



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103924668 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201410178695. 2

(22) 申请日 2014. 04. 29

(73) 专利权人 东南大学

地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学
路 2 号

(72) 发明人 谢钦 周臻 孟少平 李德猛
吴京 王春林 王维影

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

JP H08144368 A, 1996. 06. 04,

US 2011239551 A1, 2011. 10. 06,

CN 102587528 A, 2012. 07. 18,

CN 201598773 U, 2010. 10. 06,

CN 102605872 A, 2012. 07. 25,

S. C. Darling. Self-Centering

Truss Moment Frame with replaceable
energy-dissipating elements. 《Behaviour of
Steel Structures in Seismic Areas STESSA
2012》. 2012, 第 672-673 页.

审查员 张舒怡

(51) Int. Cl.

E04B 1/24(2006. 01)

E04B 1/98(2006. 01)

E04B 1/58(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102852245 A, 2013. 01. 02,

CN 103088917 A, 2013. 05. 08,

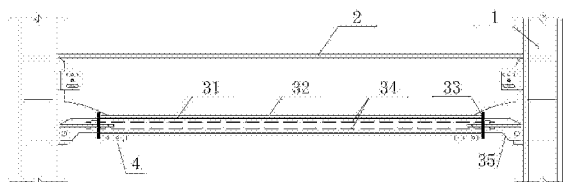
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种后张预应力式自定心钢框架结构

(57) 摘要

本发明公开了一种后张预应力式自定心钢框架结构,包括至少一个结构单元,结构单元包括两根钢框架柱、连接钢框架柱上端的 T 形钢梁、位于 T 形钢梁下侧并连接钢框架柱的自定心连接件、位于自定心连接件下方的摩擦耗能部件;自定心连接件包括内套管、套住内套管的外套管、位于套管两端的端板、设置在内套管中并锚固在端板上的预拉杆、与内套管端部连接的连接头;摩擦耗能部件包括与内套管连接的摩擦内板和与外套管下侧面连接的摩擦外板、设置在摩擦内板和摩擦外板之间的摩擦垫片,摩擦内板与摩擦外板的滑动方向沿外套管轴向设置。本发明使柱子在侧向变形的过程中柱距保持不变,能在设计过程中灵活、独立的调控结构的强度、刚度和延性。



1. 一种后张预应力式自定心钢框架结构,其特征在于,该结构包括至少一个结构单元,所述结构单元包括两根钢框架柱(1)、与所述两根钢框架柱(1)上端铰接的 T 形钢梁(2)、位于所述 T 形钢梁(2)下侧并与两根钢框架柱(1)铰接的自定心连接件(3)、位于所述自定心连接件(3)下方的摩擦耗能部件(4);

所述自定心连接件(3)包括内套管(31)、套在所述内套管(31)外部的外套管(32)、封闭内套管(31)和外套管(32)端部的端板(33)、设置在内套管(31)中并锚固在端板(33)上的预拉杆(34)、与内套管(31)端部连接的连接头(35)、设置在外套管(32)两端下侧的摩擦耗能部件(4),所述连接头(35)穿过端板(33)后与钢框架柱(1)连接,所述摩擦耗能部件(4)包括摩擦内板(41)和设置在所述摩擦内板(41)两侧的摩擦外板(42)、设置在所述摩擦内板(41)和摩擦外板(42)之间的摩擦垫片(43),摩擦内板(41)与摩擦外板(42)的滑动方向沿外套管(32)轴向设置,摩擦外板(42)与外套管(32)下侧面焊接,摩擦内板(41)穿过外套管(32)后与内套管(31)用螺栓连接;

所述 T 形钢梁(2)的上翼缘长度大于腹板的长度, T 形钢梁(2)的腹板下端与外套管(32)的上侧面焊接。

2. 根据权利要求 1 所述的后张预应力式自定心钢框架结构,其特征在于,该结构包括在竖直方向上依次连接的共用钢框架柱(1)的多个结构单元。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的后张预应力式自定心钢框架结构,其特征在于,该结构包括在水平方向上依次连接的多个结构单元,两相邻结构单元共用一根钢框架柱(1)。

