

(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2010-70926

(P2010-70926A)

(43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.

E04D 12/00 (2006.01)

F1

E04D 12/00

F

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-237149 (P2008-237149)
 (22) 出願日 平成20年9月16日 (2008.9.16)

(71) 出願人 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (71) 出願人 000198787
 積水ハウス株式会社
 大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番88号
 (74) 代理人 100107250
 弁理士 林 信之
 (74) 代理人 100120868
 弁理士 安彦 元
 (72) 発明者 田中 浩史
 東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

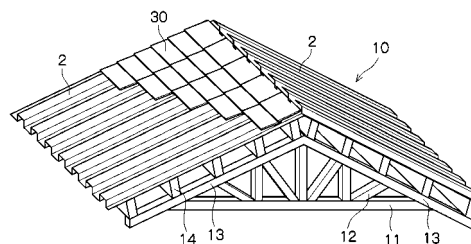
(54) 【発明の名称】 屋根構造

(57) 【要約】

【課題】家屋等の建造物の屋根の野地板の耐久性を向上させることができ、しかも作業者が乗っても変形しない、屋根構造用折板を提供する。

【解決手段】上端に上フランジ面21を形成させた山部22と、下端に下フランジ面24を形成させた谷部25とがウェブ26を介して交互に連続されてなり、上フランジ面21の幅並びに下フランジ面24の幅は、作業者の足先径である80mm未満であり、折板上フランジ面21の幅並びに折板下フランジ面24の幅は、板厚の740倍を折板を構成する材料の降伏点の二乗根で除した値の3倍以下である。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

上端に上フランジ面を形成させた山部と、下端に下フランジ面を形成させた谷部とがウェブを介して交互に連続されている折板が、稜線を母屋と直交するよう母屋に接合され、屋根仕上げ材を支える野地板として配設されていることを特徴とする屋根構造。

【請求項 2】

上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、作業者の足先径である 80 mm 未満であることを特徴とする請求項 1 記載の屋根構造。

10

【請求項 3】

上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、板厚の 740 倍を当該折板を構成する材料の降伏点の二乗根で除した値の 3 倍以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の屋根構造。

【請求項 4】

上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、作業者の足先径の 1/7 以上 1/3 未満であることを特徴とする請求項 1 から 3 のうち何れか 1 項に記載の屋根構造。

【請求項 5】

上記折板上フランジ面の長手方向に沿って凹状のリブが形成されてなり、
上記凹状のリブの深さは、板厚の 4 倍以上 12 倍以下であることを特徴とする請求項 1 から 4 のうち何れか 1 項に記載の屋根構造。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、屋根構造における野地板として用いる屋根構造用折板が配設される屋根構造に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

図 15 は、家屋等の構造物 101 の構成を妻側から見た図である。構造物 101 は、基礎工事を経て、基礎部分 102 に土台 103 が敷設される。構造物 101 は、土台 103 から上方に延長された柱 104 が立設され、胴差しが柱 104 の上端部に取り付けられ、梁 105 が柱 104 間に架設される。

30

【0003】

また構造物 101 は、小屋梁 105a が柱 104 の上端部間に略水平に架設され、当該小屋梁 105a には、屋根構造体 106 が多角的に形成される。屋根構造体 106 の上端には、傾斜梁 107 が傾斜状に配設され、さらにこの傾斜梁 107 上には母屋 108 が一定の間隔に亘って固定されている。また、母屋 108 の上端には、更に屋根下地材として野地板 109 が設けられ、野地板 109 により、瓦等を初めとした屋根仕上げ材が支持されることになる。

40

【0004】

このような家屋等の構造物 101 において、例えば厚み 12 ~ 18 mm 程度の合板等を野地板 109 として使用する場合が多かった。しかしながら、この野地板としての合板 109 は、長期的な視点からは必ずしも耐久性に優れているといえない場合もあった。

【0005】

一方、工場や倉庫等の屋根材としては金属製折板が頻繁に使用されている。折板は、上端に上フランジ面を形成させた山部と、下端に下フランジ面を形成させた谷部とが傾斜部を介して交互に連続させて構成された鋼板であるが、スパンを飛ばして支え材を省略すべく背を 50 mm 以上としているものが多く、板厚も 1.0 mm 以上のものが多い。

【0006】

50

実際に特許文献 1 には、屋根用の折板が開示されている。この特許文献 1 の開示技術では、一側縁部に雌型嵌合継ぎ手を有すると共に、他側縁部に雄型嵌合継ぎ手を有する継ぎ手付き折板において、隣り合う継ぎ手付き折板相互の継ぎ手を嵌合させた場合に、継ぎ手嵌合部における嵌合部長手方向のせん断方向へのズレ抵抗を高めるために、雌型嵌合継ぎ手および雄型嵌合継ぎ手の係合面を、粗面として構成し、或いは凹部あるいは凸部を設けている。

【 0 0 0 7 】

また、このような折板は、外壁仕上げ材としても従来から用いられている。この外壁用の折板は山部の山高は合板レベルのものもあるが、強度的には風に抵抗できる程度で十分で、リブも意匠性が重要視された形状とされている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 2 3 1 7 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

ところで、家屋等の建造物の屋根の野地板の耐久性を向上させるべく折板を使用する場合には、少なくとも作業者がこの野地板としての折板の上に直接乗って作業をする状況が考えられる。このため、野地板用の折板は、作業者が作業を行う上での安定性を確保するために、作業者が乗っても変形しないという要求性能を満たす必要があった。すなわち、野地板用の折板は屋根骨組への取付け時は作業者を支える作業板として、取付け後は屋根仕上げ材を保持する下地材として機能する必要があった。

