



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109797661 B

(45)授权公告日 2020.08.11

(21)申请号 201910227292.5

(22)申请日 2019.03.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109797661 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(73)专利权人 东南大学

地址 210000 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

(72)发明人 董志强 吴刚 朱虹

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 曾教伟

(51)Int.Cl.

E01D 21/00(2006.01)

E01D 1/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 108824696 A,2018.11.16

CN 204849611 U,2015.12.09

CN 108867310 A,2018.11.23

CN 109098332 A,2018.12.28

CN 109440628 A,2019.03.08

CN 107354856 A,2017.11.17

CN 205474784 U,2016.08.17

CN 207392031 U,2018.05.22

CN 208280009 U,2018.12.25

CN 105603860 A,2016.05.25

Donna Chen.Behaviour of hybrid FRP-UHPC beams in flexure under fatigue loading.《Composite Structures》.2011,

审查员 杨懿敏

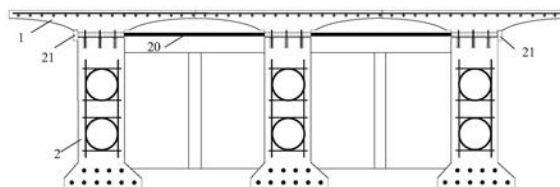
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构及建造方法

(57)摘要

本发明的一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,包括采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件、FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件和横桥向预应力FRP拉杆体系;采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件包括预埋的顶板钢筋网、预留横向穿筋孔道及多根抗剪钢筋,预留横向穿筋孔道内穿有横桥向预应力FRP拉杆;FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件包括多个均布的波纹管,波纹管连通灌浆料进口和灌浆料出口,抗剪钢筋与波纹管配合;腹板部件底部设置预应力FRP筋、中部设置FRP外包钢管,腹板部件在梁桥跨度方向设置横隔板,横隔板内设置FRP筋。本发明就地取材使用海水、海砂制备混凝土,降低材料运输成本,解决了在海洋环境下快速建设高耐久结构的问题。



1. 一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,其特征在于:包括采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件、FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件和横桥向预应力FRP拉杆体系;采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件包括预埋的顶板钢筋网、预留横向穿筋孔道及多根抗剪钢筋,预留横向穿筋孔道内穿有横桥向预应力FRP拉杆;FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件包括多个均布的波纹管,波纹管连通灌浆料进口和灌浆料出口,多个抗剪钢筋与各波纹管一一对应配合;腹板部件底部设置预应力FRP筋、中部设置FRP外包钢管,腹板部件在梁桥跨度方向设置横隔板,横隔板内设置FRP筋。

2. 根据权利要求1所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,其特征在于:横桥向预应力FRP拉杆包括FRP拉杆,FRP拉杆两端设置螺纹钢管,螺纹钢管上均设置有螺母和钢垫板。

3. 根据权利要求1所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,其特征在于:腹板内置FRP外包钢管包括内层无缝钢管和FRP外包层,其中FRP外包层上有缠绕FRP浸胶纱制备的凸肋。

4. 根据权利要求1所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,其特征在于:采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件和FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件的结合面均拉毛处理,并垫上砂浆垫层。

5. 根据权利要求1所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,其特征在于:所述横桥向预应力FRP拉杆在施加预应力后,端部钢锚具设置细石砂浆封堵。

6. 一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构的建造方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:在工厂内支模制备T型梁桥上部翼缘部件,首先绑扎翼缘钢筋网,按设计间隔设置预埋抗剪钢筋和横向穿筋孔道,以顶板朝下的方式浇筑UHPC并采取蒸汽加压养护,拆模后得到制备好的上部翼缘部件;

S2:制备FRP外包钢管,首先对无缝钢管的外表面进行处理,之后缠绕包裹FRP外包层,然后采用浸胶纱束螺旋绕制凸肋,待树脂基体固化后即得FRP外包钢管;

S3:绑扎腹板架立FRP筋,并将FRP外包钢管放置在其中固定;

S4:在预应力台座上采用先张法工艺张拉底部预应力FRP筋至设计张拉控制应力,绑扎横隔板中的横隔板内FRP筋,在梁顶部按设计方案定位并放置波纹管,并设置高强灌浆料进口和高强灌浆料出口,最后,合上模板,浇筑海水海砂混凝土并养护,拆模后即得制备好的FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件;

