



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108824221 A

(43)申请公布日 2018. 11. 16

(21)申请号 201810650477.2

(22)申请日 2018.06.22

(71)申请人 长沙理工大学

地址 410000 湖南省长沙市天心区赤岭路
45号

(72)发明人 王磊 胡卓 张旭辉 袁平
张建仁 李双

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

E01D 22/00(2006.01)

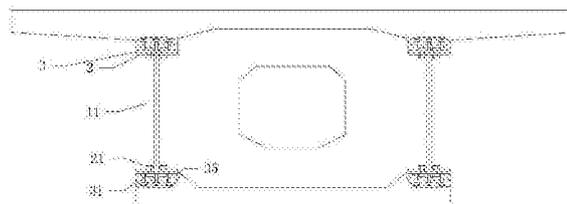
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换
加固方法

(57)摘要

本发明公开的基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,形成以波形钢板置换混凝土腹板并施加可调整的体外预应力的新型钢-混凝土组合结构,既有效解决了混凝土腹板易开裂的问题,又减轻了混凝土桥梁结构自重,在一定程度上减轻跨中梁段下挠的病害。波形钢腹板具有很好的折叠性,在桥纵向可以自由伸缩,使施加于主梁上的预应力更有效地作用在箱梁的顶底板,不被腹板吸收,提高了预应力的效率,能有效改善箱梁顶底板的抗裂性能。本发明将混凝土梁原有开裂腹板逐步置换为波形钢板,保留原结构的顶板和底板,有效的节约了工程造价,同时添加可控的体外预应力,加固效率高且易于维护和更换,加固后结构的性能基本与波形钢腹板桥梁一致,延长了桥梁的使用寿命,改善了结构的服役性能。



1. 基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

(1) 首先在全桥范围内添加可控的体外预应力束,在边墩附近设置混凝土锚固齿板,边跨底板、顶板处增设钢转向块,穿过主墩墩顶横隔板,经主跨顶板转向块下弯至跨中附近底板转向块,体外预应力钢束对称布置,在全桥范围内的具体布筋位置根据受力情况进行确定;

(2) 按照从合龙段向两侧的顺序分段、逐步置换腹板,根据梁段重量进行节段划分并切割,待置换混凝土腹板切除后,在混凝土梁顶底板对应位置预埋带有剪力钉的连接钢板;

(3) 预制波形钢腹板:先冲压加工波形钢板,再在波形钢板两端焊接翼缘板,其中上、下翼缘板预留用于连接高强螺栓的螺栓孔,并在波形钢板端部预留竖向分布的螺栓孔用于相邻梁段之间波形钢板的连接;

(4) 进行波形钢腹板与顶板、底板的拼接装配:将带翼缘的波形钢腹板运至现场,用高强螺栓将波形钢腹板分别与顶板、底板预埋的钢板进行连接,将置换梁段处的混凝土顶板、底板和波形钢板连成整体;

(5) 重复上述步骤,并将相邻梁段间的波形钢板利用高强螺栓或焊接连接,直至全桥混凝土腹板替换完成并形成整体;

(6) 桥梁腹板置换过程中,根据结构受力需要不断调整索力,待全桥腹板置换完成后进行封锚及防护处理,在张拉端套上保护模套,以利于在桥梁运营过程中再次调整索力或更换预应力束,并设置钢束减振装置。

2. 根据权利要求1所述基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,其特征在于,所述步骤(1)还包括以下步骤:

(1-1) 钢束位置测定和齿板、钢转向块放样完成后,采用种植锚栓和灌注结构胶的方式安装钢转向块,开凿锚固齿板位置处的箱梁或齿板,在齿板范围处进行凿毛处理;

(1-2) 钻孔及孔内处理:在齿板的位置用电锤钻孔,用压缩空气清除孔内浮尘,孔内浮尘的清理由孔底向孔口清理,完成后植入钢筋,焊接及绑扎齿板构造钢筋,立模浇筑齿板混凝土,混凝土强度达到要求后拆除模板,架设体外索;

(1-3) 通过钻孔方式穿过墩顶横隔板,并进行人工穿束,钢束在全桥内通长布置,在一定程度上可抑制中跨下挠并改善主梁受力状态,穿束完毕由人工牵引顺直,锚固于边墩墩顶齿块,张拉完成后根据不同阶段调节预应力,采用可调预应力锚具,便于预应力的二次张拉与调整。

