



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109537478 B

(45)授权公告日 2020.08.21

(21)申请号 201811512455.6

(22)申请日 2018.12.11

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109537478 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(73)专利权人 北京工业大学  
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 周宏宇 麻全周 袁慧 刘亚南

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理  
有限公司 11203

代理人 吴荫芳

(51)Int.Cl.

E01D 22/00(2006.01)

E01D 2/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 105887704 A,2016.08.24

CN 205934749 U,2017.02.08

JP 2006257634 A,2006.09.28

CN 202047377 U,2011.11.23

CN 109183634 A,2019.01.11

审查员 施龙

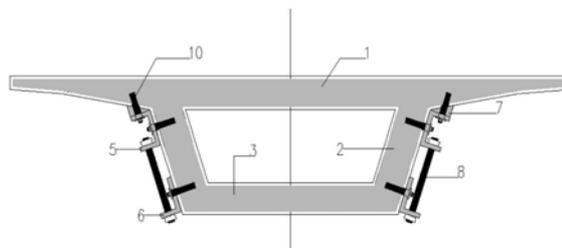
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置及方法

(57)摘要

一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置及方法,针对现有工程技术中存在的混凝土箱梁腹板斜裂缝开裂和抗剪承载力不足问题,提出体外竖向预应力筋加固装置及其加固方法。包括槽型钢、L型钢、竖向预应力筋、楔形钢垫块、腹板外侧的防腐涂层。槽型钢沿梁长方向水平固定在腹板上端与顶板交界处。L型钢沿梁长方向水平固定在腹板下端,且L型钢(6)平行于槽型钢(5)。竖向预应力筋垂直安装在槽型钢和L型钢上,且保证竖向预应力筋与腹板平面平行。本发明通过精轧螺纹钢把腹板与顶板和底板连接,传力路径明确,减少腹板混凝土被拉裂的风险,同时也减少跨中下挠。有效解决了腹板混凝土主拉应力不足的问题,预防腹板斜裂缝的继续延伸或新斜裂缝的出现。



1. 一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,用于加固箱梁,箱梁包括顶板(1)、腹板(2)和底板(3),其特征在于:包括槽型钢(5)、L型钢(6)、楔形钢垫块(7)、竖向预应力筋(8);槽型钢(5)沿梁长方向水平固定在腹板(2)上端与顶板(1)的交界处;L型钢(6)沿梁长方向水平固定在腹板(2)下端与底板(3)的交界处,且保证L型钢(6)平行于槽型钢(5);竖向预应力筋(8)垂直安装在槽型钢(5)和L型钢(6)上,且保证竖向预应力筋(8)与腹板(2)平面平行,楔形钢垫块(7)安装在槽型钢(5)和顶板(1)之间楔形空隙处,且保证接触面平整。

2. 根据权利要求1所述的一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,其特征在于:沿梁长方向设置多段槽型钢(5)和L型钢(6),每一段长度应大于2m且小于10m,且保证槽型钢(5)和L型钢(6)对应段长度相同;竖向预应力筋(8)采用精轧螺纹钢,且直径不小于10mm,竖向预应力筋(8)下料长度根据槽型钢(5)到L型钢(6)之间的长度确定,并且两端预留3-5cm锚固长度,从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于50cm,1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于100cm。

3. 根据权利要求1所述的一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,其特征在于:设置高强螺栓(10)用于槽型钢(5)、L型钢(6)、楔形钢垫块(7)以及竖向预应力筋(8)的固定连接;高强螺栓(10)垂直面植入深度大于等于15cm,与高强螺栓(10)配合的高强螺栓孔(11)的孔径 $D = d + (4 \sim 10) \text{mm}$ ,其中d是高强螺栓(10)螺杆的直径;楔形钢垫块(7)的数量与固定连接顶板的高强螺栓(10)的数量相同。

4. 根据权利要求1所述的一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,其特征在于:在腹板外侧混凝土表面和加固装置钢材表面涂抹防腐涂层(12)。

5. 一种基于混凝土箱梁腹板的抗剪加固方法,其特征在于包括以下步骤:

A. 在箱梁顶板(1)、腹板(2)和底板(3)上放线,定点,打孔,并锚固高强螺栓(10);

B. 在高强螺栓(10)上,沿梁长方向在腹板(2)上端与顶板(1)的交界处固定安装多段槽型钢(5),每一段长度应大于2m且小于10m,且预先在顶板(1)和槽型钢(5)之间的楔形空隙安装楔形钢垫块(7);在腹板(2)下端与底板(3)的交界处,固定安装L型钢(6),且保证L型钢(6)平行于槽型钢(5),以及槽型钢(5)和L型钢(6)对应段长度相同;

C. 在槽型钢(5)和L型钢(6)之间垂直安装竖向预应力筋(8),并完成张拉,锚固;

D. 对腹板外侧混凝土表面和加固装置钢材表面涂抹防腐涂层(12)。

6. 根据权利要求5所述的一种基于混凝土箱梁腹板的抗剪加固方法,其特征在于:所述的竖向预应力筋(8)采用精轧螺纹钢,且直径不小于10mm,竖向预应力筋(8)下料长度根据槽型钢(5)到L型钢(6)之间的长度确定,并且两端预留3-5cm锚固长度,从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于50cm,1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于100cm。

## 一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及钢筋混凝土梁加固技术领域。特别涉及混凝土箱梁腹板斜裂缝开裂和抗剪承载力不足加固及其加固方法。

### 背景技术

[0002] 箱型截面梁因其抗弯抗扭力学性能好,被广泛应用于大跨度预应力混凝土桥梁上。近年来,我国运营中的混凝土箱梁桥普遍存在较严重的腹板斜裂缝问题。甚至一些箱梁桥刚刚通车,腹板斜裂缝就已经非常显著。腹板斜裂缝不仅导致桥梁结构刚度和强度的降低,还会加速钢筋的锈蚀,而锈蚀的钢筋则会引起体积的膨胀,混凝土开裂加重,进一步破坏混凝土的受力性能,降低材料的耐久性和结构的承载能力。

[0003] 腹板斜裂缝即主拉应力裂缝,斜裂缝的产生则是因为抗剪承载能力的不足,混凝土满足不了其主拉应力的要求而产生的腹板开裂。腹板斜裂缝主要出现在剪应力较大的支座附近和1/4跨附近,裂缝与梁轴线成45度左右的方向开裂,并随着时间的推移,不断向受压区发展,裂缝的长度、宽度、数目都继续增加。

[0004] 桥梁加固可以延长桥梁的使用寿命,用少量的资金投入,使桥梁能重新满足交通的需求,也是预防和避免桥梁坍塌所造成的物资损失和人身伤亡的必要手段。工程常用的桥梁加固方法有:1)粘贴补强材料。例如粘钢加固、碳纤维加固等;2)增大构件的截面加固。例如化学植筋、喷射混凝土等;3)增加辅助构件。例如:增加混凝土构件、增加钢构件、增加体外预应力等。4)对结构的微小缝隙进行粘结填补。例如:环氧树脂低压灌缝。

[0005] 其中体外预应力加固是指运用预应力原理,通常在梁的下缘受拉区设置预应力拉杆或预应力钢丝束,通过张拉使梁体产生偏心预应力,在此偏心压力作用下梁体发生上拱,荷载挠度减小,改善了结构的受力,从而达到提高承载能力的目的。而对于箱梁体外预应力加固,多是针对抗弯承载力不足,在箱梁底部施加水平预应力。而根据箱梁腹板斜裂缝开裂的受力机理分析,竖向预应力能够有效解决箱梁腹板受剪承载力不足问题。

[0006] 传统的混凝土箱梁加固是运用外包钢板加固、底板增大截面及配筋加固、箱内增加腹板混凝土厚度及配筋,这些加固方法一般施工较复杂,混凝土箱梁自重增加较大,加固效果往往不好。而且往往只能进行加固一次,加固过程中对箱梁的损害也较大,若一段时间后加固效果减退,很难进行二次维护加固。另外,混凝土箱梁抗弯承载力加固研究较多,成果也多,而混凝土箱梁抗剪加固成果较少。而在实际工况中,腹板斜裂缝是最普遍出现,也是出现最严重的裂缝,在设计时也要求抗弯承载力先于抗剪承载力屈服,混凝土箱梁抗剪加固更加迫切。

