



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207160420 U

(45)授权公告日 2018.03.30

(21)申请号 201720306351.4

(22)申请日 2017.03.27

(73)专利权人 西交利物浦大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖高等教育区仁爱路111号

(72)发明人 程志翔 穆罕默德·哈吉萨德黑

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务有限公司 32103

代理人 范晴

(51)Int.Cl.

E04G 5/01(2006.01)

E04G 5/07(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)实用新型名称

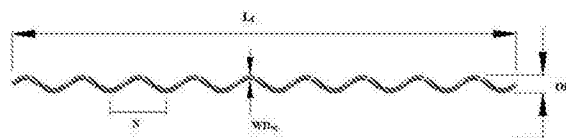
一种螺旋纤维

(57)摘要

本实用新型公开了一种螺旋纤维,所述纤维的中心线在三维空间中的几何结构为:

$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t); \\ z = h(t) \end{cases} \quad t \in A \subset \mathbb{R} \text{ 其中, } x, y \text{ 和 } z \text{ 分}$$

别代表螺旋的任一点在三维空间中的坐标,分别由A域中的f、g和h确定,t为一般函数。本实用新型提供的螺旋纤维,可掺入水泥或塑料等基质中以增强材料的性能。



1. 一种螺旋纤维,其特征在于,所述纤维的中心线在三维空间中的几何结构为:

$$\begin{cases} x = \frac{D}{2} \cos t \\ y = \frac{D}{2} \sin t; & t \in [0, 2\pi) \\ z = ct \end{cases}$$

其中,D是螺旋纤维的直径,c是无量纲常数, $2\pi c$ 等于螺旋相邻两圈对应点在中径上的轴向距离;

所述纤维的几何指数参数 G_I 为:

$$G_I = \frac{OD \times N}{L_f \times WD_{eq}}$$

其中,

N为纤维圆周的数量,N的范围为0~40;

OD为纤维外径,OD的范围为0.2~10mm;

WD_{eq} 为等效单线直径, WD_{eq} 的范围为0.1~1.2mm;

L_f 为纤维长度, L_f 的范围为4~60mm;

G_I 的范围为0~20。

2. 根据权利要求1所述的一种螺旋纤维,其特征在于:所述纤维采用金属、玻璃、碳、聚丙烯腈、聚丙烯、聚乙烯、聚烯烃或聚乙烯醇材料制成。

3. 根据权利要求2所述的一种螺旋纤维,其特征在于:所述纤维应用于水泥或塑料基质中。

一种螺旋纤维

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种纤维材料,特别涉及一种螺旋纤维。

背景技术

[0002] 利用架桥机制(纤维在裂缝上架桥以及将张应力转移到开裂截面的能力)将不连续的短纤维随意掺入混凝土中,得到的复合材料是纤维增强混凝土,将短纤维掺入混凝土中可提升混凝土的材料性能。在出现微裂缝时,纤维可以避免裂缝扩大,增加混凝土的极限强度。若纤维和填缝材料的综合性能良好,可以控制微裂缝继续扩大,推迟宏裂隙的形成从而增加混凝土的断裂后韧性和延性。这样就能通过减小裂缝的宽度和间距达到控制混凝土的裂缝的目的。减小裂缝宽度能够降低化学物质和水对结构的不利影响,从而提升结构的长期使用性能。纤维的这种性能可以用来提升钢筋混凝土结构的耐用性和适用性,保持原设计的使用年限。

[0003] 大量研究发现纤维(包括钢制品和合成制品)可以作为二次钢筋的替代品,如防缩钢筋和温度钢筋。研究表明,加入钢纤维后不仅可以降低钢筋混凝土结构中箍筋的使用数量,还能减少横剪切力钢筋的使用,同时提升结构的整体延性,控制裂缝扩大。但由于商业化纤维的效益成本比率,纤维增强混凝土未能在大型结构中应用。市场上的大多数纤维,如端钩纤维和卷曲钢纤维以及聚丙烯纤维的实际用量不能显示出其有利的结构性能,而具有较好结构性能纤维的价格又较高,如合股纤维,同时在混凝土合成组成中的比例又有严格要求。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种具有螺旋结构的纤维,其用于水泥或塑料等基质结构中,可提高材料性能。

[0005] 基于上述问题,本实用新型提供的技术方案是:

[0006] 一种螺旋纤维,所述纤维的中心线在三维空间中的几何结构为:

$$[0007] \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t); \\ z = h(t) \end{cases} \quad t \in A \subset \mathbb{R}$$

[0008] 其中,x、y和z分别代表螺旋的任一点在三维空间中的坐标,分别是A域中t的函数。

[0009] 在其中的一些实施方式中,所述纤维的中心线在三维空间中的几何结构为:

$$[0010] \begin{cases} x = \frac{D}{2} \cos t \\ y = \frac{D}{2} \sin t; \\ z = ct \end{cases} \quad t \in [0, 2\pi)$$

[0011] 其中,D是螺旋纤维的直径,c是无量纲常数, $2\pi c$ 等于螺旋相邻两圈对应点在中径

上的轴向距离。

[0012] 在其中的一些实施方式中,所述纤维的几何指数参数 G_I 为:

$$[0013] \quad G_I = \frac{OD \times N}{L_f \times WD_{eq.}}$$

[0014] 其中,

[0015] N 为纤维圆周的数量, N 的范围为0~40;