【 0 0 0 9 】

一方で、他の部材との取り合いを考えると従来の野地板よりも高さを増やすことは難しく、また、重量の大幅な増加（設計荷重の増加）は避ける必要がある（厚み 1 2 m m の合板が約 6 . 6 k g / m ² ）。

【 0 0 1 0 】

そこで本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的とするところは、家屋等の建造物の屋根の野地板の耐久性を向上させることができ、しかも作業者が乗っても変形しない屋根構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

請求項 1 記載の屋根構造は、上端に上フランジ面を形成させた山部と、下端に下フランジ面を形成させた谷部とがウェブを介して交互に連続されている折板が、稜線を母屋と直交するよう母屋に接合され、屋根仕上げ材を支える野地板として配設されていることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 記載の屋根構造は、請求項 1 記載の発明において、上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、作業者の足先径である 8 0 m m 以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 3 記載の屋根構造は、請求項 1 又は 2 記載の発明において、上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、板厚の 7 4 0 倍を当該折板を構成する材料の降伏点の二乗根で除した値の 3 倍以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 記載の屋根構造は、請求項 1 から 3 のうち何れか 1 項記載の発明において、上記折板上フランジ面の幅並びに上記折板下フランジ面の幅は、作業者の足先径の 1 / 7 以上 1 / 3 未満であることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 5 記載の屋根構造は、請求項 1 から 4 のうち何れか 1 項記載の発明において、上記折板上フランジ面の長手方向に沿って凹状のリブが形成されてなり、上記凹状のリブの深さは、板厚の 4 倍以上 1 2 倍以下であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

上述した構成からなる本発明では、家屋等の構造物の屋根の野地板の耐久性を向上させることができ、しかも作業者が乗っても座屈しない折板を用いた屋根構造を構成することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態として、屋根構造における野地板として用いる屋根構造用折板について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0018】

図1は、本発明を適用した屋根構造用折板2が適用される家屋等の屋根構造10の構成を妻側から示している。屋根構造10は、土台から上方に延長されてきた柱の上端部間に架設されたトラス下弦材11と、トラス下弦材11の上部に形成されたトラス斜材12と、トラス斜材12の上端に傾斜状に配設されたトラス上弦材13と、このトラス上弦材13上に一定の間隔に亘って固定された母屋14と、母屋14の上端に設けられた野地板としての屋根構造用折板2とを備えている。

【0019】

屋根構造用折板2は、屋根下地材である野地板としての役割を担い、瓦等を初めとした屋根の仕上げ材30がその表面に設けられる。

【0020】

屋根構造用折板2は、図2に示す断面図に示すように、上端に上フランジ面21を形成させた山部22と、下端に下フランジ面24を形成させた谷部25とがウェブ26を介して交互に連続されてなる。

【0021】

即ち、屋根構造用折板2は、鋼製板体に折り曲げ加工が施されて、上フランジ面21と、これに接続するウェブ26と、前記ウェブ26の端部に接続するように下フランジ面24とが一体に波形に連続するように断面凹凸状に屈曲形成される。この屋根構造用折板2において、上フランジ面21とウェブ26間の屈曲により、また下フランジ面24とウェブ26間の屈曲により、稜線28、29が形成される。ちなみに、このウェブ26は鉛直に形成されていてもよいし、傾斜状に配設されていてもよい。

【0022】

図3は、この屋根構造用折板2の正面図である。稜線28に対して平行方向xとし、稜線28に対して直交方向yとする。上フランジ面21並びに下フランジ面24は、それぞれ長手方向がx方向になるように延長されており、この上フランジ面21を有する山部22と、下フランジ面24を有する谷部25は、y方向に向けてウェブ26を介して交互に連続することになる。

【0023】

ここで上フランジ面21の幅 W_u 並びに下フランジ面24の幅 W_l を、この図3に示すy方向における上フランジ面21、下フランジ面24の幅とする。このとき、本発明では、上フランジ面21の幅 W_u 並びに下フランジ面24の幅 W_l は、作業者の足先径を想定した80mm未満とする。

【0024】

図4(a)は、下フランジ面24の幅 W_l を作業者の足先径 L_c である80mm以上とした場合について示している。下フランジ面24に作業者の足先56が載ることにより下フランジ面24が撓むが、座屈することはない。但し、この形態では、作業者の足先56が山部22により躓いてしまう可能性が高くなるため、この下フランジ面24の幅 $W_l + 2 \times W_s$ を狭める必要がある。なお、ウェブ26の斜面幅 W_s を0としてもいいので、少なくとも下フランジ面24の幅 W_l を作業者の足先径 L_c である80mm未満とする必要がある。

【0025】

10

20

30

40

50

図4(b)は、下フランジ面24の幅 $W_1 + 2 \times W_s$ を作業者の足先径 L_c である80mm未満とした場合について示している。作業者の足先56は、互いに隣接する上フランジ面24を踏む場合がある。かかる場合に足先径 L_c をこの隣接する上フランジ面24の間に設定した場合に、かかる上フランジ面24は撓むものの座屈はしない。このことから、下フランジ面24の幅 W_1 は狭める必要がある。具体的には、少なくとも下フランジ面24の幅 W_1 を作業者の足先径 L_c である80mm未満とする必要がある。

【0026】

図4(c)は、上フランジ面21の幅 W_u を作業者の足先径 L_c である80mm以上とした場合について示している。上フランジ面21に作業者の足先56が載ることにより上フランジ面21の足先径周囲が陥没することになる。このため、上フランジ面24の幅 W_u を狭める必要がある。具体的には、上フランジ面21の幅 W_u を作業者の足先径 L_c である80mm未満とする必要がある。

