

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/125347 A1

(43) 国際公開日

2011年10月13日(13.10.2011)

PCT

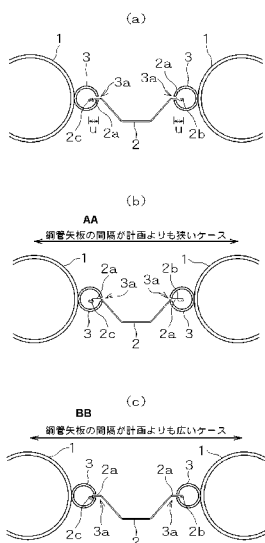
- (51) 国際特許分類:
E02B 3/06 (2006.01) E02D 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/050312
- (22) 国際出願日: 2011年1月12日(12.01.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-084944 2010年4月1日(01.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友金属工業株式会社(SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 乙志 和孝(OTSUSHI, Kazutaka) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 岡本 政信(OKAMOTO, Masanobu) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 佃 勝夫(TSUKUDA, Katsuo) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 久門 享(KUMON, Takashi); 〒1070052 東京都港区赤坂6丁目5番21号 シャトー赤坂102 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, 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 (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CONNECTED WALL STRUCTURE CONSISTING OF STEEL PIPE SHEET PILES AND STEEL SHEET PILE, AND METHOD OF CONSTRUCTING SAME

(54) 発明の名称: 鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造およびその構築方法

[図1]



AA CASE WHERE GAP BETWEEN STEEL PIPE SHEET PILES AND STEEL SHEET PILE IS NARROWER THAN PLANNED
BB CASE WHERE GAP BETWEEN STEEL PIPE SHEET PILES AND STEEL SHEET PILE IS WIDER THAN PLANNED

(57) Abstract: Provided are a connected wall structure consisting of steel pipe sheet piles and a steel sheet pile, and a method of constructing the same, such that there is formed a connected structure wherein a certain degree of construction errors can be allowed, with the result that constructability is excellent and construction cost can be reduced. In order that steel pipe sheet piles (1) which are installed by being driven, with a gap formed therebetween, will be connected together by a steel sheet pile (2) for the purpose of forming a connected wall structure, there are provided, on sides of the steel pipe sheet piles (1), connecting members (3) having slits (3a) which continue in the longitudinal direction. The ends of the sheet pile (2) are fitted into the slits (3a) from the longitudinal direction. Predetermined play (u) for absorbing construction errors between the steel pipe sheet piles (1) is provided in these connecting sections. Since spaces sufficient to absorb construction errors are provided in the connection sections for the steel pipe sheet piles (1) and the steel sheet pile (2), the ends of the steel sheet pile (2) can be easily fitted and installed even if the steel pipe sheet piles (1) undergo elongation or shrinkage due to driving.

(57) 要約: ある程度の施工誤差を許容できる連結構造とすることで、施工性に優れ、施工コストの低減が可能な合理的な鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造およびその構築方法を提供する。間隔をおいて打設された鋼管矢板1どうしを鋼矢板2で連結して連結壁構造とするにあたり、鋼管矢板1の側部に長手方向に連続するスリット3aを有する連結部材3を設け、鋼矢板2の端部をスリット部分3aに長手方向から嵌合する。この連結部に鋼管矢板1どうしの施工誤差を吸収するための所定の遊びuを設ける。鋼管矢板1と鋼矢板2の連結

部に、施工誤差を吸収できるだけの十分な空間を設けることで、鋼管矢板2の施工打ち延び、打ち縮みが生じたとしても、容易に鋼矢板2の端部を嵌合し設置することができる。

WO 2011/125347 A1

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：鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造およびその構築方法 技術分野

[0001] 本発明は、護岸や擁壁の土留め壁などに用いられる鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造およびその構築方法に関するものである。

背景技術

[0002] 護岸や擁壁といった土留め壁には、土圧や水圧によって土留め部材を曲げようとする力が作用し、その結果、土留め壁は力の作用方向へ曲げ変形が生じ、場合によっては滑動や転倒が生じることが危惧される。

[0003] 土留め壁の設計では、上述の滑動や転倒が生じないよう、十分な深度まで根入れを行い、壁の変形量を構造物に規定される許容値以下に抑えるため、十分な断面剛性を有する壁部材を適用し、経済性の観点から、これらを満たす範囲内で最適な部材、断面、長さを決定する。また、壁高や地盤条件、地震時の震度によっては、地盤への壁部材の貫入長さが長くなるため、十分に施工性に優れる部材であることが重要である。

[0004] 一般的に、土留め壁としては、図6に示すような、(a)自立式構造、(b)控え式構造、(c)切梁式構造があり、用途によって使い分けられている。特に、背面用地に制約があり、十分なスペースが確保できない場合などは、(a)の自立式構造が適用される。

[0005] 自立式構造には、一例として、例えば図7に示すようなハット形鋼矢板2が用いられるが、壁高が高い護岸・擁壁や、壁に許容される変形量が小さく、十分な壁剛性が必要な場合などには、図8に示すような鋼管に嵌合用の連結部材3が設けられた断面剛性に優れる鋼管矢板1が多く用いられている。

[0006] 鋼矢板および鋼管矢板は、地盤への貫入性にも優れ、施工方法も現場のニーズに合わせて種々存在する。例えば、急速施工が求められる場合には、バイブロハンマ工法などが用いられ、また、近隣に民家などが存在する都市部では、低振動・低騒音施工が可能な油圧圧入工法が適用できるなど施工性に

優れた壁部材である。

[0007] また、従来技術として、非特許文献 1（アルセロール・ミッタル社のカタログ）には、図 9 に示すような鋼管矢板 1 に設けた鉤状断面の継手部材 3 3 と Z 形鋼矢板（Z 形鋼矢板 3 2 を 2 枚連結して実質的に図 7 の鋼矢板と同様の形態としたもの）の継手 3 2 c を嵌合して壁構造とする技術が記載されている。

[0008] また、特許文献 1 には、鋼管矢板と直線矢板を用いた防波堤として、所定間隔をあけて設置した鋼管矢板間に、その鋼管矢板の下端部から海底地盤面と同じか、またはやや上方まで直線矢板を介設してなる防波堤が記載されている。

[0009] この他、特許文献 2 には、異形壁体構成部材の接続構造として、複数の鋼矢板を継手どうしを嵌合させてなる矢板壁どうし接続する交差位置の壁面にスリットを有する筒状継手を取り付け、他方の矢板壁の鋼矢板の端部を嵌合できるようにしたものが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献 1：特開平 0 2 - 2 1 3 5 0 8 号公報

特許文献 2：特許第 4 2 3 1 4 2 9 号公報

非特許文献

[0011] 非特許文献 1：“Steel Sheet Piling General Catalogue 2008”，ArcelorMittal，2008年，p. 34

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 上述した非特許文献 1 に記載された壁構造において、一般的には先に鋼管矢板が所定間隔をおいて打設され、その後、鋼管矢板どうしをつなぐ形で鋼矢板が打設される。

