

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 10 月 6 日(06.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/121794 A1

- (51) 国際特許分類:
E04D 12/00 (2006.01) E04B 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056132
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 30 日(30.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日本製鐵株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中浩史 (TANAKA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 河合良道 (KAWAI, Yoshimichi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 川上寛明 (KAWAKAMI, Hiroaki) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目 6 番 1 号新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 杉原正美 (SUGIHARA, Masami) [JP/JP]; 〒5310076 大阪府大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 号積水ハウス株式会社内 Osaka (JP). 小島由紀夫 (KOJIMA, Yukio)

[JP/JP]; 〒5310076 大阪府大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 号積水ハウス株式会社内 Osaka (JP). 野口悟志 (NOGUCHI, Satoshi) [JP/JP]; 〒5310076 大阪府大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 号積水ハウス株式会社内 Osaka (JP). 藤家充朗 (FUJIE, Mitsuro) [JP/JP]; 〒5310076 大阪府大阪市北区大淀中 1 丁目 1 番 8 号積水ハウス株式会社内 Osaka (JP).

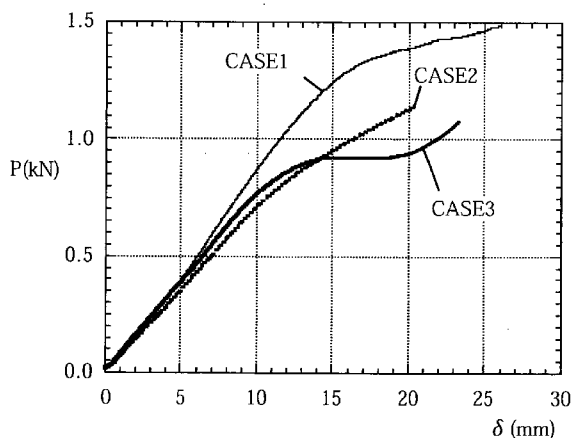
- (74) 代理人: 青木篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: FOLDED STEEL PLATE FOR CONSTRUCTION, AND BUILDING STRUCTURE USING FOLDED STEEL PLATE FOR CONSTRUCTION

(54) 発明の名称: 建築用鋼製折板および建築用鋼製折板を用いた建築構造

Fig.17



(57) Abstract: Disclosed is a folded steel plate such that crest sections consisting of upper flange surfaces at the upper end, and trough sections consisting of lower flange surfaces at the lower end, are alternately and continuously provided, with webs therebetween. Two long support members are installed in a direction perpendicularly intersecting the edge lines of the folded steel plate, thereby supporting the lower portion of the folded steel plate. A loading disk 80 mm in diameter is placed on the folded steel plate. Sinking amounts of the loading disk are measured while changing loads applied to the loading disk. The results are represented by a curve generated by plotting measured values on a graph where loads are taken on the vertical axis and sinking amounts of the loading disk are taken on the horizontal axis. In this respect, the folded steel plate is characterized in that the curve consists of positive slopes only or a mixture of positive slopes and zero-degree slopes, at all times until the maximum load is reached.

(57) 要約: 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かつ連続的に設けられた鋼製折板において、鋼製折板の稜線に対して直交する方向に 2 つの長尺の

支持部材を設置して前記鋼製折板の下方を支持し、鋼製折板の上に直径 80 mm の載荷盤を載せ、当該載荷盤に負荷する荷重を変化させながら載荷盤の沈み込み量を測定し、荷重を縦軸に、載荷盤の沈み込み量を横軸とするグラフに測定値をプロットした曲線で表したとき、最大荷重に達するまで曲線の傾きが常に正、または、正とゼロであることを特徴とする建築用鋼製折板である。



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 建築用鋼製折板および建築用鋼製折板を用いた建築構造

技術分野

0 0 0 1

本発明は、屋根の野地板や床下地として用いる建築用鋼製折板およびそれを用いた建築構造に関するものである。

背景技術

0 0 0 2

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102の上に土台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、梁105が柱104間に架設される。

0 0 0 3

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、束106が多角的に形成される。束106の上端には母屋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。

同様に、土台103や梁105の上に床の下地110が設けられ、床仕上げ材が支持されることになる。

0 0 0 4

このような家屋等の構造物101において、従来は、例えば厚み

12 ～ 18 mm 程度の木質合板等を野地板 109 あるいは床の下地 110 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 109 あるいは床の下地 110 としての木質合板は、長期的に耐久性を維持することが困難であった。

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、かつ、連続的に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高さを 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

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。

0007

また、このような折板は、外壁としても従来用いられている。この外壁用の折板において、山高さ（ウェブ高さ）が木質合板の厚さと同じ寸法のものもあるが、強度的には風に抵抗できる程度の山高さで十分である。リブの形状は、強度よりもむしろ意匠性が重要視されている。

特許文献 2 には、断面梯形状で左右に傾斜面を有する折り曲げられた波形の野地板が記載されている。この波形板は積雪地域での使

用を前提としており、野地板に暖気導入孔が設けられている。

0 0 0 8

また、特許文献 3 には、折板（デッキプレートとも呼称している）で、上フランジ面に折板の稜線方向に沿って凹状のリブが付けられたものが開示されている。

先行技術文献

特許文献

0 0 0 9

特許文献 1 特開 2 0 0 7 - 2 3 1 7 0 3 号公報

特許文献 2 特開平 1 0 - 5 4 1 1 6 号公報

特許文献 3 特開平 9 - 3 0 2 9 9 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

0 0 1 0

ところで、家屋等の屋根の野地板として折板を使用する場合には、作業者が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、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に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 1 1

また、従来の木質合板製の野地板は、風雪や雨水また地面からの湿気等に曝され、腐食や劣化がおき易く、その耐久性に問題があった。

特に、昨今の家屋建築に要求される、いわゆる「百年住宅」のコンセプトに求められている長期間耐久性には、木質合板製野地板では応えることはできない。そのため野地板として、鋼製折板が提案されている（例えば、特許文献 1、2）。

0 0 1 2

一方で、他の部材との寸法関係を考えると従来の野地板よりも高さを増やすことは設計上難しく、また、重量の大幅な増加（設計荷重の増加）は、家屋の構造そのものを変えることになり避ける必要がある。従来の木質合板製野地板は、山高さ 12 mm～18 mm で、その重量が約 7 kg/m² であるのが一般的であった。

0 0 1 3

しかし、上記鋼製折板を用いた野地板は、作業時の安全・安定性を満足するため、剛性を高める必要がある。山高さおよび板厚の大きい鋼製折板は、剛性に優れているものの、木質合板製野地板よりも数十倍重くなり、現在の木造建築での設計変更を余儀なくされ実用的ではなかった。

0 0 1 4

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、現在の木造建築設計へ適用することができ、家屋等の構造物の屋根の野地板あるいは床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が少ない鋼製折板とそれを用いた建築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 5

本発明者らは、上記課題解決のために鋭意検討した結果、鋼製折板に人間等の重量がかかったときに、曲げ抵抗機構モードのたわみ

と引張抵抗機構モードのたわみが生じ、その合成した反発力にて荷重を支えることができることを見出し、本発明に至った。本発明の要旨とするところは以下の通りである。

0 0 1 6

(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かつ連続的に設けられた鋼製折板において、鋼製折板の稜線に対して直交する方向に2つの長尺の支持部材を設置して前記鋼製折板の下方を支持し、鋼製折板の上に直径80mmの载荷盤を載せ、当該载荷盤に負荷する荷重を変化させながら载荷盤の沈み込み量を測定し、荷重をY軸に、载荷盤の沈み込み量をX軸とするグラフに測定値をプロットした曲線で表したとき、最大荷重に達するまで曲線の傾きが常に正、または、正とゼロであることを特徴とする建築用鋼製折板。

ここで、最大荷重とは、鋼製折板が破断または著しく変形するまでに耐えることができた最大の荷重を指す。

0 0 1 7

(2) 前記鋼製折板が以下の式(A)を満足することを特徴とする(1)に記載の建築用鋼製折板。

$$H \times (t / W)^3 > 6.1 \times 10^{-6} \dots (A)$$

ここで、W：鋼製折板の上フランジ面の繰り返しピッチ(mm)

t：鋼製折板の板厚(mm)

H：鋼製折板の山(ウェブ)高さ(mm)

0 0 1 8

(3) 前記鋼製折板において、前記上フランジ面と前記ウェブのなす角、および前記下フランジ面と前記ウェブのなす角が、90度

以下であることを特徴とする（１）または（２）に記載の建築用鋼製折板。

００１９

（４）前記鋼製折板の板厚が２．３ｍｍ以下であることを特徴とする（１）～（３）記載のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板。

００２０

（５）前記鋼製折板の上フランジ面の幅および前記鋼製折板の下フランジ面の幅が８０ｍｍ未満であることを特徴とする（１）～（４）記載のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板。

００２１

（６）前記鋼製折板の上フランジ面の幅および前記鋼製折板の下フランジ面の幅が１１ｍｍ以上２７ｍｍ未満であることを特徴とする（１）～（５）記載のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板。

００２２

（７）前記鋼製折板の上フランジ面に、その稜線方向に沿って凹状のリブが形成され、当該凹状のリブの深さが、板厚の４倍以上１２倍以下であることを特徴とする（１）～（６）記載のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板。

００２３

（８）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板が、その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鋼製折板を用いた建築構造。

００２４

（９）前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の建築用鋼製折板が、床仕上げ材を支える下地として配設されていることを特徴とする建築用鋼製折板を用いた建築構造。

0 0 2 5

(10) (8) または (9) 記載の建築構造は、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。

0 0 2 6

(11) (8) または (9) 記載の建築構造は、請求項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。

発明の効果

0 0 2 7

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あるいは床仕上げ材の下地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難い折板を用いた建築構造を構成することが可能となる。

図面の簡単な説明

0 0 2 8

図 1 本発明を適用した鋼製折板が適用される家屋等の屋根構造を妻側から示した図である。

図 2 本発明を適用した鋼製折板の斜視図である。

図 3 本発明を適用した鋼製折板の平面図である。

図 4 上フランジ面の幅 W_u または下フランジ面の幅 W_l と作業者の足先径 L_c の関係について説明するための図である。

図 5 本発明を適用した鋼製折板について、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を説明するための図である。

図 8 W_u 、 W_l 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 鋼製折板の挙動を説明するための模式図である。

図 11 本発明を適用した鋼製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を説明するための図である。

