすぎないが、おおよそこのような変形をしているものと現時点では想像できる。将来的にはより多点の計測値の取得が精密な挙動解析に資することを期待したい。

-5,000 [Pa] 除荷後のおおよその残留変位量を図9にプロットする。全体のプロポーションの中で各部の残留変形はごくわずかであり、構造耐力上有害又は使用上の支障には該当しないと評価できると考えられる。また除荷時にはこのように当初形状にはほぼ復元することから、図7,8に示した载荷時の各部の変形もおおよそ弾性変形の範囲内であることがわかる。

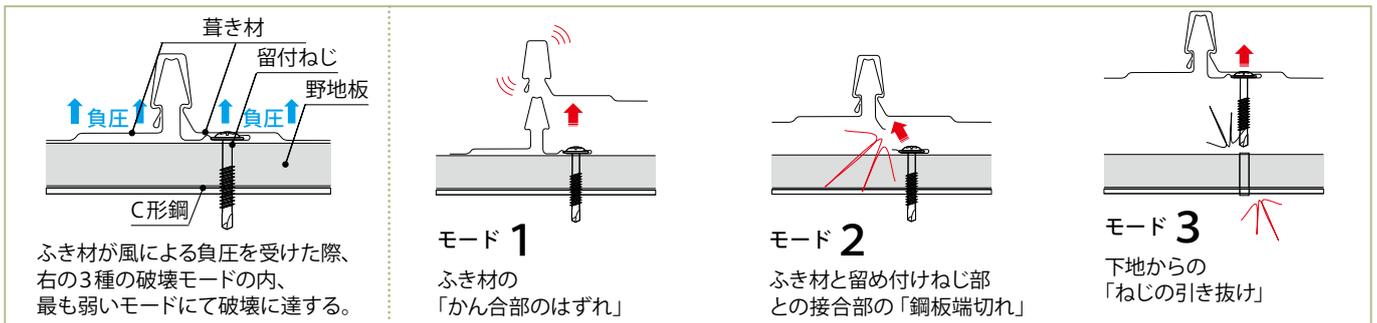


図5 三つの破壊モード

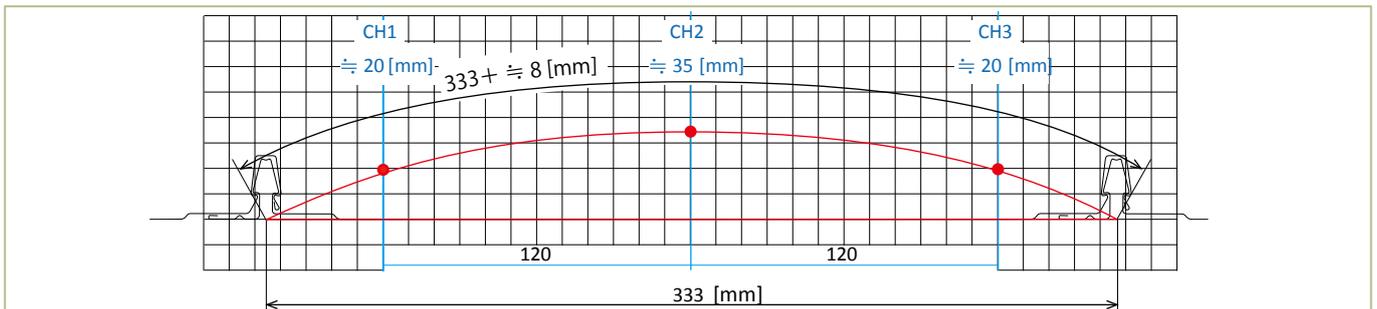


図6 -5,000 [Pa] 载荷時の変位計（CH1～3）のデータに基づくおおよその変形図

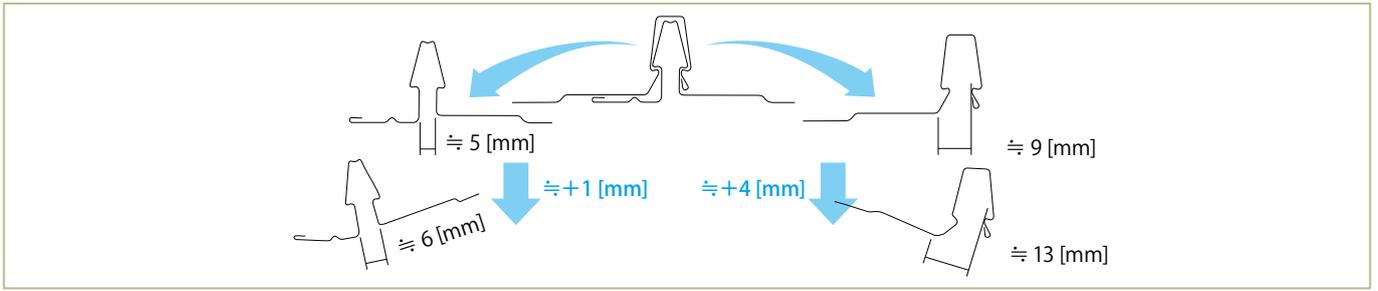


図7 -5,000 [Pa] 載荷時のハゼ部などの開きや変形の図