10

【0027】

図4(d)は、上フランジ面21の幅 W_u を作業者の足先径 L_c である80mmより極端に小さくした場合について示している。上フランジ面21に作業者の足先56が載ることにより上フランジ面21は圧縮座屈する。このため、ある程度は上フランジの幅 W_u を向上させる必要がある。但し、図4(c)も考慮すると上フランジ面21の幅 W_u を作業者の足先径 L_c である80mm未満とする必要がある。

【0028】

以上の知見から、本発明では、上フランジ面21の幅 W_u 並びに下フランジ面24の幅 W_1 は、作業者の足先径である80mm未満としている。

20

【0029】

図5は、本発明を適用した屋根構造用折板2について、各フランジ面の長手方向に沿ってリブを形成させた例を示している。

【0030】

この図5(a)、(b)に示す例では、上端に上フランジ面21を形成させた山部22と、下端に下フランジ面24を形成させた谷部25とがウェブ26を介して交互に連続されてなる点は、上述した実施の形態と同一であるが、上フランジ面21の長手方向 y に沿って凹状のリブ41が、また下フランジ面24の長手方向 y に沿って凸状のリブ42が形成されている。このリブ41、42の形成位置は、上フランジ面21、下フランジ面24の x 方向に向けた略中心に形成されていることが望ましいがこれに限定されるものではない。

30

【0031】

ちなみに、このリブ41は、一の上フランジ面21に1列、一の下フランジ面24に1列設けられる場合に限定されるものではなく、一の上フランジ面21に2列、一の下フランジ面24に1列設けるようにしてもよい。図6は、上フランジ面21において、2列の凹状のリブ41を設けた例を示している。リブ41、42の列数を増加させることにより、リブ41、42の列数を1列で構成した場合と比較して、より耐力を増加させることが可能となる。その結果、図7の例と比較して、リブの幅や深さ(高さ)を低減させても、所期の耐力を得ることが可能となる。

40

【0032】

本発明においては、上フランジ幅 W_u は屋根構造用折板2を構成する材料の降伏点 σ_y の二乗根とに基づいて決定されていてもよい。

【0033】

以下、その理由について図7に示すモデルを用いて説明をする。

【0034】

この図7では、上端に上フランジ面21を形成させた山部22と、下端に下フランジ面24を形成させた谷部25とがウェブ26を介して交互に連続され、上フランジ面21に凹状のリブ41が、また下フランジ面24に凸状のリブ42が形成されている例を示している。上フランジ面21の幅を W_u 、下フランジ面24の幅を W_1 、ウェブ26の斜面幅

50

を W_s とする。この谷部 25、ウェブ 26、山部 22、ウェブ 26 を一周期の幅 W としたとき、当該幅 W は、 $W_u + W_l + 2 \times W_s$ で表される。ちなみに、この山部 22 の高さを H とし、リブ 41、42 の幅を W_r とし、リブ 41、42 の深さ（高さ）を H_r とする。また、この屋根構造用折板 2 を構成する鋼材の降伏点を σ_y とする。

【0035】

このとき、上フランジ面 21 の幅 W_u 並びに下フランジ面 24 の幅 W_l は、作業者の足先径としての載荷盤の幅 D 以下であるため、 D は、以下の (1) 式により表すことができる。ちなみに、この下フランジ面 24 の幅 W_l には、ウェブ 26 の斜面幅を W_s の分も考慮に入れている。

【0036】

$D > W_l + 2 \times W_s$ 、及び $D > W_u$ (1)

但し、上フランジには圧縮力が作用するため、幅 W_u 全てが耐力に寄与するのではなく、有効幅 W_e しか寄与しない。

【0037】

ここで有効幅 W_e は、以下の式 (2) で表すことができる。ちなみに、この有効幅 W_e は、文献 1（社団法人日本鉄鋼連盟著、「薄板軽量形鋼造建築物設計の手引き」、技報堂出版、2002 年 6 月発行）における表 3.3.1 に基づいたものである。この文献 1 の表 3.3.1 では、折り曲げ円弧部からどれくらいの幅が耐力に寄与するかについて記述している。

【0038】

$$W_e = 740 \times t / \sqrt{\sigma_y} \dots \dots \dots (2)$$

座屈補剛リブが設けられている場合もこれに準ずるものとして考えることができるが、本発明の屋根構造折板は荷重によりフランジとウェブの折り曲げ部が回転し、補剛リブの効果が薄れると考えられることから、リブを入れる数はせいぜい 2 つ、すなわち、

【0039】

$$W_u < 3 \times W_e \dots \dots \dots (3)$$

とすることが望ましい。

【0040】

例えば、市中で入手しやすい鋼材の降伏点 σ_y は $180 \sim 800 \text{ N/mm}^2$ であることから、 $\sigma_y = 800$ を (2) 式に代入すると、(3) 式は以下の通りとなる。

$$W_u < 78 \times t \dots \dots \dots (4)$$

【0041】

即ち、上フランジの幅は、板厚の 78 倍未満に設定すれば断面を有効に活用できるということが分かる。

【0042】

例えば折板の重量を合板同等とすべく板厚を 0.5 mm とすると、 W_u は 39 以下にすることが望ましく、 D を 80 mm とすると、 W_u はその $1/2$ 以下であることから、1 つの山で荷重を受けるよりは 2 つ以上の山で荷重を受けることが好ましい。

