(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117188612 A
(43)申请公布日 2023.12.08

(21)申请号 202311229894.7

(22)申请日 2023.09.19

(71)申请人 中国化学工程第十一建设有限公司
地址 475000 河南省开封市顺河回族区汴京路53号
申请人 中国化学工程股份有限公司

(72)发明人 呆晓龙 娄战士 陈桂香 万莹 张永昌 邱豪 宋帅兵 李宝玲 周欢乐

(74)专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理有限公司 11463
专利代理师 陈莹

(51)Int.Cl.
E04B 1/30(2006.01)
E04B 1/58(2006.01)
E04C 3/293(2006.01)
E04C 5/06(2006.01)
G06F 17/15(2006.01)

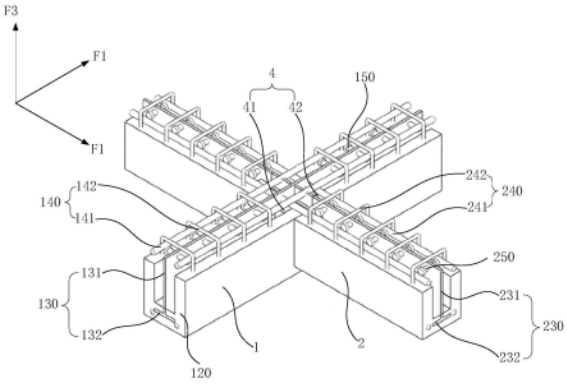
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法

(57)摘要

本申请涉及建筑技术领域,尤其是涉及一种连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法,连接节点包括沿第一方向延伸的主梁和沿第二方向延伸的次梁,主梁的预制混凝土部的在第二方向上的至少一侧开设连接槽口,连接节点包括连接肋,连接肋的在第二方向上的一端与主梁腹板固定连接;在次梁的与主梁连接的一端,相对次梁的预制混凝土部,次梁腹板的部分向次梁的外侧延伸预定长度;次梁腹板的部分与连接肋两者至少部分重叠且连接;连接槽口、次梁腹板的部分和连接肋均埋设于主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体内。根据本申请提供的连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法,减小次梁截面的尺寸和配筋数量,并简化了连接节点的构造。



CN 117188612 A

1.一种连接节点,其特征在于,包括主梁和次梁,所述主梁沿第一方向延伸,所述次梁沿第二方向延伸,所述第一方向与所述第二方向垂直;

所述主梁和所述次梁均为型钢混凝土组合梁;

所述型钢混凝土组合梁包括预制主体和浇筑主体,所述预制主体包括T型钢部、钢筋笼部和预制混凝土部;所述T型钢部包括腹板和翼缘,所述腹板与所述翼缘垂直设置,所述钢筋笼部围设形成沿所述型钢混凝土组合梁的延伸方向延伸的第一容纳空间,所述T型钢部设置于所述第一容纳空间内;所述翼缘和所述钢筋笼的一部分埋设于所述预制混凝土部;所述浇筑主体和所述预制混凝土部均为超高性能混凝土,所述浇筑主体与所述预制混凝土部连接,且所述钢筋笼的另一部分和所述腹板的背离所述翼缘的一端均埋设用于所述浇筑主体内;

所述主梁的预制混凝土部的在第二方向上的至少一侧开设有连接槽口,所述连接槽口与所述主梁的第一容纳空间连通,所述连接节点还包括连接肋,所述连接肋沿所述第二方向延伸,所述连接肋的在所述第二方向上的一端与所述主梁腹板固定连接;

在所述次梁的与所述主梁连接的一端的端部,相对所述次梁的预制混凝土部,所述次梁腹板的部分沿所述第二方向向所述次梁的外侧延伸预定长度;

沿所述第一方向观察,所述次梁腹板的部分与所述连接肋两者至少部分重叠,且所述次梁腹板的部分与所述连接肋两者连接;

所述连接槽口、所述次梁腹板的部分和所述连接肋三者均埋设于所述主梁浇筑主体和/或所述次梁浇筑主体内。

2.根据权利要求1所述的连接节点,其特征在于,

对于所述一个连接槽口,所述连接肋的数量为两个,两个连接肋沿所述第一方向间隔设置,所述次梁腹板的部分设置于两个所述连接肋之间。

3.根据权利要求2所述的连接节点,其特征在于,还包括混凝土肋板,所述混凝土肋板设置于所述第一容纳空间内,所述混凝土肋板的两端分别连接所述腹板和所述预制混凝土部的对应侧侧壁;

在所述混凝土肋板设置于所述主梁上,相对于所述主梁腹板,所述混凝土肋板设置于所述连接槽口所在的一侧,且所述混凝土肋板设置于所述连接槽口在所述第一方向上的两端;

在所述混凝土肋板设置于所述次梁上,所述混凝土肋板设置于所述次梁的与所述主梁连接的一端的端部。

4.根据权利要求1所述的连接节点,其特征在于,所述次梁腹板与所述连接肋两者栓接。

5.根据权利要求1所述的连接节点,其特征在于,

所述预制主体呈凵字状,使得所述预制混凝土部围设形成第二容纳空间;

所述连接槽口在所述第一方向上的宽度大于或者等于所述次梁的预制混凝土部的第二容纳空间的宽度。

6.根据权利要求1所述的连接节点,其特征在于,

所述预定长度小于或者等于所述主梁腹板在所述第二方向上到所述主梁的预制混凝土的对应侧的外侧表面的距离。

7.一种连接节点施工方法,其特征在于,用于权利要求1至6中任一项所述的连接节点的制造;

其步骤包括:

拼接,使用吊装装置将所述次梁的预制主体吊起并转移至指定位置上方后,竖向降落使所述次梁腹板的所述部分与位于所述主梁的预制主体的所述连接肋对接;

连接,将所述次梁腹板的所述部分与所述连接肋两者固定连接,并检验所述次梁腹板的所述部分与所述连接肋两者连接的安全后将吊装装置撤离;

浇筑,使用超高性能混凝土对所述主梁的浇筑主体和所述次梁的浇筑主体进行浇筑。

8.一种连接节点设计方法,其特征在于,用于权利要求1至6中任一项所述的连接节点的设计;

其步骤包括:

确定设计值,根据楼板恒载和活载条件及所述次梁计算跨径,按刚性连接计算所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和所述次梁的跨中弯矩的设计值$M_{中}$;

校验,按照所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和所述次梁的跨中弯矩的设计值$M_{中}$,根据公式:

$$M_u = f_{uc}(bh_c + 2b_u(x-h_c))\frac{x}{2} + f_{ry}A_{sc}(x-a_s^{'}) + 0.9(bh_t + 2b_u(h-ht-x))f_{ut}(h-x-0.45(h-x))$$

$$+ f_{ry}A_{st}(h-x-a_s) + f_{sy}A_{wc}\frac{(x-(h-h_s-a_a))}{2} + f_{sy}A_{wt}\frac{(h-a_a-x-t_f)}{2} + f_{sy}A_{ft}(h-a_a-x-\frac{t_f}{2})$$

其中,f_{uc}为所述超高性能混凝土的受压区的屈服强度、f_{ut}为所述超高性能混凝土受拉区的屈服强度、f_{ry}为所述钢筋笼部的钢筋的纵向钢筋的屈服强度、f_{sy}为T型钢部的屈服强度、t_f为所述腹板的厚度、A_{wc}为所述腹板的受压区的面积、A_{wt}为所述腹板的受拉区的面积、A_{sc}为所述钢筋笼部的钢筋的受压区的面积、A_{st}为所述钢筋笼部的钢筋的受拉区的面积、A_{ft}为所述翼缘受拉区的面积、a_s为所述预制主体的背离所述浇筑主体的一端到钢筋笼部的距离、a_s`为所述浇筑主体的背离所述预制主体的一端到钢筋笼部的距离、a_a为所述预制主体的背离所述浇筑主体的一端到所述T型钢部的距离、h为所述组合梁的总高度、h_t为所述预制主体的底壁的厚度、h_s为T型钢部的高度、b为所述预制主体的宽度、h_c为所述浇筑主体的高度、b_u为所述预制主体的侧壁的厚度、x为型钢组合梁的受压区的高度;

