

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-105103

(P2019-105103A)

(43) 公開日 令和1年6月27日(2019.6.27)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E O 4 D 12/00 (2006.01)	E O 4 D 12/00	G
E O 4 B 7/00 (2006.01)	E O 4 B 7/00	Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-238867 (P2017-238867)	(71) 出願人	517269057
(22) 出願日	平成29年12月13日 (2017.12.13)		株式会社福栄
			長崎県島原市礫石原町甲1202-43
		(74) 代理人	100095407
			弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100168114
			弁理士 山中 生太
		(74) 代理人	100133592
			弁理士 山口 浩一
		(74) 代理人	100146916
			弁理士 廣石 雅紀
		(74) 代理人	100162259
			弁理士 末富 孝典
		(72) 発明者	福▲崎▼ 國久
			長崎県島原市礫石原町甲1202-43
			株式会社 福栄内

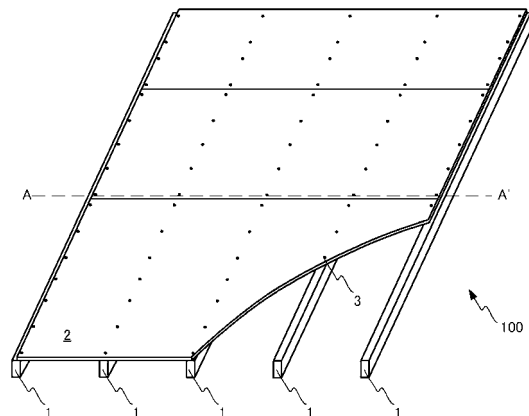
(54) 【発明の名称】 屋根パネル及び屋根パネルの設置方法

(57) 【要約】

【課題】 躯体への留め付け箇所数を抑えても十分な強度が得られる屋根パネル及び屋根パネルの設置方法を提供する。

【解決手段】 屋根パネル100は、複数本の垂木材1と、複数本の垂木材1の間を覆うように垂木材1上に固定された面材2と、を備える。屋根パネル100は、面材2と躯体との間に垂木材1が介在するように、垂木材1の長手方向において1000mmより長い間隔で躯体に留め付けられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数本の垂木材と、

複数本の前記垂木材の間を覆うように前記垂木材上に固定された面材と、
を備え、

前記面材と躯体との間に前記垂木材が介在するように、前記垂木材の長手方向において
1 0 0 0 mmより長い間隔で該躯体に留め付けられる、
屋根パネル。

【請求項 2】

水平方向に 2 0 0 0 mm以下の間隔で前記躯体に留め付けられる、
請求項 1 に記載の屋根パネル。

10

【請求項 3】

前記面材は、

前記垂木材に対向する面の反対側の面に、前記躯体に留め付けられる箇所を示す第 1 の
目印及び第 2 の目印を含む複数個の目印を有し、

前記第 1 の目印と前記第 2 の目印との間隔は、

前記垂木材の長手方向において 1 0 0 0 mmより長い、

請求項 1 又は 2 に記載の屋根パネル。

【請求項 4】

前記面材と前記垂木材とを貫通して前記躯体に達する留付部材で、前記躯体に留め付け
られる、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の屋根パネル。

20

【請求項 5】

複数本の前記垂木材は、

長手方向が平行になるように配置され、

前記躯体の長手方向に対して前記垂木材の長手方向が直交するように、前記躯体に留め
付けられる、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の屋根パネル。

【請求項 6】

複数本の垂木材と、

30

複数本の前記垂木材の間を覆うように前記垂木材上に固定された面材と、
を備える屋根パネルの設置方法であって、

前記屋根パネルは、

前記面材と躯体との間に前記垂木材が介在するように、前記垂木材の長手方向において
1 0 0 0 mmより長い間隔で該躯体に留め付けられる、

屋根パネルの設置方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、屋根パネル及び屋根パネルの設置方法に関する。

40

【背景技術】**【0 0 0 2】**

近年の住宅建設における課題として、熟練した職人の不足と、エコロジー活動への取り
組みが挙げられる。一般的な屋根の従来工法では、まず、屋根の最上部の棟木、母屋及び
軒桁等の躯体に、複数本の垂木が、その長手方向が躯体の長手方向と直交するように固定
される。垂木は棟木から軒桁にかけて、地面方向に斜めに取り付けられる。

【0 0 0 3】

垂木を躯体に固定した後、野地板が垂木の上面に固定される。そして、最後に軒先が軒
桁に固定される。この従来工法では、複数の工程が煩わしく、工期の長期化を招くおそれ
がある。さらには、各工程を職人が行う必要があるため、職人の不足を招いてしまう。

50

【 0 0 0 4 】

工期の短縮と今後一層深刻になる職人の不足の解消のために、一般住宅の大部分を占める屋根及び壁をあらかじめ工場でパネルとして製造するパネル化が行われている。屋根パネルでは、野地板が垂木にあらかじめ固定されており、住宅建設の現場に搬送された屋根パネルが躯体にビス等で留め付けられる。

【 0 0 0 5 】

屋根パネルが導入されたことによって、現場で垂木に野地板を固定する工程が不要になるため、現場施工における工期及び騒音発生期間を短縮できる。この結果、職人の不足が緩和される。さらに屋根等のパネル化によって、住宅建設の現場での端材が減少するため、屋根パネルは、エコロジー活動にも貢献する。この他、提供される屋根パネルの品質が統一されることが期待される。このような利点もあり、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されるような種々の屋根パネルが提案されている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 4 0 8 1 6 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 7 - 8 9 2 8 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

20

特許文献 1 及び特許文献 2 に開示された屋根パネルを躯体に釘で固定する場合、垂木に野地板がすでに固定されているため、釘が野地板の上から垂木を貫通して躯体に到達しなければならない。このため、躯体に固定された垂木に野地板をさらに固定する従来工法と比較して、地震及び風圧力等に対する強度の不足が懸念される。強度を担保するために、躯体への留め付け箇所数を減らすことができず、屋根パネルの設置作業のさらなる効率化が図れなかった。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、躯体への留め付け箇所数を抑えても十分な強度が得られる屋根パネル及び屋根パネルの設置方法を提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