### 发明内容:

[0007] 本发明的目的在于针对现有工程技术中存在的混凝土箱梁腹板斜裂缝开裂和抗剪承载力不足问题,提出体外竖向预应力筋加固措施。

[0008] 本发明通过在箱梁腹板外侧布置混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,该加固装置主要

由槽型钢(5)、L型钢(6)、竖向预应力筋(8)、楔形钢垫块(7)、腹板外侧的防腐涂层(12)组成。有效解决腹板主拉应力过大问题。腹板外侧的防腐涂层(12),对已有裂缝进行封填。防止混凝土的腐蚀和进一步开裂。

[0009] 本发明通过以下技术方法实现:

[0010] 一种混凝土箱梁腹板抗剪加固装置,用于加固箱梁,箱梁包括顶板(1)、腹板(2)和底板(3),包括槽型钢(5)、L型钢(6)、楔形钢垫块(7)、竖向预应力筋(8);槽型钢(5)沿梁长方向水平固定在腹板(2)上端与顶板(1)的交界处;L型钢(6)沿梁长方向水平固定在腹板(2)下端与底板(3)的交界处,且保证L型钢(6)平行于槽型钢(5);竖向预应力筋(8)垂直安装在槽型钢(5)和L型钢(6)上,且保证竖向预应力筋(8)与腹板(2)平面平行,楔形钢垫块(7)安装在槽型钢(5)和顶板(1)之间楔形空隙处,且保证接触面平整。

[0011] 沿梁长方向设置多段槽型钢(5)和L型钢(6),每一段长度应大于2m且小于10m,且保证槽型钢(5)和L型钢(6)对应段长度相同;竖向预应力筋(8)采用精轧螺纹钢,且直径不小于圆10,竖向预应力筋(8)下料长度根据槽型钢(5)到L型钢(6)之间的长度确定,并且两端预留3-5cm锚固长度,从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于50cm,1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于100cm。

[0012] 可以设置高强螺栓(10)用于槽型钢(5)、L型钢(6)、楔形钢垫块(7)以及竖向预应力筋(8)的固定连接;高强螺栓(10)垂直面植入深度大于等于15cm,与高强螺栓(10)配合的高强螺栓孔(11)的孔径 $D=d+(4\sim 10)$ mm,其中d是高强螺栓(10)螺杆的直径;楔形钢垫块(7)的数量与固定连接顶板的高强螺栓(10)的数量相同。

[0013] 还可以在腹板外侧混凝土表面和加固装置钢材表面涂抹防腐涂层(12)。

[0014] 一种基于混凝土箱梁腹板的抗剪加固方法,包括以下步骤:

[0015] A.在箱梁顶板(1)、腹板(2)和底板(3)上放线,定点,打孔,并锚固高强螺栓(10);

[0016] B.在高强螺栓(10)上,沿梁长方向在腹板(2)上端与顶板(1)的交界处固定安装多段槽型钢(5),每一段长度应大于2m且小于10m,且预先在顶板(1)和槽型钢(5)之间的楔形空隙安装楔形钢垫块(7);在腹板(2)下端与底板(3)的交界处,固定安装L型钢(6),且保证L型钢(6)平行于槽型钢(5),以及槽型钢(5)和L型钢(6)对应段长度相同;

[0017] C.在槽型钢(5)和L型钢(6)之间垂直安装竖向预应力筋(8),并完成张拉,锚固;

[0018] D.对腹板外侧混凝土表面和加固装置钢材表面涂抹防腐涂层(12)。

[0019] 所述的竖向预应力筋(8)采用精轧螺纹钢,且直径不小于圆10,竖向预应力筋(8)下料长度根据槽型钢(5)到L型钢(6)之间的长度确定,并且两端预留3-5cm锚固长度,从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于50cm,1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距大于20cm且小于100cm。

[0020] 有益效果

[0021] 1.本发明结构简单、设计合理、施工简便,使用效果好,技术难度小。

[0022] 2.自重增加不大、加固费用较低,经济性强。

[0023] 3.可进行二次维护加固。该腹板(2)竖向预应力筋(8)加固设备加固箱梁之后,如果若干年后加固效果减退,可进行二次维护加固。并且对混凝土箱梁损伤较小。

