



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103206028 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 17

(21) 申请号 201310092028. 8

(22) 申请日 2013. 03. 21

(71) 申请人 滕军

地址 518000 广东省深圳市福田区天健世纪
花园 1 栋 4H

(72) 发明人 滕军 李祚华 王立山

(51) Int. Cl.

E04B 1/98 (2006. 01)

E04B 2/64 (2006. 01)

E04G 21/00 (2006. 01)

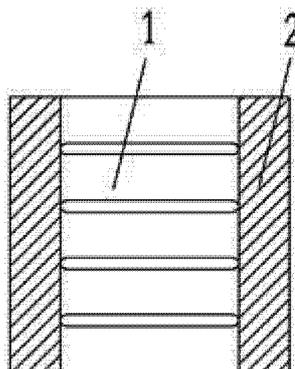
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

连肢剪力墙内嵌式耗能模块及其使用方法

(57) 摘要

本发明提出一种便于设计施工的耗能模块，能在不提高施工难度的基础上提高连梁的耗能能力。本发明设计的耗能模块可沿水平方向和竖向组合成不同跨高比的阻尼器，并且阻尼器耗能区域与嵌固区一体，耗能区上沿长边方向开有一列长条形孔洞，孔洞端部做非尖角处理，在连肢剪力墙中，内嵌于与钢筋混凝土，以解决现有技术存在的问题。



1. 一种用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:耗能模块单独构成阻尼器,或组合而组成阻尼器,所述阻尼器包括一体的耗能区、非耗能区和嵌固区,工作区沿长边方向开有条形孔洞,条形孔洞长边方向平行于耗能区长边,所述工作区包括耗能区和非耗能区。

2. 根据权利要求1所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:耗能模块的组合是在水平向和/或竖向。

3. 根据权利要求1所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述条形孔洞为一列或者一系列以上。

4. 根据权利要求1所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述的耗能模块材料选用 Q235B 或低屈服点软钢。

5. 根据权利要求1-4所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述耗能区孔洞边角做圆弧或者其它非尖角处理。

6. 根据权利要求1-5所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述的嵌固区厚度等于工作区厚度。

7. 根据权利要求1所述的用于连肢剪力墙连梁耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述嵌固区开缝间距与墙肢箍筋间距适应或吻合。

8. 根据权利要求1-7所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块,其特征是:所述嵌固区布置有抗剪连接件。

9. 一种如权利要求1所述的用于连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块的使用方法,其特征是:将由单个或者两个以上耗能模块组成的阻尼器内嵌于钢筋混凝土连梁,端部嵌固区伸入墙肢,嵌固端开有若干条水平缝,水平缝竖向间距与根据墙肢箍筋间距适应或吻合。

10. 一种如权利要求1-9所述的用于连肢剪力墙连梁耗能的内嵌式耗能模块的使用方法,其特征是:所述的该方法包括:耗能模块构成的阻尼器现场施工时与墙肢及连梁钢筋绑扎同时进行。

连肢剪力墙内嵌式耗能模块及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明公开一种内嵌式耗能模块及其使用方法,特别是一种增强连肢剪力墙耗能的内嵌式耗能模块及其使用方法。

背景技术

[0002] 剪力墙结构刚度大、抗侧性能好,是钢筋混凝土高层建筑普遍采用的结构形式。剪力墙结构概念设计要求提高结构延性,满足“强墙肢弱连梁”,使连梁在罕遇地震作用下连梁先于墙肢屈服,形成塑性铰耗散地震输入能量,同时改变结构振动频率,避开地震的卓越周期,一定程度上减弱结构共振响应,保障墙肢等竖向构件不倒塌。连梁在剪力墙结构中具有双重作用:一是正常使用及多遇地震作用下,连梁在弹性范围工作,连接剪力墙相邻墙肢,保证结构具有足够的抗侧刚度;二是罕遇地震下,连梁先于墙肢进入塑性,耗散地震输入能量,保护剪力墙主体结构的安全。

[0003] 但在现今阶段的设计中,兼顾连梁的刚度和延性在一定程度上存在矛盾。为解决这一难题,国内外专家学者进行了大量的研究,例如交叉暗柱配筋、菱形配筋、采用新型复合材料等。虽然现有的一些研究成果在理论分析及实验中取得了不错的效果,但是仍缺乏用于实际结构设计的构造措施及实施方案。

[0004] 20 世纪 80 年代,我国学者曾进行了开水平缝连梁的研究,提出了自控双连梁,取得了较好的结构控制效果。基于连梁开缝的思路,东南大学李爱群等提出了在连梁跨中开缝设置摩阻控制装置的新型剪力墙方案,振动台试验研究表明摩阻控制装置能有效地控制结构的动力特性和地震反应,有效地提高了剪力墙的抗震性能。其构造示意如图 23 所示:

同济大学翁大根等提出双肢剪力墙连梁处开竖向缝隙,缝间竖向加入加劲软钢阻尼装置(ADAS/HADAS),在地震作用下,各肢剪力墙间在连梁处产生竖向错位,缝中耗能装置先于结构而屈服,通过往复的塑性滞回变形耗散地震能量。日本学者 Kumagai 等也提出在跨中断开的连梁中设置软钢阻尼器的方法,其阻尼器形式为工字形截面型钢,型钢端部埋入混凝土连梁中,试验表明此阻尼器在大变形下具备稳定的滞回耗能能力,使连梁的延性明显提高。其构造如图 24 所示:

东北林业大学的刘晚成等提出的 SMA 耗能连梁—剪力墙体系是利用 SMA 材料的超弹性特性,开发新型可承受剪切变形的阻尼器,并将其安装在剪力墙连梁中部,使得新型连梁在地震作用下先于剪力墙墙肢屈服耗能,同时地震后 SMA 阻尼器的变形由于 SMA 的超弹性特性而自动回复,其构造如下图 25 所示:

试验证明,这种阻尼器有较好的滞回性能,但考虑到装置的成本,尚没有大规模使用的基础。另外,Smith 等提出的耗能伸臂体系中,若将墙肢间的伸臂视为刚性连梁,则亦与上述几类耗能连梁的减震机理类似。

[0005] 图 23~图 25 所示的阻尼器有一定控制效果,但大多连梁阻尼器仅进行了理论分析,缺少实际工程应用。并且现在对连梁阻尼器端部构造,特别是与暗柱的连接构造方面研

究仍比较缺乏,这大大的限制了连梁阻尼器的使用。

发明内容

[0006] 本发明提出一种便于设计施工的耗能模块,能在不提高施工难度的基础上提高连梁的耗能能力。本发明设计的耗能模块可沿水平向和竖向组合成不同跨高比的阻尼器,并且阻尼器耗能区域与嵌固区一体,耗能区上沿长边方向开有一列长条形孔洞,孔洞端部做非尖角处理,在连肢剪力墙中,内嵌于与钢筋混凝土,以解决上述提到的现有技术存在的问题。耗能模块的长宽之比以及耗能区孔洞的位置及长宽之比为固定值。该发明能够保证正常使用和常遇地震时阻尼器提供墙肢连接刚度,设防烈度和罕遇地震时通过阻尼器平面内塑性屈服耗能集中耗散结构的振动能量,能够提高结构阻尼比和增强抗倒塌性,解决剪力墙连梁超筋和配筋难问题,改进连梁的抗震性能和损伤后的可修复性能。

[0007] 本发明解决其技术问题采用的耗能模块是:一种用于连肢剪力墙连梁耗能的内嵌式耗能模块,耗能模块单独构成阻尼器,或组合而组成阻尼器,所述阻尼器包括一体的耗能区、非耗能区和嵌固区,工作区沿长边方向开有条形孔洞,条形孔洞长边方向平行于耗能区长边,所述工作区包括耗能区和非耗能区。

[0008] 耗能模块的组合是在水平向和/或竖向。

[0009] 所述条形孔洞为一列或者一系列以上。

[0010] 本发明解决其技术问题采用的技术方案进一步还包括:

所述耗能模块及相连嵌固端由 Q235B 或低屈服点热轧钢板制成;

所述的孔洞边角做非尖角处理;

所述的嵌固区与阻尼器工作区一体,厚度相等;

所述嵌固区开有若干条水平缝,嵌固区所开水平缝短边可处理为圆角或是直角或者其它非尖角形式。

[0011] 所述的嵌固区上设有易于结构连接连接的构造措施,比如焊接抗剪栓钉或设置螺栓孔;

所述的耗能模块长宽比、孔洞位置及孔洞长宽比为定值;

所述的耗能模块在组合时,非耗能区长度需要经过设计;

所述的工作区上可根据不同情况选择安装或是不安装抗剪连接件。

[0012] 一种用于连肢剪力墙连梁耗能的内嵌式耗能模块的使用方法,该方法包括:将由单个或者两个以上耗能模块组成的阻尼器内嵌于钢筋混凝土连梁。端部嵌固区伸入墙肢,嵌固端开有若干条水平缝,水平缝竖向间距根据墙肢箍筋间距而定。

