(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109779038 A
(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201910039834.6

(22)申请日 2019.01.16

(71)申请人 杭州铁木辛柯建筑结构设计事务所有限公司
地址 310022 浙江省杭州市下城区华丰路2号22幢317室

(72)发明人 付波 童根树

(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 1/58(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点

(57)摘要

本发明公开了一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点。H型钢梁翼缘通过带状加强板刚性连接到宽钢管混凝土柱的侧面，H型钢梁腹板通过连接板和高强螺栓的组合刚性连接到宽钢管混凝土柱的侧面；H型钢梁的腹板经高强螺栓和连接板一端连接，连接板另一端焊接到宽钢管混凝土柱短边所在侧面；H型钢梁翼缘的端面焊接到带状加强板，带状加强板贴紧固定在宽钢管混凝土柱短边或长边所在侧面，其中加强板厚度经特殊计算设计构建。本发明经特殊厚度设计构建的节点具有足够的承载能力、延性和耗能能力，结构安全性得到了可靠保障，同时加强板的厚度可控制在合理范围内，有效降低了节点用钢量，取得明显的经济效益。

CN 109779038 A

1.一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:

所述的带状加强式节点中,节点区带状加强板的厚度采用以下公式设定:

$$t_j = 0.707\frac{b_c}{\sqrt{w_b h_j}}\sqrt{\eta_j \frac{Z_{pb}}{h_b}\frac{f_{yb}}{f_{yj}}} - t_c$$

式中:t_j——加强板的厚度;

h_j——加强板高度;

b_c——宽钢管混凝土柱的短边宽度;

t_c——宽钢管混凝土柱的壁厚;

w_b——钢梁翼缘宽度;

h_b——钢梁高度;

Z_{pb}——钢梁截面塑性模量;

f_{yb}——钢梁翼缘的钢材屈服强度;

f_{yj}——加强板的钢材屈服强度;

η_j——梁柱刚性连接的连接系数。

2.根据权利要求1所述的一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:所述的带状加强式节点包括宽钢管混凝土柱(1)、H型钢梁(2)和带状加强板(3),H型钢梁(2)翼缘通过带状加强板(3)刚性连接到宽钢管混凝土柱(1)的侧面,H型钢梁(2)腹板通过连接板(5)和高强螺栓(6)的组合刚性连接到宽钢管混凝土柱(1)的侧面;所述的H型钢梁(2)的腹板经高强螺栓(6)和连接板(5)一端连接,连接板(5)另一端焊接到宽钢管混凝土柱(1)短边所在侧面;所述的H型钢梁(2)翼缘的端面焊接到带状加强板(3),带状加强板(3)贴紧固定在宽钢管混凝土柱(1)短边或长边所在侧面。

3.根据权利要求2所述的一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:当仅在宽钢管混凝土柱短边或长边刚性连接有H型钢梁时,在带状加强板(3)水平的两端连接有贴板(4),贴板(4)贴紧固定在宽钢管混凝土柱(1)长边或者短边所在侧面;当在宽钢管混凝土柱(1)的短边和长边均刚性连接有H型钢梁(2)时,H型钢梁(2)均经各自的带状加强板(3)连接到宽钢管混凝土柱(1)短边或长边所在侧面,宽钢管混凝土柱(1)相邻侧面布置的两块带状加强板(3)之间焊接;宽钢管混凝土柱(1)相对侧面布置的两块带状加强板(3)之间连接有穿设于宽钢管混凝土柱(1)的插板(8),宽钢管混凝土柱(1)设有用于插板(8)穿设的通槽,插板(8)与通槽边沿焊接。

4.根据权利要求2所述的一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:在H型钢梁(2)的上、下翼缘均设置盖板(9),所述的盖板(9)紧贴并焊接到H型钢梁(2)翼缘表面,盖板(9)端部焊接到带状加强板(3);所述的带状加强板(3)和贴板(4)之间通过焊缝(7)焊接,带状加强板(3)和贴板(4)各自的边沿与宽钢管混凝土柱(1)短边所在侧面表面之间均通过焊缝(7)焊接。

5.根据权利要求2所述的一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:所述的带状加强板(3)的边沿与宽钢管混凝土柱(1)短边所在侧面表面之间均通过焊缝(7)焊接。

