



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112081242 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202011060195.0

E04B 1/58 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.30

E04G 21/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 赵丽媛

申请公布号 CN 112081242 A

(43) 申请公布日 2020.12.15

(73) 专利权人 东南大学

地址 210018 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72) 发明人 董志强 范家俊 朱虹 吴刚

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

专利代理师 王美章

(51) Int. Cl.

E04B 1/30 (2006.01)

E04B 1/18 (2006.01)

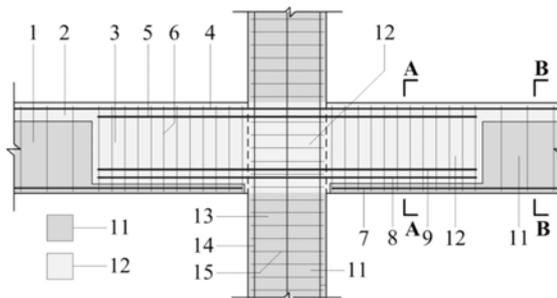
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

## (54) 发明名称

设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点及施工方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点的装配整体式梁柱节点及施工方法,预制梁叠合层放置通长梁纵筋;在梁端部U形键槽底部和上部叠合层放置通长的形状记忆合金筋材,待浇筑混凝土后对其通电加热,通过形状记忆合金筋材的变形对装配式梁柱节点施加预应力。本发明的装配式梁柱节点部位通过形状记忆合金筋材施加预应力,可以解决装配整体式梁柱节点在预制构件拼接部位性能较差、易于出现裂缝的不足,提高装配整体式梁柱节点的前期刚度和受力性能,同时,施工简便,装配整体式梁柱节点性能较好。



1. 一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点,其特征在于:

预制柱为多层柱,梁、柱节点区域未浇筑混凝土;预制梁为叠合梁,预制梁端部设置梁端U形键槽;

所述预制柱两侧的梁端U形键槽下部放置连结钢筋(8);

所述预制梁叠合层放置通长梁纵筋;

所述梁端U形键槽底部和预制梁叠合层分别放置一根通长的形状记忆合金筋材,所述形状记忆合金筋材上连接导线,导线伸出预制梁外部;梁端U形键槽内连结钢筋采用弯折或端板锚固;

当所述梁端U形键槽的宽度小于1/2梁宽时,所述形状记忆合金筋材在梁、柱交界面设置无粘结段,采用端板锚固,在柱内和梁端的无粘结段长度不小于5倍的形状记忆合金筋材直径;预制梁端部采用箍筋加密;形状记忆合金筋材的无粘结段通过在筋材表面设置橡胶软管和填充泡沫实现;

所述梁端U形键槽的宽度不小于预制梁宽度的1/3,且不小于150mm,梁端U形键槽的预制混凝土壁厚不小于箍筋直径与2倍的混凝土保护层之和,不小于60mm,且不大于预制梁宽度的1/3;

所述预制梁下部纵筋未伸入梁柱节点区域内,预埋在预制混凝土内或弯折于所述梁端U形键槽内;

所述连结钢筋和形状记忆合金筋材选取遵循小直径多根数的原则,连结钢筋和形状记忆合金筋材的直径均不小于14mm,且不大于28mm;形状记忆合金筋材外表面设置肋纹或凹凸面,与混凝土的粘结性能不低于梁端U形键槽内的连结钢筋;采用同层布置或采用上、下层布置在所述梁端U形键槽内;

形状记忆合金筋材与混凝土粘结性能不低于同直径钢筋时,其长度与同直径钢筋长度锚固长度取值相同,其形状为直线型,采用端板锚固或弯折锚固。

2. 根据权利要求1所述的设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点,其特征在于:所述梁端U形键槽的长度取伸入键槽内连结钢筋长度+50mm,并可按建筑模数进行调整,所述形状记忆合金筋材长度小于连结钢筋的长度。

3. 根据权利要求1所述的设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点,其特征在于:所述形状记忆合金筋材为铁基-形状记忆合金筋材。

4. 一种基于权利要求1~3中任一所述设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点的施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:首先进行多层预制柱的吊装施工,上、下预制柱通过柱纵筋进行连结,预制柱与基础或下部构件通过灌浆套筒或波纹管进行连结,预制柱施工完成后设置临时支撑;