【0043】

そこで、図 8 に示すように、作業員の足先 56 を複数の山部 22 により担う場合について考えてみる。図 8 (a) は、山部 22 における上フランジ面 21 の幅 W_u を長くすることにより、少ない数の山部 22 で作業員の足先を担う場合を、また図 8 (b) は、山部 22 における上フランジ面 21 の幅 W_u を短くすることにより、多くの数の山部 22 で作業員の足先を担う場合を示している。ここで作業員の足先を載荷盤 31 に例えると、図 8 (a) に示すように、載荷盤 31 が 2 つの山部 22 に一部でも載る条件としては、 $D > W_u + 2 \times W_l + 4 \times W_s$ となるが、 W_u の上限としては、 W_s を 0 とし、 $W_u = W_l$ とした場合の、 $D/3 > W_u$ となる。ここで D は、載荷盤 31 の幅であり、足先径 L_c に相当する。このとき荷重を受けるフランジ面 21 の合計幅 $aW = 2 \times W_u < 0.66 D$ である。

【0044】

これに対して、図 8 (b) に示すように、載荷盤 31 が 3 つの山部 22 に一部でも載る

10

20

30

40

50

条件としては、 $D > 2 \times W_u + 3 \times W_l + 6 \times W_s$ となるが、略算では $D / 5 > W_u$ となる。このときフランジ面 2 1 の合計幅 $a W = 3 \times W_u < 0.6 D$ である。

【0045】

同様に、載荷盤 3 1 が 4 つの山部 2 2 に一部でも載る条件としては、 $D > 3 \times W_u + 4 \times W_l + 8 \times W_s$ となるが、略算では $D / 7 > W_u$ となり、このときフランジ面 2 1 の合計幅 $a W = 4 \times W_u < 0.57 D$ である。但し、載荷盤が 80 mm の場合は 11.4 mm となり、一般的な下地合板の厚み 12 mm を下回り重量の増加が懸念されるため、上フランジ面 2 1 の幅 W_u は折板の山高 H より大きくすることが望ましい。

【0046】

上フランジ面 2 1 の幅 W_u を短くすることにより山部 2 2 を細かく設定すると、その上に載る載荷盤 3 1 と接触する幅の合計幅が減ることになる。その結果、この上フランジ面 2 1 の載荷盤 3 1 に対する耐力の上限値が低下することになる。また、上フランジ面 2 1 の幅 W_u を短くすることにより山部 2 2 を細かく設定すると、単位幅あたりのウェブ 2 6 の数が増加する。その結果、この屋根構造用折板 2 における単位面積あたりの重量が増加し、可搬性に劣る結果にもなる。従って、単位重量あたりの耐力を向上させるためには、なるべく少ない数の山部 2 2 により載荷盤 3 1 を負担させ、上フランジ面 2 1 の合計幅を確保することが有効であると考えられる。

【0047】

このため、本発明では、4 つの山部 2 2 までには載荷盤を載せない条件としての、 $W_u > 1 / 7 D$ を下限として規定した。そして、載荷盤 3 1 が 2 つの山部 2 2 に一部でも載る条件としての、 $W_u < 1 / 3 D$ を上限として規定した。なお、下限については W_u が小さな値となるため、ウェブ斜面幅 W_s を考慮した $W_u + W_s > 1 / 7 D$ としてもよい。

【0048】

むろん、上記条件式は下記の (5) 式の条件付き略算式であることから、(5) 式を用いて算出してもよい。

【0049】

$3 \times (W_u + W_s) + 4 \times (W_l + W_s) > D - W_s > (W_u + W_s) + 2 \times (W_l + W_s) \dots \dots \dots (5)$

【0050】

座屈補剛に有効なリブの断面性能は二次モーメントにより定められており、リブ 4 1、4 2 に必要な断面二次モーメントの最小値 I_{min} は、下記の (6) 式により表される。ちなみに、(6) 式は、文献 2 (Wei-Wen Yu, "Cold-Formed Steel Design", P113, John Wiley & Sons, INC, 1991) の式 (3.93) に基づくものである。

【0051】

$I_{min} = 3.66 \times t^4 \times \sqrt{((W/t)^2 - 0.136 \times E / \sigma_y)} \dots \dots (6)$

【0052】

この式中の W は耐力に寄与する幅であるが、有効幅 W_e 以上となることはないので、安全側の検討として $W = W_e$ とする。なお、(6) 式中の E は鋼材のヤング係数でここでは 205000 N/mm^2 を代入する。

【0053】

$I_{min} = 3.66 \times t^4 \times \sqrt{(W_e/t)^2 - 27880 / \sigma_y)} \dots \dots (7)$

【0054】

また、(7) 式に (2) 式を代入することにより、下記の (8) 式に変形することができる。

【0055】

$I_{min} = 3.66 \times t^4 \times \sqrt{(740^2 / \sigma_y - 27880 / \sigma_y)}$
 $3.66 \times t^4 \times 721 / \sqrt{\sigma_y} \dots \dots \dots (8)$

【0056】

なお、リブの断面二次モーメント I_r は、安全側にしつつ、計算を簡略化するため、幅 $2t$ 、高さ H_r の矩形断面 (凹状リブの角度を 0 とした場合に相当) とすどると、下式と

10

20

30

40

50

なる。

【 0 0 5 7 】

$$I_r > 2 \times t \times H_r^3 / 12 > I_{min} = 3.66 \times t^4 \times 721 / \sqrt{\sigma_y}$$

$$H_r > t \times (6 \times 3.66 \times 721 / \sqrt{\sigma_y})^{1/3} = t \times (15833 / \sqrt{\sigma_y})^{1/3}$$

$$H_r > t \times 25 \times \sigma_y^{-1/6} \dots \dots \dots (9)$$

【 0 0 5 8 】

凹状のリブ 4 1 の深さ H_r 、並びに凸状のリブ 4 2 の高さ H_r は、板厚 t と、降伏点 σ_y の六分の一乗根とに基づいて決定されることが分かる。