[0013] しかしながら、連結部の空間が狭いため、施工時に連結部を嵌合させるこ

とが難しく、これを行うためには、別途、位置合わせ用のテンプレートを設置し、厳密な管理の下、打設を行うなどが必要である。そのため、施工コストの増加や現場での作業手間の問題がある。

[0014] また、場合によっては、施工時の打ち延び、打ち縮みにより、部材を嵌合することができず、一旦、設置済みの部材を引き抜いた後に、再度打設しなければならないなど、大幅な施工コストアップや工期延長にもつながる恐れがある。

[0015] 一方、鋼管部材と鋼矢板を壁方向に交互に打設することも考えられるが、その場合も連結部の空間が狭いため打設手間がかかることや、部材ごとに打設機械の入れ替えが必要であるなど、施工手間がかかり施工コストが大きく増加するため非合理的である。

[0016] また、止水性を考えても、止水材を十分に充填する空間が設けられておらず、壁として止水機能を十分に発揮することが難しい。

[0017] 鋼管矢板と直線矢板をつなぐ構造である特許文献 1 記載の発明の場合も、非特許文献 1 記載の発明と同様の問題がある。

[0018] 本発明は、上述のような従来技術における課題の解決を図ったものであり、間隔をおいて打設された鋼管矢板どうしを鋼矢板で連結してなる鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造について、ある程度の施工誤差を許容できる連結構造とすることで、施工性に優れ、施工コストの低減が可能な合理的な鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造およびその構築方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0019] 本願の請求項 1 に係る発明は、間隔をおいて打設された鋼管矢板どうしを鋼矢板で連結してなる鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記鋼管矢板の側部に長手方向に連続するスリットを有する連結部材を設け、前記鋼矢板の端部を前記スリット部分に長手方向から嵌合することで、前記連結部材と鋼矢板の端部が連結されており、この連結部材と鋼矢板の端部との連結部に前記鋼管矢板どうしの施工誤差を吸収するための遊びを設けてあることを

特徴とするものである。

- [0020] 本発明は、原則的には先に所定間隔をおいて打設された鋼管矢板どうしの間に、後からこれらを連結する形で、鋼矢板を打設することを想定しており、その場合、鋼管矢板の打設装置あるいは打設方法と鋼矢板の打設装置あるいは打設方法が異なる場合でも、いちいち装置あるいは打設方法を変えなくても連続して施工を行うことができる。
- [0021] その上で、鋼矢板の端部を鋼管矢板に設けた連結部材のスリット部分に嵌合する際、所定の遊びが形成されていることで、打設した鋼管矢板どうしの間隔にある程度の施工誤差があっても、鋼矢板の設置位置を壁方向に調節可能で、スムーズに施工を行うことができる。
- [0022] すなわち、非特許文献 1 に記載された発明では特殊なテンプレートを用いて高い精度で施工しなければならず、施工が困難となり、最悪は施工不可となる場合があるのに対し、本発明ではそのような過度な施工管理が要求されず、施工性が改善され、工期の短縮、コストの低減が図れる。
- [0023] 請求項 2 は、請求項 1 に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記連結部材内に止水材が充填されていることを特徴とするものである。
- [0024] これは、壁構造に止水機能が必要とされる場合であり、連結部材と鋼矢板の端部の連結部分に、遊びとともに止水材を充填するのに十分な空間を確保しておくことで、壁構造に止水性を与えることができる。
- [0025] 請求項 3 は、請求項 1 または 2 に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記鋼矢板の端部に前記スリットからの抜け出しを防止するためのストッパー部材が設けられていることを特徴とするものである。
- [0026] ストッパー部材は、特に施工中に鋼矢板の端部が連結部材のスリットから抜け出して離脱してしまうのを防止する効果が大きい。
- [0027] 請求項 4 は、請求項 1、2 または 3 に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記連結部材は略円形であって、その外径 Φ (mm) と板厚 t (mm) との関係が式 (1) の関係を満たすことを特徴とするものである。

[数1]

$$70 + 2t \leq \Phi \leq 270 \dots (1)$$

[0028] 鋼矢板の両端部には爪部（継手）が普通は備わっているが、連結部材の内径が70mm以上（外径としては（70+2t）mm以上）であれば、過度な施工管理が要求されず、鋼矢板と容易に嵌合することができる。一方、継手部材の径が大きすぎると施工性に支障をきたす恐れがあるが、270mm以下であれば施工性が良好である。

[0029] 請求項5は、請求項4に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記連結部材の外径 Φ （mm）と板厚 t （mm）、さらに式（2）の条件を満たすことを特徴とするものである。

[数2]

$$\Phi \leq \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \dots (2)$$

Φ ：連結部材の外径、

t ：連結部材の板厚、

σ_y ：連結部材に用いる鋼材の降伏応力、

P_y ：鋼矢板が降伏に至る作用荷重、

b ：連結部材と鋼矢板とが嵌合されている長手方向の長さ

[0030] 鋼製壁の継手部材の形状がさらに式（2）を満たしていれば、材料コスト面でもより効率的である。

[0031] 請求項6は、請求項1～5に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記鋼矢板は、軸方向と直角な断面における両端部に平坦な区間を有する鋼矢板であることを特徴とするものである。

[0032] このような両端部に平坦な区間を有する鋼矢板の代表的なものとしては、図7に示したようなハット形鋼矢板などを用いることができる。

[0033] この場合、遊びを平坦部の幅に対応する間隔とすることで、その間隔に対応する施工誤差を許容することができる。

[0034] 請求項7は、請求項1～6に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において

、前記鋼矢板は、U形鋼矢板であることを特徴とするものである。

[0035] 両端部に平坦な区間がないU形鋼矢板の場合、連結部の遊びを利用してU形鋼矢板を壁構造の前後方向に変位させることで連結作業をスムーズに行うことができる。

[0036] 請求項8は、請求項1～7に係る鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記鋼矢板の連結位置を前記鋼管矢板の中立軸より偏芯させてあることを特徴とするものである。

[0037] これは、主として壁構造の壁面位置の調整のためであり、遊びによる施工性の向上は基本的には請求項1～7の場合と同様である。

[0038] 請求項9は、請求項1～8のいずれか一項に記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造の構築方法であって、先に前記鋼管矢板を所定間隔をおいて打設し、後から前記鋼矢板を前記鋼管矢板どうしを連結する形で打設することを特徴とするものである。

発明の効果

[0039] 本発明では、鋼管矢板と鋼矢板の連結部に施工誤差に応じた遊びを確保する構成としたことで、打設された鋼管矢板どうしの間隔にある程度の施工誤差が生じててもそのまま連結することができ、施工性に優れた鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造の構築が可能となる。

[0040] また、止水性が要求される場合には、遊びを設けた空間に止水材を充填することで容易に対処することができる。

[0041] 施工時の鋼矢板端部の抜け出しについては、鋼矢板の連結部に、ストッパ部材を設けることで、鋼管矢板の連結部から離脱することを防止することができる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の一実施形態における鋼管矢板と鋼矢板の連結部の構造を示したもので、(a)は施工誤差がない場合の平面図、(b)は鋼管矢板の項間隔が計画より狭くなった場合の平面図、(c)は鋼管矢板の項間隔が計画より広くなった場合の平面図である。