[0013] 所述的耗能模块使用方法为:通过设计确定耗能模块的布置及数量,现场施工时与墙肢及连梁钢筋绑扎同时进行。

[0014] 本发明的有益效果是:采用按照本发明的耗能模块,可根据连梁不同的跨高比,通过耗能模块的布置使阻尼器能满足不同跨高比连梁的要求。本发明的嵌固区与阻尼器耗能区为一体,墙肢内可不设预埋件固定。本发明内嵌于连肢剪力墙结构连梁上,降低了结构的设计难度和施工中连梁的配筋难度,使结构在常遇地震下结构动力特性不变,设防烈度和罕遇地震作用下结构耗能能力和抗倒塌性增强。

[0015] 本发明的耗能模块适用性强,可拓展为不同类型的阻尼器,塑性发展区域可人为

控制,构造简单,施工较方便,塑性发展区域均匀、广泛,耗能效果好。对于连梁两端剪切有良好的耗能效果。

[0016] 本发明提出了内嵌式耗能模块的具体形式和对应嵌固区构造,可应用于连肢剪力墙结构抗震设计中。该装置耗能效果好,剪力墙结构的抗震性能改善明显,构造简单,不影响建筑效果,施工方便,符合工程实际需要,满足工程行业技术标准,能够解决工程问题。

[0017] 下面将结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明整体结构示意图。

[0019] 图 2 为发明耗能区和非耗能区示意图。

[0020] 图 3 为图 1 的 A-A 剖面结构示意图。

[0021] 图 4 为图 1 的 B-B 剖面结构示意图。

[0022] 图 5 为水平布置两块耗能模块示意图。

[0023] 图 6 为水平布置两块耗能模块和钢板示意图。

[0024] 图 7 为水平布置三块耗能模块示意图。

[0025] 图 8 为竖向和水平各布置两块耗能模块的示意图。

[0026] 图 9 为阻尼器嵌固区形式示意图。

[0027] 图 10 为嵌固区抗剪连接件布置示意图。

[0028] 图 11 为阻尼器在连梁上的安装示意图。

[0029] 图 12 为装有抗剪连接件的阻尼器嵌固区示意图。

[0030] 图 13 为复合连梁截面示意图。

[0031] 图 14 为本发明的实施例结构示意图。

[0032] 图 15 为本发明的实施例阻尼器安装位置图。

[0033] 图 16 为实施例中本发明对连梁塑性控制效果示意图。

[0034] 图 17 为实施例中本发明对连梁转角的控制效果示意图。

[0035] 图 18 为实施例中本发明对基底剪力的控制效果示意图。

[0036] 图 19 为实施例中本发明对层间位移角的控制效果示意图。

[0037] 图 20 为实施例中本发明对剪力墙墙肢塑性的控制效果示意图。

[0038] 图 21 为现有小跨高比连梁交叉配筋结构示意图。

[0039] 图 22 为现有小跨高比连梁的斜向交叉暗柱是配筋结果示意图。

[0040] 图 23 为现有带摩阻控制装置的复合连梁构造示意图。

[0041] 图 24 为现有带工字形截面型钢的复合连梁构造示意图。

[0042] 图 25 为现有带 SMA 阻尼器的复合连梁构造示意图。

具体实施方式

[0043] 本实施例为本发明优选实施方式,其他凡其原理和基本结构或实现方法与本实施例相同或近似的,均在本发明保护范围之内。

[0044] 本发明中使用内嵌式耗能模块的连肢剪力墙结构设计目标为:连梁使用了若干耗能模块后,常遇地震下结构动力特性与常规连肢剪力墙结构对比近似不变(即保证正常使

用状态下结构刚度不变),在设防烈度或罕遇地震下阻尼器充分发挥作用,集中吸收地震输入的结构振动能量,保护连肢剪力墙墙肢不进入塑性或限制墙肢塑性开展。本发明所述的构造与附图 21、22 中所示的现有配筋构造目的相同,均为在常遇地震下连梁弹性工作且保证结构整体刚性,设防烈度或罕遇地震下连梁先于墙肢屈服,耗散地震输入的结构振动能量,保护剪力墙墙肢不进入塑性或是不倒塌。与现有技术及配筋构造不同,图 21、22 中所述的现有技术配筋构造仍然采用连梁破坏耗能的方法吸收地震输入的结构振动能量,耗能能力有限,且破坏难于修复;本发明所述构造利用耗能减震先进技术,通过软钢制成的阻尼器吸收地震能量,耗能效果好,震后易于修复,本发明的耗能原理与现有技术中的阻尼器耗能原理相同,都是在外力剪切作用下利用设定区域的平面内塑性变形耗散振动能量。与现有技术不同的是,本发明的内嵌式耗能模块是内嵌于连梁内部,且阻尼器的外轮廓长宽比及孔洞位置及孔洞长宽比固定,保证其使用性能。

