



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102713074 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201180005274. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 01. 12

E02B 3/06(2006. 01)

E02D 5/08(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-084944 2010. 04. 01 JP

(56) 对比文件

JP 2002129550 A, 2002. 05. 09,

CN 201428137 Y, 2010. 03. 24,

GB 190914951 A, 1910. 01. 27,

JP 2000136532 A, 2000. 05. 16,

CN 1837512 A, 2006. 09. 27,

CN 2275119 Y, 1998. 02. 25,

JP 2002129550 A, 2002. 05. 09,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/050312 2011. 01. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/125347 JA 2011. 10. 13

(73) 专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

审查员 单兴兴

(72) 发明人 乙志和孝 冈本政信 佃胜夫

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

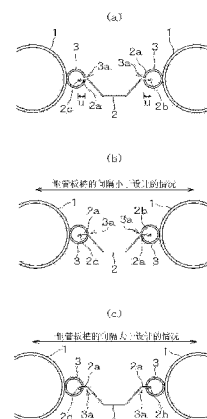
权利要求书1页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

钢管板桩与钢板桩的连结壁结构及其构筑方法

(57) 摘要

本发明通过形成能够允许一定程度的施工误差的连结结构,从而提供一种施工性优异且能够降低施工成本的、合理的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构及其构筑方法。在由钢板桩(2)将隔开间隔地被进行了打桩的钢管板桩(1)彼此连结以形成连结壁结构时,在钢管板桩(1)的侧部设置具有在长度方向上连续的狭缝(3a)的连结构件(3)并从长度方向将钢板桩(2)的端部嵌合于狭缝(3a)部分。在该连结部设有用于吸收钢管板桩(1)彼此的施工误差的规定的游隙(u)。通过在钢管板桩(1)与钢板桩(2)的连结部设置能够吸收施工误差的充分的空间,从而即使钢管板桩(2)由于施工而产生打桩延长、打桩收缩,也能够容易地对钢板桩(2)的端部进行嵌合和设置。



CN 102713074 B

1. 一种钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其是由钢板桩将隔开间隔地被进行了打桩的钢管板桩彼此连结而成的,其特征在于,

通过在上述钢管板桩的侧部设置具有在长度方向上连续的狭缝的连结构件并从长度方向将上述钢板桩的端部嵌合于上述狭缝部分,从而使上述连结构件与钢板桩的端部连结,在该连结构件与钢板桩的端部的连结部设有用于吸收上述钢管板桩彼此的施工误差的游隙,并且,上述连结构件是大致圆形,其外径  $\Phi$  (mm) 与板厚  $t$  (mm) 之间的关系满足式 (1) 的关系,

式 1

$$70+21 \leq \Phi \leq 270 \dots (1)$$

上述连结构件的外径  $\Phi$  (mm) 与板厚  $t$  (mm) 还满足式 (2) 的条件,

式 2

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

其中,  $\Phi$  是连结构件的外径,  $t$  是连结构件的板厚,  $\sigma_y$  是连结构件所用的钢材的屈服应力,  $P_y$  是使钢板桩达到屈服的作用载荷,  $b$  是连结构件与钢板桩相嵌合的长度方向的长度。

2. 根据权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,

上述连结构件内填充有止水材料。

3. 根据权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,

在上述钢板桩的端部设有用于防止上述钢板桩的端部从上述狭缝脱出的止挡构件。

4. 根据权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,

上述钢板桩是在与轴向呈直角的截面中的两端部具有平坦的区间的钢板桩。

5. 根据权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,

上述钢板桩为 U 形钢板桩。

6. 根据权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,

使上述钢板桩的连结位置从上述钢管板桩的中性轴偏心。

7. 一种钢管板桩与钢板桩的连结壁结构的构筑方法,其是权利要求 1 所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构的构筑方法,其特征在于,

首先隔开规定间隔来对上述钢管板桩进行打桩,之后,以使上述钢管板桩彼此连结的形式对上述钢板桩进行打桩。

## 钢管板桩与钢板桩的连结壁结构及其构筑方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于防波堤、挡土墙这样的挡土壁等的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构及其构筑方法。

### 背景技术

[0002] 在防波堤、挡土墙这样的挡土壁中,由于土压力、水压力而作用有欲使挡土构件弯曲的力,其结果,挡土壁向力的作用方向产生弯曲变形,根据不同的情况,会担心产生滑动、倒塌。

[0003] 在挡土壁的设计中,为了不产生上述的滑动、倒塌而埋没到足够的深度,并且,为了将壁的变形量抑制到构造物所规定的允许值以下而应用具有充分的截面刚性的壁构件,从经济性的观点出发,在满足上述条件的范围内来决定最适合的构件、截面、长度。并且,由于壁高、地基条件、地震时的震度的不同会导致壁构件贯入地基的长度变长,因此,构件的充分优异的施工性很重要。

[0004] 通常,作为挡土壁,具有如图 6 所示那样的、(a)自立式结构(日文:自立式構造:重力式挡土墙结构)、(b)锚定式(日文:控え式)结构、(c)水平撑式(日文:切梁式)结构,根据用途而分开使用。特别是,在背面用地受到限制而不能确保充分的空间的情况下等,应用(a)的自立式结构。

[0005] 在自立式结构中,作为一例,例如使用如图 7 所示那样的帽(hat)形钢板桩 2,但是,在具有较高壁高的防波堤、挡土墙且壁所允许的变形量较小而需要充分的壁刚性的情况下等,大多使用如图 8 所示那样的在钢管上设置有嵌合用的连结构件 3 而成的、截面刚性优异的钢管板桩 1。

[0006] 钢板桩和钢管板桩具有优异的向地基贯入的贯入性,且与现场的需要相对应地存在各种施工方法。例如,在要求高速施工的情况下,使用振动打桩(vibratory hammer)方法等,并且,在附近存在民房等的城市区域,钢板桩和钢管板桩是能够应用可进行低振动、低噪音施工的液压压入方法等的、施工性优异的壁构件。

[0007] 并且,作为以往技术,在非专利文献 1(アルセロール・ミッタル公司的商品目录)中,记载有如下技术:将如图 9 所示那样的在钢管板桩 1 上设置的钩状截面的接头构件 33 与 Z 形钢板桩(将两张 Z 形钢板桩 32 连结起来而实质上形成为与图 7 的钢板桩相同的形态的钢板桩)的接头 32c 嵌合而形成壁结构。

[0008] 并且,在专利文献 1 中,作为使用了钢管板桩与直线板桩而成的防波堤,记载有通过以下方式而构成的防波堤,即,在隔开规定间隔而设置的钢管板桩之间,将直线板桩夹设在从该钢管板桩的下端部到与海底地基面相同或略上方的位置。

[0009] 另外,在专利文献 2 中,作为异型壁体结构构件的连结结构,记载有如下的连结结构:将具有狭缝的筒状接头安装于板桩壁彼此连接的交叉位置的壁面,该板桩壁是通过将多个钢板桩以接头彼此嵌合的方式形成的,使另一个板桩壁的钢板桩的端部能够嵌合于该筒状接头的狭缝。

[0010] 专利文献 1:日本特开平 02-213508 号公报

[0011] 专利文献 2:日本专利第 4231429 号公报

[0012] 非专利文献 1:“Steel Sheet Piling General Catalogue2008”,ArcelorMittal, 2008 年, p. 34。