S5:现场吊装装配翼缘部件和腹板部件;

S6:重复S5的步骤,完成多片T型梁的装配;

S7:现场浇筑各横隔板和各翼缘部件间的接缝;

S8:待S7步骤中的后浇湿接缝混凝土强度达到要求后,穿拉横桥向预应力FRP拉杆。

7. 根据权利要求6所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构的建造方法,其特征在于:步骤S5包括:

S5.1:将FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件吊装就位,在梁顶表面铺上砂浆垫层;

S5.2:吊装上部翼缘部件,将预埋抗剪钢筋对准插入下部波纹管中,采用压力灌浆工艺

从高强灌浆料进口处灌注高强砂浆直至高强灌浆料出口处有砂浆流出后停止灌浆,封堵所有灌浆孔后即完成单片T型梁的装配。

8. 根据权利要求6所述的装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构的建造方法,其特征在于:步骤S8包括:

S8.1: 对FRP筋的两端套上螺纹钢管并内灌树脂,制作成锚固端,然后将FRP拉杆横向依次穿过各片T梁中的预留横向穿筋孔道,在梁侧面套上钢垫板条和螺母,通过拧紧螺母施加预应力;

S8.2张拉完成后,利用细石砂浆对外露部分进行封锚保护。

装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构及建造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋工程结构技术领域,具体是一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构及建造方法。

背景技术

[0002] 海洋环境是一种典型的腐蚀性环境,普通钢筋混凝土结构中的钢筋极易发生锈蚀破坏,为此需要在设计、施工和维护等阶段耗费大量的财力去保证结构的耐久性能。另外,随着工程建设的大量消耗,普通河沙资源日益紧缺,建材市场上已经出现了越来越多的海砂。海砂需要经过脱氯处理且达标后方可用于制备混凝土,这需要消耗大量的淡水资源。如何利用未经处理的海砂,甚至是在沿海地区直接使用海水制备海水海砂混凝土并应用于工程中成一个难题。为此,中国专利(公开号:CN 204163069 U、CN106381833A和CN107447748A)等都曾提出采用海水海砂混凝土结合纤维增强复合材料(FRP)使用,形成FRP增强海水海砂混凝土结构,应用于沿海和岛礁建设中。

[0003] 在FRP筋增强混凝土受弯构件配筋设计时,由于FRP筋弹性模量较低(约为钢筋的1/4)且为脆性材料,为保证构件具有足够的抗弯刚度,同时也为了避免构件因FRP筋拉断而发生突然断裂。其设计破坏模式一般都是混凝土压溃破坏,在构件失效时,往往FRP筋的力学性能仅发挥一小部分。因此,从构件受力的角度来看,如能进一步提高受压区混凝土的抗压强度,则有望提升构件整体的抗弯承载力,提高FRP筋的利用率。超高性能混凝土(UHPC)具有超高抗压强度(大于150MPa),同时耐久性能好,是普通混凝土的理想替代材料。但是,UHPC造价高昂,全部替代普通混凝土的成本太高,且将其用于构件受拉区承受拉力也是不经济的。

[0004] 因此,对于本领域技术人员来说,研发一种可以将FRP筋增强海水海砂混凝土与UHPC高效组合利用,满足桥梁快速装配施工需求,同时具有高承载力和高耐久性能的新型结构,成为本领域亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构及建造方法。

[0006] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明的一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,包括采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件、FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件和横桥向预应力FRP拉杆体系;采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件包括预埋的顶板钢筋网、预留横向穿筋孔道及多根抗剪钢筋,预留横向穿筋孔道内穿有横桥向预应力FRP拉杆;FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件包括多个均布的波纹管,波纹管连通灌浆料进口和灌浆料出口,多个抗剪钢筋与各波纹管一一对应配合;腹板部件底部设置预应力FRP筋、中部设置FRP外包钢管,腹板部件在梁桥跨度方向设置横隔板,横隔板内设

置FRP筋。

[0007] 其中,横桥向预应力FRP拉杆包括FRP拉杆,FRP拉杆两端设置螺纹钢管,螺纹钢管上均设置有螺母和钢垫板。

[0008] 其中,腹板内置FRP外包钢管括内层无缝钢管和FRP外包层,其中FRP外包层上有缠绕FRP浸胶纱制备的凸肋。

[0009] 其中,采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件和FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件的结合面均拉毛处理,并垫上砂浆垫层。