図 12 有限要素解析を実施した鋼製折板の断面形状を説明するための図である。

図 13 鋼製折板の上に載荷盤を載せた場合における荷重－沈み込み量の特性を示す図である。

図 14 鋼製折板の上に載荷盤を載せた場合において形状が異なる鋼製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。

図 16 本発明の実施例において、2 本の支持材で支持された鋼製折板に載荷盤を載せた状態を示した概念図である。

図 17 本発明の実施例において、鋼製折板の上に載荷盤を載せて荷重を変化させたときの荷重と載荷盤の沈み込み量との関係を示した図である。

発明を実施するための形態

0029

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鋼製折板を例として、図面を参照しながら詳細に説明する。

0 0 3 0

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 1 0 の構成を妻側から示している。屋根構造 1 0 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 1 1 と、トラス下弦材 1 1 の上部に形成されたトラス斜材 1 2 と、トラス斜材 1 2 の上端に傾斜状に配設されたトラス上弦材 1 3 と、このトラス上弦材 1 3 上に一定の間隔に亘って固定された母屋 1 4 と、母屋 1 4 の上端に設けられた野地板としての鋼製折板 2 とを備えている。

0 0 3 1

鋼製折板 2 は、屋根下地材である野地板としての役割を担い、瓦等に代表される屋根の仕上げ材 3 0 がその表面に設けられる。

0 0 3 2

鋼製折板 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 2 1 を形成させた山部 2 2 と、下端に下フランジ面 2 4 を形成させた谷部 2 5 とがウェブ 2 6 を介して交互に連続されてなる。

0 0 3 3

即ち、鋼製折板 2 は、鋼製板体に折り曲げ加工が施されて、上フランジ面 2 1 と、これに接続するウェブ 2 6 と、前記ウェブ 2 6 の端部に接続するように下フランジ面 2 4 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。この鋼製折板 2 において、上フランジ面 2 1 とウェブ 2 6 間の屈曲により、また下フランジ面 2 4 とウェブ 2 6 間の屈曲により、稜線 2 8、2 9 が形成される。ちなみに、このウェブ 2 6 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。

0 0 3 4

図 3 は、この鋼製折板 2 の正面図である。稜線 2 8 に対して平行方向 x とし、稜線 2 8 に対して直交方向 y とする。上フランジ面 2 1 並びに下フランジ面 2 4 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 2 1 を有する山部 2 2 と、下フランジ面 2 4 を有する谷部 2 5 は、 y 方向に向けてウェブ 2 6 を介して交互に連続することになる。

0 0 3 5

ここで上フランジ面 2 1 の幅 W_u 並びに下フランジ面 2 4 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 2 1、下フランジ面 2 4 の幅とする。このとき、本発明では、上フランジ面 2 1 の幅 W_u 並びに下フランジ面 2 4 の幅 W_l は、作業者の足先径を想定した 80 mm 未満であることが望ましい。

0 0 3 6

図 4 (a) は、下フランジ面 2 4 の幅 W_l を作業者の足先径 L_c である 80 mm 以上とした場合について示している。下フランジ面 2 4 に作業者の足先 5 6 が載ることにより下フランジ面 2 4 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 5 6 が山部 2 2 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 2 4 の幅 $W_l + 2 \times W_s$ を狭める必要がある。なお、ウェブ 2 6 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 2 4 の幅 W_l を作業者の足先径 L_c である 80 mm 未満とする必要がある。

0 0 3 7

図 4 (b) は、下フランジ面 2 4 の幅 $W_l + 2 \times W_s$ を作業者の足先径 L_c である 80 mm 未満とした場合について示している。作業者の足先 5 6 は、互いに隣接する上フランジ面 2 4 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 80 mm 未満とする必要がある。

0038

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 80 mm 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 80 mm 未満とする必要がある。

0039

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 80 mm 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 80 mm 未満とする必要がある。

0040

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 80 mm 未満であることが望ましい。

0041

図5は、本発明を適用した鋼製折板 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。

この図 5 (a)、(b) に示す例では、上端に上フランジ面 2 1 を形成させた山部 2 2 と、下端に下フランジ面 2 4 を形成させた谷部 2 5 とがウェブ 2 6 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 2 1 の長手方向 y に沿って凹状のリブ 4 1 が、また下フランジ面 2 4 の長手方向 y に沿って凸状のリブ 4 2 が形成されている。このリブ 4 1、4 2 の形成位置は、上フランジ面 2 1、下フランジ面 2 4 の y 方向の略中央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。

0 0 4 2

ちなみに、このリブ 4 1 は、一の上フランジ面 2 1 に 1 列、一の下フランジ面 2 4 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 2 1 に 2 列、一の下フランジ面 2 4 に 1 列設けるようにしてもよい。図 6 は、上フランジ面 2 1 において、2 列の凹状のリブ 4 1 を設けた例を示している。リブ 4 1、4 2 の列数を増加させることにより、リブ 4 1、4 2 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。

0 0 4 3

本発明においては、上フランジ幅 W_u は鋼製折板 2 を構成する材料の降伏点 σ_y の二乗根に基づいて決定することが好ましい。

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。

0 0 4 4

図 7 では、上端に上フランジ面 2 1 を形成させた山部 2 2 と、下端に下フランジ面 2 4 を形成させた谷部 2 5 とがウェブ 2 6 を介して交互にかつ連続的に構成され、上フランジ面 2 1 に凹状のリブ 4 1 が、また下フランジ面 2 4 に凸状のリブ 4 2 が形成されている例

を示している。上フランジ面 2 1 の幅を W_u 、下フランジ面 2 4 の幅を W_l 、ウェブ 2 6 の斜面幅を W_s とする。この谷部 2 5、ウェブ 2 6、山部 2 2、ウェブ 2 6 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 2 2 の高さを H とし、リブ 4 1、4 2 の幅を W_r とし、リブ 4 1、4 2 の深さ（高さ）を H_r とする。また、この鋼製折板 2 を構成する鋼材の降伏点を σ_y とする。 σ_y は、日本工業規格 J I S Z 2241「金属材料の引張試験方法」に準じて測定され求められる。引張試験片は鋼製折板から切り出して J I S Z 2201「金属材料引張試験片」に準じて作成され試験測定に供される。

0 0 4 5

このとき、上フランジ面 2 1 の幅 W_u 並びに下フランジ面 2 4 の幅 W_l は、作業者の足先径をシミュレートした載荷盤 3 1 の直径 D 以下である。 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 2 4 の幅 W_l には、ウェブ 2 6 の斜面幅 W_s の分も考慮に入れている。

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

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。

0 0 4 6

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について記述している。

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

0 0 4 7

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、本発明の鋼製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、

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

とすることが望ましい。

0 0 4 8

例えば、市中で入手しやすい鋼材の降伏点 σ_y は180～800 N/mm²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。

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

0 0 4 9

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。

0 0 5 0

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

0 0 5 1

そこで、図8に示すように、作業員の足先に相当する載荷盤31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 3 1 に例えると、図 8 (a) に示すように、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 3 1 の直径であり、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 2 1 の合計幅 $a W = 2 \times W_u < 0.66 D$ である。

0 0 5 2

これに対して、図 8 (b) に示すように、載荷盤 3 1 が 3 つの山部 2 2 に一部でも載る条件としては、 $D > 2 \times W_u + 3 \times W_l + 6 \times W_s$ 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。

0 0 5 3

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、載荷盤の直径が 80 mm の場合は $W_u = 11.4 \text{ mm}$ となり、一般的な木質合板の厚み（山高さ）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 は折板の山高さ H より大きくすることが望ましい。

0 0 5 4

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、この鋼製折板 2

における単位面積当たりの重量が増加し、可搬性に劣る結果にもなる。従って、単位重量当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 22 により載荷盤 31 を負担させ、上フランジ面 21 の合計幅を確保することが有効であると考えられる。

0055

このため、本発明では、4つの山部 22 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 31 が2つの山部 22 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。

0056

むしろ、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。

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

0057

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 41、42 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。

0 0 5 8

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

0 0 5 9

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205000N/mm²を代入する。

0 0 6 0

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

0 0 6 1

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。

0 0 6 2

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

0 0 6 3

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）とすると、下式となる。

0 0 6 4

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

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

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

0 0 6 5

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 6 6

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、フランジを鋼製折板の耐力向上に寄与させることができる。

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 (10) 式となる。

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

0 0 6 7

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。当然ながら、 $\sigma_y < 800 \text{ N/mm}^2$ の場合も、(10) 式を満足するように設定すれば、耐力向上に寄与させることができる。

例えば t を 0.5 mm とした場合には、上記 (10) 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。

0068

但し (10) 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 (10) 式の $1/2$ 、上限は (10) 式の $3/2$ とする (11) 式で H_r を規定した。

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

0069

このように、本発明を適用した鋼製折板 2 では、下フランジ面 24 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、作業者の足先径 $L_c (=D)$ 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。

0070

また、上フランジ面 21 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 21 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 21 の断面積を確保することが可能となる。

0071

また、リブ 41 により複数に分割された上フランジ面 21 に耐力が寄与するように、リブ 41 の形状 (高さ H_r) を決める。リブ 41 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 7 2

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 7 3

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 7 4

荷重と載荷盤の沈み込み量の関係を図 10 に示す。図 10 の各図は、鋼製折板の上に直径 80 mm の載荷盤を載せ、当該載荷盤に負荷する荷重を変化させながら載荷盤の沈み込み量を測定し、荷重を Y 軸に、載荷盤の沈み込み量を X 軸とするグラフに測定値をプロットした曲線で表したものである。図 10（a）に示すように、曲げ抵抗機構は沈み込み量が小さな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、引張抵抗機構は沈み込み量が小さな時はあまり荷重を負担しない（剛性が低い）が、沈み込み量が大きくなるにつれ、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 5

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（作業者の体重＋作業者が持ち運ぶ荷物＋屋根仕上げ材＋ 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 6

抵抗機構の移行時の荷重-沈み込み量の関係における挙動の模式図を図 1 0 (b)、(c)、(d) に示す。

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 1 0 (b))。この場合、全体挙動を表す曲線の傾きは、正、ゼロおよび負から構成されている。

0 0 7 7

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 1 0 (c))。この場合、全体挙動を表す曲線の傾きは、正およびゼロから構成されている。

0 0 7 8

また、フランジ幅を狭めることで小さな沈み込み量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 1 0 (d))。この場合、全体挙動を表す曲線の傾きは、常に正である。

