



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204357147 U

(45) 授权公告日 2015. 05. 27

(21) 申请号 201420704157. 8

(22) 申请日 2014. 11. 21

(73) 专利权人 华北水利水电大学

地址 450011 河南省郑州市金水区北环路
36 号

专利权人 河南华水工程质量检测有限公司

(72) 发明人 汪志昊 赵顺波 裴松伟 杨亚彬

(74) 专利代理机构 郑州联科专利事务所(普通
合伙) 41104

代理人 时立新 朱俊峰

(51) Int. Cl.

E04G 23/02(2006. 01)

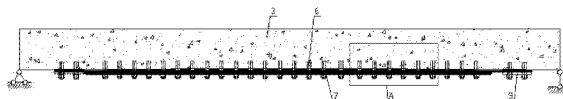
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构

(57) 摘要

预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,包括施加预应力的碳纤维板、钢板和分别设在混凝土结构两端底面的夹持装置,碳纤维板的两端分别张拉并夹持在一个夹持装置上,碳纤维板上表面与混凝土结构底面通过碳纤维专用胶粘接,钢板设在碳纤维板下表面,钢板宽度大于碳纤维板宽度,钢板上表面分别与碳纤维板和混凝土结构的下表面之间通过粘钢胶粘接,混凝土结构内设有垂直朝下穿过钢板的化学螺栓,化学螺栓沿混凝土结构的长度方向均匀设置两排,化学螺栓上螺纹连接有紧固螺母。本实用新型可使两种材料更好地协同受力,可大幅提高构件承载力,显著性改善预应力混凝土结构开裂病害,减小了加固施工工作量,加快了加固施工进度。



1. 预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,其特征在于:包括碳纤维板、钢板和分别设在混凝土结构两端底面的夹持装置,碳纤维板的两端分别张拉并夹持在一个夹持装置上,碳纤维板上表面与混凝土结构底面通过碳纤维专用胶粘接,碳纤维专用胶在碳纤维板上表面与混凝土结构底面之间形成碳纤维胶层,钢板设在碳纤维板下表面,钢板宽度大于碳纤维板宽度,钢板上表面分别与碳纤维板和混凝土结构的下表面之间通过粘钢胶粘接,粘钢胶在钢板上表面分别与碳纤维板和混凝土结构的下表面之间形成粘钢胶层,混凝土结构内设有垂直朝下穿过钢板的化学螺栓,化学螺栓沿混凝土结构的长度方向均匀设置两排,化学螺栓上螺纹连接有紧固螺母,紧固螺母与钢板下表面压紧配合。

2. 根据权利要求 1 所述的预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,其特征在于:所述夹持装置包括上夹板和下夹板,上夹板通过锚固螺栓固定在混凝土结构底面上,下夹板通过固定螺栓固定在上夹板下表面,碳纤维板两端夹持在上夹板和下夹板之间。

预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构

技术领域

[0001] 本实用新型属于土木工程结构加固技术领域,具体涉及一种预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构。

背景技术

[0002] 对预应力混凝土结构受弯构件进行加固技术改造,其根本目的是为了恢复或提高结构的抗弯承载力。目前针对预应力混凝土结构抗弯加固的常见方法有:加强结构截面刚度,如粘钢及加筋加固法、增大截面加固法、体外预应力加固法;增加辅助构件加固,如加墩、换梁;改变结构体系,如变简支为连续等。这些方法均能在一定程度上提高结构抗弯承载力,增大截面刚度,优化结构内力分布,保障结构的安全使用,但往往难以有效控制结构的既有病害。

[0003] 近年来,基于主动加固的预应力纤维片材(纤维布、纤维板)加固技术已逐步得到推广应用,该方法可以有效延缓混凝土结构裂缝的开展。受限于混凝土较低的抗拉强度和现有锚固方式对碳纤维材料锚固的不足,预应力碳纤维材料易与混凝土结构发生界面剪切滑移破坏,导致碳纤维材料与混凝土产生剥离,且往往伴随着纤维丝的突发性局部脆性断裂破坏,因此预应力纤维片材加固对混凝土结构的极限抗弯承载力的提高较为有限。粘钢加固技术施工简便、易于锚固,感官安全度高,节约使用空间,钢板粘贴于混凝土结构表面时延展性较好,能显著提高被加固结构的极限抗弯承载能力。但粘钢加固属于被动加固技术,存在钢板应变滞后、钢板的厚度及层数均受到限制(实际工程中一般为粘贴一层,厚度在 2mm ~ 6mm 之间)等问题,严重制约了粘钢加固技术对极限承载力的提高水平。