3. 根据权利要求1所述基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,其特征在于,所述步骤(2)还包括以下步骤:

(2-1) 采用金刚石绳锯静力切割拆除法切割混凝土腹板,在混凝土切割前,将腹板预应力放张,为保障施工安全,采用切割机慢速切割,两侧的预应力钢束应逐束、逐根、对称切割,切割时采用水冷却高速运转的金刚石绳索,切割完成后砗块重力转移至履带吊上,将砗块吊离,切割完成后,调整索力,进行下一节段切割;

(2-1) 混凝土腹板切割完成后利用凿岩机凿掉顶板、底板处的混凝土露出钢筋网;

(2-3) 在靠近顶板和底板的适当位置将钢筋截断,在钢筋网上焊接带有剪力钉和高强螺栓的钢板,其中剪力钉与钢板焊接固连并安装在顶板、底板露出的钢筋网内,安装模板,

将钢板和顶板、底板之间的缝隙利用高强混凝土填充。

基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁技术领域,尤其涉及一种基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法。

背景技术

[0002] 预应力混凝土连续梁桥在运营若干年限之后,部分桥梁出现跨中下挠过大,跨中底板横向开裂、腹板出现斜裂缝,顶、底板出现纵向裂缝等病害。桥墩附近剪力较大,混凝土腹板处容易产生斜裂缝,如果不及时采取措施进行加固维修,位于裂缝处的钢筋将逐渐锈蚀剥落,钢筋截面积将减小,钢筋与混凝土间的结合性能将降低,给结构使用带来极大的安全隐患。

[0003] 目前,解决上述病害的现有技术包括:增大截面法,即在原开裂箱梁截面的基础上浇筑一定厚度的钢筋混凝土,用以提高抗弯刚度,但此法会大幅增加结构自重,且施工周期长。粘贴纤维或钢板加固法:通过在开裂箱梁表面粘贴碳纤维或钢板进行加固,该方法耐久性及抗疲劳性能较差,不能大幅增加结构承载力。置换跨中梁段法:通过切割跨中待加固梁段并进行吊运,形成两固定段,再在固定段上设置钢砼接头,从而将钢箱梁与钢砼接头相连,达到用钢箱梁替换出现病害的混凝土梁段的目的,该方法能有效解决跨中下挠及开裂的问题,但对于大跨径连续梁桥来说,桥墩处剪力较大,混凝土腹板极易开裂,大大限制了桥梁的耐久性。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,形成以波形钢板代替混凝土腹板并施加可调的体外预应力的新型钢-混凝土组合结构,既有效解决了混凝土腹板易开裂的问题,又减轻了混凝土桥梁结构自重,在一定程度上减轻跨中梁段下挠的病害。波形钢腹板具有很好的折叠性,在桥纵向可以自由伸缩,使施加于主梁上的预应力更有效地作用在箱梁的顶底板,不被腹板吸收,提高了预应力的效率,有效改善箱梁顶底板的抗裂性能,具有广泛的应用前景。

[0005] 为有效解决上述技术问题,本发明采取的技术方案如下:

[0006] 基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0007] (1) 首先在全桥范围内添加可控的体外预应力束,在边墩附近设置混凝土锚固齿板,边跨底板、顶板处增设钢转向块,穿过主墩墩顶横隔板,经主跨顶板转向块下弯至跨中附近底板转向块,体外预应力钢束对称布置,在全桥范围内的具体布筋位置根据受力情况进行确定;

[0008] (2) 按照从合龙段向两侧的顺序分段、逐步置换腹板,根据梁段重量进行节段划分并切割,待置换混凝土腹板切除后,在混凝土梁顶底板对应位置预埋带有剪力钉的连接钢板;

[0009] (3) 预制波形钢腹板:先冲压加工波形钢板,再在波形钢板两端焊接翼缘板,其中上、下翼缘板预留用于连接高强螺栓的螺栓孔,并在波形钢板端部预留竖向分布的螺栓孔用于相邻梁段之间波形钢板的连接;

[0010] (4) 进行波形钢腹板与顶板、底板的拼接装配:将带翼缘的波形钢腹板运至现场,用高强螺栓将波形钢腹板分别与顶板、底板预埋的钢板进行连接,将置换梁段处的混凝土顶板、底板和波形钢板连成整体;