[0010] 其中,所述横桥向预应力FRP拉杆在施加预应力后,端部钢锚具设置细石砂浆封堵。

[0011] 本发明还提供一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构的建造方法,包括以下步骤:

[0012] S1:在工厂内支模制备T型梁桥上部翼缘部件,首先绑扎翼缘钢筋网,按设计间隔设置预埋抗剪钢筋和横向穿筋孔道,以顶板朝下的方式浇筑UHPC并采取蒸汽加压养护,拆模后得到制备好的上部翼缘部件;

[0013] S2:制备FRP外包钢管,首先对无缝钢管的外表面进行处理,之后缠绕包裹FRP外包层,然后采用浸胶纱束螺旋绕制凸肋,待树脂基体固化后即得FRP外包钢管;

[0014] S3:绑扎腹板架立FRP筋,并将FRP外包钢管放置在其中固定;

[0015] S4:在预应力台座上采用先张法工艺张拉底部预应力FRP筋至设计张拉控制应力,绑扎横隔板中的横隔板内FRP筋,在梁顶部按设计方案定位并放置波纹管,并设置高强灌浆料进口和高强灌浆料出口,最后,合上模板,浇筑海水海砂混凝土并养护,拆模后即得制备好的FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件;

[0016] S5:现场吊装装配翼缘部件和腹板部件;

[0017] S6:重复S5的步骤,完成多片T型梁的装配;

[0018] S7:现场浇筑各横隔板和各翼缘部件间的接缝;

[0019] S8:待S7步骤中的后浇湿接缝混凝土强度达到要求后,穿拉横桥向预应力FRP拉杆;

[0020] 其中,步骤S5包括:

[0021] S5.1:将FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件吊装就位,在梁顶表面铺上砂浆垫层;

[0022] S5.2:吊装上部翼缘部件,将预埋抗剪钢筋对准插入下部波纹管中,采用压力灌浆工艺从高强灌浆料进口处灌注高强砂浆直至高强灌浆料出口处有砂浆流出后停止灌浆,封堵所有灌浆孔后即完成单片T型梁的装配。

[0023] 其中,步骤S8包括:

[0024] S8.1:对FRP筋的两端套上螺纹钢管并内灌树脂,制作成锚固端,然后将FRP拉杆横向依次穿过各片T梁中的预留横向穿筋孔道,在梁侧面套上钢垫板条和螺母,通过拧紧螺母施加预应力;

[0025] S8.2张拉完成后,利用细石砂浆对外露部分进行封锚保护。

[0026] 有益效果:本发明具有以下有益效果:

[0027] 1、本发明的梁桥结构,在海洋工程建设时,可以就地取材使用海水、海砂制备混凝土

土,大大降低了材料运输成本,具有良好的经济效益;

[0028] 2、本发明的梁桥结构受力合理,本着“好钢用在刀刃上”的原则,创新性的将具有超高抗压强度的UHPC材料配置在受弯构件的受压区,避免其在受拉区的低效使用,节省造价。

[0029] 3、本发明创新性的使用装配式抗剪连接键,使得T型梁桥的翼缘和腹板部分能够分别采用不同的材料制备,实现材料性能的充分高效利用。

[0030] 4、本发明在横桥向设置了预应力FRP拉杆,与拱形UHPC桥面系形成拉杆拱效应,进一步充分发挥UHPC的抗压性能和FRP筋的抗拉性能。

[0031] 5、本发明利用UHPC高强度和FRP材料耐腐蚀的优点,结合装配式快速施工技术和就地取材海水、海砂制备混凝土技术,有效解决了在海洋环境下快速建设高耐久结构的问题。

附图说明

[0032] 图1为采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件剖面图;

[0033] 图2为采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件侧视图;

[0034] 图3为FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件剖面图;

[0035] 图4为FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件侧视图;

[0036] 图5为腹板内置FRP外包钢管的剖面图;

[0037] 图6为腹板内置FRP外包钢管的侧视图;

[0038] 图7为横桥向预应力FRP拉杆示意图;