発明者は、躯体への屋根パネルの留め付け箇所の間隔とその強度について鋭意研究を重ね、躯体の一般的な間隔である 9 0 0 ~ 1 0 0 0 m よりも長い間隔で屋根パネルを母屋に留め付けても従来工法と同等以上の強度を有することを見出し、本発明を完成させた。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 1 の観点に係る屋根パネルは、

複数本の垂木材と、

複数本の前記垂木材の間を覆うように前記垂木材上に固定された面材と、

を備え、

40

前記面材と躯体との間に前記垂木材が介在するように、前記垂木材の長手方向において 1 0 0 0 m m より長い間隔で該躯体に留め付けられる。

【 0 0 1 1 】

この場合、上記本発明の第 1 の観点に係る屋根パネルは、

水平方向に 2 0 0 0 m m 以下の間隔で前記躯体に留め付けられる、

こととしてもよい。

【 0 0 1 2 】

また、前記面材は、

前記垂木材に対向する面の反対側の面に、前記躯体に留め付けられる箇所を示す第 1 の目印及び第 2 の目印を含む複数個の目印を有し、

50

前記第 1 の目印と前記第 2 の目印との間隔は、
前記垂木材の長手方向において 1 0 0 0 mm より長い、
こととしてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、上記本発明の第 1 の観点に係る屋根パネルは、
前記面材と前記垂木材とを貫通して前記躯体に達する留付部材で、前記躯体に留め付け
られる、
こととしてもよい。

【 0 0 1 4 】

また、複数本の前記垂木材は、
長手方向が平行になるように配置され、
上記本発明の第 1 の観点に係る屋根パネルは、
前記躯体の長手方向に対して前記垂木材の長手方向が直交するように、前記躯体に留め
付けられる、
こととしてもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 2 の観点に係る屋根パネルの設置方法は、
複数本の垂木材と、
複数本の前記垂木材の間を覆うように前記垂木材上に固定された面材と、
を備える屋根パネルの設置方法であって、
前記屋根パネルは、
前記面材と躯体との間に前記垂木材が介在するように、前記垂木材の長手方向において
1 0 0 0 mm より長い間隔で該躯体に留め付けられる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、躯体への留め付け箇所数を抑えても十分な強度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】実施の形態 1 に係る屋根パネルの外観を示す図である。

【図 2】図 1 に示す屋根パネルの断面を示す図である。

【図 3】躯体に留め付けられた屋根パネルの外観を示す図である。

【図 4】水平方向に 2 0 0 0 mm の間隔の場合の垂木材の長手方向の留め付け間隔を示す
図である。(a)、(b)、(c) 及び (d) は、面材が水平方向に対して、それぞれ 1
寸、3 寸、5 寸及び 1 0 寸の勾配を有する場合の垂木材の長手方向の留め付け間隔を示す
図である。

【図 5】躯体の長手方向に継いで留め付ける場合の屋根パネルの断面を示す図である。

【図 6】垂木材の長手方向に継いで留め付ける場合の屋根パネルの断面を示す図である。

【図 7】母屋に留め付けられた状態の屋根パネルの断面を示す図である。

【図 8】実施の形態 2 に係る屋根パネルの外観を示す図である。

【図 9】試験体 V - 1 を示す図である。

【図 1 0】試験体 H - 1 を示す図である。

【図 1 1】実大壁せん断試験機の概要を示す図である。

【図 1 2】試験体 V - 1 ~ V - 3 における荷重と見かけのせん断変形角との関係を示す図
である。

【図 1 3】試験体 H - 1 ~ H - 3 における荷重と見かけのせん断変形角との関係を示す図
である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

(実施の形態 1)

図面を参照しながら、実施の形態 1 に係る屋根パネル 1 0 0 について説明する。屋根パ

10

20

30

40

50

ネル 100 は、複数本の垂木材 1 と、垂木材 1 の上面に固定された面材 2 と、面材 2 を垂木材 1 に固定する固定具 3 と、を備える。図 1 は、面材 2 を一部剥がした状態の屋根パネル 100 の外観を示す。垂木材 1 は、長手方向が平行、又はほぼ平行になるように配置される。垂木材 1 は、好ましくは等間隔に配置される。垂木材 1 の本数は、特に限定されず、2 ~ 10 本、好ましくは 3 本、5 本又は 7 本である。

【0019】

図 1 の破線 A - A' において面材 2 の側から垂木材 1 の側まで切断した屋根パネル 100 の断面を図 2 に示す。垂木材 1 の間隔 L1 は、特に限定されないが、300 ~ 2000 mm、400 ~ 1900 mm、500 ~ 1000 mm、400 ~ 800 mm、好ましくは 450 ~ 500 mm である。好適には、垂木材 1 の間隔 L1 は、455 mm である。こ
この垂木材 1 の間隔 L1 は、図 2 に示すように、垂木材 1 の断面の中心から、隣の垂木材 1 の断面の中心までの長さ（垂木材 1 の芯間距離）をいう。

10

【0020】

垂木材 1 の材質は、住宅等の建物に使用される材質であれば特に限定されない。例えば、垂木材 1 は木材及び金属材等で形成される。好ましくは、垂木材 1 は、ヒノキ、スギ、ナラ、パイン材、鋼鉄、ステンレス及び亜鉛鉄等で形成される。好適には、垂木材 1 はスギで形成される。

【0021】

垂木材 1 は、好ましくは四角柱で、例えば、垂木材 1 の長手方向に垂直方向に切断した断面が 45 × 90 mm である。垂木材 1 の長手方向の長さは、1000 mm より長く、好ましくは 1100 ~ 3000 mm である。

20

【0022】

図 1 に戻って、面材 2 は、垂木材 1 の間を覆うように、固定具 3 で垂木材 1 上に固定される。面材 2 の面積は、特に限定されず、垂木材 1 の間隔及び長さ等に応じて適宜調整すればよい。面材 2 の厚みは例えば、10 ~ 20 mm、10 ~ 15 mm、好ましくは 12 mm である。面材 2 は、建物用であれば特に限定されず、面材 2 として野地板及び構造用合板を用いることができる。必要に応じて、面材 2 は、防水加工等が施されていてよい。

【0023】

固定具 3 は、例えば釘である。釘の長さは、面材 2 の厚みに応じて決定すればよい。面材 2 は、垂木材 1 の長手方向に、所定の間隔で固定具 3 によって固定される。固定具 3 の垂木材 1 の長手方向での間隔は、50 ~ 200 mm、80 ~ 180 mm、好ましくは 90 ~ 150 mm である。図 2 に示すように、固定具 3 は、面材 2 の上面より垂木材 1 の上面を介して垂木材 1 の内部に達する。