[0045] 请参看附图 1,本发明中耗能模块的结构为:耗能模块呈正方形平板状,在沿正方形一条边平行的方向上开有 4 条矩形孔洞,孔洞短边两端处理为圆弧。本发明包括耗能区和非耗能区两部分组成,如图 2 所示,耗能模块有耗能区 1 和非耗能区 2 组成。本发明中耗能区 1 和非耗能区 2 都需进行设计,其耗能区 1 耗能,非耗能区与嵌固区连接,功能区分明确。对于本发明,在实际使用中,由耗能模块组成的阻尼器的承载力要求可通过对耗能区 1 的设计达到,阻尼器的塑性区域和对使用性能的保证可以通过对非耗能区 2 的设计达到。本发明的耗能区 1、非耗能区 2 以及端部嵌固区都采用相同的材料,在指定的塑性区域内发生塑性屈服耗能,嵌固区形式为开有若干水平缝的钢板,以保证嵌固端在墙肢内不会和剪力墙内钢筋冲突。本发明中采用的嵌固区形式可保证阻尼器正常发挥其耗能能力,并不会因为开缝造成阻尼器失效,嵌固端所开水平缝短边可处理为圆角或是直角。本发明在耗能区 1 内,沿一条边方向开有四条水平缝,水平缝长宽比为 15。长条形孔洞两边设计为圆弧。如图 3、图 4 所示,其为本发明的剖面结构示意图,能更清楚的反映出本发明的结构。实际使用时可根据不同结构不同连梁来组合耗能模块,并可根据实际情况将耗能模块进行等比例缩放。阻尼器正常工作时表现为阻尼器耗能区出现弯曲型塑性铰。如图 5、图 6、图 7 和图 8 所示,为几种不同的内嵌式耗能模块的组合类型示意图。

[0046] 本发明在使用时,可将本发明中一个或一个以上的耗能模块组合使用,内嵌于剪力墙结构连梁。请参看附图 9,图中所示由本发明组成的一种型号阻尼器与钢筋混凝土剪力墙墙肢中的嵌固区,嵌固区开缝距离由剪力墙墙肢箍筋间距决定。嵌固区表面布置有抗剪连接件,如图 10、图 11 所示。浇筑混凝土时,阻尼器直接浇于连梁内,以阻尼器嵌固区与墙肢牢固连接,请参照附图 12。安装完毕后,阻尼器应位于连梁中间,如图 13 所示。

[0047] 为了工程需要,针对不同的结构和荷载情况,应对内嵌式耗能模块的布置方式、使用数量及厚度进行设计。设计原则为:保证阻尼器添加于连梁后连梁的抗侧刚度接近于常规连肢剪力墙结构连梁的抗侧刚度,轴向刚度不小于常规连肢剪力墙结构连梁刚度,在此基础上选取耗能模块的尺寸及布置方式。

[0048] 请参看附图 14。图中所示为采用本发明的内嵌式耗能模块配置在连梁内并应用于剪力墙结构中的具体应用实例。本工程为建筑主体高度为 224.8 米。地上部分 48+1=49 层,主体平面为矩形。43、44、45 层东侧框架柱抽空,在 49 层设置悬挑桁架下挂 48、47、46 层。阻尼器布置方案及数量,基于结构在双向地震动罕遇地震下的塑性开展程度和塑性分

布区域,经多套方案分析对比和优化,最终确定附加连梁阻尼器布置如图 15 所示,按照设计院要求在结构核心筒中 1-3 轴、1-5 轴两道轴线上(每层 6 根)进行布置。其中阻尼器编号 ZNQ-1 表示阻尼器长度为 5000mm,高度 800mm,布置在计算模型中 13-35 层中编号为 LL1 的连梁,LL1 跨度为 3400mm,高度包含 1200mm、1000mm 以及 950mm;编号 ZNQ-2 表示阻尼器长度为 3800,高度 800mm,布置在计算模型的 13-35 层中编号为 LL2 的连梁,LL2 跨度为 2850mm,高度包含 1200mm、1000mm 和 950mm。本方案中所有附加阻尼器材料均为 Q235B,厚度均取 20mm,且阻尼器均内嵌于连梁内部。对结构核心筒中 13-35 层 1-3 轴、1-5 轴两道轴线上的连梁(每层 6 根)附加连梁阻尼器,在双向罕遇地震作用下,进行了附加连梁阻尼器结构的弹性动力时程分析,从图 16~图 20 可看出,与原结构分析结果比较得到了以下结论:附加连梁阻尼器后,结构进入 CP 水平的连梁塑性铰数量明显减少,塑性铰分布区域明显减小;附加连梁阻尼器后,结构 Y 向大震基底剪力和小震基底剪力的比值提高约 5%;附加连梁阻尼器后,结构 Y 向楼层最大层间位移角由原来的 1/179 降低至 1/192;附加连梁阻尼器后,结构核心筒中墙肢损伤数量有所降低,损伤程度有所减轻;附加连梁阻尼器后,结构墙肢塑性耗能降低 2%,连梁塑性耗能降低 5%,阻尼器塑性耗能约占结构总塑性耗能的 7%,提高了结构的耗能能力。