0 0 7 9

従って、図 1 0 (c)、図 1 0 (d) に示すように、鋼製折板が、最大荷重に達するまで耐力(荷重)が減少することのない特性を有していれば、塑性化領域を抑えることができ、荷重を鋼製折板全体で支えることができる。この特性があれば、例えば野地板として使用した場合、作業の安全性を確保しながら、軽量化を実現することができる。なお、これらの図において、最大荷重はグラフの範囲を超えているため、図示していない。

0 0 8 0

このように、曲げ抵抗機構を期待するのであれば、荷重を受ける上フランジ面の断面二次モーメントを増やすべく、上フランジの幅を広げるか、あるいは、リブを設けることが効果的である。引張抵抗機構を期待するのであれば、荷重を受ける上フランジ面の断面積を増やすべく、荷重を受ける山部の数を増やす（ウェブの数を増やす）こと等が効果的である。

0081

なお、引張抵抗機構を形成するには荷重を受ける山部の両脇に反力を受ける部分（山部）が必要なため、作業者に対しては両端の上フランジ面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部を重ねる等の対応が必要となる。

0082

また、図2に示す上フランジ面とウェブのなす角（ $\theta 1$ ）および下フランジ面とウェブのなす角（ $\theta 2$ ）については、90度以下であればよい。90度を超えると、複数の鋼製折板を積み上げて運搬する際に、かさばって不便であるからである。また、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が小さいとウェブ剛性が小さくなるため、60度以上とすることが望ましい。 $\theta 1$ と $\theta 2$ を異なる角度であってもよいが、製造上の理由、運搬・保管上の理由から $\theta 1$ と $\theta 2$ を同じ角度にすることが望ましい。

0083

次に、上記特性を有するための鋼製折板の形状について説明する。

載荷盤が載荷されている山部と載荷されていない山部との間にある谷部の両縁の相対変位を δr とする。鋼製折板が、引張抵抗機構モードになるまで曲げ抵抗機構モードで耐えうるには、目安として、山の高さ（ウェブ高さ） H の β 倍（ $\beta \leq 1.0$ ）を越えるまで、

載荷されている山の両隣の載荷されていない山部へ応力を伝達できればよい。そのとき、以下の条件式が導き出される。

0 0 8 4

$$H > \beta * \delta r$$

δr は更に下式で表される。

0 0 8 5

$$\delta r = \frac{P \times L^3}{3 \times E \times I} = \frac{P \times L^3}{3 \times E \times \left(\frac{1}{12} \times B \times t^3\right)} = \frac{4P}{E \times B} \times \left(\frac{L}{t}\right)^3$$

P : 鋼製折板に載荷される荷重

L : 鋼製折板のスパン (支持間隔)

E : 鋼製折板の縦弾性係数 (ヤング率)

I : 鋼製折板の断面二次モーメント

B : 載荷盤の荷重を隣の山に伝達する際に考慮する折板フランジ
長手方向の有効幅

t : 鋼製折板の上フランジ部板厚

0 0 8 6

また、スパン L は、山のピッチ W の数倍とし、定数項をまとめると、下式のように δr は $(W / t)^3$ に比例する。

0 0 8 7

$$\delta r = \frac{4P}{E \times B} \times \left(\frac{L}{t}\right)^3 = \gamma \times \left(\frac{W}{t}\right)^3$$

0 0 8 8

以上まとめると、曲げ抵抗機構から引張抵抗機構にスムーズに移

行できる折板は以下の式を満たす必要がある。

0 0 8 9

$$H > \beta \times \delta_r = \alpha \times \left(\frac{W}{t}\right)^3$$

$$\therefore \alpha < H \times \left(\frac{t}{W}\right)^3$$

0 0 9 0

ここで、実験および有限要素法での解析により、図 1 2 で示す C A S E ごとに α を求めた。

C A S E 1 (図 1 2 (a) に相当) : $\alpha = 2.8 \times 10^{-5}$

C A S E 2 (図 1 2 (b) に相当) : $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$

C A S E 3 (図 1 2 (c) に相当) : $\alpha = 6.1 \times 10^{-6}$

0 0 9 1

本来、 α は鋼製折板の変形特性、幾何学的形状等に依存する変数であり、定数ではない。しかし、本発明における変形特性および幾何学的形状は、特定の範囲に限定されるため、 α の値もこれに対応して特定の範囲内となる。

0 0 9 2

本発明が前提とする変形特性、幾何学的形状は以下のとおりである。

まず、変形特性は C A S E 1、C A S E 2 および C A S E 3 (それぞれ図 1 2 (a) (b) および (c) に対応する) に限定される。

0 0 9 3

次に、本発明の幾何学的形状および材質的条件の範囲は次のとおりである。

$$H = 12 \text{ mm} \sim 35 \text{ mm}$$

$$W = 11 \text{ mm} \sim 27 \text{ mm}$$

$$t = 0.4 \text{ mm} \sim 2.3 \text{ mm}$$

$$\sigma_y = 180 \sim 800 \text{ N/mm}^2$$

0094

この条件下で、本発明の効果を満足するための α の臨界値、すなわち $H = 12 \text{ mm}$ 、 $t = 0.4 \text{ mm}$ の場合は、 $\alpha = 6.1 \times 10^{-6}$ であることを実験および解析によって導き出した。

本発明の効果を奏するための鋼製折板のパラメータ式は、 $H \times (t/W)^3 > 6.1 \times 10^{-6}$ と表すことができる。 H が大きいほど、また t が大きいほど鋼製折板の剛性も大きくなる。すなわち、 $H \geq 12 \text{ mm}$ 、 $t \geq 0.4 \text{ mm}$ の場合も、本発明の効果を奏するために、このパラメータ式を満足することが必要条件になる。

0095

有限要素法の解析結果によると、CASE 3の場合、剛性は低下するものの、耐力の低下まではみられないことが確認された。つまり、CASE 3であれば、実際の建築構造物に適用しても、問題ないことが確認できた。

実施例 1

0096

本発明を適用した鋼製折板 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、母屋に相当する位置に長尺の支持部材 54 を設置して鋼製折板 2 を架設させ、その中心において上部から直径 80 mm 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。

0097

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。

0098

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 750 N/mm^2 とした。

0099

解析より得られた荷重－沈み込み量の特性を図 13 に示す。図 10 各図と同様、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。図中実線は CASE 1、点線は CASE 2、一点鎖線は CASE 3 の解析結果である。

0100

3 ケースを比較すると、曲線が上に凸な荷重－沈み込み量の関係を示す CASE 1 が構造性能上優れている。CASE 1 の場合、曲線の傾きは常に正である。なお、最大荷重はグラフの領域をはずれた位置にあるため、図示していない。

0 1 0 1

但し、C A S E 3 は想定される荷重 1 k N 程度（作業者の体重＋作業者が持ち運ぶ荷物＋屋根仕上げ材＋ α ）を越える約 1.3 k N までは弾性挙動を示している。さらに C A S E 3 は 1.4 k N 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。しかも、重量を比較すると、C A S E 3 は C A S E 1 より 15 % 程軽いいため、コストの面では優れている。C A S E 3 の曲線の傾きは、正またはゼロである。

0 1 0 2

図 1 4 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変形状態を示す。図 1 4 にはそれぞれ C A S E 1（図 1 2（a））、C A S E 2（図 1 2（b））、C A S E 3（図 1 2（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 C A S E 3 にいたっては上フランジの変形も見られる。

0 1 0 3

これらの変形は何れも折板の断面二次モーメントを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 C A S E 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 1 3）。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、荷重を負担する山部を増やすことが効果的であるといえる。

0 1 0 4

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、荷重を負担を山部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。

実施例 2

0 1 0 5

次に、板厚 0.38 mm の鋼製折板を用いて、実施例 1 と同様に図 1 2 にある 3 つの断面になるよう鋼製折板を試作し、性能を検証した。

載荷は、図 1 6 に示すように、解析と同様、直径 80 mm の載荷盤を、鋼製折板の中央部におき、載荷した。鋼製折板は、2 本のボックス形鋼の支持材（母屋）で支持し、載荷点両脇となる谷に 4 本のねじ 5 5 で支持材に固定した。このときの、鋼製折板の沈み込み量と載荷荷重との関係を調べた。

0 1 0 6

その結果を図 1 7 に示す。図 1 7 も図 1 3 と同様、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。実施例 1 と全く同様の結果を得た（図 1 3 参照）。定量的には、解析値に比べ、全試験体とも荷重が低くなったが、これは解析上の板厚は 0.4 mm で、実際に試作した折板の板厚は 0.38 mm と薄かったことも理由の 1 つと考えられる。

また、本実施例の CASE 3 のように、沈み込み量が増加しても耐力（耐荷重値）が増加しない場合（つまり、ある程度沈み込むと、鋼製折板が座屈し、両隣の山部で支えられる（引張抵抗機構モード）までさらに沈み込んでいく場合）の α が、 $\alpha = 5.3 \times 10^{-5}$ であった。

以上のことから、 $\alpha > 6.1 \times 10^{-6}$ であれば、野地板や床の下地として適用可能であることが確認できた。

産業上の利用可能性

0 1 0 7

本発明の鋼製折板は沈み込み量および形状寸法を適正な範囲に管理できるため、作業者は鋼製折板の上で安全に作業を行うことができる。作業者が万一、鋼製折板の上で躓いて踏ん張った時のように、想定以上の大きな荷重が加わった場合も、作業者の安全性は確保され、鋼製折板の損傷も最小限に抑えることができる。また、本発明によれば、従来の木造建築に使用されてきた木質合板製の野地板や床の下地を鋼製折板に代替することが、設計変更なしで実現可能である。本発明の鋼製折板は、耐久性、経済性に優れているため、産業の発展に寄与できる。

符号の説明

0 1 0 8

2 鋼製折板

1 0 屋根構造

1 1 トラス下弦材

1 2 トラス斜材

1 3 トラス上弦材

1 4 母屋

2 1 上フランジ面

2 2 山部

2 4 下フランジ面

2 5 谷部

2 6 ウェブ

2 8、2 9 稜線

3 0 屋根仕上げ材

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かつ連続的に設けられた鋼製折板において、鋼製折板の稜線に対して直交する方向に 2 つの長尺の支持部材を設置して前記鋼製折板の下方を支持し、鋼製折板の上に直径 80 mm の載荷盤を載せ、当該載荷盤に負荷する荷重を変化させながら載荷盤の沈み込み量を測定し、荷重を縦軸に、載荷盤の沈み込み量を横軸とするグラフに測定値をプロットした曲線で表したとき、最大荷重に達するまで曲線の傾きが常に正、または、正とゼロであることを特徴とする建築用鋼製折板。

