



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103924702 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 16

(21) 申请号 201410129056. 7

(22) 申请日 2014. 04. 01

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 马华 李汉杰 张婷婷 李振宝

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006. 01)

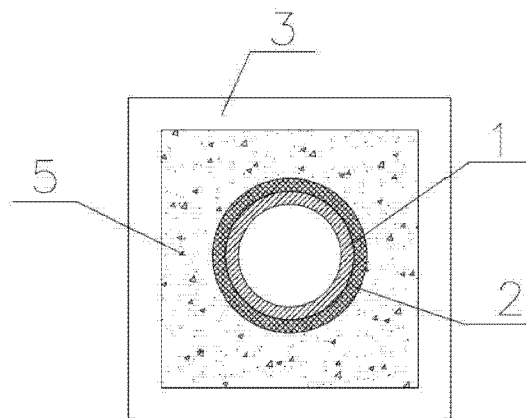
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种具有双屈服点的双套管耗能内芯防屈曲支撑构件

(57) 摘要

一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,该构件包括套管形耗能内芯板的低屈服点钢板、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板、外约束钢管、端部连接板、水泥砂浆;针对现有防屈曲支撑只依靠单一材料的耗能内芯板屈服耗能,其耗能效果在面对超预期大震甚至巨震下不能保证的问题,提出耗能内芯板由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成的新型耗能核心。低屈服点的力学特点是易屈服,在进入塑形状态后具有良好的滞回特性,并在弹塑性滞回变形过程中能吸收大量的能量,使结构的其余部分内力明显减小,从而保护结构。高屈服点钢的屈服点跟低屈服点钢相比较,可在低屈服点钢屈服时保持弹性。



1. 一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,其特征在于:该构件包括套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)、外约束钢管(3)、端部连接板(4)、水泥砂浆(5);所述套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)嵌套在套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)内;外约束钢管(3)从外部包围住套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2),外约束钢管(3)一端固定于端部连接板(4),外约束钢管(3)的另一端自由无连接且留有缝隙以便灌入水泥砂浆(5);套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)与套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)的两端处利用螺栓连接或者焊接形成整体耗能内芯板,且在两板中间段之间填充无粘结材料,所述外约束钢管(3)为方形截面;所述水泥砂浆(5)填充于外约束钢管(3)的缝隙处,共同构成一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件;

整体耗能内芯板由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成,两钢板之间的缝隙填充有无粘结材料,以提供套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)和套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)在轴向变形时由于泊松效应分别所产生的侧向变形空间,使支撑在受拉与受压过程中尽可能有相似的力学性能;套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)与套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)的两端利用螺栓连接或者焊接形成整体耗能内芯板,在两板中间段之间填充无粘结材料,整体内芯板的两端均焊接于端部连接板(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,其特征在于:在小震发生时,以及在中震发生时,由于套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)分别由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成,且两钢板之间的缝隙填充有无粘结材料,所以由于地震强度较小,可以通过套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)的弹性变形消耗地震能量,此时支撑构件保证处于弹性状态;在大震发生时,低屈服点钢首先进入屈服阶段滞回耗能,随后高屈服点钢屈服,进入滞回耗能阶段,从而更好地消耗地震输入结构的能量;单一屈服点的普通防屈曲支撑不能适应不同水平地震作用,具备两个屈服点的防屈曲支撑能在不同地震作用水平下发挥耗能作用。

3. 根据权利要求1所述的一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,其特征在于:所述外约束钢管(3)与套管形耗能内芯板的低屈服点钢板(1)、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板(2)之间通过预留的缝隙填充水泥砂浆以防止耗能内芯板失稳。

4. 根据权利要求1所述的一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,其特征在于:所述外约束钢管(3)的自由端与端部连接板(4)的缝隙保持在支撑全长的十分之一,保证耗能内芯板不会发生局部屈曲。

5. 根据权利要求1所述的一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,其特征在于:所述端部连接板(4)实际连接到构件时,可焊接加劲肋板或角钢来增大连接段强度,保证连接段双向稳定性。