步骤2:预制柱安装施工结束后,进行预制梁的吊装,预制梁与预制柱之间有20mm-40mm的间隙以方便施工,预制梁吊装就位后检查预制梁三个方向的位置是否准确;

步骤3:待预制梁安装就位后,在梁端U形键槽的底部放置连结钢筋和形状记忆合金筋材,并进行固定,而后在预制梁叠合层放置通长纵筋和形状记忆合金筋材;上、下部分形状记忆合金筋材的长度小于连结钢筋的长度,注意连结钢筋和形状记忆合金筋材的保护层厚度满足现行规程要求,且不小于20 mm,且形状记忆合金筋材与连结钢筋无直接接触;最后布置预制梁开口箍筋的闭合部分和预制柱节点区域的箍筋;

步骤4:待装配整体式梁柱节点的钢筋施工完成后,在预制梁端部、梁柱节点区域和预制梁叠合层三个部位设置模板,而后浇筑混凝土,浇筑的混凝土采用等级比预制混凝土强度高一等级的细石混凝土,且浇筑的混凝土采用无收缩或微膨胀的混凝土,预制梁端部进行箍筋加密,加密区长度按现浇梁加密区长度取值,且不小于键槽长度+100mm;

浇筑混凝土振捣时保证不扰动钢筋,且不破坏形状记忆合金筋材上连接的导线,可在导线外套橡胶软管进行保护,接缝部位的混凝土填充密实;

步骤5:待预制梁施工完成,后浇混凝土强度达到设计强度的60%以上后,将形状记忆合金筋材上的导线与交流电源连结,对形状记忆合金筋材通电加热,形状记忆合金筋材在其形状记忆效应驱动下将对装配式梁柱节点区域的混凝土施加预应力。

5.根据权利要求4所述的设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点的施工方法,其特征在于:梁端U形键槽下部放置连结钢筋和形状记忆合金筋材,形状记忆合金筋材的配筋面积通过其预应力水平计算确定,且通过等强度原则替代部分钢筋,减小连结钢筋的配筋面积。

6.根据权利要求4所述的设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点的施工方法,其特征在于:所述梁端U形键槽内壁进行凿毛处理,混凝土表面的粗糙度满足现行规程的要求;

梁端U形键槽内连结钢筋的长度为直线型时,需满足《混凝土结构设计规范》GB50010-2010和《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图16G101-1》现行规程的要求,采用弯折锚固和端板锚固;当连结钢筋直径大于22 mm时,采用弯折锚固或端板锚固。

## 设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点及施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土建技术领域,具体是一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点及施工方法。

### 背景技术

[0002] 装配整体式混凝土梁柱节点以实现等同现浇为目标,当装配整体式梁柱节点的整体性能和抗震性能,包括强度、刚度、承载能力、耗能、延性和阻尼系数等参数基本等同于现浇梁柱节点时,现有的现浇钢筋混凝土结构的设计规程均可适用,易于装配式混凝土结构的推广应用。装配整体式梁柱节点常用的设计施工方案为:梁柱构件分别为预制单元,预制梁柱单元在施工现场吊装就位后,预制柱两侧的预制梁通过连结钢筋进行连结,而后在预制梁端部和梁柱节点区域现浇混凝土完成施工,因此又称等同现浇梁柱节点。装配整体式梁柱节点中,由于装配施工的要求,预制梁的下部纵筋一般未通长或锚固于梁柱节点区域,预制梁端部和梁柱节点区域存在较多的新旧混凝土接触面,预制梁端部的U形键槽减小了梁截面的有效高度和宽度,削弱了装配整体式梁柱节点的整体性能和抗震性能。

[0003] 因此,当装配整体式梁柱节点在地震作用下或受力较大时,预制梁端部承担较大的弯矩和剪力,同时,新旧混凝土接触面的粘结性能和抗剪性能较差,预制梁端部和梁柱节点区域之间过早出现竖向裂缝,导致装配整体式梁柱节点的早期强度、刚度和承载力能力等出现了一定的削弱,并影响装配整体式梁柱节点的外观和正常使用,使该种类型的连接方式的节点性能达不到等同现浇的性能。