计算次梁截面的抗弯承载力M_u,判断次梁截面的抗弯承载力M_u与所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$两者之间的关系,以校验截面设计配筋是否满足施工构造要求;

验算,设计配筋数量满足施工要求,按超高性能混凝土的规范进行裂缝宽度的验算。

9.根据权利要求8所述的连接节点设计方法,其特征在于,

若M_u大于$M_{支}$时,则满足施工构造要求;

一次调幅,若M_u小于或者等于$M_{支}$时,对负弯矩进行一次调幅,使得一次调幅后的弯矩设计值为$M_{支}' = (1-\mu)M_{支}$,其中$\mu = M_{支}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩设计值$M_{支}'$重新调整截面配筋面积,重复所述校验步骤。

10.根据权利要求9所述的连接节点设计方法,其特征在于,

若M_u大于$M_{支}'$时,则满足施工构造要求;

二次调幅,若经由所述一次调幅后M_u仍旧小于或者等于$M_{支}$时,对负弯矩进行二次调幅,调幅后的弯矩设计值为$M_{支} = (1-\mu)M_{支}''$,其中$\mu = M_{开裂}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩重新调整截面

配筋面积,重复所述校验步骤。

连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法

技术领域

[0001] 本申请涉及建筑技术领域,尤其是涉及一种连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法。

背景技术

[0002] 主次梁连接节点是装配式结构中承受和传递荷载的关键部分,目前预制主次梁连接节点主要分为企口搁置连接和混凝土后浇连接,其中企口搁置连接因受力性能较差、企业生产难度大,在我国的研究和应用较少。混凝土后浇连接又分为主梁后浇连接和次梁后浇连接。主梁后浇连接为在预制主梁处预设槽口,纵筋连续,预制次梁截面穿过主梁槽口,经后浇混凝土形成整体结构构件。次梁后浇连接为在预制次梁端部钢筋外伸,通过外伸钢筋错位搭接、机械套筒连接、水平灌浆套筒连接和钢构件螺栓连接等等方式与预制主梁预留外伸钢筋或钢板连接,并后浇混凝土形成整体。

[0003] 根据中国专利文献CN 116378309 A公开的型钢混凝土组合梁是基于UHPC优异材料性能并结合装配式混凝土建造方式提出的一种新型结构构件,由于该新型组合梁的截面形式和受力模式不同于传统型钢混凝土梁。这使得主次梁连接会存在以下问题:(1)重载大跨度工业建筑(如大型物流运输平台、多层重载工业厂房等,楼面使用荷载一般≥10kN/m^2),同时为满足大型车辆运输需求,柱距一般需12mX16m以上,造成次梁跨度较大。若按照传统刚性连接的设计理念,次梁梁端负弯矩较大,对应负弯矩区钢筋数量会很多,但由于主梁倒T型钢腹板的存在,次梁负弯矩区的钢筋无法全部通过主梁倒T型钢的腹板顶部,次梁负弯矩区钢筋无法连续布置,而次梁钢筋与主梁钢腹板焊接的连接方式会大幅增加现场施工难度和施工周期;(2)若借鉴现有装配式钢筋混凝土主梁与次梁的连接方式,会存在如下问题,现有的装配式钢筋混凝土主、次梁连接是在预制主梁预设槽口,主梁预设槽口一定程度上会削弱预制主梁的抗弯和抗剪性能,影响结构整体受力、延性和耗能能力,同时在预设槽口的后浇处会存在应力集中的现象,普通混凝土抗拉强度低、易开裂,会导致钢筋混凝土主、次梁节点处提前开裂,进而削弱预制构件刚度,无法满足其正常使用的设计要求。

发明内容

[0004] 本申请的目的在于提供一种连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法,以在一定程度上解决现有技术中存在的重载大跨度工业建筑,同时为满足大型车辆运输需求,柱距一般需12mX16m以上,造成次梁跨度较大。若按照传统刚性连接的设计理念,次梁梁端负弯矩较大,对应负弯矩区钢筋数量会很多,但由于主梁倒T型钢腹板的存在,次梁负弯矩区的钢筋无法全部通过主梁倒T型钢的腹板顶部,次梁负弯矩区钢筋无法连续布置,而次梁钢筋与主梁钢腹板焊接的连接方式会大幅增加现场施工难度和施工周期;若借鉴现有装配式钢筋混凝土主梁与次梁的连接方式,会存在如下问题,现有的装配式钢筋混凝土主、次梁连接是在预制主梁预设槽口,主梁预设槽口一定程度上会削弱预制主梁的抗弯和抗剪性能,影响结构整体受力、延性和耗能能力,同时在预设槽口的后浇处会存在应力集中的现

象,普通混凝土抗拉强度低、易开裂,会导致钢筋混凝土主、次梁节点处提前开裂,进而削弱预制构件刚度,无法满足其正常使用的设计要求的技术问题。

[0005] 根据本申请的第一方面提供一种连接节点,包括主梁和次梁,所述主梁沿第一方向延伸,所述次梁沿第二方向延伸,所述第一方向与所述第二方向垂直;

[0006] 所述主梁和所述次梁均为型钢混凝土组合梁;

[0007] 所述型钢混凝土组合梁包括预制主体和浇筑主体,所述预制主体包括T型钢部、钢筋笼部和预制混凝土部;所述T型钢部包括腹板和翼缘,所述腹板与所述翼缘垂直设置,所述钢筋笼部围设形成沿所述型钢混凝土组合梁的延伸方向延伸的第一容纳空间,所述T型钢部设置于所述第一容纳空间内;所述翼缘和所述钢筋笼的一部分埋设于所述预制混凝土部;所述浇筑主体和所述预制混凝土部均为超高性能混凝土,所述浇筑主体与所述预制混凝土部连接,且所述钢筋笼的另一部分和所述腹板的背离所述翼缘的一端均埋设用于所述浇筑主体内;

[0008] 所述主梁的预制混凝土部的在第二方向上的至少一侧开设有连接槽口,所述连接槽口与所述主梁的第一容纳空间连通,所述连接节点还包括连接肋,所述连接肋沿所述第二方向延伸,所述连接肋的在所述第二方向上的一端与所述主梁腹板固定连接;

[0009] 在所述次梁的与所述主梁连接的一端的端部,相对所述次梁的预制混凝土部,所述次梁腹板的部分沿所述第二方向向所述次梁的外侧延伸预定长度;

[0010] 沿所述第一方向观察,所述次梁腹板的部分与所述连接肋两者至少部分重叠,且所述次梁腹板的部分与所述连接肋两者连接;

[0011] 所述连接槽口、所述次梁腹板的部分和所述连接肋三者均埋设于所述主梁浇筑主体和/或所述次梁浇筑主体内。

[0012] 优选地,对于所述一个连接槽口,所述连接肋的数量为两个,两个连接肋沿所述第一方向间隔设置,所述次梁腹板的部分设置于两个所述连接肋之间。

[0013] 优选地,还包括混凝土肋板,所述混凝土肋板设置于所述第一容纳空间内,所述混凝土肋板的两端分别连接所述腹板和所述预制混凝土部的对应侧侧壁;

[0014] 在所述混凝土肋板设置于所述主梁上,相对于所述主梁腹板,所述混凝土肋板设置于所述连接槽口所在的一侧,且所述混凝土肋板设置于所述连接槽口在所述第一方向上的两端;

[0015] 在所述混凝土肋板设置于所述次梁上,所述混凝土肋板设置于所述次梁的与所述主梁连接的一端的端部。

[0016] 优选地,所述次梁腹板与所述连接肋两者栓接。

[0017] 优选地,所述预制主体呈凵字状,使得所述预制混凝土部围设形成第二容纳空间;

