

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7037130号
(P7037130)

(45)発行日 令和4年3月16日(2022.3.16)

(24)登録日 令和4年3月8日(2022.3.8)

(51)国際特許分類
E 0 2 D 5/08 (2006.01)F I
E 0 2 D 5/08

請求項の数 1 (全19頁)

(21)出願番号	特願2020-57074(P2020-57074)	(73)特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(22)出願日	令和2年3月27日(2020.3.27)	(74)代理人	100127845 弁理士 石川 寿彦
(62)分割の表示	特願2017-132407(P2017-132407 の分割 原出願日 平成29年7月6日(2017.7.6)	(72)発明者	河野 謙治 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(65)公開番号	特開2020-101085(P2020-101085 A)		J F E スチール株式会社内
(43)公開日	令和2年7月2日(2020.7.2)	審査官	荒井 良子
審査請求日	令和2年6月25日(2020.6.25)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鋼矢板及びその施工方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

H形鋼におけるウェブを挟んで点対称となる2対のフランジ端部におけるいずれか一方の対をなすフランジ端部のそれぞれに、半裁した直線形鋼矢板を溶接によって取り付けてZ形の形状にし、隣合うもの同士をZ形に継手嵌合して壁体を構築する鋼矢板であって、前記H形鋼は、平行なフランジの間にウェブが前記フランジに対して直交して取り付けられていることを特徴とする鋼矢板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、土木・建築分野における、土留め壁、地下壁、擁壁、護岸などの構築に用いられる鋼矢板及びその施工方法に関し、とくにH形鋼と半裁した直線形鋼矢板を組合せた鋼矢板及びその施工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

H形鋼と半裁した直線形鋼矢板を組合せた鋼製部材を用いて、地下壁などを構築する従来技術としては、例えば下記に示す特許文献1、2に開示されたものがある。

特許文献1では、H形鋼のフランジ両端に、直線形鋼矢板の半裁体を溶接接合したH形鋼矢板が開示されている。

これによれば、高い断面性能を備えると共に、寸法精度が優れ、施工性が良く、かつ経済

的な製造が可能、とされている。

【0003】

また、特許文献2では、H形鋼の一方のフランジ両端に、半割した直線形鋼矢板を溶接固定させた鋼製部材(T形鋼矢板)を用いた、地下構造物の外周壁の構造と、その構築方法が開示されている。

これによれば、直線矢板等の連結部を介して連結した鋼製壁を構築でき、従来のソイルセメント柱列壁のH形鋼のように埋め殺しでなく、鋼製壁を本設構造として利用できる、とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平2-66215号公報

特開2002-70045号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記の特許文献1および2の鋼製部材を詳細に分析したところ、これらの技術には次のような問題点があることが明らかとなった。

【0006】

<問題点1：断面性能の最大化が未達（特許文献2）>

特許文献2に記載の鋼製部材21は、図25に示すように、H形鋼7の一方のフランジ両端に、半割した直線形鋼矢板（半裁体9）が溶接固定されている。そのため、この鋼製部材21の中立軸は、H形鋼7の中立軸位置（ウェブ中心）よりも直線形鋼矢板側にずれることになる。

ここで、ウェブ中心を基準とすると、鋼製部材21の中立軸の偏心量eは、下式で表される。

$$e = (2As \cdot a + Ah \cdot e2) / \{ 2(As + Ah) \} = As \cdot a / (As + Ah) \quad \dots \text{ (式1)}$$

ここに、As：直線形鋼矢板の面積

Ah：H形鋼の面積

a：継手嵌合重心位置

e2：H形鋼の重心位置

一方、鋼製部材21の断面性能（壁幅1m当りの断面2次モーメントIおよび断面係数Z）は、下式で表される。

$$I = \{ 2Is + 2As \cdot (a - e)^2 + 2Ih + Ah(e - e1)^2 + Ah(e - e2)^2 \} / 2(Bs + Bh) = \{ Is + As \cdot (a - e)^2 + Ih + Ah \cdot e^2 \} / (Bs + Bh) \quad \dots \text{ (式2)}$$

$$Z = \min \{ I / (d - e), I / (c + e), I / (d' - e), I / (c' + e) \} \quad \dots \text{ (式3)}$$

ここに、Is：直線形鋼矢板の断面二次モーメント

Ih：H形鋼の断面二次モーメント

Bs：直線形鋼矢板の有効幅（=500mm）

Bh：H形鋼のフランジ幅

d、d'、c、c'：H形鋼中立軸からの縁端距離

【0007】

上記の式を具体的に示すために、一例として、H-700×300×13×24サイズのH形鋼と、半割した直線形鋼矢板を組合せた、特許文献2に記載の鋼製部材21を考える。

図26は、横軸にウェブ中心からの中立軸の偏心量eを、縦軸に壁幅1m当りのIを示している。なお、Iは、鋼製部材としての値の他、直線形鋼矢板およびH形鋼の寄与分を分離して示した。

【0008】

10

20

30

40

50

実際には、鋼製部材 2 1 の中立軸の偏心量 e は（式 1）より一義的に決まるが、このときの e は図 2 6 で言うと、鋼製部材の I が最小値となる e を意味している（図 2 6 の A 点）。

すなわち、特許文献 2 の鋼製部材 2 1 では、連続した鋼製壁を構成するために、H 形鋼 7 の一方のフランジ両端に半裁した直線形鋼矢板を溶接しているが、力学的には特許文献 2 よりも、さらに合理的な、断面性能を最大化した断面（ $e = 0$ 、中立軸が H 形鋼のウェブ中心となる断面）があることを示唆している（図 2 6 の B 点）。

【 0 0 0 9 】

＜問題点 2：製造コストの増大（特許文献 1）＞

特許文献 1 に記載の鋼製部材 2 3 は、H 形鋼 7 のフランジ両端に、直線形鋼矢板の半裁体 9 を溶接接合している（図 2 8 参照）。この鋼製部材 2 3 の中立軸は、H 形鋼 7 の中立軸位置（ウェブ中心）と一致するため、上述の断面性能を最大化した断面となっている。

10

【 0 0 1 0 】

ただし、特許文献 2 の鋼製部材 2 1 と異なり、特許文献 1 の鋼製部材 2 3 は H 形鋼 7 のフランジ両端の 4 箇所に半裁体 9 を溶接している。すなわち、図 2 6 で言うと、偏心量 0 の直線形鋼矢板の 2 箇所分の断面性能が、鋼製部材 2 1 の断面性能にさらに加算されることを意味している（図 2 6 の C 点）。

【 0 0 1 1 】

これにより、特許文献 1 では、特許文献 2 よりも、断面二次モーメント I で 38%、断面係数 Z で 55% の大幅な向上が図れるが、一方で、特許文献 1 は、特許文献 2 よりも、直線形鋼矢板の材料費および加工費が少なくとも 2 倍となるため製造コストの増大（65%）は否めず、断面性能の向上に見合うコストパフォーマンスに大きな課題がある。

