



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110485230 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 02

(21) 申请号 201910876805.5  
(22) 申请日 2019.09.17  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 110485230 A  
(43) 申请公布日 2019.11.22  
(73) 专利权人 招商局重庆交通科研设计院有限公司  
    地址 400060 重庆市南岸区学府大道33号  
(72) 发明人 马小斐 张东长 李海平 阎宗岭  
    徐建强 苟栋元 王洋 刘朝辉  
    付玉  
(74) 专利代理机构 重庆鼎慧峰合知识产权代理  
    事务所(普通合伙) 50236  
    专利代理师 杨云川  
(51) Int.Cl.  
    E01C 3/04 (2006.01)  
    E02D 3/12 (2006.01)  
    E02D 3/10 (2006.01)  
(56) 对比文件  
    CN 101260664 A,2008.09.10

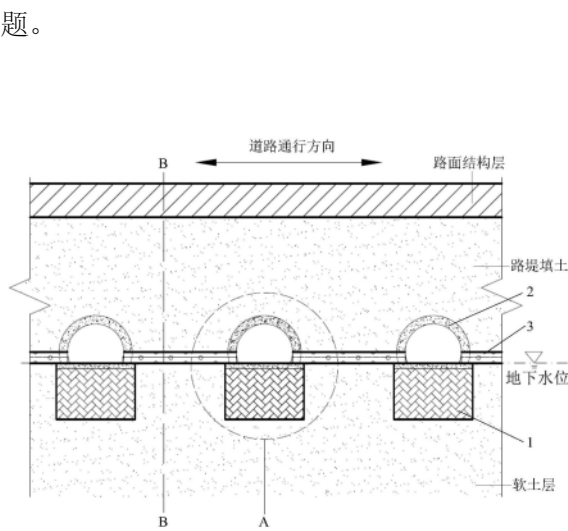
CN 103195047 A,2013.07.10  
CN 106049213 A,2016.10.26  
CN 106400636 A,2017.02.15  
CN 107130579 A,2017.09.05  
CN 107326791 A,2017.11.07  
CN 109024124 A,2018.12.18  
CN 110106759 A,2019.08.09  
CN 1667203 A,2005.09.14  
CN 203174453 U,2013.09.04  
CN 206941425 U,2018.01.30  
CN 207160069 U,2018.03.30  
CN 207348049 U,2018.05.11  
CN 210975403 U,2020.07.10  
CN 2567270 Y,2003.08.20  
JP 2002275897 A,2002.09.25  
JP 2003261930 A,2003.09.19  
KR 20030069380 A,2003.08.27  
KR 20180117747 A,2018.10.30  
SU 1028760 A1,1983.07.15

审查员 高倩媛

权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称  
一种高水位软土桥头路基的处治结构及施工方法

(57) 摘要  
本发明公开了一种高水位软土桥头路基的处治结构,包括:浮力体,设置于软土层的地下水位以下,且为体积密度不大于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的不透水材质,所述浮力体沿道路的通行方向间隔布置有多个,每一浮力体沿道路的宽度方向水平设置;顶管,在每一所述浮力体的上部各设置一个,且与浮力体同向水平布置,所述顶管为一侧开口的半管结构,顶管的开口扣合在浮力体的上表面;及刚性连接体,连接在相邻两顶管之间。上述的处治结构,采用对应的使用方法,可对新建公路和既有公路的高水位软基桥头路基的差异性沉降进行有效处治,解决因其产生的桥头跳车问



CN 110485230 B

1. 一种高水位软土桥头路基的施工方法,其特征在于,包括如下步骤:

S21. 在桥头段路堤土体的地下水位附近顶入圆管体,使圆管体沿道路的宽度方向水平贯通路堤,且圆管体沿道路的通行方向均匀间隔布置多个;

S22. 去除圆管体内的土体;

S23. 通过圆管体两侧中部管壁上预设的布管孔,向圆管体外侧的土体内打入刚性连接体,使相邻两个圆管体通过刚性连接体连接为一体;所述刚性连接体包括:注浆管,注浆管的管壁上开设有多个注浆孔;

S24. 去除圆管体的位于刚性连接体下方的管壁,使圆管体形成半管状拱形结构的顶管;

S25. 挖掘顶管下方的土体,在每一所述顶管的下方形成一个沿道路的宽度方向水平贯通的基坑;