30

【0024】

図 3 に示すように、屋根パネル 100 は、面材 2 と躯体 4 との間に垂木材 1 が介在するように、躯体 4 に留め付けられる。ここでの躯体 4 は、具体的には、屋根の最上部の棟木、棟木の長手方向に長手方向が平行になるように配置された母屋、及び軒桁等をいい、以下では横架材ということもある。

【0025】

屋根パネル 100 は、垂木材 1 の長手方向において 1000 mm より長い間隔 L2 で、留付部材 5 によって躯体 4 に留め付けられる。留付部材 5 は、面材 2 と垂木材 1 とを貫通して躯体 4 に達する。これにより、屋根パネル 100 が躯体 4 に強固に留め付けられる。

40

【0026】

より詳細には、図 3 に示すように、屋根パネル 100 は、躯体 4 の長手方向に対して垂木材 1 の長手方向が直交するように、躯体 4 に留め付けられる。

【0027】

L2 は、垂木材 1 の長手方向で隣り合う留付部材 5 の間の面材 2 上における距離である。L2 は、1000 mm より長く、3000 mm 以下、2500 mm 以下、2200 mm 以下、又は 2100 mm 以下、2000 mm 以下、1800 mm 以下、1600 mm 以下、1400 mm 以下、1200 mm 以下である。好ましくは、L2 は 2000 mm である

50

。

【 0 0 2 8 】

好適には、屋根パネル 1 0 0 は、L 2 が 1 0 0 0 mm より長ければ、水平方向に 2 0 0 0 mm 以下の間隔で躯体 4 に留め付けられる。水平方向に 2 0 0 0 mm の場合、屋根パネル 1 0 0 の留め付け後の面材 2 と水平方向との間の角度を θ とすると、L 2 は $2 0 0 0 \text{ mm} / \cos \theta$ で求めることができる。図 4 (a) ~ (d) は、水平方向に 2 0 0 0 mm の間隔で、面材 2 が水平方向に勾配を有するように躯体 4 に留め付けられる場合の L 2 の例を示す。例えば、図 4 (a) に示すように、勾配が 1 寸 (θ が 5.71°) であれば、L 2 は $2 0 0 9.98 \text{ mm}$ である。図 4 (b) に示すように、勾配が 3 寸 (θ が 16.7°) であれば、L 2 は $2 0 8 8.06 \text{ mm}$ である。図 4 (c) に示すように、勾配が 5 寸 (θ が 26.6°) であれば、L 2 は $2 2 3 6.07 \text{ mm}$ である。図 4 (d) に示すように、勾配が 1 0 寸 (θ が 45.0°) であれば、L 2 の最大値は $2 8 2 8.43 \text{ mm}$ である。

10

【 0 0 2 9 】

次に、複数の屋根パネル 1 0 0 の躯体 4 への留め付け方について説明する。屋根パネル 1 0 0 と同様の屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b を躯体 4 の長手方向に継いで留め付ける態様に関して、図 5 は、図 2 と同様の屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b の断面を示す。屋根パネル 1 0 0 b は、一端の垂木材 1 を欠いており、垂木材 1 を欠いた部分の面材 2 が屋根パネル 1 0 0 a のもっとも外側の垂木材 1 の上面に固定具 3 で固定される。

【 0 0 3 0 】

屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b を垂木材 1 の長手方向に継いで留め付ける場合の態様に関して、図 6 は、垂木材 1 の長手方向に沿って面材 2 の側から垂木材 1 の側に向かって切断した屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b の断面を示す。屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b は、1 本の躯体 4 の上面で垂木材 1 同士的位置が合わせられ、留付部材 5 によって躯体 4 に留め付けられる。

20

【 0 0 3 1 】

屋根パネル 1 0 0 は、棟木、母屋及び軒桁等の躯体 4 が組み上げられた後に、例えばクレーン等を用いて屋根に運搬され、躯体 4 に留め付けられる。図 7 は、躯体 4 の例示としての母屋 4 1 に、1 0 寸の勾配で留め付けられた状態の屋根パネル 1 0 0 a 及び 1 0 0 b の、垂木材 1 の長手方向に沿って面材 2 の側から垂木材 1 の側に向かって切断した断面を示す。屋根の勾配に応じて、種々の勾配で躯体 4 に留め付けられる。

30

【 0 0 3 2 】

以上詳細に説明したように、屋根パネル 1 0 0 は、垂木材 1 の長手方向において 1 0 0 0 mm より長い間隔で躯体 4 に留め付けられるため、従来の 9 1 0 mm 間隔での留め付けよりも躯体 4 への留め付け箇所数を抑えることができる。しかも、屋根パネル 1 0 0 は、下記実施例に示すように、垂木材 1 の長手方向において 1 0 0 0 mm より長い間隔で躯体 4 に留め付けられても十分な強度を有する。

【 0 0 3 3 】

なお、他の実施の形態では、屋根パネル 1 0 0 と、垂木材 1 の長手方向において 1 0 0 0 mm より長い間隔で躯体 4 に留め付けられる旨を記載した説明書又は仕様書と、を備える屋根パネルセットが提供される。また、当該屋根パネルセットは、留付部材 5 をさらに備えてもよい。

40

【 0 0 3 4 】

(実施の形態 2)

続いて、実施の形態 2 に係る屋根パネル 2 0 0 について説明する。屋根パネル 2 0 0 は、上記実施の形態 1 に係る屋根パネル 1 0 0 と同じ構成であるが、面材 2 の代わりに面材 6 を備える。以下では、実施の形態 1 と異なる部分を主に説明する。

【 0 0 3 5 】

屋根パネル 2 0 0 の外観を図 8 に示す。面材 6 は、垂木材 1 に対向する面の反対側の面に、躯体 4 に留め付けられる箇所を示す目印 6 1 (第 1 の目印) 及び目印 6 2 (第 2 の目印) を含む複数個の目印を有する。

50

【 0 0 3 6 】

目印 6 1 及び目印 6 2 は、使用者が認識できるものであれば特に限定されず、例えば記号、文字、シンボル及び数字等である。目印 6 1 及び目印 6 2 は、例えばインク、顔料、鉛筆又はペンキ等で付されてもよい。