[0049] 本实例中只以一种具体情况说明本发明的结构和具体应用,本发明还存在其他实施方式、构造和应用方法。如本实例给出的为布置两块耗能模块,等比放大两倍的工程应用,但不限于此,根据实际工程需要可采取不同的耗能模块布置及数量选择方案。本实例给出的结构的墙肢箍筋间距为 100mm,故对于该结构阻尼器的嵌固区开缝间距为 100mm,但不限于此,根据实际工程可采用不同的嵌固区开缝尺寸。

[0050] 本发明可广泛应用于连肢剪力墙结构中,内嵌于钢筋混凝土连梁,以解决剪力墙连梁配筋难问题,实现剪力墙连梁构造简单,增加其抗震性能。

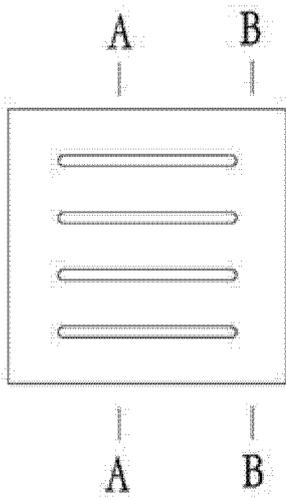


图 1

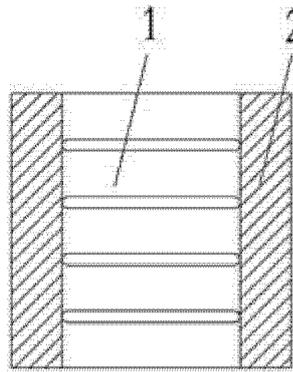


图 2



图 3



图 4

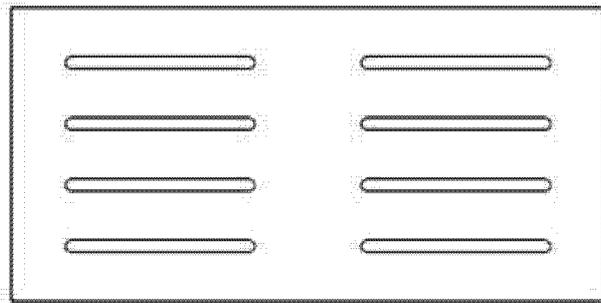


图 5