[0016] OD 为纤维外径, OD 的范围为0.2~10mm;

[0017] $WD_{eq.}$ 为单线直径, $WD_{eq.}$ 的范围为0.1~1.2mm;

[0018] L_f 为纤维长度, L_f 的范围为4~60mm;

[0019] G_I 的范围为0~20。

[0020] 在其中的一些实施方式中,所述纤维采用包括金属、玻璃、碳、聚丙烯腈、聚丙烯、聚乙烯、聚烯烃或聚乙烯醇材料制成。

[0021] 在其中的一些实施方式中,所述纤维应用于水泥或塑料基质中。

[0022] 与现有技术相比,本实用新型的优点是:

[0023] 采用本实用新型的技术方案,该螺旋纤维具有良好的拉拔性能,将其掺入水泥或塑料等基质中,可提高材料的性能,增加基质的极限强度与韧性。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本实用新型实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本实用新型一种螺旋纤维的结构示意图;

[0026] 图2为本实用新型实施例中万能测试机中夹持装置的投影结构示意图;

[0027] 图3为本实用新型实施例中万能测试机中夹持装置的实体结构示意图;

[0028] 图4为本实用新型实施例中螺旋纤维的拉拔性能曲线图;

[0029] 图5为本实用新型实施例中弯曲实验装置的结构示意图;

[0030] 图6为本实用新型实施例中采用螺旋纤维与市场现有纤维的混凝土块

[0031] 的抗弯性能对比图;

[0032] 图7为本实用新型实施例中临界挠度测试装置的示意图;

[0033] 图8(a)、8(b)为本实用新型实施例中横梁的临界剪切力性能曲线图;

[0034] 图9为本实用新型实施例中横梁的临界挠度性能曲线图;

[0035] 其中,

[0036] 1、10、混凝土块;2、螺旋纤维;3、塑料分离装置;4、钢棒;5、拉拔测试螺丝钳;6、11、滚动支座;7、12、加载辊;8、支架;9、14、线性位移传感器;13、横梁;15、锚筋;16、抗拉钢筋。

具体实施方式

[0037] 以下结合具体实施例对上述方案做进一步说明。应理解,这些实施例是用于说明本实用新型而并不限于限制本实用新型的范围。实施例中采用的实施条件可以根据具体厂家

的条件做进一步调整,未注明的实施条件通常为常规实验中的条件。

[0038] 本实用新型提供一种螺旋纤维,用于掺入混凝土或塑料等基质中以提高材料的性能,纤维的中心线在三维空间中的几何结构满足式(1):

$$[0039] \quad \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t); \\ z = h(t) \end{cases} \quad t \in A \subset \mathbb{R} \quad (1)$$

[0040] 其中,x、y和z分别代表螺旋的任一点在三维空间中的坐标,分别是A域中t的函数。

[0041] 在优选的实施方式中,螺旋纤维为匀速圆周螺旋线,其结构在三维空间中满足式(2):

$$[0042] \quad \begin{cases} x = \frac{D}{2} \cos t \\ y = \frac{D}{2} \sin t; \\ z = ct \end{cases} \quad t \in [0, 2\pi) \quad (2)$$

[0043] 其中,D是螺旋纤维的直径,c是无量纲常数, $2\pi c$ 等于螺旋相邻两圈对应点在中径上的轴向距离。

[0044] 参见图1,为一种螺旋纤维的结构示意图,图中N为纤维圆周的数量,OD为纤维外径, $WD_{eq.}$ 为单线直径, L_f 为纤维长度。

[0045] 对于圆柱形和棱柱形的线材, $WD_{eq.}$ 可通过式(3)来计算:

$$[0046] \quad WD_{eq.} = \sqrt{\frac{4A_{wire}}{\pi}} \quad (3)$$

[0047] 其中, A_{wire} 为线材的横截面积。

[0048] 螺旋纤维的几何参数可根据(4)、(5)来计算:

$$[0049] \quad N = \frac{L_f}{2\pi c} \quad (4)$$

$$[0050] \quad OD = D + WD_{eq.} \quad (5)$$

[0051] 纤维的几何指数参数 G_I 为:

$$[0052] \quad G_I = \frac{OD \times N}{L_f \times WD_{eq.}}$$

[0053] 其中,N为纤维圆周的数量,OD为纤维外径, $WD_{eq.}$ 为等效单线直径, L_f 为纤维长度;优选的N的范围为0~40,OD的范围为0.2~10mm, $WD_{eq.}$ 的范围为0.1~1.2mm, L_f 的范围为4~60mm, G_I 的范围为0~20。

[0054] 为了测试螺旋纤维的拉拔性能,利用万能测试机在纤维的两端进行拉拔实验,参见图2-3,螺旋纤维2在两个尺寸为65毫米×65毫米×100毫米的单独混凝土块1中浇筑而成,在浇筑混凝土块1时,每块混凝土块1中放置内径为16毫米的钢管,配合后置钢棒4,以将样本紧紧夹住。首先,在一个混凝土块1样本部件中插入螺旋纤维2,让其固化24小时;在混凝土块1变硬后,在其顶部放置一个塑料分离装置3,然后浇筑另一个混凝土块1样本;浇筑后固化28天。将混凝土块1夹持在拉拔测试螺丝钳5中,用位移控制法以0.6毫米/分钟的速度

