



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103899004 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201410166480. 9

(22) 申请日 2014. 04. 23

(71) 申请人 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 范圣刚 丁智霞 尚春芳 桂鹤阳  
刘飞

(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

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006. 01)

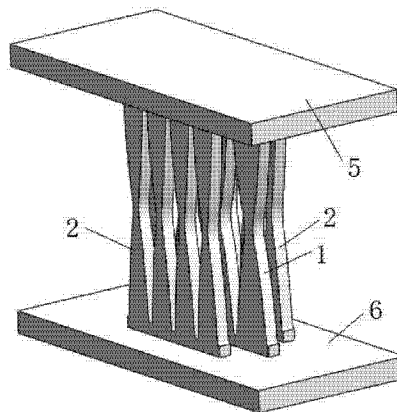
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种分阶段耗能器

(57) 摘要

本发明公开了一种分阶段耗能器,包括平行相对的顶板和底板,顶板和底板中间设有耗能钢片,耗能钢片连接顶板和底板;耗能钢片包括相互平行的一个第一阶段耗能钢片和两个第二阶段耗能钢片,两个第二阶段耗能钢片以第一阶段耗能钢片为中线设置在其两侧;第一阶段耗能钢片的材料的屈服点高于低于第二阶段耗能钢片的材料的屈服点;耗能钢片上设有抛物线形式的孔,开口大小相同且两两开口相对的一组抛物线组成一个抛物线形式的孔,抛物线的对称轴平行于顶板且位于耗能钢片的中间位置;第一阶段耗能钢片上的抛物线形式的孔大于第二阶段耗能钢片上的抛物线形式的孔。本发明具有设计制作简单、安装更换方便、滞回性能稳定、造价相对低廉且可分阶段耗能的优点。



1. 一种分阶段耗能器,其特征在于:包括平行相对的顶板(5)和底板(6),所述顶板(5)和底板(6)中间设有耗能钢片,所述耗能钢片连接顶板(5)和底板(6);所述耗能钢片包括相互平行设置的一个第一阶段耗能钢片(1)和两个第二阶段耗能钢片(2),所述两个第二阶段耗能钢片(2)以第一阶段耗能钢片(1)为中线设置在其两侧,所述第一阶段耗能钢片(1)的宽度大于第二阶段耗能钢片(2)的宽度;所述第一阶段耗能钢片(1)的材料的屈服点低于第二阶段耗能钢片(2)的材料的屈服点;所述耗能钢片上设有抛物线形式的孔,开口大小相同且两两开口相对的一组抛物线组成一个抛物线形式的孔,抛物线的对称轴平行于顶板(5)且位于耗能钢片的中间位置;第一阶段耗能钢片(1)上的抛物线形式的孔大于第二阶段耗能钢片(2)上的抛物线形式的孔。

2. 根据权利要求1所述的一种分阶段耗能器,其特征在于:第一阶段耗能钢片(1)的材料为低屈服点钢;第二阶段耗能钢片(2)的材料为普通碳素钢。

3. 根据权利要求1所述的一种分阶段耗能器,其特征在于:所述耗能钢片与顶板(5)和底板(6)均通过焊接连接。

4. 根据权利要求1所述的一种分阶段耗能器,其特征在于:每个耗能钢片上间隔设置抛物线形式的孔,同一组的两条抛物线对接的位置处设置圆角。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的一种分阶段耗能器,其特征在于:耗能钢片的左右边缘均设置成开口背向自身的抛物线形式。

6. 根据权利要求1至4中任意一项所述的一种分阶段耗能器,其特征在于:在顶板(5)和底板(6)上预留螺栓孔(7),通过高强螺栓(8)或抗剪连接件(9)与结构主体相连。