【 0 0 5 9 】

この文献 2 の式 (3 . 9 3) が反映された (9) 式に基づいて H_r を決定することにより、フランジを屋根構造折板の耐力向上に寄与させることができる。

【 0 0 6 0 】

例えば、市中で入手しやすい鋼材の降伏点 σ_y は $180 \sim 800 \text{ N/mm}^2$ であることから、 $\sigma_y = 800 \text{ N/mm}^2$ を (9) 式に代入すると、下記 (1 0) 式となる。

$$H_r > 8.2 t \dots \dots \dots (10)$$

【 0 0 6 1 】

即ち、凹状のリブ 4 1 の深さ H_r 、並びに凸状のリブ 4 2 の高さ H_r は、板厚の 8 . 2 倍を超えるように設定すればよいことが分かる。

【 0 0 6 2 】

例えば t を 0 . 5 mm とした場合には、上記 (1 0) 式から、 H_r を 4 . 1 mm 以上とすることでフランジ断面を有効に活用することができる。

【 0 0 6 3 】

但し (1 0) 式で算定した高さより H_r が低くてもフランジの補剛効果はあり、またあまり高くしすぎると重量が増えるので、下限は (1 0) 式の $1/2$ 、上限は (1 0) 式の $3/2$ とする (1 1) 式で H_r を規定した。

【 0 0 6 4 】

$$4 t \leq H_r \leq 1.2 t \dots \dots \dots (11)$$

このように、本発明を適用した屋根構造用折板 2 では、下フランジ面 2 4 の幅 W_1 (或いはこれにウェブの傾斜幅 $W_s \times 2$ を足したもの) は、作業者の足幅計 $L_c (= D)$ よりも小さくしつつもできるだけ大きく設定することにより、作業者が躓いて怪我をするのを防止することが可能となる。

【 0 0 6 5 】

また、上フランジ面 2 1 の幅 W_u は、作業者の足先径 $L_c (= D)$ より小さく設定しつつもできるだけ大きくすることにより、上フランジ面 2 1 が局所的に凹むことを防止することができ、曲げに抵抗する上フランジ面 2 1 の断面積を確保することが可能となる。

【 0 0 6 6 】

また、リブ 4 1 により複数に分割された上フランジ面 2 1 に耐力が寄与するように、リブ 4 1 の形状 (高さ H_r) を決める。リブ 4 1 の形状の選定にあたっては、高さだけであれば、板厚 t と降伏点 σ_y から算定される式 (9) に従うことにより耐力を向上させることができる。

【 0 0 6 7 】

以上の検討は通常想定される荷重に対しての検討で、高い剛性を保ち (たわみを抑え)、残留変形を抑えるために折板を載荷盤と接触する範囲での曲げ材として扱ってきたが、想定外の荷重に対しては変形が残っても耐力だけは確保することで重量増加を抑えつつ、耐力の余力を確保することもできる。

【 0 0 6 8 】

水平に設置する部材の抵抗機構としては図 9 (a)、図 9 (b) に示す曲げ抵抗機構と図 9 (c)、図 9 (d) に示す引張抵抗機構がある。

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

それぞれの荷重 - 変形関係の特徴を図 10 (a) に示す。曲げ抵抗機構は変位が小さいときから荷重を負担する (初期剛性が高い) が、上面に圧縮力が作用するので、上面が座屈すると耐力を失う。一方、引張抵抗機構は変位が小さな時はあまり荷重を負担しない (剛性が低い) が、変位が進むにつれ、荷重を負担する。また、座屈しないので高い耐力が期待できる。

【 0 0 7 0 】

この 2 つの特性を組み合わせることで軽量化を実現する。すなわち、想定される荷重レベル (作業員 + α) には曲げで抵抗し、それ以上の余力については引張抵抗機構で確保する。

【 0 0 7 1 】

抵抗機構の移行時の荷重 - 変形関係における挙動の模式図を図 10 (b)、(c)、(d) に示す。

【 0 0 7 2 】

上フランジの幅が広く材料強度が低い場合は、まず曲げ抵抗機構が形成され、曲げ座屈して耐力が低下しながら変形が進み、ある変位に到達すると引張抵抗機構が形成され、再び荷重があがる (図 10 (b))。

【 0 0 7 3 】

材料強度を高めると座屈後の塑性化領域を抑えることができ、引張抵抗機構へ移行するまでの耐力低下を小さくすることができる (図 10 (c))。

【 0 0 7 4 】

また、フランジ幅を狭めることで小さな変位で引張抵抗機構に移行させることができるのでたわみを小さくすることができる (図 10 (d))。

【 0 0 7 5 】

このように、曲げ抵抗機構を期待するのであれば、荷重を受ける山の断面二次モーメントを増やすべく、上フランジの幅 (リブも入れた断面積) を拡大したりリブを入れたりすることが効果的で、引張抵抗機構を期待するのであれば、荷重を受ける山の断面積を増やすべく、荷重を受ける山の数を増やす (ウェブの数を増やす) 等が効果的である。

【 0 0 7 6 】

なお、引張抵抗機構を形成するには荷重を受ける山の両脇に反力を受ける部分 (山) が必要なため、作業員に対しては両端の山に載ることは避けるよう注意するか、折板同士の継目は山を重ねる等の対応が必要となる。

