



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113958001 B

(45) 授权公告日 2022.03.04

(21) 申请号 202111575110.7

E04H 9/02 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 113293878 A, 2021.08.24

申请公布号 CN 113958001 A

CN 103938748 A, 2014.07.23

CN 103924702 A, 2014.07.16

(43) 申请公布日 2022.01.21

CN 203440942 U, 2014.02.19

(73) 专利权人 北京市建筑设计研究院有限公司

US 2001000840 A1, 2001.05.10

地址 100045 北京市西城区南礼士路62号

CN 111962708 A, 2020.11.20

(72) 发明人 阎东东 苗启松 解琳琳 刘谦敏

JP 2015025272 A, 2015.02.05

程俊飞 陈晗 陈曦 赵帆 卢筱

CN 102912884 A, 2013.02.06

刘长东 许关飞 刘性硕 武京

CN 113417502 A, 2021.09.21

(74) 专利代理机构 北京中知星原知识产权代理

万金国等. 双屈服点免断裂屈曲约束支撑性能试验与数值模拟.《建筑结构》.2013, (第17期),

事务所(普通合伙) 11868

张艳晖等. 屈曲约束支撑概念设计综述.《低温建筑技术》.2016, (第06期),

代理人 艾变开

审查员 苏洁

(51) Int. Cl.

E04B 1/30 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

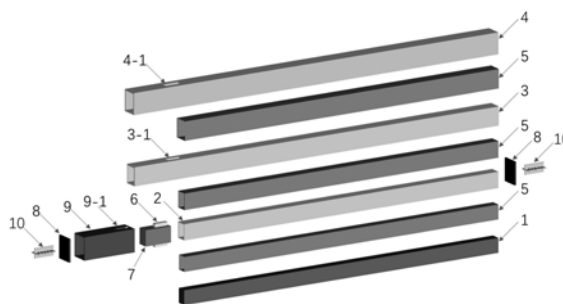
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑

(57) 摘要

本发明公开了一种并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,包括:混凝土核心区,作为屈曲约束支撑的防屈曲核心单元;一级耗能软钢管,至少一端安装有一限位销,内部浇筑混凝土形成混凝土核心区;二级耗能软钢管,至少一端在管壁上开设有第一限位孔;约束钢管,至少一端在管壁上开设有第二限位孔;连接套管,套设在约束钢管外的至少一端,该连接套管的管壁上开设有第三限位孔;限位销同时嵌入到第一限位孔、第二限位孔和第三限位孔内,限位销截面尺寸小于第一限位孔的尺寸,第一限位孔的尺寸小于第二限位孔的尺寸。本发明屈曲约束支撑能够发挥结构全抗震阶段的耗能性能,保证结构的安全,同时承载耗能强度高,满足大吨位承载耗能需求。



1. 一种并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于包括:

混凝土核心区,作为屈曲约束支撑的防屈曲核心单元;

一级耗能软钢管,内部浇筑混凝土形成所述混凝土核心区,该一级耗能软钢管的至少一端安装有一限位销;

二级耗能软钢管,套设在所述一级耗能软钢管外,该二级耗能软钢管至少一端的管壁上开设有第一限位孔;

约束钢管,套设在所述二级耗能软钢管外,该约束钢管至少一端的管壁上开设有第二限位孔;

连接套管,套设在所述约束钢管外的至少一端,该连接套管的管壁上开设有第三限位孔;并且,

所述第一限位孔与第二限位孔以及第三限位孔位置对应,限位销同时嵌入到第一限位孔、第二限位孔和第三限位孔内,限位销截面尺寸小于第一限位孔的尺寸,第一限位孔的尺寸小于第二限位孔的尺寸,第三限位孔的尺寸与限位销截面尺寸相同,使得所述限位销紧密嵌入到第三限位孔内。

2. 根据权利要求1所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

所述一级耗能软钢管的至少一端焊接一段加强钢棒,加强钢棒与一级耗能软钢管一并套设在二级耗能软钢管内,所述限位销安装在加强钢棒上。

3. 根据权利要求2所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

所述加强钢棒上开设有一贯通孔,限位销为一整体,穿过贯通孔,嵌入到二级耗能软钢管上的两个第一限位孔内,以及约束钢管上的两个第二限位孔内;或者,

所述加强钢棒上对称开设有两个非贯通孔,限位销有两个,两个限位销分别插入两个非贯通孔,嵌入到二级耗能软钢管上的两个第一限位孔内,以及约束钢管上的两个第二限位孔内。

4. 根据权利要求1所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

所述一级耗能软钢管长度短于二级耗能软钢管和约束钢管,二级耗能软钢管和约束钢管的长度相同。

5. 根据权利要求1所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

还包括无粘结滑动层,设置在所述混凝土核心区与一级耗能软钢管之间,一级耗能软钢管与二级耗能软钢管之间,和/或,二级耗能软钢管与约束钢管之间。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