## 一种分阶段耗能器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑工程中防止振动的领域,特别是一种用于抑制工程结构在地震和风振作用下的结构振动响应的减振装置。

### 背景技术

[0002] 低屈服点钢材具有较低的屈服点,有利于耗能器先于结构构件进入屈服耗能,且具有良好的塑性、延性和滞回性能,故具有良好稳定的耗能能力。由于上述优点,低屈服点钢特别适合作为抗震用钢,并逐步受到业内的认可和重视,现已成为抗震用钢的一个新钢种和重点钢种。随着 20 世纪末低屈服点钢材料的逐渐兴起和被动控制理论的发展应用,低屈服点钢耗能器开始被广泛用于既有建筑的改造加固以及新建建筑的消能减震设计中。到目前为止,已有多种类型的低屈服点钢耗能器问世。

[0003] 随着行业发展,现有的低屈服点钢耗能器的抗疲劳性能常常已不能满足现代建筑的高要求,同时还暴露出结构复杂、安装更换也较为繁琐的问题,而且很多都存在造价比较高的缺陷。

### 发明内容

[0004] 要解决的技术问题:针对现有技术的不足,本发明提出一种基于低屈服点钢的分阶段耗能器,解决传统的低屈服点钢耗能器抗疲劳性能差、结构复杂、安装更换繁琐、造价高的技术问题。

[0005] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种分阶段耗能器,包括平行相对的顶板和底板,所述顶板和底板中间设有耗能钢片,所述耗能钢片连接顶板和底板;所述耗能钢片包括相互平行设置的一个第一阶段耗能钢片和两个第二阶段耗能钢片,所述两个第二阶段耗能钢片以第一阶段耗能钢片为中线设置在其两侧,所述第一阶段耗能钢片的宽度大于第二阶段耗能钢片的宽度;所述第一阶段耗能钢片的材料的屈服点低于第二阶段耗能钢片的材料的屈服点;所述耗能钢片上设有抛物线形式的孔,开口大小相同且两两开口相对的一组抛物线组成一个抛物线形式的孔,抛物线的对称轴平行于顶板且位于耗能钢片的中间位置;第一阶段耗能钢片上的抛物线形式的孔大于第二阶段耗能钢片上的抛物线形式的孔。

[0007] 本发明中位于两侧的第二阶段耗能钢片的尺寸小于中间的第一阶段耗能钢片,同时位于第二阶段耗能钢片上的抛物线开口也相应得小于位于第一阶段耗能钢片上的抛物线开口,在材料的选择上第一阶段耗能钢片屈服点低于第二阶段耗能钢片的屈服点,以上设置导致两种耗能钢片具有不同的初始抗侧刚度,从而具有不同的屈服位移和屈服载荷,从而可以实现分阶段耗能。小震作用下,中间的第一阶段耗能钢片率先塑性屈服耗能,大震作用下两侧的第二阶段耗能钢片也逐步进入塑性状态,参与耗能工作;同时将耗能钢片上设置若干个抛物线形式的孔,根据 2011 年徐艳红、李爱群、黄镇在《建筑结构学报》发表的论文《抛物线外形软钢阻尼器试验研究》,抛物线形式的孔有利于耗能钢片塑性变形的均匀

发展和分布,从而具有良好的滞回性能和抗疲劳性能。

[0008] 作为优选的,在本发明中,第一阶段耗能钢片的材料为低屈服点钢;第二阶段耗能钢片的材料为普通碳素钢。低屈服点钢是屈服点较低的钢材的统称,一般都具有优良的深冲性能和深拉伸性能,与碳素钢相比,低屈服点钢的屈服点较低。

[0009] 本发明在选择耗能钢片时,要保证第一阶段耗能钢片的屈服位移的适量,如果屈服位移太小,则会导致需要频繁更换第一阶段耗能钢片,相反如果屈服位移太大,则两个阶段耗能钢片的屈服位移分别不明显,也无法实现本装置分阶段耗能的目的。这里屈服位移的大小主要与耗能钢板的大小、抛物线开口的大小以及耗能钢片的材料有关,具体可通过有限元分析或试验研究来选择合适的耗能钢片的组合。