請求項 2

前記鋼製折板が以下の式 (A) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の建築用鋼製折板。

$$H \times (t / W)^3 > 6.1 \times 10^{-6} \dots (A)$$

ここで、W：鋼製折板の上フランジ面の繰り返しピッチ (mm)

t：鋼製折板の板厚 (mm)

H：鋼製折板の山（ウェブ）高さ (mm)

請求項 3

前記鋼製折板において、前記上フランジ面と前記ウェブのなす角、および前記下フランジ面と前記ウェブのなす角が、90 度以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の建築用鋼製折板。

請求項 4

前記鋼製折板の板厚が 2.3 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 記載のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板。

請求項 5

前記鋼製折板の上フランジ面の幅および前記鋼製折板の下フランジ面の幅が 80 mm 未満であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 記載のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板。

請求項 6

前記鋼製折板の上フランジ面の幅および前記鋼製折板の下フランジ面の幅が 11 mm 以上 27 mm 未満であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 記載のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板。

請求項 7

前記鋼製折板の上フランジ面に、その稜線方向に沿って凹状のリップが形成され、当該凹状のリップの深さが、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 ～ 6 記載のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板。

請求項 8

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板が、その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鋼製折板を用いた建築構造。

請求項 9

請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の建築用鋼製折板が、床仕上げ材を支える下地として配設されていることを特徴とする建築用鋼製折板を用いた建築構造。