## 一种具有双屈服点的双套管耗能内芯防屈曲支撑构件

### 技术领域

[0001] 本发明属于防屈曲耗能支撑构件技术领域,涉及一种新型的工程结构抗震耗能的支撑构件,尤其涉及一种具有双屈服点的防屈曲支撑构件。

### 背景技术

[0002] 近年来,世界范围内地震频繁发生,并且出现超出设防水准以外的巨震,其表示幅值特征上超越大震的极端地震荷载。为了实现结构在巨震作用下的安全,在传统设理念中引入超预期大震情况下的抗震措施,具有重要意义。防屈曲支撑最早由日本学者成功研发,并对其进行了拉压试验;美国在北岭地震之后,开始对防屈曲支撑体系进行了研究与试验。防屈曲耗能支撑横向主要由核心单元、约束单元和滑动机制单元构成,可提高框架结构的抗侧刚度和承载力,且具有耗能机制明确、耗能减震效果显著、性能稳定、施工安装方便、易于标准化生产等特点,在建筑结构中应用十分广泛。外约束钢管和填充材料仅约束耗能内芯板受压屈曲,使耗能内芯板在受拉和受压下均能进入屈服,因而防屈曲支撑的滞回性能优良。一种具有双屈服点的防屈曲支撑构件的提出,在某种程度上完善了基于性能的抗震设计理论框架。

[0003] 防屈曲耗能支撑是一种受压时发生屈服而不发生屈曲的构件,其构造组成可从横向和纵向分析。横向部分主要由耗能内芯板构件、外约束构件(钢管、混凝土等)和无黏结材料等三部分构成;纵向构成分为约束屈服段、约束非屈服段、无约束非屈服段、无黏结可膨胀材料和屈曲约束机构。传统的防屈曲支撑构件具有以下特点,与结构构件相连的耗能内芯板由单一的材料构成,荷载完全由单一材料的耗能内芯板承担,外套筒和填充材料仅约束内芯板受压屈曲以防止内芯板受压失稳,使内芯板在受拉和受压下均能进入屈服。即仅考虑耗能内芯板为一个单一材料的耗能核心。传统的耗能支撑在中小地震下具有足够刚度,在大震下耗能性能良好。其在大震下的耗能通常以全截面屈服或者断裂为重要特征,在大震下的弹塑性变形性能往往不能满足预期大震甚至巨震下的耗能和安全性要求。鉴于此,对先有传统的耗能支撑加以改造,设计一种可以在普通耗能内芯板屈服后还具有一定刚度和耗能储备的新型防屈曲支撑构件,保证在中小地震具备足够刚度且能够超过预期大震甚至是巨震下还具有足够耗能能力的支撑构件。

### 发明内容

[0004] 本发明在现有防屈曲支撑基础上,提出了一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件。针对现有防屈曲支撑只依靠单一材料的耗能内芯板屈服耗能,其耗能效果在面对超预期大震甚至巨震下不能保证的问题,提出耗能内芯板由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成的新型耗能核心。低屈服点的力学特点是易屈服,在进入塑形状态后具有良好的滞回特性,并在弹塑性滞回变形过程中能吸收大量的能量,使结构的其余部分内力明显减小,从而保护结构。高屈服点钢的屈服点跟低屈服点钢相比较,可在低屈服点钢屈服时保持弹性。本发明具有应用范围更广和滞回耗能更显著的优点。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明采用的技术方案为一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,该构件包括套管形耗能内芯板的低屈服点钢板、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板、外约束钢管、端部连接板、水泥砂浆;外约束钢管从外部包围住套管形耗能内芯板的低屈服点钢板、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板,外约束钢管一端固定于端部连接板,外约束钢管的另一端自由无连接且留有缝隙以便灌入水泥砂浆,所述外约束钢管为方形截面;所述水泥砂浆填充于外约束钢管的缝隙处,共同构成一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件。

[0006] 整体耗能内芯板由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成,两钢板之间的缝隙填充有无粘结材料,以提供套管形耗能内芯板的低屈服点钢板和套管形耗能内芯板的高屈服点钢板在轴向变形时由于泊松效应分别所产生的侧向变形空间,使支撑在受拉与受压过程中尽可能有相似的力学性能;套管形耗能内芯板的低屈服点钢板与套管形耗能内芯板的高屈服点钢板的两端利用螺栓连接或焊接形成整体耗能内芯板。