20

【 0 0 1 2 】

＜問題点 3：深度方向の断面性能の最適化が未達（特許文献 1・2）＞

特許文献 1 および 2 とも、土留め壁や地下壁に用いられる鋼製部材 2 3、2 1 に関するものであるが、深度方向への断面性能の最適化については記述されていない。

すなわち、土留め壁や地下壁の壁体となる鋼製部材では、一般的に掘削底面付近で最大曲げモーメントが発生する傾向にあるため、それより以浅および以深で断面変化（断面性能を低減）させても、設計上成立する可能性が十分ある。経済的な設計を行うには、深度方向の断面性能の最適化への対応も必要である。

30

【 0 0 1 3 】

＜問題点 4：継手嵌合抵抗の増大（特許文献 1）＞

鋼製部材 2 3 を地中に打設する際の、施工性に関する事になるが、特許文献 1 では継手嵌合が常に 2 箇所となるため、1 箇所の特許文献 2 よりも継手嵌合抵抗は大きくなる。

また、もともと直線形鋼矢板の継手の余裕度（クリアランス）が小さいことに加えて、直線形鋼矢板の半裁時の曲り、さらに H 形鋼 7 のフランジ端部への溶接時の曲り、反りおよび倒れ（傘折れ）など、深度方向の製造精度に起因する継手嵌合抵抗の増大も考えられる。

【 0 0 1 4 】

なお実際には、製造時には、施工性に支障ない範囲での寸法許容差を設定して、加熱矯正などを駆使して精度確保を図るが、これも上述の問題点 2 に示した製造コストの増大に直結する。しかも、特許文献 1 の場合、両フランジ端部の 4 箇所とも精度を要求されることになり、コストの増大は大きい。

40

【 0 0 1 5 】

＜問題点 5：打設精度の確保が困難（特許文献 1・2）＞

土留め壁や地下壁などを構築する場合、あらかじめ設定した打設法線に沿って、鋼製部材 2 3、2 1 を順次打設していく。このとき、打設法線からずれが生じた場合、継手部の回転角度で調整することになる。

しかしながら、直線形鋼矢板の継手部の回転角度は、設計上でもたかだか $\pm 10^\circ$ 程度であり、さらに上述した、深度方向の製造精度を考慮すると、実際に打設時に使える回転角度はもっと小さいと考えられる。

【 0 0 1 6 】

50

特許文献 2 の鋼製部材 2 1 では、上述した H-700 × 300 サイズを例とすると、フランジ幅 300 mm + 直線形鋼矢板の有効幅 500 mm = 鋼製部材 2 1 の有効幅 800 mm のアーム長が ± 10° 足らずの回転角度で作る円弧上という、限られた範囲で調整することになる（図 2 7 参照）。

一方、特許文献 1 では、継手嵌合が 2 箇所のため、継手の余裕度以外は、ほとんど回転できない。これは、1 本目の打設精度を十分向上させた上で順次打設すれば、その後の打設精度も確保されることになるが、逆に言えば、製造精度起因などで、一旦、打設精度が狂い出すと、その後の修正は非常に困難となることを意味している（図 2 8 参照）。

【0017】

このように、直線形鋼矢板の有効幅を半裁して、間にフランジを挟んで再度有効幅を構成し直した、特許文献 1 や 2 の鋼製部材 2 3、2 1 では、打設精度の調整にはその有効幅と継手部の回転角度に頼るしかなく、いわゆる打設法線方向への可撓性がほとんどない。さらに実際には、鉛直精度の確保、そして打ち伸び・打ち縮みへの対応も必要であり、特許文献 1 や 2 の鋼製部材 2 3、2 1 を精度良く連続的に打設していくことは容易ではないと想定される。

【0018】

＜問題点 6：現場への搬入効率の低下（特許文献 1・2）＞

特許文献 1 および 2 の鋼製部材 2 3、2 1 はいずれも、工場にて H 形鋼 7 および直線形鋼矢板を製造し、所定の加工を施した後、工場からトラックなどで出荷、現場に搬入して初めて打設できるものである。

ここで、特許文献 1 および 2 の鋼製部材 2 3、2 1 の形状から考えられる荷姿は、図 2 9、3 0 が想定される。もっと詰めて積載したいところだが、継手部の変形防止や荷崩れ防止を前提に考える必要がある。

このように、これら鋼製部材 2 3、2 1 はかなり積載効率が悪いことが分かる。その結果、現場への搬入回数が増加するため、物流コストの増大はもとより、交通事故および交通事故リスクの増大につながってしまう。

【0019】

本発明は上述した種々の課題を解決するためになされたものであり、具体的には以下の構成を備えたものである。

【課題を解決するための手段】

【0020】

（1）本発明に係る鋼矢板は、H 形鋼におけるウェブを挟んで点対称となる 2 対のフランジ端部におけるいずれか一方の対をなすフランジ端部のそれぞれに、半裁した直線形鋼矢板を溶接によって取り付けて Z 形の形状にしたことを特徴とするものである。

【0021】

（2）また、上記（1）に記載のものにおいて、前記 H 形鋼は、平行なフランジの間にウェブが前記フランジに対して傾斜して取り付けられていることにより、平行なフランジ間にウェブが直交して取り付けられている場合に比較して、有効幅が大きく又は小さくなるように設定されていることを特徴とするものである。

【0022】

（3）また、上記（1）又は（2）に記載のものにおいて、前記 H 形鋼は、前記半裁した直線形鋼矢板よりも打設方向下方側に延出していることを特徴とするものである。

【0023】

（4）本発明に係る鋼矢板の施工方法は、（1）乃至（3）のいずれかに記載の鋼矢板 2 枚を、形になるように予め継手嵌合させる工程と、形に継手嵌合された 2 枚の鋼矢板を同時に打設する工程とを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0024】

本発明においては、H 形鋼におけるウェブを挟んで点対称となる 2 対のフランジ端部におけるいずれか一方の対をなすフランジ端部のそれぞれに、半裁した直線形鋼矢板を溶接に

10

20

30

40

50

よって取り付けて Z 形の形状にしたことにより、以下のようないくつかの効果を奏することができる。
(a) 中立軸が常に H 形鋼のウェブ中心位置となるため、使用する鋼材で発揮し得る断面性能が常に最大となる。

(b) フランジ端部の 2箇所での溶接であり、かつ製造効率を向上させることができるため、特許文献 2 と同等もしくはそれ以下のコストとすることができる。

(c) 片押しの場合、継手嵌合は 1箇所のため、特許文献 2 と同等だが、施工方法として 2 枚をあらかじめ継手嵌合させておけば、打設時の継手嵌合箇所数自体を 1/2 に低減することが可能な上、有効幅が 2 倍となるため打設歩掛も 1/2 となる。

(d) 打設法線を修正する際の、継手部の回転角度とアーム長の関係からは、特許文献 1 や 2 と比較しても、本発明が最も自由度が高く、打ち伸び・打ち縮みの対応を含めて、打設精度の確保は容易である。

