



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104929034 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201510365055.7

E01D 21/00(2006.01)

(22)申请日 2015.06.25

E01D 101/30(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

E01D 101/28(2006.01)

申请公布号 CN 104929034 A

审查员 谢敏

(43)申请公布日 2015.09.23

(73)专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72)发明人 项贻强 郭树海

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 叶志坚

(51)Int.Cl.

E01D 2/04(2006.01)

E01D 19/12(2006.01)

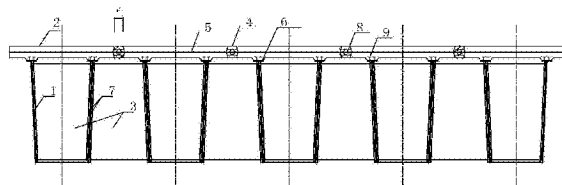
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥及其施
工方法

(57)摘要

本发明公开了一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥其施工方法。本发明包括纵钢主梁、高性能混凝土桥面板、钢横隔梁、超高性能混凝土接缝、横向预应力钢筋、托板、横隔梁锚固板、预埋U型钢筋、剪力连接件和加劲肋；纵钢主梁由带加劲肋的钢底板和两块斜钢腹板组成，纵钢主梁的截面呈上宽下窄的梯形；钢横隔梁与纵钢主梁的通过横隔梁锚固板连接，高性能混凝土桥面板与纵钢主梁的连接通过剪力连接件连接。本发明结构受力合理，模块化构建运输方便，保证了连接的可靠性，提高了桥梁的整体性、使用性和耐久性，减少了桥梁施工期间的现场浇筑混凝土支架的费用及交通干扰，施工快速经济。



1. 一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥,其特征在于包括纵钢主梁、高性能混凝土桥面板、钢横隔梁、超高性能混凝土接缝、横向预应力钢筋、托板、横隔梁锚固板、预埋U型钢筋、剪力连接件和加劲肋;

所述的纵钢主梁由带加劲肋的钢底板和两块斜钢腹板组成,纵钢主梁的截面呈上宽下窄的梯形,纵钢主梁的截面上下宽度比范围在1.0-1.4;钢横隔梁与纵钢主梁的斜腹板通过横隔梁锚固板连接,钢横隔梁与横隔梁锚固板采用螺栓连接或焊接;横隔梁锚固板与纵钢主梁腹板的连接也采用螺栓连接或焊接;

预制高性能混凝土桥面板时,预留剪力连接件的预留孔并预埋用于放置横向预应力钢筋的横向预应力管道;

高性能混凝土桥面板与纵钢主梁的连接通过剪力连接件连接,具体的剪力连接件通过焊接连接在纵钢主梁的托板上;

剪力连接件预留孔和模块化小箱梁之间的超高性能混凝土接缝均采用超高性能混凝土填充,超高性能混凝土的养护采用蒸汽养护或常温养护;

待模块化小箱梁之间的超高性能混凝土接缝达到预定强度后,完成横向预应力钢筋的张拉,横向预应力钢筋采用高强预应力钢绞线;

所述的高性能混凝土桥面板,采用已在工程中应用的28d平均抗压强度大于等于60MPa的高性能混凝土;高性能混凝土桥面板的厚度,比普通混凝土的厚度薄,厚度为20-25cm;

所述的钢横隔梁分为箱内钢横隔梁和箱外钢横隔梁;箱内钢横隔梁和箱外钢横隔梁均按照4-6m的间距从纵钢主梁的一端开始均匀布置;且钢横隔梁的高度与纵钢主梁的高度一致;

横向预应力钢绞线采用体内预应力筋的形式,根据受力需要在有钢横隔梁位置或其中间位置的高性能混凝土板中布置,待纵向接缝处的超高性能混凝土接缝完成浇筑并达到一定强度后进行张拉;

所述的托板设置在纵钢主梁与高性能混凝土桥面板连接的位置,剪力连接件焊接在托板上,托板的设置有助于预留孔中超高性能混凝土接缝的浇筑;

所述的横隔梁锚固板,用于纵钢主梁的腹板与钢横隔梁的连接;横隔梁锚固板截面呈横置的T型,横隔梁锚固板和钢横隔梁均通过螺栓或者焊接与纵钢主梁的腹板连接;

