



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107165047 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(21)申请号 201710491801.6

(22)申请日 2017.06.26

(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 徐世焱 张麒 王激扬 李庆华

(74)专利代理机构 浙江杭州金通专利事务有限公司 33100

代理人 刘晓春

(51) Int. Cl.

E01D 19/12(2006.01)

C04B 28/00(2006.01)

C04B 28/04(2006.01)

C04B 16/06(2006.01)

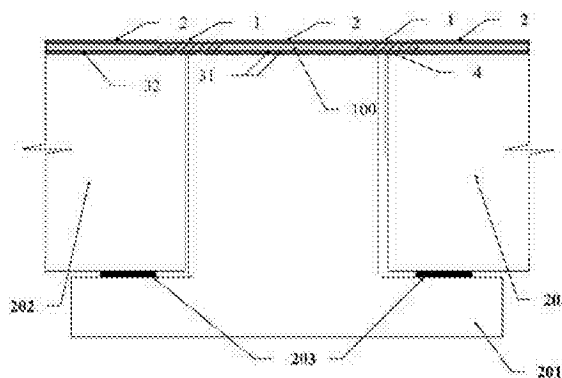
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种延性桥面连续板结构

(57)摘要

本发明公开了一种新型延性桥面连续板结构。本发明包括普通混凝土段与超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段,内设钢筋。在顺桥向,桥面连续板结构搁置在盖梁与箱梁上并与两端混凝土桥面板浇筑连接,通过柔性隔离层(如油毡)与下部盖梁与箱梁隔离,不受水平约束而能自由变形。由于UHTCC具有超高韧性与变形能力,此桥面连续板有很大的受弯与受拉变形能力,并且能够有效控制连续板的裂缝宽度。本发明能够承受因桥梁温度应力、车辆水平制动荷载、桥梁弯曲变形等因素引起的弯曲、拉伸、扭转变形。



1. 一种延性桥面连续板结构,其特征是:所述延性桥面连续板结构分普通混凝土段与超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段,桥梁连续缝上设置所述超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段;在顺桥向,所述桥面连续板结构搁置在对其支撑的梁上并与两端的混凝土桥面板浇筑连接,所述桥面连续板结构通过柔性隔离层与桥面连续板下方的梁隔离,不受梁的水平约束而能自由变形;桥面连续板结构内部纵向钢筋与两端连接的混凝土桥面板钢筋连接。

2. 根据权利要求1所述的一种延性桥面连续板结构,其特征是:所用的超高韧性水泥基复合材料,其干粉拌合料成分包括水泥、活性矿物掺合料、骨料、纤维、聚竣酸减水剂,活性矿物掺合料采用粉煤灰或粉煤灰与以下一种或一种以上材料的组合:硅灰、粒化高炉矿渣、偏高岭土;骨料的粒径不超过0.5mm,纤维为聚乙烯醇纤维、聚乙烯纤维、芳香族聚酰胺纤维中的一种或一种以上的组合,纤维长度为5~25mm、直径为0.015~0.055mm、弹性模量为30~150GPa、抗拉强度为1000~3500MPa、极限伸长率为2%~15%,水泥和活性矿物掺合料各组分的重量比为:

水泥12%~55%,

粉煤灰45%~85%,

硅灰0~15%,

粒化高炉矿渣0~10%,

偏高岭土0~20%,

以上水泥和活性矿物掺合料各组分重量比之和满足100%;

骨料的重量与水泥和活性矿物掺合料总重量之比为1%~70%,水的重量与水泥和活性矿物掺合料总重量之比为18%~58%,纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.5%~2.5%,聚竣酸减水剂掺量为总质量的0.1%~0.4%。

3. 根据权利要求2所述的一种延性桥面连续板结构,其特征在于:所述超高韧性水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维、聚乙烯纤维和芳香族聚酰胺纤维三种纤维同时增强时,其配比为:

A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为:水泥25%、粉煤灰60%、硅灰2%、粒化高炉矿渣8%、偏高岭土5%;

B)、骨料的粒径为0.5mm,骨料重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为40%,水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为25%~45%;纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.3%;