一种后张预应力式自定心钢框架结构

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域,涉及一种用于减小工程结构地震灾害的后张预应力式自定心钢框架结构。

背景技术

[0002] 地震给人类带来极其严重的灾难。传统的抗震设计采用的是延性设计方法,即在地震作用下,通过结构部分构件的提前屈服和破坏,但整体不至于丧失功能,依靠构件的塑性变形来耗散大部分的地震能量,从而达到保证主体结构安全的目的。

[0003] 自定心钢框架结构是一种通过张拉预拉杆为结构提供侧向刚度和自定心力,并通过安装各种类型的耗能构件来消耗地震能量的结构形式。传统的自定心钢框架结构,其梁柱节点通常采用非固结的节点,通过在钢梁中布置水平预拉杆并穿过梁柱节点,然后对预拉杆施加预张力使得自定心钢框架结构具有抗侧刚度和自定心能力。在地震力作用下,由框架柱的侧向变形使得梁柱节点产生一个开口缝隙,从而带动预拉杆的伸长,由于预拉杆中施加有预张力,随着梁柱节点的张开,在节点处会形成抵抗弯矩,以克服地震力。当地震消失后,自定心框架又在预张力的作用下恢复初始位置,以保证主体结构没有残余变形。但是传统的自定心钢框架结构的柱距会随着梁柱节点的张开而有一定的增加,导致楼板会受拉开裂,增加了震后建筑的维修成本。此外,传统的自定心钢框架结构在钢梁的上部和下部均布置有预拉杆,这使得当结构出现侧向变形时,侧向刚度主要由远离钢梁受压翼缘的预拉杆提供,而离钢梁受压翼缘较近一侧的预拉杆对结构刚度的贡献有限,从而导致这部分预拉杆的强度浪费。在传统的自定心钢框架结构的设计过程中常出现为满足刚度的需要,在钢梁的上、下两侧均布置较多的预拉杆,造成经济上的浪费。这些缺点都严重的阻碍了自定心钢框架结构的应用和推广。

[0004] 针对上述问题,本发明提出了一种新型的后张预应力式自定心钢框架结构形式,不但可以通过保证柱子在侧向变形的过程中柱距始终保持不变,使得楼板与框架的侧向变形相互协调,避免了楼板的受拉开裂,而且其强度、刚度和延性的调控也更加的独立和灵活。

发明内容

[0005] 技术问题:本发明针对现有自定心钢框架结构受地震作用时,楼板与框架侧向变形不协调的问题,提供了一种不仅可以使柱子在侧向变形的过程中柱距保持不变,以克服楼板因与框架变形不协调而导致受拉开裂的问题,而且还能在设计过程中灵活、独立的调控结构的强度、刚度和延性,使结构的经济性得到提升的后张预应力式自定心钢框架结构。

[0006] 技术方案:本发明的后张预应力式自定心钢框架结构,包括至少一个结构单元,结构单元包括两根钢框架柱、连接两根钢框架柱上端的 T 形钢梁、位于 T 形钢梁下侧并连接两根钢框架柱的自定心连接件、位于自定心连接件下方的摩擦耗能部件;自定心连接件包括内套管、套在内套管外部的外套管、封闭内套管和外套管端部的端板、设置在内套管中并

锚固在端板上的预拉杆、与内套管端部连接的连接头、设置在外套管两端下侧的摩擦耗能部件,连接头穿过端板后与钢框架柱连接;摩擦耗能部件包括摩擦内板和设置在摩擦内板两侧的摩擦外板、设置在摩擦内板和摩擦外板之间的摩擦垫片,摩擦内板与摩擦外板的滑动方向沿外套管轴向设置,摩擦外板与外套管下侧面连接,摩擦内板穿过外套管后与内套管连接;T形钢梁的上翼缘长度大于腹板的长度,T形钢梁的腹板下端与外套管的上侧面连接。