[図2] (a)、(b) はそれぞれ鋼管矢板に設けられる連結部材の例を示す平面図である。

[図3] (a) ~ (d) は鋼管矢板間を連結する鋼矢板を示した平面図であり、(a) はハット形鋼矢板の場合、(b) は直線形鋼矢板の場合、(c) はU形鋼矢板の場合、(d) はZ形鋼矢板の場合である。

[図4] (a) ~ (c) はそれぞれ鋼矢板端部の連結部にストッパー部材を設けた場合の例を示す平面図である。

[図5] (a)、(b) は鋼管矢板に対し鋼矢板を偏芯させて連結した場合の構造を示した平面図であり、(a) はハット形鋼矢板の場合、(b) は直線形鋼矢板の場合である。

[図6] (a) ~ (c) は従来一般的な土留め構造の例を示したものであり、(a) は自立式構造の断面図、(b) は控え式構造の断面図、(c) は切梁式構造の斜視図である。

[図7] 従来ハット形鋼矢板の形態を示した断面図である。

[図8] 従来鋼管矢板壁の一例を示す平面図である。

[図9] 従来鋼管矢板とZ形鋼矢板とからなる連結壁構造の一例（非特許文献1記載の構造）を示したもので、(a) は連結壁構造の平面図、(b) は鋼管矢板とZ形鋼矢板の継手部分の詳細を示す平面図である。

[図10] 図1の実施形態の連結部における応力分布の解析図である。

[図11] 連結部材の板厚 t を 11 mm に固定し、外径 Φ を 100 mm、125 mm、165.2 mm、200 mm とした場合の変形または挙動が生じる時の荷重 P と外径 Φ との関係を示したグラフである。

[図12] 本発明に係る連結部の構造を片持ち梁に置き換えてモデル化した図である。

[図13] 図12の片持ち梁モデルによる解析から求めた連結部材の板厚 t と連結部材の径 Φ の関係を示したグラフである。

[図14] 連結部材の外径を $\Phi = 200$ mm に固定し、板厚を 11 mm、14 mm、16 mm とした場合の継手部の FEM 解析結果による板厚 t と荷重 P の

関係を示したグラフである。

発明を実施するための形態

- [0043] 以下、本発明を添付した図面に基づいて説明する。なお、本発明は以下に示される実施形態に限定されるものではない。
- [0044] 図1は本発明の一実施形態における鋼管矢板と鋼矢板の連結部の構造を示したもので、(a)は施工誤差がない場合の平面図、(b)は鋼管矢板の項間隔が計画より狭くなった場合の平面図、(c)は鋼管矢板の項間隔が計画より広くなった場合の平面図である。
- [0045] 本発明の連結壁構造は、鋼管矢板1と鋼矢板2が連結される構造であって、その連結部に施工誤差を吸収するための空間を設けている。すなわち、間隔において打設された鋼管矢板1どうしを鋼矢板2で連結して連結壁構造とするにあたり、鋼管矢板1の側部に長手方向に連続するスリット3aを有する連結部材3を設け、鋼矢板2の端部をスリット部分3aに長手方向から嵌合することで、連結部材3と鋼矢板2の端部が連結され、この連結部材3と鋼矢板2の端部との連結部に鋼管矢板1どうしの施工誤差を吸収するための所定の遊び u を設けている。
- [0046] 鋼管矢板1と鋼矢板2の連結壁構造では、場合によっては、鋼管矢板1、鋼矢板2をそれぞれ別途の施工機械を準備し、壁構造を構築することになる。その場合、施工性を考慮して、鋼管矢板1を先に打設し、その後鋼矢板2を打設する場合や、その逆のケースが想定される。
- [0047] このとき、鋼管矢板1と鋼矢板2の連結部の空間が小さいと施工が困難であり、最悪の場合、打設時に連結部が競り合うことで損傷したり、打設不能となることが懸念される。
- [0048] そのため、図1に示すように、鋼管矢板1と鋼矢板2の連結部に許容される鋼管矢板1どうしの施工誤差に対応する空間を十分確保することで、施工性に優れた鋼管矢板1と鋼矢板2の連結壁構造の構築が可能となる。なお、この場合でも、高い施工精度で施工する目的でテンプレートを用いて位置合わせしながら施工してもよい。

- [0049] すなわち、鋼管矢板 1 と鋼矢板 2 の連結部に、施工誤差を吸収できるだけの十分な空間を設けることで、鋼管矢板 2 の施工打ち延び（図 1（b）参照）、打ち縮み（図 1（c）参照）が生じたとしても、容易に鋼矢板 2 の端部を嵌合し設置することが可能となる。
- [0050] 鋼管矢板 1 の連結部材は、例えば図 2 に示す鋼管にスリット 3 a が入った部材 3（図 2（a）参照）やアングル 4 3 を組み合わせ、間にスリット 4 3 a を形成した部材（図 2（b）参照）など、施工性の確保に十分な空間が確保されていれば良く、特に限定されない。
- [0051] また、鋼矢板も、図 3 に示すハット形鋼矢板 2（図 3（a）参照）、直線形鋼矢板 1 2（図 3（b）参照）、U 形鋼矢板 2 2（図 3（c）参照）、Z 形鋼矢板 3 2（図 3（d）参照）など、鋼管矢板の連結部材と嵌合可能であれば良く、特に形状は限定されない。
- [0052] このうち、図 3（a）に示した継手部 2 b、2 c 横のアーム部に平坦な区間（平坦部 2 a）を有するハット形状の鋼矢板 2 は、通常用いられる図 3（c）の U 形鋼矢板 2 2 に比べて、鋼管矢板施工時の打ち伸び、打ち縮みに対する遊び u の設定が容易で、施工性にも優れる。
- [0053] ここで、図 1 の構造（図 3（a）も同様）を例にとり、連結部材 3 の好適形状について説明する。
- [0054] 連結部材 3 の径が小さすぎると、鋼矢板 2 との嵌合が難しくなる。連結部材 3 の内径は 70 mm 以上であるのが好ましい。例えば、900 幅ハット形鋼矢板では両端部に長さ約 50 mm の継手部 2 b、2 c が備わっているが、連結部材 3 の内径が 70 mm 以上あれば、過度な施工管理が要求されず鋼矢板 2 と容易に嵌合することができる。一方、外径は、施工性の観点から 270 mm 以下であるのが好ましい。
- [0055] また、図 1 の壁体の耐力は、鋼矢板 2 の降伏または連結部材 3 の変形（図 10 参照）のいずれかで決定される。すなわち、一方が降伏又は変形する場合、もう一方は強度的に余裕があることになる。したがって、上記の降伏及び変形がほぼ同時に生じる条件（形状）が最も効率的であるといえる。この