【 0 0 3 7 】

目印 6 1 と目印 6 2 との間隔 L 2 は、垂木材 1 の長手方向において 1 0 0 0 mm より長く、上述の L 2 と同様である。好ましくは、屋根パネル 2 0 0 は、目印 6 1 及び目印 6 2 の位置で躯体 4 に留め付けられる。

【 0 0 3 8 】

以上詳細に説明したように、屋根パネル 2 0 0 は、目印 6 1 及び目印 6 2 を有するため、躯体 4 に留め付けられる際に留め付け箇所が把握しやすく利便性が高い。目印 6 1 と目印 6 2 との間隔 L 2 は、垂木材 1 の長手方向において 1 0 0 0 mm より長いため、躯体 4 への留め付け箇所数を抑えることができる。また、屋根パネル 2 0 0 を目印 6 1 及び目印 6 2 で躯体 4 に留め付けることで十分な強度を担保できる。

【 実施例 】

【 0 0 3 9 】

以下の実施例により、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は実施例によって限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

本発明に係る屋根パネルの面内せん断性能を以下のように評価した。図 9 は、面内せん断性能を評価するために作製した試験体 V - 1 を示す。試験体 V - 1 は、桁 1 1、土台 1 2、右柱 1 3、左柱 1 4 及び母屋 1 5 を備える枠組み 3 0 0 を有する。桁 1 1 の大きさは、1 0 5 × 1 0 5 × 3 5 0 0 mm である。土台 1 2 の大きさは、1 0 5 × 1 0 5 × 2 8 2 0 mm である。右柱 1 3 及び左柱 1 4 の大きさは、それぞれ 1 0 5 × 1 0 5 × 2 8 9 5 mm である。桁 1 1 及び土台 1 2 には、右柱 1 3 及び左柱 1 4 の両端がそれぞれ大入れ蟻掛けで固定されている。さらに桁 1 1 と土台 1 2 との間に、桁 1 1 の長手方向に長手方向が平行になるように母屋 1 5 が固定されている。母屋 1 5 の大きさは、1 0 5 × 1 0 5 × 1 7 1 5 mm である。

【 0 0 4 1 】

躯体に相当する枠組み 3 0 0 には、2 枚の屋根パネル P 1 及び P 2 が留付部材 1 6 によって固定されている。留付部材 1 6 はタルキック I I (T K 5 × 1 5 0 I I、シネジック社製) である。屋根パネル P 1 は、垂木 1 7 と、面材 a 1 と、面材 b 1 と、面材 c 1 と、を備える。垂木 1 7 は、4 5 × 9 0 × 2 0 0 0 mm の大きさである。垂木 1 7 は 5 本あり、4 5 5 mm の間隔で長手方向が平行になるように配置される。面材 a 1、面材 b 1 及び面材 c 1 は、面積がそれぞれ 1 8 2 0 × 9 1 0 mm、1 8 2 0 × 6 3 5 mm 及び 1 8 2 0 × 4 5 5 mm で、厚さはいずれも 1 2 mm である。

【 0 0 4 2 】

面材 a 1、面材 b 1 及び面材 c 1 は、垂木 1 7 の長手方向に継いで、垂木 1 7 に固定されている。面材 a 1、面材 b 1 及び面材 c 1 は、垂木 1 7 の長手方向にそれぞれ 1 2 5 又は 1 5 0 mm、1 3 7 . 5 又は 1 5 0 mm、及び 9 5 又は 1 5 0 mm の間隔で、釘 (不図示) で垂木 1 7 に固定されている。当該釘は C N 5 0 釘 (1 5 0 mm) である。

【 0 0 4 3 】

屋根パネル P 2 は、垂木 1 8 と、2 枚の面材 a 2 と、を備える。垂木 1 8 は、4 5 × 9 0 × 1 0 0 0 mm の大きさである。垂木 1 8 は 5 本あり、4 5 5 mm の間隔で略平行に配置されている。面材 a 2 は、面積が 1 8 2 0 × 9 1 0 mm で、厚さが 1 2 mm である。面材 a 2 は、垂木 1 8 の長手方向に継いで、垂木 1 8 の上面に固定されている。面材 a 2 は、垂木 1 8 の長手方向に 1 4 0 又は 1 5 0 mm の間隔で、屋根パネル P 1 と同様に釘で垂木 1 8 に固定されている。

【 0 0 4 4 】

屋根パネル P 1 は、留付部材 1 6 で、土台 1 2 に一端が留め付けられ、他端が母屋 1 5

10

20

30

40

50

に留め付けられている。屋根パネル P 2 は、留付部材 1 6 で、桁 1 1 に一端が留め付けられ、他端が母屋 1 5 に留め付けられている。屋根パネル P 1 と屋根パネル P 2 とは、垂木 1 7 及び垂木 1 8 の長手方向に継いで、5 本の垂木 1 7 と 5 本の垂木 1 8 とが母屋 1 5 の面上でそれぞれ合わさるように配置されている。図 9 に示すように、屋根パネル P 1 が土台 1 2 に留め付けられた箇所から母屋 1 5 に留め付けられた箇所までの、垂木 1 7 の長手方向における距離は 2 0 0 0 mm である。

【 0 0 4 5 】

試験体 V - 1 に加え、試験体 V - 2 及び V - 3 を試験体 V - 1 と同様に作製した。桁 1 1、土台 1 2、右柱 1 3、左柱 1 4、母屋 1 5、垂木 1 7 及び垂木 1 8 の材質はスギ (K D 材) とした。試験体 V - 1 ~ V - 3 におけるスギの密度は $0.36 \sim 0.53 \text{ g/cm}^3$ で、含水率は平均 $9.3 \sim 20.7 \%$ であった。面材 a 1、面材 b 1 及び面材 c 1 には、特類 2 級構造用合板 (針葉樹) を使用した。特類 2 級構造用合板の密度は $0.45 \sim 0.50 \text{ g/cm}^3$ で、含水率は平均 $7.7 \sim 11.8 \%$ であった。