(e) Z 形状をしているため、特許文献 1 や 2 のような H 形鋼矢板や T 形鋼矢板に比べて、積付けの工夫により積載効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図 1】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の斜視図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の正面図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の態様（パターン）の説明図である（その 1）。

【図 4】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の態様（パターン）の説明図である（その 2）。

【図 5】本発明の実施の形態に係る鋼矢板における半裁体の溶接位置の態様の説明図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の他の態様の説明図である（その 1）。

【図 7】本発明の実施の形態に係る鋼矢板の他の態様の説明図である（その 2）。

【図 8】本発明の実施の形態に係る鋼矢板における半裁体の溶接方法の態様の説明図である。

【図 9】特許文献 1 に開示された鋼製部材において想定される溶接工程の説明図である。

【図 10】特許文献 2 に開示された鋼製部材において想定される溶接工程の説明図である。

【図 11】実施の形態の鋼矢板の溶接工程の説明図である。

【図 12】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 1）。

【図 13】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 2）。

【図 14】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 3）。

【図 15】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 4）。

【図 16】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 5）。

【図 17】実施の形態の鋼矢板の作用・効果を説明する図である（その 6）。

【図 18】実施例 1 において特許文献に開示のものと本発明との断面性能の比較を説明するグラフである（その 1）。

【図 19】実施例 1 において特許文献に開示のものと本発明との断面性能の比較を説明するグラフである（その 2）。

【図 20】実施例 1 において特許文献に開示のものと本発明との断面性能の比較を説明するグラフである（その 3）。

【図 21】実施例 1 において特許文献に開示のものと本発明との断面性能の比較を説明するグラフである（その 4）。

【図 22】実施例 2 において既往の鋼製部材と本発明との比較を説明するグラフである。

【図 23】本発明の実施の形態の鋼矢板の 6 面図及び斜視図であり、図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g) はそれぞれ、正面図、背面図、右側面図、左側面図、平面図、底面図、斜視図を示している。

【図 24】本実施の形態の他の態様の鋼矢板の 6 面図及び斜視図であり、図 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(f)、(g) はそれぞれ、正面図、背面図、右側面図、左側面図、平面図、底面図、斜視図を示している。

【図 25】発明が解決しようとする課題を説明する説明図である（その 1）。

10

20

30

40

50

【図26】発明が解決しようとする課題を説明する説明図である（その2）。

【図27】特許文献2の問題点の説明図である（その1）。

【図28】特許文献1の問題点の説明図である（その1）。

【図29】特許文献1の問題点の説明図である（その2）。

【図30】特許文献2の問題点の説明図である（その2）。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の実施の形態に係る鋼矢板1は、図1、図2に示すように、ウェブ3とフランジ5を有するH形鋼7におけるウェブ3を挟んで点対称となる2対のフランジ端部5Eにおける一方の対をなすフランジ端部5Eのそれぞれに、半裁した直線形鋼矢板（以下、「半裁体9」という）を溶接によって取り付けてZ形の形状にしたものである。10

すなわち、本実施の形態の鋼矢板1は、H形鋼7および半裁体9から構成されるが、半裁体9は、H形鋼7の一方のフランジ端部5Eの1箇所と、もう一方のフランジ5で上記と反対側のフランジ端部5Eに1箇所の計2箇所に溶接取付され、全体形状がZ形となるようにしたものである。

【0027】

ここで、本実施の形態の鋼矢板1は、H形鋼7と半裁体9によって構成されるが、半裁体9を構成する直線形鋼矢板の継手11（主爪13および副爪15）には向きがある、すなわち継手11の向きによって形状が異なり、またH形鋼7には2対のうちのいずれのフランジ端部5Eに半裁体9を取り付けるかという選択がある。このため、本実施の形態の鋼矢板1は、半裁体9の向きと選択するフランジ端部5Eによって複数のパターンが存在する。20

具体的には、頭部（TOP）側から見て、「フランジ端部」2×「左の継手の向き」2×「右の継手の向き」2=8パターン（パターンA～H）がある（図3参照）。

【0028】

ただし、軸回転、または頭部（TOP）と先端部（BOTTOM）の天地を逆転させると同じパターンとなるものがあり、具体的にはパターンA、B、Cの天地逆転したものはそれぞれパターンE、F、Gと同じであり、パターンA、Eの軸回転したものはそれぞれパターンD、Hと同じである。

したがって、集約すると、図3に示す3パターン（A・B・C）となる。30

【0029】

これら3パターンの鋼矢板1を連結して連続壁を構築することができる。なお、パターンAについては、図4（b）に示すように、基本形を天地逆転し、それをさらに軸回転したものをパターンA'（）とすると、図4（a）に示すように、パターンA、A'のみで連続壁を構築することができる。すなわち、パターンAのみを製造すれば連続壁の構築ができるため、製造効率の大幅な向上につながる。

【0030】

さらに、現場継手がある場合、通常、隣接する鋼矢板の現場継手位置を1m以上の間隔の千鳥配置とするが、例えば、パターンAで上矢板10m+下矢板9mの矢板構成でのみ製造すれば、打設時に1枚毎に天地逆転させるため、パターンA'は上矢板9m+下矢板10mとなり、自然と現場継手位置が1mの千鳥配置となるというメリットもある。40

なお、H形鋼7のフランジ端部5Eに対する半裁体9の溶接取付け位置は、図5に示すように、フランジ最内縁（図5（a））、フランジ中心（図5（b））、フランジ最外縁（図5（c））での態様が考えられるが、断面性能上は中立軸から最も遠くなるフランジ最外縁が望ましい（なお、本明細書では、断面性能の値はすべてフランジ最外縁位置を前提としている）。

【0031】

<他の態様について>

本発明の鋼矢板1については、図1、図2に示したものの他、図6に示すように、H形鋼7として、平行なフランジ5間にウェブ3がフランジ5に対して傾斜して取り付けられて

10

20

30

40

50

いるものを用いることで、有効幅を増減させた構造にしてもよい。

図6(a)に示すように、ウェブ3とフランジ5の成す角度が鈍角となる側のフランジ端部5Eに半裁体9を取り付けた場合には、ウェブ3とフランジ5が直角のH形鋼7のときよりも両フランジ5が中立軸に近づくため、壁幅1m当りの断面性能は低下するが、有効幅が増加し、矢板枚数を削減することで鋼材重量も低下するため、施工効率を向上させたいときには有効である。

【0032】

なお、本態様の製造に当たっては、ウェブ3の傾斜を圧延時に出来れば望ましいが、プレス加工やビルドH加工によって製造するようにしてもよい。

【0033】

また、他の態様として図7(a)に示すように、半裁体9の長さを短くしたものや、図7(b)に示すように、片方のフランジ端部5Eに取り付ける半裁体9の長さを短くしたものも考えられ、これらは打ち伸び・打ち縮みへの対応として、幅調整矢板としての機能を持たせることができる。