6.根据权利要求2所述的一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点,其特征在于:所

述的宽钢管混凝土柱(1)是由矩形钢管内部浇筑混凝土而成,矩形钢管的长边与短边比值为1～4。

一种基于加强板厚度设计的带状加强式节点

技术领域

[0001] 本发明属于结构设计技术领域的一种特殊厚度设计的建筑节点，具体涉及了一种基于加强板厚度设计的宽钢管混凝土柱与H型钢梁连接的带状加强式节点。

背景技术

[0002] 多高层钢结构中，钢梁多为H型钢梁，钢柱多为矩形钢管混凝土柱。目前常用的梁柱刚接节点是在钢柱对应梁翼缘的位置设置横隔板，钢梁翼缘的内力通过隔板传递给钢柱，从而形成刚接节点。为了方便钢管柱内混凝土的浇灌，隔板上需要设置灌浆孔和透气孔，灌浆孔的直径不宜小于150mm。另外，为了节点域内力传递需要，灌浆孔对隔板的削弱不能过大，这就要求钢柱的截面宽度不能过小，一般不小于350mm～400mm。在钢结构住宅中，过大的钢柱截面会在住宅的各个功能房间四角出现凸柱现象，影响室内建筑使用功能，因此应尽量将结构构件隐藏在墙体厚度内，这就要求住宅内采用的钢构件截面宽度最好控制在160mm～300mm之间。为解决室内凸柱的问题，可考虑将钢箱形柱的短边尺寸尽量做小，和混凝土剪力墙厚度等同，钢箱形柱的长边尺寸则尽量做大，形成宽钢管混凝土柱，以满足住宅对钢结构体系提出的要求。但是宽钢管混凝土柱由于截面短边尺寸较小，为保证顺利浇灌内部混凝土，不能在节点区设置横隔板，因此与钢梁的连接无法采用横隔板的形式。

[0003] 杭州铁木辛柯建筑结构设计事务所有限公司提出了一种用于H型钢梁与宽钢管混凝土柱连接的带状加强式节点，可广泛应用于多高层钢结构中H型钢梁与宽钢管混凝土柱的刚接连接，该节点形式简单，加工方便快捷，传力路径明确，能满足梁柱刚接节点的传力需求，同时不会对管内混凝土的灌注形成阻隔。然而，现有的规范里没有该类节点的设计方法，对于节点区的加强板厚度只能凭经验来进行取值，这就使得结构安全性得不到保障，或者为稳妥起见将加强板厚度取得太大，导致设计结果过于不经济。

发明内容

[0004] 为了克服现有节点设计方法的不足，提高带状加强式节点设计的可靠性、安全性和经济性，本发明提供一种基于加强板厚度设计的宽钢管混凝土柱与H型钢梁连接的带状加强式节点。解决了结构安全性和经济效益无法双重实现的技术问题。

[0005] 本发明采用的技术方案是：

[0006] 所述的带状加强式节点中，节点区加强板厚度采用以下公式设定：

[0007] $$t_j = 0.707\frac{b_c}{\sqrt{w_b h_j}}\sqrt{\eta_j \frac{Z_{pb}}{h_b}\frac{f_{yb}}{f_{yj}}} - t_c$$

[0008] 式中：t_j——加强板的厚度；

[0009] h_j——加强板高度；

[0010] b_c——宽钢管混凝土柱的短边宽度；

[0011] t_c——宽钢管混凝土柱的壁厚；

[0012] w_b——钢梁翼缘宽度；

[0013] h_b——钢梁高度；

[0014] Z_{pb}——钢梁截面塑性模量；

[0015] f_{yb}——钢梁翼缘的钢材屈服强度；

[0016] f_{yj}——加强板的钢材屈服强度；

[0017] η_j——梁柱刚性连接的连接系数，非抗震时取1.0。

[0018] 所述的带状加强式节点包括宽钢管混凝土柱、H型钢梁和带状加强板，H型钢梁翼缘通过带状加强板刚性连接到宽钢管混凝土柱的侧面，H型钢梁腹板通过连接板和高强螺栓的组合刚性连接到宽钢管混凝土柱的侧面；所述的H型钢梁的腹板经高强螺栓和连接板一端连接，连接板另一端焊接到宽钢管混凝土柱短边所在侧面；所述的H型钢梁翼缘的端面焊接到带状加强板，带状加强板贴紧固定在宽钢管混凝土柱短边或长边所在侧面。