所述的预埋U型钢筋是实现各高性能混凝土桥面板之间接缝的连接而预留的钢筋,在桥面板U型钢筋对接连接中应在其对接嵌套环中四角放置纵向受力的防腐环氧钢筋并绑扎固定,高性能混凝土桥面板之间的接缝采用超高性能混凝土小湿接缝,预埋U型钢筋的设置采用加密布置的方式。

2. 如权利要求1所述的一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥的施工方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤(1).纵钢主梁的预制;在预制纵钢主梁时,完成加劲肋、横隔梁锚固板、托板、剪力连接件、钢横隔梁与纵钢主梁的连接;

步骤(2).进行高性能混凝土桥面板的施工;高性能混凝土桥面板内所需的钢筋,根据桥梁的受力要求按照规范要求配筋;预制高性能混凝土桥面板时,预留用于纵向接缝时用的预埋U型钢筋、横向预应力钢筋预留孔,以及预制高性能混凝土桥面板与纵钢主梁剪力连接件连接的预留孔;

步骤(3). 模块化主梁的工厂预制;在预制场架设临时的支承,将预制好的纵钢主梁架设在支承上,在纵钢主梁上放置高性能混凝土桥面板;完成预制纵钢主梁和高性能混凝土桥面板的架设就位后,完成剪力连接件位置处超高性能混凝土连接接缝的浇筑;待超高性能混凝土接缝达到一定的强度后,将模块化主梁通过运输车运送到桥址位置进行吊装;

步骤(4). 横向连接及横向预应力钢筋的张拉;在桥址位置,完成模块化主梁吊装后,进行箱外钢横隔梁的连接拼装及桥面板的纵向接缝的横向连接,对桥面板纵向接缝主要采用预留的U型钢筋进行连接,并在其对接嵌套环中四角放置纵向受力的防腐环氧钢筋并绑扎固定,再在其中浇筑超高性能混凝土接缝;在完成纵向超高性能混凝土接缝的施工并达到一定强度后,再完成桥面板横向预应力钢筋的张拉;

步骤(5). 桥面铺装及附属设施的施工;在完成步骤(1)-(4)后,对桥面进行铺装和附属设施的施工;桥面铺装采用沥青混凝土铺装层。

一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域,具体内容涉及一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥及其施工方法。

背景技术

[0002] 多梁式钢-混凝土组合小箱梁桥是组合结构桥的一种类型,它是在钢结构、混凝土结构和薄壁箱梁结构基础上发展起来的一种新型梁格体系组合梁桥形式,在城市快速路网建设中有非常广泛的应用前景。目前在我国,多室钢混小箱梁钢筋混凝土面板大多采用的是普通强度的混凝土,施工方法更多的也是采用现场浇筑。将高强混凝土材料引入到预制钢筋混凝土板中,对结构质量的减少、施工效率的提高以及结构长期的使用性能的提升都有重要意义;其次,引入工厂化的模块化施工技术,将每个梁单元模块在预制场预制好,运送到现场,进行拼装连接或接缝的填充。此方法不用在施工现场搭设支架,可以在不影响交通的情况下快速完成桥梁的施工。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,提供一种工厂化预制的模块化钢-混快速施工的小箱梁桥结构及其施工方法,用于桥梁的快速施工。

[0004] 为了实现上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0005] 一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥,包括纵钢主梁、高性能混凝土桥面板、钢横隔梁、超高性能混凝土接缝、横向预应力钢筋、托板、横隔梁锚固板、预埋U型钢筋、剪力连接件和加劲肋;

[0006] 所述的纵钢主梁由带加劲肋的钢底板和两块斜钢腹板组成,纵钢主梁的截面呈上宽下窄的梯形,纵钢主梁的截面上下宽度比范围在1.0-1.4;钢横隔梁与纵钢主梁的通过横隔梁锚固板连接,具体的采用螺栓连接或焊接实现;横隔梁锚固板与纵钢主梁腹板的连接也采用螺栓连接或焊接;

[0007] 预制高性能混凝土桥面板时,每隔一定间距预留剪力连接件的预留孔并预埋用于放置横向预应力钢筋的横向预应力管道;

[0008] 高性能混凝土桥面板与纵钢主梁的连接通过剪力连接件连接,具体的剪力连接件通过焊接连接在纵钢主梁的托板上;

[0009] 剪力连接件与模块化小箱梁之间的高性能混凝土板接缝采用超高性能混凝土填充,超高性能混凝土的养护采用蒸汽养护或常温养护;