【 実施例 1 】

【 0 0 7 7 】

本発明を適用した屋根構造用折板 2 について上述した効果を確認するため有限要素法による数値解析を実施した。解析対象は図 11 に示すように、母屋 14 に相当する位置を支点として屋根構造折板 2 を架設させ、その中心において上部から $\phi 80$ の載荷盤 31 を載置する (重量は無視)。なお、折板に引張抵抗機構を形成させるため、折板は荷重を受ける山とその外側両脇に 1 山ずつを加えている。そして、この載荷盤 31 の上から荷重を負荷し、負荷荷重 P (kN) を計測するとともに、載荷盤の沈み込み量 δ (mm) を測定する。

【 0 0 7 8 】

なお、折板における引張抵抗機構とは、変位が進み、載荷盤直下部分が周囲を引きずり込むことで生じる引張力に対して両脇の山が圧縮力で抵抗する機構で、図 11 中の黒塗り矢印で応力の流れを示す。

【 0 0 7 9 】

解析したケースは図 12 に示す 3 ケースで、それぞれ CASE 1 (図 12 (a))、CASE 2 (図 12 (b))、CASE 3 (図 12 (c)) である。CASE 1 はリブ 41 の幅が 4.4 mm、深さ 2.9 mm であり、CASE 2 はリブ 41 の幅が 7.0 mm、深さ 3.5 mm であり、CASE 3 はリブ 41 の幅が 7.0 mm、深さ 3.5 mm である。なお、3 ケースとも板厚 t は 0.4 mm、材料の降伏点 (0.2 % オフセット耐力) は 7

10

20

30

40

50

50 N/mm²とした。

【0080】

解析より得られた荷重 - 変形特性を図13に示す。横軸は沈み込み量 δ (mm)であり、縦軸は、荷重 P (kN)を示している。図中細実線はCASE 1、太点線はCASE 2、太実線はCASE 3の解析結果である。

【0081】

3ケースを比較すると上に凸な荷重 - 変形関係を示すCASE 1が構造性能上優れているといえる。

【0082】

但し、CASE 3は想定される荷重1 kN程度(作業者の体重 + 屋根仕上げ材)を越える約1.3 kNまでは弾性挙動を示しており、1.4 kN程度で一旦変位が増大するが、その後はまた耐力上昇するため、想定荷重に対しての性能は確保しており、想定外の荷重に対しても安全性は確保しているといえる。しかも、重量を比較すると、CASE 3はCASE 1より15%程軽いから、コストの面では優れていると言える。

【0083】

図14には解析より得られた、変位20 mm時点での載荷点中央位置での折板の断面形状を示す。図14にはそれぞれCASE 1(図12(a))、CASE 2(図12(b))、CASE 3(図12(c))の結果を示す。変形が進むと載荷盤を支える上フランジの両端からその外側のウェブおよびその外側の下フランジ(図中点線で囲んだ部分)の断面変化が顕著になり、最も上フランジの幅が大きいCASE 3にいたっては上フランジの变形も見られる。

【0084】

これらの変形は何れも折板の断面二次モーメント減少させる変形であることから、最も端部の変形が顕著なCASE 3は10 mmを越える大変形時の剛性低下が顕著に現れる(図13)。したがって、曲げ抵抗機構から引張抵抗機構への移行をスムーズにする(急激な変形増加を抑制する)にはフランジ幅を狭め、荷重負担山を増やすことが効果的であるといえる。

【0085】

但しフランジ幅を狭めることは初期剛性を低下させることになり、荷重負担山を増やすことは重量が増えてコストアップになることから、条件によって最適形状は異なったものとなる。

【0086】

このように、屋根仕上げ材、あるいは作業者が乗った場合など、通常想定される荷重に対しては残留変形が生じることなく、高い剛性を確保するために(たわみを抑えるために)曲げ抵抗機構を利用し、作業者が想定以上の重い荷物を持って乗った場合、あるいは飛び乗った場合等、想定以上の荷重に対しては引張抵抗機構を利用する断面形状とすることで、作業者の安全性は確保しつつ、より経済性に優れた屋根構造用折板を提供することができ、産業の発展に寄与できると考えている。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明を適用した屋根構造用折板が適用される家屋等の屋根構造の構成を妻側から示した図である。