[0018] 所述连接槽口在所述第一方向上的宽度大于或者等于所述次梁的预制混凝土部的第二容纳空间的宽度。

[0019] 优选地,所述预定长度小于或者等于所述主梁腹板在所述第二方向上到所述主梁的预制混凝土的对应侧的外侧表面的距离。

[0020] 根据本申请的第二方面提供一种连接节点施工方法,用于制造上述任一技术方案所述的连接节点,因而,具有该连接节点的全部有益技术效果,在此,不再赘述。

[0021] 具体地,其步骤包括:

[0022] 拼接,使用吊装装置将所述次梁的预制主体吊起并转移至指定位置上方后,竖向降落使所述次梁腹板的所述部分与位于所述主梁的预制主体的所述连接肋对接;

[0023] 连接,将所述次梁腹板的所述部分与所述连接肋两者固定连接,并检验所述次梁腹板的所述部分与所述连接肋两者连接的安全后将吊装装置撤离;

[0024] 浇筑,使用超高性能混凝土对所述主梁的浇筑主体和所述次梁的浇筑主体进行浇筑。

[0025] 根据本申请的第三方面提供一种连接节点设计方法,用于设计上述任一技术方案所述的连接节点,因而,具有该连接节点的全部有益技术效果,在此,不再赘述。

[0026] 具体地,其步骤包括:

[0027] 确定设计值,根据楼板恒载和活载条件及所述次梁计算跨径,按刚性连接计算所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和所述次梁的跨中弯矩的设计值$M_{中}$;

[0028] 校验,按照所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和所述次梁的跨中弯矩的设计值$M_{中}$,根据公式:

[0029]
$$M_u = f_{uc}(bh_c + 2b_u(x-h_c))\frac{x}{2} + f_{ry}A_{sc}(x-a_s') + 0.9(bh_t + 2b_u(h-ht-x))f_{ut}(h-x-0.45(h-x))$$
$$+ f_{ry}A_{st}(h-x-a_s) + f_{sy}A_{wc}\frac{(x-(h-h_s-a_a))}{2} + f_{sy}A_{wt}\frac{(h-a_a-x-t_f)}{2} + f_{sy}A_{ft}(h-a_a-x-\frac{t_f}{2})$$

[0030] 其中,f_{uc}为所述超高性能混凝土的受压区的屈服强度、f_{ut}为所述超高性能混凝土受拉区的屈服强度、f_{ry}为所述钢筋笼部的钢筋的纵向钢筋的屈服强度、f_{sy}为T型钢部的屈服强度、t_f为所述腹板的厚度、A_{wc}为所述腹板的受压区的面积、A_{wt}为所述腹板的受拉区的面积、A_{sc}为所述钢筋笼部的钢筋的受压区的面积、A_{st}为所述钢筋笼部的钢筋的受拉区的面积、A_{ft}为所述翼缘受拉区的面积、a_s为所述预制主体的背离所述浇筑主体的一端到钢筋笼部的距离、a_s`为所述浇筑主体的背离所述预制主体的一端到钢筋笼部的距离、a_a为所述预制主体的背离所述浇筑主体的一端到所述T型钢部的距离、h为所述组合梁的总高度、h_t为所述预制主体的底壁的厚度、h_s为T型钢部的高度、b为所述预制主体的宽度、h_c为所述浇筑主体的高度、b_u为所述预制主体的侧壁的厚度、x为型钢组合梁的受压区的高度;

[0031] 计算次梁截面的抗弯承载力M_u,判断次梁截面的抗弯承载力M_u与所述次梁的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$两者之间的关系,以校验截面设计配筋是否满足施工构造要求;

[0032] 验算,设计配筋数量满足施工要求,按超高性能混凝土的规范进行裂缝宽度的验算。

[0033] 优选地,若M_u大于$M_{支}$时,则满足施工构造要求;

[0034] 一次调幅,若M_u小于或者等于$M_{支}$时,对负弯矩进行一次调幅,使得一次调幅后的弯矩设计值为$M_{支}' = (1-\mu)M_{支}$,其中$\mu = M_{支}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩设计值$M_{支}'$重新调整截面配筋面积,重复所述校验步骤。

[0035] 优选地,若M_u大于$M_{支}'$时,则满足施工构造要求;

[0036] 二次调幅,若经由所述一次调幅后M_u仍旧小于或者等于$M_{支}$时,对负弯矩进行二次调幅,调幅后的弯矩设计值为$M_{支} = (1-\mu)M_{支}''$,其中$\mu = M_{开裂}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩重新调整截面配筋面积,重复所述校验步骤。

[0037] 与现有技术相比,本申请的有益效果为:

[0038] 本申请提供的连接节点,将槽口设置于主梁的预制主体上,在主梁与次梁两者经

由连接肋和次梁腹板的部分连接后,经由主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体(即,超高性能混凝土,Ultra High Performance Concrete,简称UHPC)的浇筑埋设后,有效地避免了普通混凝土的抗拉强度较低,裂缝控制能力较差,主、次梁连接节点处容易出现裂缝,造成节点区域的裂缝宽度无法满足正常使用极限状态的设计要求的现象发生,使得连接结构处形成半刚性连接(即,是介于刚性连接和柔性连接之间的一种连接方式,它可以在一定程度上减小梁端弯矩),这样,在受到外部荷载作用时,次梁可通过一定的变形来分担和缓解梁端的弯矩,从而减小次梁截面的尺寸和配筋数量,并通过连接肋和次梁腹板的部分在第一方向上重叠且连接设置,有效地简化了连接节点的构造。

[0039] 为使本申请的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0040] 为了更清楚地说明本申请具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施方式,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。

[0041] 图1为本申请实施例提供的连接节点预制主体的轴测结构示意图;

[0042] 图2为本申请实施例提供的主梁预制主体的轴测结构示意图;

[0043] 图3为本申请实施例提供的次梁预制主体的轴测结构示意图;

[0044] 图4为本申请实施例提供的型钢混凝土组合梁的剖视结构示意图;

[0045] 图5为本申请实施例提供的型钢混凝土组合梁的抗弯承载力计算模型;

[0046] 图6为本申请实施例提供的连接节点施工方法的流程示意图;

[0047] 图7为本申请实施例提供的连接节点设计方法的流程示意图。

[0048] 附图标记:

[0049] 010-浇筑主体;020-预制主体;030-T型钢部;031-腹板;032-翼缘;040-钢筋笼部;041-配筋;042-钢箍;050-连接件;

[0050] 1-主梁;120-主梁预制主体;130-主梁型钢;131-主梁腹板;132-主梁翼缘;140-主梁钢筋笼;141-主梁配筋;142-主梁钢箍;150-主梁连接件;

[0051] 2-次梁;220-次梁预制主体;230-次梁型钢;231-次梁腹板;232-次梁翼缘;240-次梁钢筋笼;241-次梁配筋;242-次梁钢箍;250-次梁连接件;

[0052] 3-连接肋;

[0053] 4-混凝土肋板;41-主梁肋板;42-次梁肋板;

[0054] F1-第一方向;F2-第二方向;F3-第三方向。

具体实施方式

[0055] 下面将结合附图对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0056] 通常在此处附图中描述和显示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要

求保护的本申请的范围,而是仅仅表示本申请的选定实施例。

[0057] 基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0058] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0059] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0060] 下面参照图1至图7描述根据本申请一些实施例所述的连接节点、连接节点施工方法及连接节点设计方法。

[0061] 参见图1至图5所示,本申请第一方面的实施例提供了一种连接节点,其包括主梁1和次梁2,主梁1沿第一方向F1延伸,次梁2沿第二方向F2延伸,第一方向F1与第二方向F2垂直。