[0024] 4.加固效果好。加固装置与原箱梁腹板(2)结合部位较多,应力相对分散,极大降低竖向预应力(8)损失,加固效果较好。

[0025] 5.提高混凝土腹板斜截面抗剪能力,增加了截面刚度,增强了腹板(2)与顶板(1)及底板(3)的整体性受力。通过精轧螺纹预应力钢筋把腹板(2)与顶板(1)和底板(3)连接,传力机理明确,使底板(3)和腹板(2)的自重传力到顶板(1),减少腹板混凝土被拉裂的风险。同时也减少跨中下挠。

#### 附图说明

[0026] 图1为本发明主视图;

[0027] 图2为本发明侧视图;

[0028] 图3为楔形钢垫块详图;

[0029] 图4为图1部分详图。

[0030] 图中1-箱梁顶板,2-箱梁腹板,3-箱梁底板,4-钢垫板,5-槽型钢,6-L型钢,7-楔形钢垫块,8-竖向预应力筋,9-预应力筋锚具,10-高强螺栓,11-高强螺栓孔,12-防腐涂层。

#### 具体实施方式

[0031] 以下所述,仅为本发明的其中一种实例,也可以用于其它类型箱梁腹板的加固。凡是根据本发明技术实质对以上实例做任何修改、变更或等效变换的,均应属于本发明技术方案的保护范围。

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步说明。

[0033] 本实施例箱梁是不带承肋的混凝土箱梁,如图1包括顶板(1),腹板(2),底板(3)。其特征在于:该加固装置如图4部分详图,主要由槽型钢(5)、L型钢(6)、竖向预应力筋(8)、楔形钢垫块(7)、腹板外侧的防腐涂层(12)组成。槽型钢沿梁长方向水平固定在腹板(2)上端与顶板交界处。L型钢(6)沿梁长方向水平固定在腹板(2)下端与底板(3)重叠处,且保证L型钢(6)平行于槽型钢(5)。竖向预应力筋(8)垂直安装在槽型钢(5)和L型钢(6)上,且保证竖向预应力筋(8)与腹板(2)平面平行。楔形钢垫块(7)安装在槽型钢(5)和顶板(1)之间楔形空隙处,且保证接触面平整。楔形钢垫块(7)如图3所示。

[0034] 其中该加固实例采用腹板(2)两侧各一条槽型钢(5)和一条L型钢(6),根据实际情况也可以设置多段槽钢和型钢,且槽型钢(5)和L型钢(6)对应段长度相同。槽型钢(5)和L型钢(6)分别开设有高强螺栓孔(11)和竖向预应力筋(8)孔。竖向预应力筋(8)采用高强度的精轧螺纹钢。直径采用圆14,竖向预应力筋(8)下料长度根据槽型钢(5)到L型钢(6)之间的长度确定,并且两端预留3-5cm 锚固长度。从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距30cm。1/4跨到 3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距60cm。如图2所示。楔形钢垫块(7)安装在槽型钢(5)和顶板(1)之间楔形空隙处。

[0035] 本实例中,在混凝土箱梁的顶板(1),腹板(2)和底板(3)上垂直于面进行打高强螺栓孔(11)。如图2所示,顶板(1),腹板(2)和底板(3)上的高强螺栓孔(11)竖向一一对应,且沿长方向等间距布置,间距为20cm。高强螺栓孔(11)孔径 $D=d+(4\sim 10)$ mm,其中d是高强螺栓(10)螺杆的直径。高强螺栓(10)垂直面植入深度应为20cm。槽型钢(5)与L型钢(6)上开设的高强螺栓孔(11)与顶板(1),腹板(2)和底板(3)上孔一一对应。由于要在槽型钢(5)和L型钢(6)上安装竖向预应力筋(8),槽型钢(5)和L型钢(6)上开设了竖向预应力筋孔(8),要求槽型钢(5)和L型钢(6)上开设的竖向预应力筋(8)孔竖向一一对应。从支座到1/4跨范围内