【図2】本発明を適用した屋根構造用折板の斜視図である。

【図3】本発明を適用した屋根構造用折板の平面図である。

【図4】上フランジ面の幅 W_u 並びに下フランジ面の幅 W_l を作業者の足先径である80 mm以下とした理由について説明するための図である。

【図5】本発明を適用した屋根構造用折板について、各フランジ面の長手方向に沿ってリブを形成させた例を示す図である。

【図6】上フランジ面において2列の凹状のリブを設けた例を示す図である。

【図7】各リブの上フランジ面並びに下フランジ面における列数を限定した理由について

10

20

30

40

50

説明するための図である。

【図 8】Wu、Wl の限定理由について説明するための図である。

【図 9】水平に設置する部材の抵抗機構を説明するために、(a)、(b)は、曲げ抵抗機構を、(c)、(d)は引張抵抗機構を示す図である。

【図 10】屋根構造用折板の挙動を説明するための模式図である。

【図 11】本発明を適用した屋根構造用折板について効果を推定するための有限要素解析した対象について説明するための図である。

【図 12】有限要素解析を実施した屋根構造折板の断面形状について説明するための図である。

【図 13】屋根構造用折板に対して載荷した場合における荷重 - 変形特性を示す図である 10

【図 14】屋根構造用折板に対して載荷した場合において変位が 20 mm に達した時点の載荷点中央位置での折板の断面変形状態を示した図である。

【図 15】家屋等の構造物の構成を妻側から見た図である。

【符号の説明】

【0088】

2 屋根構造用折板

10 屋根構造

11 トラス下弦材

12 トラス斜材

13 トラス上弦材

14 母屋

21 上フランジ面

22 山部

24 下フランジ面

25 谷部

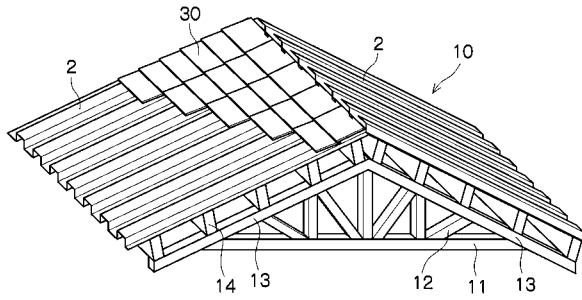
26 ウェブ

28、29 稜線

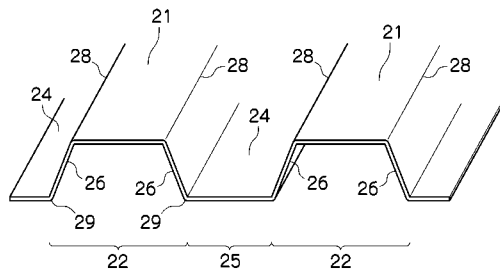
30 屋根仕上げ材

20

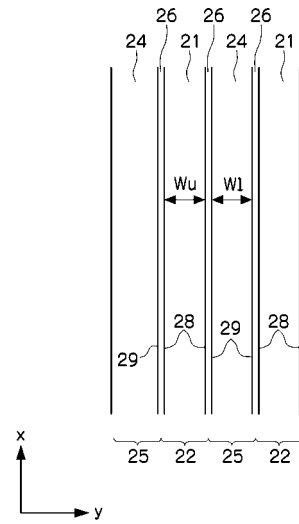
【図 1】