[0013] 在上述非专利文献 1 所述的壁结构中,通常,首先隔开规定间隔来对钢管板桩进行打桩,之后,以使钢管板桩彼此连结的形式对钢板桩进行打桩。

[0014] 但是,由于连结部的空间狭小,施工时难以使连结部嵌合,为了进行连结部的嵌合,需要另行设置对位用的模板并在严密的管理的基础上进行打桩等。因此,存在施工成本的增加、花费现场的作业劳力和时间的问题。

[0015] 并且,由于情况的不同,由于施工时的打桩延长(elongation due to driving)、打桩收缩(shrinkage due to driving)而不能嵌合构件,而不得不在暂时拔出已设置的构件后,再次进行打桩等,因而,有可能导致大幅的施工成本的上升、工期延长。

[0016] 另一方面,也考虑沿壁方向交替地对钢管构件与钢板桩进行打桩,但是,该情况下,也由于连结部的空间狭小而消耗打桩劳力和时间、每个构件需要进行打桩机械的更换等,由此导致消耗施工劳力和时间且施工成本较大地增加的情况,故此不合理。

[0017] 并且,考虑到止水性,由于没有设置用于充分地填充止水材料的空间,因而,作为壁也难以发挥充分的止水功能。

[0018] 在将钢管板桩与直线板桩连结的结构即专利文献 1 所述的发明中,也存在与非专利文献 1 所述的发明相同的问题。

## 发明内容

[0019] 本发明谋求解决上述那样的以往技术中的问题,其目的在于通过将由钢板桩将隔开间隔地进行打桩的钢管板桩彼此连结而成的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构设成能够允许一定程度的施工误差的连结结构,从而提供一种施工性优异且能够降低施工成本的、合理的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构及其构筑方法。

[0020] 本申请的技术方案 1 的发明是一种钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其是由钢板桩将隔开间隔地被进行了打桩的钢管板桩彼此连结而成的,其特征在于,通过在上述钢管板桩的侧部设置具有在长度方向上连续的狭缝的连结构件并从长度方向将上述钢板桩的端部嵌合于上述狭缝部分,从而使上述连结构件与钢板桩的端部连结,在该连结构件与钢板桩的端部的连结部设有用于吸收上述钢管板桩彼此的施工误差的游隙。

[0021] 原则上,本发明设想首先隔开规定间隔来对钢管板桩进行打桩,之后,以使钢管板桩彼此连结的形式将钢板桩打桩于钢管板桩彼此之间,该情况下,即使存在钢管板桩的打桩装置或打桩方法与钢板桩的打桩装置或打桩方法不同的情况,也能够在不逐一改变装置或打桩方法的情况下连续地进行施工。

[0022] 在此基础上,在将钢板桩的端部嵌合于设置于钢管板桩的连结构件的狭缝部分时,由于已经形成有规定的游隙,因而,即使在打桩的钢管板桩彼此的间隔中具有一定程度的施工误差,也能够沿壁方向调整钢板桩的设置位置,并能够顺利地进行施工。

[0023] 即,在非专利文献 1 所述的发明中,不得不使用特殊的模板而以较高精度进行施工,施工变得困难,最坏是存在不能施工的情况,相对于此,在本发明中,不要求那样过度的

施工管理,能够改善施工性,并能够谋求工期的缩短、成本的降低。

[0024] 技术方案 2 是根据技术方案 1 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,上述连结构件内填充有止水材料。

[0025] 这是在壁结构中需要止水功能的情况,在连结构件与钢板桩的端部的连结部分预先确保设置游隙和填充止水材料所需的充分的空间,从而能够对壁结构赋予止水性。

[0026] 技术方案 3 是根据技术方案 1 或 2 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,在上述钢板桩的端部设有用于防止上述钢板桩的端部从上述狭缝脱出的止挡构件。

[0027] 特别是,在施工中,止挡构件具有较大的用于防止钢板桩的端部从连结构件的狭缝脱出而脱离的效果。

[0028] 技术方案 4 是根据技术方案 1、2 或 3 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,上述连结构件是大致圆形,其外径  $\Phi$  (mm) 与板厚  $t$  (mm) 之间的关系满足式(1)的关系。

[0029] 式 1

$$[0030] \quad 70+2t \leq \Phi \leq 270 \dots (1)$$

[0031] 通常在钢板桩的两端部具有爪部(接头),但是,若连结构件的内径为 70mm 以上(外径为  $(70+2t)$  mm 以上),则不要求过度的施工管理就能够容易与钢板桩相嵌合。另一方面,在接头构件的直径过大时,有可能对施工性产生妨碍,但是,若接头构件的直径为 270mm 以下,则施工性良好。

[0032] 技术方案 5 是根据技术方案 4 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,上述连结构件的外径  $\Phi$  (mm) 与板厚  $t$  (mm) 还满足式(2)的条件。

[0033] 式 2

$$[0034] \quad \Phi \leq \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \dots (2)$$

[0035] 其中,  $\Phi$  是连结构件的外径,

[0036]  $t$  是连结构件的板厚,

[0037]  $\sigma_y$  是连结构件所用的钢材的屈服应力,

[0038]  $P_y$  是使钢板桩达到屈服的作用载荷,

[0039]  $b$  是连结构件与钢板桩相嵌合的长度方向的长度。

[0040] 若钢制壁的接头构件的形状还满足式(2),则更有效地降低材料成本

[0041] 技术方案 6 是根据技术方案 1 至 5 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,上述钢板桩是在与轴向呈直角的截面中的两端部具有平坦的区间的钢板桩。

[0042] 作为这种在两端部具有平坦的区间的钢板桩的代表,能够使用图 7 所示那样的帽形钢板桩等。

[0043] 在该情况下,通过将游隙设为与平坦部的宽度相对应的间隔,从而能够允许与该间隔相对应的施工误差。

[0044] 技术方案 7 是根据技术方案 1 至 6 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在于,上述钢板桩为 U 形钢板桩。

[0045] 在两端部不具有平坦的区间的 U 形钢板桩的情况下,通过利用连结部的游隙来使 U 形钢板桩沿壁结构的前后方向位移,从而能够顺利地进行连结作业。

[0046] 技术方案 8 是根据技术方案 1 至 7 的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构,其特征在在于,使上述钢板桩的连结位置从上述钢管板桩的中性轴偏心。

[0047] 这主要是为了进行壁结构的壁面位置的调整,利用游隙来提高施工性的效果基本上与技术方案 1 至 7 的情况相同。

[0048] 技术方案 9 是技术方案 1 至 8 中任一项所述的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构的构筑方法,其特征在在于,首先隔开规定间隔来对上述钢管板桩进行打桩,之后,以使上述钢管板桩彼此连结的形式对上述钢板桩进行打桩。

[0049] 在本发明中,通过形成用于在钢管板桩与钢板桩的连结部确保与施工误差相对应的游隙的结构,从而即使在打桩的钢管板桩彼此的间隔中产生一定程度的施工误差,也能够直接进行连结,能够构筑施工性优异的钢管板桩与钢板桩的连结壁结构。

[0050] 并且,在要求止水性的情况下,通过向设有游隙的空间填充止水材料,从而能够容易地进行应对。

[0051] 对于施工时的钢板桩端部的脱出,通过在钢板桩的连结部设置止挡构件,从而能够防止钢板桩端部从钢管板桩的连结部脱离。

## 附图说明

[0052] 图 1 表示本发明的一实施方式的钢管板桩与钢板桩的连结部的结构,其中,图 1 的(a)是没有施工误差的情况下的俯视图,图 1 的(b)是钢管板桩的间隔小于设计的情况下的俯视图,图 1 的(c)是钢管板桩的间隔大于设计的情况下的俯视图。