ような条件を以下、計算例を用いつつ説明する。

[0056] 連結部材3の板厚 t を 11 mm に固定し、外径 Φ を 100 mm、125 mm、165.2 mm、200 mm としたときの、変形又は挙動が生じるときの荷重 P と外径 Φ との関係について数値解析により求めた結果を図 11 に示す。この解析例では、鋼材の降伏応力を一般鋼相当の $\sigma = 400 \text{ N/m}^2$ 、また、連結部材3と鋼矢板2とは長手方向（図 10 でいえば紙面と垂直方向）の全長（計算上、単位長さとしての 1 mm）で嵌合しているとして、バイリニア型のモデルを適用した。

[0057] 図 11 では、外径 Φ が 125 mm の前後で直線の勾配が変化している。これは、荷重 P に達したときの前記変形又は挙動が、外径 125 mm の前後で異なっていることを示し、具体的には $\Phi < 125 \text{ mm}$ では主として鋼矢板2が降伏し $\Phi > 125 \text{ mm}$ では主として連結部材3が変形していることを示す。

[0058] 次に、図 11 のような勾配変化点における連結部材3の外径 Φ と板厚 t との関係を求める。ここで、連結部の構造については、簡略化のため、図 12 のような片持ち梁（長さ L 、奥行き方向長さ b 、板厚 t ）の先端に荷重 P が加わったモデルを想定する。なお、長さ L は、厳密には、連結部材3と鋼管矢板1の鋼管本体とが固定されている箇所から、連結部材3のスリット3aに荷重が作用するまでの長さを示すが、ここでは簡略化のため、これが連結部材3の外径と同等であるとして検討を行った。

[0059] このモデルにおいて、梁の固定端に発生する曲げモーメント M 、梁の断面剛性 I 、梁に発生する応力 σ は、それぞれ式 (a) ~ (c) で表わされる。

[数3]

$$M = P \cdot L \quad \dots (a)$$

[数4]

$$I = \frac{b \cdot t^3}{12} \quad \dots (b)$$

[数5]

$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{P \cdot L}{b \cdot t^3} \cdot \frac{1}{2} \cdot t = \frac{6 \cdot P \cdot L}{b \cdot t^2} \quad \dots (c)$$

b : 奥行き方向長さ、

t : 梁（連結部材3）の板厚、

y : 中立軸から梁端までの距離 = t / 2

[0060] ここで、矢板が降伏に至る作用荷重を P_y とすると、矢板が降伏するとき片方の梁に作用する荷重は $P_y / 2$ である。ここで、前述の勾配変化点は、梁（連結部材）と矢板とが同時に変形／降伏する条件であり、すなわち、梁に荷重 $P_y / 2$ が作用したときに梁の応力が降伏応力 σ_y に達する条件である。そこで式（c）にこれらを代入して変形すると、

[数6]

$$L = \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (d)$$

となる。

[0061] さらに、上記の片持ち梁モデルから導出された式（d）から梁の長さ L を連結部材3の外径 Φ に置き換えて（すなわち、次の式（2）'）、この式を図1の構造に適用することの妥当性を検証する。

[数7]

$$\Phi = \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (2)'$$

Φ : 連結部材3の外径、

t : 連結部材3の板厚、

σ_y : 連結部材3に用いる鋼材の降伏応力、

P_y : 鋼矢板2が降伏に至る作用荷重、

b : 連結部材3と鋼矢板2とが嵌合されている長手方向の長さ

[0062] 図1-1における勾配変化点での作用荷重 P_y は、 $P_y = 0.125$ (kN/m

m)である。さらに、奥行き長さ b を $b = 1$ (mm)、連結部材に用いられる鋼材の降伏応力 σ_y は、前述の通り一般鋼を想定した $\sigma_y = 400$ (N/mm²) として、これらを式 (2)' に代入すると、

[数8]

$$\Phi = \frac{400 \times 1}{3 \times 125} \times t^2 = 1.07 \cdot t^2 \dots (2)'$$

の関係が得られる。式 (2)'' に $t = 11$ (mm) を代入すると $\Phi \doteq 129.5$ (mm) となり、FEM解析で得られた解である $\Phi = 125$ mm と非常によく一致している。(図13参照)

[0063] さらに別の検証として、連結部材3の外径を $\Phi = 200$ mm に固定し、板厚を 11 mm、14 mm、16 mm としたときの FEM 解析を行った。この結果を図14に示す。図14によれば、板厚 14 mm の前後で直線の勾配が変化している。一方、式 (2)'' によれば $\Phi = 200$ mm を代入したときの板厚 t は、 $t \doteq 13.7$ mm であり、この例でも FEM 解析から求まる勾配変化点と非常によく一致した。

[0064] 実際の鋼管矢板1は、連結部材3の加工時や取付時に、径やスリット幅或いは溶接等にある程度バラつきがあると考えられる。連結部材3の板厚 t を勾配変化点の板厚よりも同等か大きい構造、すなわち式 (2) を満たす構造とすることが好ましい。

[数9]

$$\Phi \leq \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \dots (2)$$

[0065] なお、鋼矢板部材の長さは、鋼管矢板1と同じ長さである必要はなく、鋼管矢板1より短くても良く、壁として背面土が流出しないように壁高さ以上の長さがあれば良い。

[0066] また、壁構造物に止水機能が期待される場合には、連結部に止水材を充填し止水処理を施すことが一般的に行われている。ここで、連結部の空間が狭い場合には、止水材の充填が困難なため十分に充填されず、止水機能が十分

に発揮されないことが危惧される。

- [0067] そのため、鋼管矢板 1 と鋼矢板 2 の連結部に止水材を充填するに十分なスペースが設けられる連結壁構造とすることで、十分な止水機能が期待できるとともに、止水処理に係る施工コストや手間を低減することができる。
- [0068] 止水処理としては、壁を設置後、連結部をウォータジェット工法などで掘削し、内部にモルタルや止水材を充填することがある。そのため、鋼管矢板と鋼矢板の連結部の空間としては、ウォータジェット工法による掘削が可能な広さであることが望ましい。
- [0069] 鋼管矢板 1 の連結部材 3 の一例としては、図 2 (a) に示したような、一般的に用いられる径 $\Phi 165.2$ mm の鋼管に約 30 mm のスリット 3 a が入った鋼管型連結部材があり、これを適用することで、鋼矢板 2 と連結した後でも、止水用の充填材を十分に充填することが可能となる。
- [0070] 鋼管矢板 1 と鋼矢板 2 の連結部に、十分な広さの空間を設けることで、打設性や止水処理の作業性は向上するが、広すぎると打設時に連結部が離脱してしまうことが懸念される。
- [0071] そこで、図 4 (a) ~ (c) に示すように、鋼矢板 2 の継手部 2 c (爪部) に、ストッパー部材 4 を設けることで、鋼管矢板 1 の連結部から離脱することを防止することができる。
- [0072] この時のストッパー部材 4 としては、丸鋼や異形棒鋼、平鋼などが考えられ、それ以外の部材でも良く、特に限定されない。また、ストッパー部材 4 は、鋼矢板 2 の長手方向全長にわたって設けられる必要はなく、離散配置とすることで、加工コストや部材設置時の鋼矢板 2 のひずみ発生量などを抑制することができる。
- [0073] 図 5 (a) は鋼管矢板 1 に対しハット形鋼矢板 2 を偏芯させて連結した場合を示したもので、鋼矢板 2 の位置を鋼管矢板 1 の中心軸より偏芯させ、壁としての面を揃えることで、壁前面に化粧パネルを設置する場合などに施工性が向上する。
- [0074] 図 5 (b) は同様に、鋼管矢板 1 に対し直線形鋼矢板 1 2 を偏芯させて連