[0011] (5) 重复上述步骤,并将相邻梁段间的波形钢板利用高强螺栓或焊接连接,直至全桥混凝土腹板替换完成并形成整体;

[0012] (6) 桥梁腹板置换过程中,根据结构受力需要不断调整索力,待全桥腹板置换完成后进行封锚及防护处理,在张拉端套上保护模套,以利于在桥梁运营过程中再次调整索力或更换预应力束,并设置钢束减振装置。

[0013] 特别的,所述步骤(1)还包括以下步骤:

[0014] (1-1) 钢束位置测定和齿板、钢转向块放样完成后,采用种植锚栓和灌注结构胶的方式安装钢转向块,开凿锚固齿板位置处的箱梁或齿板,在齿板范围处进行凿毛处理;

[0015] (1-2) 钻孔及孔内处理:在齿板的位置用电锤钻孔,用压缩空气清除孔内浮尘,孔内浮尘的清理由孔底向孔口清理,完成后植入钢筋,焊接及绑扎齿板构造钢筋,立模浇筑齿板混凝土,混凝土强度达到要求后拆除模板,架设体外索;

[0016] (1-3) 通过钻孔方式穿过墩顶横隔板,并进行人工穿束,钢束在全桥内通长布置,在一定程度上可抑制中跨下挠并改善主梁受力状态,穿束完毕由人工牵引顺直,锚固于边墩墩顶齿块,张拉完成后根据不同阶段调节预应力,采用可调预应力锚具,便于预应力的二次张拉与调整。

[0017] 特别的,所述步骤(2)还包括以下步骤:

[0018] (2-1) 采用金刚石绳锯静力切割拆除法切割混凝土腹板,在混凝土切割前,将腹板预应力放张,为保障施工安全,采用切割机慢速切割,两侧的预应力钢束应逐束、逐根、对称切割,切割时采用水冷却高速运转的金刚石绳索,切割完成后砗块重力转移至履带吊上,将砗块吊离,切割完成后,调整索力,进行下一节段切割;

[0019] (2-1) 混凝土腹板切割完成后利用凿岩机凿掉顶板、底板处的混凝土露出钢筋网;

[0020] (2-3) 在靠近顶板和底板的适当位置将钢筋截断,在钢筋网上焊接带有剪力钉和高强螺栓的钢板,其中剪力钉与钢板焊接固连并安装在顶板、底板露出的钢筋网内,安装模板,将钢板和顶板、底板之间的缝隙利用高强混凝土填充。

[0021] 本发明的有益效果为:本发明提供的基于波形钢板的混凝土连续梁桥腹板置换加固方法,将混凝土梁原有开裂腹板逐步置换为波形钢板,保留原结构的顶板和底板,有效的节约了工程造价,同时添加可控的体外预应力,加固效率高且易于维护和更换,加固后结构的性能基本与波形钢腹板桥梁一致,延长了桥梁的使用寿命,改善了结构的服役性能。

[0022] 下面结合附图对本发明进行详细说明。

附图说明

[0023] 图1是本发明实施例1中长期下挠和开裂的连续梁桥立面图。

[0024] 图2是本发明实施例1中波形钢板置换混凝土腹板之后的连续梁桥立面图。

- [0025] 图3、图4分别为本发明实施例1中加固前、后的桥梁横截面图。
- [0026] 图5、图6分别为本发明实施例1中波形钢板与顶板、底板连接件结构示意图。
- [0027] 图7为本发明实施例1中体外预应力束立面布置示意图。

具体实施方式

[0028] 实施例1:

[0029] 参见图1至图7所示,本实施例以三跨混凝土连续梁桥(74m+108m+74m)为例,该桥梁桥墩处腹板211出现明显开裂,跨中下挠过大,本实施例先在全桥范围内添加可控的体外预应力束,再分段、逐步将全桥混凝土腹板替换为波形钢板,并根据不同阶段调整索力。