S26. 向每一所述基坑中置入一个浮力体,使浮力体的上表面顶压在顶管和部分刚性连接体的下部;顶管的开口扣合在浮力体的上表面;

所述浮力体设置于地下水位以下的土体内,且为体积密度不大于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的不透水材质。

2. 根据权利要求1所述的高水位软土桥头路基的施工方法,其特征在于,步骤S23的施工方法包括:

通过圆管体上的布管孔向外侧土体内打入注浆管,使注浆管的另一端插入相邻圆管体上的布管孔内;

通过注浆管灌注砂浆,使砂浆通过注浆管管壁上的注浆孔渗入土体,砂浆固化形成固定连接圆管体、注浆管和土体的刚性连接体。

3. 根据权利要求2所述的高水位软土桥头路基的施工方法,其特征在于,

所述布管孔沿顶管的长度方向均匀间隔布置多个,所述注浆管的两端分别卡装于相邻两顶管的对应布管孔内。

4. 根据权利要求1所述的高水位软土桥头路基的施工方法,其特征在于,步骤S24的施工方法为:

破碎圆管体的位于刚性连接体下方的管壁;或者,

将圆管体设置为两个半管体拼装的结构,去除下部管壁时抽出下部的半管体。

5. 根据权利要求1所述的高水位软土桥头路基的施工方法,其特征在于,

所述浮力体为中空箱体结构。

## 一种高水位软土桥头路基的处治结构及施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程中深厚软基地层的防沉降处治技术领域,具体涉及一种高水位软土桥头路基的处治结构及施工方法。

### 背景技术

[0002] 深厚软基地区由于其土层通常具有:压缩性高、强度低、渗透性小、固结缓慢、且灵敏度高的特点,在此基础上修建公路时,如不对其下软土采取有效措施进行处治,在其上路堤荷载的作用下,软土层固结压缩,产生较大沉降,对后期运营影响安全与舒适影响较大。

[0003] 特别是在桥头路基段,由于桥梁桩基往往支承在其下的硬持力层上,故完工后不再产生沉降,而与桥梁相连的桥头路基段,受造价与技术、施工可行性等因素的影响,往往不能采取深入到深厚软基层的处治方案。这就导致公路完工运行一段时间后,桥头与路基段出现有较大差异沉降,为使得该差异不影响通行质量,现有处治方式中,通常是在桥梁和桥头路基之间设置一定长度的过渡段进行顺接过渡,从而缓解差异性沉降。

[0004] 然而,若软基厚度较大(厚度达到50~60m),地下水位较高,根据理论,其变形压缩层(附加应力小于等于自重应力的0.1倍的地层)较厚,设置桥头过渡段的处治方式难以在这种环境下实现,而常规的处治措施如:排水固结体+堆载预压、粉喷桩、高压旋喷桩、预应力管桩等,也不可能将变形压缩层全部进行处治,故而实际施工中往往仅能处理0.3~0.6倍压缩层厚度,加之施工质量的控制困难,竣工后仍然会产生较大的工后沉降量,导致严重的桥头跳车现象。

[0005] 因此,对于此类高水位软基桥头路基的防差异性沉降处治,现有处治措施均无法达到满意的效果。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提出一种高水位软土桥头路基的处治结构及施工方法,以有效处治高水位软基桥头路基的差异性沉降,解决因其产生的桥头跳车问题。

[0007] 为解决上述技术问题,一方面,本发明提出一种高水位软土桥头路基的处治结构,设置在桥头路基段路面结构层下方的土体内,其包括:

[0008] 浮力体,设置于地下水位以下的土体内,且为体积密度不大于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的不透水材质,所述浮力体沿道路的通行方向间隔布置有多个,每一浮力体沿道路的宽度方向水平设置;

[0009] 顶管,在每一所述浮力体的上部各设置一个,且与浮力体同向水平布置,所述顶管为一侧开口的半管结构,顶管的开口扣合在浮力体的上表面;及

[0010] 刚性连接体,连接在相邻两顶管之间。

[0011] 进一步地,所述浮力体为中空箱体结构。

[0012] 进一步地,所述刚性连接体包括:水平连接在相邻两所述顶管的开口下沿的注浆管和砂浆板,所述注浆管包覆在砂浆板中,注浆管的管壁上开设有多个注浆孔,注浆管沿顶