[0007] 本发明的一种优选方案中,后张预应力式自定心钢框架结构包括在竖直方向上依次连接的共用钢框架柱的多个结构单元。

[0008] 本发明的一种优选方案中,后张预应力式自定心钢框架结构也可以包括在水平方向上依次连接的多个结构单元,两相邻结构单元共用一根钢框架柱。

[0009] 有益效果:本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0010] (1) 本技术方案的自定心钢框架结构在侧向变形的过程中,框架柱的间距不会增加,可避免楼板的受拉开裂。对于传统的自定心钢框架结构,由于钢框架梁端截面为平截面,因此当钢框架柱发生侧向变形并绕梁端截面的顶部或底部旋转时,梁柱节点会张开出现缝隙,使得相邻柱子的间距会随之增大,导致楼板受拉开裂,增加了结构震后维修的费用。而本技术方案T形钢梁的上翼缘长度大于腹板的长度,使得梁端上翼缘沿着梁的轴线方向相对于腹板伸出部分长度,为钢框架柱的侧向变形预留了空间,当地震作用于结构时,钢框架柱会发生侧向变形并绕梁端截面的上翼缘旋转,相邻柱子的间距始终等于T形钢梁上翼缘的长度,从而避免了楼板开裂的问题。

[0011] (2) 本技术方案能灵活、独立的调整结构的刚度、强度和延性。对于传统的自定心钢框架结构,其梁端截面为平面,当结构由于出现侧向变形而使得梁柱节点张开时,梁两端的受压翼缘并不在同一侧,因此在钢梁的上部和下部均布置有足够多的预拉杆以满足刚度的要求,但结构的侧向刚度主要由离钢梁受压翼缘较远一侧的预拉杆提供,而离受压翼缘较近一侧的预拉杆对刚度的贡献有限,这使得部分预拉杆的强度没有得到充分利用。在本技术方案中,由于T形钢梁始终是上翼缘受压,而预拉杆均布置在位于T形钢梁下部的内套管中,因此当结构出现侧向变形时,内套管中的预拉杆与T形钢梁的受压上翼缘组合形成抵抗弯矩,这样的结构布置使得预拉杆的强度能得到充分的利用,让结构方案的调整能更加灵活和独立,也大大提高了结构的经济性。

[0012] (3) 本技术方案能够有效地减小地震时主体结构的塑性变形。对于传统的框架结构,其梁柱节点通常为刚接,当结构在地震作用下发生侧向变形时,不可避免的在梁柱节点处产生塑性铰,使得结构震后的维修费用和难度均较高。本技术方案的T形钢梁和内套管与钢框架柱均采用铰接连接,从而可避免结构发生侧移时在梁柱节点处产生塑性铰,能够有效控制主体结构的塑性变形。地震时,安装在主体结构中摩擦耗能部件将吸收绝大部分的地震能量,而结构本身无明显的塑性变形,这样不但可有效减小结构震后修复的成本,而且施加在预拉杆中的预张力只需克服摩擦耗能部件的摩擦力便能使结构实现完全自复位,而不用考虑主体结构塑性变形的影响。

[0013] (4) 本技术方案的自定心钢框架与摩擦耗能部件采用相对独立的布置方式,摩擦耗能部件位于外套管的下侧,便于对其进行检查和更换,对结构进行震后维修时,只需更换磨损严重的耗能构件,从而大大简化了修复的难度。摩擦耗能部件的能量消耗也更加充分,

相比于其它的耗能构件,其滞回曲线更加饱满,耗能效率更高。而且摩擦耗能部件可重复使用,不像屈曲耗能构件在震后需大量更换,也大大节约了结构震后的维修费用。

[0014] (5) 本技术方案构造简单,制作方便,非常适合工业化的生产和制造。由于其加工工艺与传统的自定心钢框架类似,厂家无需作较大的调整便能进行工业化生产,从而降低了制造的难度和成本,具有较高的价格竞争力。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明装置的正视图;

[0016] 图 2a 为本发明装置的构造示意图;

[0017] 图 2b 为图 2a 的 A-A 剖面图;

[0018] 图 3a 为外套管的平面图;

[0019] 图 3b 为图 3a 的 A-A 剖面图;;