[0004] 考虑到单一加固技术的局限性,复合加固技术与方法成为结构加固领域的热点。已有的针对混凝土结构抗弯复合加固的方法,主要是碳纤维布与钢板复合加固的方法,共计有 2 类。

[0005] 第一类加固方法主要的代表是实用新型专利 CN 201649682U 公布的“一种复合加固混凝土受弯构件”,其主要特征是:在被加固结构混凝土底面黏贴无预应力的碳纤维布,后在碳纤维布外侧粘贴钢板(碳纤维布宽度小于钢板宽度);钢板与碳纤维布之间使用钢板条作为 U 形箍锚固于混凝土受弯构件的腹板位置。该方法存在碳纤维布强度利用率较低、钢板 U 形箍侧面锚固效率低的缺点。此外,受限于部分混凝土结构(如桥梁)的横向宽度较大,该方法存在着无法安装 U 形箍锚固的问题。

[0006] 第二类加固方法主要的代表是发明专利 CN 101994398A 公布的“混凝土结构钢板—FRP 复合加固方法”,其主要特征是:在被加固混凝土结构底面黏贴无预应力的碳纤维布,后在碳纤维布外侧粘贴钢板(钢板宽度大于碳纤维布宽度);钢板与混凝土之间用化学螺栓锚固并压实碳纤维布。该方法可对碳纤维布进行全粘贴面围合封闭式锚固,碳纤维布的横向与纵向锚固效果均较好。但该方法未对碳纤维布施加预应力,浪费了碳纤维材料的高强特性。此外,碳纤维布薄且软,在粘贴施工时纤维丝纹路容易错丝、丝絮紊乱,因此其整体性较差,将导致纤维丝横向与纵向受力不均匀,混凝土结构构件在使用过程中碳纤维丝

因局部应力集中易产生突发性断丝破坏。

实用新型内容

[0007] 本实用新型为了解决现有技术中的不足之处,提供一种预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,该结构不仅可以充分发挥碳纤维材料的高强特性,显著地改善混凝土结构的抗裂性能(延缓新裂缝的产生与发展,闭合既有裂缝),还可大幅度提高预应力混凝土结构的极限抗弯承载力;同时利用钢板对预应力碳纤维板的全粘贴面围合封闭式锚固,既加强了碳纤维板、钢板与混凝土间的抗剥离能力,也使钢板、碳纤维板两种材料更好地协同受力,充分发挥两种加固材料的优异性能。

[0008] 为解决上述技术问题,本实用新型采用如下技术方案:预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,包括碳纤维板、钢板和分别设在混凝土结构两端底面的夹持装置,碳纤维板的两端分别张拉并夹持在一个夹持装置上,碳纤维板上表面与混凝土结构底面通过碳纤维专用胶粘接,碳纤维专用胶在碳纤维板上表面与混凝土结构底面之间形成碳纤维胶层,钢板设在碳纤维板下表面,钢板宽度大于碳纤维板宽度,钢板上表面分别与碳纤维板和混凝土结构的下表面之间通过粘钢胶粘接,粘钢胶在钢板上表面分别与碳纤维板和混凝土结构的下表面之间形成粘钢胶层,混凝土结构内设有垂直朝下穿过钢板的化学螺栓,化学螺栓沿混凝土结构的长度方向均匀设置两排,化学螺栓上螺纹连接有紧固螺母,紧固螺母与钢板下表面压紧配合。

[0009] 所述夹持装置包括上夹板和下夹板,上夹板通过锚固螺栓固定在混凝土结构底面上,下夹板通过固定螺栓固定在上夹板下表面,碳纤维板两端夹持在上夹板和下夹板之间。

[0010] 采用上述技术方案,本实用新型主要安装步骤如下:

[0011] (1) 确定结构加固方案,合理选定碳纤维板及钢板在待加固混凝土结构底面的加固用量及粘贴位置。依据设计图纸及实际结构的截面尺寸,合理确定夹持装置在混凝土结构底面的安装位置及碳纤维板和钢板的粘贴位置,并在待加固混凝土结构底面钻孔施工,以安装化学锚栓锚固钢板。

[0012] (2) 加工夹持装置和加固用钢板。加工上夹板、下夹板,并在上夹板和下夹板的对应位置对锚固螺栓、固定螺栓位置处开孔。采购加固用钢板,并依据加固计算方案加工锚固钢板的化学锚栓的螺栓孔,钢板上的化学锚栓的螺栓孔可依据规范和实际情况合理选定螺栓孔间距和排列形式。