管的长度方向均匀间隔布置多个。

[0013] 进一步地,所述顶管的靠近开口的侧壁上开设有布管孔,所述布管孔沿顶管的长度方向均匀间隔布置多个,所述注浆管的两端分别卡装于相邻两顶管的对应布管孔内。

[0014] 另一方面,本发明提出一种高水位软土桥头路基的施工方法,适用于新建高水位软土桥头路基的处治,其采用前述的高水位软土桥头路基的处治结构,具体包括如下步骤:

[0015] S11.在桥头段的高水位软土地面开挖,开挖深度到土体的地下水位附近,并进一步挖掘基坑,基坑沿道路的宽度方向水平贯通,并沿道路的通行方向均匀间隔的挖掘多个;

[0016] S12.在每一基坑中对应埋设一浮力体;

[0017] S13.在每个浮力体的上方各放置一根顶管,顶管的下侧开口并扣合在浮力体的上表面;

[0018] S14.将相邻两顶管通过刚性连接体连接;

[0019] S15.回填开挖部分。

[0020] 进一步地,步骤S12的施工方法包括:

[0021] 在基坑中放置上端敞口的浮力箱;

[0022] 在浮力箱的上部浇筑或安装钢筋混凝土板,密封该浮力箱形成浮力体。

[0023] 进一步地,步骤S14的施工方法包括:

[0024] 在相邻两顶管的开口下沿之间连接刚性支撑件;

[0025] 在刚性支撑件外浇筑砂浆或混凝土,形成连接两相邻顶管的板状的刚性连接体。

[0026] 同时,本发明还提出另一种高水位软土桥头路基的施工方法,以针对既有通行公路的高水位软土桥头路基进行非开挖处治,采用前述的高水位软土桥头路基的处治结构,具体包括如下步骤:

[0027] S21.在桥头段路堤土体的地下水位附近顶入圆管体,使圆管体沿道路的宽度方向水平贯通路堤,且圆管体沿道路的通行方向均匀间隔布置多个;

[0028] S22.去除圆管体内的土体;

[0029] S23.通过圆管体两侧中部管壁上预设的布管孔,向圆管体外侧的土体内打入刚性连接体,使相邻两个圆管体通过刚性连接体连接为一体;

[0030] S24.去除圆管体的位于刚性连接体下方的管壁,使圆管体形成半管状拱形结构的顶管;

[0031] S25.挖掘顶管下方的土体,形成沿道路的宽度方向水平贯通的基坑;

[0032] S26.向基坑中置入浮力体,使浮力体的上表面顶压在顶管和部分刚性连接体的下部。

[0033] 进一步地,步骤S23的施工方法包括:

[0034] 通过圆管体上的布管孔向外侧土体内打入注浆管,使注浆管的另一端插入相邻圆管体上的布管孔内;

[0035] 通过注浆管灌注砂浆,使砂浆通过注浆管管壁上的注浆孔渗入土体,砂浆固化形成固定连接圆管体、注浆管和土体的刚性连接体。

[0036] 进一步地,步骤S24的施工方法为:

[0037] 破碎圆管体的位于刚性连接体下方的管壁;或者,

[0038] 将圆管体设置为两个半管体拼装的结构,去除下部管壁时抽出下部的半管体。

[0039] 与现有技术相比,本发明的有益效果有:

[0040] 本发明采用顶管+浮力体的组合结构,在高水位深厚软基桥头路基段进行施工;通过置入薄壁的顶管,将管腔中的路堤土置换,从而减轻路堤自重,且通过顶管的弧形顶面承受地层压力,受力均匀,地层受力的整体性更佳,同时可将顶管作为过水涵洞使用,排出软土中的水体,改善深厚软基的地质环境,且通过顶管提供的拱形空间,后期的养护和再施工更加方便;通过将两个顶管通过刚性连接体连接,形成一个整体,保证共同受力和同步沉降;通过下设的不透水轻质材料的浮力体进行填筑,一方面减轻地基层的自重,另一方面为在地下水作用下,浮力体受浮力,从而对路堤产生向上的作用力,消减下沉作用力;由此,路堤以及软土层上的地基自重有较大幅度的减轻,而作用在深厚软土层的下沉作用力又大幅度减小,由此达到控制高水位软基桥头路基差异性沉降的目的,从而有效解决因其产生的桥头跳车问题。