10

【 0 0 4 6 】

図 1 0 は、試験体 H - 1 を示す。以下では試験体 H - 1 について、試験体 V - 1 と異なる点を中心に説明する。試験体 H - 1 は、桁 2 1、土台 2 2、右柱 2 3 及び左柱 2 4 を備える枠組み 4 0 0 を有する。桁 2 1 の大きさは、 $105 \times 105 \times 3500 \text{ mm}$ である。土台 2 2 の大きさは、 $105 \times 105 \times 3000 \text{ mm}$ である。右柱 2 3 及び左柱 2 4 の大きさは、それぞれ $105 \times 105 \times 2625 \text{ mm}$ である。

20

【 0 0 4 7 】

躯体に相当する枠組み 4 0 0 には、2 枚の屋根パネル P 3 及び屋根パネル P 4 が留付部材 1 6 によって留め付けられている。屋根パネル P 3 は、垂木 2 5 と、面材 a 3 と、面材 b 3 と、面材 c 3 と、を備える。垂木 2 5 は、 $45 \times 90 \times 2000 \text{ mm}$ の大きさである。垂木 2 5 は 5 本あり、 455 mm の間隔で長手方向が平行になるように配置される。面材 a 3、面材 b 3 及び面材 c 3 は、面積がそれぞれ $1820 \times 910 \text{ mm}$ 、 $1820 \times 635 \text{ mm}$ 及び $1820 \times 455 \text{ mm}$ で、厚さはいずれも 12 mm である。

【 0 0 4 8 】

面材 a 3、面材 b 3 及び面材 c 3 は、垂木 2 5 の長手方向に継いで、垂木 2 5 の上面に固定されている。面材 a 3、面材 b 3 及び面材 c 3 は、それぞれ垂木 2 5 の長手方向に 125 又は 150 mm 、 137.5 又は 150 mm 、及び 95 又は 150 mm の間隔で、釘で垂木 2 5 に固定されている。

30

【 0 0 4 9 】

屋根パネル P 4 は、垂木 2 5 と、面材 a 4、面材 b 4、面材 c 4 と、を備える。屋根パネル P 4 の垂木 2 5 は 3 本で、屋根パネル P 3 と同様に配置されている。面材 a 4、面材 b 4 及び面材 c 4 は、面積がそれぞれ $910 \times 910 \text{ mm}$ 、 $910 \times 635 \text{ mm}$ 及び $910 \times 455 \text{ mm}$ で、厚さはいずれも 12 mm である。面材 a 4、面材 b 4 及び面材 c 4 は、屋根パネル P 3 の面材 a 3、面材 b 3 及び面材 c 3 と同様に垂木 2 5 に固定されている。

【 0 0 5 0 】

屋根パネル P 3 は、留付部材 1 6 で、土台 2 2 に一端が留め付けられ、他端が屋根パネル P 4 の垂木 2 5 に留め付けられている。屋根パネル P 4 は、留付部材 1 6 で、桁 2 1 に一端が留め付けられている。屋根パネル P 3 と屋根パネル P 4 とは、右柱 2 3 の長手方向に継いで固定されている。

40

【 0 0 5 1 】

図 1 0 に示すように、屋根パネル P 3 及び P 4 が右柱 2 3 に留め付けられた箇所から左柱 2 4 に留め付けられた箇所までの、垂木 2 5 の長手方向における距離は 2000 mm である。

【 0 0 5 2 】

試験体 H - 1 に加え、試験体 H - 2 及び H - 3 を試験体 H - 1 と同様に作製した。桁 2 1、土台 2 2、右柱 2 3、左柱 2 4 及び垂木 2 5 に用いたスギ (K D 材) の密度は 0.3

50

6 ~ 0.96 g / cm³ で、含水率は平均 9.7 ~ 24.0 % であった。面材 a 3、面材 b 3、面材 c 3、面材 a 4、面材 b 4 及び面材 c 4 には、特類 2 級構造用合板（針葉樹）を使用した。特類 2 級構造用合板の密度は 0.43 ~ 0.50 g / cm³ で、含水率は平均 4.0 ~ 9.0 % であった。

【0053】

面内せん断性能試験として、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 1 2017 年版」（（公財）日本住宅・木材技術センター発行、p. 289 ~ 299）に準じて柱脚固定式試験法を採用した。図 11 に示す実大壁せん断試験機（試験機フレーム：鷺宮製作所製、オイルジャッキシステム：理研機器社製、容量押し 500 kN、引き 250 kN）を用いて、上記試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 の面内せん断性能を評価した。試験は、試験体 V - 1 ~ V - 3 の土台 12 又は試験体 H - 1 ~ H - 3 の土台 22 を試験機フレームに緊結して、桁 11 又は桁 21 をロードセルオイルジャッキシステムにより水平方向に加力することで行った。

10

【0054】

垂木 17 の長手方向が水平方向に対して鉛直方向になるように試験体 V - 1 ~ V - 3 を試験機フレームに設置した。一方、垂木 25 の長手方向が水平方向になるように試験体 H - 1 ~ H - 3 を試験機フレームに設置した。試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 の変位を計測するために、図 11 に示す位置に変位計 # 1（SDP 300D、東京測器研究所製）、# 2（CDP 25、東京測器研究所製）、# 3 及び # 4（ともに CDP 50、東京測器研究所製）を設置した。加力は正負交番繰り返し加力とし、繰り返し履歴は見かけのせん断変形角が 1 / 450 rad、1 / 300 rad、1 / 200 rad、1 / 150 rad、1 / 100 rad、1 / 75 rad 及び 1 / 50 rad の正負変形時、繰り返し回数は 1 回とした。加力は最大荷重に達した後、最大荷重の 80 % に荷重が低下するまで、あるいは見かけのせん断変形角が 1 / 15 rad 以上に達するまで実施した。

20

【0055】

試験結果より試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 の特性値を求めた。各特性値は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 1 2017 年版」（（公財）日本住宅・木材技術センター発行、p. 299 ~ 304）に準じて、試験荷重と見かけのせん断変形角（ γ ）の関係に基づいて完全弾塑性モデルにより算出した。なお、見かけのせん断変形角は、変位計 # 1 の測定値 M1、変位計 # 2 の測定値 M2 及び標点距離 H として以下の式で算出した。

30

$$\gamma = (M1 - M2) / H$$

ここで、H は、試験体 V - 1 ~ V - 3 の場合は 3000 mm、試験体 H - 1 ~ H - 3 の場合は 2730 mm とした。

【0056】

上記試験では、見かけのせん断変形角が 1 / 15 rad を超えても最大荷重の 80 % 以下の荷重に低下しなかったため、見かけのせん断変形角が 1 / 15 rad までの荷重とせん断変形角の関係より各特性値を算出した。