度进行纤维拉拔过程。

[0055] 制备混凝土圆柱体(直径为150毫米,高度为300毫米),混凝土圆柱体的目标强度(f_{ck})为35MPa。表1列出了每立方米混合材料的干组成。用位移控制抗压试验机在纯混凝土圆柱样本上进行抗压测试。抗压试验程序遵守BS EN 12390-3(2009)标准,混凝土的圆柱抗压强度为 36 ± 1.2 MPa,坍落26毫米。

[0056] 表1混凝土组分配比

[0057]	水泥 (千克)	水 (千克)	超增塑剂 (千克)	细骨料 (千克)	粗骨料 (千克)
	350	188.3	3.5	880	988

[0058] 参见图4,为不同结构螺旋纤维的拉拔性能曲线图,不同结构的螺旋纤维通过“SD-N-OD-WD_{eq}-L_f”进行标识,说明纤维的结构为螺旋、圆周数量N、外径OD、单线直径WD_{eq}和长度L_f,从图4可见,螺旋纤维具有滑移硬化特性。

[0059] 为了测试掺杂螺旋纤维的混凝土块的抗弯性能,根据ASTM C1609/C1609M-12(2012)进行四点弯曲试验,使用闭环控制万能试验机通过位移控制进行实验,实验混凝土块样本的尺寸为150毫米×150毫米×550毫米,参见图5为弯曲实验装置的结构示意图,包括滚动支座6和加载辊7,将混凝土块10置于滚动支座6和加载辊7之间,在混凝土块10上罩设一支架8,沿支架8长度方向的两侧分别设置线性位移传感器9以测量混凝土块10垂直面的中跨挠度,取平均值作为样本的中跨净挠度。试验机设置为以0.1毫米/分钟的恒速增加样本的净挠度。当净挠度超过0.6毫米时,加载速度增加到0.3毫米/分钟,且增速设置为0.05毫米/分钟。

[0060] 使用的螺旋纤维(SD-9-1.45-0.4-40) $G_I=0.82$,钢制 $f_u=1500$ MPa,纤维体积含量(V_f)包括0.2%、0.35%、0.5%,和0.65%,以便检验螺旋纤维对混凝土抗弯性能的影响。每种纤维体积含量浇筑三个样本进行测试,并取平均值作为钢纤维混凝土的抗弯性能值。混凝土的圆柱体抗压强度为 35 ± 2.8 MPa,坍落 26 ± 3.5 毫米。图6表示了具有不同含量新纤维的SFRC试样的平均载荷-挠度曲线(混凝土的平均设计圆柱体强度为35MPa)。纤维混凝土的弯曲特性在表2中提供。为了做比较,图中还包括了具有0.5%体积含量的端钩型钢纤维和卷曲型钢纤维的纤维混凝土试样的结果。

[0061] 纤维性混凝土块的弯曲性能见表2,表2中¹断裂模量;²弹性极限荷载;³开裂后荷载峰值;⁴净挠度为10毫米时的残余强度;⁵韧性(0-10毫米负载挠度曲线下面积)。

[0062] 表2不同纤维含量的混凝土块的弯曲性能

[0063]

纤维体积含量 Fibre volume content	f_r^1 (MPa)	P_c^2 (kN)	P_p^3 (kN)	f_{45}^{D4} (MPa)	T_{45}^{D5} (kN.mm)
0.2	4.15±0.19	31.14	18.17	2.20	165.4
0.35	4.09±0.07	30.29	26.20	2.72	228.0
0.5	4.21±0.21	29.72	34.20	3.38	286.0
0.65	3.95±0.08	29.21	37.88	3.85	315.6

[0064] 实施中,浇铸两组钢筋混凝土横梁,测试混凝土横梁的临界剪切力和临界挠度,以测试螺旋纤维对钢筋混凝土构件整体性能的影响,采用四点载荷进行测试,横梁的尺寸为130毫米×165毫米×1200毫米,跨度距离为1100毫米,所有样本截面的有效高度为140毫米。临界剪切力实验中横梁的实验参数为纤维体积含量(V_f)、混凝土强度(f_{ck})、纵向钢筋配筋率(ρ)和剪跨和有效高度比(a/d)。在临界挠度试验中横梁采用不同的混凝土强度(f_{ck})和纵向钢筋配筋率(ρ),其中提供充足的抗剪钢筋,确保弯曲破坏模式。

[0065] 临界挠度横梁样本的试验设置和配筋方式如图7所示,测试装置包括滚动底座11和加载辊12,横梁13设置在滚动底座11和加载辊12之间,在横梁13的下方设置线性位移传感器14,横梁13内设有锚筋15和抗拉钢筋16。

[0066] 在图8(a)、8(b)和图9中表示了来自每个类别(剪切破坏和弯曲破坏)的两个梁的荷载-挠度关系,其中 $f_{ck}=35\pm 3.1\text{MPa}$, $V_f=0.5\%$,图8(a)、8(b)中剪切跨度与有效深度比分别为1.5和3。图中还列出了使用市场上现有钢纤维产品(端钩型的和卷曲型的)的混凝土梁的荷载-挠度表现。没有添加纤维的普通混凝土梁也列出作为参考。剪切破坏和挠曲破坏模式被标记在梁的图例中。例如,“BS-0.55-0.5-N-3”表示梁是剪切破坏的,配筋率为0.55%,含有体积含量0.5%的钢纤维,其剪切跨度与有效深度比为3。标签的第四部分表示纤维类型,即N,H和C分别代表新的,端钩型的和卷曲型的纤维。此外,“BF-0.31-0”表示梁是弯曲破坏的,配筋率为0.31%,其不含纤维($V_f=0\%$),可见,本实用新型中的螺旋纤维比现有技术中的钢纤维具有更好的临界剪切性能和临界挠度性能。