[0020] 图 3c 为图 3a 的 B-B 剖面图;

[0021] 图 4a 为内套管和连接头的平面图;

[0022] 图 4b 为图 4a 的 A-A 剖面图;

[0023] 图 4c 为图 4a 的 B-B 剖面图;

[0024] 图 5 为端板的平面图;

[0025] 图 6a 为摩擦耗能部件的平面图;

[0026] 图 6b 为图 6a 的 A-A 剖面图;

[0027] 图 6c 为图 6a 的 B-B 剖面图;

[0028] 图 7a 为内、外套管与摩擦耗能部件的组合平面图;

[0029] 图 7b 为图 7a 的 A-A 剖面图;

[0030] 图 7c 为图 7a 的 B-B 剖面图;

[0031] 图 8 为本发明装置的原位示意图;

[0032] 图 9 为本发明装置的工作示意图一;

[0033] 图 10 为本发明装置的工作示意图二。

[0034] 图中有:钢框架柱 1、T 形钢梁 2、自定心连接件 3、内套管 31、外套管 32、端板 33、预拉杆 34、接头 35、端板上的缺口 36、摩擦耗能部件 4、摩擦内板 41、摩擦外板 42、摩擦垫片 43。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明的技术方案进行详细的说明。

[0036] 如图 1 所示,本发明的后张预应力式自定心钢框架结构包括至少一个结构单元,每个结构单元包括两根钢框架柱 1、连接两根钢框架柱 1 上端的 T 形钢梁 2、位于 T 形钢梁 2 下侧并连接两根钢框架柱 1 的自定心连接件 3、位于自定心连接件 3 下方的摩擦耗能部件 4,其中 T 形钢梁 2 和自定心连接件 3 与钢框架柱 1 均采用铰接连接,从而可避免当结构发生侧向变形时在梁柱节点处出现塑性铰;T 形钢梁 2 的上翼缘长度大于腹板的长度,使得梁端的上翼缘沿着梁的轴线方向相对于腹板伸出部分长度,且每一端的伸出长度与 T 形钢梁 2 的截面高度之比应大于等于 1/50,为钢框架柱 1 的侧向变形预留了空间。

[0037] 如图 2a ~图 5 所示,自定心连接件 3 包括内套管 31、套在内套管 31 外部的外套管 32、封闭内套管 31 和外套管 32 端部的端板 33、设置在内套管 31 中并锚固在端板 33 上的预拉杆 34、与内套管 31 端部连接的连接头 35、设置在外套管 32 两端下侧的摩擦耗能部件 4,端板 33 上布置有缺口 36,使得内套管 31 两侧的连接头 35 可以穿过端板 33 后与钢框架柱 1 铰接,端板 33 与内套管 31 和外套管 32 并无连接关系,仅在预张力的作用下紧紧的顶住内套管 31 和外套管 32 的两端,T 形钢梁 2 的腹板下端与外套管 32 的上侧面焊接在一起,从而保证外套管 32 能与 T 形钢梁 2 共同运动。

[0038] 如图 6 所示,摩擦耗能部件 4 采用双剪型摩擦元件,它包括摩擦内板 41 和设置在摩擦内板 41 两侧的摩擦外板 42、设置在摩擦内板 41 和摩擦外板 42 之间的摩擦垫片 43,摩擦内板 41 与摩擦外板 42 的滑动方向沿外套管轴向设置,通过螺栓将摩擦内板 41、摩擦外板 42 和摩擦垫片 43 连接起来。如图 7 所示,摩擦内板 41 穿过外套管 32 后与内套管 31 用螺栓连接,而摩擦外板 42 则与外套管 32 的下侧焊接在一起。通过改变摩擦垫片 43 的材料、摩擦面积和螺栓的拧紧程度可对摩擦耗能部件 4 的耗能能力进行调节。

[0039] 本发明的一种优选方案中,后张预应力式自定心钢框架结构包括在竖直方向上依次连接的共用钢框架柱 1 的多个结构单元,而钢框架柱 1 与结构基础采用刚接的形式。