【0057】

（結果）

40

算出した試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 の特性値をそれぞれ表 1 及び表 2 に示す。短期基準せん断耐力 P_o として、試験体 V で 4.43 kN、試験体 H で 4.56 kN が得られた。なお、壁倍率（参考値）は低減係数 α を考慮していない。

【0058】

【表 1】

	(単位)	V-1	V-2	V-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	50%下限値 (kN)	短期基準 せん断耐力 P _o (kN)	参考壁倍率
1) P _y	(kN)	6.08	5.57	5.76	5.80	0.21	0.036	0.98	5.70	4.43	1.24
2) P _u × (0.2/D _s)	(kN)	4.46	4.54	4.38	4.46	0.06	0.014	0.99	4.43		
3) 2/3 × P _{max}	(kN)	7.82	7.20	7.81	7.61	0.29	0.038	0.98	7.47		
4) P ₁₂₀	(kN)	4.72	4.56	4.64	4.64	0.06	0.014	0.99	4.61		
P _{max} : 最大耐力	(kN)	11.7	10.8	11.7							
P _u : 終局耐力	(kN)	10.4	9.8	10.4							
K: 初期剛性	(kN/rad)	437	469	424							
μ: 塑性率		2.80	3.20	2.71							
1/√2 μ-1: 構造特性係数D _s		0.47	0.43	0.48							
δ _y : 降伏変形角	(× 10 ⁻³ rad)	13.9	11.9	13.6							
δ _v : モデル降伏点変形角	(× 10 ⁻³ rad)	23.8	20.9	24.6							
δ _u : 終局変形角	(× 10 ⁻³ rad)	66.7	66.7	66.7							

10

【0 0 5 9】

【表 2】

	(単位)	H-1	H-2	H-3	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	50%下限値 (kN)	短期基準せん断耐力 P_o (kN)	参考壁倍率
1) P_y	(kN)	6.25	6.37	6.02	6.21	0.14	0.023	0.99	6.15	4.56	1.16
2) $P_u \times (0.2/D_s)$	(kN)	4.80	4.58	4.49	4.62	0.13	0.029	0.99	4.56		
3) $2/3 \times P_{max}$	(kN)	8.42	8.55	8.25	8.40	0.12	0.015	0.99	8.34		
4) P_{120}	(kN)	4.95	4.79	4.59	4.78	0.15	0.031	0.99	4.71		
P_{max} : 最大耐力	(kN)	12.6	12.8	12.4							
P_u : 終局耐力	(kN)	11.0	11.1	11.0							
K: 初期剛性	(kN/rad)	477	437	426							
μ : 塑性率		2.91	2.61	2.59							
$1/\sqrt{2} \mu - 1$: 構造特性係数 D_s		0.46	0.49	0.49							
δ_y : 降伏変形角	($\times 10^{-3}$ rad)	13.1	14.6	14.1							
δ_v : モデル降伏点変形角	($\times 10^{-3}$ rad)	22.9	25.5	25.7							
δ_u : 終局変形角	($\times 10^{-3}$ rad)	66.7	66.7	66.7							

20

【0 0 6 0】

試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 における荷重と見かけのせん断変形角との関係をそれぞれ図 1 2 及び図 1 3 に示す。

【0 0 6 1】

短期許容せん断耐力を評価するために、次のように低減係数 α を定めた。まず屋根構面の用途に伴う影響を評価する係数 $\alpha 1$ を検討した。屋根構面の適用範囲によると、試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 を屋外側下地材として用いる場合は防水紙等の材料で被覆するため、面材 a 1 等が直接風雨に曝されることはないが長年の使用における面材 a 1 等の劣化が懸念される。構造用合板を用いた耐力壁の研究より、このような使用環境における実用的な $\alpha 1$ として 0 . 9 5 が提案されている。

30

【0 0 6 2】

次に、屋根構面の耐久性の影響を評価する係数 $\alpha 2$ を検討した。留付部材 1 6 として使用したタルキック I I は防錆、防食機能を有する表面処理が施されており、耐久性が高いと判断される。また、面材 a 1 等は、日本農林規格に規定される構造用合板で、屋外又は常時湿潤状態となる場所において使用することを目的とした接着の程度の要件を満たすため、耐久性が高い。以上より、 $\alpha 2$ を 1 . 0 とした。

【0 0 6 3】

続いて、屋根構面の施工性の影響を評価する係数 $\alpha 3$ を検討した。試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 は、面材 a 1 等が垂木 1 7 又は垂木 2 5 にあらかじめ固定されており、現場において横架材に留め付けられる。よって、施工のばらつきが懸念される、現場で面材 a 1 等を垂木 1 7 又は垂木 2 5 に固定する現場施工よりも、試験体 V - 1 ~ V - 3 及び試験体 H - 1 ~ H - 3 の製作精度は高いと判断される。よって、 $\alpha 3$ を 0 . 9 0 とした。

40

【0 0 6 4】

$\alpha 1 \sim \alpha 3$ 以外に、その他工学的判断を加える必要はないため、その他工学的判断により必要と定める係数 $\alpha 4$ を 1 . 0 とする。

【0 0 6 5】

以上により、次式から算出される α は、0 . 8 5 である。

50

$$\alpha = f(\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3, \alpha 4) = \min(\alpha 1, \alpha 2) \times \min(\alpha 3, \alpha 4)$$

【 0 0 6 6 】

以下の短期許容せん断耐力 P_a を求める式により、試験体 $V - 1 \sim V - 3$ の P_a は 3.76 kN 、試験体 $H - 1 \sim H - 3$ の幅の P_a は 3.87 kN であった。

$$P_a = P_o \times \alpha$$

【 0 0 6 7 】

試験体 $V - 1 \sim V - 3$ の幅（母屋 15 の長手方向の幅）が 1820 mm で、試験体 $H - 1 \sim H - 3$ の幅（垂木 25 の長手方向の幅）が 2000 mm である。単位長さあたりの短期許容せん断耐力は、 P_a を試験体 $V - 1 \sim V - 3$ 及び試験体 $H - 1 \sim H - 3$ の各幅で除することで求められる。その結果、試験体 $V - 1 \sim V - 3$ 及び試験体 $H - 1 \sim H - 3$ の単位長さあたりの短期許容せん断耐力は、それぞれ 2.0 kN/m 及び 1.9 kN/m であった。従来の屋根パネルの標準的な単位長さあたりの短期許容せん断耐力は、 $0.2 \sim 1.96 \text{ kN/m}$ であるため、試験体 $V - 1 \sim V - 3$ 及び試験体 $H - 1 \sim H - 3$ は、十分な単位長さあたりの短期許容せん断耐力を有することが示された。