【0034】

次に、本実施の形態の鋼矢板1の製造方法について説明する。

本実施の形態の鋼矢板1は、以下に示すような工程を経て製造される。

(1)受入検査

直線形鋼矢板とH形鋼を受け入れる。

(2)直線形鋼矢板の切断

プラズマもしくはガスなどにより、直線形鋼矢板を2枚に切断する。

(3)仮組立

H形鋼のフランジ対角2箇所に、半裁した直線形鋼矢板をそれぞれ仮溶接する。

(4)本溶接

(5)矯正

(6)検査

(7)出荷

【0035】

半裁した直線形鋼矢板(半裁体9)と、H形鋼7のフランジ5との溶接仕様の態様に関し、図8に示すような3つの態様が考えられる。

図8(a)に示した両側隅肉溶接が最も溶接コストが安くなるが、両側溶接のため反転が必要であり、またフランジ厚が小さく、もしくはフランジ最外縁位置では、隅肉溶接ができなくなってくる。

一方、図8(b)に示した部分溶込み開先溶接では、片側からのみの溶接となり反転が不要となるが、一般に引張が作用する場合には適用ができないとされている。

そこで、図8(c)に示した完全溶込み開先溶接が最も望ましいが、片側からの溶接では裏当て金が必要であり、溶接コストは最も高くなる。

【0036】

溶接工程((3)仮組立、(4)本溶接)に関しては、本発明の鋼矢板1であれば効率的な溶接が可能であり、コストダウンもできるので、この点を特許文献1、2に開示された鋼製部材と比較して説明する。

図9、図10、図11はそれぞれ特許文献1、2、本発明の鋼矢板1について図8(b)、(c)の溶接方法を想定した場合の溶接工程を図示したものであり、各図の(a)が仮組立、(b)が本溶接を示している。

【0037】

特許文献1に開示のものでは、図9に示すように、仮組立で4回、本溶接で左右2ライン×2回=4回の溶接作業、および反転が2回必要となる。

また、特許文献2に開示のものでは、図10に示すように、仮組立で2回、本溶接で左右2ライン×1回=2回の溶接作業となる。

一方、本発明の鋼矢板1では、図11に示すように、仮組立で2回、本溶接で1ライン×2

10

20

30

40

50

回 = 2回、および反転が2回となるが、常に溶接位置が一定で、特に本溶接で自動溶接ラインを使用する場合は高効率となり、コストダウンが可能となる。

【0038】

次に、本実施の形態の鋼矢板1の有する優れた作用・効果について説明する。

<断面性能>

図12は、2枚の鋼矢板1を継手嵌合した場合の中立軸の位置を示したものであり、図12(a)、(b)、(c)は、それぞれ本実施の形態の鋼矢板1、特許文献1の鋼製部材、特許文献2の鋼製部材を示している。

【0039】

本実施の形態の鋼矢板1は、上述したような構造のため、少なくとも2枚を継手嵌合した時点で、中立軸がウェブ中心位置となる(図12(a))。これを図26で説明すると、横軸のウェブ中心からの中立軸の偏心量eが0であり、本発明の鋼矢板1の構成(直線形鋼矢板とH形鋼7の組合せ)上、断面性能が最大となる断面となっていることが分かる(図26のB点)。

10

【0040】

<深度方向の断面変化>

先に述べた通り、特許文献1および2では、深度方向の断面変化についての記述はなく、そもそも既往の鋼製部材でも、深度方向において断面性能は一様である。これは、特に控え式の岸壁など断面係数Zが設計決定要因の場合、最大曲げモーメント位置において必要な断面係数により、鋼製部材の型式が深度方向によらず一義的に決定されることを意味している。

20

【0041】

そこで本発明では、上述したようなH形鋼7の長手方向の全長に亘って直線形鋼矢板を溶接取付けするタイプのみならず、図13に示すように、H形鋼7の長手方向の一部に直線形鋼矢板(半裁体9)を溶接取付けするもの、換言すればH形鋼7は、半裁体9よりも打設方向下方側に延出しているものも対象とした。

【0042】

この場合、図13(a)に示すように、H形鋼7の長手方向の上部にのみ半裁体9を溶接するようにしてもよいし、図13(b)に示すように、長手方向の全長亘って半裁体9を溶接したH形鋼7の下端に別途H形鋼7のみを溶接もしくはボルト接合するようにしてもよい。なお、この場合は、継手嵌合を容易にできるようにするために、図13(c)に示すように、H形鋼7の下端部に半裁体9からなる飛び爪17を設けるのが好ましい。

30

図13に示したものであれば、深度方向の曲げモーメント分布に応じて、設計上、必要な断面性能を複数設定することが可能となる。

【0043】

<打設方法と継手嵌合性>

本発明の鋼矢板1の打設方法は、バイプロハンマ工法および油圧式圧入工法を想定しており、前者ではH形鋼7のウェブ3部分、後者ではウェブ3もしくは直線形鋼矢板部分を把持して、1枚ずつ片押しで打設する方法(シングル打設)を原則としている。なお、この場合は、継手嵌合箇所数は鋼矢板枚数分となる。

40

【0044】

一方、打設歩掛を向上させるために、本発明の鋼矢板1を2枚、あらかじめ継手嵌合させたものを打設する方法(ダブル打設)もある。この場合は、有効幅が2倍となるため、打設歩掛は1/2、打設時の継手嵌合箇所数も1/2となる。この方法では、バイプロハンマ工法では、ウェブ3部分2箇所を鋼管チャックで把持して2枚同時に打設する。また、油圧式圧入工法では、両端の直線形鋼矢板部分を把持して2枚同時に圧入する。

【0045】

なお、あらかじめ2枚を継手嵌合する方法としては、図14に示すように、現場に搬入した本発明の鋼矢板1を2枚を横置きし、一方を固定、もう一方をクレーンで吊るとともに継手嵌合しながら、横引き(押し)するとよい。また、縦穴を設けることが可能であれば

50

、縦置きで継手嵌合しても、もちろんよい。なお、図14(a)は嵌合する2枚の鋼矢板1を軸方向端部側から見た図であり、図14(b)は嵌合する2枚の鋼矢板1を平面視した図である。

【0046】

<打設精度>

打設法線からのずれを修正するという観点からは、継手部の回転角とアーム長がポイントとなる。これらのうち、アーム長については、特許文献1、2および本発明では、本発明が最長となり、修正の際の自由度も最も大きい(図15参照)。

例えば、先述のH-700×300サイズを例とすると、特許文献1および2では、フランジ幅300mm+直線形鋼矢板の有効幅500mm=鋼製部材の有効幅800mmのアーム長となるが、本発明では、フランジ対角となるため、 $(8002 + 7002) = 1063\text{mm}$ と、1.33倍となる。

さらに、図16に示すようなダブル打設では、有効幅800mmの2倍の1600mmとなる。

【0047】

ここで、本発明の鋼矢板1同士の打設のみならず、特許文献1または2の鋼製部材23、21を打設中に打設精度を修正したい場合にも、断面性能上の支障がなければ、本発明の鋼矢板1を鋼製部材23、21に嵌合して、調整することももちろん可能である。

なお、一般に、通常のZ形鋼矢板は、打設時に回転しやすい形状と言われているが、本発明の鋼矢板1は、基本部分はH形鋼7であり、通常のZ形鋼矢板よりも直進性は良好である。

