



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104790563 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201510218035. 7

(22) 申请日 2015. 04. 30

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号

(72) 发明人 张磊 童根树 张鲲鹏

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林超

(51) Int. Cl.

E04B 2/58(2006. 01)

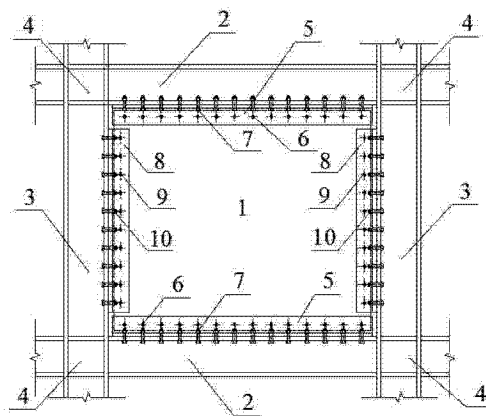
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种泡沫钢板剪力墙结构

(57) 摘要

本发明公开了一种泡沫钢板剪力墙结构。包括钢梁和钢柱，钢梁与钢柱经梁柱节点相连接，相邻钢梁与相邻钢柱之间安装有泡沫钢板形成剪力墙钢板，泡沫钢板两侧均通过水平角钢与钢梁连接，泡沫钢板两侧均通过竖向角钢与钢柱连接；泡沫钢板与水平角钢之间通过横向分布垂直螺栓紧固连接，水平角钢与钢梁之间通过横向分布平行螺栓连接；泡沫钢板与竖向角钢之间通过竖向分布垂直螺栓连接，竖向角钢与钢柱之间通过竖向分布平行螺栓连接。本发明泡沫钢板剪力墙可弥补普通钢板剪切墙存在的不足，可防止钢板剪切墙的屈曲破坏，具有侧向刚度大、抗震性能好、延性高、耗能滞回环饱满等特点。



1. 一种泡沫钢板剪力墙结构,包括钢梁(2)和钢柱(3),钢梁(2)与钢柱(3)经梁柱节点(4)相连接,其特征在于:相邻钢梁(2)与相邻钢柱(3)之间安装有泡沫钢板(1)形成剪力墙结构,泡沫钢板(1)两侧均通过水平角钢(5)与钢梁(2)连接,泡沫钢板(1)两侧均通过竖向角钢(8)与钢柱(3)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种泡沫钢板剪力墙结构,其特征在于:所述的泡沫钢板(1)与水平角钢(5)之间通过横向分布垂直螺栓(6)紧固连接,水平角钢(5)与钢梁(2)之间通过横向分布平行螺栓(7)连接。

3. 根据权利要求1所述的一种泡沫钢板剪力墙结构,其特征在于:所述的泡沫钢板(1)与竖向角钢(8)之间通过竖向分布垂直螺栓(9)连接,竖向角钢(8)与钢柱(3)之间通过竖向分布平行螺栓(10)连接。

4. 根据权利要求1所述的一种泡沫钢板剪力墙结构,其特征在于:所述泡沫钢板(1)的泡沫钢材料密度等于钢材密度的0.15-0.65倍。

一种泡沫钢板剪力墙结构

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑结构工程技术领域,尤其涉及一种泡沫钢板剪力墙结构。

背景技术

[0002] 抗侧力结构是建筑结构中用于抵抗侧向荷载(如风荷载和地震荷载)的结构功能组成部分,对于高层建筑和钢结构建筑来说,抗侧力结构是整个结构设计的关键。

[0003] 钢板剪力墙是钢结构建筑的一种新型抗侧力结构,与传统的钢支撑及混凝土剪力墙或核心筒结构相比,这种结构易实现结构的多重抗震防线的理念、制作施工方便、可增加建筑使用面积等优点。然而,考虑到用钢量和结构自重,目前广泛采用的钢板剪力墙的钢板较薄,这导致剪切墙在侧向荷载作用下易发生失稳,给钢板剪力墙的抗风和抗震性能带来了许多问题。研究发现钢板剪力墙结构在地震荷载作用下滞回曲线存在捏缩现象,耗能能力欠理想;现有钢板剪切墙由于容易发生失稳,在抗侧过程中需依靠钢板失稳后形成的拉力场来抵抗水平力,然而拉力场的形成会对剪力墙的外钢框架的梁柱形成很大的作用力,因此需要额外加大外钢框架的梁柱截面;在较大的风荷载和强烈地震作用过程中,钢板的失稳会引起较大的声响,会给人们带来非常不舒服的感觉;在施工过程中,由于上部后安装结构产生的竖向荷载会使下部柱子发生轴向压缩变形,因而结构下部的钢板剪力墙实际上也承受一定的竖向荷载作用,由于钢板剪力墙较薄,这一荷载可能导致钢板剪力墙发生受压屈曲。为了避免以上钢板剪力墙存在的这些问题,研究人员提出了许多解决办法,如采用厚板、设置加劲肋等,但这些措施同时带来自重(用钢量)大、构造复杂、焊接工作量大等问题。