[0040] 本发明的另一种优选方案中,后张预应力式自定心钢框架结构包括在水平方向上依次连接的多个结构单元,两相邻结构单元共用一根钢框架柱 1。

[0041] 后张预应力式自定心钢框架结构的工作原理如图 8 ~图 10 所示:结构在地震作用下发生侧向变形时,由于 T 形钢梁 2 和自定心连接件 3 的内套管 31 铰接标高不同,二者会形成一个水平位移差,而外套管 32 与 T 形钢梁 2 共同运动,从而使得内套管 31 与外套管 32 之间产生一个相对滑移。当结构向右侧移时,左侧端板和右侧端板分别在内套管 31 左端和外套管 32 右端的推动下向两侧移动,并分别与套管的另一端分离;当结构向左侧移时,左侧端板和右侧端板分别在外套管 32 左端和内套管 31 右端的推动下向两侧移动,并分别与套管的另一端分离。由此保证在结构变形过的程中,预拉杆 34 始终受拉伸长,为结构持续提供侧向刚度和自定心恢复力。而摩擦耗能部件 4 则在内套管 31 和外套管 32 相对滑移的带动下工作,消耗地震能量。当结构承受的水平荷载较小时,例如风荷载或小震情况下,摩擦耗能部件 4 不会产生滑动位移,并为结构提供侧向刚度;当结构承受较大的水平荷载时,例如中震或大震情况下,摩擦耗能部件 4 通过摩擦内板 41 和摩擦外板 42 的相对滑移来耗散大部分的地震能量,减轻甚至避免主体结构的损伤。在整个变形过程中,钢框架柱 1 始终顶住 T 形钢梁 2 两端的上翼缘旋转,柱距并未发生改变。