[0004] 因此,对于本领域技术人员来说,如何有效提升装配整体式梁柱节点的性能,成为本领域亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0005] 发明目的:为克服上述现有装配整体式梁柱节点的缺点和技术不足,提升装配整体式梁柱节点早期的抗震性能和整体性能,限制预制梁端部和梁柱节点区域的裂缝发展,本发明提供一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点及施工方法。

[0006] 为了实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点,

[0008] 预制柱为多层柱,梁、柱节点区域未浇筑混凝土;预制梁为叠合梁,预制梁端部设置梁端U形键槽;

[0009] 所述预制柱两侧的梁端U形键槽下部放置连结钢筋;

[0010] 所述预制梁叠合层放置通长梁纵筋;

[0011] 所述梁端U形键槽底部和预制梁叠合层分别放置一根通长的形状记忆合金筋材,所述形状记忆合金筋材上连接导线,导线伸出预制梁外部;梁端U形键槽内连结钢筋采用弯折或端板锚固;

[0012] 所述形状记忆合金筋材在梁、柱交界面设置无粘结段,采用端板锚固;预制梁端部

采用箍筋加密。

[0013] 所述梁端U形键槽的宽度不小于预制梁宽度的1/3,且不小于150mm,梁端U形键槽的预制混凝土壁厚不小于箍筋直径与2倍的混凝土保护层之和,不小于60mm,且不大于预制梁宽度的1/3。

[0014] 所述梁端U形键槽的长度取伸入键槽内连结钢筋长度+50mm,并可按建筑模数进行调整,所述形状记忆合金筋材长度小于连结钢筋的长度。

[0015] 所述预制梁下部纵筋未伸入梁柱节点区域内,预埋在预制混凝土内或弯折于所述梁端U形键槽内。

[0016] 所述连结钢筋和形状记忆合金筋材选取遵循小直径多根数的原则,连结钢筋和形状记忆合金筋材的直径均不小于14mm,且不大于28mm;形状记忆合金筋材外表面设置肋纹或凹凸面,与混凝土的粘结性能不低于梁端U形键槽内的连结钢筋;采用同层布置或采用上、下层布置在所述梁端U形键槽内;

[0017] 形状记忆合金筋材与混凝土粘结性能不低于同直径钢筋时,其长度与同直径钢筋长度锚固长度取值相同,其形状为直线型,采用端板锚固或弯折锚固。

[0018] 当所述梁端U形键槽的宽度小于1/2梁宽时,所述形状记忆合金筋材设置无粘结段,形状记忆合金筋材的无粘结段布置于梁、柱交界面,在柱内和梁端的无粘结段长度不小于5倍的形状记忆合金筋材直径。

[0019] 所述形状记忆合金筋材为铁基-形状记忆合金筋材。

[0020] 本发明进一步公开了一种基于设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点的施工方法,包括以下步骤:

[0021] 步骤1:首先进行多层预制柱的吊装施工,上、下预制柱通过柱纵筋进行连结,预制柱与基础或下部构件通过灌浆套筒或波纹管进行连结,预制柱施工完成后设置临时支撑;

[0022] 步骤2:预制柱安装施工结束后,进行预制梁的吊装,预制梁与预制柱之间有20mm-40mm的间隙以方便施工,预制梁吊装就位后检查预制梁三个方向的位置是否准确;

[0023] 步骤3:待预制梁安装就位后,在梁端U形键槽的底部放置连结钢筋和形状记忆合金筋材,并进行固定,而后在预制梁叠合层放置通长纵筋和形状记忆合金筋材;上、下部分形状记忆合金筋材的长度小于连结钢筋的长度,注意连结钢筋和形状记忆合金筋材的保护层厚度满足现行规程要求,且不小于20 mm,且形状记忆合金筋材与连结钢筋无直接接触;最后布置预制梁开口箍筋的闭合部分和预制柱节点区域的箍筋;

[0024] 步骤4:待装配整体式梁柱节点的钢筋施工完成后,在预制梁端部、梁柱节点区域和预制梁叠合层三个部位设置模板,而后浇筑混凝土,浇筑的混凝土采用等级比预制混凝土强度高一等级的细石混凝土,且浇筑的混凝土采用无收缩或微膨胀的混凝土,预制梁端部进行箍筋加密,加密区长度按现浇梁加密区长度取值,且不小于键槽长度+100mm。