发明内容

[0004] 为了克服现有钢板剪力墙结构存在的不足,本发明提出一种泡沫钢板剪力墙结构,其中采用泡沫钢板代替普通钢板剪力墙中的薄钢板。

[0005] 本发明采用的技术方案是:

[0006] 本发明泡沫钢板剪力墙结构包括泡沫钢板、周边钢框架以及两者的连接节点组成。包括钢梁和钢柱,钢梁与钢柱经梁柱节点相连接,相邻钢梁与相邻钢柱之间安装有泡沫钢板形成剪力墙结构,泡沫钢板两侧均通过水平角钢与钢梁连接,泡沫钢板两侧均通过竖向角钢与钢柱连接。

[0007] 泡沫钢板与水平角钢之间通过横向分布垂直螺栓紧固连接,水平角钢与钢梁之间通过横向分布平行螺栓连接。

[0008] 泡沫钢板与竖向角钢之间通过竖向分布垂直螺栓连接,竖向角钢与钢柱之间通过竖向分布平行螺栓连接。

[0009] 泡沫钢板的泡沫钢材料密度等于钢材密度的 0.15-0.65 倍。

[0010] 泡沫金属是利用特殊的工艺,将致密金属发泡得到的新型多孔金属材料,这种材料兼有金属和多孔材料的特性,常见有泡沫铝和泡沫铜等。与致密金属相比,这种材料具有

高比刚度（刚度/质量比）、吸能能力强等优异特性，同时在隔音、隔热和阻火等方面具有明显的优势。泡沫金属被认为是一种用途广泛且有巨大市场潜力的新型材料，目前已经被应用于航空航天、交通、汽车、机械、医学和石油工业等多个领域。泡沫金属的现有应用主要是利用这种材料的非力学特性，比如利用其吸能能力强的特点作为赛车的防撞材料、利用其高比刚度的特点用于制作医学领域的人造骨头、利用隔音效果好的特点用于建筑中的隔音材料、利用阻火性能好制作防火门等，但作为土木工程中的工程材料（即用于制作主要受力构件）还未有报道。这主要与下面几个因素有关：

[0011] (a) 常用的泡沫金属对应的母材强度和刚度较差，比如泡沫铝和泡沫铜，并且现有泡沫金属的孔隙率一般较大，相对密度（与密实金属比）一般小于 0.2，而泡沫金属的强度和刚度随孔隙率的增大急剧下降，因此很难满足土木工程对工程材料强度和刚度方面的要求；

[0012] (b) 相对来说，常用泡沫金属采用的母材金属产量小、价格高，不能满足土木工程应用所应具备的量大价廉的要求。

[0013] 本发明采用的泡沫钢是最近几年研制出来的新型泡沫金属材料，这种材料不仅具有泡沫金属的普遍性质，并且它采用的母材金属钢具有产量大、价格低廉的特点，满足作为土木工程结构材料的先决条件。同时，将泡沫钢用于钢板剪力墙可以扬长避短，充分发挥这种材料的特性。剪力墙作为建筑结构的抗侧力结构主要承担水平荷载的作用，理想的抗侧力结构应具备良好的弹性抗侧刚度，但同时结构的强度不应过强，可以较早进入塑性，同时材料应具有优良的塑性变形能力，最好具有一定的耗能能力，这样既可以保证建筑在风荷载和小震条件下具有良好的抗侧刚度，有效控制结构的侧向变形，同时在强烈地震作用下，由于抗侧力结构的屈服，可以通过降低建筑结构的侧向刚度来有效减小地震荷载的大小，并且通过抗侧力结构的耗能，可以保证结构的安全。由于钢材的刚度相对较高（如钢相对于铝和铜），而且现有的技术已经可以生产高相对密度的泡沫钢材料（相对密度可达 0.65），在实用中可以采用较厚的泡沫钢板，来提高泡沫钢板剪力墙的弹性刚度，这样做同时可以增加隔热隔音性能。泡沫钢板的强度相对密实钢材较低，这对于制作其它受力构件，比如钢梁和钢柱，是一个致命的弱点，但是对于制作抗侧力结构来说，恰恰变成了一个极大的优势，这样可以使得泡沫钢板剪力墙提早进入塑性，并且泡沫钢还具有塑性变形能力强、耗能能力优异的特点，可以保证结构在强烈地震作用下，有效减小结构受到的地震作用，并具有良好的延性和耗散能力。因此，泡沫钢是制作钢板剪力墙结构的理想材料。