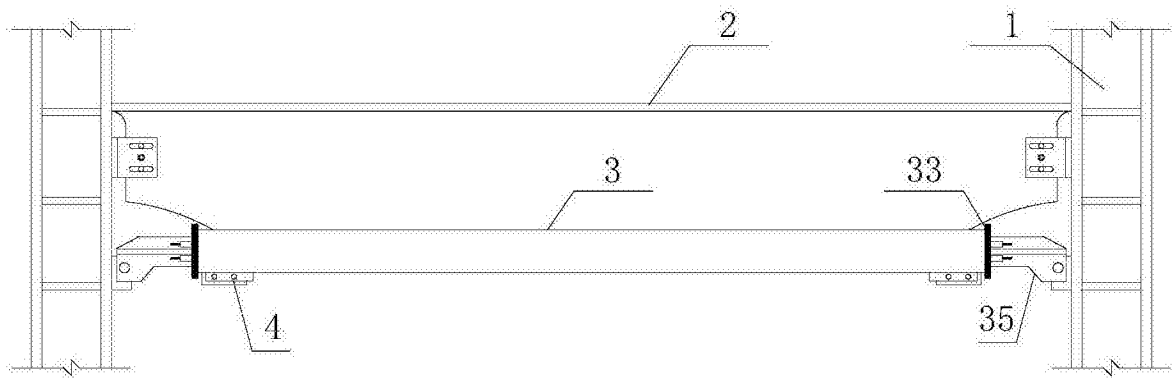


图 1

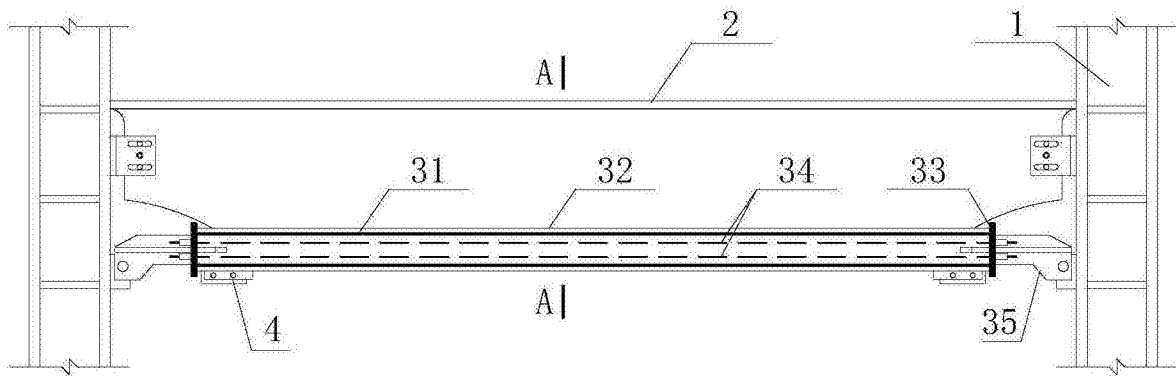


图 2a

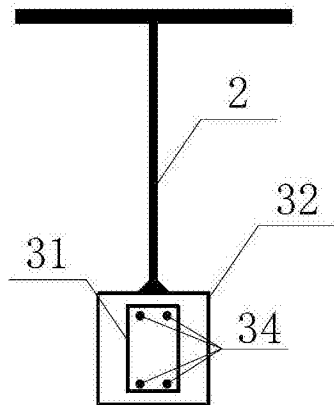


图 2b

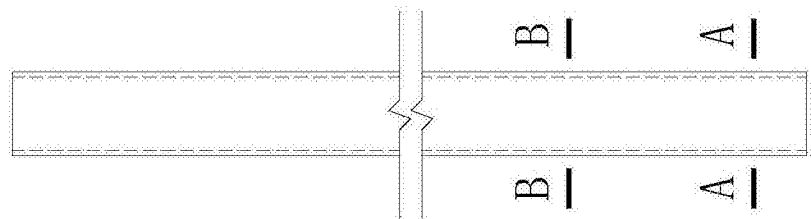


图 3a

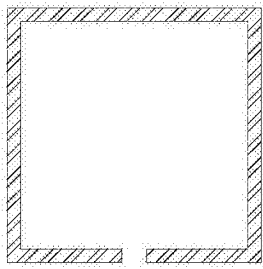


图 3b

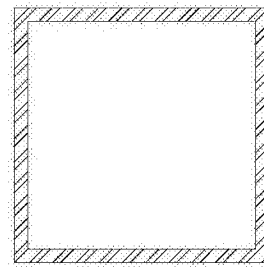


图 3c