C)、采用的聚乙烯纤维长度为12mm,直径为0.039mm,抗拉强度为1620MPa,弹性模量为42.8GPa,极限伸长率为6%,掺量为水泥基复合材料总体积的1.2%~1.5%;聚乙烯纤维长度为12.7mm,直径0.038mm,抗拉强度为2700MPa,弹性模量为120GPa,极限伸长率为3.5%,掺量为水泥基复合材料总体积的0.4%~0.9%;芳香族聚酰胺纤维长度为15mm,直径为0.015mm,抗拉强度为2800MPa,弹性模量为132GPa,极限伸长率2.4%,掺量为水泥基复合材料总体积的0.2%~0.4%。

4. 根据权利要求2所述的一种延性桥面连续板结构,其特征在于:当所述的水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维和芳香族聚酰胺纤维两种纤维同时增强时,所述超高韧性水泥基复合材料配比为:

A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为:水泥30%、粉煤灰52%、粒化高炉矿渣3%、偏高岭土15%;

B)、骨料的最大粒径为0.5mm,骨料重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比65%,水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为20%~55%;纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.2%;

C)、采用的聚乙烯醇纤维长度为12mm,直径为0.039mm,抗拉强度为1620MPa,弹性模量为42.8GPa,极限伸长率为6%,掺量为水泥基复合材料总体积的1.6%~2.0%;芳香族聚酰胺纤维长度为15mm,直径为0.015mm,抗拉强度为2800MPa,弹性模量为132GPa,极限伸长率2.4%,掺量为水泥基复合材料总体积的0.2%~0.4%。

5.根据权利要求2所述的一种延性桥面连续板结构,其特征在于:当所述的水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维和聚乙烯纤维两种纤维同时增强时,所述超高韧性水泥基复合材料配比为:

A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为:水泥55%、粉煤灰45%,水泥的型号为P.II52.5R;

B)、骨料的最大粒径为0.5mm,骨料的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为50%,水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为40%~55%;纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.2%;

C)、采用的聚乙烯醇纤维长度为12mm,直径为0.039mm、抗拉强度为1620MPa、弹性模量为42.8GPa、极限伸长率为6%,掺量为纤维混凝土总体积的1.2%~1.9%;聚乙烯纤维长度为12.7mm,直径为0.038mm,抗拉强度为2700MPa,弹性模量为120GPa,极限伸长率为3.5%,掺量为水泥基复合材料总体积的0.3%~0.8%。

6.根据权利要求2所述的一种延性桥面连续板结构,其特征是:活性矿物掺合的材料包括粉煤灰、硅粉、粒化高炉矿渣中的一种或几种,精细沙的最大粒径小于0.6mm。

7.根据权利要求6所述的一种延性桥面连续板结构,其特征是:在钢筋和纤维联合增强水泥基复合材料中,纤维相对该复合材料总体积的体积百分比为1.5~2.5%。

一种延性桥面连续板结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种延性桥面连续板结构。

背景技术

[0002] 目前在城市快速市政道路高架桥建设中,一般采用简支梁形式。相邻的简支梁之间保留一定的间隙,以确保不同跨简支梁的弯矩不会传递。而桥面铺装层在桥梁间隙处是连续的,需要有一种桥面连续结构来支撑桥梁间隙处铺装层荷载。简支梁之间的桥面连续结构刚度小,服役过程中必须能够承受大变形。目前简支梁之间的桥面连续结构通常有三种方式:伸缩缝装置、延性桥面填充材料、桥面连续板。伸缩缝装置(比如公开CN1570281、CN1696406)一般为梳型钢结构装置,可以承受顺桥向的大变形,但是不能承受桥面的扭转变形,而且施工复杂;延性桥面填充材料(公开号CN101418126)一般为沥青材料或橡胶混凝土,施工方便且可以承受各种形式的大变形,但是因为它是有机材料,易老化耐久性差;桥面连续板(公开号CN103510465)为混凝土结构,与桥面板一体浇筑施工,通过配置钢筋、型钢和钢纤维以控制裂缝开展,但是由于混凝土自身是脆性材料,在疲劳荷载作用下裂缝还是会发展累积,影响桥面连续板的服役寿命。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是弥补以上几种桥面连续结构的不足,提供一种能够在拉伸、剪切、弯曲、扭转等不同外力作用下发生大变形时仍能保持连续结构完整不断裂且控制裂缝宽度在极微小的新型延性桥面连续板结构。为此,本发明采用以下技术方案:

[0004] 一种延性桥面连续板结构,其特征是:所述延性桥面连续板结构分普通混凝土段与超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段,桥梁连续缝上设置所述超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段;在顺桥向,所述桥面连续板结构搁置在对其支撑的梁上并与两端的混凝土桥面板浇筑连接,所述桥面连续板结构通过柔性隔离层与桥面连续板下方的梁隔离,不受梁的水平约束而能自由变形;桥面连续板结构内部纵向钢筋与两端连接的混凝土桥面板钢筋连接。

[0005] 在采用上述技术方案的基础上,本发明还可采用以下进一步的技术方案:

[0006] 所用的超高韧性水泥基复合材料,其加水新鲜拌合物2小时可达设计强度的60%以上,其干粉拌合料成分包括水泥、活性矿物掺合料、骨料、纤维、聚羧酸减水剂,活性矿物掺合料采用粉煤灰或粉煤灰与以下一种或一种以上材料的组合:硅灰、粒化高炉矿渣、偏高岭土;骨料的最大粒径不超过0.5mm,纤维为聚乙烯醇纤维、聚乙烯纤维、芳香族聚酰胺纤维中的一种或一种以上的组合,纤维长度为5~25mm、直径为0.015~0.055mm、弹性模量为30~150GPa、抗拉强度为1000~3500MPa、极限伸长率为2%~15%,水泥和活性矿物掺合料各组分的重量比为:

[0007] 水泥 12%~55%,

[0008] 粉煤灰 45%~85%,

[0009] 硅灰 0~15%，

[0010] 粒化高炉矿渣 0~10%，

[0011] 偏高岭土 0~20%，

[0012] 以上水泥和活性矿物掺合料各组分重量比之和满足100%；

[0013] 骨料的重量与水泥和活性矿物掺合料总重量之比为1%~70%，水的重量与水泥和活性矿物掺合料总重量之比为18%~58%，纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.5%~2.5%，聚竣酸减水剂掺量为总质量的0.1%~0.4%。

[0014] 所述超高韧性水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维、聚乙烯纤维和芳香族聚酰胺纤维三种纤维同时增强时，其配比为：

[0015] A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为：水泥25%、粉煤灰60%、硅灰2%、粒化高炉矿渣8%、偏高岭土5%；

[0016] B)、骨料的最大粒径为0.5mm，骨料重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为40%，水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为25%~45%；纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.3%；

[0017] C)、采用的聚乙烯纤维长度为12mm，直径为0.039mm，抗拉强度为1620MPa，弹性模量为42.8GPa，极限伸长率为6%，掺量为水泥基复合材料总体积的1.2%~1.5%；聚乙烯纤维长度为12.7mm，直径0.038mm，抗拉强度为2700MPa，弹性模量为120GPa，极限伸长率为3.5%，掺量为水泥基复合材料总体积的0.4%~0.9%；芳香族聚酰胺纤维长度为15mm，直径为0.015mm，抗拉强度为2800MPa，弹性模量为132GPa，极限伸长率2.4%，掺量为水泥基复合材料总体积的0.2%~0.4%。

[0018] 当所述的水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维和芳香族聚酰胺纤维两种纤维同时增强时，所述超高韧性水泥基复合材料配比为：

[0019] A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为：水泥30%、粉煤灰52%、粒化高炉矿渣3%、偏高岭土15%；

[0020] B)、骨料的最大粒径为0.5mm，骨料重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比65%，水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为20%~55%；纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.2%；