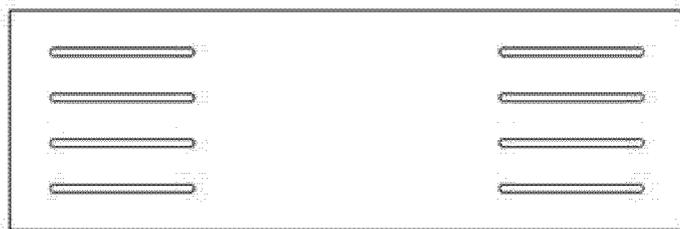


图 6

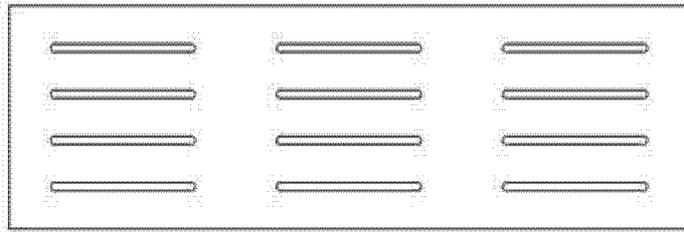


图 7

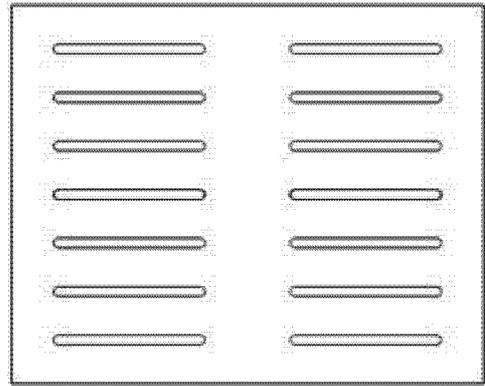


图 8

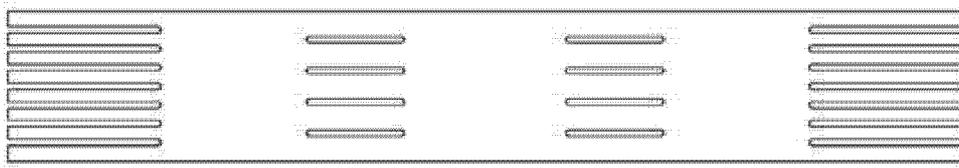


图 9

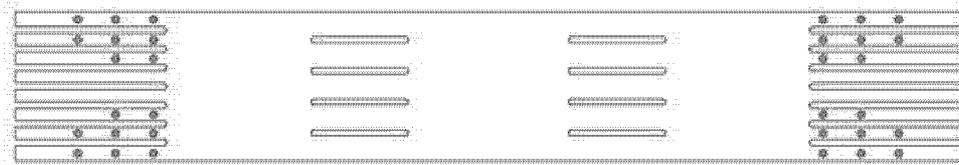


图 10

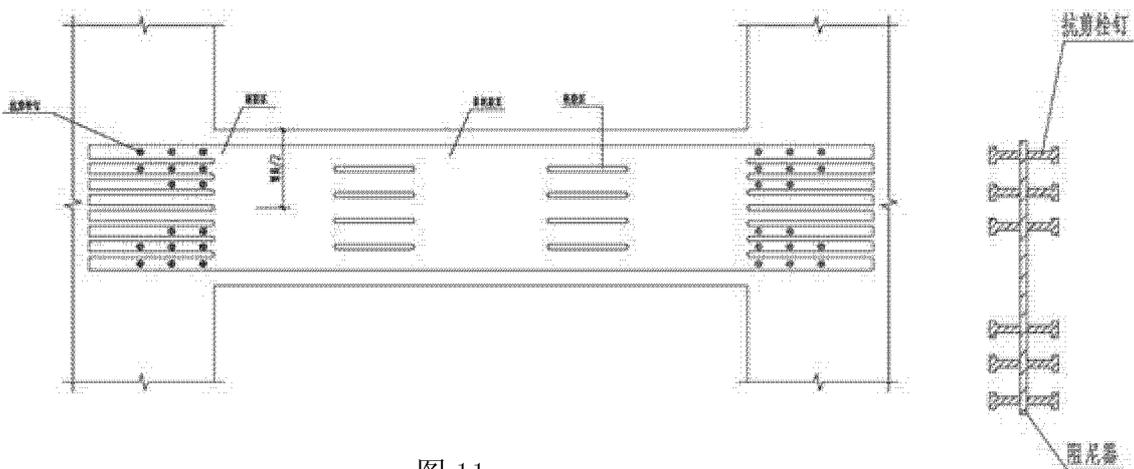


图 11

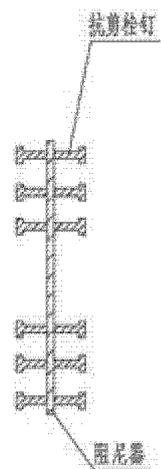


图 12

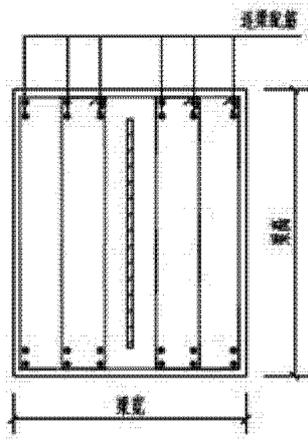
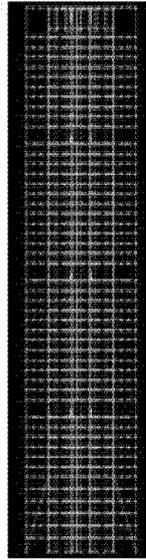
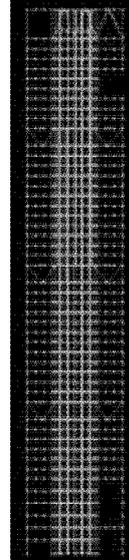