所述第一限位孔、第二限位孔、限位销和连接套管仅在支撑的一端设置,连接套管与一端部连接件焊接连接,一级耗能软钢管、二级耗能软钢管和约束钢管在支撑的另一端与另一端部连接件焊接连接;或者,

所述第一限位孔、第二限位孔、限位销和连接套管在支撑的两端均设置,两端的连接套管各与一端部连接件焊接连接。

7. 根据权利要求6所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

支撑的一端所述连接套管的端部焊接一封板,支撑的另一端所述一级耗能软钢管、二级耗能软钢管和约束钢管的端部焊接另一封板,两端的端部连接件与封板焊接连接。

8. 根据权利要求6所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:
支撑的两端所述连接套管的端部焊接一封板,两端的端部连接件与封板焊接连接。

9. 根据权利要求1~5任一项所述的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,其特征在于:

所述一级耗能软钢管、二级耗能软钢管、约束钢管以及连接套管横截面为矩形、方形或圆形。

并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑构件技术领域,具体而言,涉及一种并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑。

背景技术

[0002] 一般屈曲约束支撑,在正常使用状态及小震作用下,为建筑结构提供抗侧刚度,起到普通支撑的作用;在大震作用下,屈曲约束支撑可通过其反复拉压滞回耗散地震输入的能量。屈曲约束支撑的耗能段为主要受力单元,一般由低屈服点的钢材制成,约束单元提供约束机制,以防止耗能单元受轴压时发生整体失稳或局部屈曲,其可采用钢管混凝土、钢筋混凝土外套、圆型或多边形钢管等,无粘结材料在耗能单元和约束单元之间提供滑动界面,使屈曲约束支撑在受拉与受压时尽可能有相似的力学性能,避免耗能单元因受压膨胀后与约束单元之间产生摩擦而造成轴力的增加。

[0003] 近年来,有学者开始研发分阶段屈服屈曲约束支撑,在小震下屈曲约束支撑的一部分先屈服耗能,中震或大震下屈曲约束支撑的大部分区域屈服耗能,从而有效提高屈曲约束支撑抵抗不同强度地震的耗能能力。目前分阶段耗能屈曲约束支撑的实现方法包括采用不同耗能机理阻尼器的组合和不同耗能材料阻尼器的组合。同样存在,高屈服点的耗能段刚度比低屈服点耗能段的刚度大得多的问题,导致低屈服点耗能段耗能受到较大影响,并不能很好的实现分阶段屈服。

[0004] 部分学者采用带不同长度长圆孔的核心段和螺栓相结合,将支撑轴力转换为螺栓的剪力,实现屈曲约束支撑并联核心段的分阶段屈服,但螺栓有限的抗剪承载力导致这种分阶段屈服的屈曲约束支撑只能适用于小吨位情况,严重限制了分阶段屈服屈曲约束支撑推广应用。

[0005] 发明人已对双屈服点耗能结构进行过相关研究,但在实际应用中其承载力较小,无法用于大吨位承载,不适合高层、超高层等大体量建筑结构使用,因此有必要对现有结构进一步进行改进。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明的目的在于提供一种屈曲约束支撑,具体是一种并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,以解决现有的屈曲约束支撑存在的一个或多个问题,尤其能够满足大吨位承载要求。

[0007] 上述目的可通过以下技术方案实现:

[0008] 本发明提供一种并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,包括:

[0009] 混凝土核心区,作为屈曲约束支撑的防屈曲核心单元;

[0010] 一级耗能软钢管,内部浇筑混凝土形成所述混凝土核心区,该一级耗能软钢管的至少一端安装有一限位销;

[0011] 二级耗能软钢管,套设在所述一级耗能软钢管外,该二级耗能软钢管至少一端的

管壁上开设有第一限位孔；

[0012] 约束钢管，套设在所述二级耗能软钢管外，该约束钢管至少一端的管壁上开设有第二限位孔；

[0013] 连接套管，套设在所述约束钢管外的至少一端，该连接套管的管壁上开设有第三限位孔；并且，

[0014] 所述第一限位孔与第二限位孔以及第三限位孔位置对应，限位销同时嵌入到第一限位孔、第二限位孔和第三限位孔内，限位销截面尺寸小于第一限位孔的尺寸，第一限位孔的尺寸小于第二限位孔的尺寸。

[0015] 在一些实施例中，所述一级耗能软钢管的至少一端焊接一段加强钢棒，加强钢棒与一级耗能软钢管一并套设在二级耗能软钢管内，所述限位销安装在加强钢棒上。

[0016] 在一些实施例中，所述加强钢棒上开设有一贯通孔，限位销为一整体，穿过贯通孔，嵌入到二级耗能软钢管上的两个第一限位孔内，以及约束钢管上的两个第二限位孔内；或者，