[0010] 作为优选的,在本发明中,所述耗能钢片与顶板和底板均通过焊接连接。保证耗能钢片与顶板和底板的可靠连接。

[0011] 进一步的,在本发明中,每个耗能钢片上间隔设置抛物线形式的孔,同一组的两条抛物线对接的位置处设置圆角。均匀间隔设置的抛物线形式的孔,使得耗能钢片受力后均匀变形,且圆角设置可以防止应力集中。

[0012] 进一步的,在本发明中,耗能钢片的左右边缘均设置成开口背向自身的抛物线形式。与抛物线形式的孔相应,使得耗能钢片整体上抛物线形式的孔与实体部分间隔设置,有利于塑性变形均匀发展。

[0013] 进一步的,在本发明中,在顶板和底板上预留螺栓孔,通过高强螺栓或抗剪连接件与结构主体相连。保证本装置与结构主体可靠相连,在水平作用下发挥减震作用。

[0014] 有益效果:

[0015] 本发明提供了一种设计制作简单、安装更换方便、滞回性能稳定、造价相对低廉且可以分阶段耗能的新型低屈服点钢分阶段耗能器;

[0016] 该耗能器利用两种具有不同屈服位移和屈服荷载的耗能钢片来实现分阶段耗能,抛物线形的开洞有利于其应变的均匀发展和分布,从而使其具有良好的滞回性能和疲劳性能;

[0017] 此耗能器安装在建筑结构中,能在小震及大震下耗散大量的能量,起到可观的减震效果。

#### 附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图;

[0019] 图2为耗能钢片在底板上的平面布置图;

[0020] 图3为第一阶段耗能钢片的示意图;

[0021] 图4为第二阶段耗能钢片的示意图;

[0022] 图5为图1的A向视图;

[0023] 图6为图1的B向视图;

[0024] 图7为本发明装置与钢框架连接示意图;

[0025] 图8为本发明装置与混凝土框架连接示意图;

[0026] 图9为本发明装置的实体模型试验的滞回曲线示意图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0028] 按照本发明的介绍制作一个小型的耗能器,如图 1 至 6 所示,包括平行相对的顶板 5 和底板 6,所述顶板 5 和底板 6 中间设有耗能钢片,所述耗能钢片连接顶板 5 和底板 6;所述耗能钢片包括相互平行设置的一个第一阶段耗能钢片 1 和两个第二阶段耗能钢片 2,所述两个第二阶段耗能钢片 2 以第一阶段耗能钢片 1 为中线设置在其两侧,第一阶段耗能钢片 1 的尺寸为高 400mm、宽 375.4mm、厚 24mm,第二阶段耗能钢片 2 的尺寸为高 400mm、宽 263.4mm、厚 24mm;在材料的选择上,第一阶段耗能钢片 1 的屈服点低于第二阶段耗能钢片 2 的屈服点,第一阶段耗能钢片 1 选用低屈服点钢中的 Q160 材料,第二阶段耗能钢片 1 的材料为普通碳素钢中的 Q235 材料;每个耗能钢片上都设有抛物线形式的孔,开口大小相同且两两开口相对的一组抛物线组成一个抛物线形式的孔,相应的,在耗能钢片的左右边缘也均设置成开口背向自身的抛物线形式;抛物线在耗能钢片高度方向上伸展到距离耗能钢片上下边缘 20mm 的位置,抛物线的对称轴平行于顶板 5 且位于耗能钢片的中间位置;如图 3 所示,第一阶段耗能钢片 1 上的抛物线形式的孔为大孔 3,大孔 3 上的抛物线的方程为  $y = \frac{1}{3}x^2$ ;如图 4 所示,第二阶段耗能钢片 2 上的抛物线形式的孔为小孔 4,小孔 4 上的抛物线的方程为  $y = \frac{1}{2}x^2$ ,这里 x 轴垂直于抛物线的对称轴, x 轴的原点为 x 轴与抛物线对称轴相交的点, y 轴与抛物线的对称轴重合,第一阶段耗能钢片 1 上的抛物线形式的孔大于第二阶段耗能钢片 2 上的抛物线形式的孔。