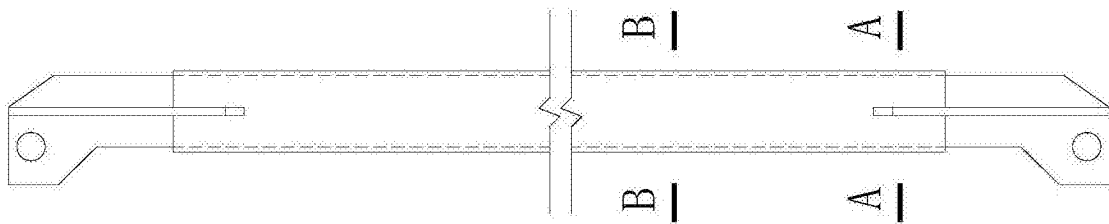


图 4a

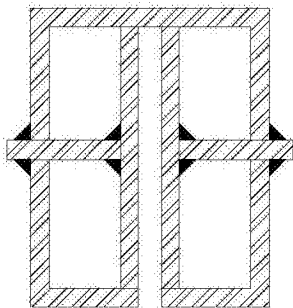


图 4b

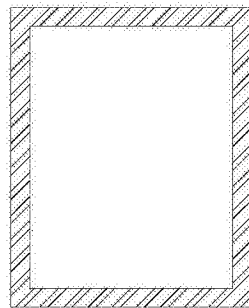


图 4c

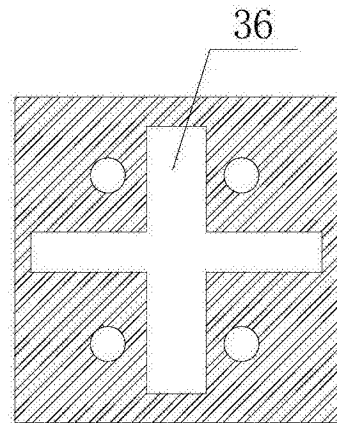


图 5

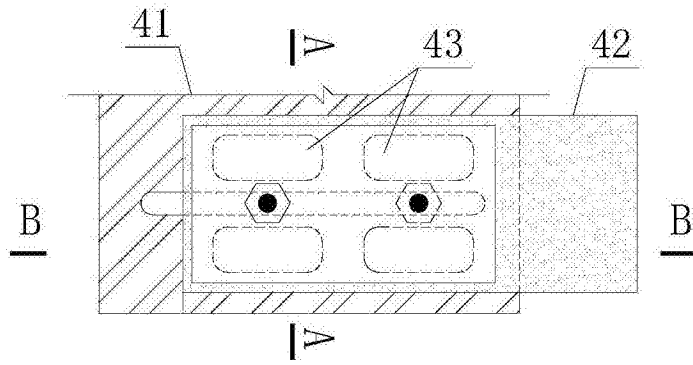


图 6a

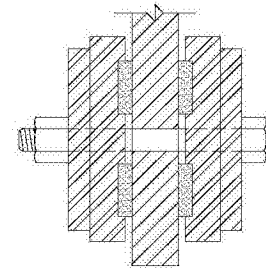


图 6b

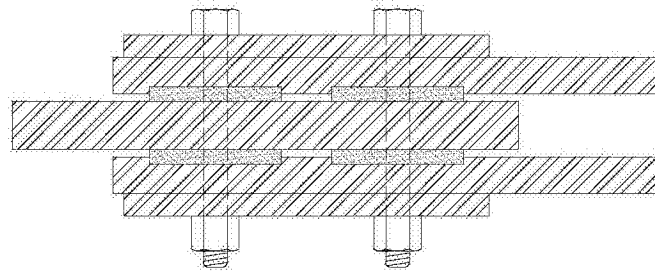