[0013] (3) 碳纤维板与钢板复合加固粘贴区域定位与清洁。在待加固混凝土结构底面上使用不同颜色的线条划线定位,分别标示出碳纤维板与钢板两种不同加固材料的粘贴区域。使用角磨机打磨两种材料粘贴区域的混凝土表面,并对底面混凝土粘贴区域有凸起或凹陷部位的混凝土适当休整或填平,确保整个混凝土底面粘结区域的平整。清除划线区域混凝土底面的浮尘、杂物,用酒精擦拭各粘贴区域,待酒精挥发完毕方可进行碳纤维板与钢板的粘贴工序。

[0014] (4) 夹持装置与加固材料—碳纤维板与钢板的清洁。清理较薄的上夹板、较厚的下夹板与碳纤维板粘贴表面的锈迹、浮尘,用酒精擦拭夹持装置各组件的碳纤维板粘贴区域及已裁剪好的碳纤维板,待酒精挥发完毕方可进行碳纤维板粘贴。对已采购并加工好孔的钢板进行整体打磨。用角磨机清除钢板表面的锈迹、浮尘、钢屑,使钢板与碳纤维板粘结区

域可见明显的亮丝线为准。

[0015] (5) 安装碳纤维板预应力张拉固定端的夹持装置。其主要施工顺序为：采用粘钢胶与锚固螺栓将上夹板安装在待加固混凝土结构底面的一端，对碳纤维板一端的端部上下表面刷胶区域及上夹板下表面、下夹板上表面夹持区域涂抹碳纤维专用胶，及时拧紧固定上夹板和下夹板之间的固定螺栓夹持固定碳纤维板。

[0016] (6) 安装碳纤维板预应力张拉端的夹持装置。其主要施工顺序为：对碳纤维板另一端的端部上下表面刷胶区域及上夹板下表面、下夹板上表面夹持区域涂抹碳纤维专用胶，及时拧紧固定两夹板的固定螺栓夹持固定碳纤维板，待碳纤维专用胶达到所需的养护强度后，完成碳纤维板的预应力张拉工艺施工的准备工作的。

[0017] (7) 碳纤维板预应力张拉施工。其主要施工顺序为：安装碳纤维板的预应力施加装置，在碳纤维板的上表面涂刷碳纤维专用胶，对张拉端的夹持装置施加张拉力，待碳纤维板达到张拉设计控制力后，采用粘钢胶与锚固螺栓将张拉端的上夹板安装在待加固混凝土结构底面，最后拆除预应力施加装置。

[0018] (8) 钢板粘贴与锚固施工。将加工完成并打磨、清洁后的钢板的上表面涂刷粘钢胶，使用拧紧化学锚栓的紧固螺母及时锚固钢板。压实粘钢胶使胶体填满钢板与碳纤维板之间的缝隙，确保粘钢胶能与碳纤维板及混凝土之间的无缝黏贴。

[0019] 本实用新型既适用于有一定反拱的预应力混凝土梁式桥结构的加固，也适用于变高度连续梁桥等大跨预应力混凝土桥梁结构的加固，亦适用于钢筋混凝土结构构件的加固。相较于单一加固方法—仅使用粘贴碳纤维板或粘钢加固，本实用新型具有以下突出优点：

[0020] (1) 预应力碳纤维板与钢板复合加固充分利用了两种加固材料存在的优势，弥补了单一加固方法存在的不足，使两种材料更好地协同受力，可大幅提高构件承载力，显著性改善预应力混凝土结构开裂病害。

[0021] (2) 在预应力混凝土结构底面安装化学螺栓锚固钢板可压实、压紧预应力碳纤维板，使预应力碳纤维板与预应力混凝土结构底面无缝黏贴，既实现了钢板对碳纤维板的全粘贴面围合封闭式锚固，也增强了纤维板、钢板与混凝土表面的抗剥离能力。

[0022] (3) 预应力碳纤维板与钢板复合加固技术可实现碳纤维板、钢板与被加固混凝土底面三者间的无缝粘贴。特别的，当钢板锚固在有一定反拱的预应力混凝土结构底面或变高度连续梁桥混凝土底面时，拧紧化学螺栓螺母使钢板锚固并压实碳纤维板的效果更佳，还可实现对预应力碳纤维板的二次张拉。其进一步提高了预应力混凝土结构的抗裂性能；另一方面利用钢板锚固预应力碳纤维板，可对涂刷粘结胶后的预应力碳纤维板进行封闭式防护，提高了碳纤维专用胶材料的耐久性。