[0017] 所述加强钢棒上对称开设有两个非贯通孔，限位销有两个，两个限位销分别插入两个非贯通孔，嵌入到二级耗能软钢管上的两个第一限位孔内，以及约束钢管上的两个第二限位孔内。

[0018] 在一些实施例中，所述一级耗能软钢管长度短于二级耗能软钢管和约束钢管，二级耗能软钢管和约束钢管的长度相同。

[0019] 在一些实施例中，所述第三限位孔的尺寸与限位销截面尺寸相同，使得所述限位销紧密嵌入到第三限位孔内。

[0020] 在一些实施例中，还包括无粘结滑动层，设置在所述混凝土核心区与一级耗能软钢管之间，一级耗能软钢管与二级耗能软钢管之间，和/或，二级耗能软钢管与约束钢管之间。

[0021] 在一些实施例中，所述第一限位孔、第二限位孔、限位销和连接套管仅在支撑的一端设置，连接套管与一端部连接件焊接连接，一级耗能软钢管、二级耗能软钢管和约束钢管在支撑的另一端与另一端部连接件焊接连接；或者，

[0022] 所述第一限位孔、第二限位孔、限位销和连接套管在支撑的两端均设置，两端的连接套管各与一端部连接件焊接连接。

[0023] 在一些实施例中，支撑的一端所述连接套管的端部焊接一封板，支撑的另一端所述一级耗能软钢管、二级耗能软钢管和约束钢管的端部焊接另一封板，两端的端部连接件与封板焊接连接。

[0024] 在一些实施例中，支撑的两端所述连接套管的端部焊接一封板，两端的端部连接件与封板焊接连接。

[0025] 在一些实施例中，所述一级耗能软钢管、二级耗能软钢管、约束钢管以及连接套管横截面为矩形、方形或圆形。

[0026] 相比于现有技术，本发明的有益效果如下：

[0027] (1) 引入一级耗能软钢管和二级耗能软钢管，通过控制一级屈曲约束耗能最大变形值 δ_1 和二级屈曲约束耗能最大变形值 δ_2 ，实现双屈服点设计的两阶段工作模式，小震作用下一级耗能软钢发生屈服耗能，起到消能减震作用；同时，保证装置在中大震工况下仍具备

耗能的能力；

[0028] (2) 引入约束钢管,当支撑耗能软钢管达到变形值 δ_2 后,装置通过约束钢管继续为结构提供必要的抗侧刚度,避免结构在超过预估罕遇地震作用下发生严重破坏而完全退出工作,同时实现一级耗能软钢管和二级耗能软钢管在整个耗能过程中不屈曲；

[0029] (3) 引入混凝土核心区,为一级耗能软钢管提供径向约束,实现一级耗能软钢管在整个耗能过程中不屈曲；同时混凝土核心区采用高强混凝土或者灌浆料,能够为一级耗能软钢管的大吨位承载提供必要的约束条件,尺寸和耗能软钢管截面也都符合大吨位耗能构件的性能要求；

[0030] (4) 在端部采用连接套管,连接套管通过限位稍与加强钢棒共同作用拉动一级耗能软钢管轴向往复运动,端部节点强度更高,更适合大吨位承载要求,主体结构和端部连接节点布局合理,连接可靠。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0032] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容涵盖的范围内。

[0033] 图1为本发明一个示例性实施例的爆炸结构示意图；

[0034] 图2为示例性示出图1的横截面示意图；

[0035] 图3为示例性示出图1的端部节点纵剖面图；

[0036] 图4为示例性示出图1的端部节点俯视图；

[0037] 图5-8为本发明多个示例性实施例的整体俯视结构示意图。

具体实施方式

[0038] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0039] 在本发明的描述中,术语“包括/包含”、“由……组成”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的产品、设备、过程或方法不仅包括那些要素,而且需要时还可以包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种产品、设备、过程或方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括/包含……”、“由……组成”限定的要素,并不排除在包括所述要素的产品、设备、过程或方法中还存在另外的相同要素。

[0040] 需要理解的是,在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“连接”、“相连”、“固定”等术语应做广义理解,例如,设置可以是任意合理可行的设置方式,

连接可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0041] 还需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“中心”等指示方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置、部件或结构必须具有特定的方位、以特定的方位构造或操作,不能理解为对本发明的限制。

[0042] 此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0043] 以下结合较佳的实施方式对本发明的实现进行详细的描述。