[0019] 当仅在宽钢管混凝土柱短边或长边刚性连接有H型钢梁时，在带状加强板水平的两端连接有贴板，贴板贴紧固定在宽钢管混凝土柱长边或者短边所在侧面；当在宽钢管混凝土柱的短边和长边均刚性连接有H型钢梁时，H型钢梁均经各自的带状加强板连接到宽钢管混凝土柱短边或长边所在侧面，宽钢管混凝土柱相邻侧面布置的两块带状加强板之间焊接；宽钢管混凝土柱相对侧面布置的两块带状加强板之间连接有穿设于宽钢管混凝土柱的插板，宽钢管混凝土柱设有用于插板穿设的通槽，插板与通槽边沿焊接。

[0020] 在H型钢梁的上、下翼缘均设置盖板，所述的盖板紧贴并焊接到H型钢梁翼缘表面，盖板端部焊接到带状加强板；所述的带状加强板和贴板之间通过焊缝焊接，带状加强板和贴板各自的边沿与宽钢管混凝土柱短边所在侧面表面之间均通过焊缝焊接。

[0021] 所述的带状加强板的边沿与宽钢管混凝土柱短边所在侧面表面之间均通过焊缝焊接。

[0022] 所述的宽钢管混凝土柱是由矩形钢管内部浇筑混凝土而成，矩形钢管的长边与短边比值为1～4。

[0023] 考虑抗震，带状加强板的钢材牌号为Q235，连接方式为焊接时取1.4，连接方式为螺栓连接时取1.45；带状加强板的钢材牌号为Q345，连接方式为焊接时取1.35，连接方式为螺栓连接时取1.4。

[0024] 本发明经特殊厚度设计构建的节点具有足够的承载能力、延性和耗能能力，结构安全性得到了可靠保障，同时加强板的厚度可控制在一定的合理范围内，有效降低了节点用钢量，可取得明显的经济效益。

[0025] 本发明的有益效果体现在：

[0026] 本发明采用提出的公式来设计构建带状加强式节点的加强板，进而构建带状加强式节点，设计结果可保证刚接节点处传力可靠，节点承载力、延性和耗能能力可满足抗震设计要求，有效提升了整体结构的安全性和可靠度。另外避免了加强板厚度全凭经验来确定的弊端，经设计的加强板厚度可控制在合理范围，在结构安全性的同时降低了节点区用钢量。

附图说明

[0027] 图1为带状加强式节点的结构立面图。

[0028] 图2为带状加强式节点的结构平面图。

[0029] 图3为水平加载滞回试验得到的带状加强式节点梁端剪力—位移曲线图和通过对试验过程进行数值模拟得到的节点梁端剪力—位移曲线图。

[0030] 图4为通过数值模拟得到的带状加强式节点变形图。

[0031] 图5为通过数值模拟得到的带状加强式节点弯矩—转角曲线图。

[0032] 图中：宽钢管混凝土柱1、H型钢梁2、带状加强板3、贴板4、连接板5、高强螺栓6、焊缝7、插板8、盖板9。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步详细说明。

[0034] 如图1和图2所示，实施例包括宽钢管混凝土柱1、H型钢梁2、带状加强板3、贴板4、连接板5和高强螺栓6。宽钢管混凝土柱1是由矩形钢管内部浇筑混凝土而成，矩形钢管的长边与短边比值为1～4。

[0035] 仅一钢梁与宽钢管混凝土柱短边进行刚接连接，在宽钢管混凝土柱1短边所在侧面紧贴固定有两块带状加强板3，两块带状加强板3分别对应于H型钢梁2上下翼缘，H型钢梁2上下翼缘的端面焊接到各自的带状加强板3，在带状加强板3水平的两端连接有贴板4，贴板4贴紧固定在宽钢管混凝土柱1长边所在侧面。带状加强板3水平两端分别和贴板4之间通过焊缝7焊接，带状加强板3和贴板4各自的边沿与宽钢管混凝土柱1短边所在侧面表面之间均通过三面围焊的方式焊接形成焊缝7。