Fig.1

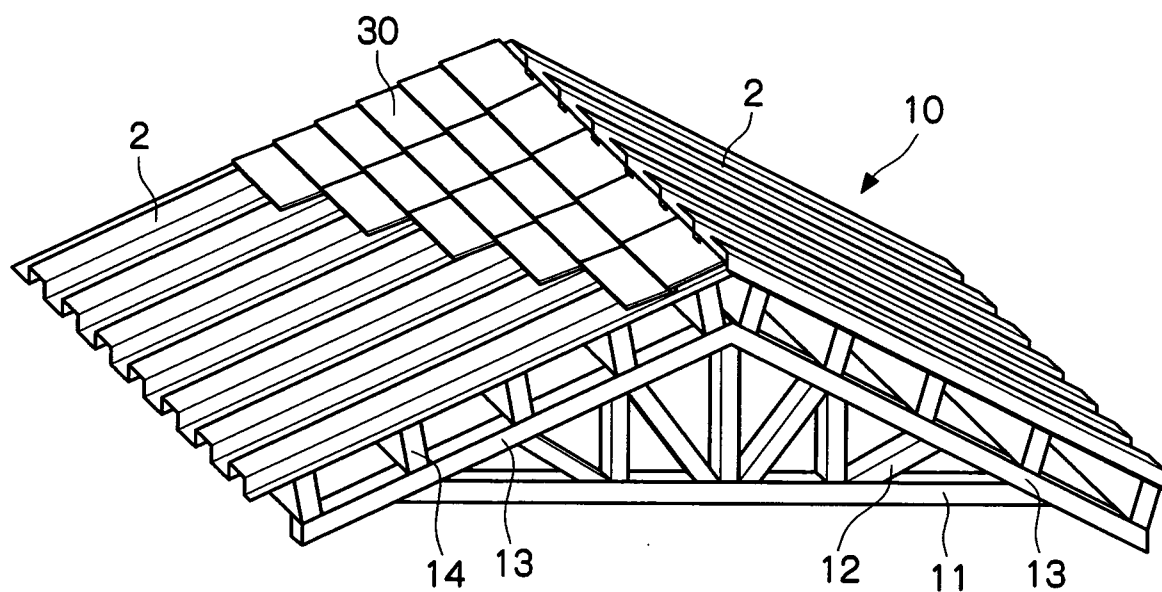


Fig.2

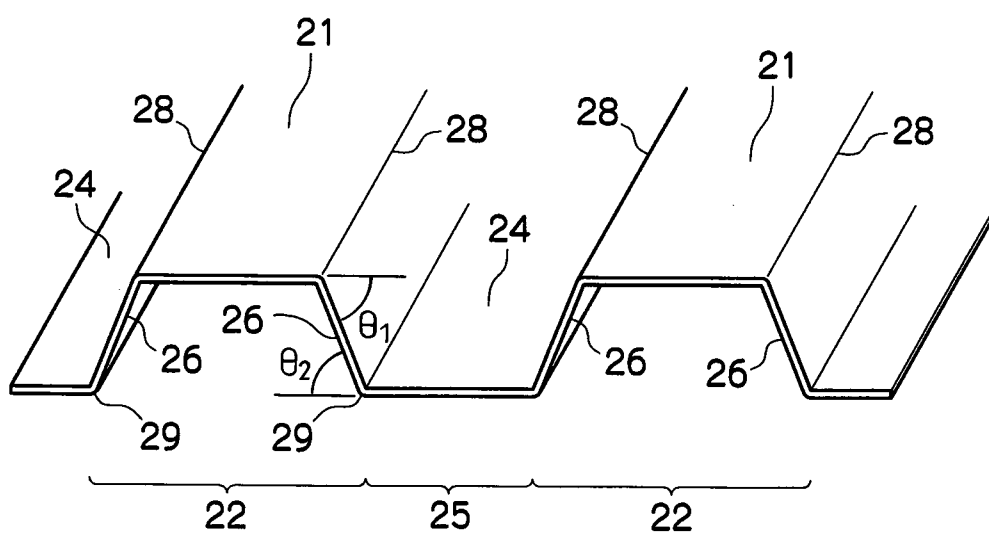


Fig.3

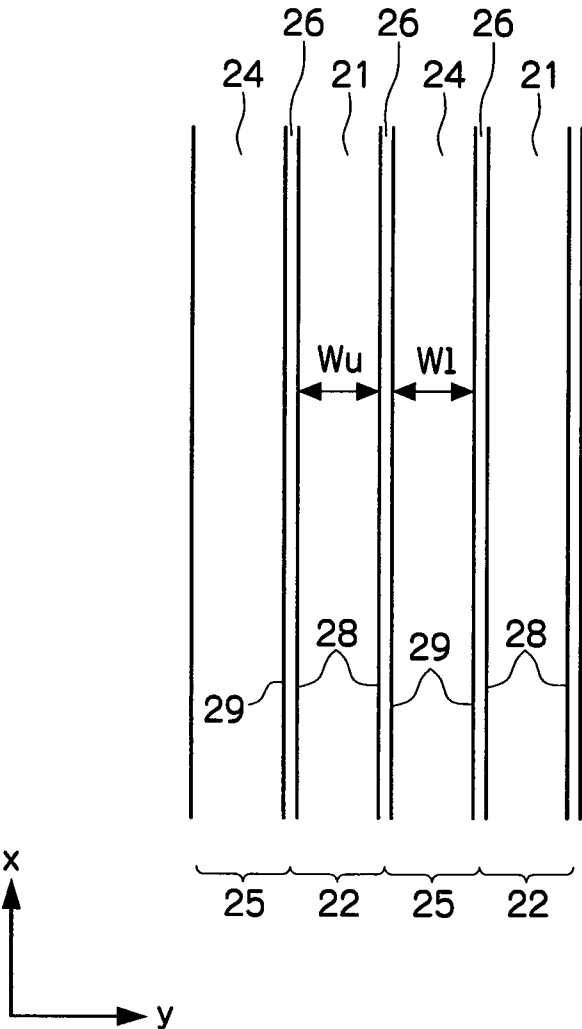


Fig.4

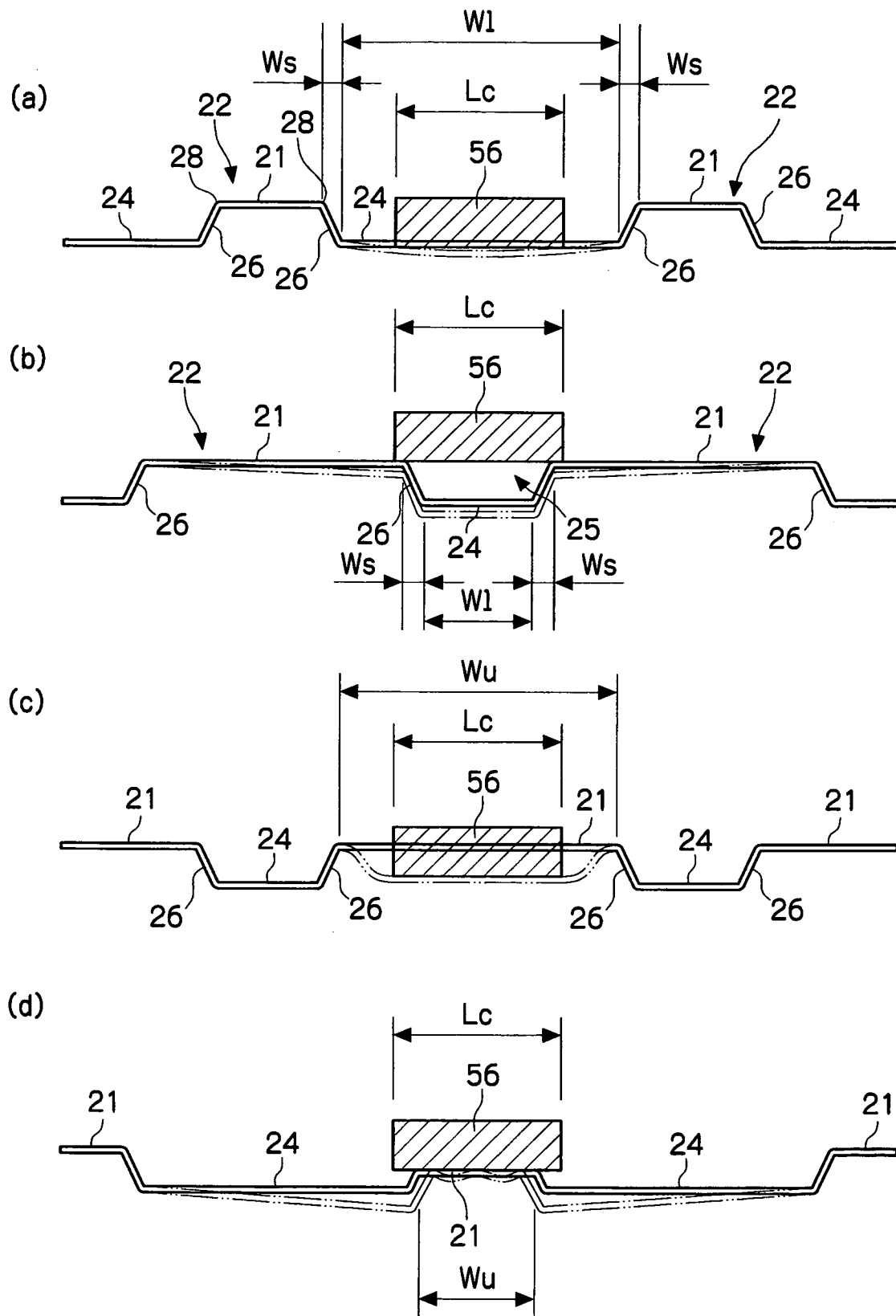


Fig.5

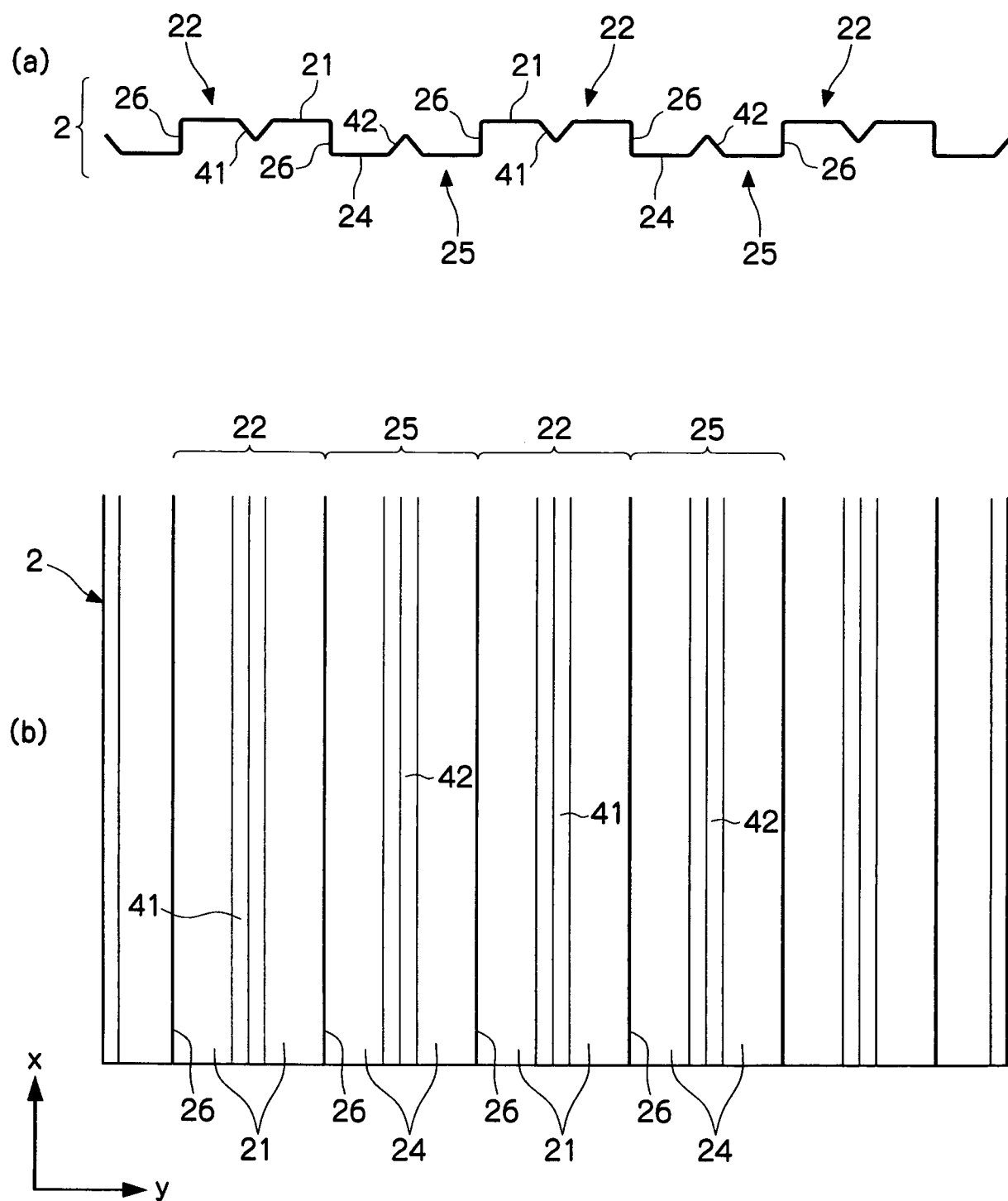


Fig.6

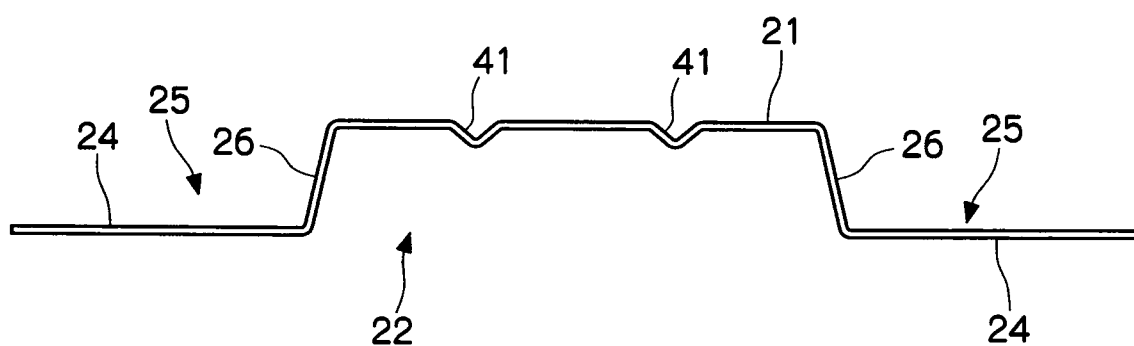


Fig.7

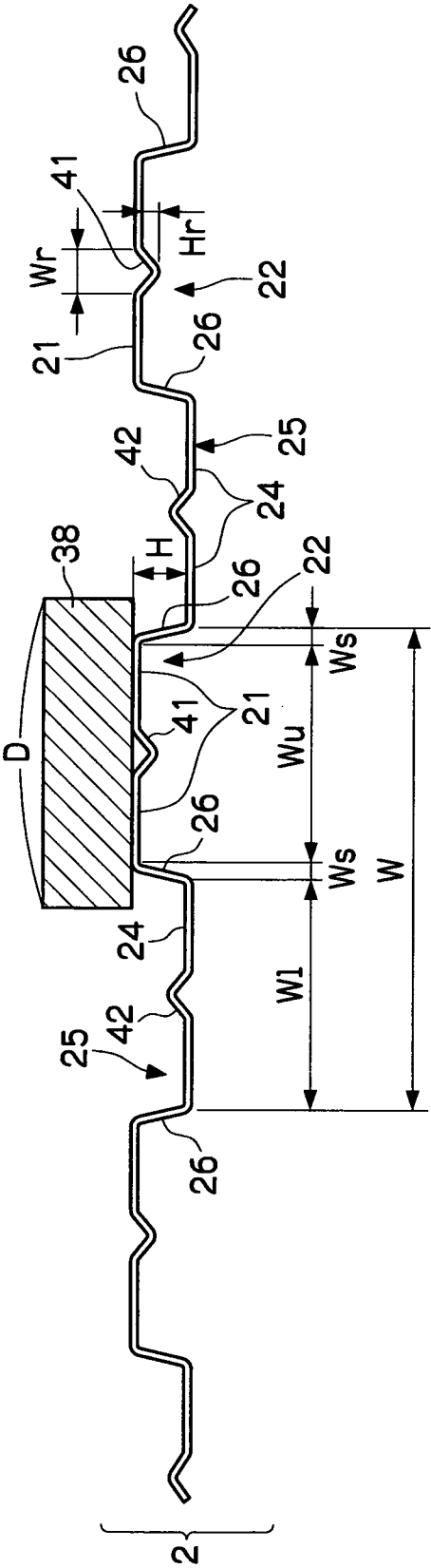


Fig.8

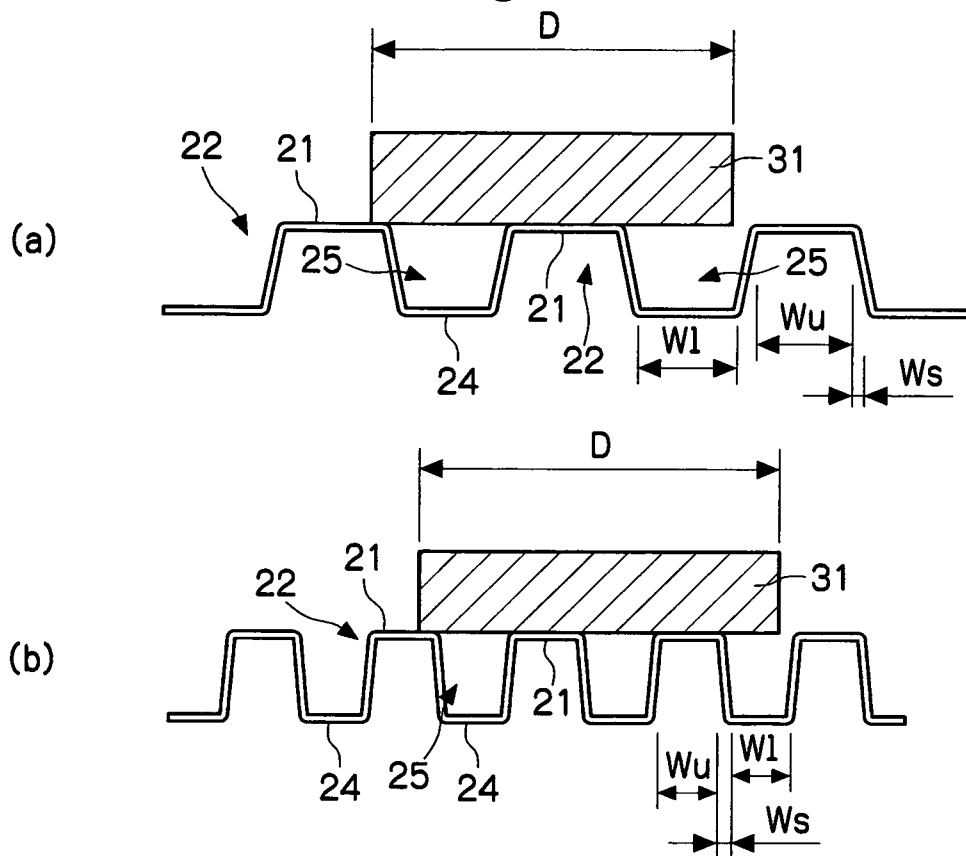


Fig.9

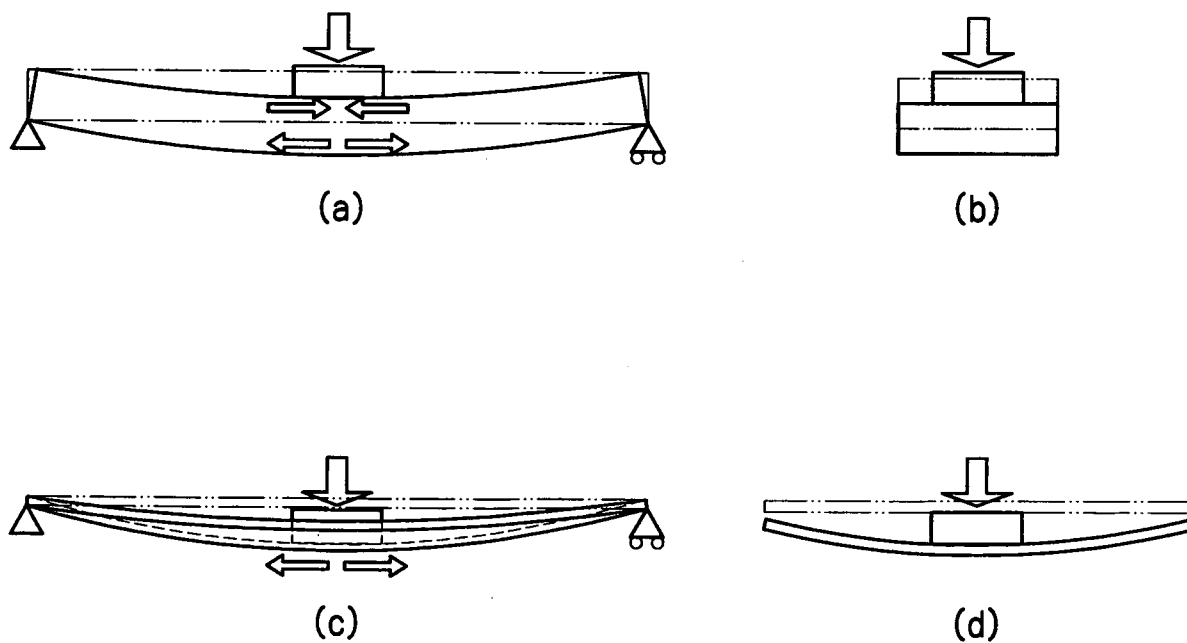


Fig.10

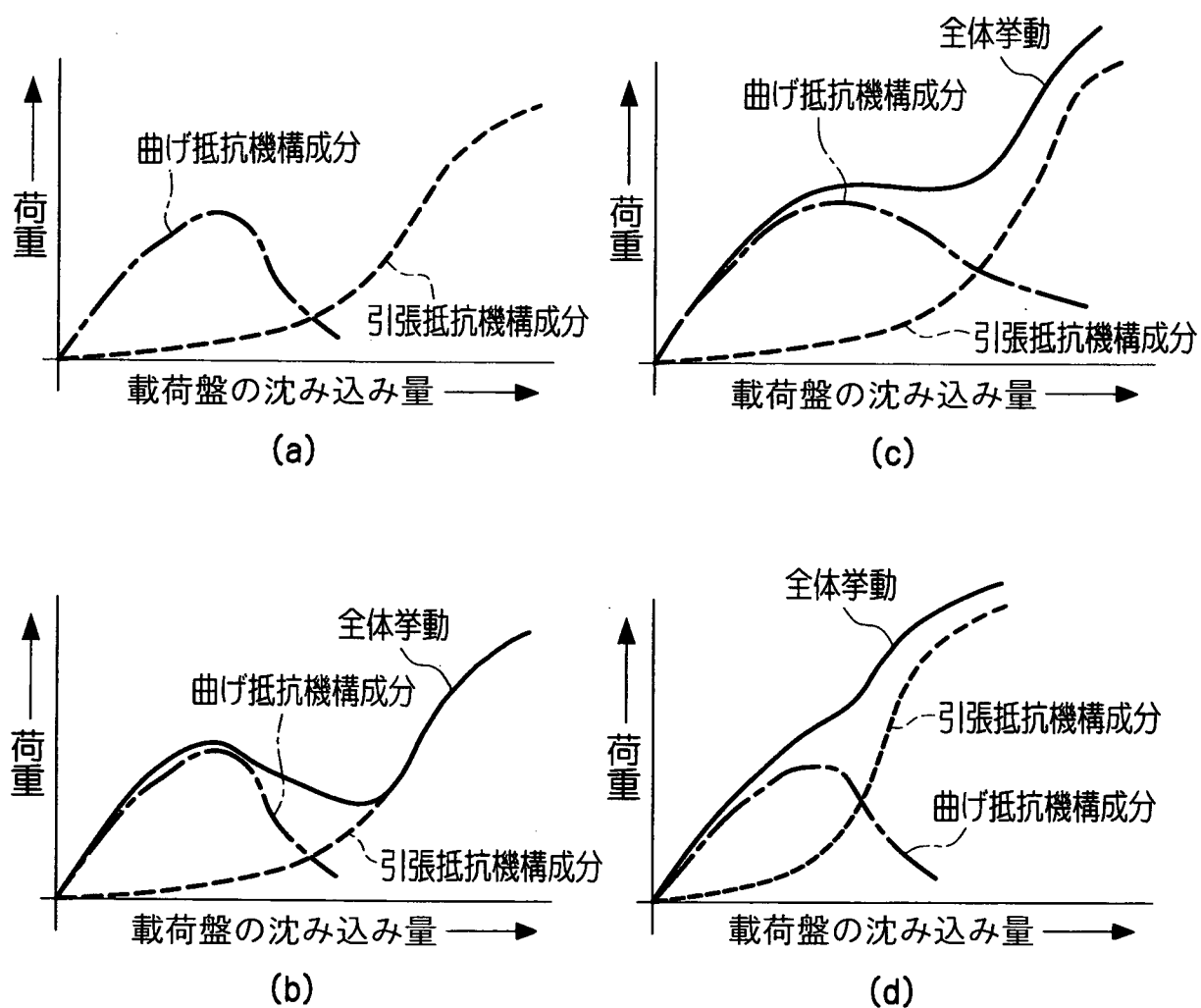


Fig.11

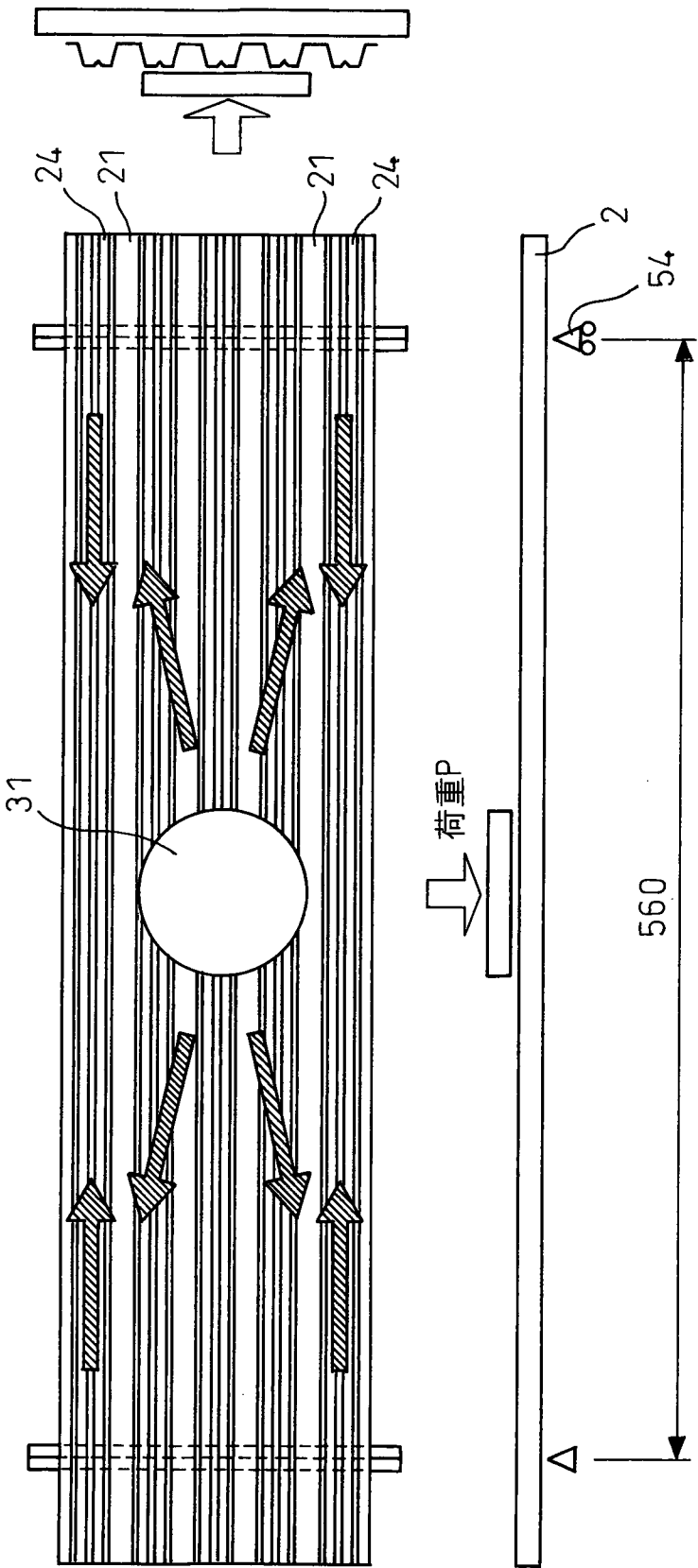


Fig.12

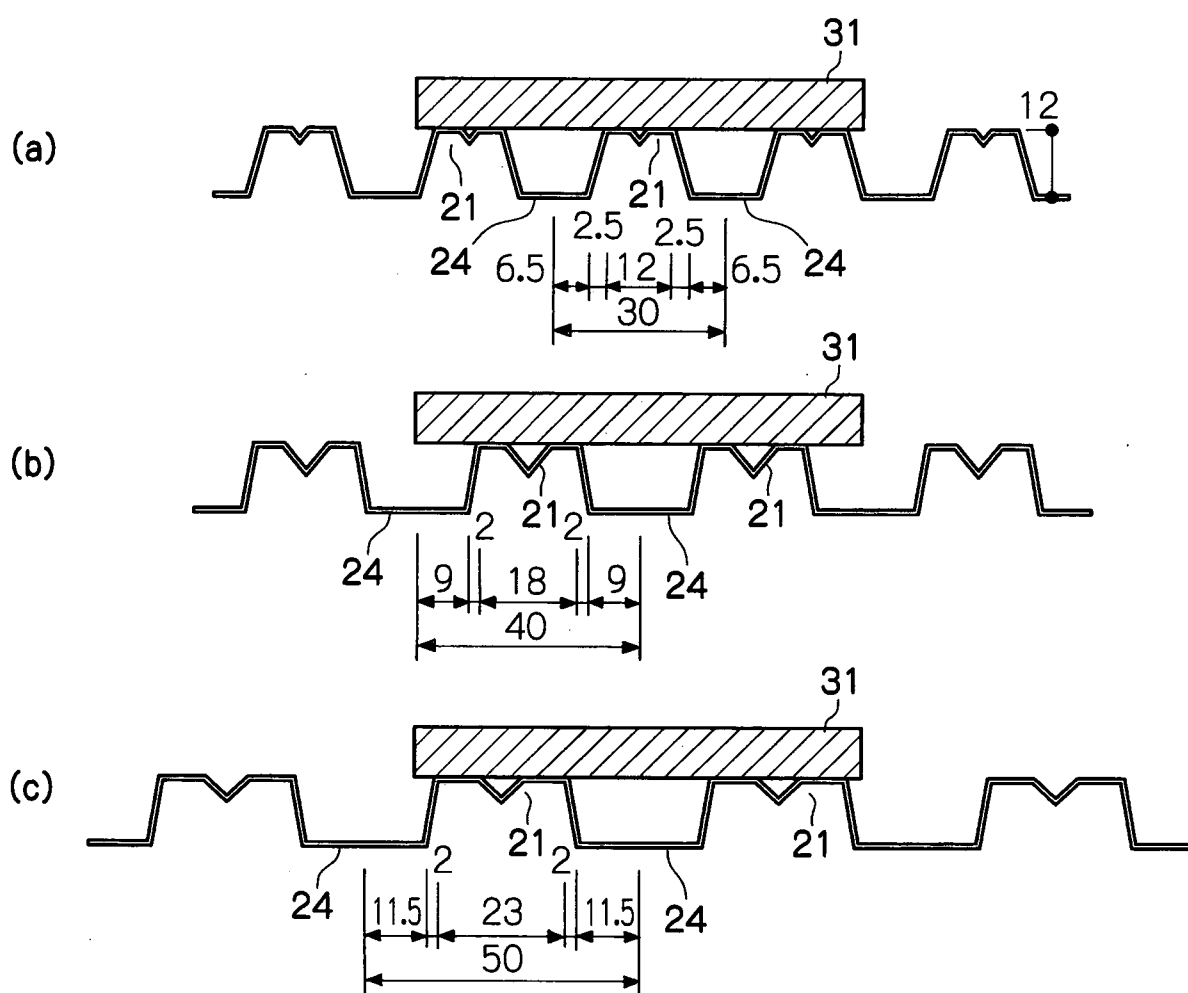


Fig.13

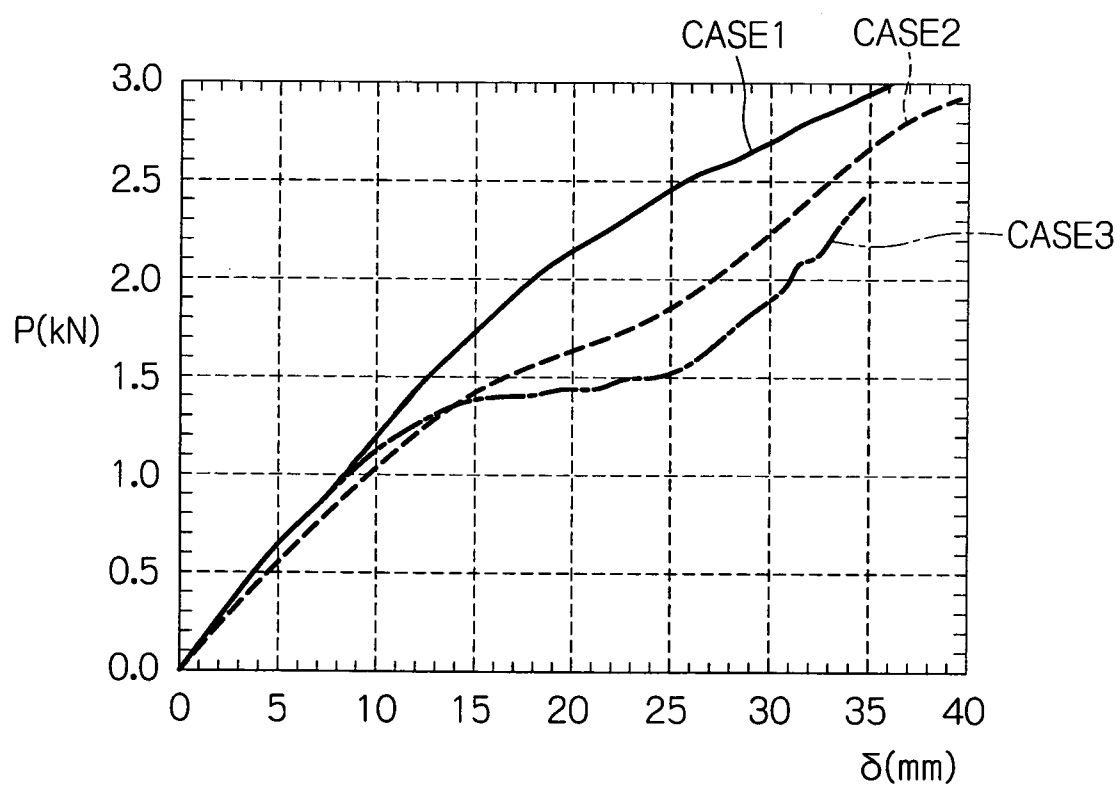


Fig.14

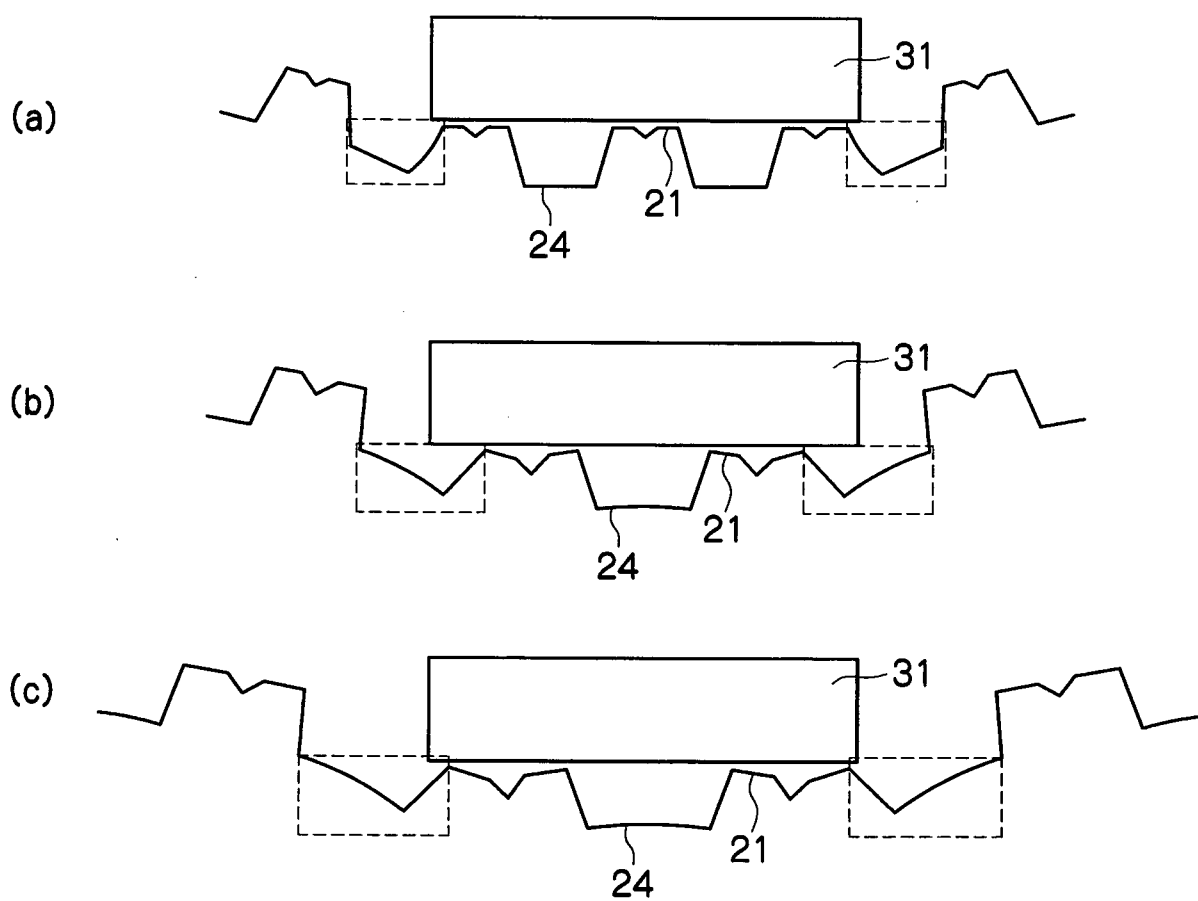


Fig.15