[0029] 在顶板 5 和底板 6 上预留螺栓孔 7,如图 7 所示,为本装置通过高强螺栓 8 与结构主体中的钢梁 11 以及钢支撑 12 连接的示意图;如图 8 所示,为本装置通过抗剪螺栓 9 与结构主体中上方的混凝土梁 10 连接,同时通过高强螺栓 8 与下方的钢支撑 12 连接的示意图。

[0030] 实际制造时,首先根据设计参数(包括耗能钢片的高度、宽度、厚度及顶板、底板的宽度、宽度、厚度)加工好耗能钢片并焊接到顶板和底板上,并根据连接形式在顶板和底板上预设螺栓孔,然后将本装置安装到位。

[0031] 对上述耗能器的实体模型进行低周反复加载试验,得到如图 9 所示的滞回曲线。图 9 中,横轴为加载位移,纵轴为荷载大小,由该滞回曲线可知本装置的滞回曲线饱满,耗能性能良好。

[0032] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

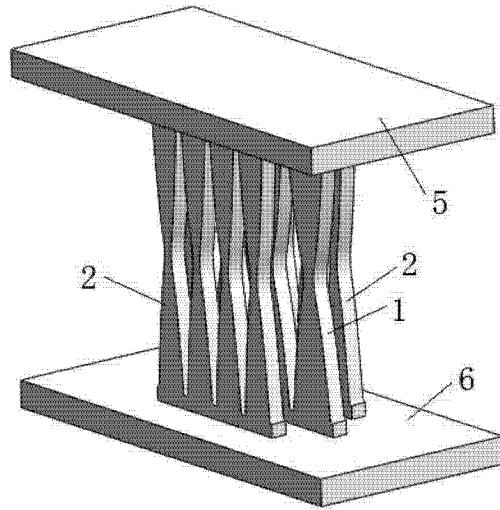


图 1

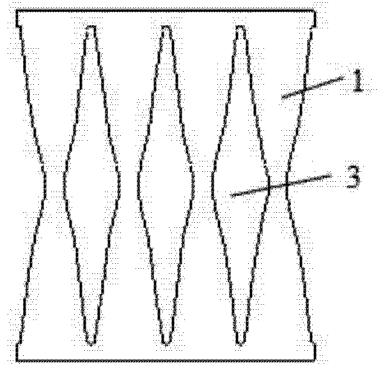
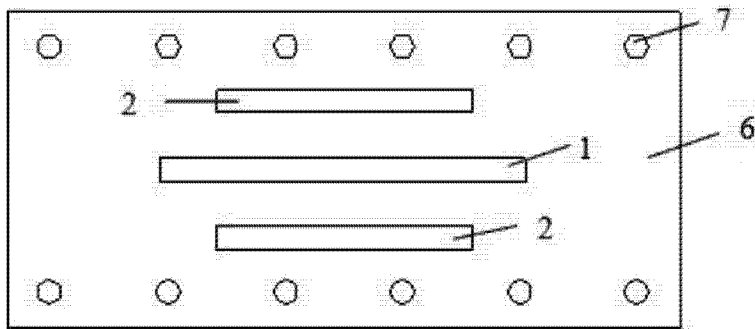