結した場合を示したものである。

符号の説明

- [0075] 1…鋼管矢板、
2…鋼矢板（ハット形鋼矢板）、2 a…平坦部、2 b、2 c…継手部、
3…連結部材、3 a…スリット、
4…ストッパー部材、
1 2…直線形鋼矢板、1 2 b…継手部、
2 2…U形鋼矢板、2 2 b…継手部、
3 2…Z形鋼矢板、3 2 b、3 2 c…継手部、3 3…継手部材、
4 3…アングル、4 3 a…スリット、
u…遊び

請求の範囲

[請求項1] 間隔をおいて打設された鋼管矢板どうしを鋼矢板で連結してなる鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造において、前記鋼管矢板の側部に長手方向に連続するスリットを有する連結部材を設け、前記鋼矢板の端部を前記スリット部分に長手方向から嵌合することで、前記連結部材と鋼矢板の端部が連結されており、この連結部材と鋼矢板の端部との連結部に前記鋼管矢板どうしの施工誤差を吸収するための遊びを設けてあることを特徴とする鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[請求項2] 前記連結部材内に止水材が充填されていることを特徴とする請求項1記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[請求項3] 前記鋼矢板の端部に前記スリットからの抜け出しを防止するためのストッパー部材が設けられていることを特徴とする請求項1または2記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[請求項4] 前記連結部材は略円形であり、その外径 Φ (mm)と板厚 t (mm)との関係が式(1)の関係を満たすことを特徴とする請求項1、2または3記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[数1]

$$70 + 2t \leq \Phi \leq 270 \quad \dots (1)$$

[請求項5] 前記連結部材の外径 Φ (mm)と板厚 t (mm)、さらに式(2)の条件を満たすことを特徴とする請求項4記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[数2]

$$\Phi \leq \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (2)$$

Φ : 連結部材の外径、

t : 連結部材の板厚、

σ_y : 連結部材に用いる鋼材の降伏応力、

P_y : 鋼矢板が降伏に至る作用荷重、

b : 連結部材と鋼矢板とが嵌合されている長手方向の長さ

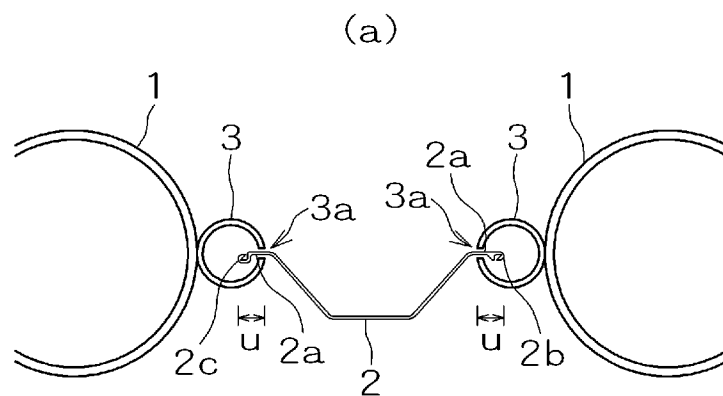
[請求項6] 前記鋼矢板は、軸方向と直角な断面における両端部に平坦な区間を有する鋼矢板であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[請求項7] 前記鋼矢板は、U形鋼矢板であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

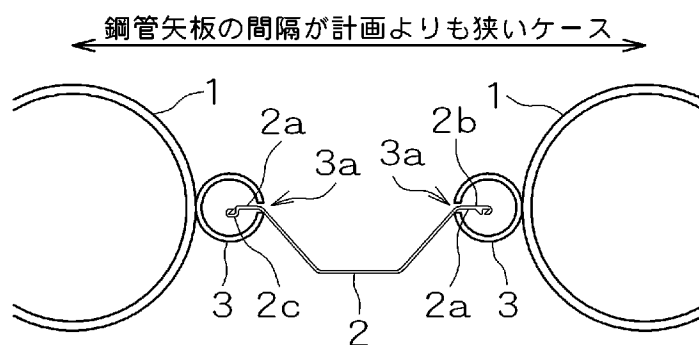
[請求項8] 前記鋼矢板の連結位置を前記鋼管矢板の中立軸より偏芯させてあることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか一項に記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造。

[請求項9] 請求項 1～8 のいずれか一項に記載の鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造の構築方法であって、先に前記鋼管矢板を所定間隔をおいて打設し、後から前記鋼矢板を前記鋼管矢板どうしを連結する形で打設することを特徴とする鋼管矢板と鋼矢板の連結壁構造の構築方法。

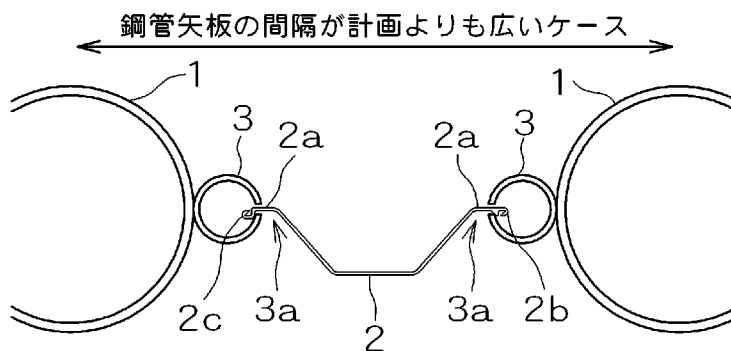
[図1]



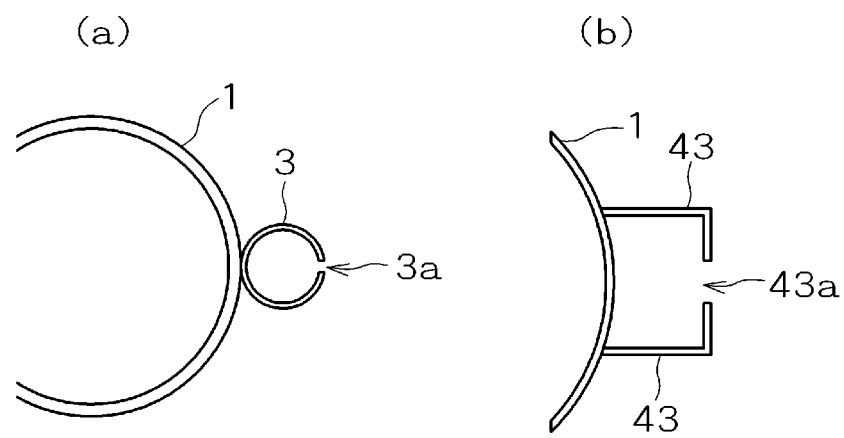
(b)