[0010] 待超高性能混凝土接缝达到预定强度后,完成横向预应力钢筋的张拉,横向预应力钢筋采用高强预应力钢绞线。

[0011] 所述的高性能混凝土桥面板,采用已在工程中应用的28d平均抗压强度大于等于60MPa的高性能混凝土;高性能混凝土桥面板的厚度,比普通混凝土的厚度薄,一般厚度为20-25cm。

[0012] 所述的钢横隔梁分为箱内钢横隔梁和箱外钢横隔梁；箱内钢横隔梁和箱外钢横隔梁均按照4-6m的间距从纵钢主梁的一端开始均匀布置；且钢横隔梁的高度与纵钢主梁的高度一致；钢横隔梁与纵钢主梁通过横隔梁锚固板连接。

[0013] 所述的横向预应力钢筋采用高强预应力钢绞线；横向预应力钢筋采用体内预应力筋的形式，根据受力需要在有钢横隔梁位置或其中间位置的高性能混凝土板中布置，待纵向接缝处的超高性能混凝土接缝完成浇筑并达到一定强度后进行张拉。

[0014] 所述的托板设置在纵钢主梁与高性能混凝土桥面板连接的位置，剪力连接件焊接在托板上，托板的设置有助于预留孔中超高性能混凝土接缝的浇筑。

[0015] 所述的横隔梁锚固板，用于纵钢主梁的腹板与钢横隔梁的连接；横隔梁锚固板截面呈横置的T型，横隔梁锚固板和钢横隔梁均通过螺栓或者焊接与纵钢主梁的腹板连接。

[0016] 所述的预埋U型钢筋是实现各高性能混凝土桥面板之间接缝的连接而预留的钢筋，在桥面板U型钢筋对接连接中应在其对接嵌套环中四角放置纵向受力的防腐环氧钢筋并绑扎固定，再在高性能混凝土桥面板之间的接缝采用超高性能混凝土小湿接缝，预埋U型钢筋的设置采用加密布置的方式。

[0017] 一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥的施工方法，包括如下步骤：

[0018] 步骤(1). 纵钢主梁的预制；在预制纵钢主梁时，完成加劲肋、横隔梁锚固板、托板、剪力连接件、钢横隔梁与纵钢主梁的连接；

[0019] 步骤(2). 进行高性能混凝土桥面板的施工；高性能混凝土桥面板内所需的钢筋，根据桥梁的受力要求按照规范要求要求进行配筋；预制高性能混凝土桥面板时，预留用于纵向接缝时用的横向受力及预埋U型钢筋、横向预应力钢筋预留孔，以及预制高性能混凝土桥面板与纵钢主梁剪力连接件连接的预留孔；

[0020] 步骤(3). 模块化主梁的工厂预制；在预制场架设临时的支承，将预制好的纵钢主梁架设在支承上，在纵钢主梁上放置高性能混凝土桥面板；完成预制纵钢主梁和高性能混凝土桥面板的架设就位后，完成剪力连接件预留孔位置处超高性能混凝土的浇筑；待超高性能混凝土达到一定的强度后，将模块化的组合梁通过运输车运送到桥址位置施工好的桥梁下部结构墩台进行各梁的吊装及后续工作；也可将纵钢主梁、预制分块的桥面板、钢横隔梁组件分别运输至桥梁现场进行吊装装配。

[0021] 步骤(4). 横向连接及横向预应力钢筋的张拉；在桥址位置，完成模块化主梁吊装后，进行横向横隔梁的连接拼装及桥面板的纵向接缝横向连接，对桥面板纵向接缝主要采用预留的U型钢筋进行连接，并在其对接嵌套环中四角放置纵向受力的防腐环氧钢筋并绑扎固定，再在其中浇筑超高性能混凝土接缝；在完成纵向超高性能混凝土接缝的施工并达到一定强度后，再完成桥面板横向预应力钢筋的张拉；

[0022] 步骤(5). 桥面铺装及附属设施的施工；在完成步骤1-4后，对桥面进行铺装和附属设施的施工；桥面铺装采用沥青混凝土铺装层。

[0023] 与现有技术相比，本发明的优点在于：

[0024] 1、本发明提出的模块化钢-混快速施工小箱梁桥及其施工方法，属于快速施工的桥梁设计理论和施工方法。通过采用工厂预制的模块化钢混小箱梁，可以减少现场浇筑混凝土搭设支架的费用及交通干扰。