[0025] 浇筑混凝土振捣时保证不扰动钢筋,且不破坏形状记忆合金筋材上连接的导线,可在导线外套橡胶软管进行保护,接缝部位的混凝土填充密实;

[0026] 步骤5:待预制梁施工完成,后浇混凝土强度达到设计强度的60%以上后,将形状记忆合金筋材上的导线与交流电源连结,对形状记忆合金筋材通电加热,形状记忆合金筋材在其形状记忆效应驱动下将对装配式梁柱节点区域的混凝土施加预应力。

[0027] 梁端U形键槽下部放置连结钢筋和形状记忆合金筋材,形状记忆合金筋材的配筋

面积通过其预应力水平计算确定,且通过等强度原则替代部分钢筋,减小连结钢筋的配筋面积。

[0028] 所述梁端U形键槽内壁进行凿毛处理,混凝土表面的粗糙度满足现行规程的要求;

[0029] 梁端U形键槽内连结钢筋的长度为直线型时,需满足《混凝土结构设计规范》GB50010-2010和《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图16G101-1》现行规程的要求,采用弯折锚固和端板锚固;当连结钢筋直径大于22 mm时,采用弯折锚固或端板锚固。

[0030] 有益效果:

[0031] 本发明的一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点及施工方法,具有以下有益效果:

[0032] 本发明通过形状记忆合金筋材对装配整体式梁柱节点区域后浇混凝土施加预应力,可以提高预制梁端部和现浇梁柱节点的连结性能,提高新旧混凝土接触面的抗剪性能,限制预制梁与梁柱节点区域接触面混凝土裂缝的开展,提高装配整体式梁柱节点的早期刚度和整体性能,减少装配式梁柱节点区域新旧混凝土接触面和梁纵筋未连续对装配整体式梁柱节点性能的削弱,可实现等同或超越现浇节点的性能目标。

## 附图说明

[0033] 图1设置形状记忆合金筋材装配式梁柱节点。

[0034] 图2部分无粘结形状记忆合金筋材装配式梁柱节点。

[0035] 图3端部锚固的部分无粘结形状记忆合金筋材装配式梁柱节点。

[0036] 图4键槽较短的装配式梁柱节点类型A。

[0037] 图5键槽较短的装配式梁柱节点类型B。

[0038] 图6装配式梁柱节点内形状记忆合金筋材构造图。

[0039] 图7键槽宽度较小时预制梁端部截面。

[0040] 图8键槽宽度较大时预制梁端部截面。

[0041] 图9预制梁中部截面。

[0042] 其中:1-预制梁,2-预制梁叠合层,3-梁端U形键槽,4-预制梁叠合层通长纵筋,5-上部形状记忆合金筋材,6-预制梁箍筋,7-预制梁下部纵筋,8-梁端U形键槽内连结钢筋,9-下部形状记忆合金筋材,10-形状记忆合金筋材无粘结段,11-预制混凝土,12-现浇混凝土,13-预制柱,14-预制柱纵筋,15-预制柱箍筋,16-形状记忆合金筋材端部锚固,17-预制梁下部纵筋弯折锚固,18-键槽内连结钢筋弯折锚固,19-形状记忆合金筋材连结导线,20-交流电源,21-螺帽,22-锚固钢板,23-形状记忆合金筋材上螺纹,24-橡胶软管,25-填充泡沫。

## 具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0044] 如图2至图5所示,本发明的一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点,包括预制梁1和预制柱13;预制梁1端部设置有梁端U形键槽3,预制梁1上部为后浇叠合层2,预制梁箍筋为开口箍筋6,预制梁下部纵筋7位于预制混凝土内12,预制梁下部纵筋7也可通过弯折锚固17在梁端U形键槽3内;预制梁端部预留的梁端U形键槽3的宽度不宜小于梁宽度