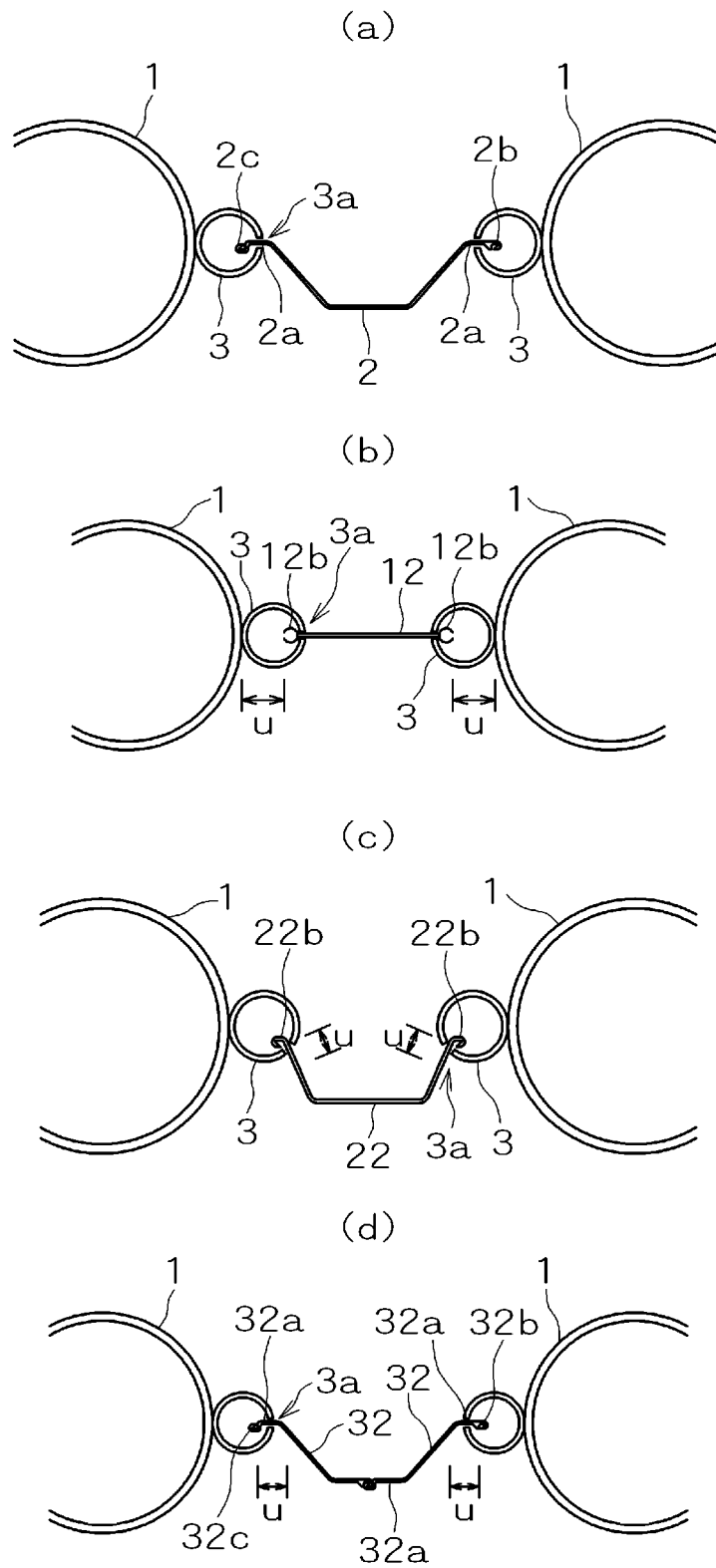
(c)



[図2]

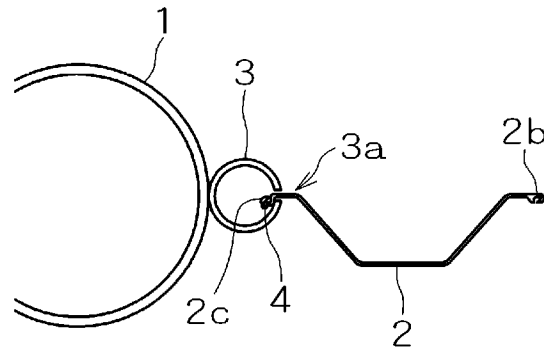


[図3]

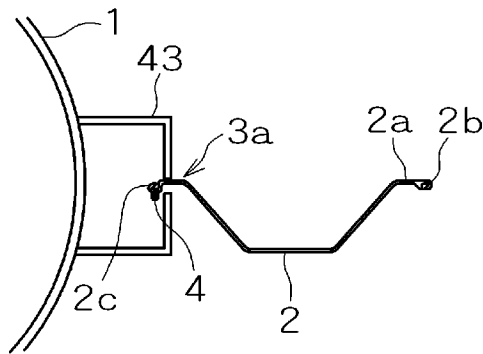


[図4]

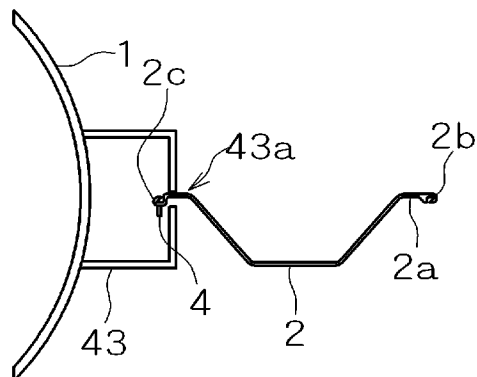
(a)



(b)

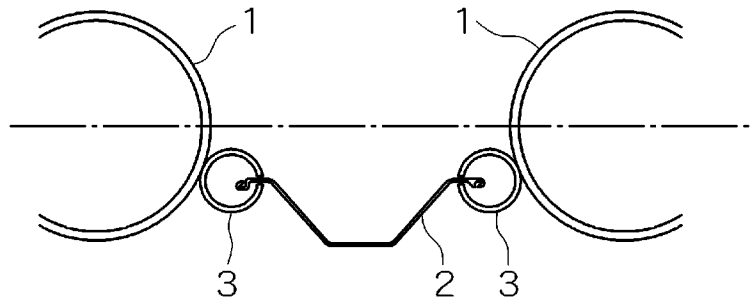


(c)

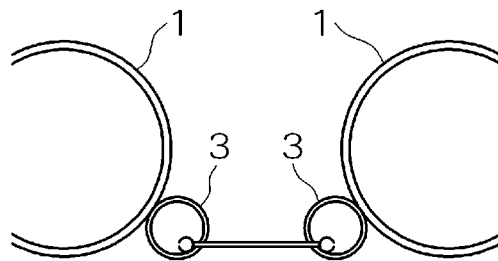


[図5]