图 2

图 3

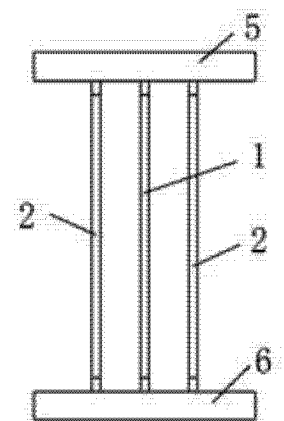
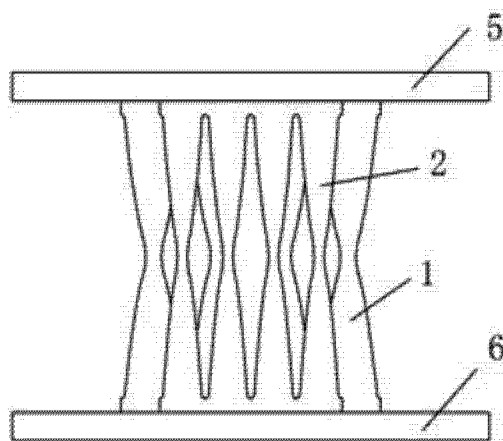
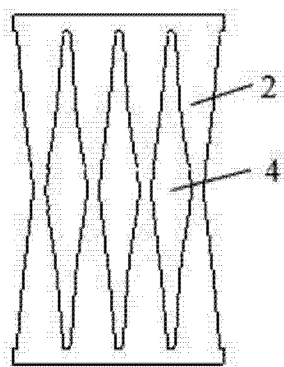