的1/3,且不宜小于150mm。

[0045] 预制柱13为多层预制柱,上、下层预制柱通过预制柱纵筋14进行连结,梁柱节点区内未设置预制柱箍筋15。

[0046] 梁端U形键槽3内放置连结钢筋8和形状记忆合金筋材9,预制梁上部放置通长纵筋4和形状记忆合金筋材5。梁端U形键槽3内、预制梁叠合层2和梁柱节点区域后浇混凝土12。梁端U形键槽3内形状记忆合金筋材9的长度不应大于键槽内3连结钢筋8的长度;

[0047] 如图2、图3、图5和图6所示,当预制梁端部的梁端U形键槽3的宽度小于梁宽度的1/2时,梁端U形键槽3内和预制梁叠合层2内的形状记忆合金筋材应设置无粘结段10,形状记忆合金筋材应设置的无粘结段10长度L1不宜小于形状记忆合金筋材直径的5倍,形状记忆合金筋材的无粘结段10通过在筋材表面设置橡胶软管24和填充泡沫25实现,形状记忆合金筋材通过导线19与交流电源20进行连结,待施工完成后通电加热给装配整体式梁柱节点施加预应力。

[0048] 如图3-6所示,为了减小形状记忆合金筋材的长度、用量并节省材料费用,形状记忆合金筋材可采用形状记忆合金筋材端部锚固16,此时,需要在形状记忆合金筋材端部预先加工螺纹23,在施工前通过配套的螺帽21固定锚固钢板22,锚固钢板22的净面积不宜小于形状记忆合金筋材面积的4倍。

[0049] 如图4和图5所示,为了减小预制梁端部预留梁端U形键槽3的长度,可将预制梁下部纵筋7通过预制梁下部纵筋弯折锚固17在梁端U形键槽内,此时,形状记忆合金筋材可采用形状记忆合金筋材端部锚固16,键槽内连结钢筋8采用键槽内连结钢筋弯折锚固18。

[0050] 如图7-9所示,梁端U形键槽3内连结钢筋8和形状记忆合金筋材9可采用双层布置,当梁端U形键槽3宽度较大时,也可采用单层布置;连结钢筋8和形状记忆合金筋材9的保护层厚度和钢筋间距需满足现行规程的要求。

[0051] 本发明还提供一种设置形状记忆合金筋材的装配整体式梁柱节点施工方法,以图2和图6为例,包括以下步骤:

[0052] 步骤1:首先进行多层预制柱13的吊装施工,上、下预制柱13通过柱纵筋14进行连结,预制柱与基础或下部构件通过灌浆套筒或波纹管进行连结,预制柱施工完成后设置临时支撑;

[0053] 步骤2:预制柱13安装施工结束后,进行预制梁1的吊装,预制梁与预制柱之间有20mm-40mm的间隙以方便施工,预制梁吊装就位后检查预制梁三个方向的位置是否准确;

[0054] 步骤3:待预制梁安装就位后,在梁端U形键槽3的底部放置连结钢筋8和形状记忆合金筋材9,并进行固定,形状记忆合金筋材9端部连接导线19,导线伸出预制梁外部;而后在预制梁叠合层放置通长纵筋4和形状记忆合金筋材5,形状记忆合金筋材的长度小于连结钢筋8,应注意连结钢筋和上部形状记忆合金筋材5和下部形状记忆合金筋材9的保护层厚度且形状记忆合金筋材与钢筋无直接接触;最后布置预制梁开口箍筋6的闭合部分和预制柱节点区域的箍筋;

[0055] 步骤4:待装配整体式梁柱节点的钢筋施工完成后,在预制梁端部、梁柱节点区域和预制梁叠合层2等部位设置模板,而后浇筑混凝土12,浇筑的混凝土12采用等级比预制混凝土11强度高一等级的细石混凝土,且浇筑的混凝土12采用无收缩或微膨胀的混凝土,浇筑混凝土振捣时保证不扰动钢筋,且不破坏上部形状记忆合金筋材5和下部形状记忆合金

筋材9上连接的导线19,接缝部位的混凝土填充密实;

[0056] 步骤5:待预制梁施工完成后,后浇混凝土12强度达到设计强度的60%以上后,将形状记忆合金筋材上的导线19与交流电源20连结,对上部形状记忆合金筋材5和下部形状记忆合金筋材9通电加热,上部形状记忆合金筋材5和下部形状记忆合金筋材9在其形状记忆效应驱动下将对装配式梁柱节点区域的混凝土施加预应力。