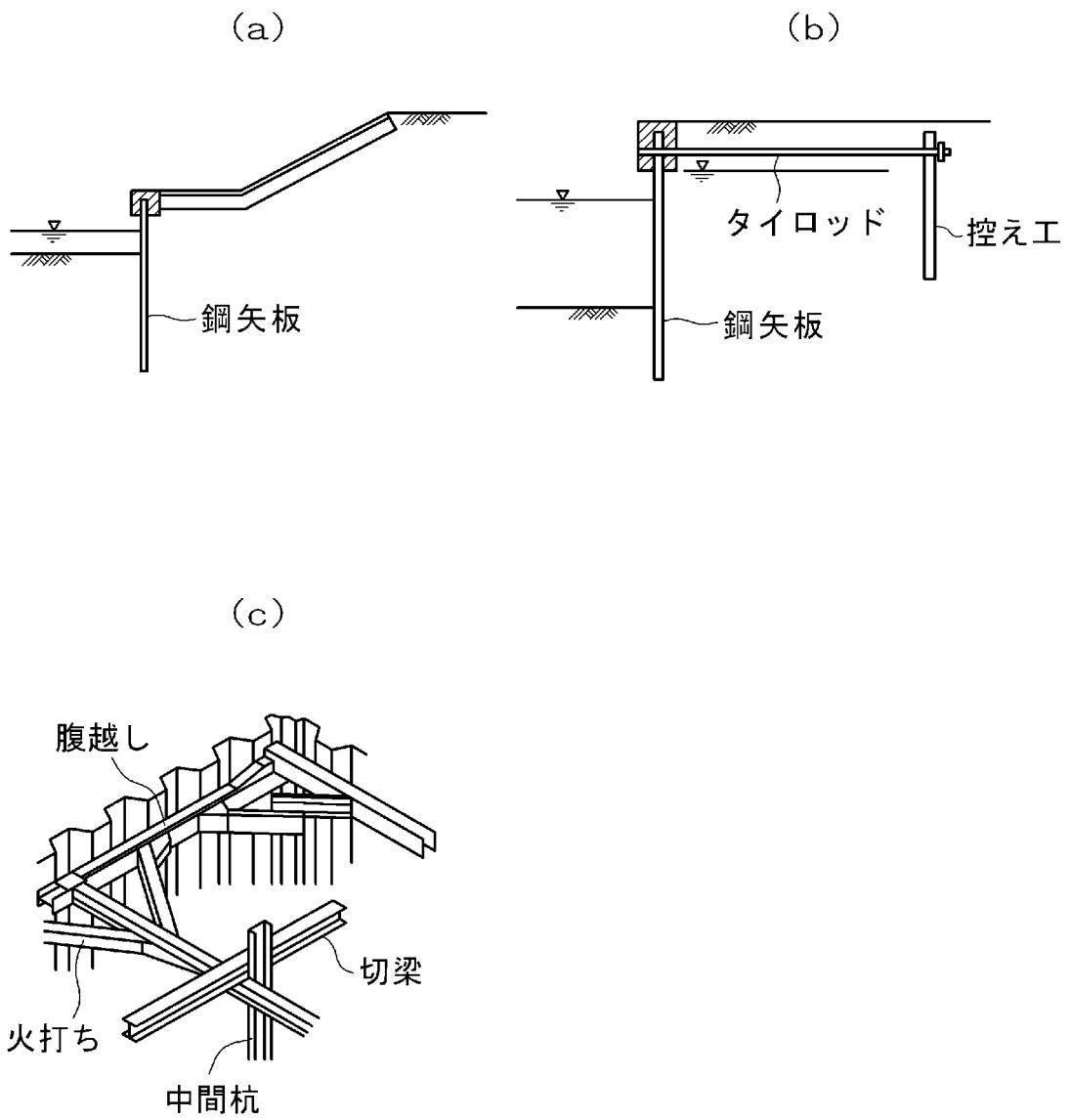
(a)



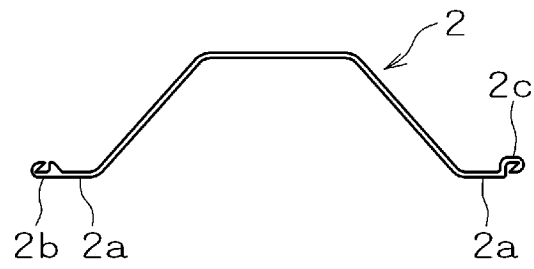
(b)



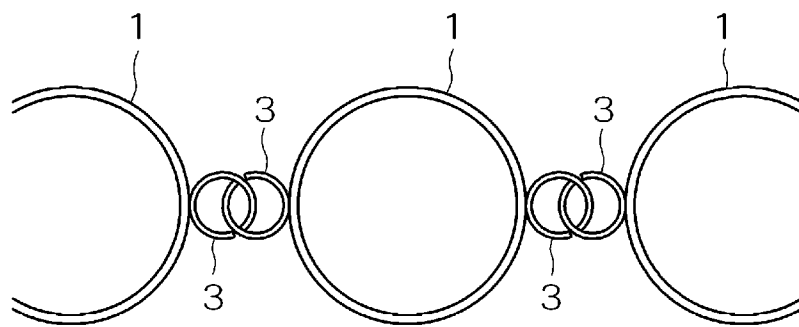
[図6]



[図7]

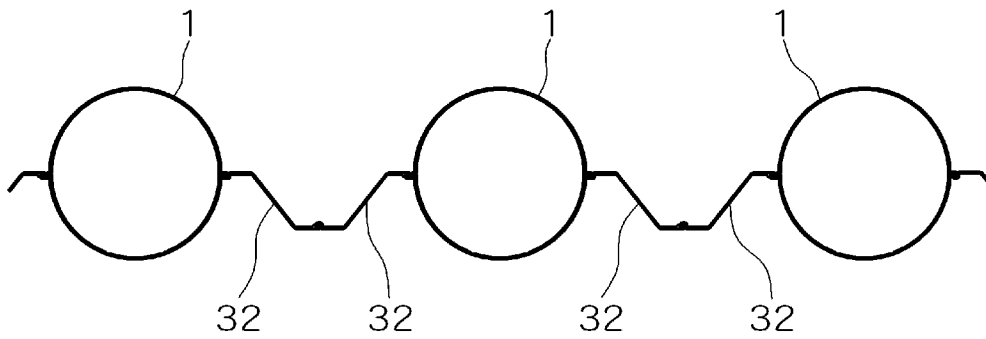


[図8]

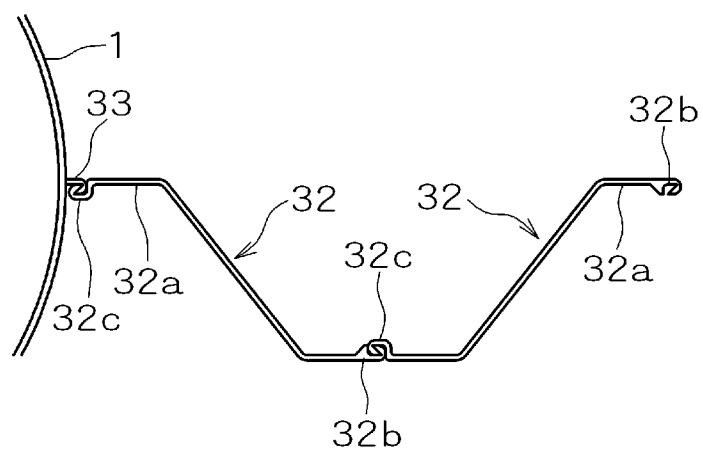


[図9]