[0036] 并且，H型钢梁2的腹板经高强螺栓6和连接板5一端连接，连接板5另一端焊接到宽钢管混凝土柱1短边所在侧面。

[0037] 实施例的带状加强式节点中，节点区带状加强板厚度采用以下公式设定：

[0038] $$t_j = 0.707\frac{b_c}{\sqrt{w_b h_j}}\sqrt{\eta_j \frac{Z_{pb}}{h_b}\frac{f_{yb}}{f_{yj}}} - t_c$$

[0039] 式中：t_j——带状加强板的厚度；

[0040] h_j——带状加强板高度；

[0041] b_c——宽钢管混凝土柱的短边宽度；

[0042] t_c——宽钢管混凝土柱的壁厚；

[0043] w_b——钢梁翼缘宽度；

[0044] h_b——钢梁高度；

[0045] Z_{pb}——钢梁截面塑性模量；

[0046] f_{yb}——钢梁翼缘的钢材屈服强度；

[0047] f_{yj}——带状加强板的钢材屈服强度；

[0048] η_j——梁柱刚性连接的连接系数，非抗震时取1.0。

[0049] 对于带状加强板厚度的取值，计算厚度前已知以下参数：加强板高度h_j、宽钢管混凝土柱的短边宽度b_c、宽钢管混凝土柱的壁厚t_c、钢梁翼缘宽度w_b、钢梁高度h_b、钢梁截面塑性模量Z_{pb}、钢梁翼缘的钢材屈服强度f_{yb}和加强板的钢材屈服强度f_{yj}。另外梁柱刚性连接的设计还需考虑连接系数η_j，该系数的取值规定为：非抗震时取1.0。考虑抗震，钢材牌号为

Q235，连接方式为焊接时取1.4，连接方式为螺栓连接时取1.45；钢材牌号为Q345，连接方式为焊接时取1.35，连接方式为螺栓连接时取1.4。将上述参数代入上述公式，通过计算即可得到加强板厚度t_j。

[0050] 通过将经本发明公式设计的带状加强式节点足尺模型进行梁端水平往复加载，得到节点梁端剪力—位移滞回曲线如图3所示，图上同时给出了根据试验过程进行数值模拟得到的节点梁端剪力—位移滞回曲线。由图3可知，节点滞回曲线饱满，表明节点的耗能能力强，抗震性能良好。图4给出了数值模拟得到的带状加强式节点变形图，图上深色区域表示的是变形较大的部位。由图4可知，加载过程中，试件变形主要集中在钢梁翼缘和腹板上，钢柱和节点区域变形较小，表明节点设计实现了强节点弱构件、强柱弱梁的设计目标。图5给出了数值模拟得到的带状加强式节点弯矩—转角曲线图，图上纵坐标给出了节点弯矩与钢梁塑性弯矩的比值。从图5可知，曲线的极值点远大于1，说明节点承载力要大于钢梁塑性弯矩，表明塑性铰将会出现在钢梁上，屈服机制符合抗震设计概念。图5的曲线非常饱满，且曲线下降段平缓，表明节点延性很好并具有很强的塑性耗能能力。

[0051] 本发明提出的设计方法简单适用，通过足尺模型试验和大批量的数值分析结果表明，经设计之后的带状加强式节点，延性系数可达到4，节点滞回曲线非常饱满，可明显观察到塑性铰出现在钢梁上，表明节点承载力、延性和耗能能力能够满足抗震设计要求，实现了强节点弱构件的设计目标。

[0052] 本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思的实现形式的列举，本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式，本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。