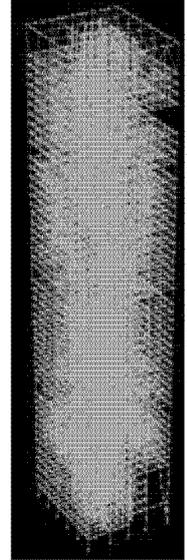
图 13



X向



Y向



侧视图

图 14

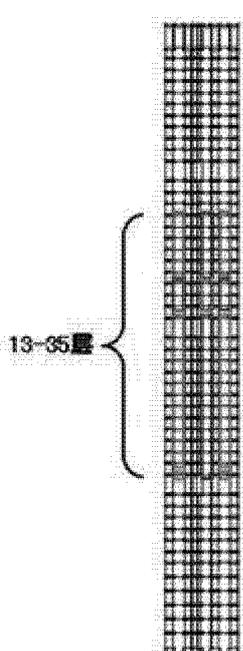


图 15

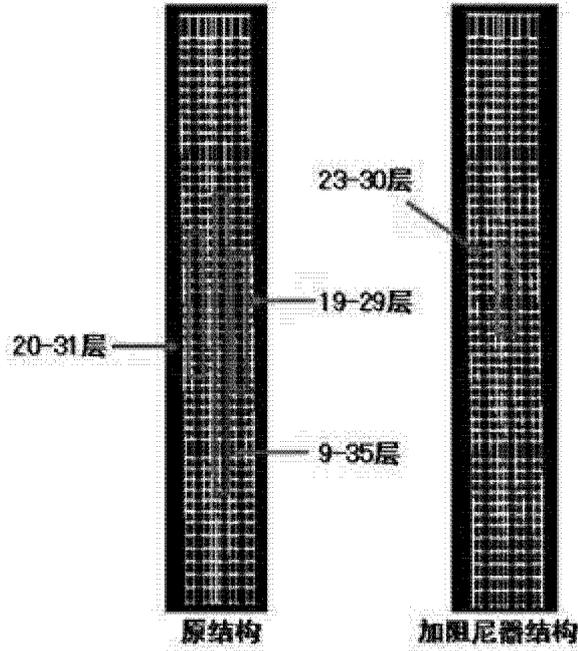
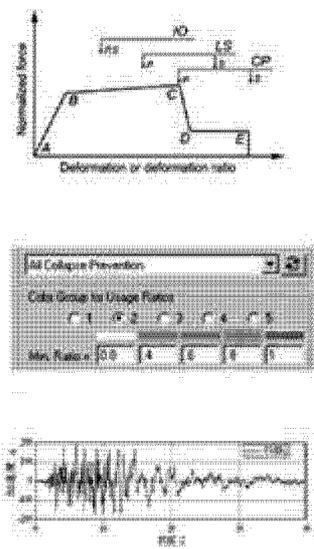