[0053] 图 2 的(a)、图 2 的(b)是分别表示设置于钢管板桩的连结构件的例子俯视图。

[0054] 图 3 的(a)~图 3 的(d)是表示用于连结钢管板桩之间的钢板桩的俯视图,其中,图 3 的(a)是帽形钢板桩的情况,图 3 的(b)是直线形钢板桩的情况,图 3 的(c)是 U 形钢板桩的情况,图 3 的(d)是 Z 形钢板桩的情况。

[0055] 图 4 的(a)~图 4 的(c)是分别表示在钢板桩端部的连结部设置有止挡构件的情况下的例子俯视图。

[0056] 图 5 的(a)、图 5 的(b)表示使钢板桩相对于钢管板桩偏心并连结于钢管板桩的情况下的结构的俯视图,其中,图 5 的(a)是帽形钢板桩的情况,图 5 的(b)是直线形钢板桩的情况。

[0057] 图 6 的(a)~图 6 的(c)表示以往的通常的挡土结构的例子,其中,图 6 的(a)是自立式结构的剖视图,图 6 的(b)是锚定式结构的剖视图,图 6 的(c)是水平撑结构的立体图。

[0058] 图 7 是表示以往的帽形钢板桩的形态的剖视图。

[0059] 图 8 是表示以往的钢管板桩壁的一例的俯视图。

[0060] 图 9 表示由以往的钢管板桩与 Z 形钢板桩构成的连结壁结构的一例(非专利文献 1 所述的结构),其中,图 9 的(a)是连结壁结构的俯视图,图 9 的(b)是详细表示钢管板桩与 Z 形钢板桩的接头部分的俯视图。

[0061] 图 10 是图 1 的实施方式的连结部中的应力分布的分析图。

[0062] 图 11 是对将连结构件的板厚  $t$  固定为 11mm 并将外径  $\Phi$  设为 100mm、125mm、165.2mm、200mm 的情况下的、产生变形或运动时的载荷  $P$  与外径  $\Phi$  的关系进行数值分析而

表示的图形。

[0063] 图 12 是将本发明的连结部的结构替换为悬臂梁并进行模型化而成的图。

[0064] 图 13 是表示利用图 12 的悬臂梁模型进行分析而求出的连结构件的板厚  $t$  与连结构件的直径  $\Phi$  的关系的图形。

[0065] 图 14 是表示将连结构件的外径  $\Phi$  固定为 200mm 并将板厚设为 11mm、14mm、16mm 的情况下的、由接头部的 FEM 分析结果得出的板厚  $t$  与载荷  $P$  的关系的图形。

### 具体实施方式

[0066] 以下,根据附图说明本发明。另外,本发明并不限于以下所示的实施方式。

[0067] 图 1 表示本发明的一实施方式的钢管板桩与钢板桩的连结部的结构,其中,图 1 的(a)是没有施工误差的情况下的俯视图,图 1 的(b)是钢管板桩的间隔小于设计的情况下的俯视图,图 1 的(c)是钢管板桩的间隔大于设计的情况下的俯视图。

[0068] 本发明的连结壁结构是用于将钢管板桩 1 与钢板桩 2 连结起来的结构,在其连结部设有用于吸收施工误差的空间。即,在由钢板桩 2 将隔开间隔地进行打桩的钢管板桩 1 彼此连结而形成连结壁结构时,通过在钢管板桩 1 的侧部设置具有在长度方向上连续的狭缝 3a 的连结构件 3 并从长度方向将钢板桩 2 的端部嵌合于狭缝 3a 部分,从而使连结构件 3 与钢板桩 2 的端部连结,在该连结构件 3 与钢板桩 2 的端部的连结部设有用于吸收钢管板桩 1 彼此的施工误差的游隙  $u$ 。

[0069] 在钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结壁结构中,在不同的情况下,针对钢管板桩 1、钢板桩 2 准备分别不同的施工机械来构筑壁结构。该情况下,考虑施工性而设想以下情况,即,首先对钢管板桩 1 进行打桩,之后对钢板桩 2 进行打桩,或者,首先对钢板桩 2 进行打桩,之后对钢管板桩 1 进行打桩。

[0070] 此时,若钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结部的空间较小,则施工变得困难,在最坏的情况下,会担心打桩时由于连结部相互干涉而发生损伤或不能打桩。

[0071] 因此,如图 1 所示,通过在钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结部充分地确保与所允许的钢管板桩 1 彼此的施工误差相对应的空间,能够构筑施工性优异的钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结壁结构。另外,在该情况下,出于以较高的施工精度进行施工的目的,也可以一边使用模板来进行对位,一边进行施工。

[0072] 即,通过在钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结部设置能够吸收施工误差的充分的空间,从而即使产生钢板桩 2 的施工打桩延长(参照图 1 的(b))、打桩收缩(参照图 1 的(c)),也能够容易地对钢板桩 2 的端部进行嵌合和设置。

[0073] 对于钢管板桩 1 的连结构件,其并不受特别的限定,只要是为了确保施工性而能够确保充分的空间的构件即可,其例如是将在如图 2 所示的钢管中设有狭缝 3a 的构件 3(参照图 2 的(a))、组合角钢 43 并在角钢 43 之间形成有狭缝 43a 的构件(参照图 2 的(b))等。

[0074] 并且,对于钢板桩,其形状也不受特别限定,只要能够与钢管板桩的连结构件嵌合即可,其例如是图 3 所示的帽形钢板桩 2(参照图 3 的(a))、直线形钢板桩 12(参照图 3 的(b))、U 形钢板桩 22(参照图 3 的(c))、Z 形钢板桩 32(参照图 3 的(d))等。

[0075] 其中,对于图 3 的(a)所示的、在接头部 2b、2c 的横向的臂部具有平坦的区间(平坦部 2a)的帽形状的钢板桩 2,其与通常使用的图 3 的(c)的 U 形钢板桩 22 相比,容易对与

钢管板桩施工时的打桩延长、打桩收缩相对应的游隙  $u$  进行设定,施工性也优异。

[0076] 此处,以图 1 的结构(图 3 的(a)也相同)为例,说明连结构件 3 的优选形状。

[0077] 当连结构件 3 的直径过小时,其与钢板桩 2 的嵌合变得困难。连结构件 3 的内径优选为 70mm 以上。例如,在宽度为 900mm 的帽形钢板桩中,两端部具有长度大约为 50mm 的接头部 2b、2c,若连结构件 3 的内径为 70mm 以上,则不需要过度的施工管理就能够容易地与钢板桩相嵌合。另一方面,从施工性的观点出发,连结构件 3 的外径优选为 270mm 以下。

[0078] 并且,图 1 的壁体的承载能力由钢板桩 2 的屈服或连结构件 3 的变形(参照图 10)中的任何一个决定。即,在一个发生屈服或变形的情况下,另一个在强度上存在余量。因此,可以说使上述的屈服和变形基本上同时产生的条件(形状)的效率最高。以下,使用计算例来说明这种条件。

[0079] 图 11 表示对将连结构件 3 的板厚  $t$  固定为 11mm 并将外径  $\Phi$  设为 100mm、125mm、165.2mm、200mm 时的、产生变形或运动时的载荷  $P$  与外径  $\Phi$  的关系进行数值分析而求出的结果。在该分析例中,将钢材的屈服应力设为相当于普通钢的  $\sigma = 400\text{N/mm}^2$ ,而且,为了使连结构件 3 与钢板桩 2 在长度方向(在图 10 中来说,是与纸面垂直的方向)的全长(计算上,将 1mm 设为单位长度)上相嵌合,应用了双线性(bilinear)的模型。