[0062] 其中,主梁1和次梁2均为型钢混凝土组合梁,该型钢混凝土组合梁包括预制主体020和浇筑主体010,预制主体020包括T型钢部030、钢筋笼部040和预制混凝土部;T型钢部030包括腹板031和翼缘032,腹板031与翼缘032垂直设置,钢筋笼部040围设形成沿型钢混凝土组合梁的延伸方向延伸的第一容纳空间,T型钢部030设置于第一容纳空间内;翼缘032和钢筋笼的一部分埋设于预制混凝土部;浇筑主体010和预制混凝土部均为超高性能混凝土,浇筑主体010与预制混凝土部连接,且钢筋笼的另一部分和腹板031的背离翼缘032的一端均埋设用于浇筑主体010内。

[0063] 主梁1的预制混凝土部的在第二方向F2上的至少一侧开设有连接槽口,连接槽口与主梁1的第一容纳空间连通,连接节点还包括连接肋3,该连接肋3沿第二方向F2延伸,连接肋3的在第二方向F2上的一端与主梁腹板131固定连接。

[0064] 在次梁2的与主梁1连接的一端的端部,相对次梁预制混凝土部,次梁腹板231的部分沿第二方向F2向次梁2的外侧延伸预定长度;

[0065] 沿第一方向F1观察,次梁腹板231的部分与连接肋3两者至少部分重叠,且次梁腹板231的部分与连接肋3两者连接。

[0066] 连接槽口、次梁腹板231的部分和连接肋3三者均埋设于主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体内。

[0067] 根据上述技术特征提供的连接结构,将槽口设置于主梁1的预制主体020上,在主梁1与次梁2两者经由连接肋3和次梁腹板231的部分连接后,经由主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体(即,超高性能混凝土,Ultra High Performance Concrete,简称UHPC)的浇筑埋设后,有效地避免了普通混凝土的抗拉强度较低,裂缝控制能力较差,主梁1、次梁2连接节点处容易出现裂缝,造成节点区域的裂缝宽度无法满足正常使用极限状态的设计要求的现

象发生,使得连接结构处形成半刚性连接(即,是介于刚性连接和柔性连接之间的一种连接方式,它可以在一定程度上减小梁端弯矩),这样,在受到外部荷载作用时,次梁2可通过一定的变形来分担和缓解梁端的弯矩,从而减小次梁2截面的尺寸和配筋041数量,并通过连接肋3和次梁腹板231的部分在第一方向F1上重叠且连接设置,有效地简化了连接结构的构造。

[0068] 需要说明的是,超高性能混凝土(Ultra High Performance Concrete,简称UHPC)是根据颗粒最紧密堆积、水胶比小于0.25和纤维增强等原则进行设计,从而具备超高力学性能、韧性、耐久性能及良好施工性能等特点的新型水泥基复合材料。相关研究表明,UHPC的抗压和抗拉强度是普通混凝土的6～10倍,抗氯离子渗透能力是普通混凝土55倍,是高性能混凝土的30倍,且不存在冻融剥落的风险。此外,UHPC(钢纤维体积掺量大于2%)的极限抗拉应变一般大于HRB400钢筋的屈服应变,UHPC在极限抗拉应变前的裂缝宽度一般小于0.05mm(为无害裂缝)。因此相较于型钢普通混凝土梁,型钢混凝土组合梁使用上述连接节点进行主次梁连接时,由于UHPC具有较高的抗拉韧性和优异的裂缝控制能力,使得型钢混凝土组合梁具有较高的变形能力和裂缝控制能力,不会出现因采用半刚性连接设计造成裂缝宽度无法满足正常使用极限状态设计要求的情况存在。

[0069] 如图1所示,图中示出的F1可以是第一方向的一种示例,图中示出的F2可以是第二方向的一种示例,并将图中示出的F3定义为第三方向,其中第三方向F3分别垂直于第一方向F1和第二方向F2的方向。

[0070] 可选地,如图4所示,上述型钢混凝土组合梁还可以包括连接件050,该连接件050可以固定设置于腹板031的背离翼缘032的一端,且与腹板031垂直设置,该连接件050可以埋设与浇筑主体010内,以提高浇筑主体010与T型钢部030的连接稳定性。

[0071] 可选地,如图4所示,上述钢筋笼部040可以包括彼此连接的配筋041和钢箍042,其中,配筋041沿型钢混凝土组合梁的延伸方向延伸,钢箍042与配筋041垂直设置,且多个配筋041沿钢箍042的内侧间隔设置。

[0072] 具体地,如图1和图2所示,以下关于主梁1的结构进行具体介绍:

[0073] 上述主梁1可以包括主梁预制主体120和主梁浇筑主体,主梁预制主体120可以包括主梁型钢130、主梁钢筋笼140、主梁预制混凝土和主梁连接件150,主梁型钢130包括彼此垂直设置的主梁腹板131和主梁翼缘132,即主梁腹板131平行于第一方向F1和第三方向F3两者所确认的平面,主板翼缘032平行于第二方向F2和第一方向F1两者所确认的平面。

[0074] 主梁钢筋笼140包括主梁钢箍142和主梁配筋141,主梁配筋141沿第一方向F1延伸,多个主梁钢箍142沿第一方向F1间隔设置,且每个主梁钢箍142均与主梁配筋141焊接连接,主梁配筋141可以围设主梁钢箍142设置多个。该主梁钢筋笼140可以围设形成沿第一方向F1延伸的主梁第一容纳空间。

[0075] 优选地,如图2所示,上述主梁钢箍142可以为矩形,主梁配筋141的数量至少为四个,主梁钢箍142的四角分别设置一个主梁配筋141。

[0076] 如图2所示,上述主体型钢设置于该主梁第一容纳空间内,上述主梁预制混凝土可以呈“凵”字状,主梁翼缘132和主梁钢筋笼140的一部分埋设于该主梁预制混凝土中,主梁浇筑主体上述主梁预制混凝土连接,且主梁钢筋笼140的另一部分、主梁腹板131的背离翼缘032的一端和主梁连接件150均埋设用于主梁浇筑主体内。

[0077] 类似地,如图1和图3所示,以下关于次梁2的结构进行具体介绍:

[0078] 上述次梁2可以包括次梁预制主体220和次梁浇筑主体,次梁预制主体220可以包括次梁型钢230、次梁钢筋笼240、次梁预制混凝土和次梁连接件250,次梁型钢230包括彼此垂直设置的次梁腹板231和次梁翼缘232,即次梁腹板231平行于第二方向F2和第三方向F3两者所确认的平面,主板翼缘032平行于第二方向F2和第一方向F1两者所确认的平面。

[0079] 次梁钢筋笼240包括次梁钢箍242和次梁配筋241,次梁配筋241沿第一方向F1延伸,多个次梁钢箍242沿第一方向F1间隔设置,且每个次梁钢箍242均与次梁配筋241焊接连接,次梁配筋241可以围设次梁钢箍242设置多个。该次梁钢筋笼240可以围设形成沿第一方向F1延伸的次梁第一容纳空间。

[0080] 优选地,如图3所示,上述次梁钢箍242可以为矩形,次梁配筋241的数量至少为四个,次梁钢箍242的四角分别设置一个次梁配筋241。

[0081] 如图3所示,上述主体型钢设置于该次梁第一容纳空间内,上述次梁预制混凝土可以呈“凵”字状,次梁翼缘232和次梁钢筋笼240的一部分埋设于该次梁预制混凝土中,次梁浇筑主体上述次梁预制混凝土连接,且次梁钢筋笼240的另一部分、次梁腹板231的背离翼缘032的一端和次梁连接件250均埋设用于次梁浇筑主体内。

[0082] 如图1示出了上述连接槽口开设于主梁1的在第二方向F2上的两侧的示例(即主梁1与次梁2呈“十”字型布置),然而不限于此,可以依据连接节点的应用场景对连接节点的结构进行适应性调整,例如,上述连接槽口还可以仅设置于上述主梁1的在第二方向F2上一侧,(即主梁1与次梁2呈“T”字型布置)。