[0025] 2、在工厂可控环境中进行纵钢主梁、高性能混凝土桥面板预制和预留孔超高性能

混凝土的施工,质量有保证。

[0026] 3、通过采用高性能混凝土的钢混组合结构,可以充分发挥材料的性能,减少结构的自重,使得模块化主梁的运输满足现有道路的运输要求。小箱梁采用钢-混组合体系,使得结构受力合理,同时也考虑到运输条件的限制,模块化的单片梁跨度应能够在现有的起重设备和运输条件中进行操作。

[0027] 4、纵向接缝及剪力键连接处均采用超高强度混凝土,通过提高接缝的材料性能,从而提高结构的使用寿命。

[0028] 5、桥面板采用张拉横向预应力的方法,提高了桥梁的整体性、使用性和耐久性及其横向受力性能。

附图说明

[0029] 图1为本发明的桥梁平面图;

[0030] 图2为A-A断面图;

[0031] 图3为B-B断面图;

[0032] 图4为C-C断面图;

[0033] 图5为D-D断面图;

[0034] 图6为E-E断面图;

[0035] 图7为本发明的单片边梁的横断面图;

[0036] 图8为本发明的单片中梁的横断面图;

[0037] 图9为本发明的桥面板配筋图。

[0038] 图中,1-纵钢主梁,2-高性能混凝土桥面板,3-钢横隔梁,4-超高性能混凝土接缝,5-横向预应力钢筋,6-托板,7-横隔梁锚固板,8-预埋U型钢筋,9-剪力连接件,10-加劲肋。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0040] 如图1-图9所示,一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥,包括纵钢主梁1、高性能混凝土桥面板2、钢横隔梁3、超高性能混凝土接缝4、横向预应力钢筋5、托板6、横隔梁锚固板7、预埋U型钢筋8、剪力连接件9和加劲肋10。

[0041] 本发明包括纵钢主梁、钢横隔梁和加劲肋构成的梁格结构;纵钢主梁的截面呈上宽下窄的梯形,横隔梁与纵钢主梁的连接通过与横隔梁锚固板,采用螺栓连接或焊接实现。横隔梁锚固板与纵钢主梁腹板的连接也采用螺栓连接或焊接。

[0042] 如图7和8所示,所述的纵钢主梁1由带加劲肋10的钢底板和两块斜钢腹板组成,主要用于承受梁体的拉应力及剪应力;纵钢主梁的截面上下宽度比范围在1.0-1.4。

[0043] 高性能混凝土桥面板2在工厂预制生产。预制时,预留剪力连接件9的预留孔并预埋用于放置横向预应力钢筋5的横向预应力管道。

[0044] 高性能混凝土桥面板与纵钢主梁的连接通过剪力连接件9连接,具体的剪力连接件通过焊接连接在纵钢主梁1的托板6上。剪力连接件9纵横向的排数根据车载、跨径和桥幅宽度通过现有规范的计算方法确定。

[0045] 剪力连接件9与模块化小箱梁之间的超高性能混凝土接缝4采用超高性能混凝土

填充,超高性能混凝土的养护采用蒸汽养护或常温养护。

[0046] 待超高性能混凝土接缝4达到一定的强度后,完成横向预应力钢筋5的张拉,横向预应力钢筋5采用高强粗钢筋或预应力钢绞线。

[0047] 所述的高性能混凝土桥面板2,采用已在工程中应用的28d平均抗压强度大于等于60MPa的高性能混凝土。高性能混凝土面板的厚度,比普通混凝土的厚度薄,一般取为20-25cm左右。

[0048] 如图2所示,所述的钢横隔梁3是为了提高梁的横向刚度,分为箱内和箱外两种类型。两种钢横隔梁均按照4-6m的间距从梁端开始均匀布置;钢横隔梁3的高度与纵钢主梁1的高度一致。钢横隔梁与纵钢主梁1通过横隔梁锚固板7连接,具体的采用螺栓连接或焊接来实现;

[0049] 所述的钢横隔梁3的厚度,根据纵钢主梁1的抗剪需要根据规范要求进行取值。

[0050] 所述的横向预应力钢筋5采用高强预应力钢绞线。横向预应力钢筋5采用体内预应力筋的形式,在有钢横隔梁位置的高性能混凝土板中布置,待纵向接缝处的超高性能混凝土完成浇筑并达到一定强度后进行张拉。