[0067] 上述实例只为说明本实用新型的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人员能够了解本实用新型的内容并据以实施,并不能以此限制本实用新型的保护范围。凡根据本实用新型精神实质所做的等效变换或修饰,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

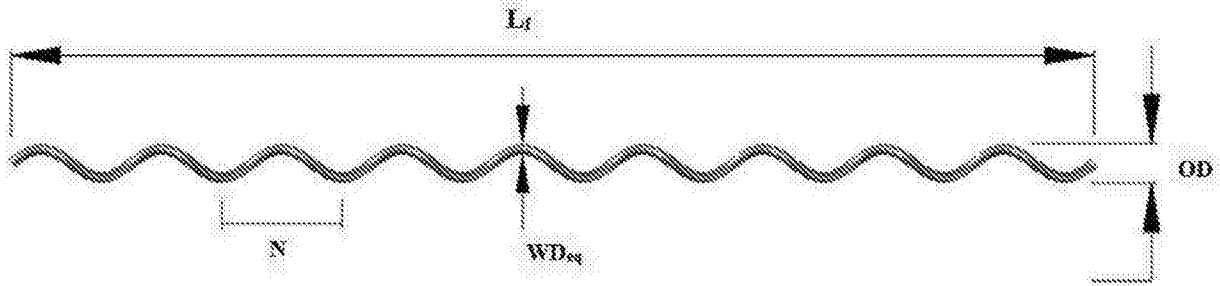


图1

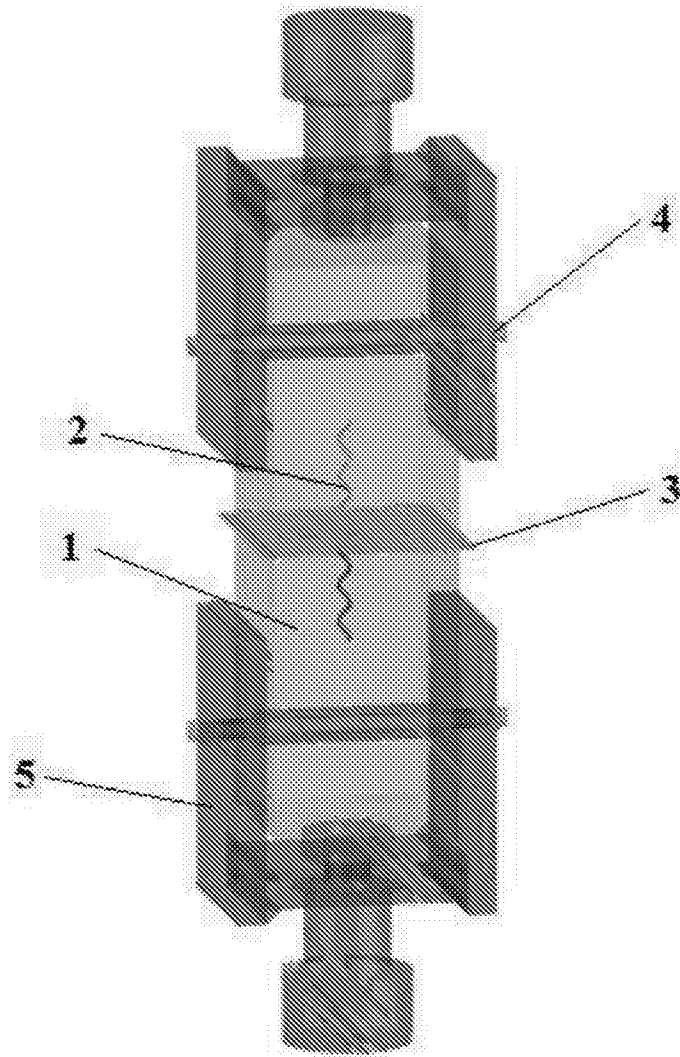


图2