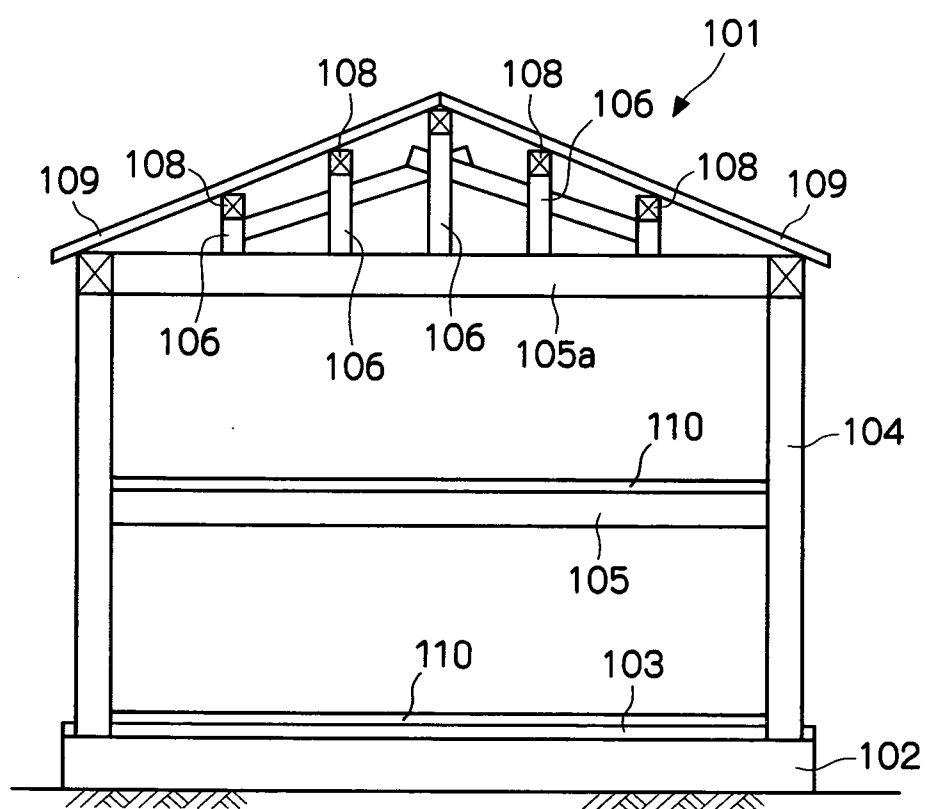


Fig.16

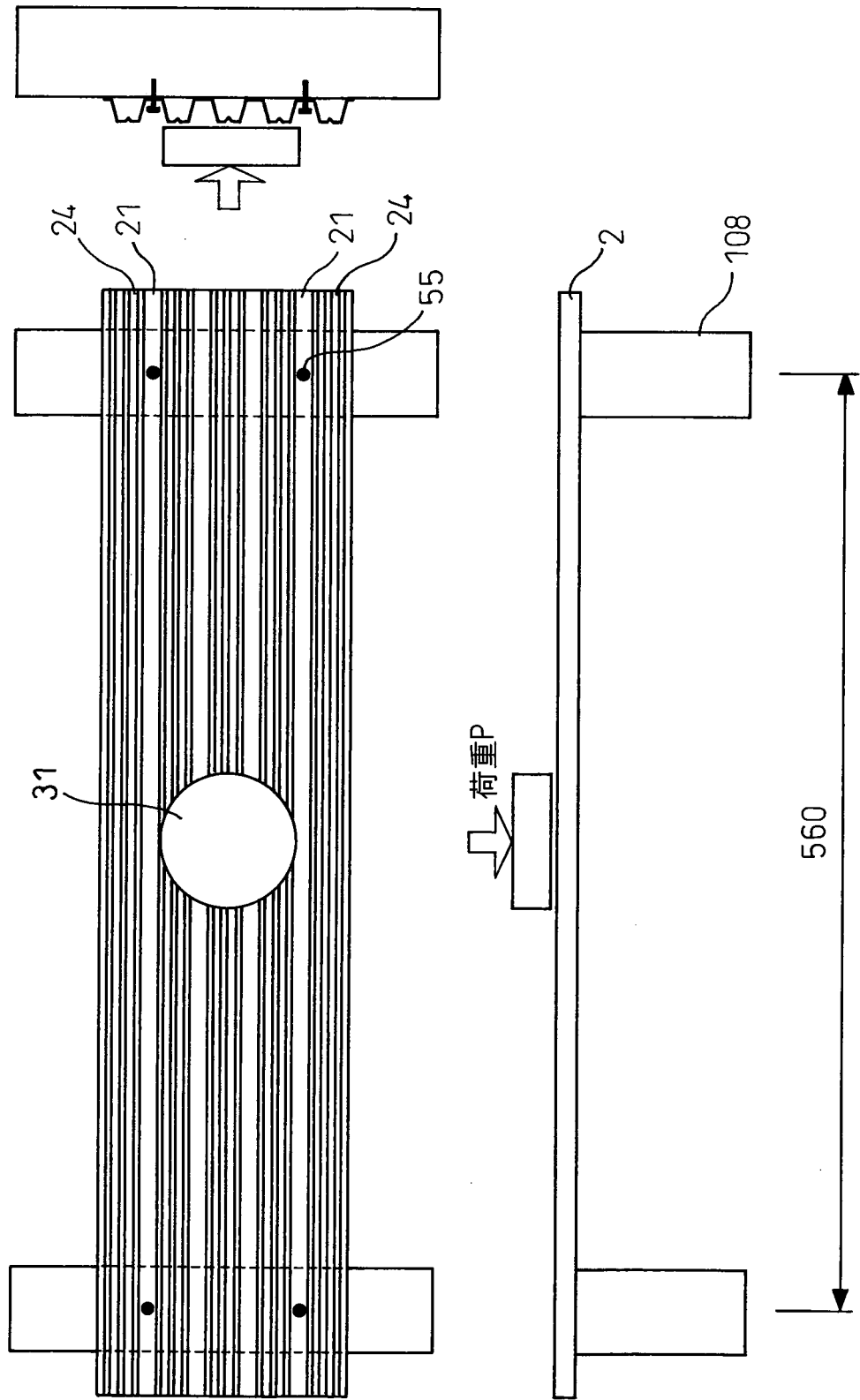
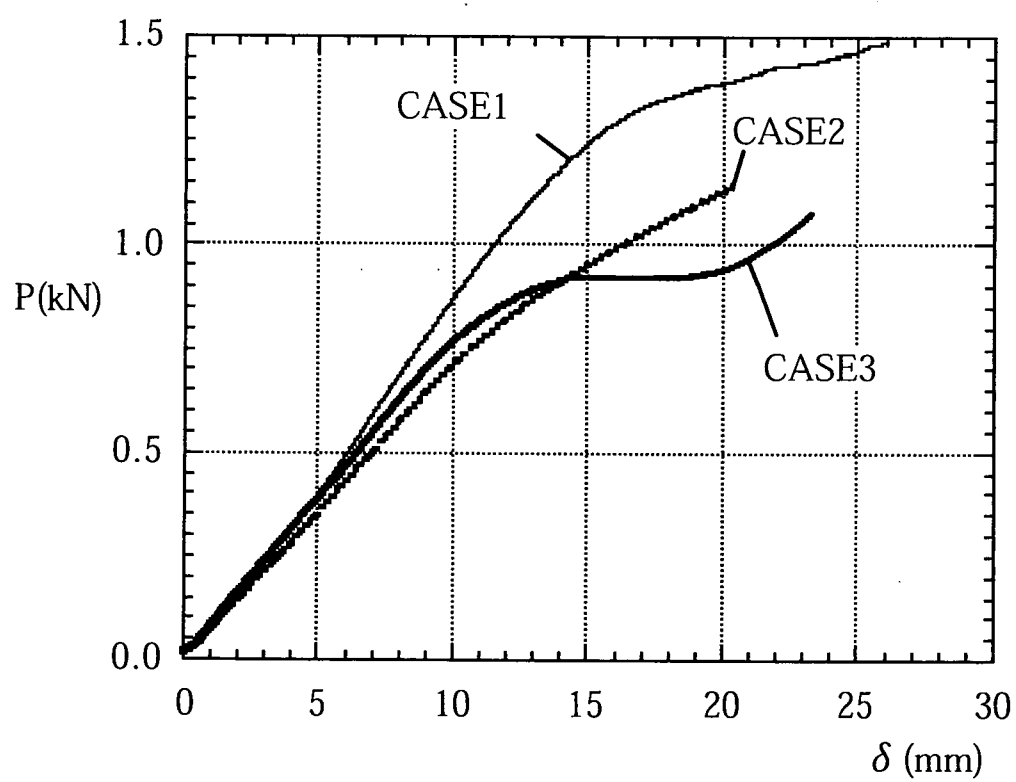


Fig.17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E04D12/00 (2006.01) i, E04B5/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E04D12/00, E04B5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-231703 A (Nippon Steel Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0048], [0055]; fig. 1 (Family: none)	1-9
Y	JP 2001-248262 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 14 September 2001 (14.09.2001), paragraphs [0009], [0016]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 2008-7960 A (Nippon Steel Corp.), 17 January 2008 (17.01.2008), claims 1, 2 (Family: none)	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May, 2010 (24.05.10)