[0080] 在图 11 中,在外径  $\Phi$  为 125mm 的前后,直线的斜率发生变化。这示出了在达到载荷  $P$  时的上述变形或运动在外径  $\Phi$  为 125mm 的前后变得不同,具体而言,这示出了:在  $\Phi < 125\text{mm}$  处,主要是钢板桩 2 发生屈服,在  $\Phi > 125\text{mm}$  处,主要是连结构件 3 发生变形。

[0081] 接着,求出图 11 那样的斜率变化点处的连结构件 3 的外径  $\Phi$  与板厚  $t$  的关系。此处,对于连结部的结构,为了简化,设想在图 12 那样的悬臂梁(长度为  $L$ ,进深方向长度为  $b$ ,板厚为  $t$ )的顶端施加有载荷  $P$  的模型。另外,严密地说,长度  $L$  表示从连结构件 3 与钢管板桩 1 的钢管主体被固定的部位到载荷作用于连结构件 3 的狭缝 3a 的部位的长度,但是,此处,为了简化,将该长度  $L$  等同为连结构件 3 的外径而进行了研究。

[0082] 在该模型中,梁的固定端发生的弯曲力矩  $M$ 、梁的截面刚性  $I$  及梁产生的应力  $\sigma$  分别由式(a)~式(c)表示。

[0083] 数学式(3)

$$[0084] \quad M = P \cdot L \quad \dots (a)$$

[0085] 数学式(4)

$$[0086] \quad I = \frac{b \cdot t^3}{12} \quad \dots (b)$$

[0087] 数学式(5)

$$[0088] \quad \sigma = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{P \cdot L}{\frac{b \cdot t^3}{12}} \cdot \frac{1}{2} \cdot t = \frac{6 \cdot P \cdot L}{b \cdot t^2} \quad \dots (c)$$

[0089] 其中,  $b$  是进深方向长度,

[0090]  $t$  是梁(连结构件 3)的板厚,

[0091]  $Y$  是从中性轴(neutral axis)到梁端的距离即  $t/2$ 。

[0092] 此处,在将板桩达到屈服的作用载荷设为  $P_y$  时,板桩发生屈服时作用于单侧的梁

的载荷为  $P_y/2$ 。此处,上述斜率变化点是梁(连结构件)与板桩发生同时变形/屈服的条件,即,其是在载荷  $P_y/2$  作用于梁时、梁的应力达到屈服应力  $\sigma_y$  的条件。因此,在将上述条件代入式(c)中进行变形时,得到数学式(6)。

[0093] 数学式(6)

$$[0094] \quad L = \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (d)$$

[0095] 并且,根据由上述悬臂梁模型导出的式(d),将梁的长度  $L$  替换为连结构件 3 的外径  $\Phi$  (即,下述式(2)'),并验证将该式应用于图 1 的结构时的准确性。

[0096] 数学式(7)

$$[0097] \quad \Phi = \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (2)'$$

[0098] 其中,  $\Phi$  是连结构件 3 的外径,

[0099]  $t$  是连结构件 3 的板厚,

[0100]  $\sigma_y$  是连结构件 3 所用的钢材的屈服应力,

[0101]  $P_y$  是使钢板桩 2 达到屈服的作用载荷,

[0102]  $b$  是连结构件 3 与钢板桩 2 相嵌合的长度方向的长度。

[0103] 图 11 中的斜率变化点处的作用载荷  $P_y$  为  $P_y=0.125$  (kN/mm)。而且,在将进深长度  $b$  设为  $b=1$  (mm) 并将连结构件所用的钢材的屈服应力  $\sigma_y$  设为如上所述设想为普通钢的情况下的  $\sigma_y=400$  (N/mm<sup>2</sup>),在将上述条件代入式(2)'时,得到下述关系。即,

[0104] 数学式(8)

$$[0105] \quad \Phi = \frac{400 \times 1}{3 \times 125} \times t^2 = 1.07 \cdot t^2 \quad \dots (2)''$$

[0106] 在将  $t=11$  (mm) 代入式(2)''时,  $\Phi \approx 129.5$  (mm),这与由 FEM 分析得出的解、即  $\Phi=125$ mm 非常高度地一致(参照图 13)。

[0107] 并且,作为其他的验证,进行了在将连结构件 3 的外径固定为  $\Phi=200$ mm、将板厚设为  $\Phi=200$ mm 并将板厚设为 11mm、14mm、16mm 时的 FEM 分析。将其结果表示在图 14 中。根据图 14 可知,在板厚为 14mm 的前后处,直线的斜率发生变化。另一方面,根据式(2)'',在代入  $\Phi=200$ mm 时的板厚  $t$  为  $t \approx 13.7$ mm,该例子也与利用 FEM 分析而求出的斜率变化点非常高度地一致。

[0108] 对于实际的钢管板桩 1,在进行连结构件 3 的加工时、安装时,考虑到连结构件 3 的直径、狭缝宽度或焊接等存在一定程度的偏差。优选将钢管板桩 1 设为连结构件 3 的板厚  $t$  与斜率变化点的板厚同等或大于斜率变化点的板厚的结构、即满足式(2)的结构。

[0109] 数学式(9)

$$[0110] \quad \Phi \leq \frac{\sigma_y \cdot b}{3 \cdot P_y} \cdot t^2 \quad \dots (2)$$

[0111] 另外,钢板桩构件的长度不必为与钢管板桩 1 相同的长度,其也可以短于钢管板

桩 1 的长度,作为壁,其只要具有壁高以上的长度而使背面土不会流出即可。

[0112] 并且,在期望壁构造物具有止水功能的情况下,通常向连结部填充止水材料并实施止水处理。此处,在连结部的空间狭小的情况下,由于止水材料的填充困难而不能充分地填充,因而,会担心不能充分地发挥止水功能。

[0113] 因此,为了在钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结部填充止水材料而形成有充分的空间的连结壁结构,从而能够期待充分的止水功能,并且,能够减低止水处理的施工成本、劳力和时间。

[0114] 作为止水处理,存在以下方法,即,在对壁进行设置后,以喷水方法等挖掘连结部,向内部填充灰浆、止水材料。因此,作为钢管板桩与钢板桩的连结部的空间,最好为能够利用喷水方法进行挖掘的大小。

[0115] 作为钢管板桩 1 的连结构件 3 的一例,存在如图 2 的(a)所示那样的、在通常使用的直径为  $\Phi 165.2\text{mm}$  的钢管中设有大约 30mm 的狭缝 3a 的钢管型连结构件,通过应用该钢管型连结构件,从而即使在与钢板桩 2 连结后,也能够充分地填充止水用的填充材料。

[0116] 通过在钢管板桩 1 与钢板桩 2 的连结部设置充分大的空间,从而提高了打桩性、止水处理的作业性,但是,在空间过于大时,会担心打桩时连结部脱离。

[0117] 因此,如图 4 的(a)~图 4 的(c)所示,通过在钢板桩 2 的接头部 2c (爪部) 设置止挡构件 4,从而能够防止该钢板桩 2 的接头部 2c 从钢管板桩 1 的连结部脱离。

[0118] 作为此时的止挡构件 4,考虑使用圆钢、异形棒钢、扁钢等,也可以使用这以外的构件,并不特别限定。此外,不必在钢板桩 2 的长度方向整个全长上设置止挡构件 4,通过对止挡构件 4 进行离散配置,从而能够抑制加工成本、构件设置时产生的钢板桩 2 的变形量等。