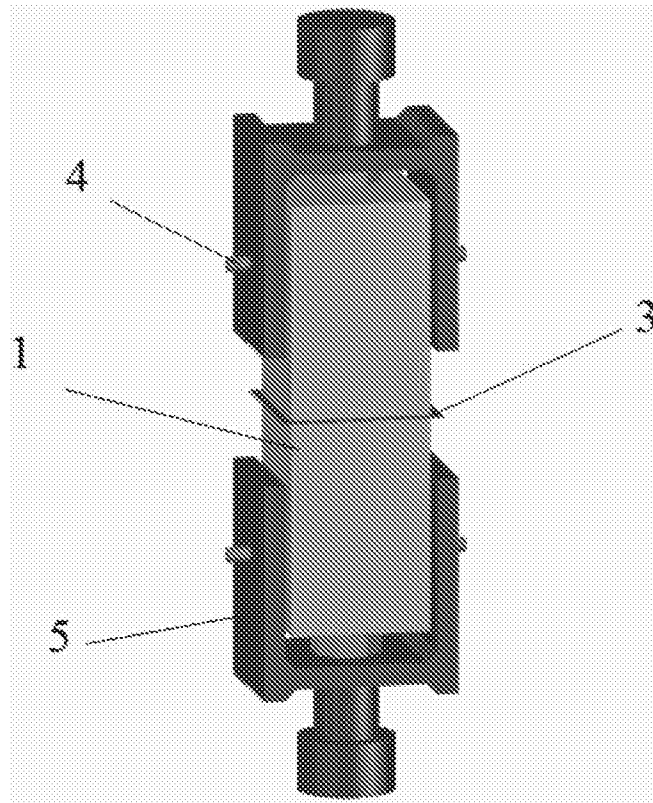


图3

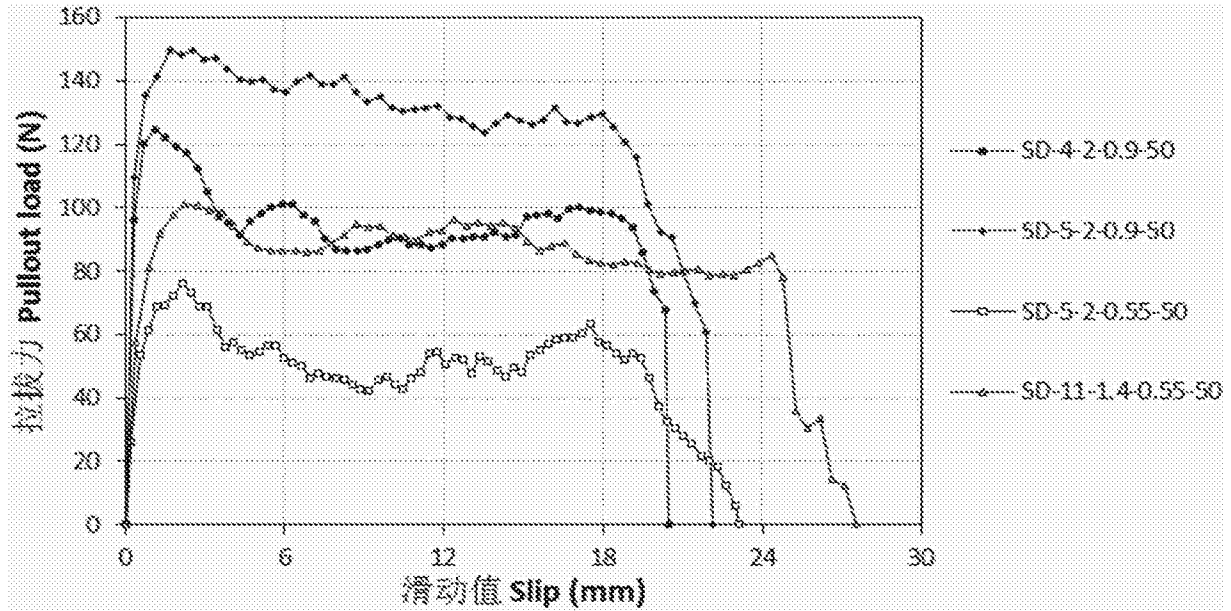


图4

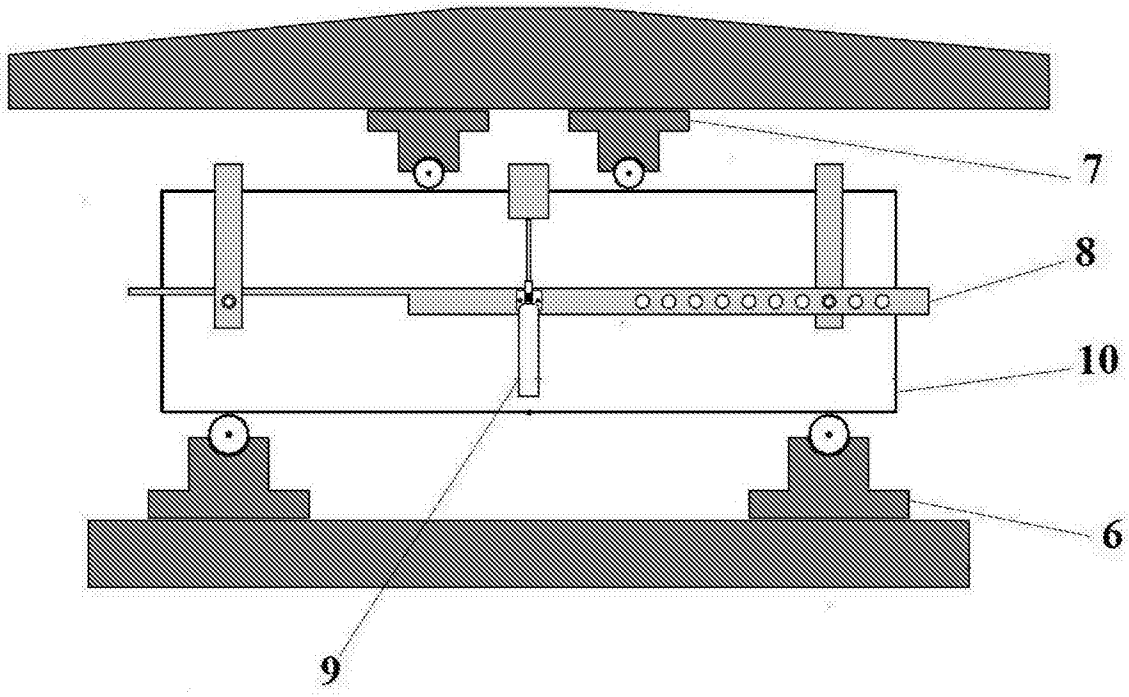


图5