[0021] C)、采用的聚乙烯醇纤维长度为12mm，直径为0.039mm，抗拉强度为1620MPa，弹性模量为42.8GPa，极限伸长率为6%，掺量为水泥基复合材料总体积的1.6%~2.0%；芳香族聚酰胺纤维长度为15mm，直径为0.015mm，抗拉强度为2800MPa，弹性模量为132GPa，极限伸长率2.4%，掺量为水泥基复合材料总体积的0.2%~0.4%。

[0022] 当所述的水泥基复合材料使用聚乙烯醇纤维和聚乙烯纤维两种纤维同时增强时，所述超高韧性水泥基复合材料配比为：

[0023] A)、水泥和活性矿物掺合料各组分重量比为：水泥55%、粉煤灰45%，水泥的型号为P. II52.5R；

[0024] B)、骨料的最大粒径为0.5mm，骨料的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为50%，水的重量与水泥加活性矿物掺合料总重量之比为40%~55%；纤维的掺量为水泥基复合材料总体积的1.8%~2.2%；

[0025] C)、采用的聚乙烯醇纤维长度为12mm，直径为0.039mm、抗拉强度为1620MPa、弹性

模量为42.8GPa、极限伸长率为6%，掺量为纤维混凝土总体积的1.2%~1.9%；聚乙烯纤维长度为12.7mm，直径为0.038mm，抗拉强度为2700MPa，弹性模量为120GPa，极限伸长率为3.5%，掺量为水泥基复合材料总体积的0.3%~0.8%。

[0026] 活性矿物掺合料包括粉煤灰、硅粉、粒化高炉矿渣中的一种或几种，精细沙的最大粒径小于0.6mm。

[0027] 在钢筋和纤维联合增强水泥基复合材料中，纤维相对该复合材料总体积的体积百分比为1.5~2.5%。

[0028] 由于采用本发明的技术方案，利用超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)的超高韧性与极限应变，使得桥面连续板能够承受多种荷载作用下桥梁的多向变形，并控制桥面连续板裂缝在0.05mm范围之内。

附图说明

[0029] 图1为在桥梁中有盖梁的情况下本发明的应用示意图。

[0030] 图2为在桥梁中没有盖梁的情况下本发明的应用示意图。

[0031] 图3a、3b分别为对比实施例中超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段的受拉应力应变曲线和受压应力应变曲线图。

具体实施方式

[0032] 参照图1，本发明延性桥面连续板结构100，分普通混凝土段1与超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段2；在顺桥向，桥面连续板结构100搁置在盖梁与箱梁上并与两端的混凝土桥面板连接，通过柔性隔离层(如油毡)与盖梁和箱梁隔离，不受盖梁水平约束而能自由变形；延性桥面连续板结构100内部双向布置钢筋31，其中纵向钢筋与两端连接的混凝土桥面板钢筋32贯通。

[0033] 超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段的数量根据不同桥梁，可以是一段或两段，搁置在桥梁连续缝位置，跨缝设置，其它部位仍为普通混凝土段，通过对桥梁不同荷载工况下的力学数值分析计算，得出超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)段的长度。

[0034] 针对不同桥梁连续缝，本发明采用不同的形式。如果桥梁中有盖梁201，本发明一般在桥梁连续缝上设置两段超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)(如图1)；设置在桥梁连续缝位置，附图标号202为箱型梁。

[0035] 如果桥梁中没有盖梁，本发明一般在桥梁连续缝上设置一段超高韧性水泥基复合材料(UHTCC)(如图2)。附图标号301为梁，附图标号302为承台。

[0036] 本发明中双向布置两层钢筋，钢筋贯穿整个桥面连续板且与两端相邻桥面板钢筋相连通。本发明与顺桥向两端的桥面板一体浇筑，但是下部与梁或盖梁(通过油毡4等形式)隔离以保证不传递任何剪切荷载，且能自由变形。

[0037] 对比实施例

[0038] 本实例以在有盖梁的混凝土多跨简支箱梁工况为例子，分别应用本发明的桥面连续结构与传统C40混凝土桥面连续结构，通过通用数值分析软件ABAQUS分析两种桥面的连续结构中的最大应力，以证明本发明的有效性。