[0119] 由于图 5 的(a)表示使帽形钢板桩 2 相对于钢管板桩 1 偏心并连结于钢管板桩 1 的情况,通过使钢板桩 2 的位置从钢管板桩 1 的中心轴线偏心并使作为壁的面相对齐,在壁前面设置装饰板的情况下等,提高了施工性。

[0120] 同样,图 5 的(b)表示使直线形钢板桩 12 相对于钢管板桩 1 偏心并连结于钢管板桩 1 的情况。

[0121] 附图标记说明

[0122] 1、钢管板桩 ;2、钢板桩(帽形钢板桩) ;2a、平坦部 ;2b、2c、接头部 ;3、连结构件 ;3a、狭缝 ;4、止挡构件 ;12、直线形钢板桩 ;12b、接头部 ;22、U 形钢板桩 ;22b、接头部 ;32、Z 形钢板桩 ;32b、32c、接头部 ;33、接头构件 ;43、角钢 ;43a、狭缝 ;u、游隙。

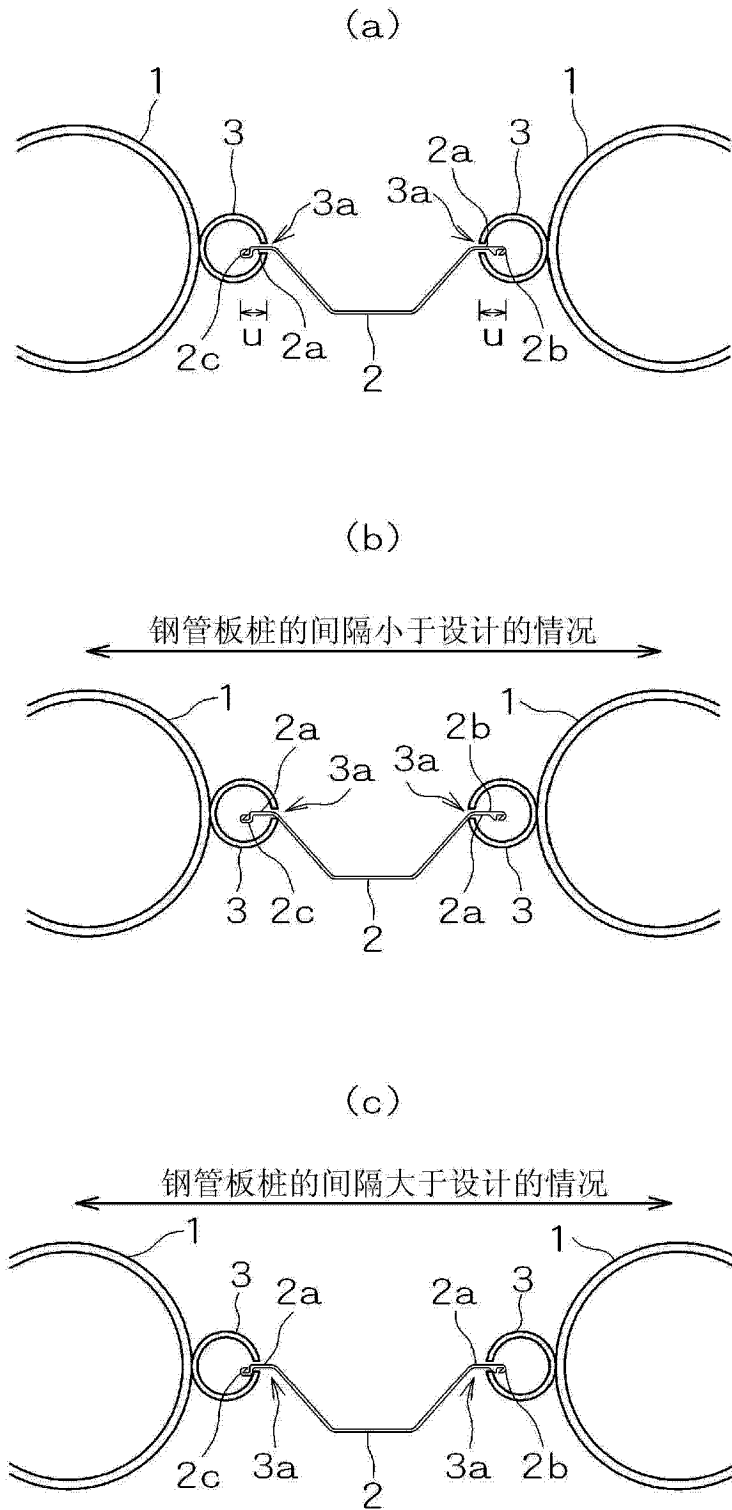


图 1

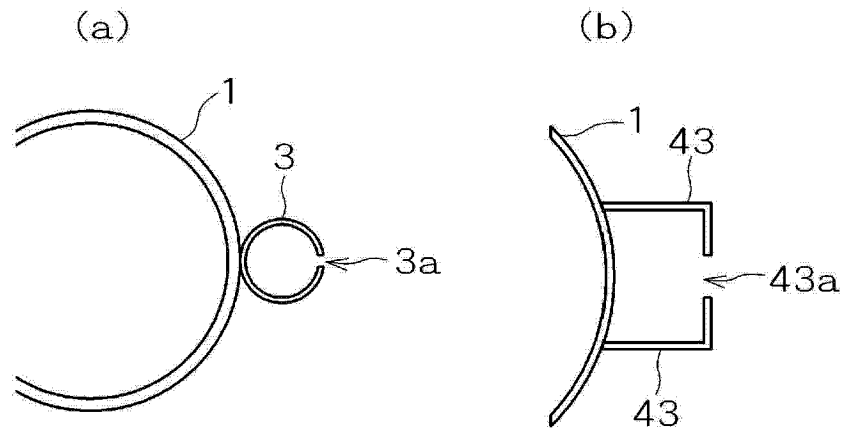


图 2

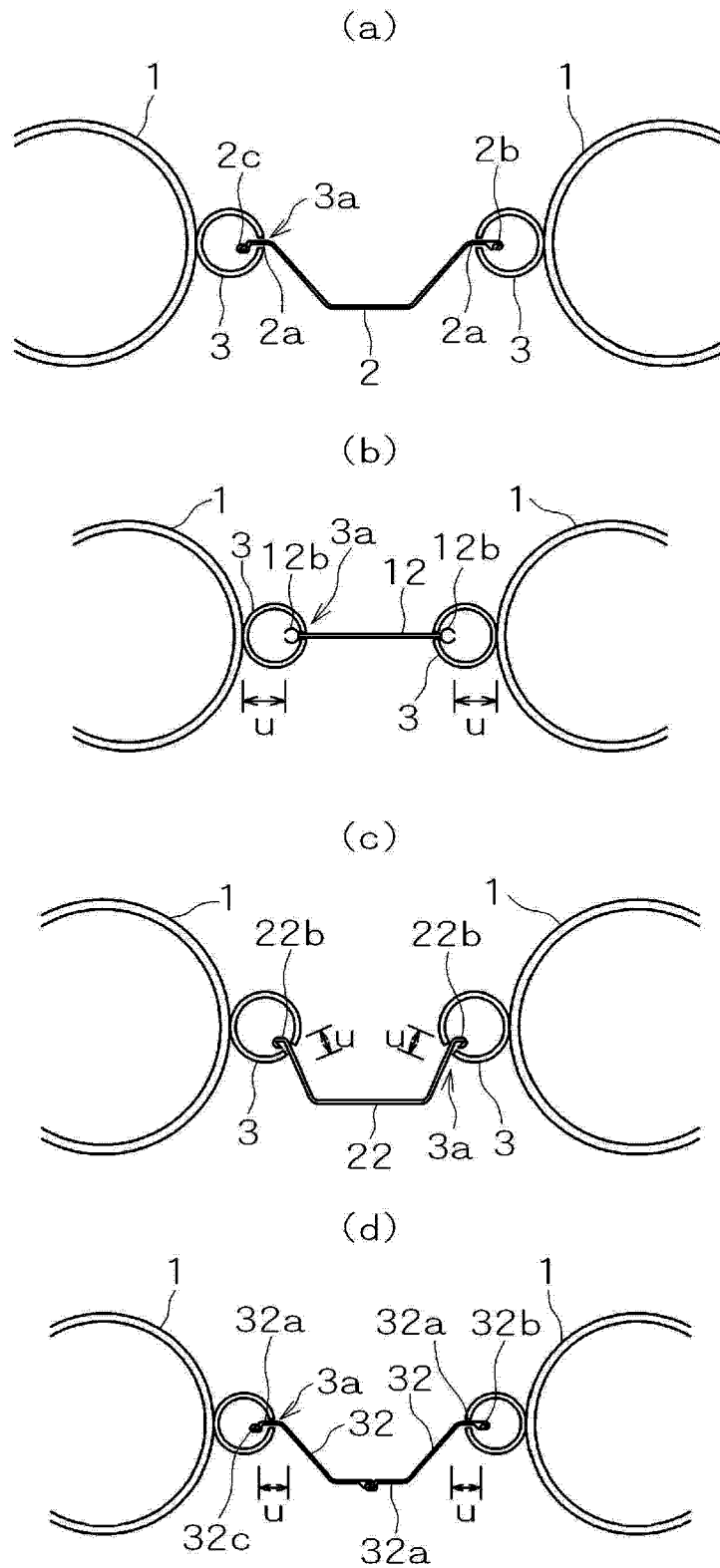


图 3

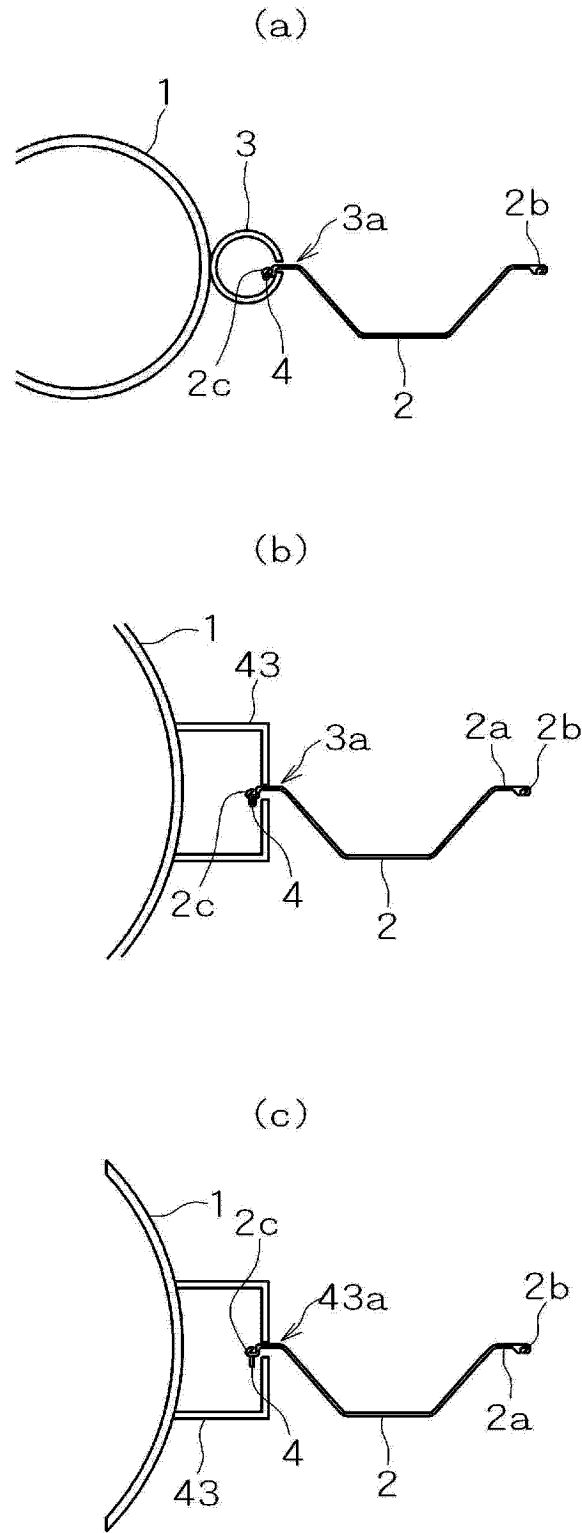


图 4

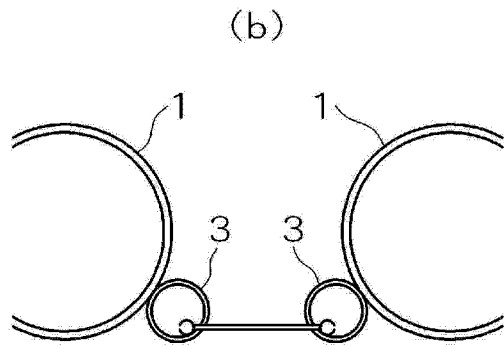
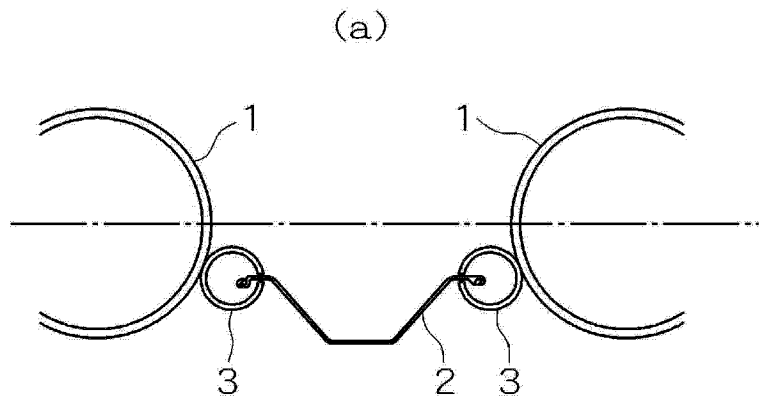