10

【 0 0 6 8 】

よって、屋根パネル $P 1$ 、屋根パネル $P 3$ 及び屋根パネル $P 4$ は、垂木 17 又は垂木 25 の長手方向において 2000 mm の間隔で横架材（躯体）に留め付けても十分な強度が得られる。

【 0 0 6 9 】

本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施の形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施の形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。すなわち、本発明の範囲は、実施の形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。そして、特許請求の範囲内及びそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

20

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

1 垂木材

2、6、a 1、b 1、c 1、a 2、a 3、b 3、c 3、a 4、b 4、c 4 面材

3 固定具

4 躯体

30

5、16 留付部材

11、21 桁

12、22 土台

13、23 右柱

14、24 左柱

15、41 母屋

17、18、25 垂木

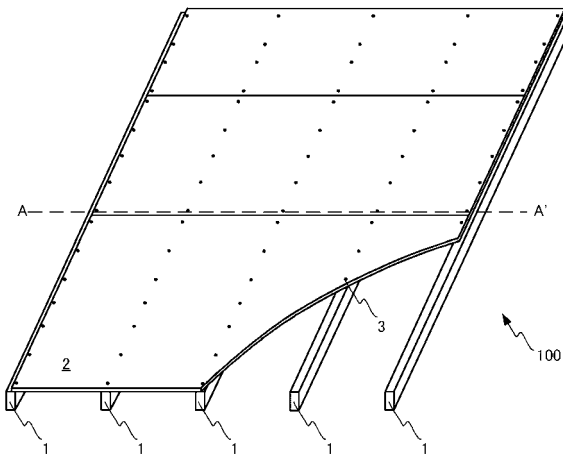