[0007] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果。

[0008] 本发明的耗能能力相比传统防屈曲支撑由明显的提高;本发明采用的钢材来源广泛,规格齐全,购买方便;本发明可广泛应用与建筑的耗能减震控制;开拓传统耗能支撑使用范围,增加耗能支撑的滞回耗能能力;相比单一屈服点的普通防屈曲支撑不能适应不同水平地震作用,具备两个屈服点的防屈曲支撑能在不同地震作用水平下发挥耗能作用。该支撑能在小震、中震、大震甚至巨震下能保持良好的工作性能,适合现在多性能水准和目标的设计需求,具有良好的实用价值。

#### 附图说明

[0009] 图 1a 为一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件主视图。

[0010] 图 1b 为一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件侧视图。

[0011] 图 2 为套管形耗能内芯板的剖面图。

[0012] 图中:1、套管形耗能内芯板的低屈服点钢板,2、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板,3、外约束钢管,4、端部连接板,5、水泥砂浆。

#### 具体实施方式

[0013] 以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0014] 如图 1-2 所示,一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件,该构件包括套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2、外约束钢管 3、端部连接板 4、水泥砂浆 5;所述套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1 嵌套在套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 内;外约束钢管 3 从外部包围住套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2,外约束钢管 3 一端固定于端部连接板 4,外约束钢管 3 的另一端自由无连接且留有缝隙以便灌入水泥砂浆 5;套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1 与套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 的两端处利用螺栓连接或者焊接形成整体耗能内芯板,且在两板中间段之间填充无粘结材料,所述外约束钢管 3 为方形截面;所述水泥砂浆 5 填充于外约束钢管 3 的缝隙处,共同构成一种具有双屈服点的套管型耗能内芯防屈曲支撑构件。

[0015] 整体耗能内芯板由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成,两钢板之间的缝隙填充有无粘结材料,以提供套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1 和套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 在轴向变形时由于泊松效应分别所产生的侧向变形空间,使支撑在受拉与受压过程中尽可能有相似的力学性能;套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1 与套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 的两端利用螺栓连接或者焊接形成整体耗能内芯板,在两板中间段之间填充无粘结材料,整体内芯板的两端均焊接于端部连接板 4。

[0016] 在小震发生(即当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震)时,以及在中震发生(即当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响)时,由于套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 分别由低屈服点钢板与高屈服点钢板重叠制成,且两钢板之间的缝隙填充有无粘结材料,所以由于地震强度较小,可以通过套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 的弹性变形消耗地震能量,此时支撑构件保证处于弹性状态;在大震发生(即当遭受高于本地区抗震设防烈度预计的罕遇地震影响)时,低屈服点钢首先进入屈服阶段滞回耗能,随后高屈服点钢屈服,进入滞回耗能阶段,从而更好地消耗地震输入结构的能量。单一屈服点的普通防屈曲支撑不能适应不同水平地震作用,具备两个屈服点的防屈曲支撑能在不同地震作用水平下发挥耗能作用。