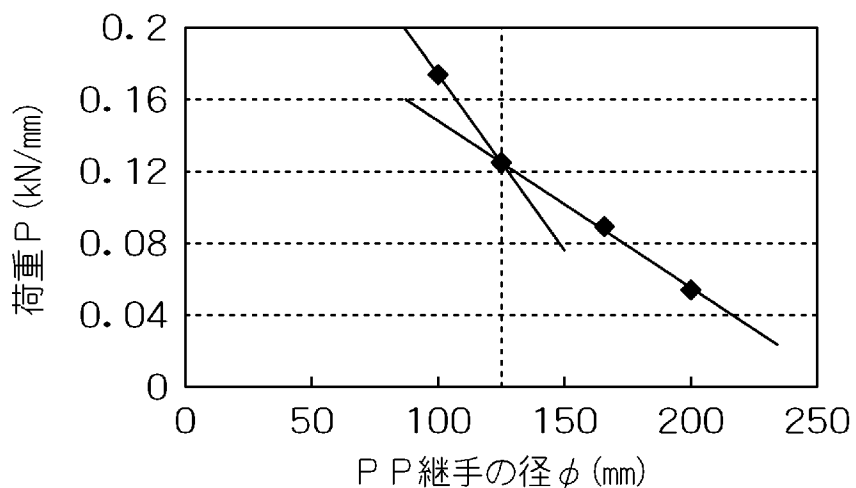
(a)



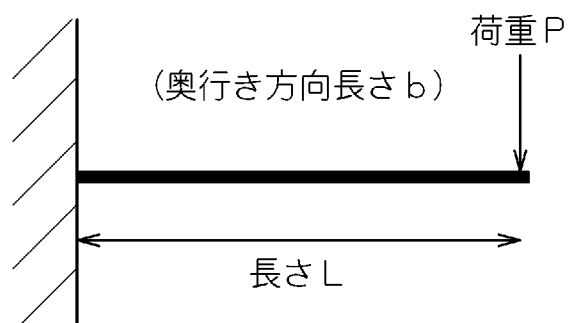
(b)



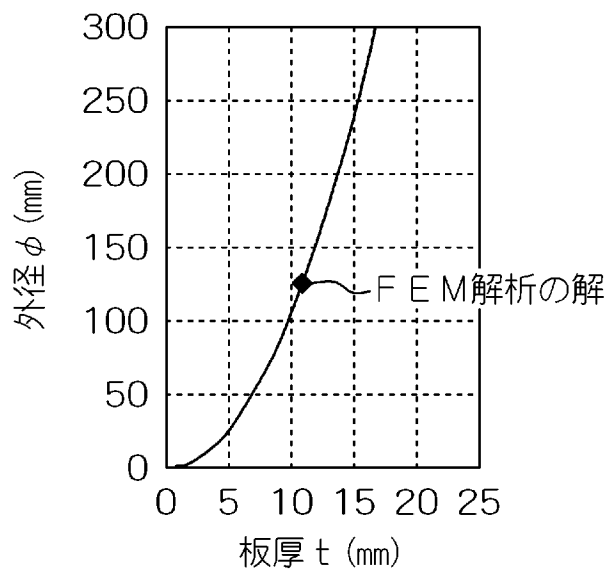
[図11]



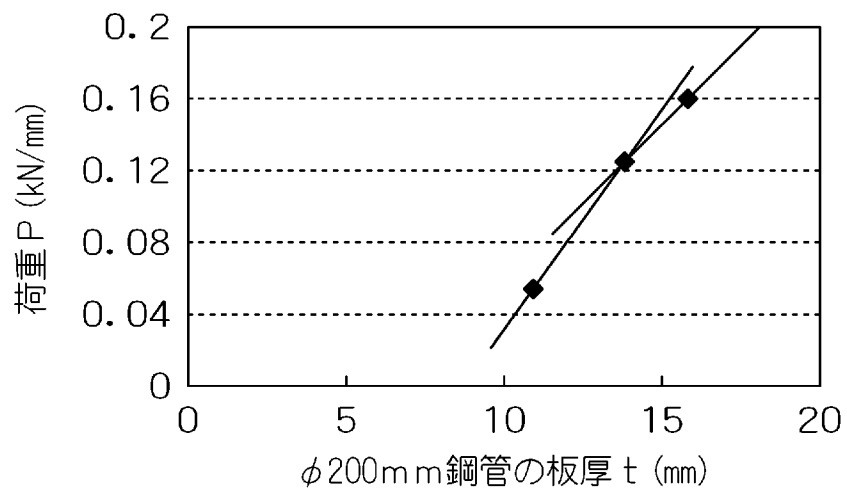
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02B3/06(2006.01) i, E02D5/08(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)

E02B3/06, E02D5/08

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 2000-136532 A (Nippon Steel Corp.), 16 May 2000 (16.05.2000), column 7, lines 2 to 8, 28 to 35; fig. 13, 17 (Family: none)	1-3 6-9
Y	JP 57-133919 A (Kajima Corp.), 18 August 1982 (18.08.1982), page 2, upper right column, line 19 to lower left column, line 19; fig. 1, 3, 4 (Family: none)	1-3 6-9

 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
08 April, 2011 (08.04.11)Date of mailing of the international search report
19 April, 2011 (19.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/050312

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 182733/1982 (Laid-open No. 89120/1984) (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 16 June 1984 (16.06.1984), fig. 1, 2 (Family: none)	8
A	JP 2-213508 A (Toa Corp.), 24 August 1990 (24.08.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 63-22915 A (Strabag Bau AG.), 30 January 1988 (30.01.1988), entire text; all drawings & 244851 A1 & DE 3615601 C1	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. E02B3/06(2006.01)i, E02D5/08(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 (IPC)) Int.Cl. E02B3/06, E02D5/08		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011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 2000-136532 A (新日本製鐵株式会社) 2000.05.16, 第7欄第2-8, 28-35行, 第13, 17図 (ファミリーなし)	1-3 6-9
Y	JP 57-133919 A (鹿島建設株式会社) 1982.08.18, 第2頁右上欄第19行-左下欄第19行, 第1, 3, 4図 (ファミリーなし)	1-3 6-9
A	日本国実用新案登録出願57-182733号(日本国実用新案登録出願公開59-89120号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (住友金属工業株式会社) 1984.06.16, 第1, 2図	8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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 08.04.2011	国際調査報告の発送日 19.04.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 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) 西田 秀彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3241	2D 9126

C (続き) . 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
	(ファミリーなし)	
A	JP 2-213508 A (東亜建設工業株式会社) 1990. 08. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 63-22915 A (シュトラバーク・パワーアクチエンゲゼルシャフト) 1988. 01. 30, 全文, 全図 & 244851 A1 & DE 3615601 C1	1-9