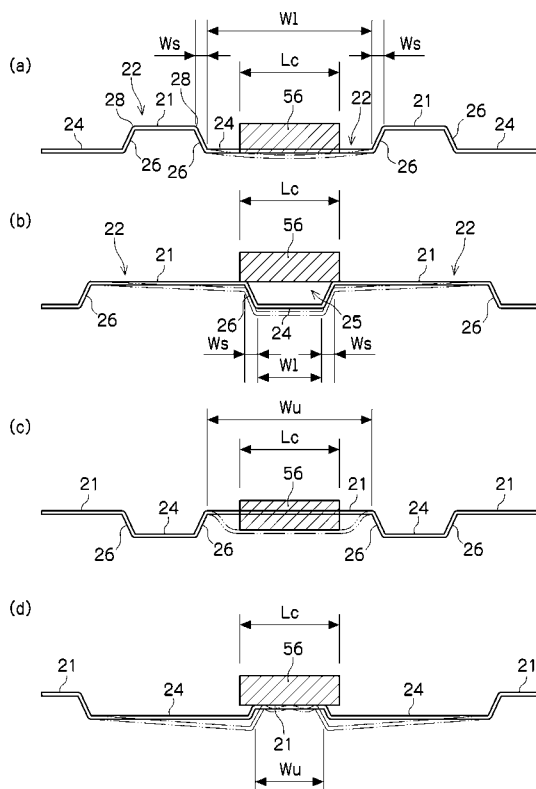
【図 2】



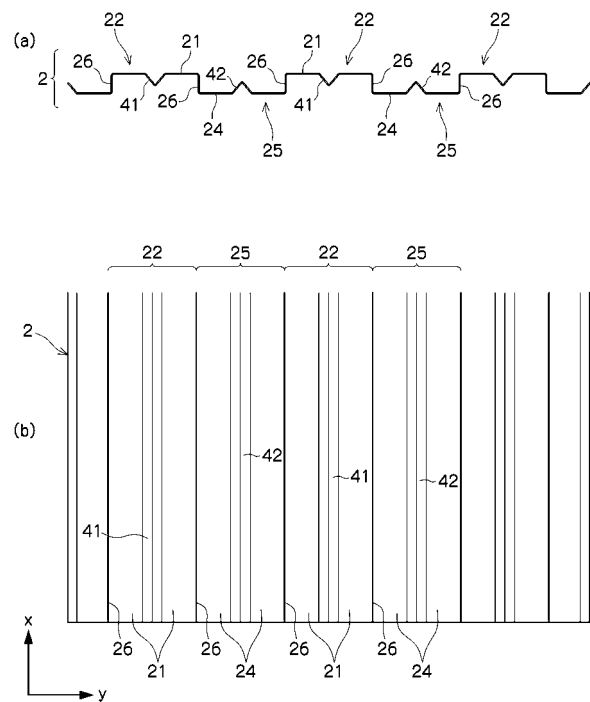
【図 3】



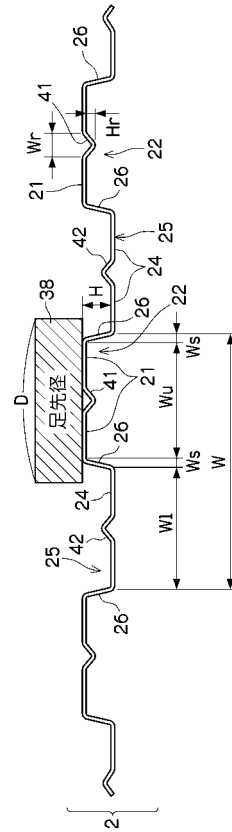
【図 4】



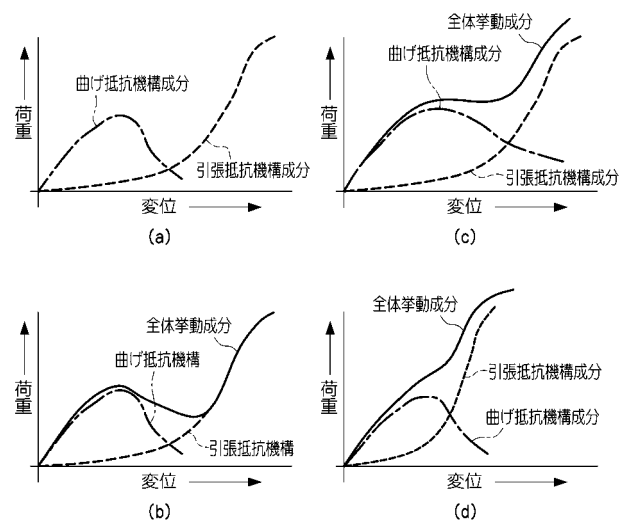
【図 5】



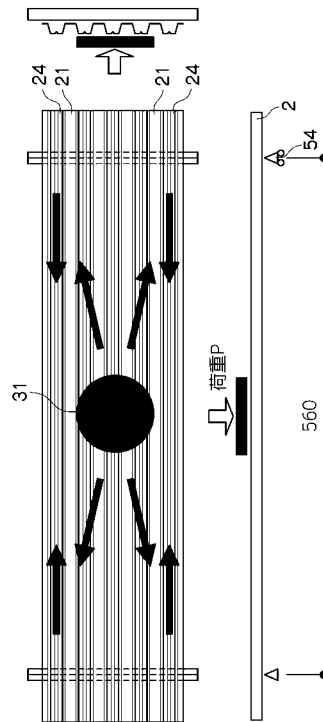
【 図 7 】



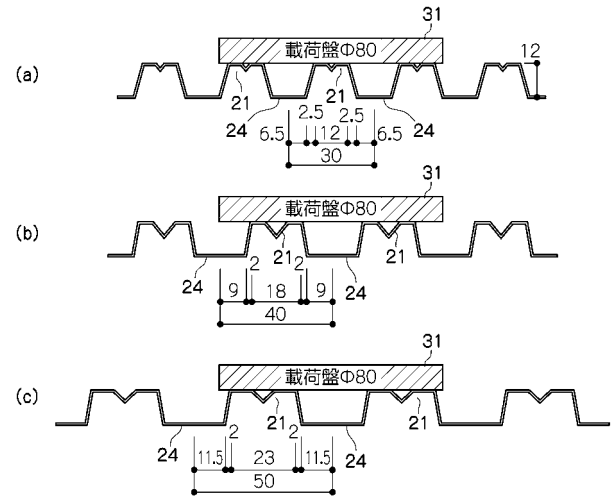
【 ㊦ 1 0 】



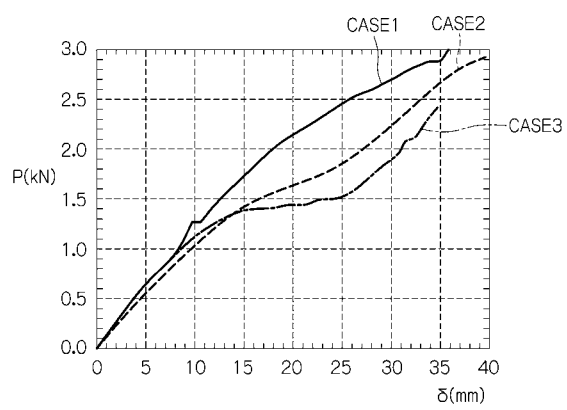
【図 1 1】



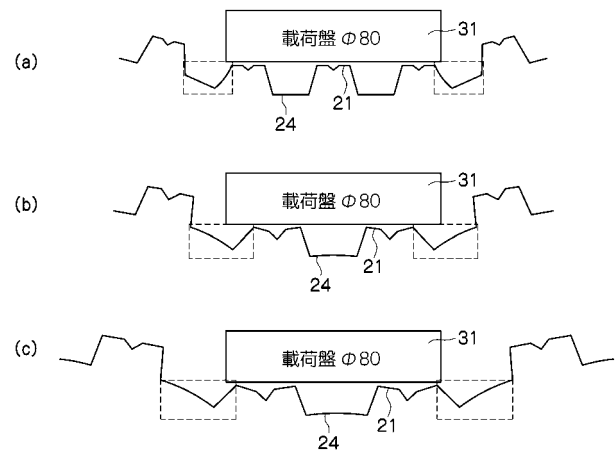
【図 1 2】



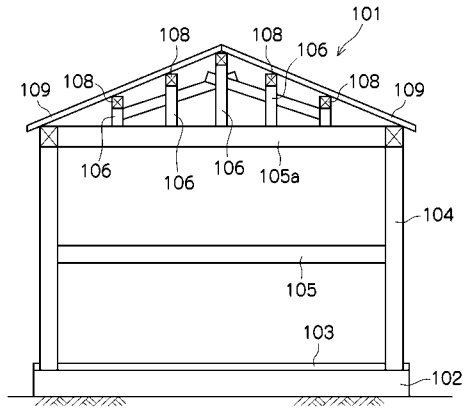
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

- (72)発明者 河合 良道
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 川上 寛明
東京都千代田区大手町二丁目 6 番 3 号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 小島 由紀夫
大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 8 号 積水ハウス株式会社内
- (72)発明者 杉原 正美
大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 8 号 積水ハウス株式会社内
- (72)発明者 野口 悟志
大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 8 号 積水ハウス株式会社内
- (72)発明者 藤家 充朗
大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 8 号 積水ハウス株式会社内