[0044] 一般屈曲约束支撑主要由三部分组成,即核心单元、外包约束单元及滑动机制单元。核心耗能段承受轴向压力时,利用外包约束单元对核心耗能段的横向变形进行约束,防止核心耗能段发生屈曲,使其能在轴力作用下发生全截面屈服,在拉伸和压缩方向获得对称的受力性能。屈曲约束支撑具有减震机理明确、减震效果明显、安全可靠、经济合理的特点,可以满足不同结构的抗震要求。

[0045] 现有BRB屈曲约束支撑主要存在以下问题:

[0046] (1)传统屈曲约束支撑,一般情况下只有一个屈服点,支撑一般在小震作用下不屈服,只提供侧向刚度;

[0047] (2)现有屈曲约束支撑,无法满足当结构遭遇超过预估地震时,为结构提供必要侧向刚度的需求;

[0048] (3)现有屈曲约束支撑无法兼顾多阶段耗能和大吨位承载耗能的需求。

[0049] 因此,本发明提出屈曲约束支撑应该发挥结构全抗震阶段的耗能性能,同时在结构遭遇超过预估设防地震时,仍能为结构提供必要的抗侧刚度,保证结构的安全,应用范围更广。

[0050] 如图1所示,图1为整个装置的分解示意图,示出了本发明一种实现方式的并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑,整个装置可设置有如下组件:混凝土核心区1、一级耗能软钢管2、二级耗能软钢管3、约束钢管4、无粘结滑动材料5、限位销6、加强钢棒7、封板8、连接套管9以及端部连接件10,需要说明的是,上述组件仅是实现本发明的一种较佳的组合构成,并不意味整个装置必须使用上述全部组件,下面对整个装置的必要构成和功能以及实现方式进行详细地示例性阐述。

[0051] 容易理解的是,“并联”主要指的是一级耗能软钢管2、二级耗能软钢管3、约束钢管4是并联关系。“屈曲”,有时也被称为屈服,极限情况下达到受力或变形的一种临界状态。“支撑”为一类结构或构件的统称,并不是对结构具体形式或功能的限制,根据使用场景的不同可以是受拉构件、受压构件等,或者其组合。

[0052] 下面结合附图对核心组件进行详细解释。

[0053] 如图2,本发明中,混凝土核心区1作为整个屈曲约束支撑的防屈曲核心单元,承担

受压作用,为后面的一级耗能软钢管2提供径向约束,防止一级耗能软钢管2向内的局部屈曲失稳。

[0054] 本发明在混凝土核心区1外包裹有一级耗能软钢管2,即一级耗能软钢管2内部浇筑混凝土形成混凝土核心区1,一级耗能软钢管2能够为核心区混凝土提供一定程度上的约束作用,提高混凝土的支撑强度。

[0055] 本发明在一级耗能软钢管2的至少一端安装有一限位销6,限位销6的作用将在后面详细阐述。

[0056] 二级耗能软钢管3套设在一级耗能软钢管2外,该二级耗能软钢管3的至少一端在管壁上开设有第一限位孔3-1;在一级耗能软钢管2发生屈曲耗能时,二级耗能软钢管3为一级耗能软钢管2提供侧向约束,防止一级耗能软钢管2发生面外失稳。

[0057] 本发明中,使用“软钢管”并不是唯一选择,也可以用普通的钢材例如Q235等,实际应用中,由于软钢具有优越的滞回耗能曲线,故本发明至少在第一屈服段优选软钢管。

[0058] 另外,“软钢”可以采用碳含量低于0.25%的碳素钢,其强度低、硬度低。

[0059] 应当理解,一级、二级在这里仅是层级的关系,并不是对级别、主次性或重要程度的限制,根据地震强度和屈服阶段的不同,一级耗能软钢管2和二级耗能软钢管3在整个约束支撑中各自发挥着同样重要的作用。

[0060] 约束钢管4套设在二级耗能软钢管3外,该约束钢管4的至少一端在管壁上开设有第二限位孔4-1;在二级耗能软钢管3发生屈曲耗能时,约束钢管4为二级耗能软钢管3提供径向约束,防止二级耗能软钢管3发生失稳,同时,约束钢管4也能够为结构提供必要的抗侧刚度。

[0061] 本发明中,约束钢管4可采用普通钢管,壁厚没有特殊要求,实际应用中满足在大震下不发生屈服即可。

[0062] 本发明在约束钢管4的至少一端外套设一段连接套管9,该连接套管9在管壁上相应开设有第三限位孔9-1。如图3,第三限位孔9-1与第一限位孔3-1、第二限位孔4-1位置对应,限位销6同时嵌入到第一限位孔3-1、第二限位孔4-1和第三限位孔9-1内。限位销6截面尺寸小于第一限位孔3-1的尺寸,第一限位孔3-1的尺寸小于第二限位孔4-1的尺寸,即限位销6与第一限位孔3-1的边缘之间在轴向上形成有一个第一间隙,本发明定义该第一间隙为 δ_1 ,限位销6与第二限位孔4-1的边缘之间在轴向上形成有一个第二间隙,本发明定义该第二间隙为 δ_2 ,第一间隙为 δ_1 与第二间隙为 δ_2 的作用将在后文中详细阐述。