[0083] 此外,图1中仅示出了主梁1上布置一个次梁2的示例,然而不限于此,同一个主梁1上可以布置多个次梁2,换而言之,主梁1上可以设置多个连接槽口,多个连接槽口可以沿第一方向F1间隔设置。

[0084] 可选地,如图2所示,上述连接槽口可以呈矩形,以便于加工,然而不限于此,只要能够连接主梁1和次梁2,上述连接槽口并不局限于矩形,还可以圆形、多边形、椭圆形或者其他不规则形状。

[0085] 需要说明的是,如图1至图3所示,上述主梁钢筋笼140能够被上述连接槽口暴露,换而言之,上述主梁钢筋笼140所包括的主梁配筋141和主梁钢箍142两者的处于连接槽口的部分与主梁配筋141和主梁钢箍142两者的未处于连接槽口部分是连续一体设置的,主梁配筋141和主梁钢箍142两者不需要避让连接槽口进行切割处理的,如此,有效地保证了主梁钢筋笼140的抗弯的连续性。

[0086] 优选地,如图2和图3所示,对于上述一个连接槽口来说,上述连接肋3的数量可以为两个,两个连接肋3沿第一方向F1间隔设置,次梁腹板231的部分设置于两个连接肋3之间,如此,有效地提高了连接肋3与次梁腹板231的部分两者的连接稳定性。

[0087] 优选地,如图2和图3所示,上述次梁腹板231与连接肋3两者栓接,以实现次梁腹板231和连接肋3的连接,当次梁2承受弯矩时,有效降低次梁腹板231与连接肋3两者之间的应力集中。

[0088] 然而不限于此,只要能够使得次梁腹板231与连接肋3两者连接,次梁腹板231与连接肋3两者的连接还可以是其他形式,例如,焊接,铆接等。

[0089] 优选地,如图2和图3所示,上述连接肋3设置有沿第一方向F1贯穿连接肋3的连接

孔,对应地,次梁腹板231的部分的对应位置设置有沿第一方向F1贯穿次梁腹板231的贯穿孔。优选地,上述连接孔和贯穿孔两者中的至少一者为椭圆孔,其中,椭圆孔的长轴沿第二方向F2延伸,一方面,有效地降低了次梁腹板231与连接肋3两者的加工精度;另一方面,进一步地降低当次梁2承受弯矩时,次梁腹板231与连接肋3两者之间的应力集中。

[0090] 在实施例中,优选地,如图1至图3所示,在上述型钢混凝土组合梁中,其预制混凝土部可以呈“凵”字状,这使得预制混凝土部围设形成第二容纳空间(该第二容纳空间位于上述第一容纳空间内),如此,能够有效地降低型钢混凝土组合梁的自重,并提高型钢混凝土组合梁T型钢部030的形变灵敏性。

[0091] 优选地,如图1至图3所示,连接节点还可以包括混凝土肋板4,该混凝土肋板4设置于该第二容纳空间内,且混凝土肋板4的两端分别连接腹板031和预制混凝土部的对应侧侧壁。

[0092] 具体地,上述混凝土肋板4可以根据设置位置的不同被划分为主梁肋板41和次梁肋板42。

[0093] 如图1和图2所示,当混凝土肋板4设置于主梁1上时(即,该混凝土肋板4为主梁肋板41时),相对于所述主梁腹板131,主梁肋板41设置于连接槽口所在的一侧,且主梁肋板41设置于连接槽口在第一方向F1上的两端,如此,该主梁肋板41能够对上述第二容纳空间的连接槽口处进行封堵,进而有效地避免在浇筑主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体时,未凝固的混凝土流入主梁第二容纳空间。需要说明的是,主梁肋板41设置于连接槽口在第一方向F1上的两端可以理解为,对于一个连接槽口而言,上述主梁肋板41可以包括两个,两个主板肋板可以分别对应设置于连接槽口的在第一方向F1上的两端。优选地,两个主板肋板可以关于连接槽口的在第一方向F1上的中心平面对称设置。

[0094] 类似地,如图1和图3所示,当混凝土肋板4设置于次梁2上时(即,该混凝土肋板4为次梁肋板42时),次梁肋板42可以设置于次梁2的与主梁1连接的一端的端部,以对次梁的第二容纳空间的位于次梁2的与主梁1连接的一端的端部的位置进行封堵,以避免在浇筑主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主体时,未凝固的混凝土流入次梁第二容纳空间。需要说明的,该次梁肋板42的数量为两个,两个次梁肋板42分别设置于次梁腹板231的两侧。优选地,两个次梁肋板42可以关于次梁腹板231的中心平面对称设置。

[0095] 优选地,如图3所示,在次梁2的与主梁1连接的一端的端部上,上述次梁肋板42可以与次梁预制混凝土部两者对齐设置,以便于与主梁1对接。

[0096] 优选地,如图2所示,上述主梁肋板41可以与上述主梁预制混凝土部一体浇筑成型。

[0097] 优选地,如图3所示,上述次梁肋板42可以与上述次梁预制混凝土部一体浇筑成型。

[0098] 优选地,如图1所示,连接槽口在第一方向F1上的宽度大于或者等于次梁的预制混凝土部的第二容纳空间的宽度,如此,以保证连接槽口有足够的安装空间,便于主梁1和次梁2的组装。

[0099] 优选地,如图1所示,上述预定长度小于或者等于主梁腹板131在第二方向F2上到主梁的预制混凝土的对应侧的外侧表面的距离,如此,以保证在次梁2与主梁1两者组装时,次梁的预制混凝部的端部能够与主梁1贴合,以避免在浇筑主梁浇筑主体和/或次梁浇筑主

体时,需要在主梁1和次梁2的连接处额外设置模具,简化了主梁1次梁2浇两者浇筑过程的辅助结构,提高主梁1和次梁2两者的组装效率。

[0100] 本申请第二方面的实施例还提供一种连接节点施工方法,用于制造上述任一实施例所述的连接节点,因而,具有该连接节点的全部有益技术效果,在此,不再赘述。

[0101] 具体地,如图6所示,其步骤包括:

[0102] S01拼接,使用吊装装置将次梁预制主体吊起并转移至指定位置上方后,竖向降落使次梁腹板231的部分与位于主梁预制主体120的所述连接肋3对接。

[0103] 优选地,如图1所示,使得次梁腹板231的部分伸入两个连接肋3之间,并且使得连接孔与贯穿孔对接。

[0104] S02连接,将次梁腹板231的部分与连接肋3两者固定连接,并检验次梁腹板231的部分与连接肋3两者连接的安全后将吊装装置撤离,以保证施工的安全性。

[0105] 优选地,使用螺栓沿第一方向F1贯穿连接孔和贯穿孔,以实现次梁腹板231与连接肋3两者的栓接连接。

[0106] S03浇筑,使用超高性能混凝土对主梁浇筑主体和次梁浇筑主体进行浇筑。

[0107] 优选地,该主梁浇筑主体和次梁浇筑主体可以一体浇筑成型。

[0108] 可选地,主梁1和次梁2两者还可以与楼板结构连接,上述浇筑步骤还可以包括楼板结构的浇筑。换而言之,主梁浇筑主体、次梁浇筑主体和楼板结构三者可以一体浇筑成型。

[0109] 本申请第三方面的实施例还提供一种连接节点设计方法,用于设计上述任一实施例所述的连接节点,因而,具有该连接节点的全部有益技术效果,在此,不再赘述。

[0110] 参见图7,其步骤包括:

[0111] S100确定设计值,根据楼板恒载和活载条件及所述次梁2计算跨径,按刚性连接计算次梁2的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和次梁2的跨中弯矩的设计值$M_{中}$。

[0112] S200校验,按照次梁2的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$和次梁2的跨中弯矩的设计值$M_{中}$,根据公式(1):