[0030] S1、由于切割混凝土腹板时,腹板内的预应力束被破坏,因此需提前增设体外预应力束。在边跨距边墩墩顶2.5~5m范围内设置混凝土锚固齿板8,边跨底板、顶板处增设钢转向块41、42,穿过主墩墩顶横隔板6,经主跨顶板转向块43下弯至跨中附近底板转向块44,体外预应力钢束7对称布置,在全桥采用通长布置,下弯角度 $4.9^{\circ}\sim 5.4^{\circ}$ 。体外索位于主体结构箱梁内部,使用期间能够进行维护和更换,并且能根据不同加载阶段进行实时监控和索力调整。

[0031] 所述步骤S1包括:

[0032] S11、钢束位置测定和齿板、钢转向块放样完成后,采用种植锚栓和灌注结构胶的方式安装钢转向块,开凿锚固齿板位置处的箱梁或齿板,在齿板范围处进行凿毛处理。

[0033] S12、钻孔及孔内处理:在齿板的位置用电锤钻孔,用压缩空气清除孔内浮尘。注意孔内浮尘的清理必须由孔底向孔口清理。完成后植入钢筋,焊接及绑扎齿板构造钢筋,立模浇筑齿板混凝土,混凝土强度达到要求后拆除模板,架设体外索。

[0034] S13、通过钻孔方式穿过墩顶横隔板6,并进行人工穿束,钢束在桥长内通长布置,在一定程度上可抑制中跨下挠并改善主梁受力状态。穿束完毕由人工牵引顺直,锚固于边墩墩顶齿块,采用OVM.TSK型锚具,可在张拉完成后根据不同阶段使用螺母调节预应力,预留钢索张拉工作长度,便于二次张拉。

[0035] S2、按照从合龙段向两侧的顺序分段、逐步置换腹板,根据梁段重量进行节段划分并切割,待置换混凝土腹板切除后,对混凝土梁顶底板对应位置预埋带有剪力钉的连接钢板。

[0036] 所述步骤S2包括:

[0037] S21、采用金刚石绳锯静力切割拆除法切割混凝土腹板1,该方法对原结构扰动小,切割面平整,可连续作业,切割速度快,适于该实施例切割量大的情形。在混凝土切割前,将腹板预应力放张,为保障施工安全,采用切割机慢速切割,两侧的预应力钢束应逐束、逐根、对称切割。对于主跨梁段,腹板按3m~2.5m进行分段,将每段重量控制在4t左右,切割前,开设4个 $\varnothing 200\text{mm}$ 吊装孔,以及 $\varnothing 108\text{mm}$ 穿绳孔,用钢丝绳将待切割的砼块可靠连接,收紧钢丝绳,切割时采用水冷却高速运转的金刚石绳索,切割完成后砼块重力转移至履带吊上,将砼块吊离。边跨腹板按4m~2.5m分段,将每段重量控制在4t左右,拆除方法同上。切割过程中,实时观测箱梁的标高变化,若出现异常情况,立即停止切割,直至查明原因,确认无任何问题后方可继续进行切割作业。切割完成后,调整索力,进行下一节段切割。

[0038] S22、混凝土腹板1切割完成后利用凿岩机凿掉顶板、底板处的混凝土露出钢筋网

34。

[0039] S23、在靠近顶板和底板的适当位置将钢筋截断，在钢筋网34上焊接带有剪力钉31和高强螺栓21的钢板3，其中剪力钉31与钢板3焊接固连并安装在顶板、底板露出的钢筋网34内，安装模板，将钢板3和顶板、底板之间的缝隙利用高强混凝土35填充。

[0040] S3、预制波形钢腹板11：先冲压加工波形钢板，再在波形钢板两端焊接翼缘板2，其中上、下翼缘板预留用于连接高强螺栓21的螺栓孔，并在波形钢板端部预留竖向分布的螺栓孔用于相邻梁段之间波形钢板的连接。

[0041] S4、进行波形钢腹板11与顶板、底板的拼接装配：使用吊装设备将带翼缘的波形钢腹板11运至现场，用高强螺栓将波形钢腹板分别与顶板、底板预埋的钢板连接，从而将置换梁段处的混凝土顶板、底板和波形钢板连成整体，共同受力，大大降低了结构的恒载。

[0042] S5、对于其他梁段，重复上述步骤，并将相邻梁段间的波形钢板利用高强螺栓或焊接连接，直至全桥混凝土腹板替换完成并形成整体。

[0043] S6、桥梁腹板置换过程中，根据结构受力需要不断调整索力，待全桥腹板置换完成后进行封锚及防护处理，在张拉端套上保护模套，以利于在桥梁运营过程中再次调整索力或更换预应力束，设置钢束减振装置51、52。