また、通常のZ形鋼矢板の両肩にフィンがついた形状と見なすこともでき、上記の回転を抑制する効果がある。

【0048】

<現場搬入>

図17に本発明の鋼矢板1の積み付け例を示しているが、本発明の鋼矢板1は形状がZ形ゆえに、図17(a)(b)に示すように、詰めて積載可能であり、積載可能重量いっぽいまで積載して、物流コストを低減することができる。

【0049】

以上をまとめると、本実施の形態の鋼矢板1は以下のような作用・効果を奏することができる。

(a) 中立軸を常にH形鋼7のウェブ中心位置となるようにしたため、使用する鋼材で發揮し得る断面性能が常に最大となる。

(b) フランジ端部5Eの2箇所での溶接、かつ製造効率を向上させたため、特許文献2と同等もしくはそれ以下のコストとなる。

(c) 半裁体9を溶接していないH形鋼7を深度方向に接合する(組合せる)ことで、発生する曲げモーメントに応じた断面性能を最適設計することができる。

(d) 片押しの場合、継手嵌合は1箇所のため、特許文献2と同等だが、施工方法として2枚をあらかじめ継手嵌合させておけば、打設時の継手嵌合箇所数自体を1/2に低減することが可能な上、有効幅が2倍となるため打設歩掛も1/2となる。

(e) 打設法線を修正する際の、継手部の回転角度とアーム長の関係からは、特許文献1や2と比較しても、本発明が最も自由度が高く、打ち伸び・打ち縮みの対応を含めて、打設精度の確保は容易である。

(f) Z形の鋼矢板のため、特許文献1や2のようなH形鋼矢板やT形鋼矢板に比べて、積付けの工夫により積載効率を向上させることが可能である。

【実施例1】

【0050】

<特許文献と本発明の断面性能の比較>

特許文献1、2および本発明の鋼矢板1の実施例として、中幅系H形鋼(600×300、700×300、800×300および900×300の4シリーズ)を用いたものを対象に、各々の断面性能を比較した。

10

20

30

40

50

【0051】

図18は、横軸に壁厚、縦軸に壁幅1m当りの断面係数Zの関係を示したグラフである。ここで、同じ壁厚であれば、断面係数Zは直線形鋼矢板を最も多数使用している特許文献1が最も大きく、いずれのシリーズでも特許文献1>本発明>特許文献2の関係となっている。

ただし、壁厚（シリーズ）をワンランクアップ可能であれば、本発明の鋼矢板でも特許文献1の断面係数クラス（900×300の一部除く）とほぼ等価とすることが可能であることが分かる。このことは、取り付ける直線鋼矢板の数を少なくしつつ、断面係数を大きくできることを示唆している。

【0052】

また、図19は、横軸を単位重量Wとしたグラフである。同じ単位重量であれば、断面係数Zはいずれのシリーズでも本発明>特許文献2となっている。

一方、本発明と特許文献1では、シリーズをワンランクアップ可能であれば、同じ断面係数Zで単位重量Wが小さい、本発明の鋼矢板があることが分かる。このことは、断面係数を同じにして、鋼重を低減できることを示唆している。

【0053】

さらに、図20は、横軸に壁厚、縦軸に単重当たりの断面係数Z/Wを示したグラフで、使用鋼材が断面性能を発揮するいわゆる効率を表したものである。

これによると、いずれのシリーズでも特許文献1>本発明>特許文献2の関係ではあるが、本発明は、特許文献1に迫る高効率（特許文献1の約95%の効率）で、断面性能を発揮していることが分かる。

【0054】

次に、図21は、横軸に断面係数Z、縦軸に壁幅1m当りの単価指数（材料コスト）のグラフを示している。

図21に示すように、同じ断面係数Zでは、材料コストは本発明<特許文献2<特許文献1の順番であり、本発明の鋼矢板のコストパフォーマンスの高さ（特許文献1の約78%のコスト）がうかがえる。

【0055】

以上のように、本発明の鋼矢板1は、特許文献1および2と比較して、断面性能上およびコストパフォーマンス上で、最も有利な形態であることが明らかとなった。

なお、ここでは中幅系H形鋼の実施例を示したが、もちろん広幅系や細幅系などのH形鋼でもよい。

【実施例2】

【0056】

<既往の鋼製部材との比較>

ここでは、既往の鋼製部材としてU形鋼矢板およびハット形鋼矢板を対象とし、これらよりも断面性能上で有利となる、本発明の鋼矢板1の製品設計を実施した。

【0057】

図22は、U形鋼矢板およびハット形鋼矢板の断面性能（壁幅1m当りの断面二次モーメントI）と単位重量Wの関係を示したグラフである。なお、U形鋼矢板については、継手効率80%として断面二次モーメントIを図示している。

図中のU形鋼矢板のうち、断面性能が小さい方からIIw、IIIw、IVw（有効幅600）およびVL（同500）であるが、これら各々に対して断面二次モーメントIがほぼ等価でかつ単位重量が小さいハット形鋼矢板10H、25H、45Hおよび50H（有効幅900）が存在している。

【0058】

また、U形鋼矢板とハット形鋼矢板で材料単価は実質同じため、鋼重削減の分、ハット形鋼矢板がコスト面で有利となり、有効幅の違いによる打設歩掛の向上と相まって、近年、特に自立式の河川護岸など断面二次モーメントIが設計決定要因の場合、U形鋼矢板に代わってハット形鋼矢板が採用されてきている。

10

20

30

40

50

上記のことから、ここではハット形鋼矢板45H、50HおよびU形鋼矢板VILを対象とし、本発明の鋼矢板1の設計思想により、これら断面二次モーメントIと等価かつ単位重量が小さくなり得るか否かを検討した結果、下表の通りとなった。なお、図22にも、本発明として示した。

【0059】

【表1】

既往の鋼製部材			本発明の鋼矢板				鋼重削減
鋼矢板 型式	断面二次 I (cm ⁴ /m)	単位重量 (kg/m ²)	鋼矢板 型式	断面二次 I (cm ⁴ /m)	単位重量 (kg/m ²)	H形鋼 (細幅系)	
45H	45,000	163	45Z	44,700	140	346×174	▲14%
50H	51,100	186	50Z	49,000	152	350×175	▲18%
VIL	68,800	240	70Z	70,300	169	400×200	▲30%
—	—	—	90Z	93,800	183	450×200	—
—	—	—	120Z	124,000	202	500×200	—
—	—	—	190Z	192,000	223	600×200	—

【0060】

このように、本発明の鋼矢板1によれば、既往の鋼製部材であるハット形鋼矢板45H、50HおよびU形鋼矢板VILの断面二次モーメントIと等価かつ単位重量の削減を実現可能であることが明らかとなった。

【符号の説明】

【0061】

- 1 鋼矢板
- 3 ウエブ
- 5 フランジ
- 5 E フランジ端部
- 7 H形鋼
- 9 半裁体
- 1 1 繰手
- 1 3 主爪
- 1 5 副爪
- 1 7 飛び爪
- 2 1 鋼製部材（特許文献2）
- 2 3 鋼製部材（特許文献1）