[0051] 所述的托板6,设置在纵钢主梁1与高性能混凝土桥面板2连接的位置,剪力连接件9焊接在托板6上,托板6的设置有助于预留孔中超高性能混凝土接缝4的浇筑。

[0052] 所述的横隔梁锚固板7,用于纵钢主梁1的腹板与钢横隔梁3的连接。横隔梁锚固板7截面呈横置的T型,横隔梁锚固板7和钢横隔梁3均通过螺栓或者焊接与纵钢主梁1的腹板连接。

[0053] 所述的预埋U型钢筋8,用于实现各高性能混凝土桥面板2之间接缝的连接而预留的钢筋,在完成错位搭接后通过穿插纵向防腐环氧受力钢筋后浇筑超高性能混凝土来完成纵向接缝施工。高性能混凝土桥面板2之间的接缝采用超高性能混凝土小湿接缝,预埋U型钢筋8的设置采用加密布置的方式。

[0054] 所述的剪力连接件9,用于实现纵钢主梁1与高性能混凝土桥面板2的固定,焊接至纵钢主梁1上的托板6上,剪力连接件9的布置根据桥梁的顺桥向剪力按规范来确定。

[0055] 一种模块化钢-混快速施工小箱梁桥的施工方法,具体包括如下步骤:

[0056] 步骤(1).纵钢主梁1的预制。在预制纵钢主梁1时,完成加劲肋10、横隔梁锚固板7、托板6、剪力连接件9、箱内钢横隔梁3与纵钢主梁1的连接。

[0057] 步骤(2).进行高性能混凝土桥面板2的施工。高性能混凝土桥面板2内所需的钢筋,根据桥梁的受力要求按照规范要求进行配筋。预制高性能混凝土桥面板2时,预留用于纵向接缝时用的预埋U型钢筋、横向预应力钢筋5预留孔,以及预制高性能混凝土桥面板2与纵钢主梁1剪力连接件9连接的预留孔。

[0058] 步骤(3).模块化主梁的工厂预制。在预制场架设临时的支承,将预制好的纵钢主梁1架设在支承,在纵钢主梁1上放置高性能混凝土桥面板2。完成预制纵钢主梁1和高性能混凝土桥面板2的架设就位后,完成剪力连接件9的连接及相应位置处超高性能混凝土的浇筑。待超高性能混凝土连接接缝达到一定的强度后,通过运输车运将模块化组合梁送到桥址位置进行吊装。

[0059] 步骤(4).横向连接及横向预应力钢筋5的张拉。在桥址位置,完成模块化的主梁吊装后,进行箱外横向钢横隔梁3的连接拼装及桥面板2的纵向接缝4的横向连接,对桥面板纵

向接缝主要采用预留的U型钢筋8进行连接,并在其对接嵌套环中四角放置纵向受力的防腐环氧钢筋并绑扎固定,再在其中浇筑超高性能混凝土接缝4。在完成纵向超高性能混凝土接缝4的施工并达到一定强度后,再完成桥面板横向预应力钢筋5的张拉。

[0060] 步骤(5).桥面铺装及附属设施的施工。在完成步骤1-4后,即可进行桥面铺装和附属设施的施工。护栏与模块化边主梁一起预制,以进一步加快施工速度。桥面铺装采用沥青混凝土铺装层,以进一步增强桥面的防水功能。

[0061] 实施例1

[0062] 如图1、2、3所示,本桥的长度L为30m,采用5片模块化主梁,相邻两纵钢主梁1的间距和单片模块化主梁的宽度C均为2.4m。

[0063] 每片纵钢主梁1下部宽A为1.2m,上部宽B为1.6m,上下部宽度比为1.33。梁高H为2m,腹板与底板的厚度均为20mm,托板的厚度为30mm。钢横隔梁在纵钢主梁1的两端开始布置,中间部分每5m布置一片,总共7片。钢横隔梁厚度20mm,高度2m。纵钢主梁1间的纵向接缝,采用宽度E为20cm的企口式接缝。

[0064] 如图9所示,桥面板的配筋根据桥梁设计的荷载等级,按照规范和构造要求进行钢筋的选择和布置。

[0065] 如图2、3、7、8所示,高性能混凝土桥面板2厚度为22cm左右,托板处厚度为25cm。每片钢横隔梁的桥面板宽度为2.4m,整桥的桥面宽度B为12.8m。

[0066] 如图1、2、5所示,横向预应力钢筋5在钢横隔梁3处的高性能混凝土桥面板中张拉。预埋管道位于高性能混凝土桥面板2的中心处,也即横向预应力钢筋5的中心距高性能混凝土桥面板2的顶部和底部均为10cm。采用 $f_{pk}=1860\text{MPa}$ 的高强钢绞线作为横向预应力钢筋5,张拉控制应力为 $0.7f_{pk}$ 。