[0044] 申请人声明，所属技术领域的技术人员在上述实施例的基础上，将上述实施例某步骤，与发明内容部分的技术方案相组合，从而产生的新的方法，也是本发明的记载范围之一，本申请为使说明书简明，不再罗列这些步骤的其它实施方式。

[0045] 本实施例以波形钢板置换混凝土腹板并施加可调整的体外预应力的新型钢-混凝土组合结构，既有效解决了混凝土腹板易开裂的问题，又减轻了混凝土桥梁结构自重，一定程度上减轻了跨中梁段下挠的病害。波形钢腹板具有很好的折叠性，在桥纵向可以自由伸缩，使施加于主梁上的预应力更有效地作用在箱梁的顶底板，不被腹板吸收，提高了预应力的效率，能有效改善桥梁顶底板的抗裂性能，具有广泛的应用前景。本发明将混凝土梁原有开裂腹板逐步置换为波形钢板，保留原结构的顶板和底板，有效的节约了工程造价，同时添加可控的体外预应力，加固效率高且易于维护和更换，加固后结构的性能基本与波形钢腹板桥梁一致，延长了桥梁的使用寿命，改善了结构的服役性能。

[0046] 申请人又一声明，本发明通过上述实施例来说明本发明的实现方法及装置结构，但本发明并不局限于上述实施方式，即不意味着本发明必须依赖上述方法及结构才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本发明的任何改进，对本发明所选用实现方法等效替换及步骤的添加、具体方式的选择等，均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