[0113]
$$M_u = f_{uc}(bh_c + 2b_u(x-h_c))\frac{x}{2} + f_{ry}A_{sc}(x-a_s') + 0.9(bh_t + 2b_u(h-ht-x))f_{ut}(h-x-0.45(h-x))$$
$$+ f_{ry}A_{st}(h-x-a_s) + f_{sy}A_{wc}\frac{(x-(h-h_s-a_a))}{2} + f_{sy}A_{wt}\frac{(h-a_a-x-t_f)}{2} + f_{sy}A_{ft}(h-a_a-x-\frac{t_f}{2})$$
…… (1)

[0114] 如图5所示,其中,f_{uc}为所述超高性能混凝土的受压区的屈服强度、f_{ut}为所述超高性能混凝土受拉区的屈服强度、f_{ry}为所述钢筋笼部040的钢筋的纵向钢筋的屈服强度、f_{sy}为T型钢部030的屈服强度、t_f为所述腹板031的厚度、A_{wc}为所述腹板031的受压区的面积、A_{wt}为所述腹板031的受拉区的面积、A_{sc}为所述钢筋笼部040的钢筋的受压区的面积、A_{st}为所述钢筋笼部040的钢筋的受拉区的面积、A_{ft}为所述翼缘032受拉区的面积、a_s为所述预制主体020的背离所述浇筑主体010的一端到钢筋笼部040的距离、a_s`为所述浇筑主体010的背离所述预制主体020的一端到钢筋笼部040的距离、a_a为所述预制主体020的背离所述浇筑主体010的一端到所述T型钢部030的距离、h为所述组合梁的总高度、h_t为所述预制主体020的底壁的厚度、h_s为T型钢部030的高度、b为所述预制主体020的宽度、h_c为所述浇筑主体010的高度、b_u为所述预制主体020的侧壁的厚度、x为型钢组合梁的受压区的高度。

[0115] 具体地,如图5所示,根据公式(2)

[0116] $N_{st}+N_{ut}+N_{wt}+N_{ft}=N_{sc}+N_{uc}+N_{wc}$……(2)

[0117] 其中,N_{st}为钢筋笼受拉区受力、N_{ut}为预制混凝土部和浇筑主体010两者构成的整体的受拉区受力、N_{wt}为腹板031受拉区受力、N_{ft}为翼缘032受拉区受力、N_{sc}为钢筋笼受压区受力、N_{uc}为预制混凝土部和浇筑主体010两者构成的整体的受压区受力、N_{wc}为腹板031受压区受力、N_{fc}为翼缘032受压区受力。

[0118] 进一步地,按照公式(2)带入型钢混凝土组合梁参数获得公式(3):

[0119] $f_{ry}A_{st}+0.9(bh_t+2b_u(h-h_t-x))f_{ut}+f_{sy}A_{wt}+f_{sy}A_{ft}=$

[0120] $f_{ry}A_{sc}+f_{uc}(bh_c+2b_u(x-h_c))+f_{sy}A_{wc}$……(3)

[0121] 推导得出型钢组合梁的受压区的高度:

[0122] $$x=\frac{f_{ry}(A_{st}-A_{sc})+0.9(bh_t+2b_u(h-h_t))f_{ut}+f_{sy}(A_{ft}+A_{wt}-A_{wc})-bh_cf_{uc}}{2b_uf_{uc}+1.8b_uf_{ut}} \quad \cdots\cdots (4)$$

[0123] 带入公式(1)即可计算次梁2截面的抗弯承载力M_u,判断次梁2截面的抗弯承载力M_u与所述次梁2的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$两者之间的关系,以校验截面设计配筋041是否满足施工构造要求。

[0124] 优选地,若次梁2截面的抗弯承载力M_u大于次梁2的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$,则满足施工构造要求。

[0125] 优选地,若次梁2截面的抗弯承载力M_u小于或者等于次梁2的支座处的弯矩的设计值$M_{支}$,此时配筋041数量和型钢位置冲突,例如,当次梁2承受弯矩时,次梁配筋241与主梁型钢和/或主梁配筋141发生干涉。为了避免配筋041数量和型钢位置冲突,需要进行S210一次调幅。

[0126] 具体地,S210一次调幅,使得一次调幅后的弯矩设计值为$M_{支}'=(1-\mu)M_{支}$,其中$\mu=M_{支}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩设计值$M_{支}'$重新调整截面配筋041面积,重复上S200校验步骤。

[0127] 可选地,若一次调幅后获得的M_u大于$M_{支}'$,则满足施工构造要求。

[0128] 可选地,若一次调幅后获得的M_u小于或者等于$M_{支}'$,此时上述配筋041数量和型钢位置仍旧冲突,为了避免配筋041数量和型钢位置冲突,需要进行S220二次调幅。

[0129] 具体地,S220二次调幅,使得调幅后的弯矩设计值为$M_{支}=(1-\mu)M_{支}''$,其中$\mu=M_{开裂}/M_{中}$,根据调幅后的弯矩重新调整截面配筋041面积,重复S200校验步骤,其中,$M_{开裂}$为型钢组合梁的弯矩开裂载荷。

[0130] S300验算,设计配筋041数量满足施工要求,按超高性能混凝土的规范进行裂缝宽度的验算。

[0131] 具体地,超高性能混凝土的规范进行裂缝宽度的验算可以参照“湖南省工程建设地方标准(2020年版)”第6章记载的正常使用极限状态验算6.2裂缝控制验算进行验算,上述验算方法为本领域公知常识不再赘述。