[0014] 泡沫钢是一种利用特殊工艺，通过将钢材发泡获得的多孔金属材料。这种材料具有高比刚度（刚度/质量比）、优良的吸能能力，同时具有良好的隔音、隔热和阻火性能。

[0015] 本发明采用泡沫钢板作为剪力墙，可在不增加自重的情况下增加剪力墙的板厚，从而有效弥补普通钢板剪力墙的不足：可防止剪力墙在侧向和竖向荷载下发生屈曲，在抗侧过程中不再形成拉力场，摆脱对周边梁柱的依赖；泡沫钢优良的耗能能力可提高结构的抗震性能；泡沫钢具有较高的比刚度（刚度/质量比），可为结构提供足够的弹性刚度；当用于核心筒时，泡沫钢的使用可降低电梯运行带来的振动和噪声。

[0016] 本发明与现有技术相比具有的有益效果：

[0017] 1) 在不增加自重的情况下通过增加剪力墙的板厚，可以防止剪力墙在侧向和竖向荷载下发生屈曲；

- [0018] 2) 在抗侧过程中泡沫钢板剪力墙中不再形成拉力场,因此不需要在设计中额外加强外钢框架;
- [0019] 2) 泡沫钢优良的耗能能力可提高钢板剪力墙的抗震性能;
- [0020] 3) 泡沫钢具有较高的比刚度,可为结构提供足够的弹性刚度;
- [0021] 4) 当用于结构的核心筒时,泡沫钢优良的隔音性能和阻尼可以降低电梯运行带来的振动和噪声。

附图说明

- [0022] 图 1 为本发明的泡沫钢板剪力墙的立面示意图及两个方向剖面图。
- [0023] 图 2 为图 1 的左视剖视图。
- [0024] 图 3 为图 1 的俯视剖视图。
- [0025] 图 4 为图 2 的局部放大图。
- [0026] 图 5 为图 3 的局部放大图。
- [0027] 图中:泡沫钢板 1、钢梁 2、钢柱 3、梁柱节点 4、水平角钢 5、横向分布垂直螺栓 6、横向分布平行螺栓 7、竖向角钢 8、竖向分布垂直螺栓 9、竖向分布平行螺栓 10。

具体实施方式

- [0028] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。
- [0029] 如图 1 所示,本发明包括钢梁 2 和钢柱 3,钢梁 2 与钢柱 3 经梁柱节点 4 相连接,其特征在于:相邻钢梁 2 与相邻钢柱 3 之间安装有泡沫钢板 1 形成剪力墙钢板,泡沫钢板 1 两侧均通过水平角钢 5 与钢梁 2 连接,泡沫钢板 1 两侧均通过竖向角钢 8 与钢柱 3 连接。
- [0030] 优选的泡沫钢板 1 与水平角钢 5 之间通过横向分布垂直螺栓 6 紧固连接,水平角钢 5 与钢梁 2 之间通过横向分布平行螺栓 7 连接。横向分布垂直螺栓 6 和横向分布平行螺栓 7 均为在角钢上一排间隔均布的螺栓。
- [0031] 优选的泡沫钢板 1 与竖向角钢 8 之间通过竖向分布垂直螺栓 9 连接,竖向角钢 8 与钢柱 3 之间通过竖向分布平行螺栓 10 连接。竖向分布垂直螺栓 9 和竖向分布平行螺栓 10 均为在角钢上一排间隔均布的螺栓。
- [0032] 优选的泡沫钢板 1 的泡沫钢材料密度等于钢材密度的 0.15-0.65 倍。
- [0033] 本发明提出的泡沫钢板剪力墙结构采用的钢板由泡沫钢材料制成,其设计原理如下:
- [0034] 泡沫钢是通过特殊的制作工艺,将密实钢材发泡而成新型多孔金属材料。这种材料具有高比刚度、吸能能力强等优异特性,但同时由于内部孔隙的存在,泡沫钢的刚度和强度要低于普通钢材,因此通常认为这种材料在土木工程中作为工程材料的应用潜力有限。但本发明将泡沫板制成的泡沫钢板替代普通钢板剪切墙的薄钢板,提出泡沫钢板剪力墙结构,一方面是因为随着制作工艺的发展,目前已经有能力生产较高相对密度(即孔隙率较低)的泡沫钢材料,因而在强度和刚度方面有所改善,但是更为重要的是,由于剪力墙结构对钢板材料的特殊要求,泡沫钢强度相对较低反而成为其优势之一,同时由于泡沫钢材料的塑性变形能力强以及耗能能力优异,因而泡沫钢成为制作钢板剪切墙的理想材料。
- [0035] 由于泡沫钢具有高比刚度的特点,因此使用泡沫钢可在不增加自重的情况下采用