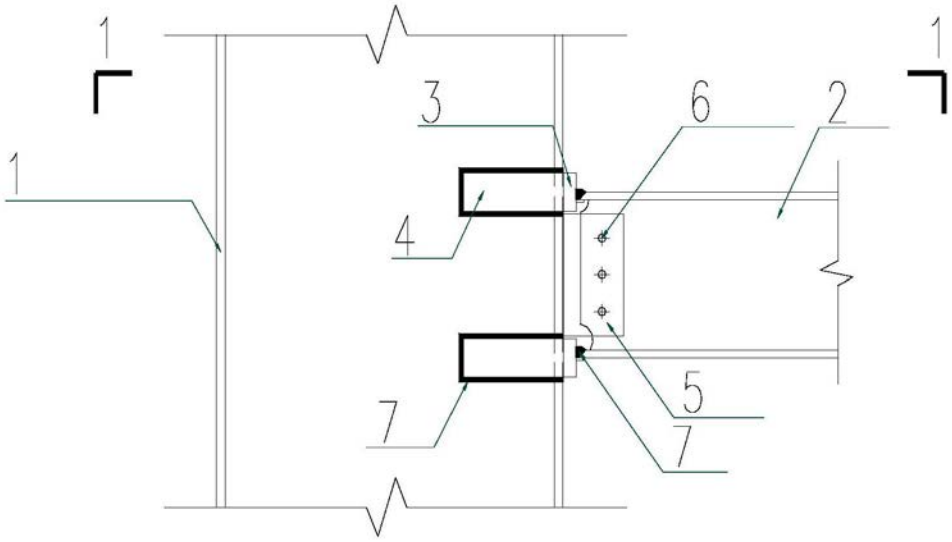


图1

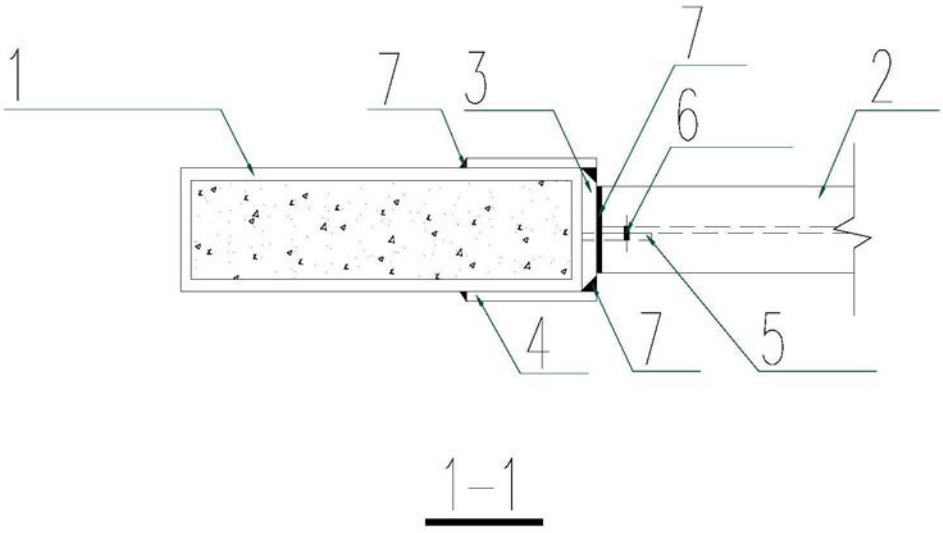


图2

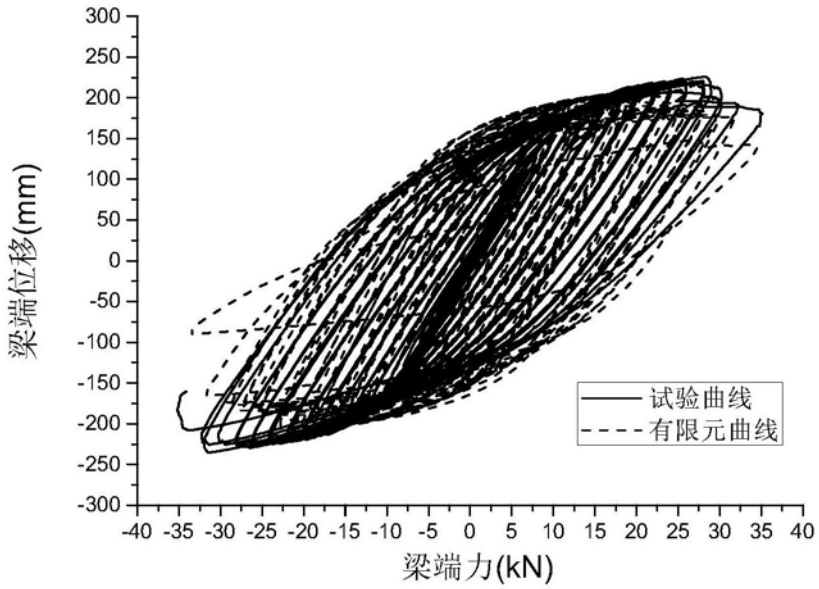

梁端位移(mm)
梁端力(kN)
试验曲线
有限元曲线

图3

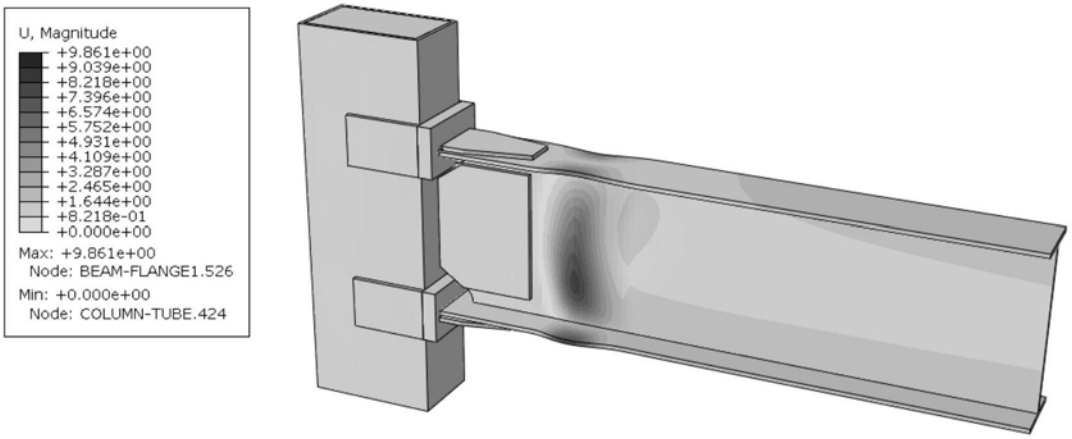

U, Magnitude
+9.861e+00
+9.039e+00
+8.218e+00
+7.396e+00
+6.574e+00
+5.752e+00
+4.931e+00
+4.109e+00
+3.287e+00
+2.465e+00