[0057] 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。

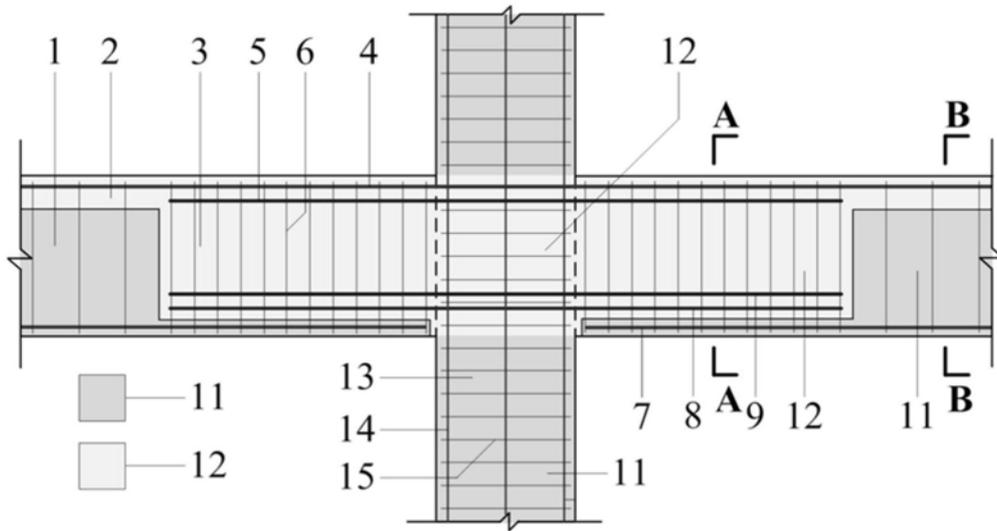


图1

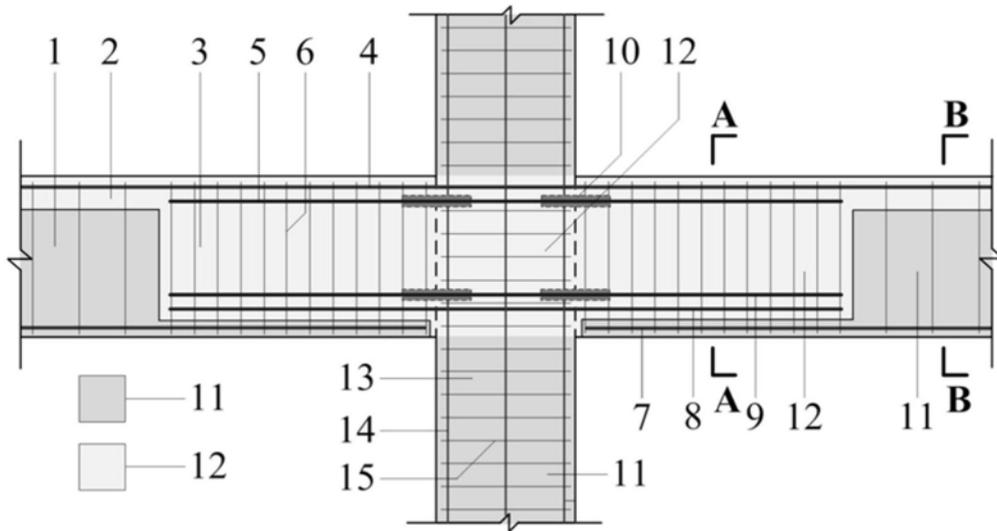


图2