[0067] 本发明,可以在不封闭交通的前提下进行桥梁的快速施工。通过采用高性能材料以及预应力技术,减轻自重并提高桥梁的整体性和耐久性,能有效的延长桥梁的使用寿命。

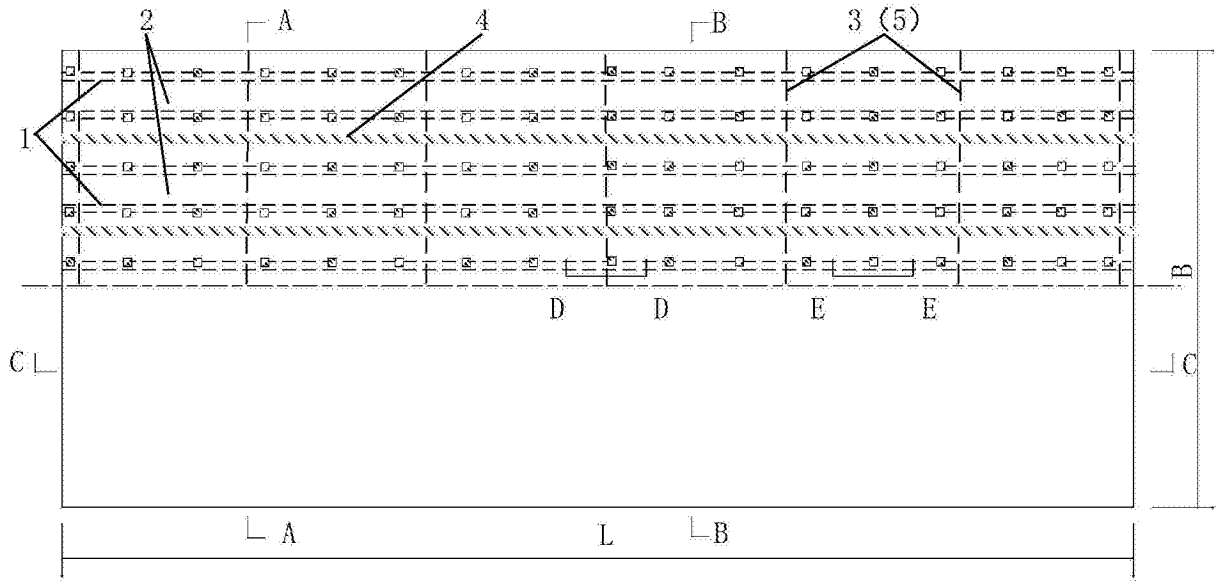


图1

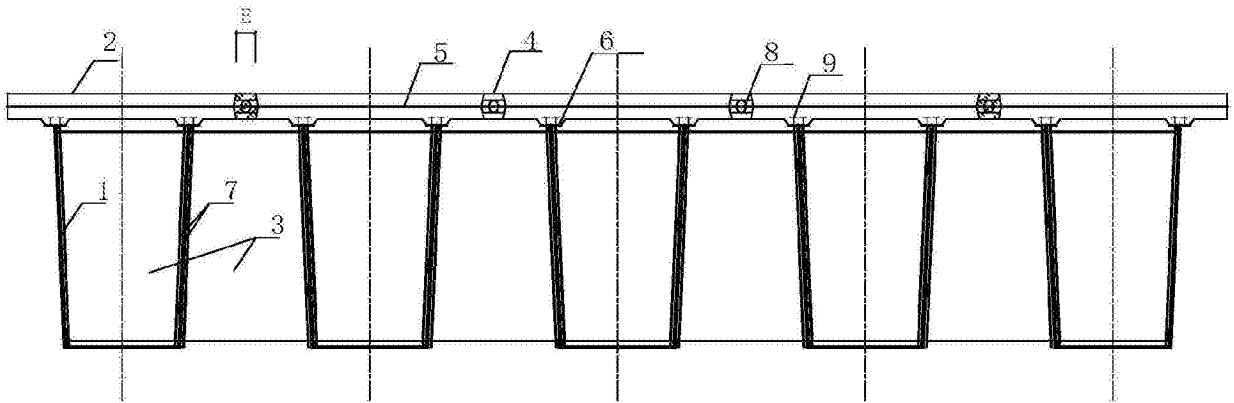