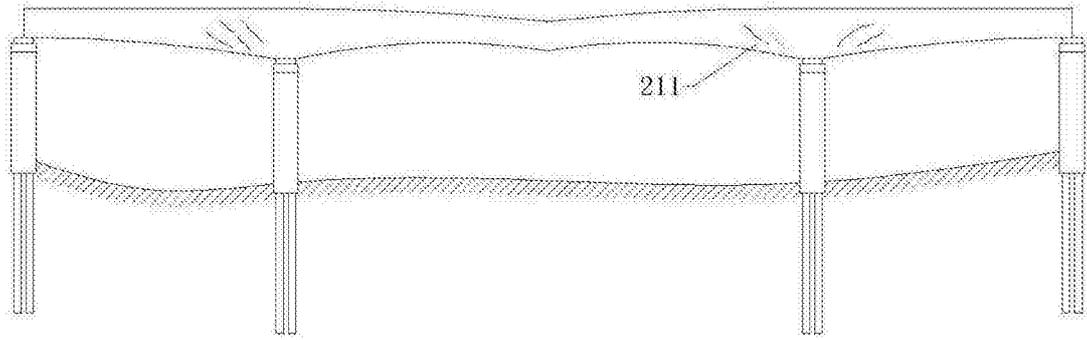


图1

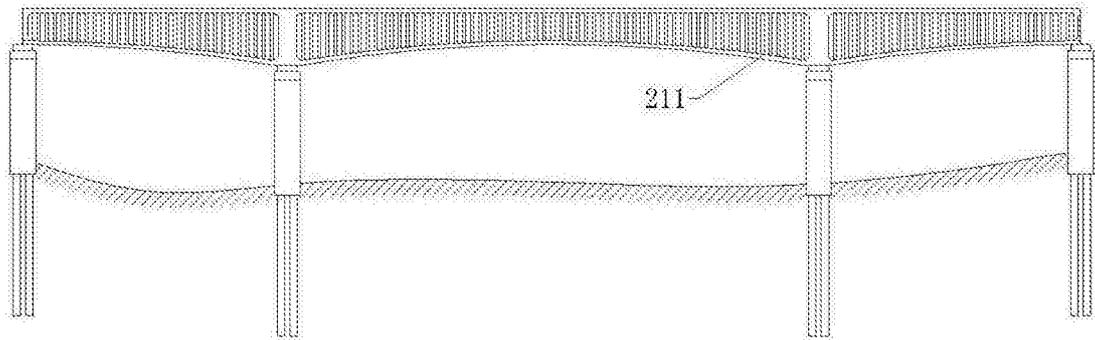


图2

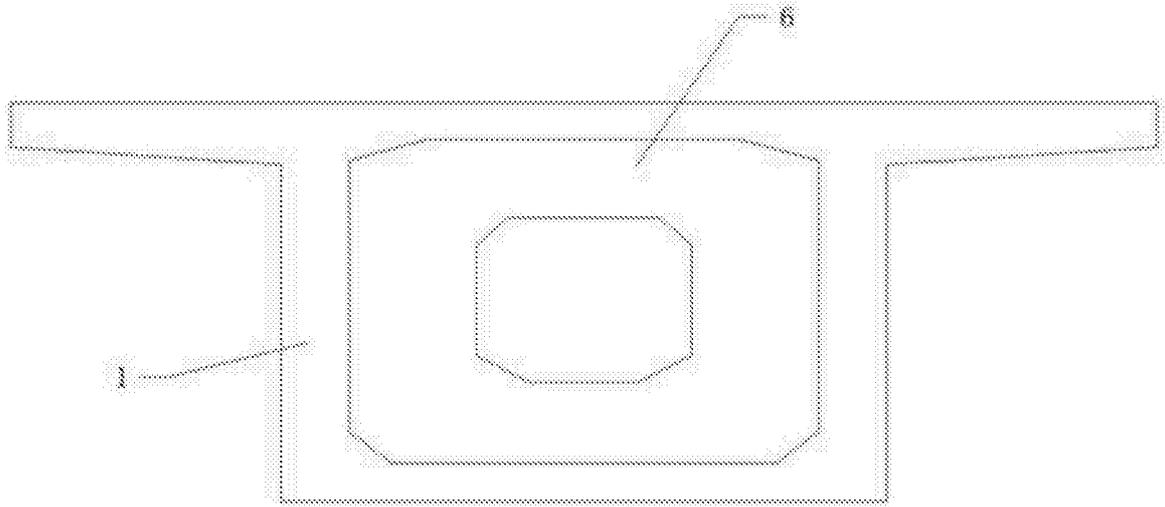


图3

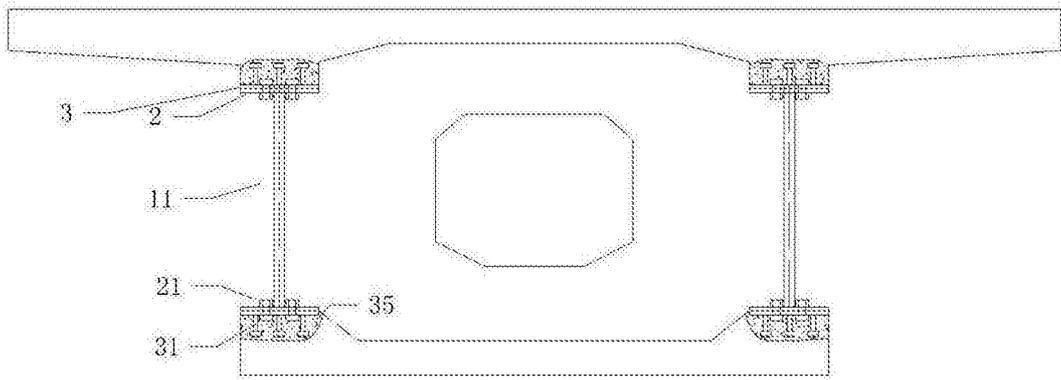