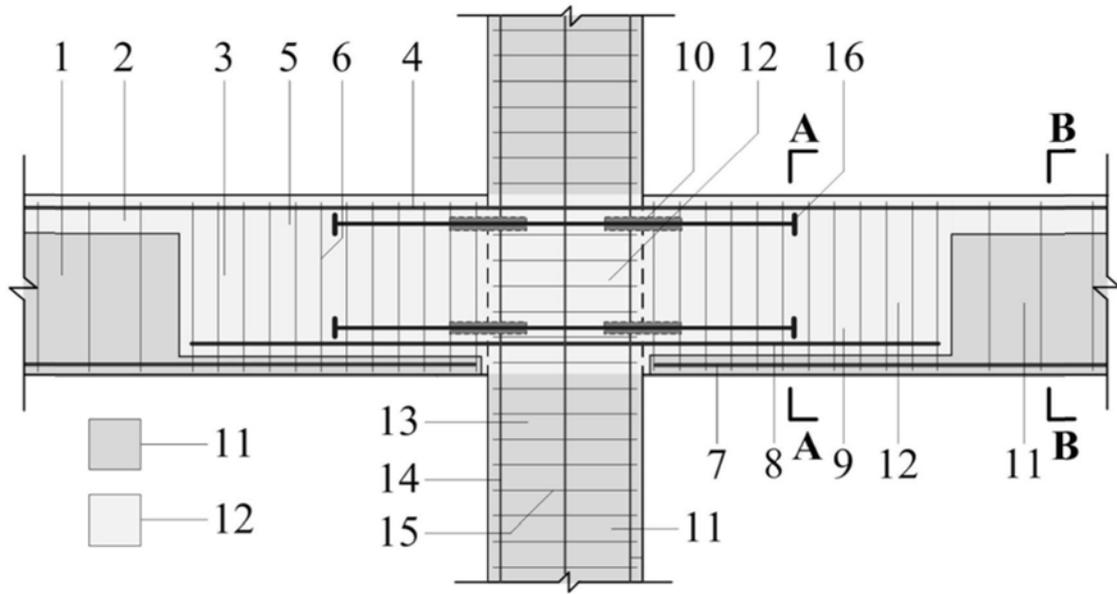


图3

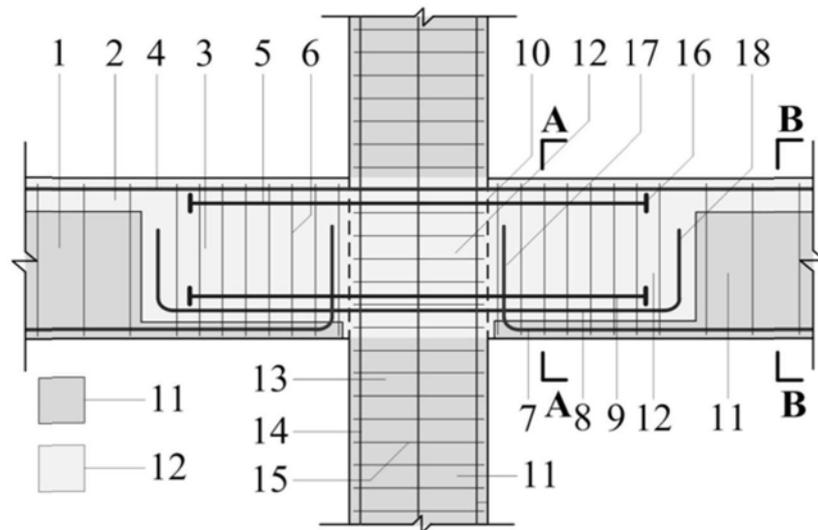


图4

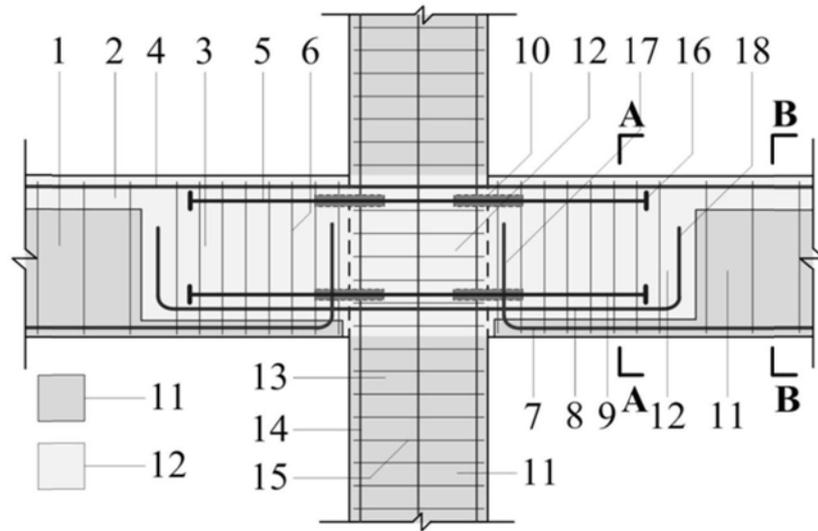


图5

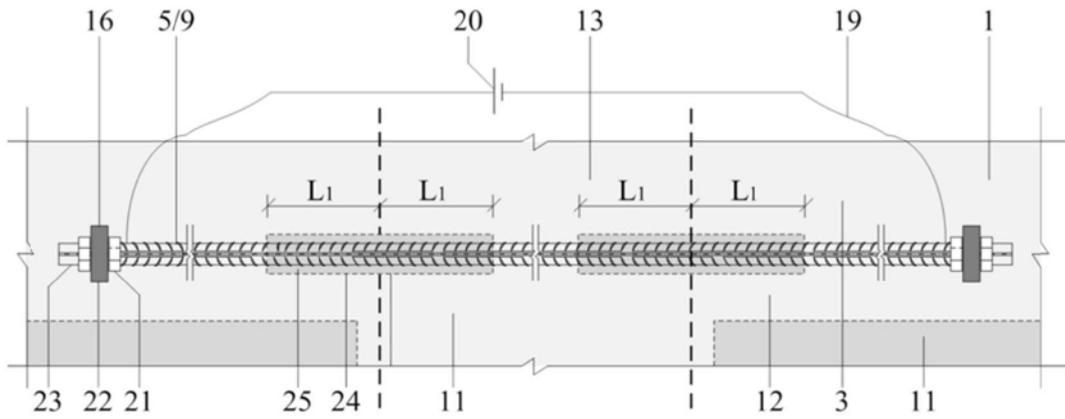