[0132] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

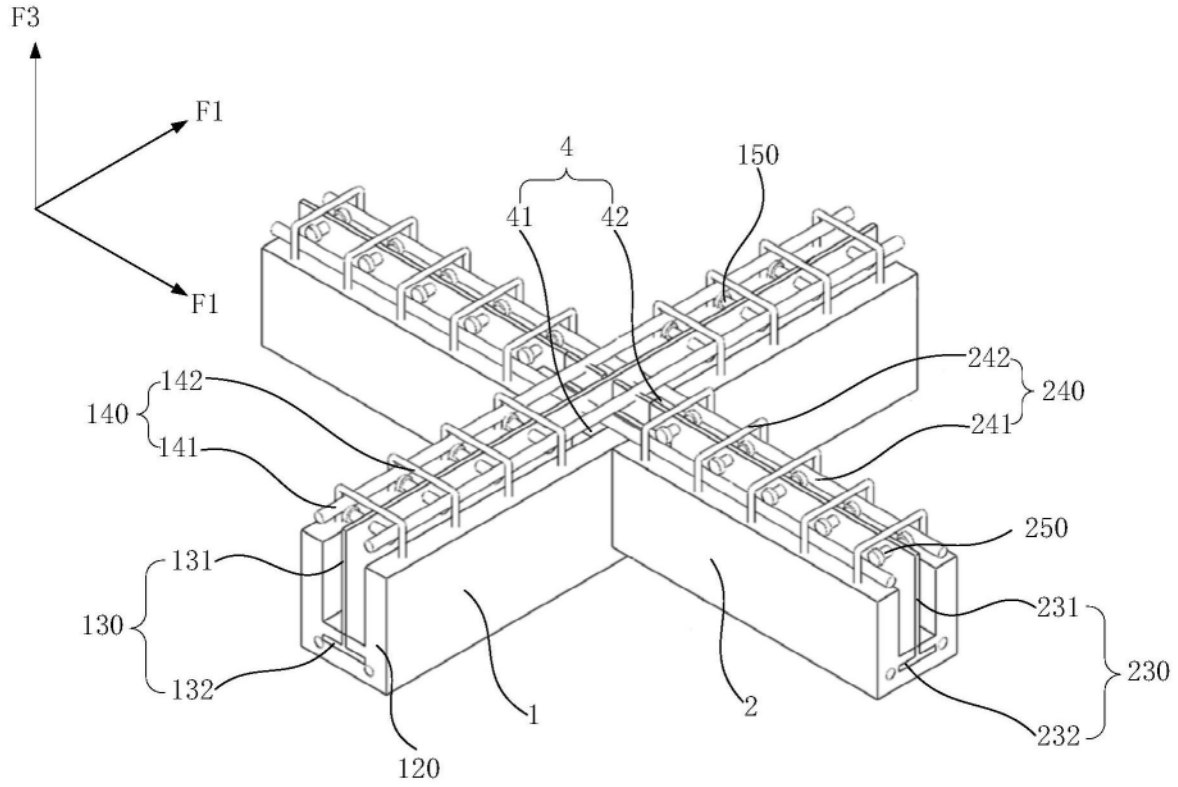

F3
F1
F1
4
41
42
150
242
240
241
142
140
141
250
131
130
231
230
132
1
2
232
120

图1

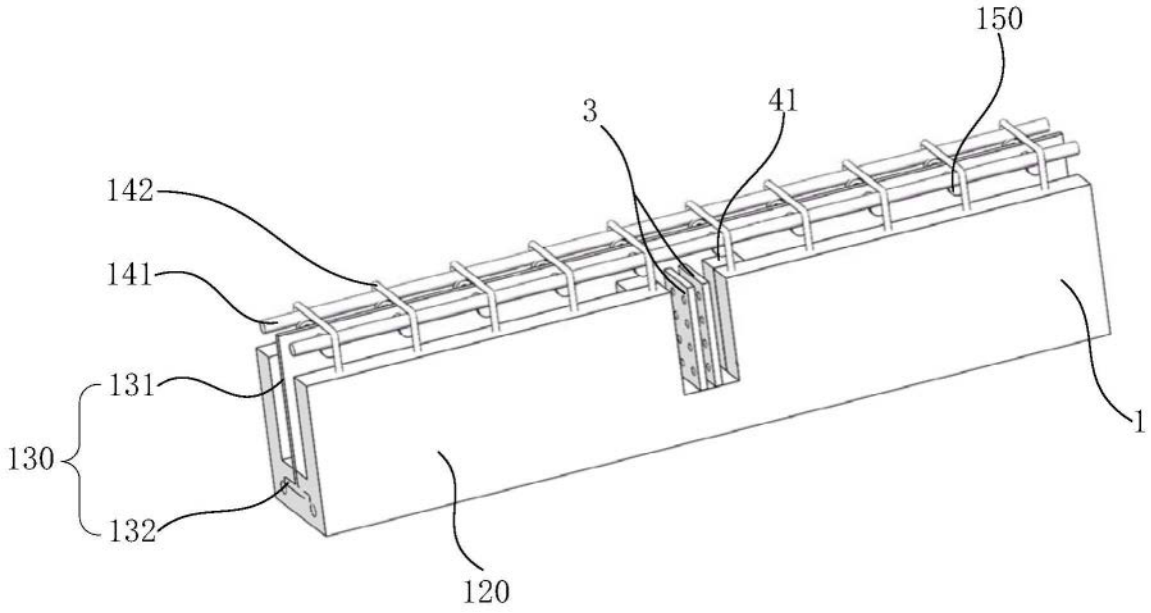

150
3
41
142
141
131
130
132
1
120

图2

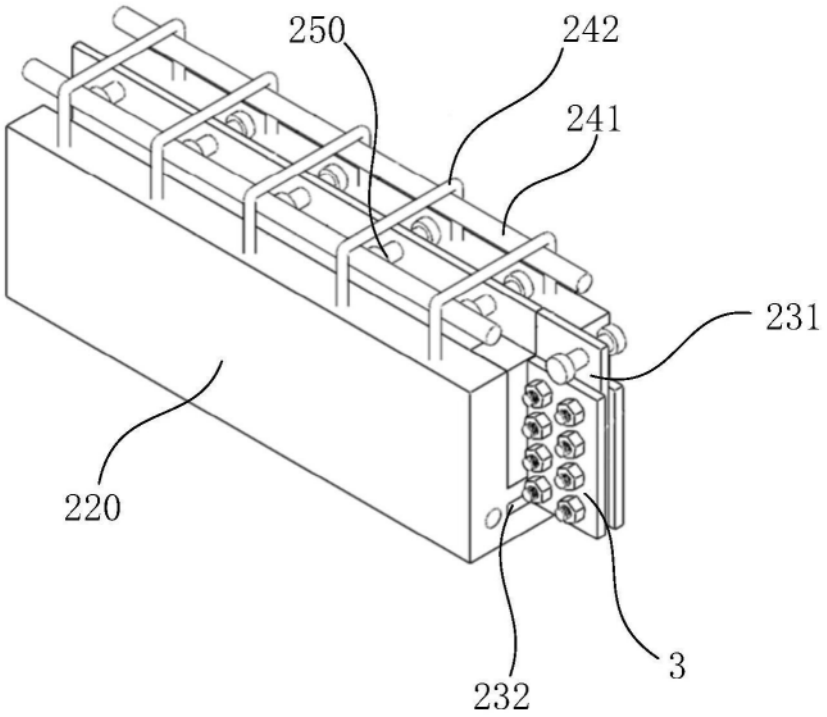


图3

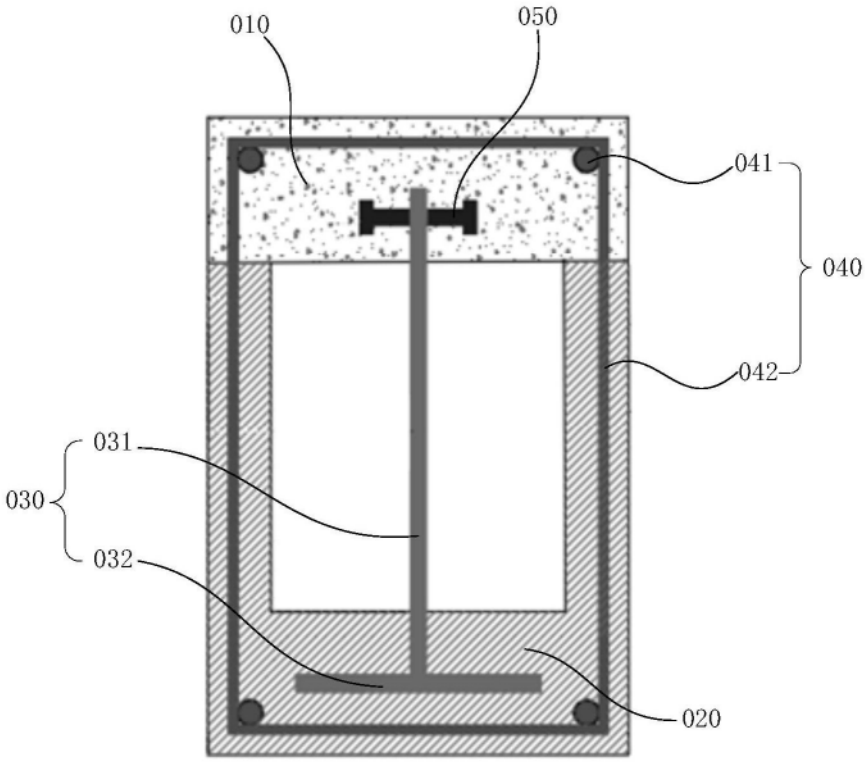


图4

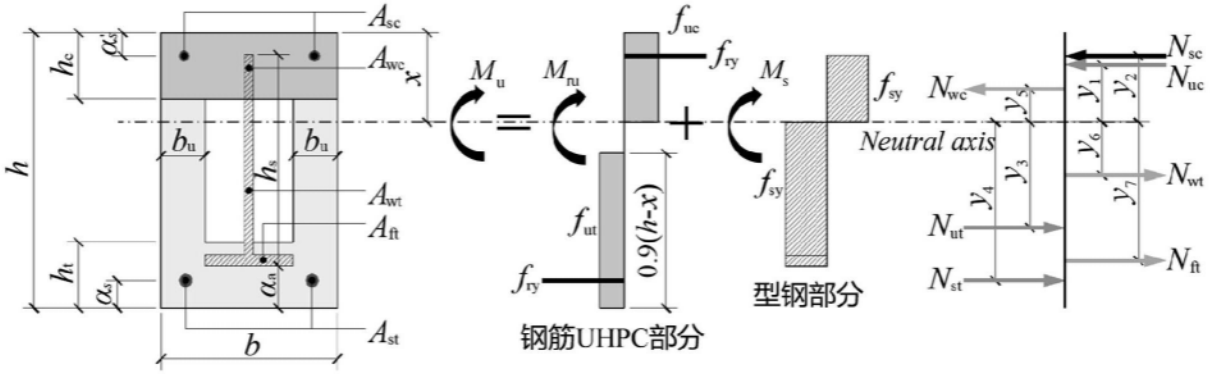

Neutral axis
钢筋UHPC部分
型钢部分

图5

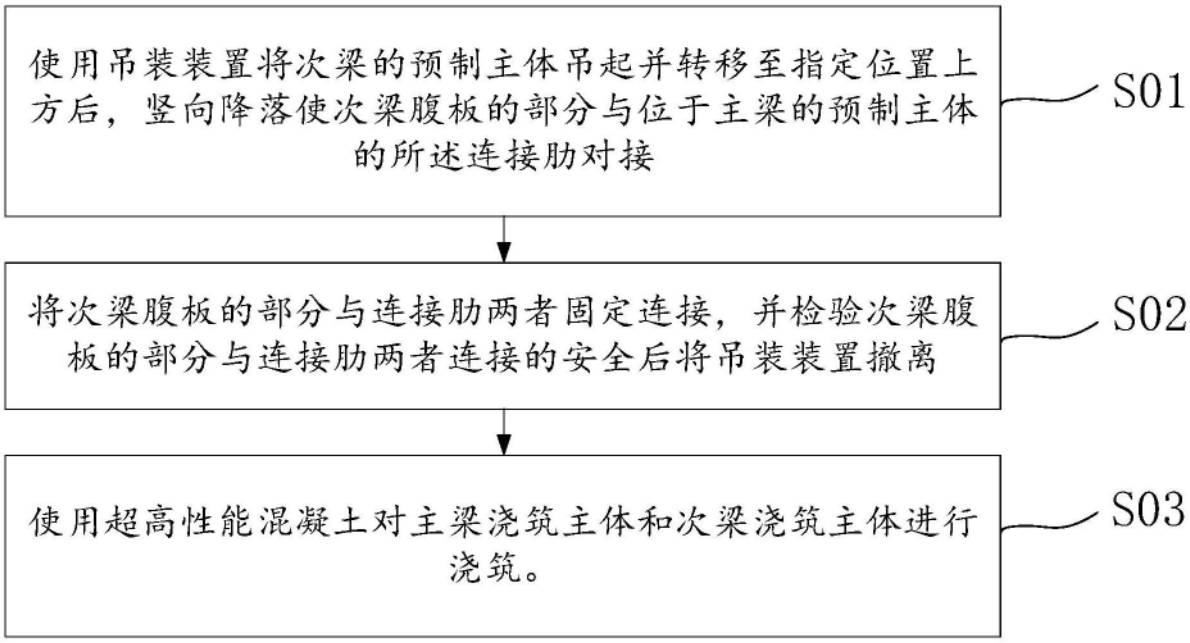