[0023] (4) 在预应力碳纤维板与钢板复合加固技术中，采用化学螺栓锚固钢板并压实预应力碳纤维板，使得预应力碳纤维板无需额外锚固措施，减小了加固施工工作量，缩短了加固施工工期，加快了加固施工进度。

附图说明

[0024] 图 1 是本实用新型的结构示意图；

[0025] 图 2 是本实用新型的仰视图；

[0026] 图 3 是图 1 中 A 处的放大图。

具体实施方式

[0027] 如图 1、图 2 和图 3 所示,本实用新型的预应力混凝土结构受弯构件的复合加固结构,包括碳纤维板 1、钢板 2 和分别设在混凝土结构 3 两端底面的夹持装置,碳纤维板 1 的两端分别张拉并夹持在一个夹持装置上,碳纤维板 1 上表面与混凝土结构 3 底面通过碳纤维专用胶粘接,碳纤维专用胶在碳纤维板 1 上表面与混凝土结构 3 底面之间形成碳纤维胶层 4,钢板 2 设在碳纤维板 1 下表面,钢板 2 宽度大于碳纤维板 1 宽度,钢板 2 上表面分别与碳纤维板 1 和混凝土结构 3 的下表面之间通过粘钢胶粘接,粘钢胶在钢板 2 上表面分别与碳纤维板 1 和混凝土结构 3 的下表面之间形成粘钢胶层 5,混凝土结构 3 内设有垂直朝下穿过钢板 2 的化学螺栓 6,化学螺栓 6 沿混凝土结构 3 的长度方向均匀设置两排,化学螺栓 6 上螺纹连接有紧固螺母 7,紧固螺母 7 与钢板 2 下表面压紧配合。

[0028] 夹持装置包括上夹板 8 和下夹板 9,上夹板 8 通过锚固螺栓 10 固定在混凝土结构 3 底面上,下夹板 9 通过固定螺栓 11 固定在上夹板 8 下表面,碳纤维板 1 两端夹持在上夹板 8 和下夹板 9 之间。

[0029] 本实用新型主要安装步骤如下:

[0030] (1) 确定结构加固方案,合理选定碳纤维板 1 及钢板 2 在待加固混凝土结构 3 底面的加固用量及粘贴位置。依据设计图纸及实际结构的截面尺寸,合理确定钢板 2 锚具在混凝土结构 3 底面的安装位置及碳纤维板 1 和钢板 2 的粘贴位置,并在待加固混凝土结构 3 底面钻孔施工,以安装化学锚栓锚固钢板 2。

[0031] (2) 加工夹持装置和加固用钢板 2。加工上夹板 8、下夹板 9,并在上夹板 8 和下夹板 9 的对应位置对锚固螺栓 10、固定螺栓 11 位置处开孔。采购加固用钢板 2,并依据加固计算方案加工锚固钢板 2 的化学锚栓的螺栓孔,钢板 2 上的化学锚栓的螺栓孔可依据规范和实际情况合理选定螺栓孔间距和排列形式。

[0032] (3) 碳纤维板 1 与钢板 2 复合加固粘贴区域定位与清洁。在待加固混凝土结构 3 底面上使用不同颜色的线条划线定位,分别标示出碳纤维板 1 与钢板 2 两种不同加固材料的粘贴区域。使用角磨机打磨两种材料粘贴区域的混凝土表面,并对底面混凝土粘贴区域有凸起或凹陷部位的混凝土适当休整或填平,确保整个混凝土底面粘结区域的平整。清除划线区域混凝土底面的浮尘、杂物,用酒精擦拭各粘贴区域,待酒精挥发完毕方可进行碳纤维板 1 与钢板 2 的粘贴工序。

[0033] (4) 夹持装置与加固材料—碳纤维板 1 与钢板 2 的清洁。清理较薄的上夹板 8、较厚的下夹板 9 与碳纤维板 1 粘贴表面的锈迹、浮尘,用酒精擦拭钢板 2 锚具各组件的碳纤维板 1 粘贴区域及已裁剪好的碳纤维板 1,待酒精挥发完毕方可进行碳纤维板 1 粘贴。对已采购并加工好孔的钢板 2 进行整体打磨。用角磨机清除钢板 2 表面的锈迹、浮尘、钢屑,使钢板 2 与碳纤维板 1 粘结区域可见明显的亮丝线为准。