图2

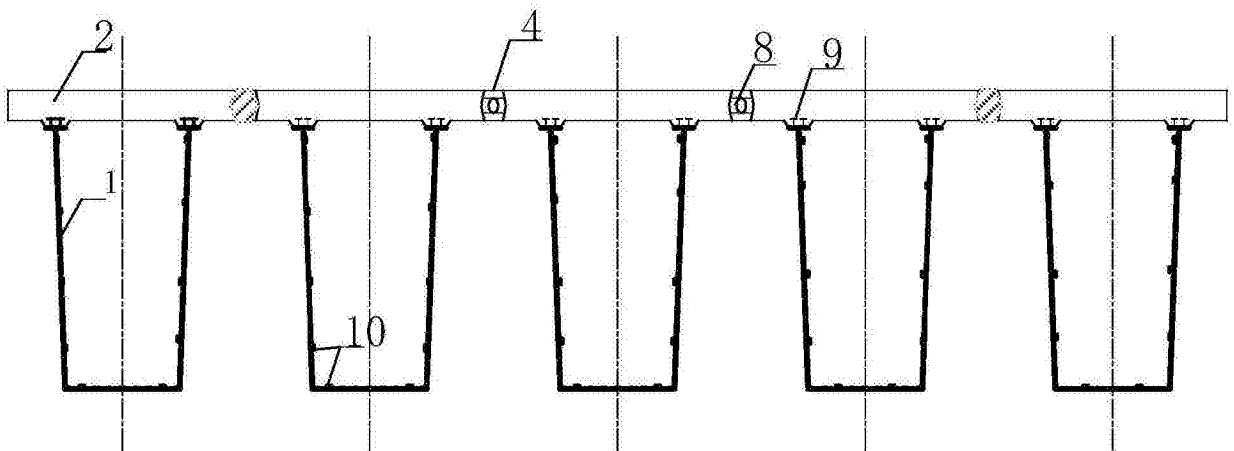


图3

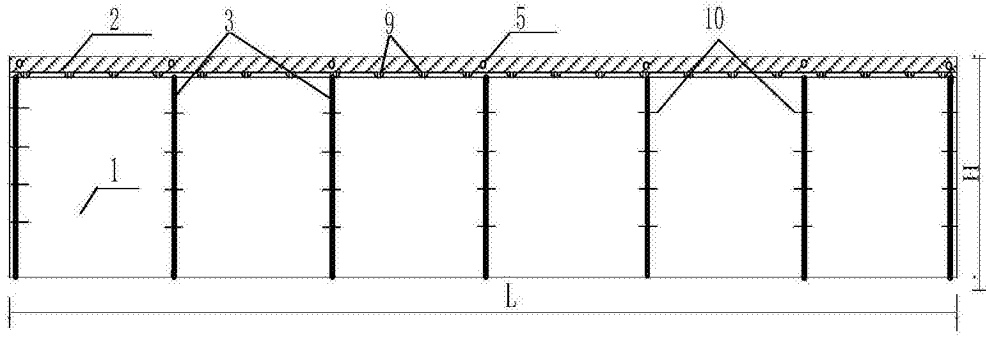


图4

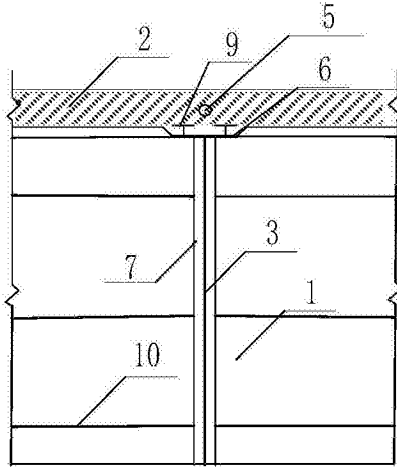


图5