[0063] 应当理解,连接套管9的长度并不做限制,在其上足够开设第三限位孔9-1即可,本发明优选在第一限位孔3-1、第二限位孔4-1两侧延伸相同的长度。

[0064] 在一些实施例中,再参见图1、3,一级耗能软钢管2的至少一端焊接一段加强钢棒7,该加强钢棒7与一级耗能软钢管2一并套设在二级耗能软钢管3内,限位销6安装在该加强钢棒7上。本发明优选采用实心的钢棒结构并与一级耗能软钢管2焊接在一起,具体是焊接在一级耗能软钢管2的端面,在其上安装限位销6,相对于将限位销6直接安装在一级耗能软钢管2上而言,由于一级耗能软钢管2为软钢,管壁强度更低,避免了因安装限位销6对一级耗能软钢管2造成的局部破坏,且限位销6的连接强度也难以保证,借助加强钢棒7很好地解决了该问题。

[0065] 较佳的,加强钢棒7的长度不做限制,只要足够安装限位销6即可,加强钢棒7的横

截面尺寸大小也不做限制,但本发明优选将其设计为与一级耗能软钢管2的横截面尺寸大小相同,方便焊接施工,且焊接连接后加强钢棒7能够恰好封堵一级耗能软钢管2端面,从而将混凝土封闭在一级耗能软钢管2内,提高核心区混凝土的耐腐蚀性。

[0066] 本发明中,加强钢棒7上开设有插孔,限位销6插入插孔中与加强钢棒7连接。插孔的具体形式不做限制,可根据加强钢棒7的截面形式设置,只要能够匹配限位销6,便于限位销6插入并保持在其内即可。

[0067] 在一些实施例中,加强钢棒7上的插孔为一贯通孔,限位销6为一整体,穿过贯通孔,嵌入到二级耗能软钢管3上的两个第一限位孔3-1内,以及约束钢管4上的两个第二限位孔4-1内,将加强钢棒7和一级耗能软钢管2约束在第一限位孔3-1和第二限位孔4-1内。

[0068] 当然,也可在加强钢棒7上对称开设有两个非贯通孔,限位销6有两个,两个限位销6分别插入两个非贯通孔,嵌入到二级耗能软钢管3上的两个第一限位孔3-1内,以及约束钢管4上的两个第二限位孔4-1内,将加强钢棒7和一级耗能软钢管2约束在第一限位孔3-1和第二限位孔4-1内。

[0069] 另外,不管是贯通孔亦或非贯通孔,其尺寸可比限位销6略小,或在孔内壁设置凸起、凸条、凸肋等结构,或者将限位销6与插孔设计为螺纹连接,使得限位销6楔入后能够被紧固地保持,防止从孔内滑脱。

[0070] 容易理解,限位销6与加强钢棒7的上述连接方式均是可行的,连接强度和可靠性也是能够保证的,但这并不是对本发明的唯一性限制,本领域普通技术人员能够合理预见的其他连接方式也不应当理解为脱离本发明的宗旨。

[0071] 继续参见图3、4,第三限位孔9-1的尺寸与限位销6截面尺寸相同,使得限位销6紧密嵌入到第三限位孔9-1内,使得限位销6与连接套管9紧密接触,如此在连接套管9受力时能够及时、直接地将力经由限位销6、加强钢棒7传递至一级耗能软钢管2。

[0072] 又如图1,本发明在支撑的两端连接端部连接件10,端部连接件10用于与主体结构或结构构件连接,连接安装整个屈曲约束支撑。本发明中端部连接件10采用由钢板焊接形成的十字型连接构件,钢板上开设有螺栓孔,通过螺栓与主体结构或结构构件连接固定。

[0073] 较佳的,端部连接件10与连接套管9连接固定,借助连接套管9、限位销6、加强钢棒7将受力传递至一级耗能软钢管2,能够实现稳定的传力和屈曲耗能,同时外包一段连接套管9,整个支撑的端部强度也有一定的增强,适应大吨位承载耗能的要求。

[0074] 在一些实施例中,本发明在连接套管9的端部焊接一封板8,封板8只与连接套管9的端部焊接,而不与一级耗能软钢管2、二级耗能软钢管3、约束钢管4连接,端部连接件10与封板8焊接连接。封板8的大小与连接套管9截面相同或略大,借助封板8封堵连接套管9的外端面,方便在连接套管9上连接端部连接件10,同时封板8封堵连接套管9及内部各构件,增强各构件的耐腐蚀性。