+1.644e+00
+8.218e-01
+0.000e+00
Max: +9.861e+00
Node: BEAM-FLANGE1.526
Min: +0.000e+00
Node: COLUMN-TUBE.424

图4

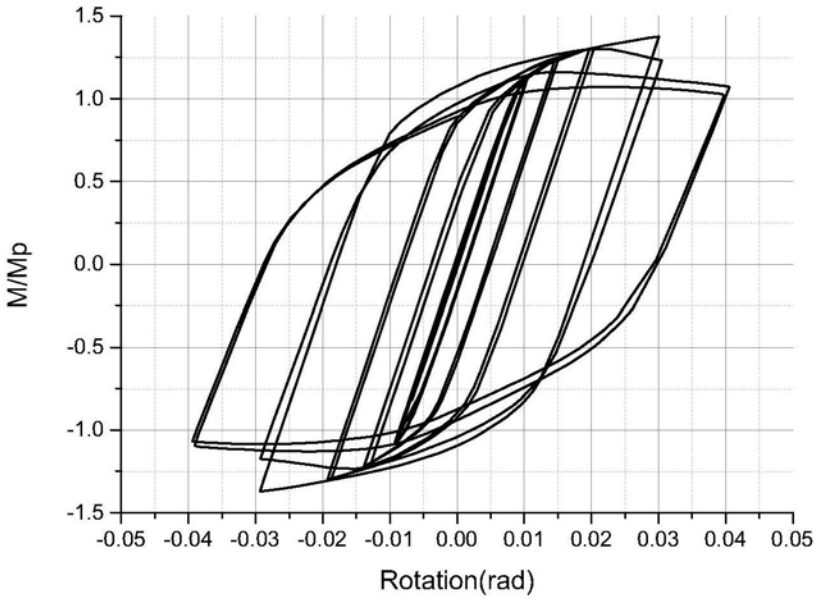

1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1.5
M/Mp
-0.05 -0.04 -0.03 -0.02 -0.01 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 0.05
Rotation(rad)

图5