图 5

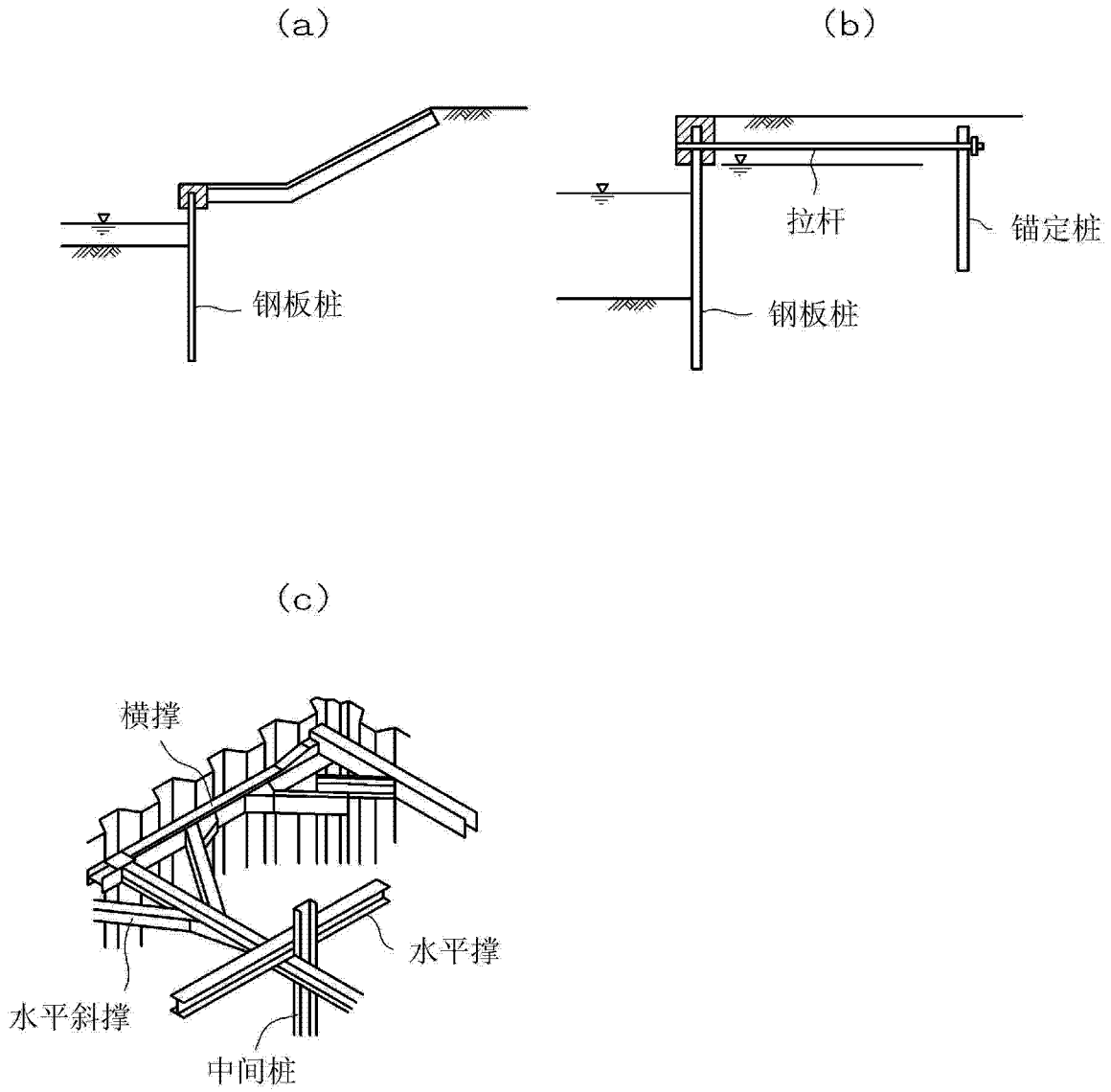


图 6

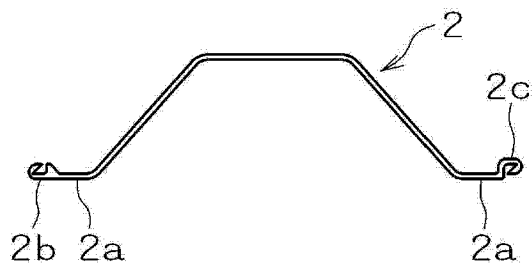


图 7

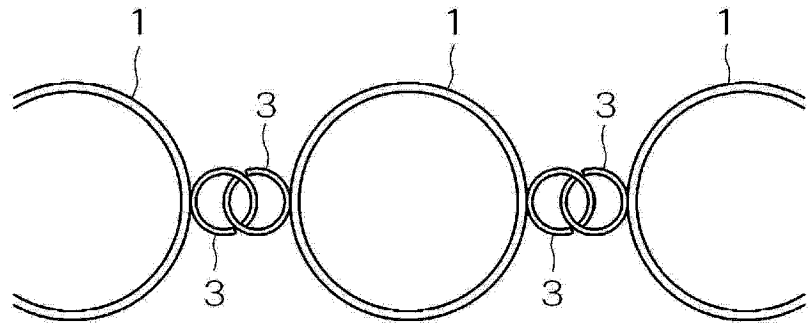
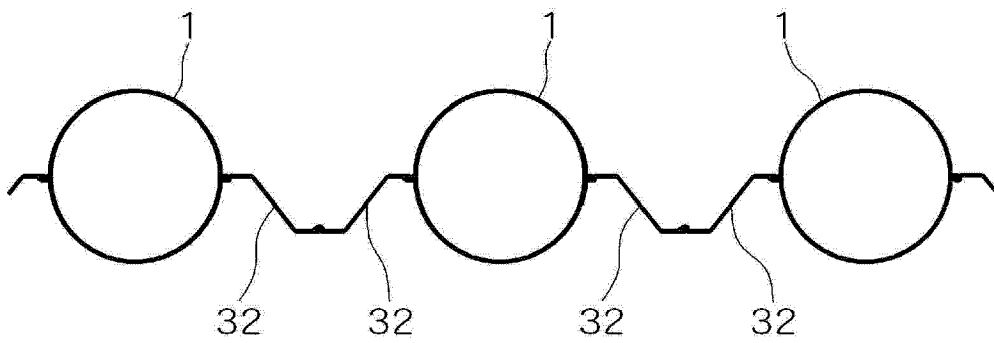


图 8

(a)



(b)