图6

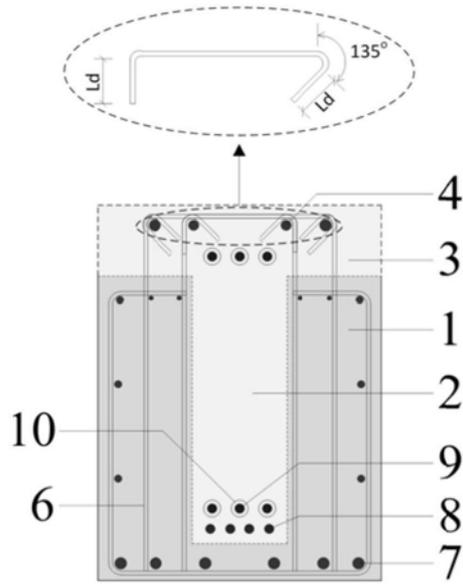


图7

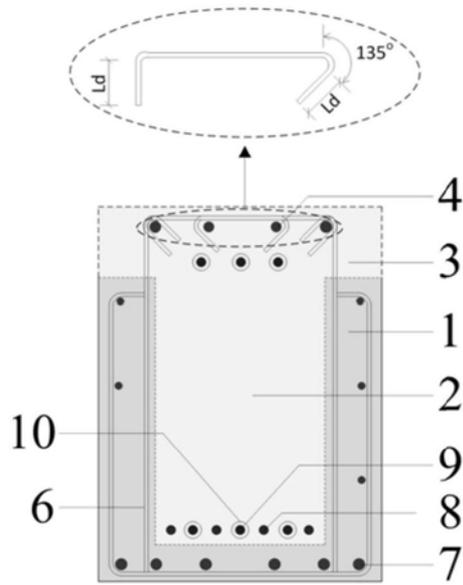


图8

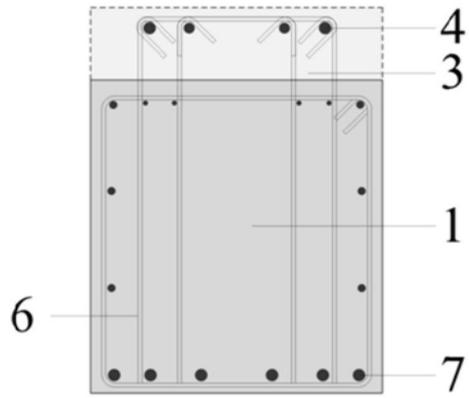


图9