### 附图说明

[0041] 图1为本发明实施例沿道路通行方向的侧视结构示意图;

[0042] 图2为图1中A部的结构放大示意图;

[0043] 图3为图1沿B-B断面(即道路宽度方向)的剖视结构示意图;

[0044] 图4为图3中C部的结构放大示意图;

[0045] 附图标记:

[0046] 1-浮力体,11-浮力箱,12-盖板

[0047] 2-顶管,21-布管孔,

[0048] 3-刚性连接体,31-注浆管,32-砂浆板。

### 具体实施方式

[0049] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,因此只作为示例,而不能以此来限制本发明的保护范围。在本发明申请的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”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发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的部件或结构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发明的限制。

[0050] 如图1至图4所示,为解决高水位软土桥头路基的差异性沉降问题,本发明提出一种高水位软土桥头路基的处治结构,适宜在地下水位较高的深厚软基地区进行施工,具体设置在容易发生差异性沉降的桥头路基段路面结构层下方的土体内,其具体结构包括:浮力体1、顶管2和刚性连接体3。

[0051] 参见图1,浮力体1设置于地下水位以下土体内,且为体积密度不大于 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 的不透水材质,从而可以在高水位的软土环境中获得较大的向上浮力,用以对抗和消减软土环境下的下沉压力。参见图2,浮力体1最好是不透水轻质空心箱体结构,以便更加有效的减轻地基层的自重,并对路堤产生更大向上的作用力。

[0052] 参见图2,本实施例中的浮力体1,可具体设置为上端敞口的浮力箱11,并在浮力箱11上密封的盖设一个盖板12,以此形成空心箱体结构,从而最大限度的减小浮力体1的体积

密度,并且方便浮力体1的制作和施工。

[0053] 上述的浮力体1沿道路的通行方向间隔布置有多个,每一浮力体1沿道路的宽度方向水平设置,从而形成多个浮力提供点。

[0054] 如图1所示,顶管2在每一浮力体1的上部各设置一个,且与浮力体1同向水平布置;同时,顶管2为一侧开口的半管结构,且顶管2的开口扣合在浮力体1的上表面。以中空的顶管2将管腔中的路堤土置换,从而进一步减轻路堤自重,同时可将顶管2作为过水涵洞使用,排出软土中的水体,改善深厚软基的地质环境,且通过顶管2提供的拱形空间,后期的养护和再施工更加方便;且在后期盖覆土体之后,通过顶管2的弧形顶面承受地层压力,受力均匀,地层受力的整体性更佳。

[0055] 本实施例中,顶管2采用管径0.8m~1.5m,管壁厚度0.15m左右的薄壁钢筋混凝土管或者薄壁钢管,形成强度较高的薄壁管,可在满足强度要求的情况下,最大限度的减轻自重,并置换出更多的路堤土体,减轻路堤自重。

[0056] 同时,为方便刚性连接体3的布置,可在顶管2的靠近开口的侧壁上开设布管孔21,并将该布管孔21沿顶管2的长度方向均匀间隔布置多个。

[0057] 参见图1和图3,刚性连接体3连接在相邻两顶管2之间,以将各顶管2形成一个整体,保证共同受力和同步沉降。

[0058] 参见图3和图4,刚性连接体3的最佳形式为水平连接在顶管2开口下沿的板状结构,从而为周围的软基土体提供极佳的受力和结构稳定性。具体到本实施例而言,刚性连接体3包括:水平连接在相邻两顶管2的开口下沿的注浆管31和砂浆板32,注浆管31包覆在砂浆板32中,注浆管31的管壁上开设多个注浆孔,注浆管31沿顶管2的长度方向均匀间隔布置多个。具体实施时,可先将注浆管31的两端分别卡装于相邻两顶管2的对应布管孔21内,之后通过注浆管31浇筑砂浆,砂浆从注浆管31的注浆孔中深入到周边的松软的土体中,最后固结形成砂浆板32,砂浆板32以注浆管31为骨架,将相邻的顶管2固定连接为一体。

[0059] 当然,若是在开挖施工的环境下,刚性连接体3的施工可直接采用钢筋混凝土浇筑的形式,现在相邻两顶管2之间设置钢筋笼作为骨架,之后浇筑砂浆或者混凝土形成连接两顶管2的板状结构即可,结构稳固,施工方便。