[0039] 预制小箱梁采用C50砼，弹性模量 $E_c=3.45 \times 10^4$ MPa，容重 $\gamma=26$ kN/m³，标准抗压

强度 $f_{ck}=32.4\text{MPa}$,标准抗拉强度 $f_{tk}=2.65\text{MPa}$,抗压强度设计值 $f_{cd}=22.4\text{MPa}$,抗拉强度设计值 $f_{td}=1.83\text{MPa}$;桥面连续部位两段各50cm采用弹性混凝土(UHTCC),弹性模量 $E=1.5\times 10^4\text{MPa}$,本构曲线如图3a、3b所示,其余普通混凝土铺装采用C40砼,弹性模量 $E_c=3.25\times 10^4\text{MPa}$ 。弹性模量 $E_s=2.0\times 10^5\text{MPa}$,屈服强度 $=400\text{MPa}$ 。

[0040] 桥梁连续结构截面尺寸与刚度比混凝土箱梁要小很多,因此在桥梁中是变形集中的部位,容易形成大应变与大应力。引起连续结构变形的主要原因为:局部车辆荷载、上部沥青铺装荷载以及箱梁梁端位移(水平移动和转动)。而箱梁梁端位移又是由二期恒载、车道荷载、车辆制动力与箱梁温度变形引起的。要分析连续结构细部的应力应变,最不利荷载组合下的箱梁梁端位移必须首先确定。因此,本分析将桥面构造形式简化为两个力学模型:

[0041] (1) 四跨箱梁:本分析中使用二维梁单元模拟在不同荷载作用下箱梁的梁端会发生水平位移与转动位移。

[0042] (2) 桥面连续结构:本分析中使用二维平面实体单元分析其由于箱梁梁端位移引起的应力应变状态(图1)。

[0043] 本分析运用通用有限元软件ABAQUS,以二维实体单元模拟桥梁连续结构在荷载作用下的应变场。桥梁连续结构长2.3m,高0.1m。二维实体单元的厚度取为310cm。三层钢筋如图至上而下依次排布,以二维杆单元(truss)模拟,与桥梁连续混凝土结构通过粘结作用连接共同受力。粘结作用由钢筋于混凝土之间的弹簧单元来模拟,钢筋-混凝土粘结滑移本构模型根据《混凝土结构设计规范(GB 50010-2010)》附录C规定。连续结构下方的盖梁取高度为50cm,盖梁下表面固定约束,盖梁上表面与连续结构下表面通过接触单元(Contact)连接。连续结构与两侧的箱梁刚接(tie),与下方的箱梁通过接触单元(Contact)连接。连续结构模型所受荷载如下:

[0044] (1) 车辆荷载取值与纵向分布按照《城市桥梁设计规范CJJ11-2011》

[0045] (2) 桥面连续部位沥青铺装等7.5kN/m;

[0046] (3) 箱梁梁端的水平移动与转动(由箱梁受力分析得到),水平移动与转动都施加在箱梁梁端的参考点上。参考点水平位置在箱梁支座中心轴上,竖向高度在箱梁的中性层上(见图1)。

[0047] 通过比较两种桥面连续在相同荷载作用下的结构响应来展现UHTCC的作用。在不使用UHTCC的桥面连续中,在桥面连续跨中的应力为35MPa~50MPa,远大于使用UHTCC桥面连续中UHTCC材料4MPa的拉应力。由此可知使用UHTCC材料可以降低桥面连续的拉应力。

[0048] 以上所述仅为本发明的具体实施例,但本发明的结构特征并不局限于此,任何本领域的技术人员在本发明的领域内,所作的变化或修饰皆涵盖在本发明的保护范围之内。