[0075] 如图1、2,作为一种较佳的实施方式,本发明进一步在混凝土核心区1与一级耗能软钢管2之间设置有无粘结滑动层5,无粘结滑动层5由无粘结滑动材料在混凝土核心区1与一级耗能软钢管2之间的间隙中形成,具体可在工厂加工耗能构件时刷涂聚四氟乙烯等常用材料即可。无粘结滑动材料在两结构界面之间提供滑动界面,降低摩擦,使屈曲约束支撑在受拉与受压时尽可能有相似的力学性能,避免耗能单元因受压膨胀后与约束单元之间产生摩擦而造成轴力的增加。

[0076] 当然,在一级耗能软钢管2与二级耗能软钢管3之间,二级耗能软钢管3与约束钢管4之间,也可单独或同时设置无粘结滑动层。

[0077] 在一些实施例中,继续参见图1,一级耗能软钢管2长度短于二级耗能软钢管3和约束钢管4,或者进一步将二级耗能软钢管3和约束钢管4的长度设计为相同,通过如此设置,为在一级耗能软钢管2一端或者两端连接限位销6提供了便利,可以方便地在二级耗能软钢管3和约束钢管4上开设限位孔,并在一级耗能软钢管2一端或者两端连接限位销6并将其嵌入到限位孔内。

[0078] 甚至,如图3所示,一级耗能软钢管2与二级耗能软钢管3和约束钢管4的长度差恰好等于加强钢棒7的长度,如此在一级耗能软钢管2端面焊接固定加强钢棒7后,加强钢棒7与二级耗能软钢管3和约束钢管4的端面齐平,结构布置更合理。

[0079] 在一些实施例中,如图3所示,第一限位孔3-1在二级耗能软钢管3的管壁上对称开设两个,相应的第二限位孔4-1在约束钢管4的管壁上对称开设两个,当然也可视情况在管的截面上以上、下、左、右均匀分布的方式开设四个,对称布置限位销6能够确保管壁截面上的滑动耗能更合理,受力更均匀。

[0080] 本发明中,一级耗能软钢管2、二级耗能软钢管3和约束钢管4的横截面形式不做限制,建筑中约束支撑常见的钢管截面均可使用,本发明优选采用矩形、方形或圆形截面钢管,如图5-8所示。

[0081] 相应的,第一限位孔3-1和第二限位孔4-1的形式也可灵活调整,本发明以矩形孔为例,即沿管的轴向为矩形长边,沿管的径向为短边,但显然其他形式的孔也不脱离本发明的宗旨,例如方形孔、圆形孔、椭圆形孔、十字型孔等形式。

[0082] 本发明中,屈曲耗能结构可仅在支撑的一端设置,即第一限位孔3-1、第二限位孔4-1、限位销6和连接套管9仅在一端设置,如图5、6所示,端部连接件10在该端的连接方式不再赘述,在支撑的另一端,一封板8与一级耗能软钢管2、二级耗能软钢管3和约束钢管4均焊接连接,封堵各钢管的端面,在封板8上焊接端部连接件10。

[0083] 当然,屈曲耗能结构也可在支撑的两端均设置,这取决于支撑的使用场合,即第一限位孔3-1、第二限位孔4-1、限位销6和连接套管9在两端均设置,如图7、8所示,两端的设置方式相同,具体不再赘述。

[0084] 本发明并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑的组装流程(以图1为例)为:

[0085] 第一步,将一级耗能软钢管2(内部涂刷无粘结滑动材料形成无粘结滑动层5)与右侧封板8进行焊接;

[0086] 第二步,浇筑混凝土核心区1;

[0087] 第三步,加强钢棒7与一级耗能软钢管2左侧进行焊接;

[0088] 第四步,一级耗能软钢管2外涂刷无粘结滑动材料形成无粘结滑动层5,二级耗能软钢管3套入一级耗能软钢管2外并与右侧封板8焊接;

[0089] 第五步,二级耗能软钢管3外涂刷无粘结滑动材料形成无粘结滑动层5,约束钢管4套入二级耗能软钢管3外并与右侧封板8焊接;

[0090] 第六步,左侧封板8与连接套管9进行焊接,并套入约束钢管4左侧外;

[0091] 第七步,插入限位销6;

[0092] 第八步,端部连接件10与封板8进行焊接。

[0093] 本发明并联多重套管式双屈服点屈曲约束支撑通过连接套管9与封板8焊接,封板8再与端部连接件10焊接连接,连接套管9通过限位稍6与加强钢棒7共同作用拉动一级耗能软钢管2轴向往复运动。具备如下三个工作阶段:

[0094] (1) 第一屈服阶段,该阶段设计屈曲约束耗能允许变形值小于 δ_1 ,极限状态下能够达到 δ_1 ,此时为一种临界状态。当位移小于等于 δ_1 时,一级耗能软钢管2发生屈服耗能,此阶段二级耗能软钢管3为一级耗能软钢管2提供侧向约束,防止一级耗能软钢管2发生面外失稳,此时一级耗能软钢管2发生屈曲耗能,起到消能减震作用。该阶段,混凝土核心区1为一级耗能软钢管2提供径向约束,防止软钢管径向向内失稳。

[0095] (2) 第二屈服阶段,该阶段设计屈曲约束耗能允许变形值小于 δ_2 ,但大于 δ_1 。当位移大于 δ_1 小于等于 δ_2 时,连接套管9通过限位稍6同时拉动一级耗能软钢管2和二级耗能软钢管3发生支撑轴向往复运动,此时一级耗能软钢管2和二级耗能软钢管3同时发生屈曲耗能,该阶段约束钢管4为二级耗能软钢管3提供径向约束,防止二级耗能软钢管3发生失稳,此时一级耗能软钢管2已在前一阶段发生屈曲耗能,同时在本阶段与二级耗能软钢管3共同屈曲耗能。该阶段,主要应用于结构遭遇罕遇设防地震作用时,为结构提供消能减震保障。

[0096] (3) 第三阶段,支撑装置完成前两个阶段耗能减震作用后,当位移继续增大,达到大于 δ_2 时,此时连接套管9通过限位稍6拉动约束钢管4,支撑装置主要通过约束钢管4为结构提供必要的抗侧刚度,从而避免结构在超过预估罕遇地震作用下,由于耗能构件退出工作,造成建筑物抗侧刚度瞬间骤减的不利情况。

[0097] 通过本发明,能够解决现有技术中的问题并实现:

[0098] (1) 针对传统屈曲约束支撑,一般情况下只有一个屈服点,在小震作用下不屈服,只提供附加刚度,不参与耗能的难题,引入一级耗能软钢管2和二级耗能软钢管3,通过控制一级屈曲约束耗能最大变形值 δ_1 和二级屈曲约束耗能最大变形值 δ_2 ,实现双屈服点设计的两阶段工作模式,能够成功解决该问题;

[0099] (2) 针对现有屈曲约束支撑主要依靠核心单元进行结构抗震消能,当结构遭遇超过预估地震时,核心单元耗能破坏,支撑将完全退出工作,以致造成建筑物抗侧刚度瞬间骤减,极易造成建筑物的倒塌破坏的难题,通过引入约束钢管4,当支撑耗能软钢管达到变形值 δ_2 后,装置通过约束钢管4继续为结构提供必要的抗侧刚度,避免结构在超过预估罕遇地震作用下发生严重破坏;

[0100] (3) 通过混凝土核心区1与约束钢管4联合作用,达到一级耗能软钢管2和二级耗能软钢管3在整个耗能过程中不发生面外的整体屈曲失稳;

[0101] (4) 一级耗能软钢管2内填充混凝土核心区1,并与连接套管9、约束钢管4联合作用,极大地提高了整个约束支撑的承载耗能强度,特别适用于大吨位承载需求,解决了现有装置结构承载强度低的不足。