[0060] 上述的处治结构在高水位深厚软基桥头路基段进行施工,采用顶管2加浮力体1的组合结构,并将相邻两个顶管2通过刚性连接体3连接,形成一个整体,保证共同受力和同步沉降;一方面通过顶管2和浮力体1减轻地层自重,另一方面利用高水位深厚软基地层的地下水提供的浮力,从而对路堤产生向上的作用力,消减下沉作用力;由此,路堤以及软土层上的地基自重有较大幅度的减轻,而作用在深厚软土层的下沉作用力又大幅度减小,由此达到控制高水位软基桥头路基差异性沉降的目的,从而有效解决因其产生的桥头跳车问题。

[0061] 上述的高水位软土桥头路基的处治结构,可适用于新建高水位软土桥头路基的处治,施工可操作性强,工艺简单,其具体施工方法,包括如下步骤:

[0062] S11.在桥头段的高水位软土地面开挖,开挖深度到土体的地下水位附近,并进一步挖掘基坑,基坑沿道路的宽度方向水平贯通,并沿道路的通行方向均匀间隔的挖掘多个,从而提供多个埋设浮力体1的空间;

[0063] S12.在每一基坑中对应埋设一个浮力体1;此步骤中所使用的浮力体1,优选采用

浮力箱11加盖板12的结构,施工时需先在基坑中放置上端敞口的浮力箱11,再在浮力箱11的上部浇筑或安装钢筋混凝土板,密封该浮力箱11形成轻质、中空、且不透水的浮力体1;

[0064] S13.在每个浮力体1的上方各放置一根顶管2,顶管2的下侧开口并扣合在浮力体1的上表面;

[0065] S14.将相邻两顶管2通过刚性连接体3连接;刚性连接体3的现场施工,可先在相邻两顶管2的开口下沿之间连接刚性支撑件,该刚性支撑件可以是常用的钢筋笼,也可以直接采用前述处治结构中的注浆管31,将注浆管31分别与一侧的顶管2连接,之后浇筑砂浆或者混凝土形成连接两顶管2的板状结构即可;

[0066] S15.在开挖部分内填筑路堤填料,形成严实度满足要求且与路堤高度匹配的路基。

[0067] 至此,便完成了新建公路环境下的高水位软土桥头路基处治,之后如常规公路施工一样,在路基上表面铺设路面结构层,顺接桥头和路面即可。

[0068] 同时,前述的高水位软土桥头路基的处治结构,同样非常适合对既有通行公路的高水位软土桥头路基进行非开挖处治,在不阻断交通的情况下完成路基处治,解决桥头跳车问题,具体施工方法如下:

[0069] S21.在桥头段路堤土体的地下水位附近顶入圆管体,使圆管体沿道路的宽度方向水平贯通路堤,且圆管体沿道路的通行方向均匀间隔布置多个;此处需要说明的是,因处在高水位软基土层的环境之下,公路因施工时的人工填筑路堤,以及在运营后经长时间的碾压,路堤土体出现了明显的严实度区别,即如图1中所示的,地下水位以上的土体较为严实,这一情况与前述新建高水位软土桥头路基的处治施工时,步骤S15的人工填筑路堤填料压实形成的路堤较为相似,当然也可能是车辆运行碾压而自然形成的,但本领域的技术人员习惯性的统一称这一部分的土体为路堤填土,而地下水位以下的土体,因水含量较高,土体软化仍然保持松软土质的缘故,称其为软土层;

[0070] 此步骤中,圆管体的具体顶入方式,采用基建施工中常用的压力顶进、夯管锤锤进等方式均可;且此处使用的圆管体,可以是完整的薄壁钢筋混凝土管,此类完整的管体其两侧中部管壁上预设的布管孔21,且布管孔21沿管体的长度方向均匀间隔布置多个;圆管体也可以是两个半管结构拼装而成的组合管,顶入时两个半管呈上下位置排布,管体上同样设置布管孔21,布管孔21具体开设在上方的半管体上,且位置靠近该半管体的下沿开口,并同样沿半管的长度方向均匀间隔布置多个;

[0071] S22.去除圆管体内的土体;