竖向预应力筋(8)孔间距为30cm。1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)孔间距为60cm。楔形钢垫块(7)安装在槽型钢(5)和顶板(1)之间楔形空隙处,楔形钢垫块(5)上开设有孔径,孔径 $D=d+(4\sim 10)$  mm,其中d是高强螺栓(10)螺杆的直径。且楔形钢垫块(7)数量与连接顶板(1)的高强螺栓(10)数量相同。

[0036] 具体加固方法如下:

[0037] 步骤A,箱梁顶板,腹板和底板上的高强螺栓孔,垂直面进行打孔。顶板,底板和腹板高强螺栓孔竖向一一对应,且沿长方向等间距布置。且高强螺栓运用化学锚固技术进行锚固。其中锚固深度应为20cm。

[0038] 步骤B,槽钢上开设了两个高强螺栓孔,分别对应于腹板和顶板。通过高强螺栓将槽钢固定于腹板和顶板,且顶板与槽钢之间安装有楔形钢垫块,每个高强螺栓均穿过一个楔形钢垫块固定于顶板,如图1所示。L型钢安装在底板上的高强螺栓上,并加设钢垫板。

[0039] 步骤C,槽钢和L型钢上分别竖向开设预应力孔,用于安装竖向预应力筋(8),且一一对应。竖向预应力孔间距,从支座到1/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距30cm。1/4跨到3/4跨范围内竖向预应力筋(8)布置间距60cm。竖向预应力筋(8)采用高强度的精轧螺纹钢。竖向预应力筋上端做固定端,下端做张拉端,在桥底板处进行张拉,空间足够,施工方便。详图如图4所示。

[0040] 步骤C中,所述的高强度的精轧螺纹钢下料长度,根据槽钢和L型钢之间的距离确定,并预留张拉锚固长度5cm。精轧螺纹钢下料必须用电动砂轮机切割,同时用砂轮或锉刀对切口进行修整,严禁采用电焊。精轧螺纹钢筋预应力锚固采用锥形螺母式的锚具。

[0041] 步骤C中,竖向预应力张拉步骤如下:1).在槽型钢(5)和L型钢(6)的对应竖向预应力孔内安装精轧螺纹钢筋,每一根精轧螺纹钢筋进行手工预紧,并加锚垫板。保证千斤顶容易对中。2).施加按10%应力→40%应力→100%应力分次张拉(具体数值看实际情况而定)。张拉时,油泵开动后,应不断转动拧紧装置,直到压力表指针稳定,达到设计要求。3).持压2-3min,再次拧紧锥形螺母进行锚固;量取最终读数,4).回油,卸载。

[0042] 步骤D,腹板外侧混凝土表面和加固装置钢材表面进行环氧树脂防腐层。在腹板外侧混凝土涂抹环氧树脂涂层,同时一道工序可以对槽钢、L型钢、竖向预应力筋表面刷涂环氧树脂,进行加固装置的防腐。