61、62 目印

100、100a、100b、200、P 1、P 2、P 3、P 4 屋根パネル

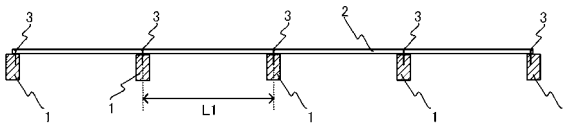
300、400 枠組み

40

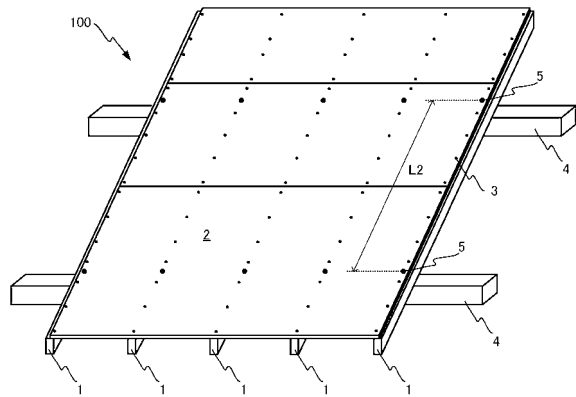
【図 1】



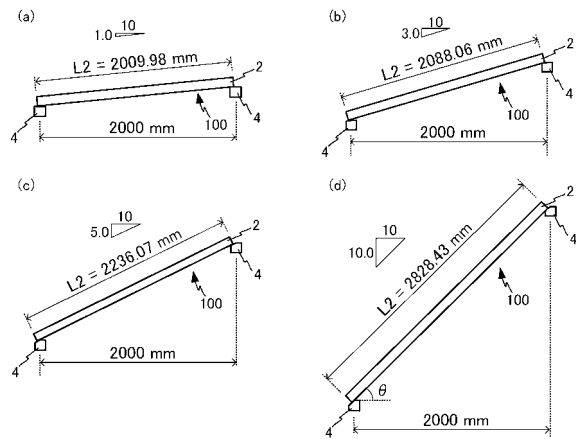
【図 2】



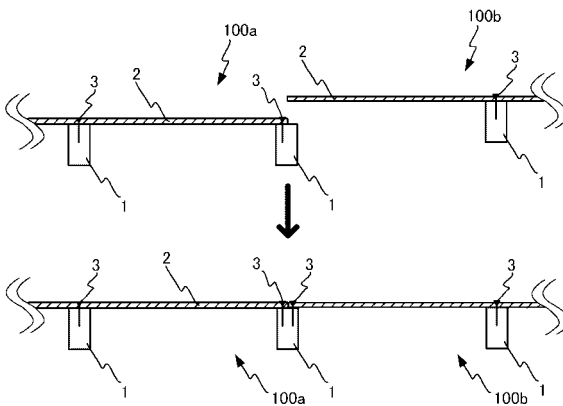
【図 3】



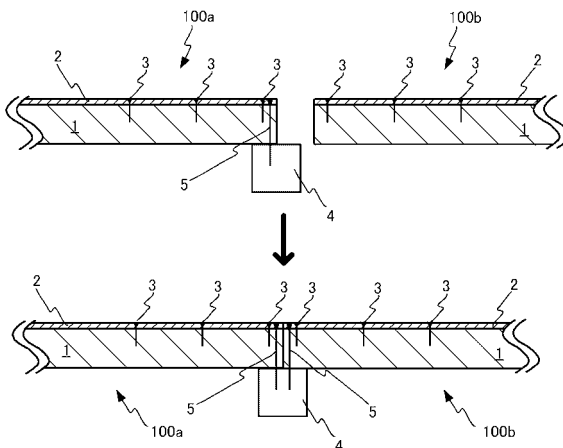
【図 4】



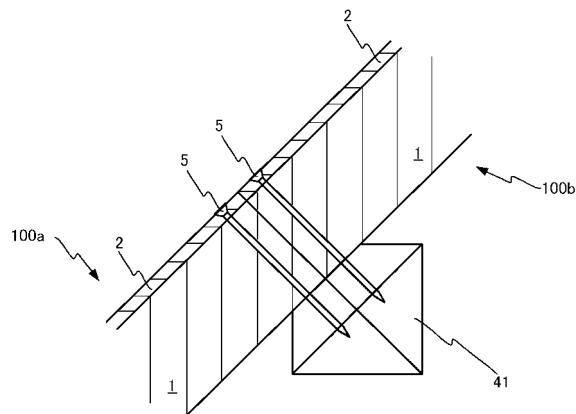
【図 5】



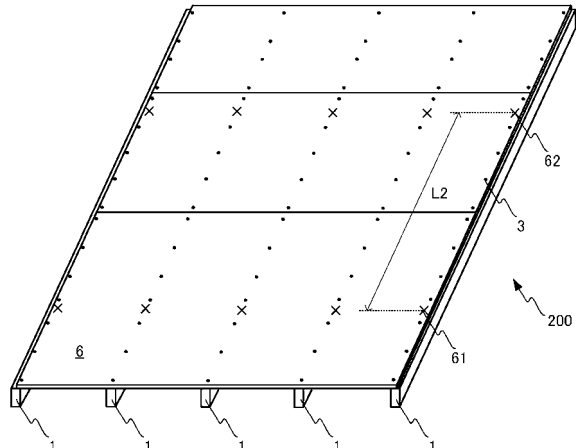
【図 6】



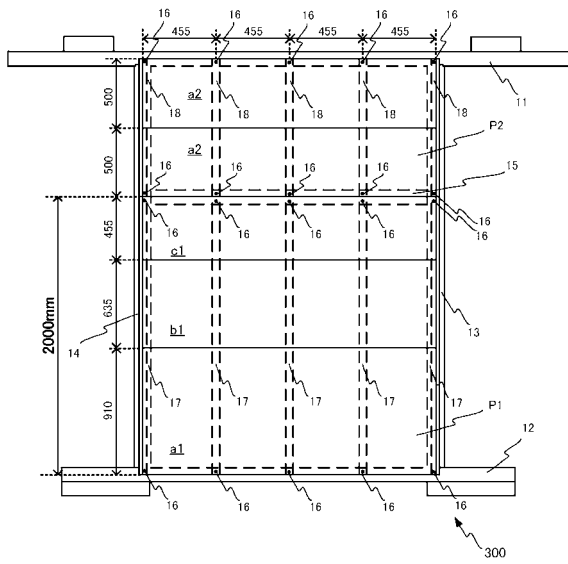
【図 7】



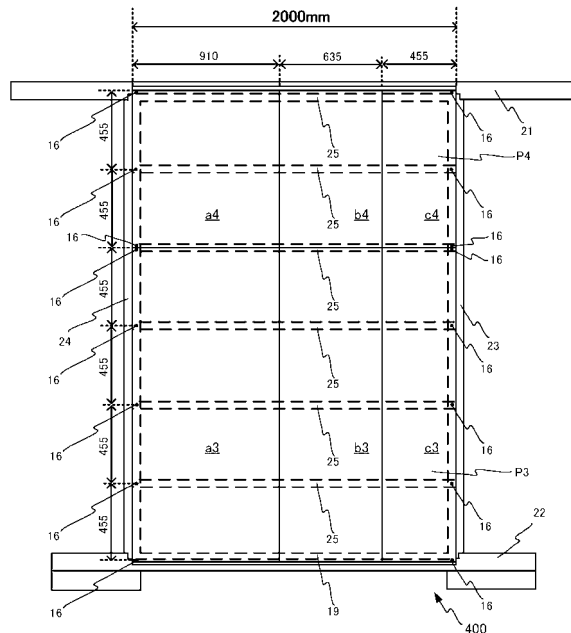
【図 8】



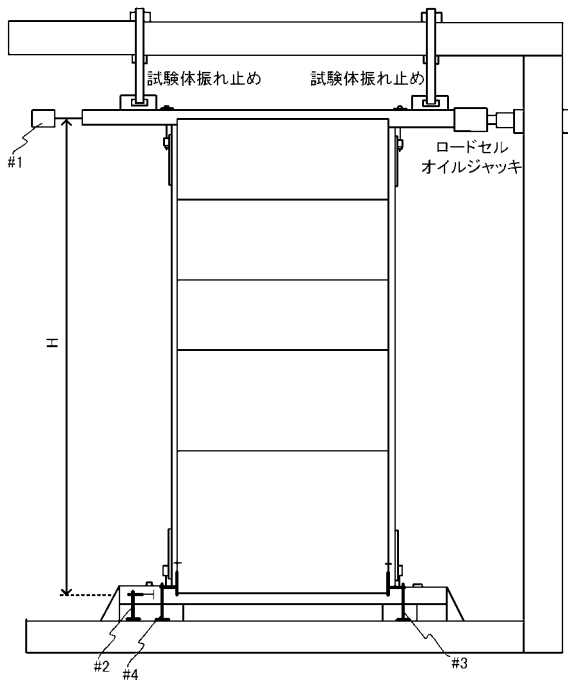
【図 9】



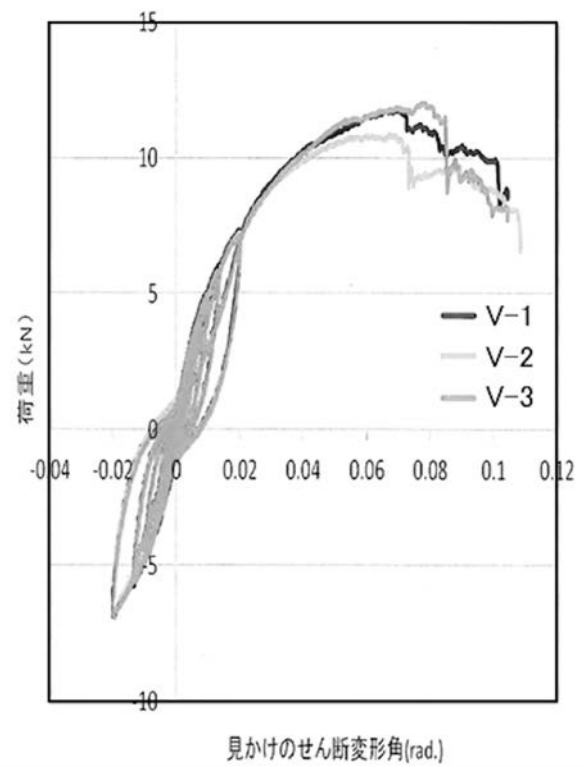
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