10

20

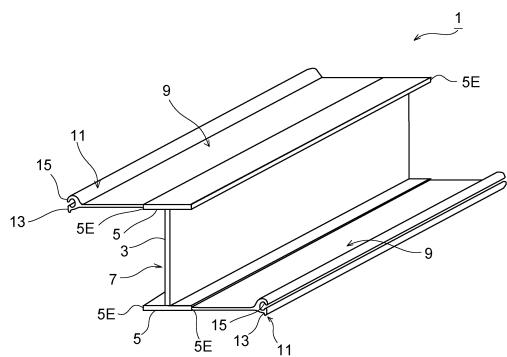
30

40

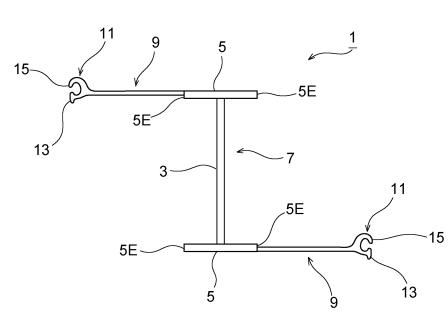
50

【図面】

【図 1】

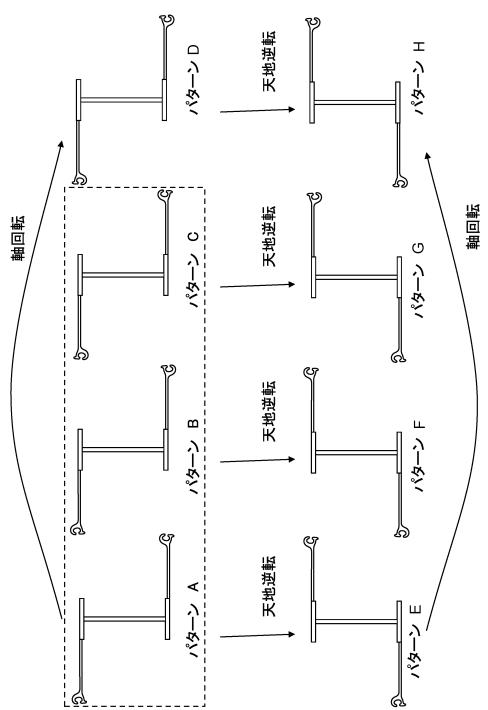


【図 2】



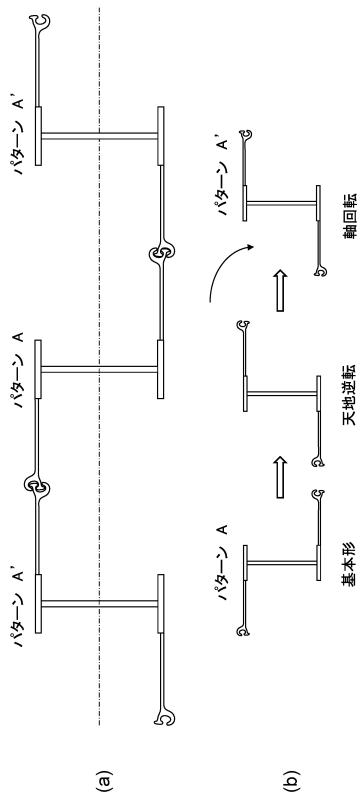
10

【図 3】



20

【図 4】

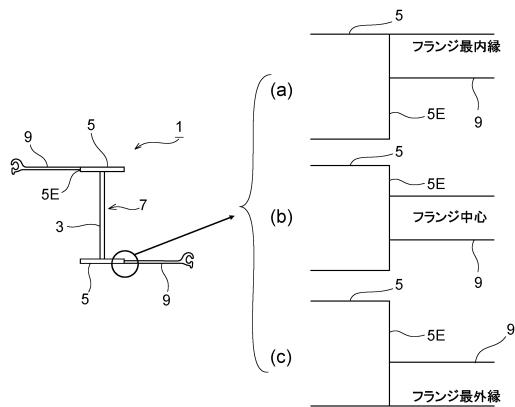


30

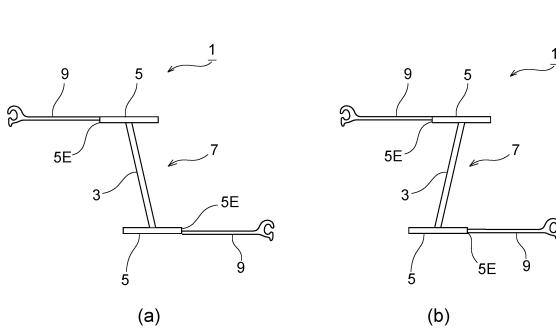
40

50

【図 5】

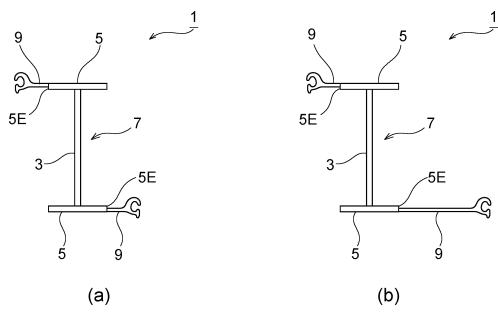


【図 6】

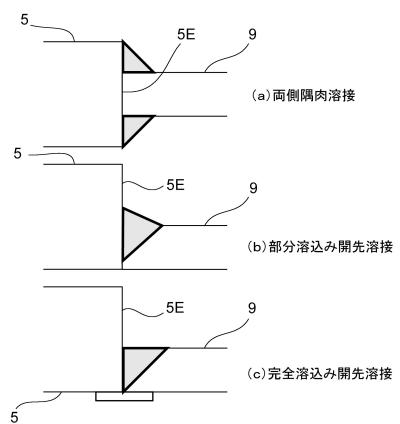


10

【図 7】



【図 8】



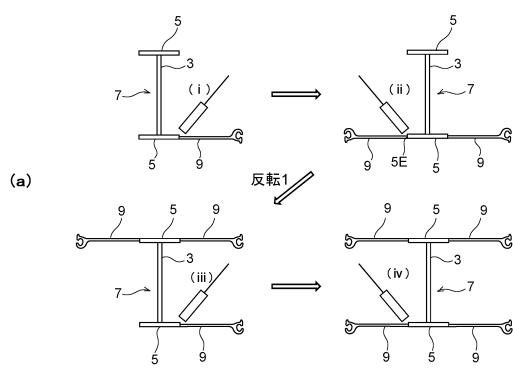
20

30