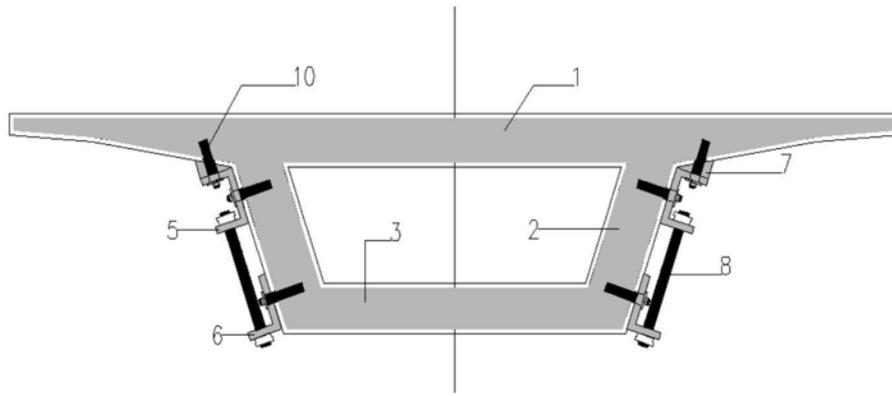


图1

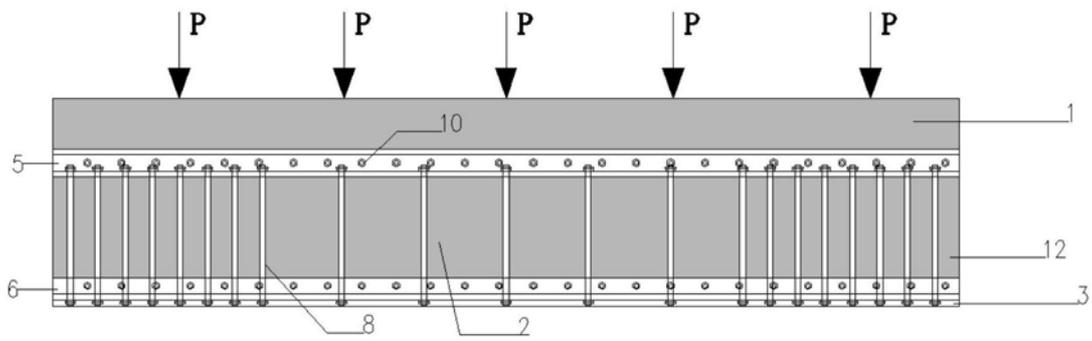


图2

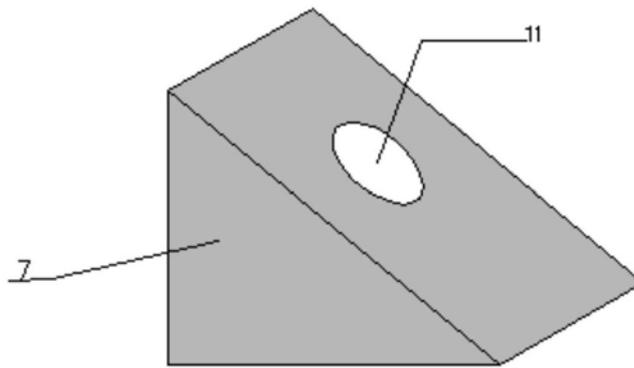


图3

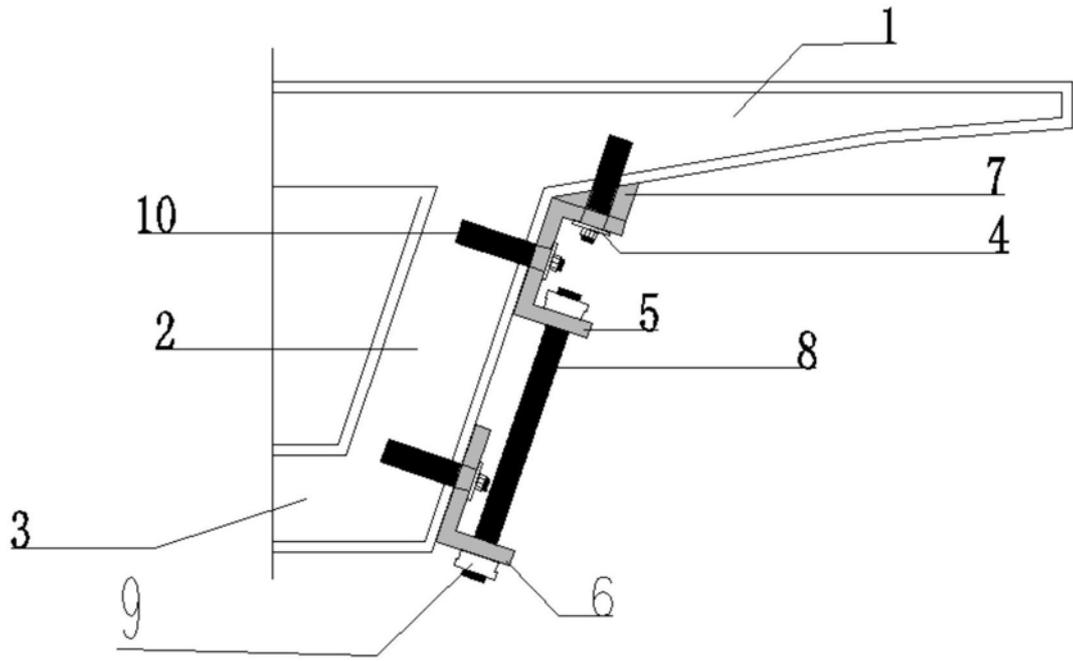


图4