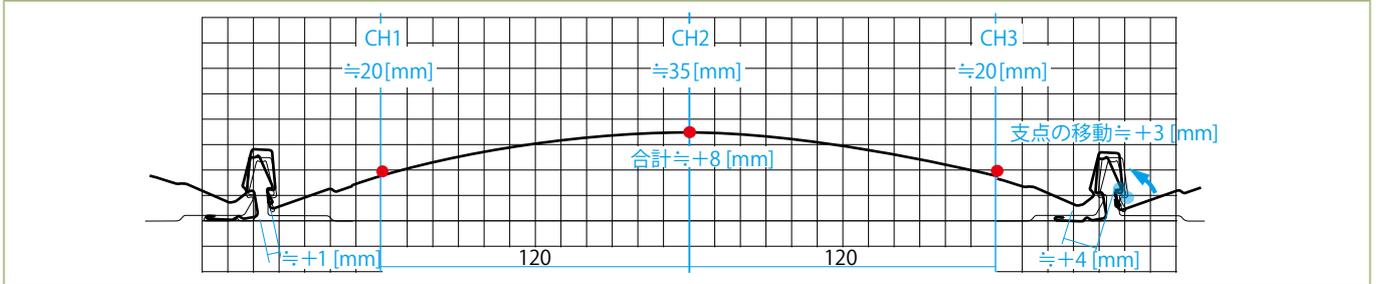


図8 -5,000 [Pa] 載荷時の全体変形図

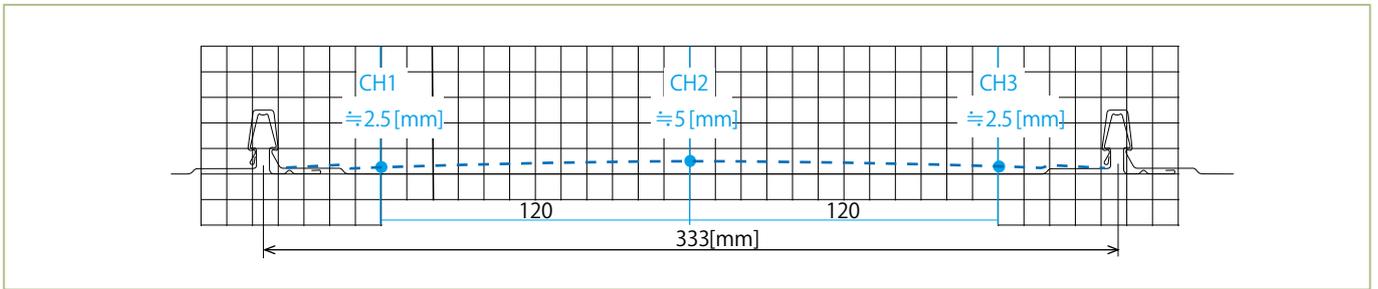


図9 -5,000 [Pa] 除荷後のおおよその残留変位量プロット図

6. まとめ

本報では鉄骨下地（C形鋼に留め付け）における「かん合形立平ぶき」の圧力箱試験の試験結果概要を示した。

次報では「ふき材（かん合形立平ぶき）」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ついて分析および考察を詳報する。

【参考文献】

- 1) 一般社団法人 日本金属屋根協会・技術委員会「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 テクニカルレポート
- 2) 一般社団法人 日本金属屋根協会・技術委員会「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2」一般社団法人 日本金属屋根協会 テクニカルレポート