[0102] 本领域技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各优选方案可以自由地组合、叠加。

[0103] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

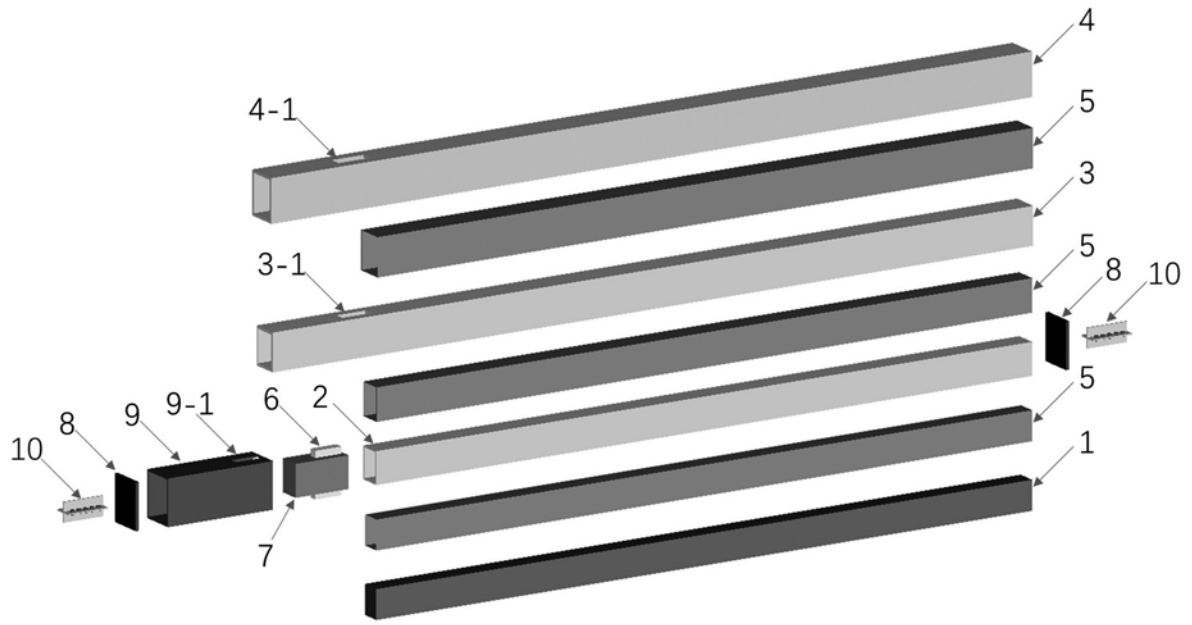


图1

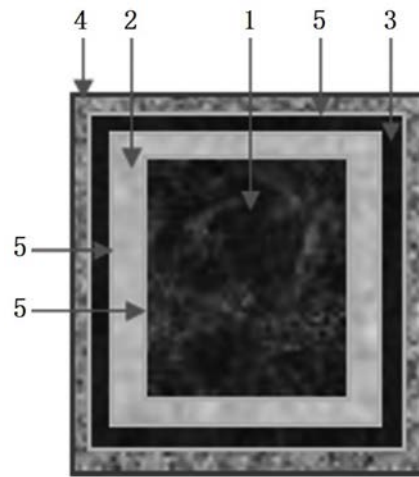


图2

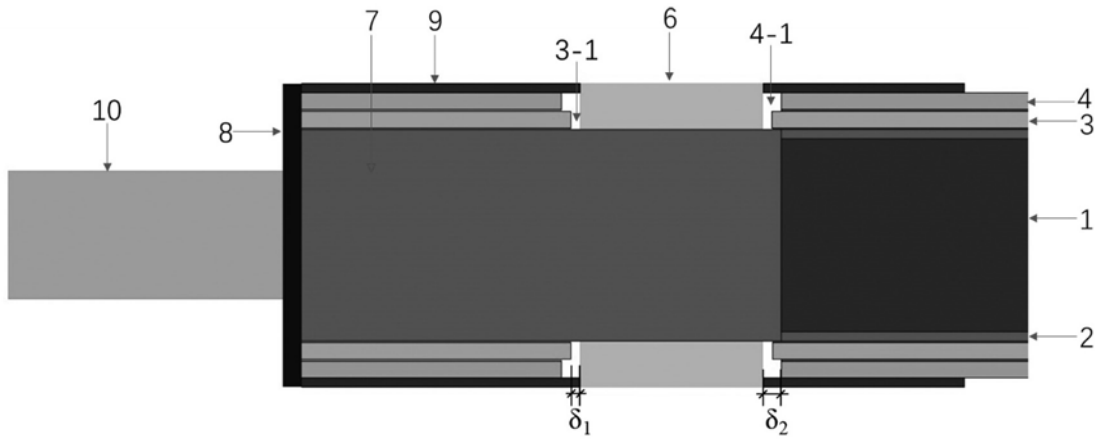


图3

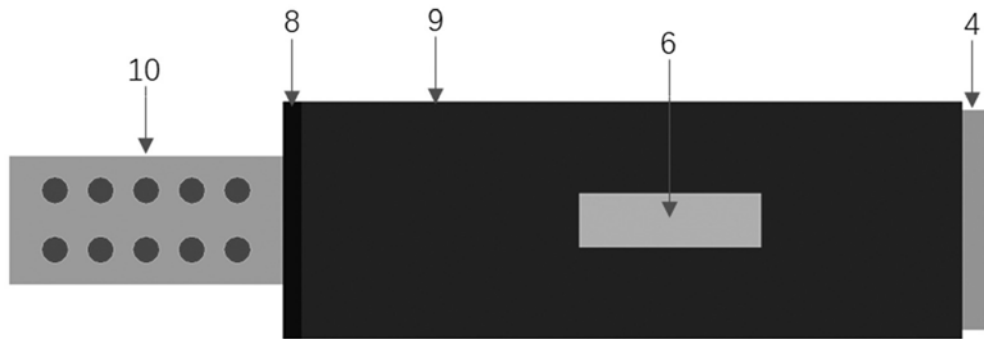


图4



图5



图6



图7



图8