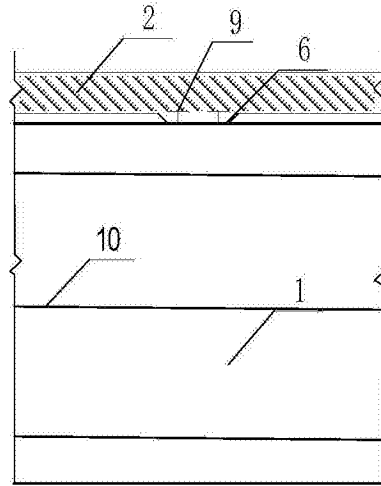


图6

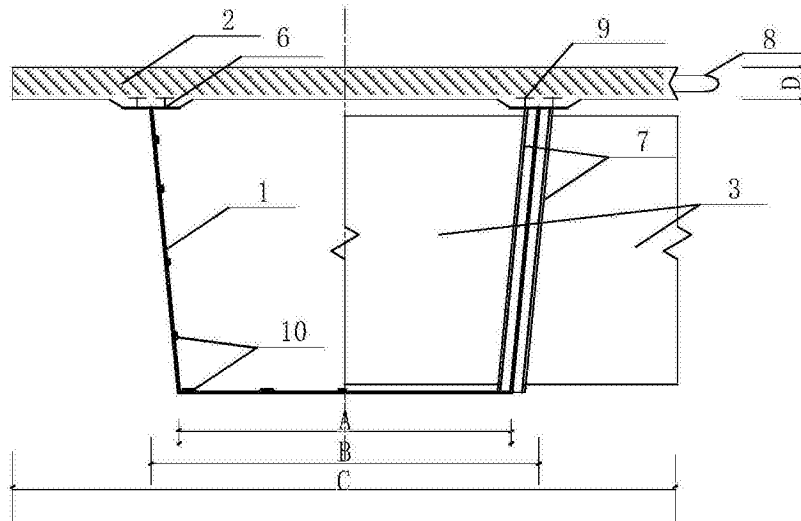


图7

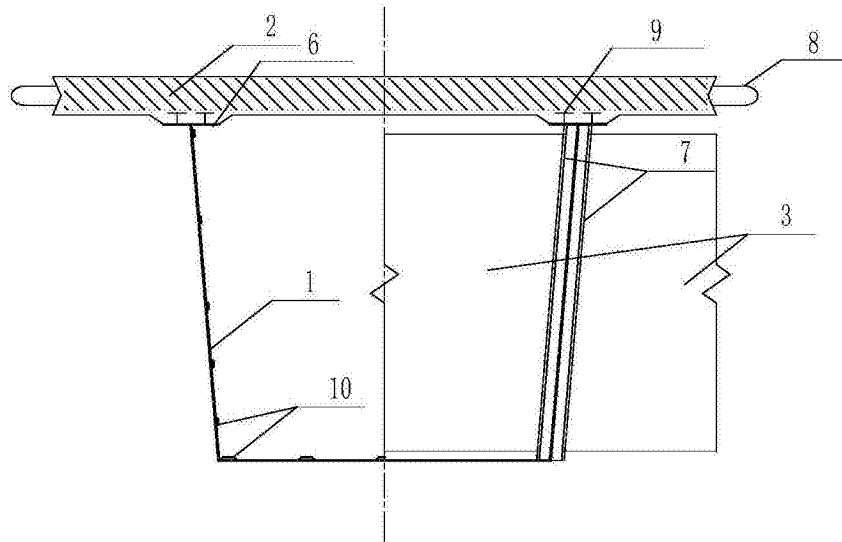


图8

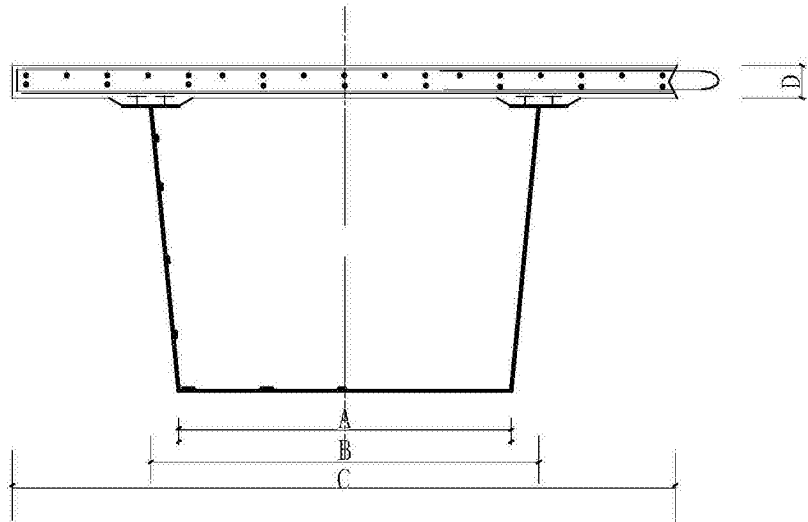


图9