图 16



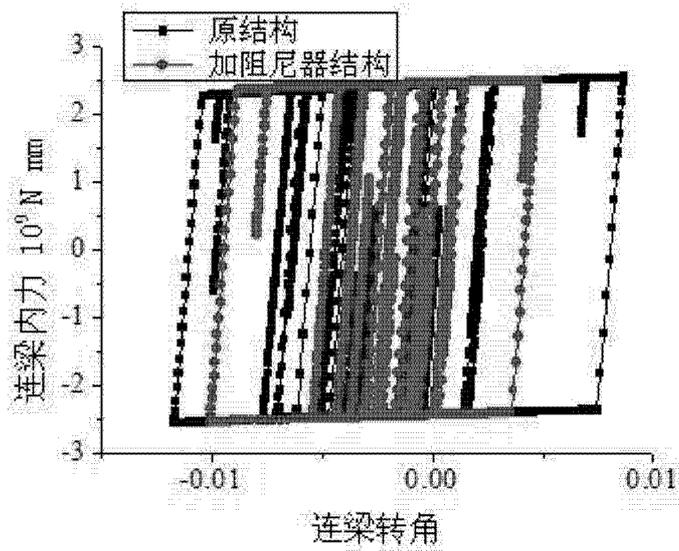


图 17

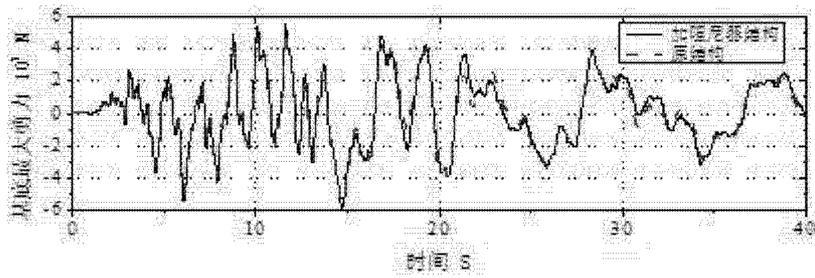


图 18

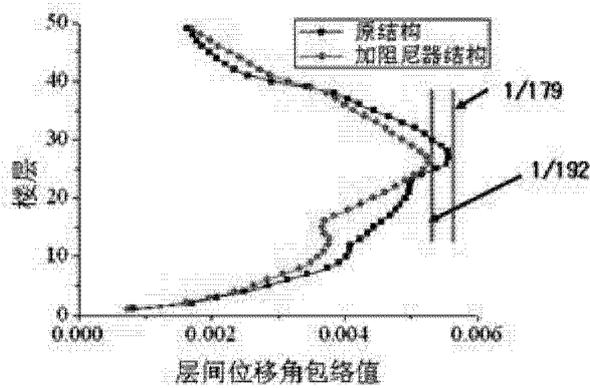


图 19

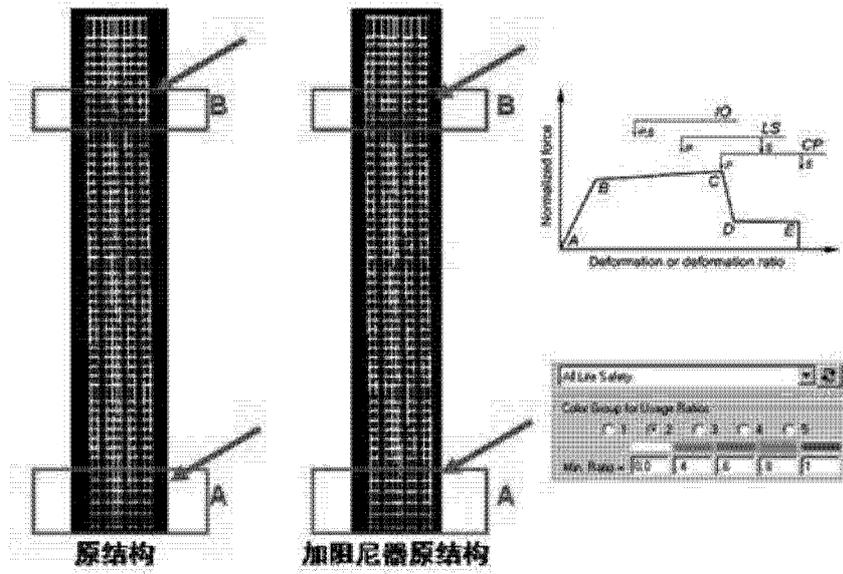


图 20

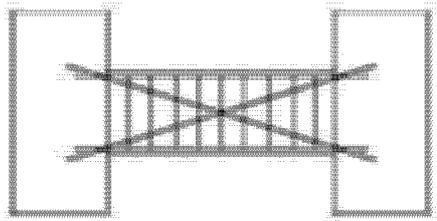


图 21

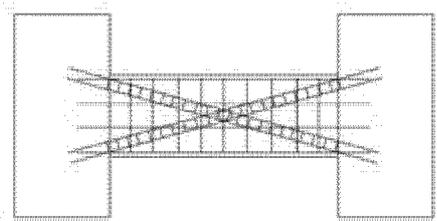


图 22

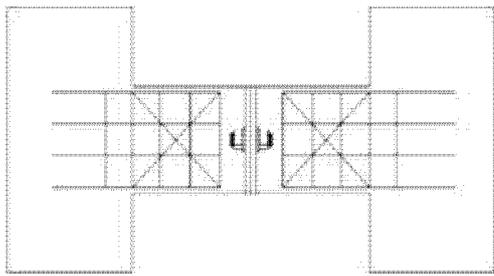


图 23

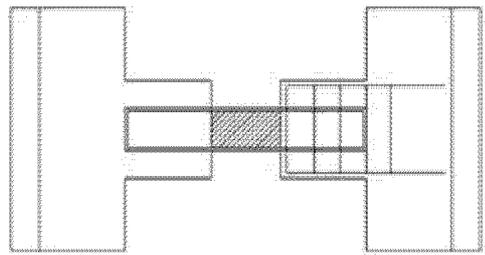


图 24

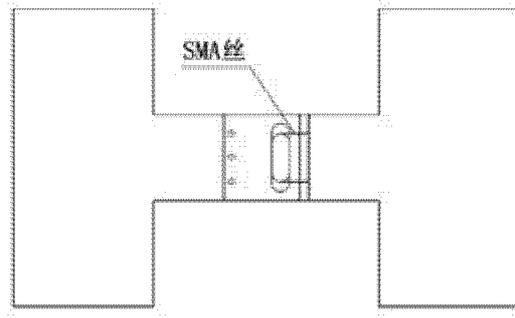


图 25