较厚的剪力墙板件。同时,随着孔隙率的增大,泡沫钢的强度和刚度会降低,这样可以通过调整泡沫钢板的高厚比和宽厚比,保证泡沫钢板在屈服之前不会发生屈曲破坏。在强烈地震作用下,泡沫钢板将较早进入弹塑性,这样即可以通过降低刚度减小结构承受的地震荷载,并且由于泡沫钢板具有的较强塑性耗能能力,可以耗散结构的地震作用。由于采用泡沫钢板的厚度较厚,因此可以保证在小震和风荷载作用下,结构具有足够的抗侧刚度。

[0036] 由于在地震荷载作用下,泡沫钢板不会发生屈曲破坏,因此在抗侧过程中剪力墙不再形成拉力场,可在对外钢框架设计中无需额外考虑剪力墙的这一作用。由于泡沫钢板优良的隔音性能,且采用的厚度要远大于普通钢板,因此当剪力墙位于核心筒时,泡沫钢板的使用可降低电梯运行带来的振动和噪声。

[0037] 以下结合附图所示实例对本发明作进一步的说明。

[0038] 1) 在剪力墙安装之前,钢梁 2 和钢柱 3 已经通过梁柱节点 4 完成连接。泡沫钢板 1 与钢梁 2 和钢柱 3 的连接可根据实际情况采用不同的安装顺序。范例 1 的安装顺序为:将上下钢梁 2 和左右钢柱 3 分别与位于泡沫钢板同一侧的水平角钢 5 和竖向角钢 8 利用螺栓进行初步连接(螺栓仅手拧,不拧紧),目的在于通过水平角钢 5 与钢梁 2 以及竖向角钢 8 与钢柱 3 的初步连接将泡沫钢板 1 的平面外位置进行初步定位;将泡沫钢板 1 放置于预定位置;将泡沫钢板 1 另外一侧的水平角钢 5 与钢梁 2 以及竖向角钢 8 与钢柱 3 进行初步连接;调整泡沫钢板 1 的位置,安装泡沫钢板 1 与水平角钢 5 的横向分布垂直螺栓 6,泡沫钢板 1 与竖向角钢 8 的竖向分布垂直螺栓 9,进行初步连接;精确调整泡沫钢板 1 的位置,对各连接螺栓进行初拧,终拧,完成安装。

[0039] 2) 在设计中,泡沫钢板的主要参数相对密度、宽厚比和高厚比主要由结构所需的抗侧刚度,以及受到的风荷载和地震荷载等因素决定。首先利用泡沫钢的刚度与相对密度的关系,确定在剪切荷载作用下,不同相对密度泡沫钢板在发生材料屈服之前不发生局部失稳的门槛宽厚比和高厚比值。然后,通过结构在风荷载和小震地震力的作用下所需的抗侧刚度大小,以及泡沫钢板剪切墙的布置,确定泡沫钢板的厚度,并根据门槛宽厚比和高厚比,确定泡沫钢板的相对密度取值。最后,根据不同结构的需要,对结构在中震地震力的作用下的弹塑性性能进行验算,使其满足相关规范的要求。

[0040] 泡沫钢板与钢梁和钢柱直接的连接角钢的大小,以及泡沫钢板和连接角钢,以及连接角钢和钢梁、钢柱之间的连接螺栓的数量和规格可根据在泡沫钢板发生破坏之前不发生连接节点的破坏的原则确定,在需要的情况下可采用多排螺栓。