图4

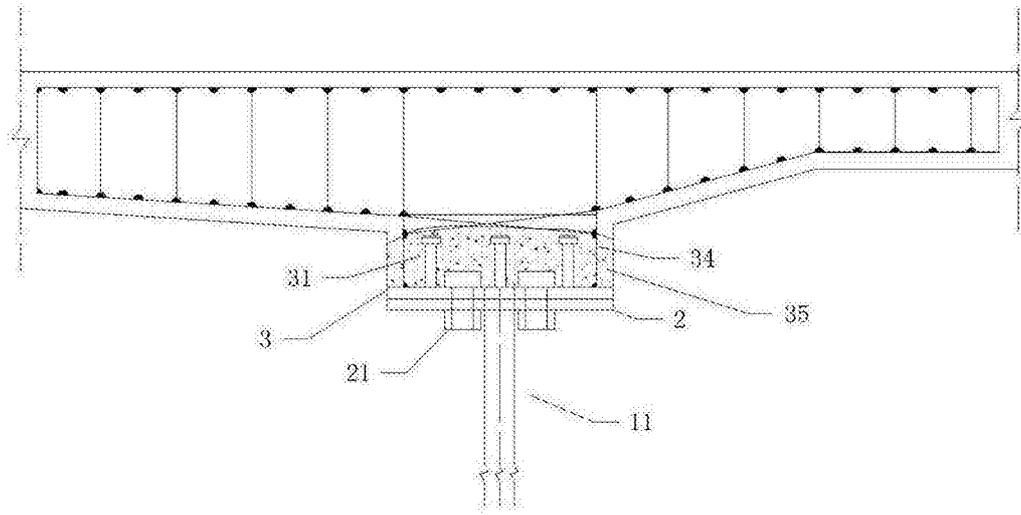


图5

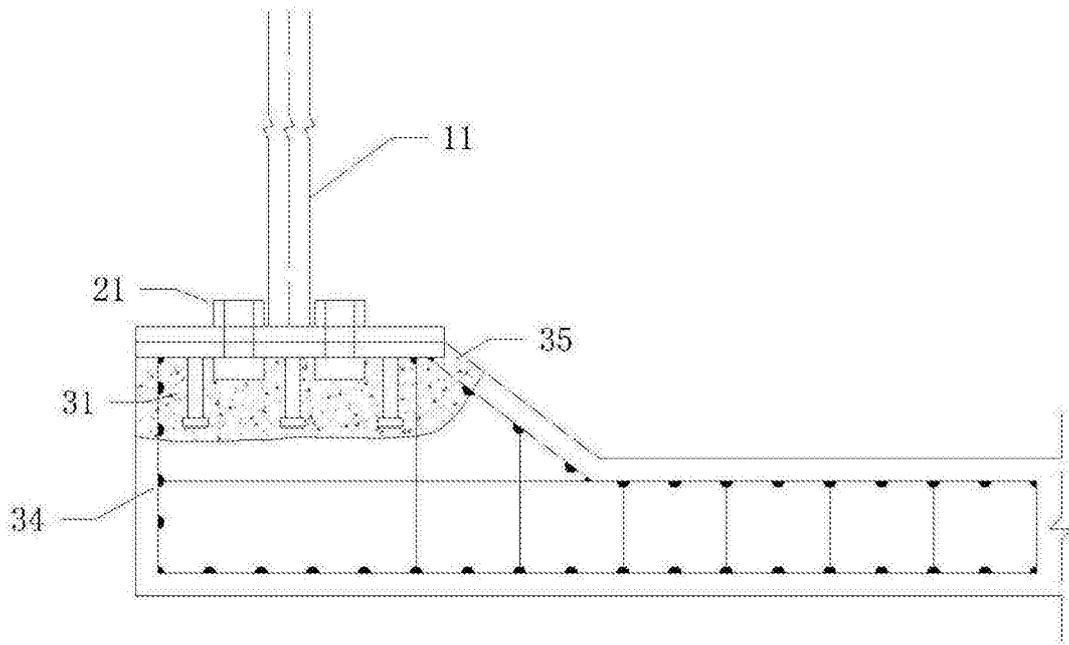


图6

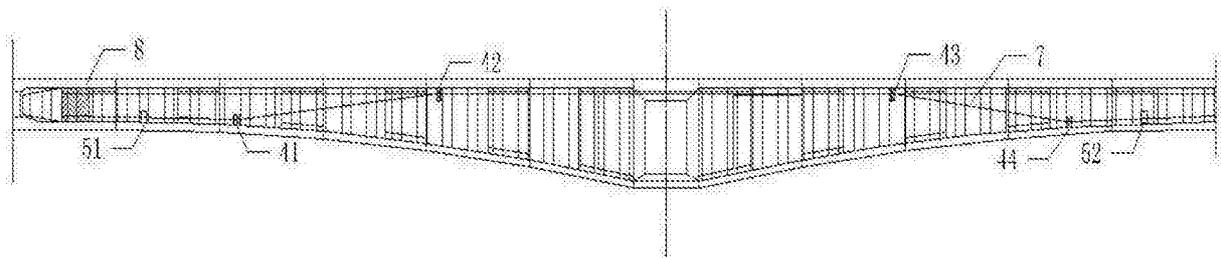


图7