[0034] (5) 安装碳纤维板 1 预应力张拉固定端的夹持装置。其主要施工顺序为:采用粘钢胶与锚固螺栓 10 将上夹板 8 安装在待加固混凝土结构 3 底面的一端,对碳纤维板 1 一端的端部上下表面刷胶区域及上夹板 8 下表面、下夹板 9 上表面夹持区域涂抹碳纤维专用胶,及时拧紧固定两夹板的固定螺栓 11 夹持固定碳纤维板 1。

[0035] (6)安装碳纤维板 1 预应力张拉端的夹持装置。其主要施工顺序为：对碳纤维板 1 另一端的端部上下表面刷胶区域及上夹板 8 下表面、下夹板 9 上表面夹持区域涂抹碳纤维专用胶，及时拧紧固定两夹板的固定螺栓 11 夹持固定碳纤维板 1，待碳纤维专用胶达到所需的养护强度后，完成碳纤维板 1 的预应力张拉工艺施工的准备工作。

[0036] (7)碳纤维板 1 预应力张拉施工。其主要施工顺序为：安装碳纤维板 1 的预应力施加装置，在碳纤维板 1 的上表面涂刷碳纤维专用胶，对张拉端的夹持装置施加张拉力，待碳纤维板达到张拉设计控制力后，采用粘钢胶与锚固螺栓 10 将张拉端的上夹板 8 安装在待加固混凝土结构 3 底面，最后拆除预应力施加装置。

[0037] (8)钢板 2 粘贴与锚固施工。将加工完成并打磨、清洁后的钢板 2 的上表面涂刷粘钢胶，使用拧紧化学锚栓的紧固螺母 7 及时锚固钢板 2。压实粘钢胶 5 使胶体填满钢板 2 与碳纤维板 1 之间的缝隙，确保粘钢胶能与碳纤维板 1 及混凝土结构 3 底面之间的无缝黏贴。

[0038] 以上实施例仅用以说明而非限制本实用新型的技术方案，尽管参照上述实施例对本实用新型进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本实用新型进行修改或者等同替换，而不脱离本实用新型的精神和范围的任何修改或局部替换，其均应涵盖在本实用新型的权利要求范围当中。