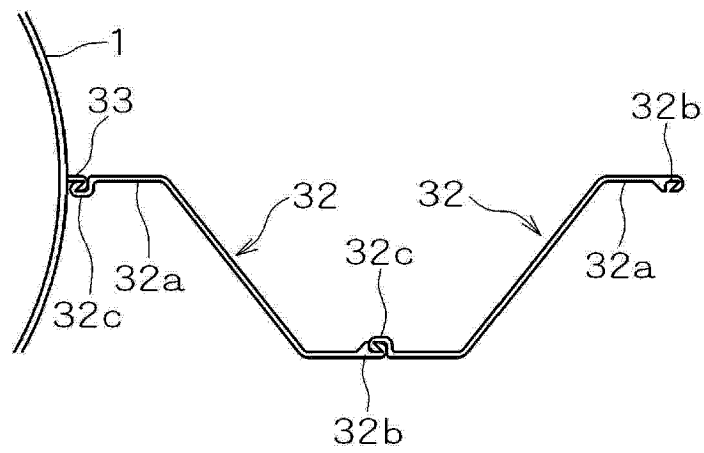


图 9

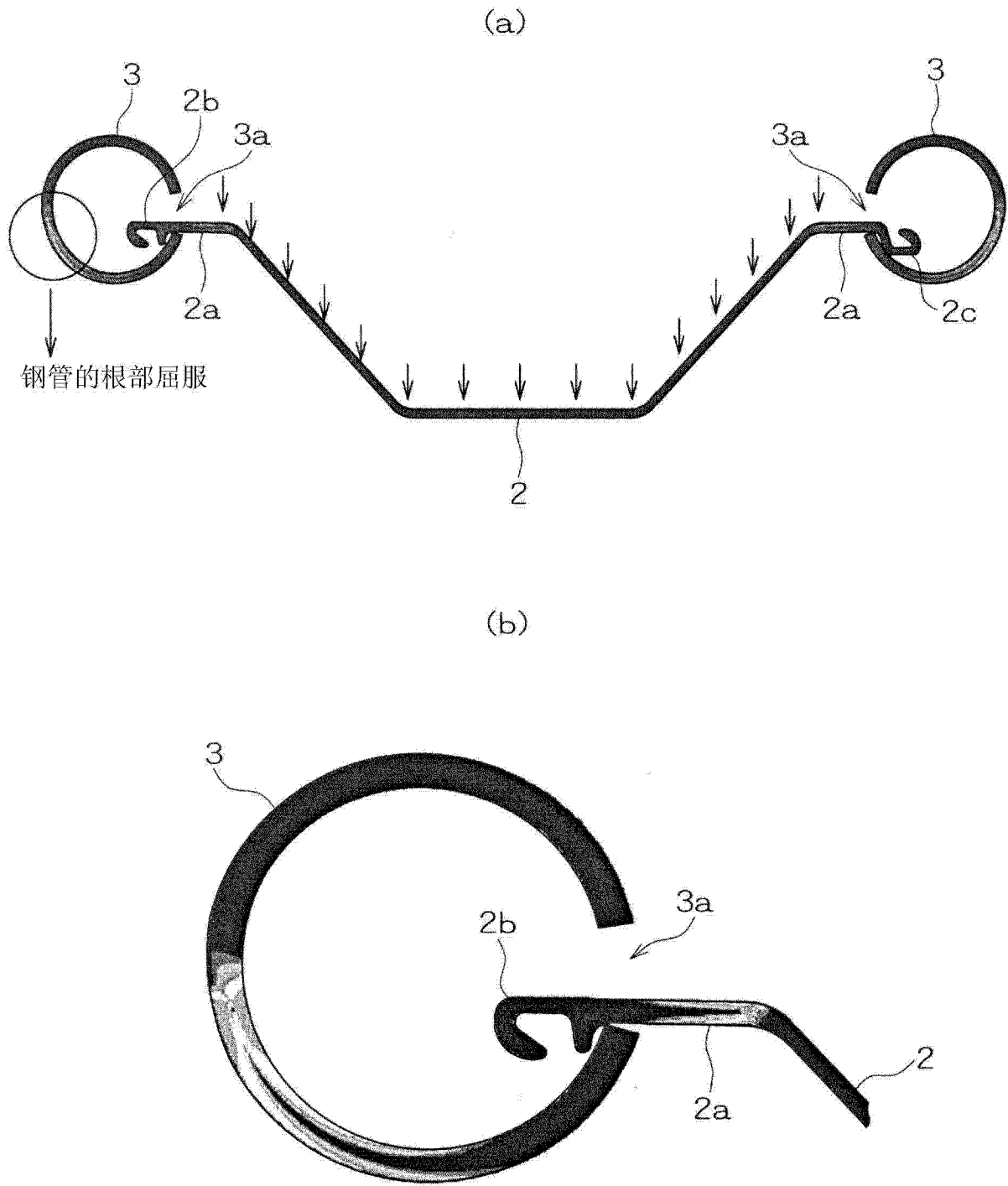


图 10

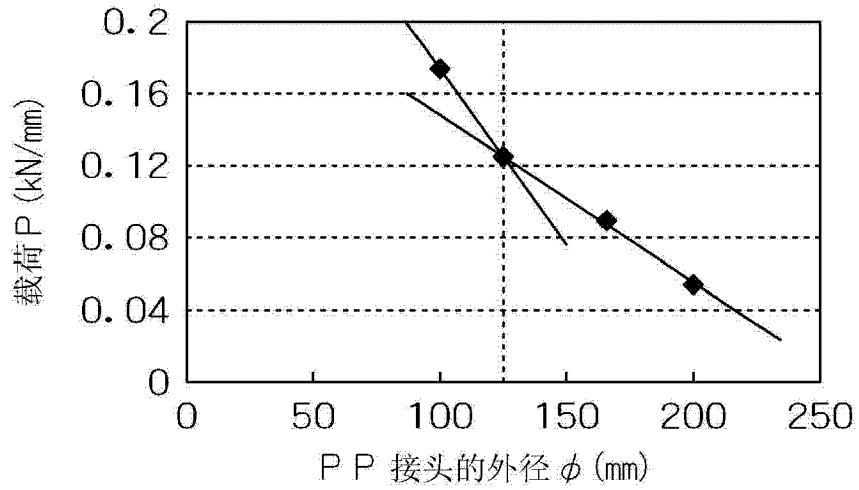


图 11

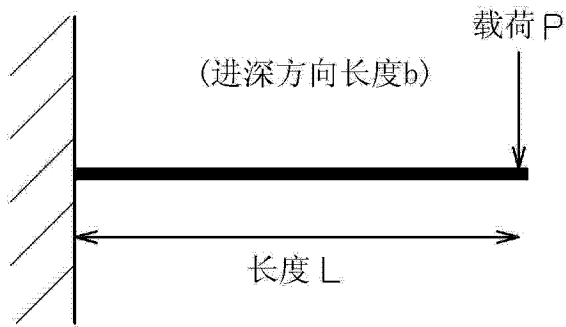


图 12

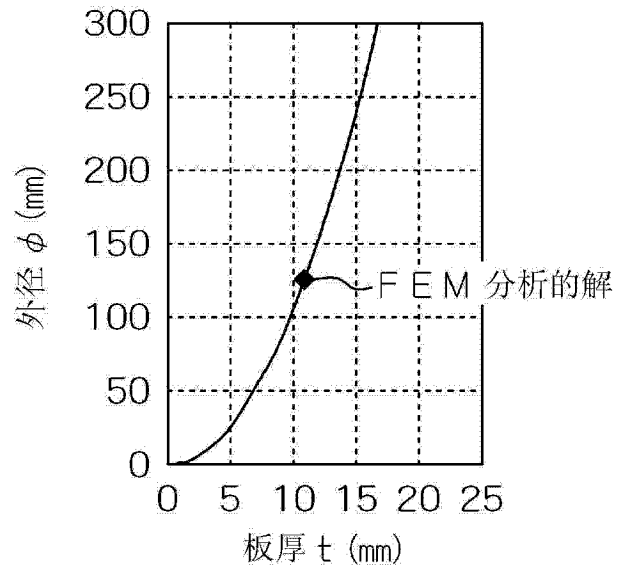


图 13

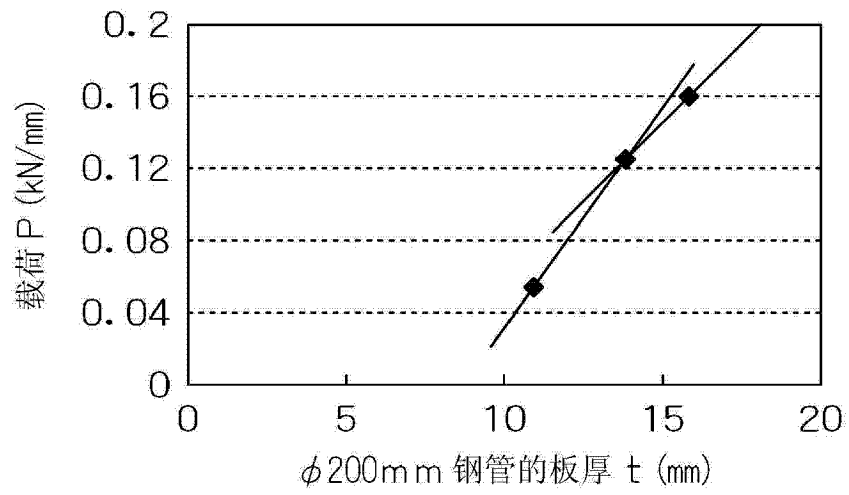


图 14