[0039] 图8为装配制作完成的三片T型梁桥剖面示意图。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0041] 如图1至图4所示,本发明的一种装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构,包括采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件1和FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件2;其中,采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件1包括预埋抗剪钢筋3,顶板钢筋网4和预留横向穿筋孔道5;预留横向穿筋孔道5内穿过如图7所示的横桥向预应力FRP拉杆20,横桥向预应力FRP拉杆20包括螺母17,螺纹钢管18,钢垫板19;FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件2包括均布的多个塑料制的波纹管6,波纹管6与高强灌浆料进口7和高强灌浆料出口8连通,腹板部件2内设置FRP架立筋9,腹板内置FRP外包钢管10,横隔板11,横隔板内FRP筋12,底部预应力FRP筋13。如图5和图6所示,腹板内置FRP外包钢管10包括内层无缝钢管14和FRP外包层15,其中FRP外包层15上有FRP缠绕凸肋16。

[0042] 如图1和图2所示的采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件1,采用蒸汽加压养护工艺制备。

[0043] 梁底预应力FRP筋13采用先张法工艺施加预应力。

[0044] 采用UHPC制备的T型梁桥上部翼缘部件1和FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件2的结合面均做凿毛处理,并在拼装过程中垫上砂浆垫层。

[0045] 以串联的方式采用压力注浆工艺对塑料波纹管6内进行注浆。

[0046] 本具体实施方式还公开了对上述装配式FRP配筋海水海砂混凝土-UHPC叠合梁桥结构的建造方法,包括以下步骤:

[0047] S1:在工厂内支模制备如图1所示的T型梁桥上部翼缘部件1,绑扎翼缘钢筋网4,按设计间隔设置预埋抗剪钢筋3和横向穿筋孔道5,以顶板朝下的方式浇筑UHPC并采取蒸汽加压养护,拆模后得到制备好的上部翼缘部件1;

[0048] S2:制备FRP外包钢管10,首先对无缝钢管14的外面进行处理,之后缠绕包裹FRP外包层15,然后采用浸胶纱束螺旋绕制凸肋16,带树脂基体固化后即得FRP外包钢管10;

[0049] S3:绑扎腹板架立FRP筋9,并将FRP外包钢管10固定置其中;

[0050] S4:在预应力台座上采用先张法工艺张拉底部预应力FRP筋13至设计张拉控制应力,绑扎横隔板11中的横隔板内FRP筋12,在梁顶部按设计方案定位并放置塑料波纹管6,并设置高强灌浆料进口7和高强灌浆料出口8。最后,合上模板,浇筑海水海砂混凝土并养护,拆模后即得制备好的FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件2;

[0051] S5:现场吊装装配翼缘部件1和腹板部件2;

[0052] S5.1:将FRP配筋海水海砂混凝土T型梁桥腹板部件2吊装就位,在梁顶表面铺上砂浆垫层;

[0053] S5.2:吊装上部翼缘部件1,将预埋抗剪钢筋3对准插入下部塑料波纹管6中,采用压力灌浆工艺从高强灌浆料进口7处灌注高强砂浆直至高强灌浆料出口8处有砂浆流出后停止灌浆,封堵所有灌浆孔后即完成单片T型梁的装配。

[0054] S6:重复S5的步骤,完成多片T型梁的装配。

[0055] S7:现场浇筑各横隔板11和各翼缘部件1间的接缝。

[0056] S8:待S7步骤中的后浇湿接缝混凝土强度达到要求后,穿拉横桥向预应力FRP拉杆20;

[0057] S8.1:对FRP筋的两端套上螺纹钢管18并内灌树脂,制作锚固端,然后将FRP拉杆横向依次穿过各片T梁中的预留横向穿筋孔道5,在梁侧面套上钢垫板条19和螺母17,通过拧紧螺母17施加预应力;