使用吊装装置将次梁的预制主体吊起并转移至指定位置上方后，竖向降落使次梁腹板的部分与位于主梁的预制主体的所述连接肋对接
S01
将次梁腹板的部分与连接肋两者固定连接，并检验次梁腹板的部分与连接肋两者连接的安全后将吊装装置撤离
S02
使用超高性能混凝土对主梁浇筑主体和次梁浇筑主体进行浇筑。
S03

图6

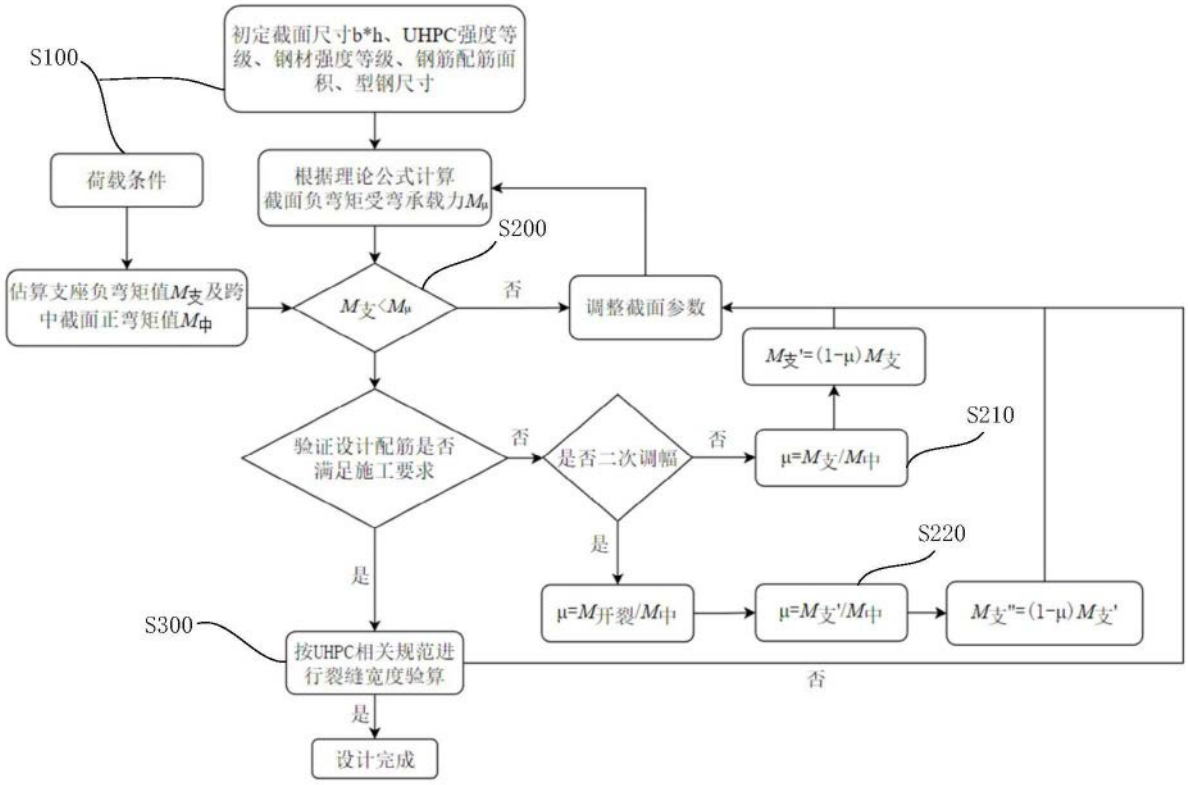

初定截面尺寸b*h、UHPC强度等级、钢材强度等级、钢筋配筋面积、型钢尺寸
S100
荷载条件
根据理论公式计算截面负弯矩受弯承载力M_{μ}
S200
估算支座负弯矩值$M_{支}$及跨中截面正弯矩值$M_{中}$
$M_{支}<M_{\mu}$
否
调整截面参数
$M_{支}'=(1-\mu)M_{支}$
验证设计配筋是否满足施工要求
否
是否二次调幅
否
$\mu=M_{支}/M_{中}$
S210
是
S220
$\mu=M_{开裂}/M_{中}$
$\mu=M_{支}'/M_{中}$
$M_{支}''=(1-\mu)M_{支}'$
是
S300
按UHPC相关规范进行裂缝宽度验算
否
是
设计完成

图7