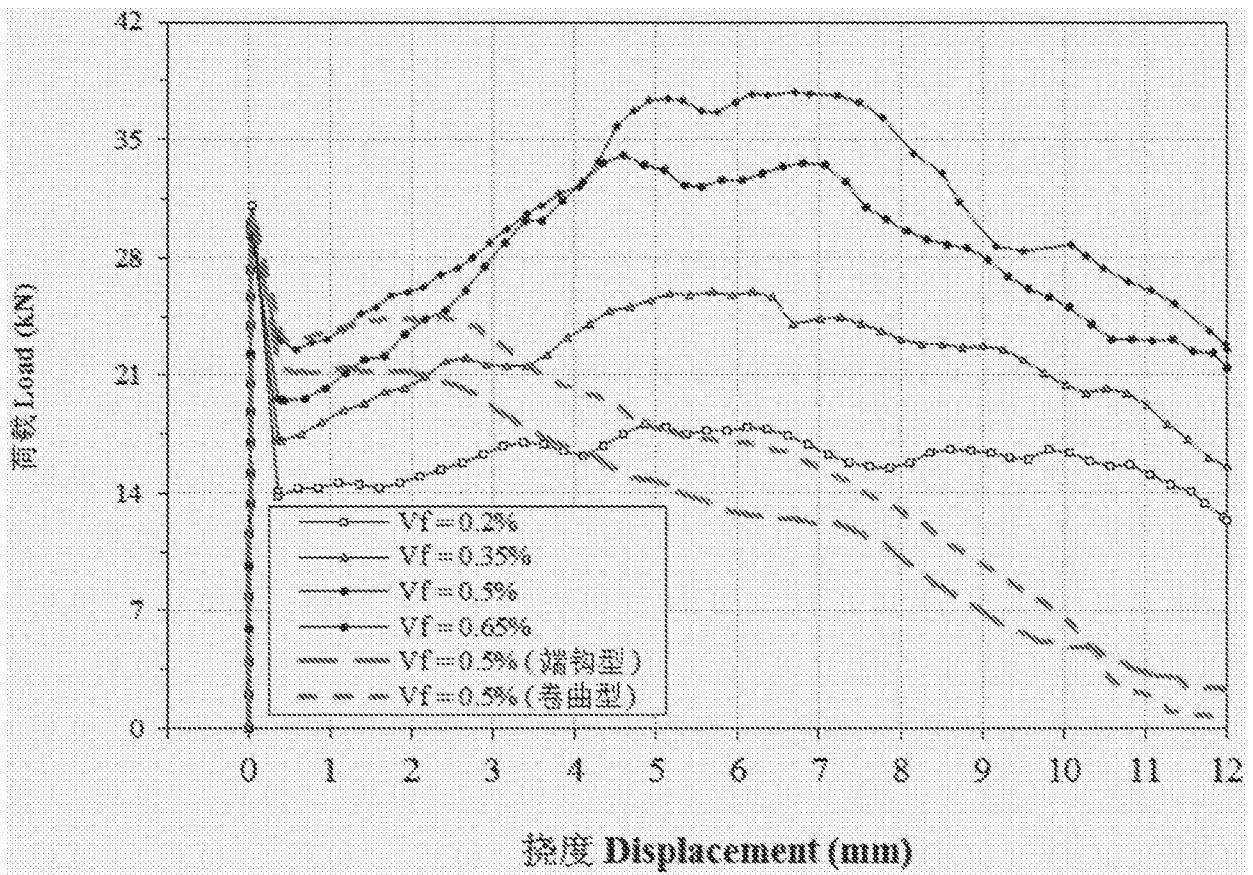


图6

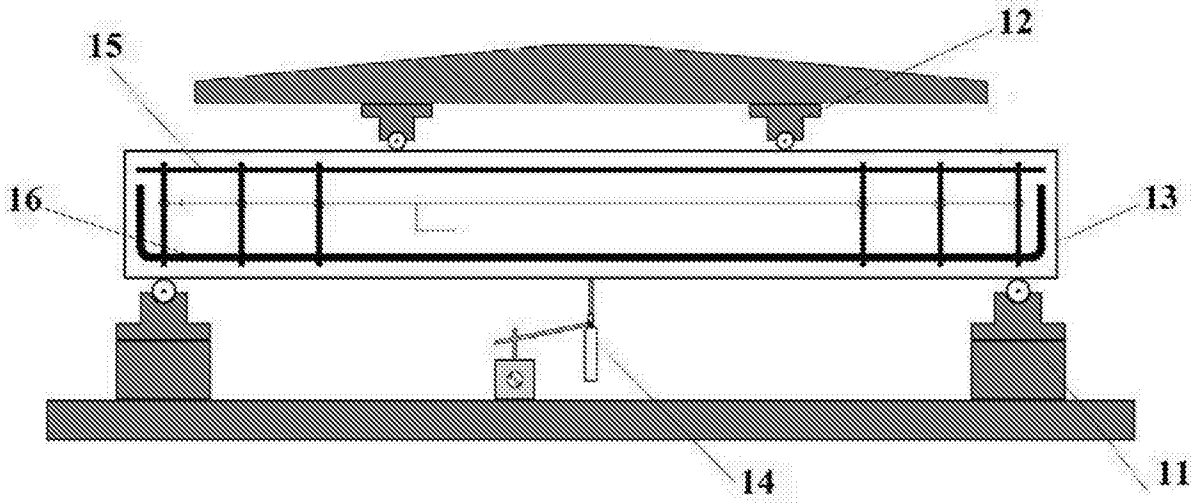


图7

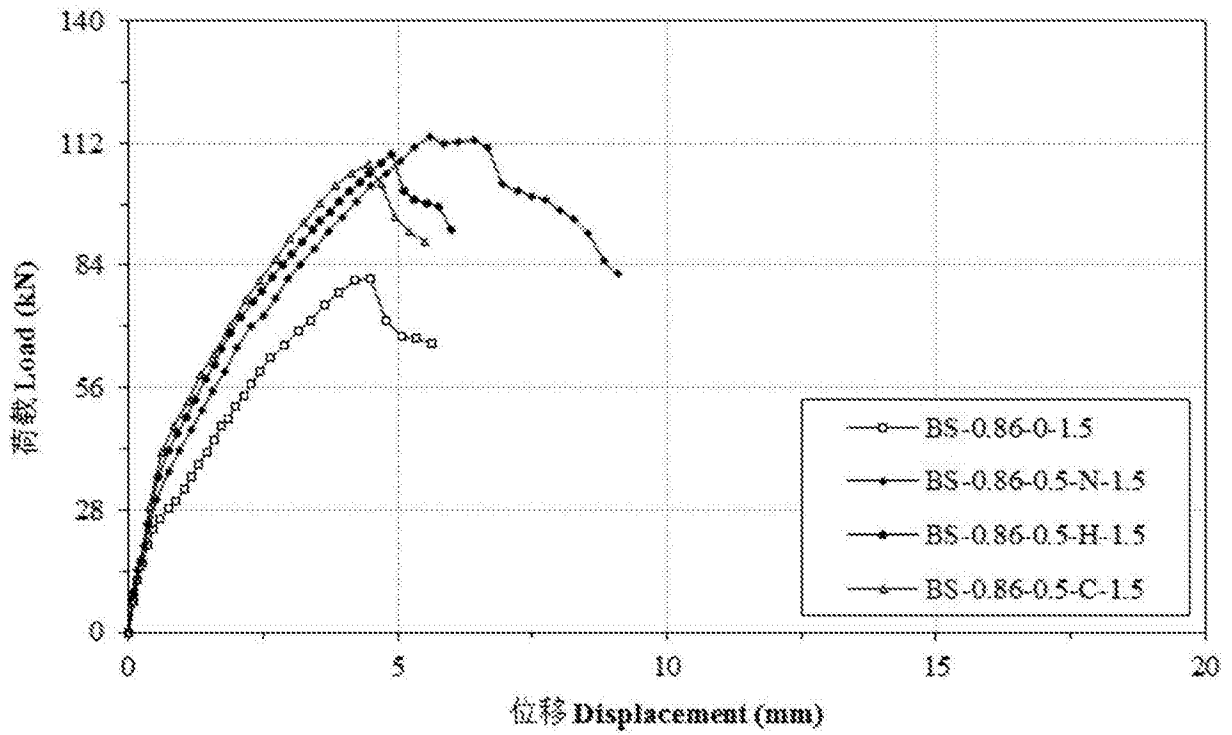


图8 (a)