[0017] 所述外约束钢管 3 与套管形耗能内芯板的低屈服点钢板 1、套管形耗能内芯板的高屈服点钢板 2 之间通过预留的缝隙填充水泥砂浆以防止耗能内芯板失稳。

[0018] 所述外约束钢管 3 的自由端与端部连接板 4 的缝隙保持在支撑全长的十分之一,保证耗能内芯板不会发生局部屈曲。

[0019] 所述端部连接板 4 实际连接到构件时,可焊接加劲肋板或角钢来增大连接段强度,保证连接段双向稳定性。

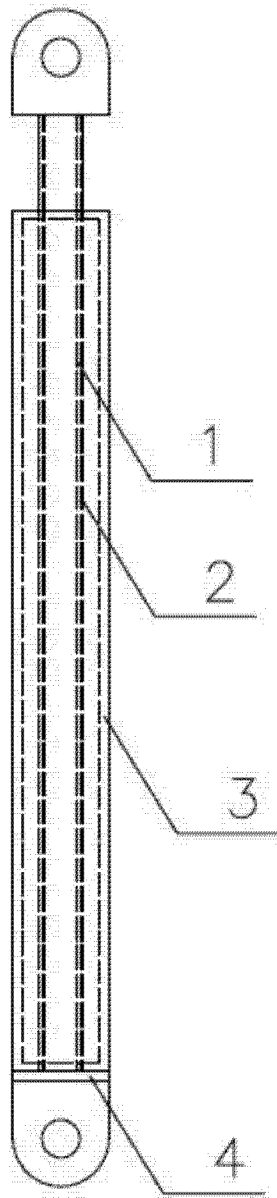


图 1a

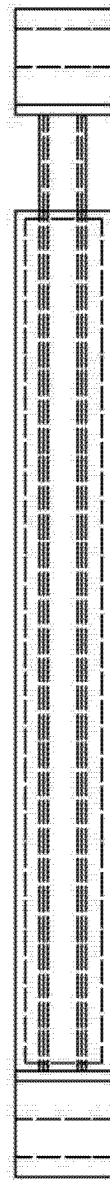


图 1b

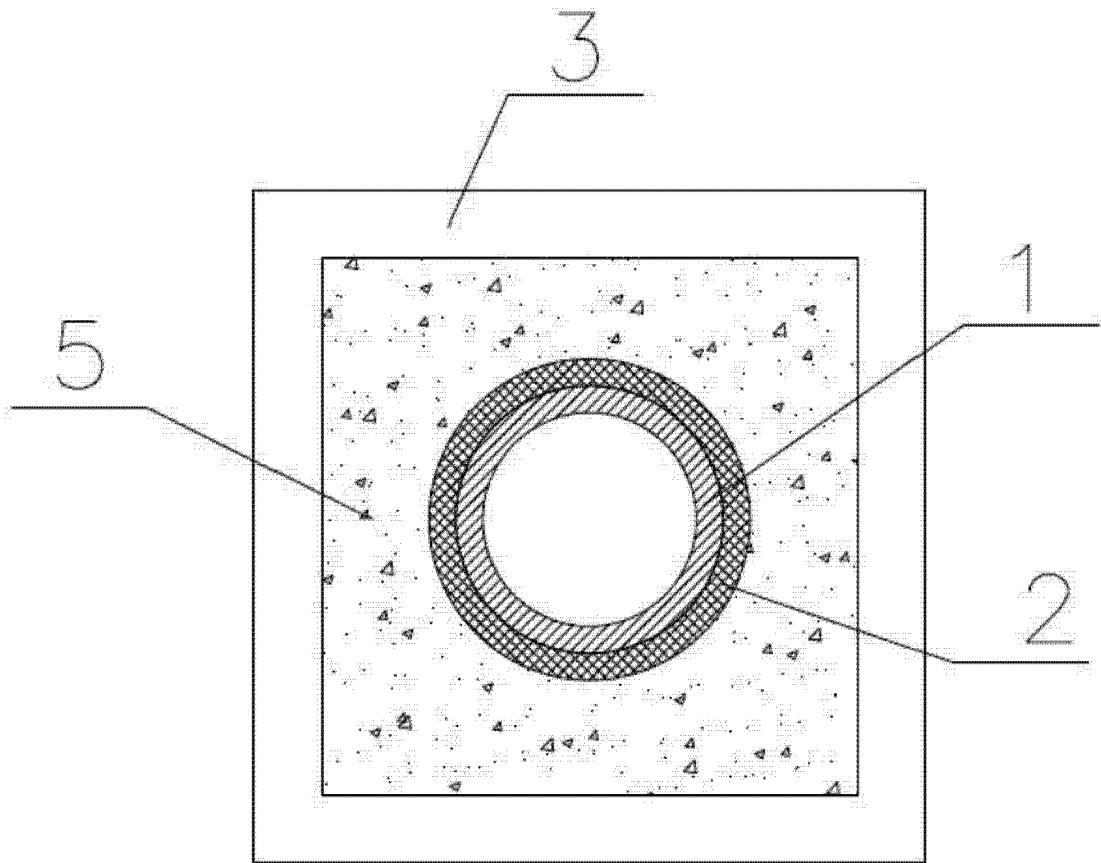


图 2