[0058] S8.2:张拉完成后,利用细石砂浆21对外露部分进行封锚保护。装配完成后的状态如图8所示。

[0059] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

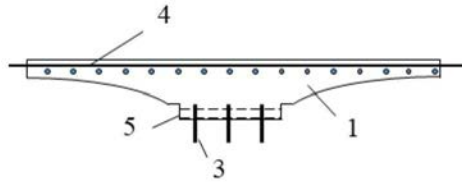


图1

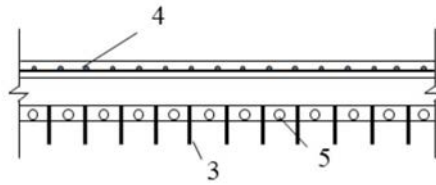


图2

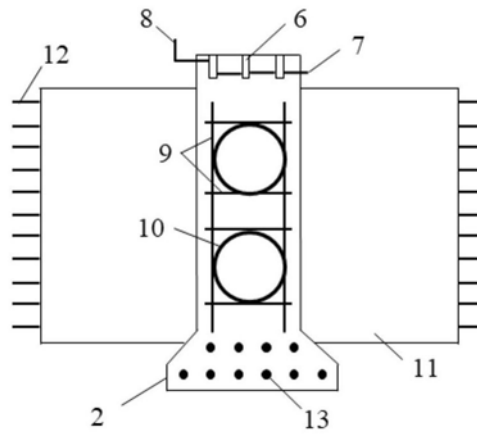


图3

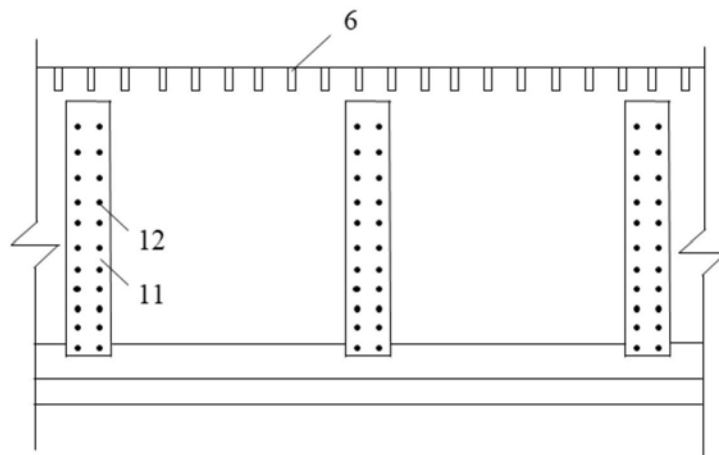


图4

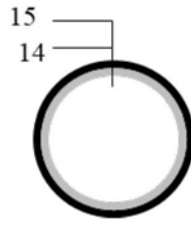


图5

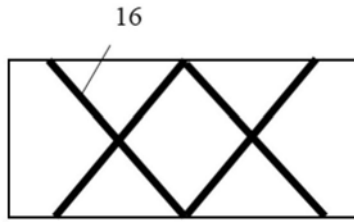


图6



图7

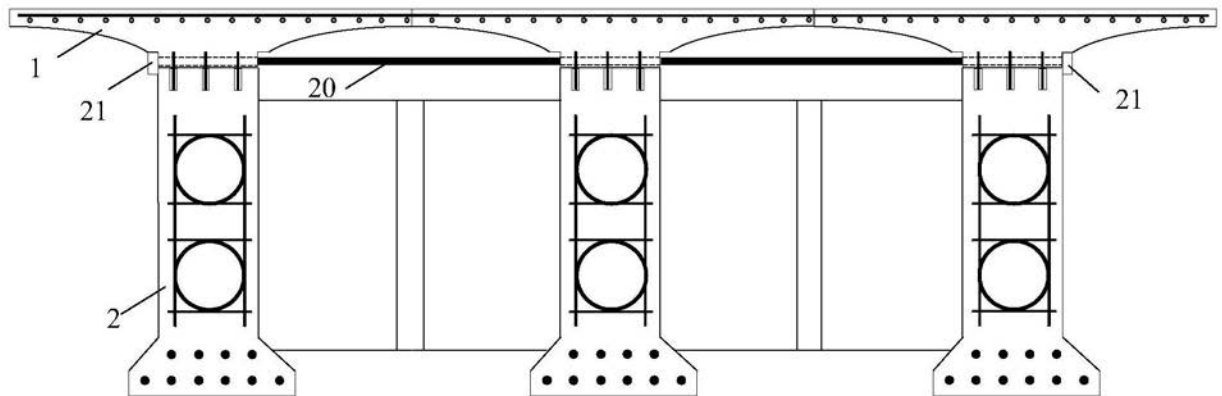


图8