图 4

图 5

图 6

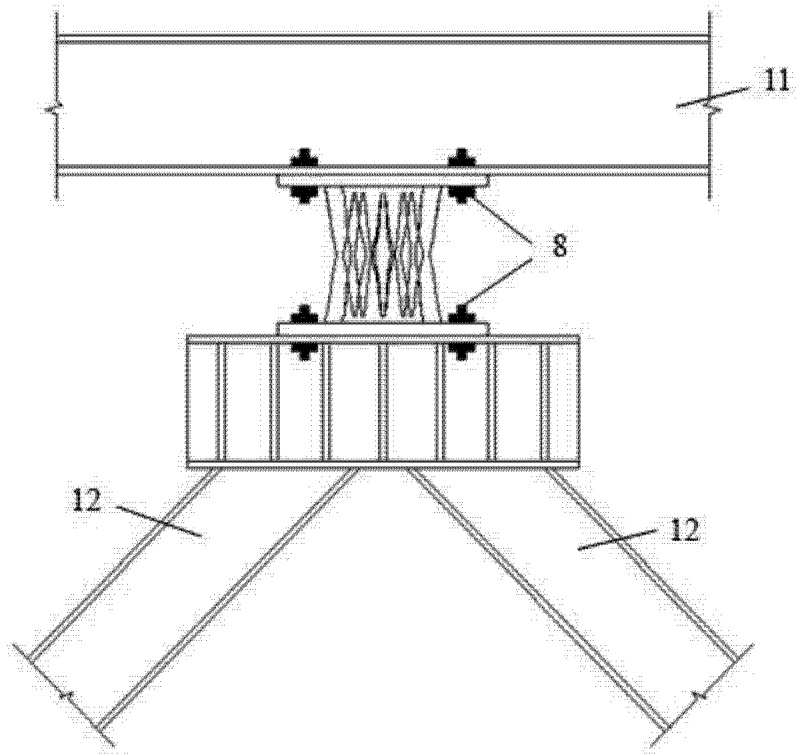


图 7

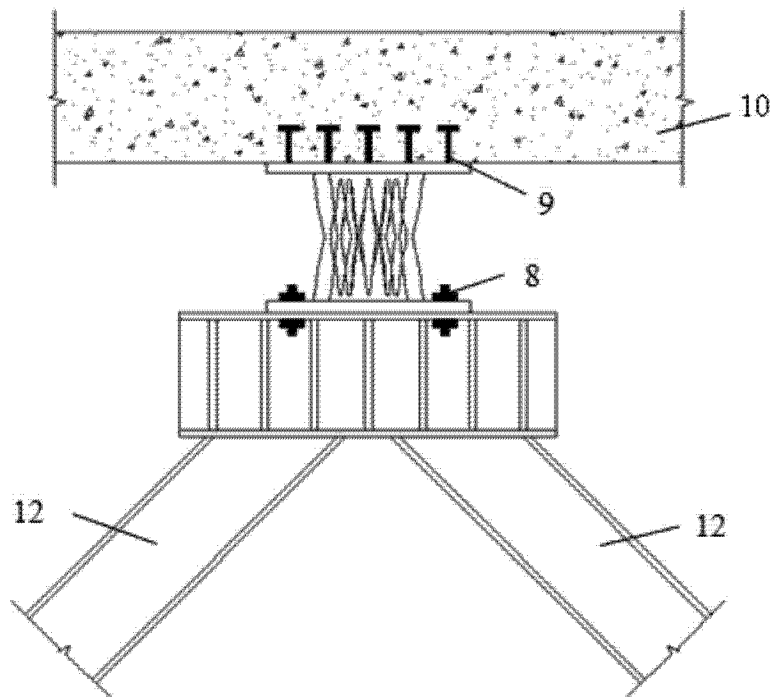


图 8

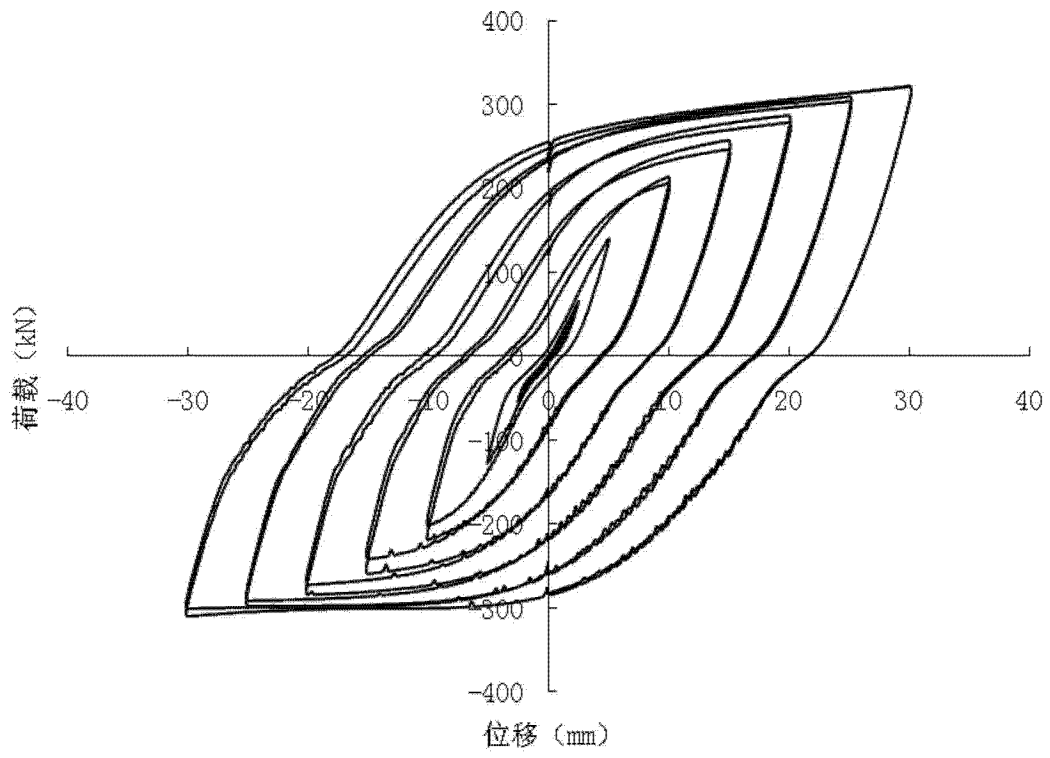


图 9