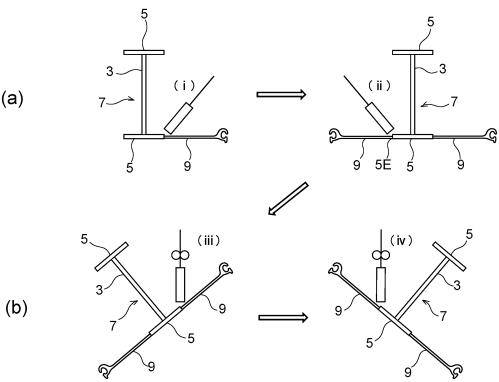
40

50

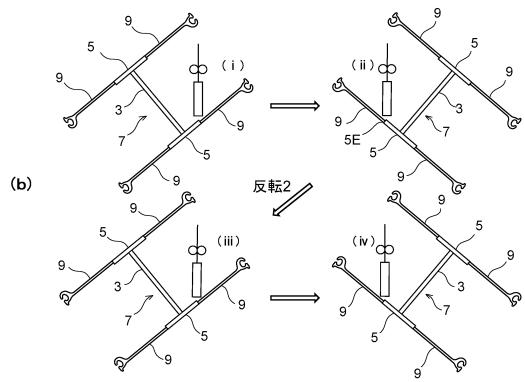
【図 9】



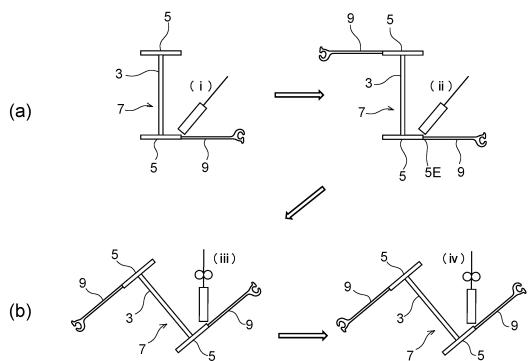
【図 10】



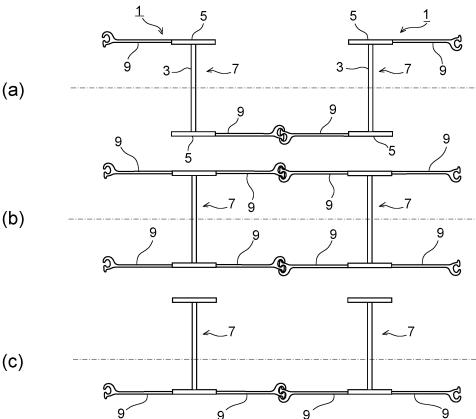
10



【図 11】



【図 12】



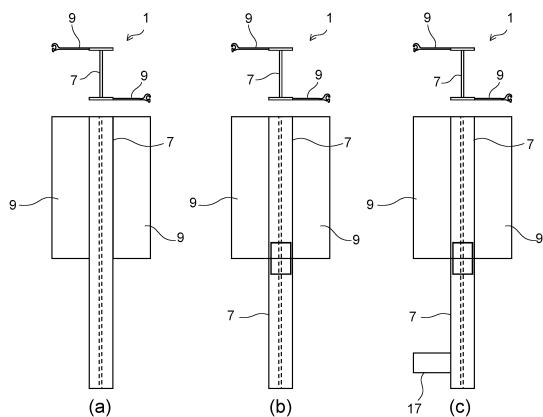
20

30

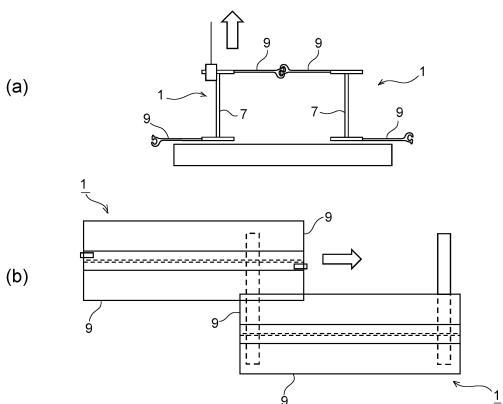
40

50

【図 1 3】

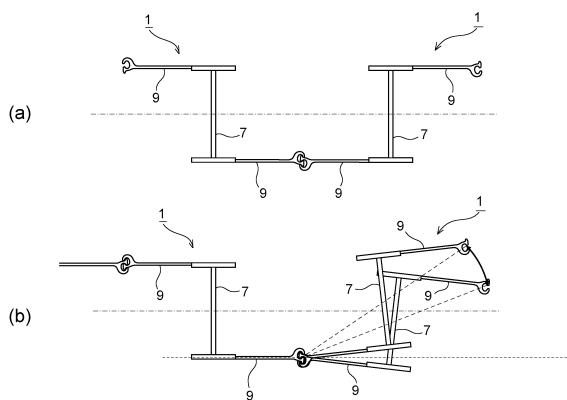


【図 1 4】

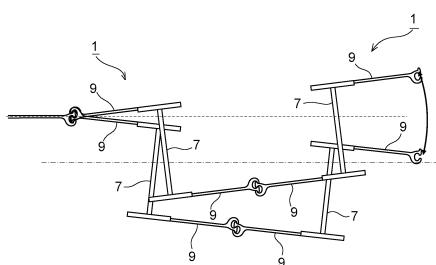


10

【図 1 5】



【図 1 6】



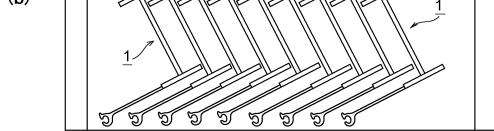
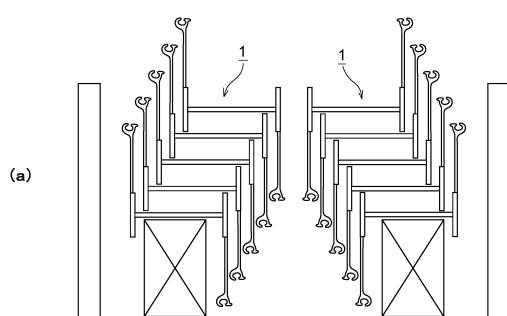
20