[0041] 根据上面的原则进行设计,可保证泡沫钢板不发生局部屈曲,同时可以保证泡沫钢板剪切墙可以为结构提供足够的抗侧刚度,满足结构在风荷载和小震地震力的作用下的侧移要求。同时,可使结构在强烈地震作用下,由于泡沫钢板的屈服,减小地震荷载的输入,以及泡沫钢板良好的弹塑性耗能能力。

[0042] 由此可见,本发明泡沫钢板剪力墙可弥补普通钢板剪切墙存在的不足,可防止钢板剪切墙的屈曲破坏,具有侧向刚度大、抗震性能好、延性高、耗能滞回环饱满等特点和突出的技术效果。

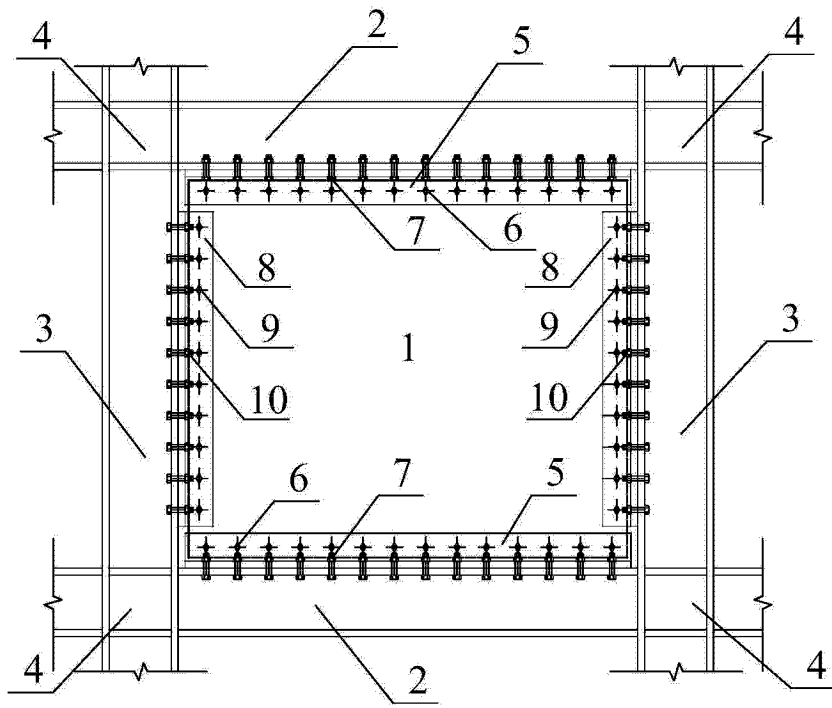


图 1

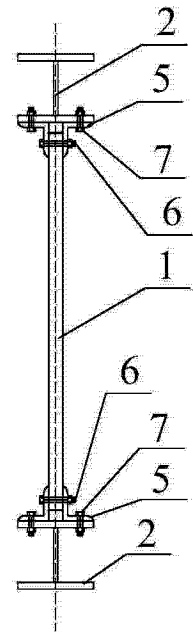


图 2

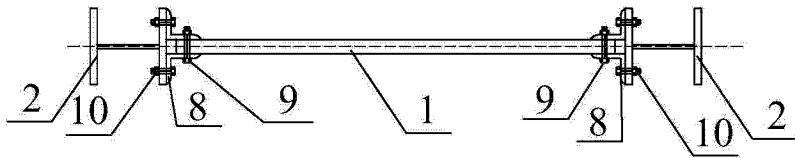


图 3

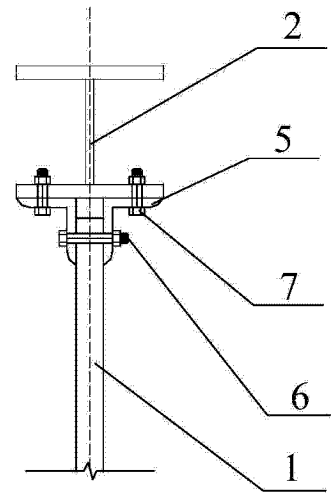


图 4

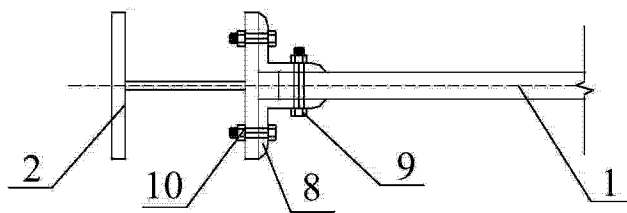


图 5