Date of mailing of the international search report

01 June, 2010 (01.06.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056132

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-180043 A (Nippon Steel Corp.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraph [0048]; fig. 7 (Family: none)	1-9
Y	JP 10-54116 A (Nihon Teppan Co., Ltd.), 24 February 1998 (24.02.1998), claim 1; fig. 1, 6 (Family: none)	8
A	JP 2004-138401 A (Nippon Steel Corp.), 13 May 2004 (13.05.2004), claim 1; fig. 3(b) (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E04D12/00(2006.01)i, E04B5/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E04D12/00, E04B5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-231703 A（新日本製鐵株式会社）2007.09.13, 【0048】 【0055】, 図1（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2001-248262 A（積水化学工業株式会社）2001.09.14, 【0009】 【0016】, 図1-2（ファミリーなし）	1 - 9
Y	JP 2008-7960 A（新日本製鐵株式会社）2008.01.17, 【請求項1】【請 求項2】（ファミリーなし）	1 - 9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鉄 豊郎

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 4 5

2 E

9 0 2 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-180043 A (新日本製鐵株式会社) 2009. 08. 13, 【0048】 , 図 7 (ファミリーなし)	1 - 9
Y	JP 10-54116 A (日本鐵板株式會社) 1998. 02. 24, 【請求項 1】 , 図 1, 6 (ファミリーなし)	8
A	JP 2004-138401 A (新日本製鐵株式会社) 2004. 05. 13, 【請求項 1】 , 図 3(b) (ファミリーなし)	1 - 9