30

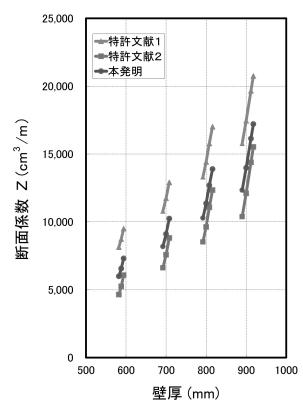
40

50

【図 17】

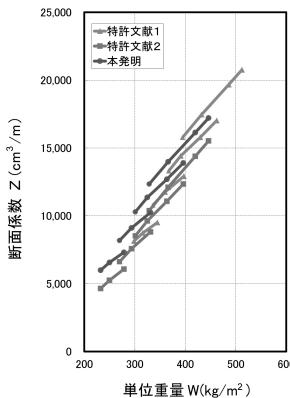


【図 18】

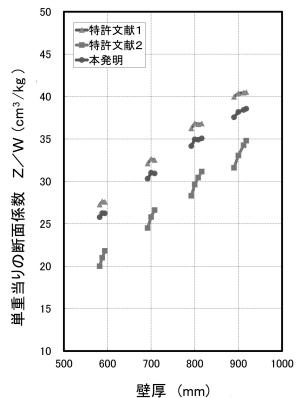


10

【図 19】



【図 20】



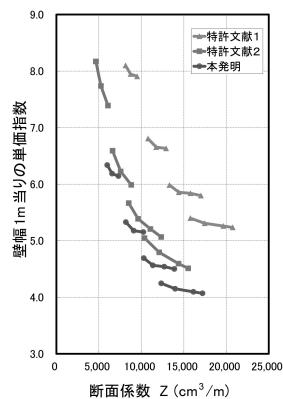
20

30

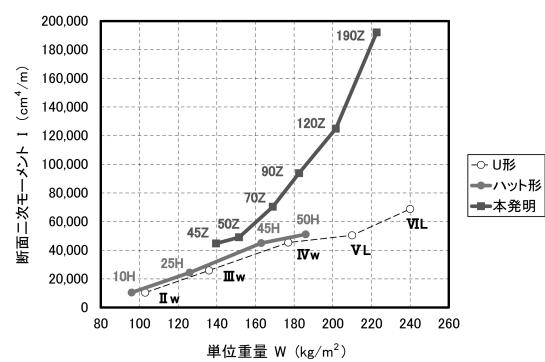
40

50

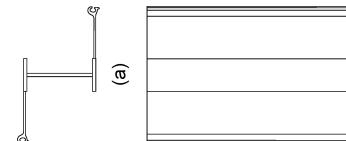
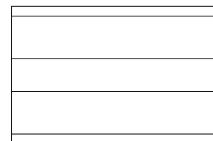
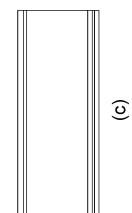
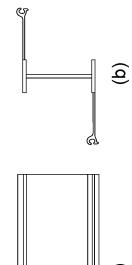
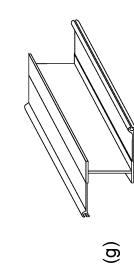
【図 2 1】



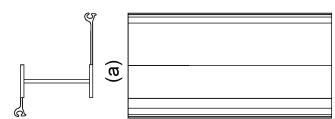
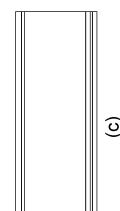
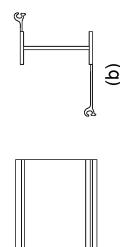
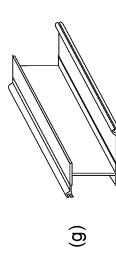
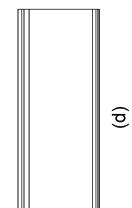
【図 2 2】



【図 2 3】



(f)



(f)



10

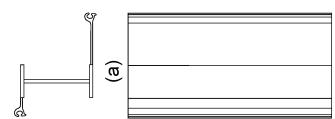
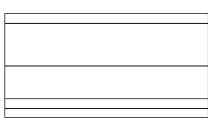
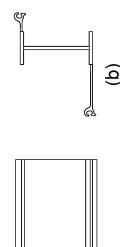
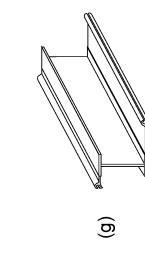
20

30

40

50

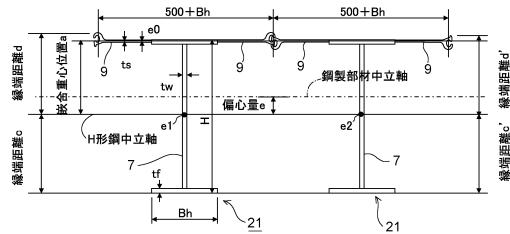
【図 2 4】



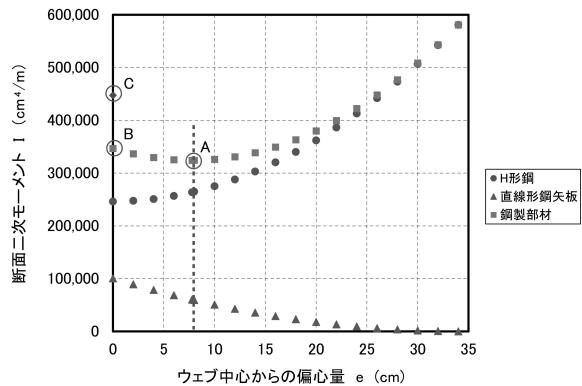
(e)



【図 2 5】

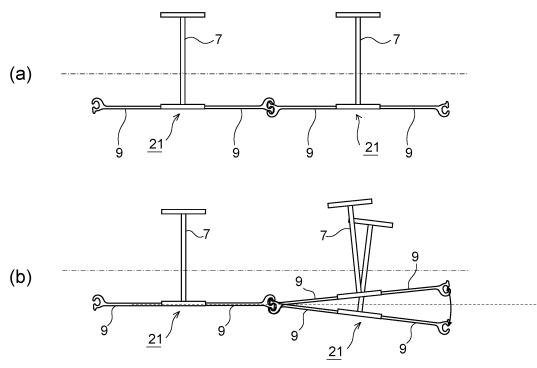


【図 2 6】

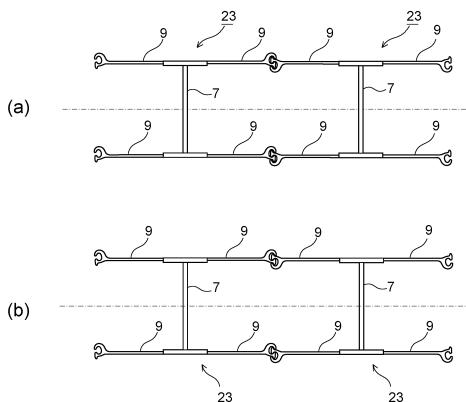


10

【図 2 7】

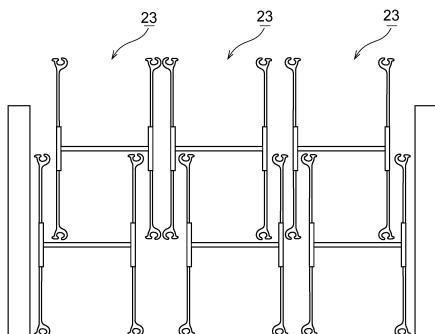


【図 2 8】

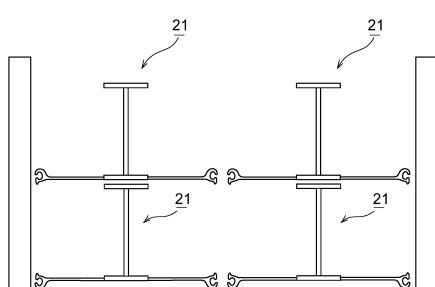


20

【図 2 9】



【図 3 0】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2017-096066 (JP, A)
 特開平02-066215 (JP, A)
 特開2002-070045 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

E 02 D 5 / 08