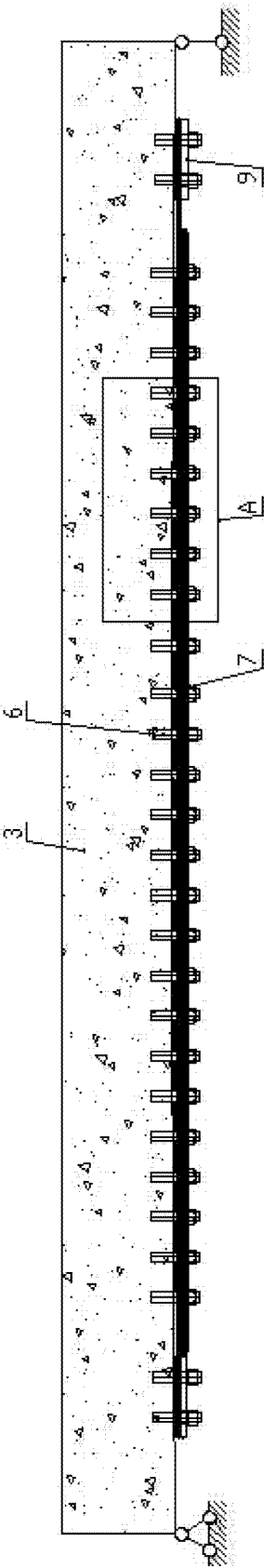


图 1

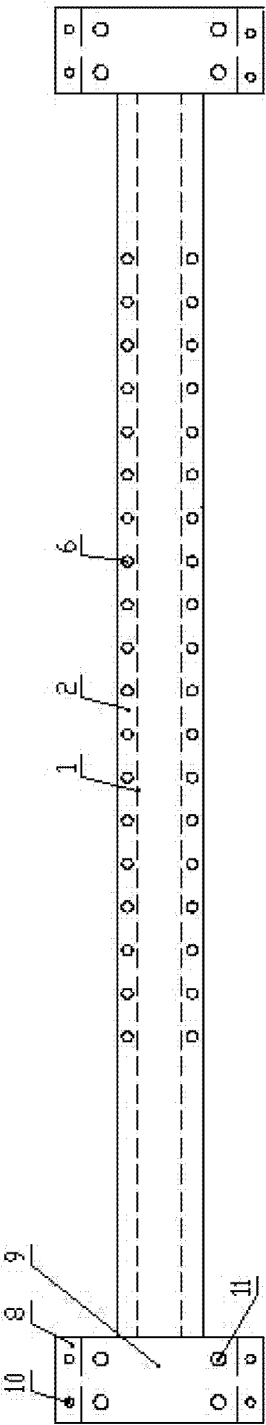


图 2

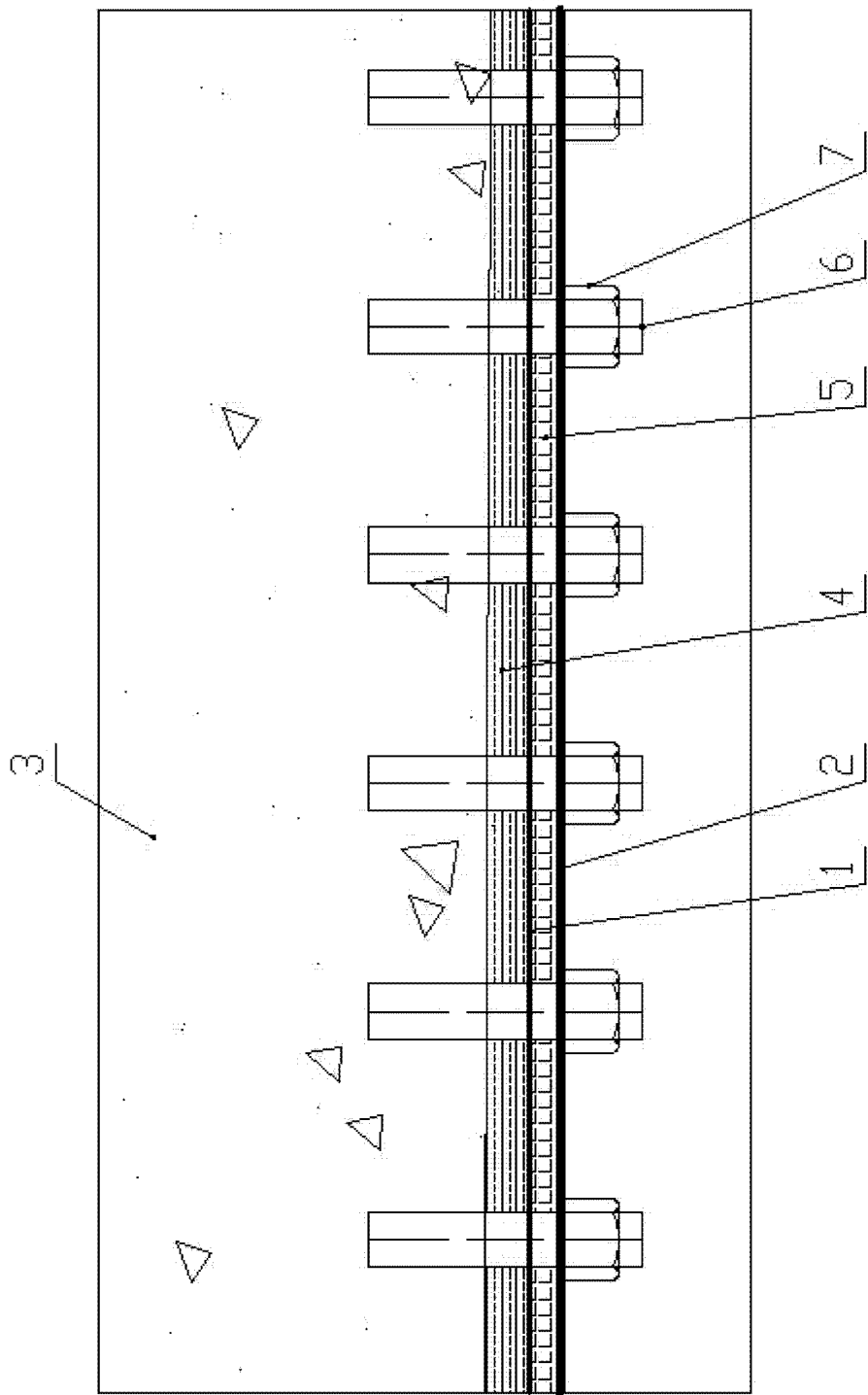


图 3