图 6c

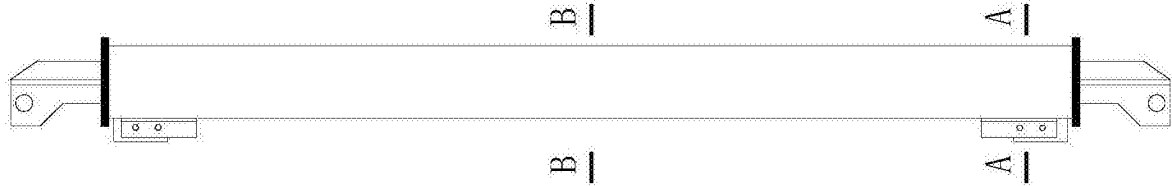


图 7a

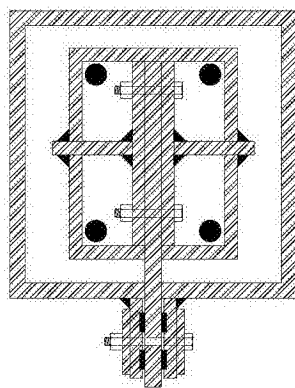


图 7b

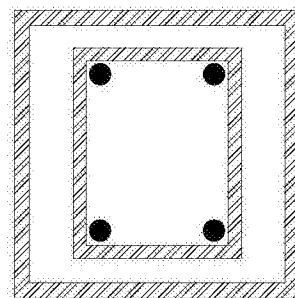


图 7c

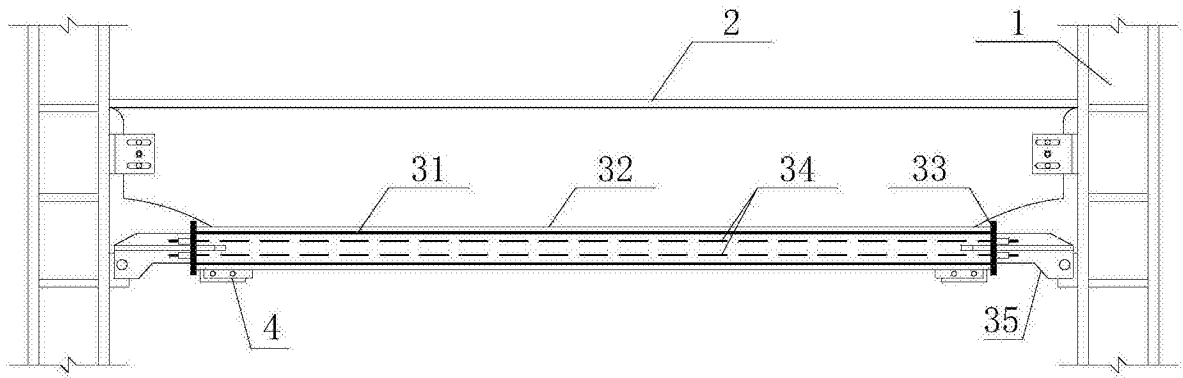


图 8

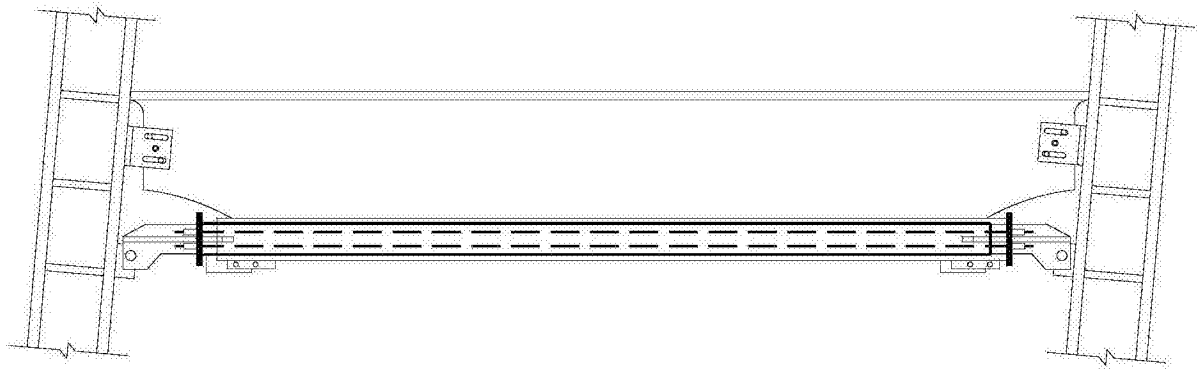


图 9

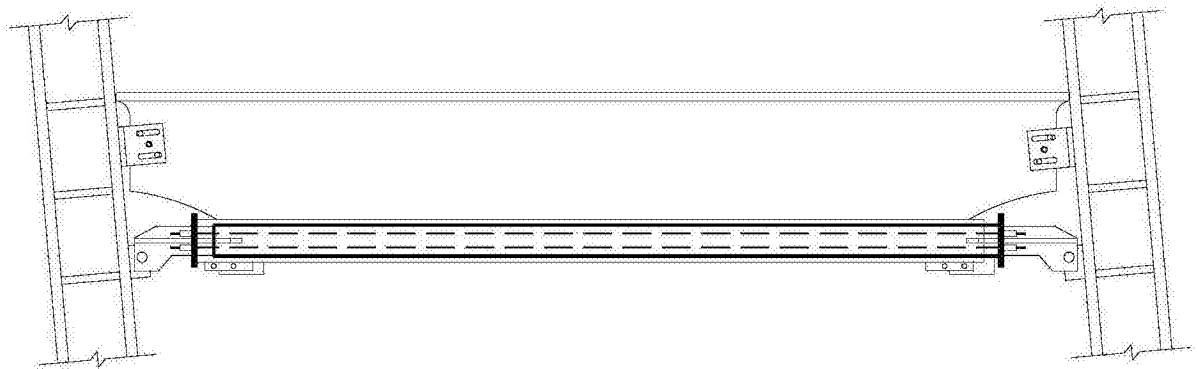


图 10