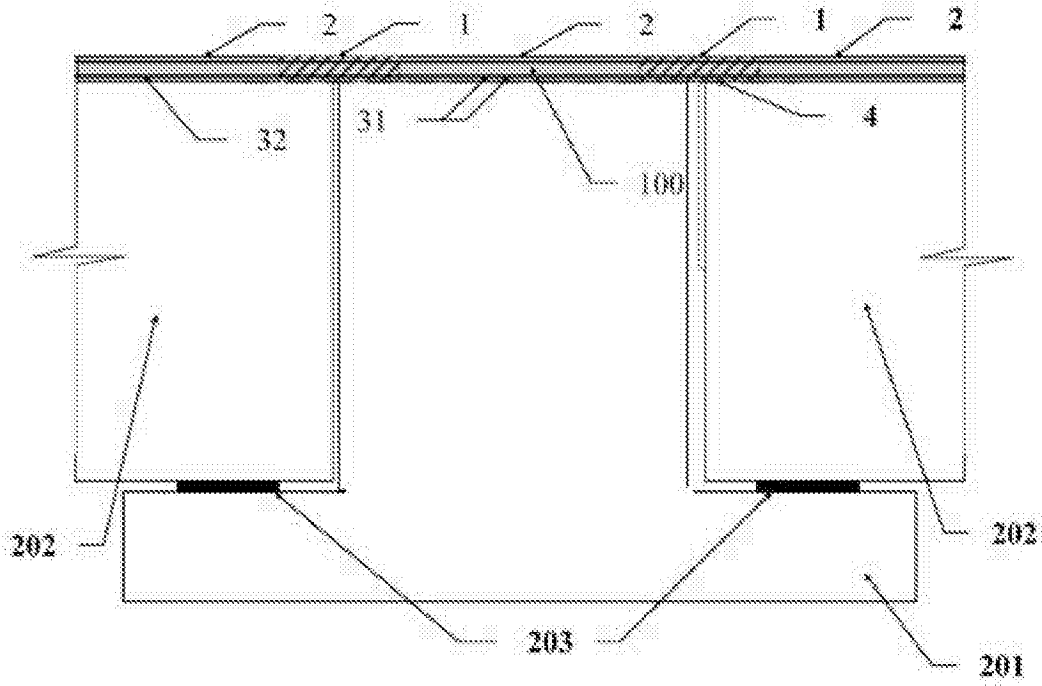


图1

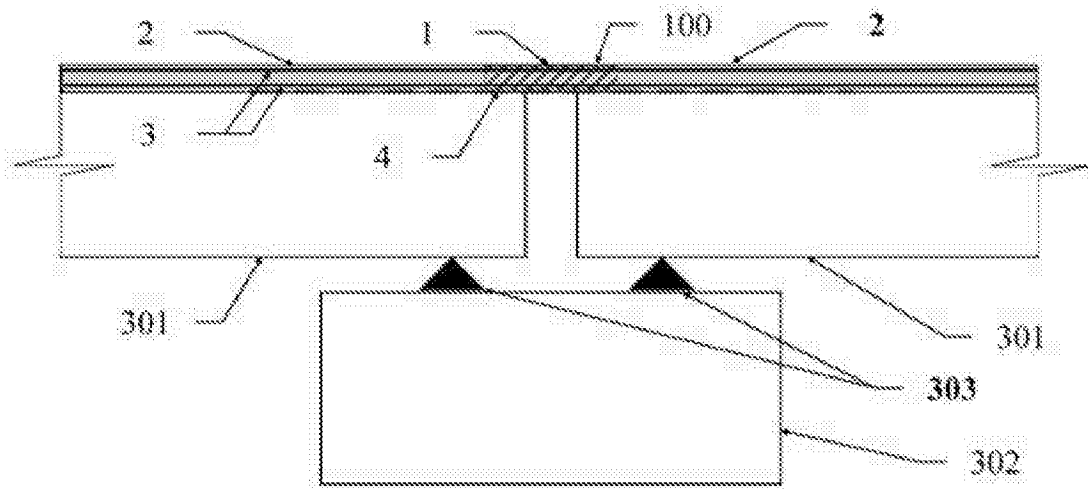
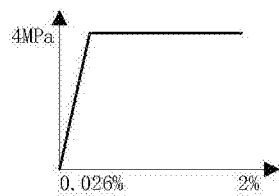
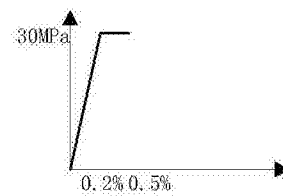


图2



(a)



(b)

图3