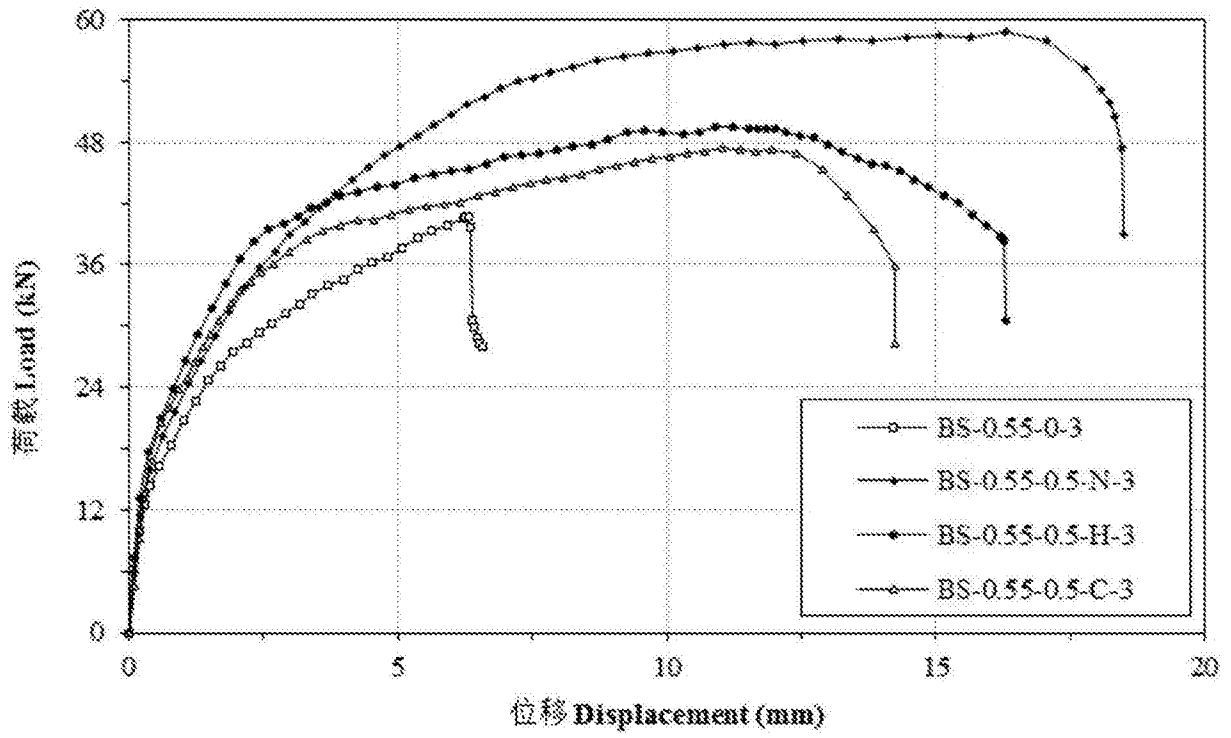


图8 (b)

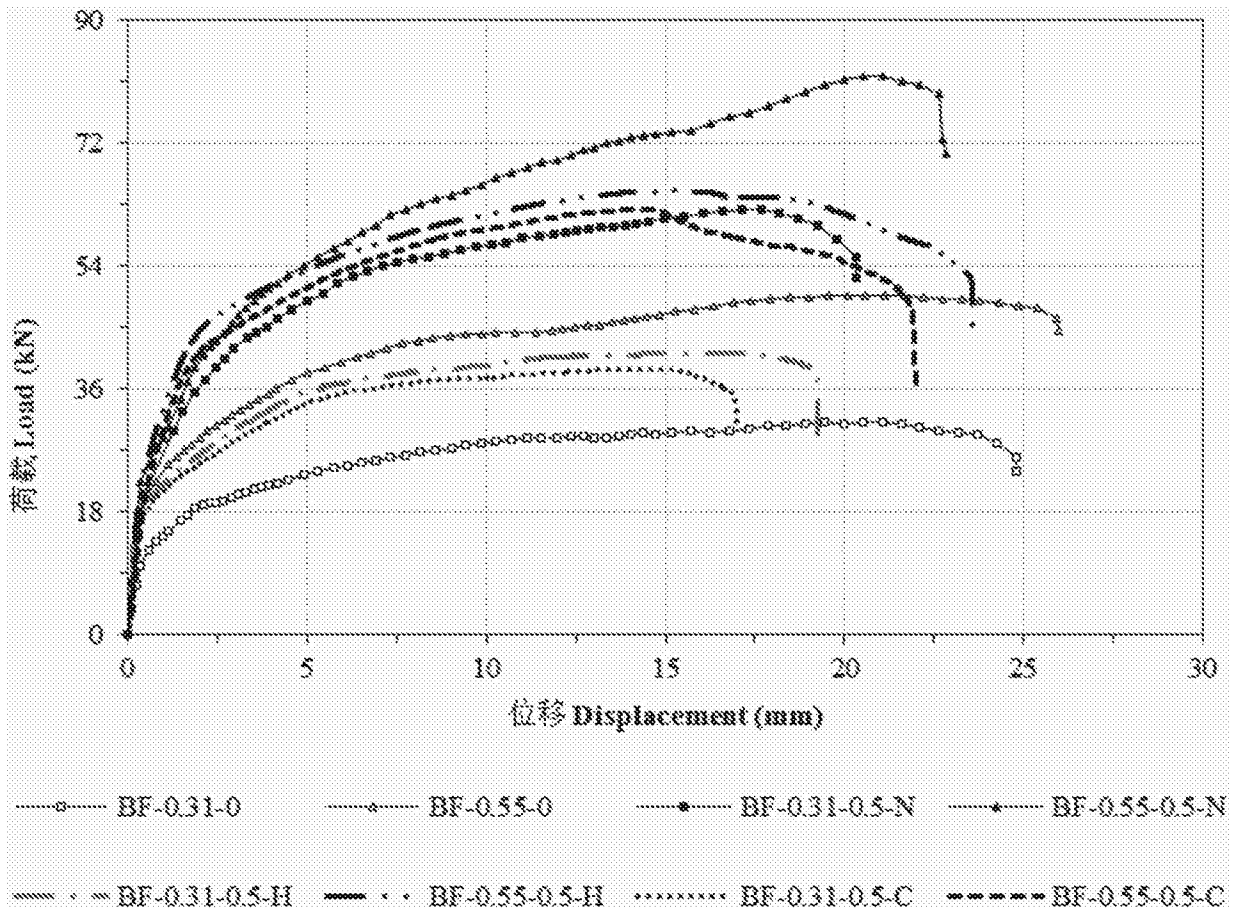


图9