[0072] S23.通过圆管体两侧中部管壁上预设的布管孔21,向圆管体外侧的土体内打入刚性连接体3,使相邻两个圆管体通过刚性连接体3连接为一体;现场施工时,优选采用如下方法:先通过圆管体上的布管孔21向外侧土体内打入注浆管31,使注浆管31的另一端插入相邻圆管体上的布管孔21内,再通过注浆管31灌注砂浆,使砂浆通过注浆管31管壁上的注浆孔渗入土体,尤其是向软土层中渗入更多,多根注浆管31周围的砂浆连成一片形成平铺状,砂浆固化形成固定连接圆管体、注浆管31和土体的刚性连接体3;

[0073] S24.去除圆管体的位于刚性连接体3下方的管壁,使圆管体形成半管状拱形结构的顶管2;此步骤中,若步骤S21中采用的是完整的薄壁钢筋混凝土管,则破碎圆管体的位于刚性连接体3下方的管壁,形成半管状的顶管2即可;若步骤S21中采用的是两个半管结构拼

装而成的组合管,则抽出下部的半管体,以上部的半管体作为顶管2即可;

[0074] S25.挖掘顶管2下方的土体(具体为图1中所示的软土层),形成沿道路的宽度方向水平贯通的基坑,基坑的尺寸应与浮力体1的大小相适应;

[0075] S26.向基坑中置入浮力体1,使浮力体1的上表面顶压在顶管2和部分刚性连接体3的下部。

[0076] 需要说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

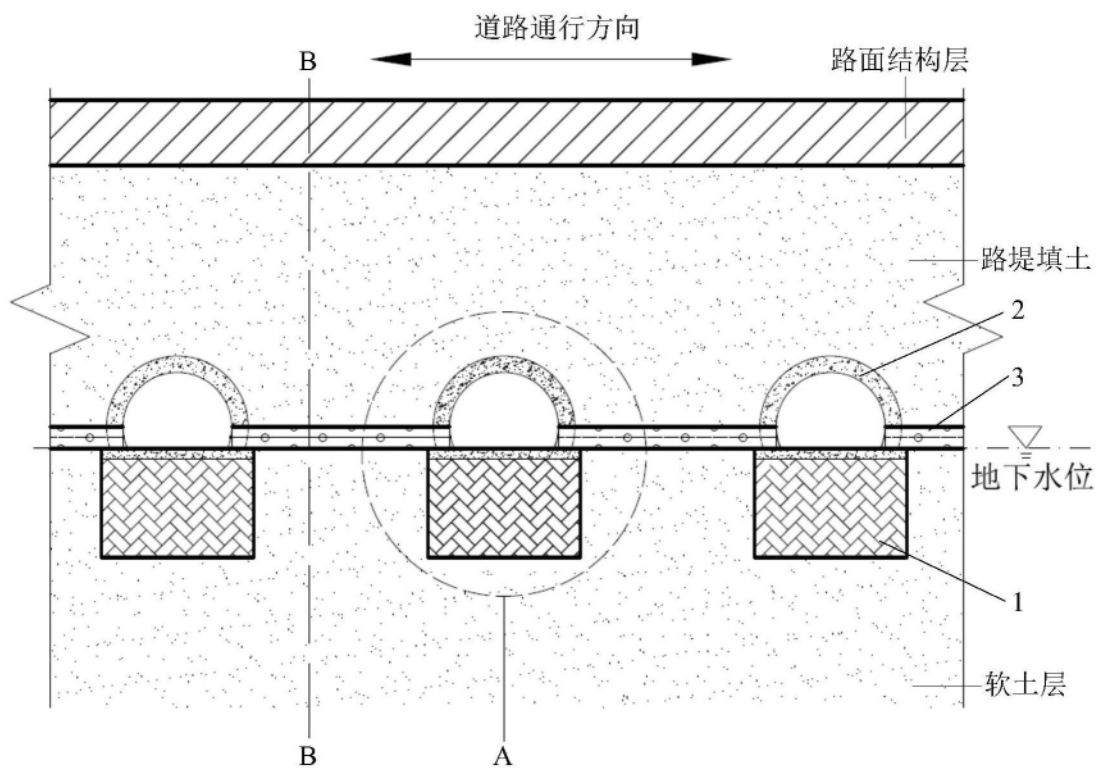


图1

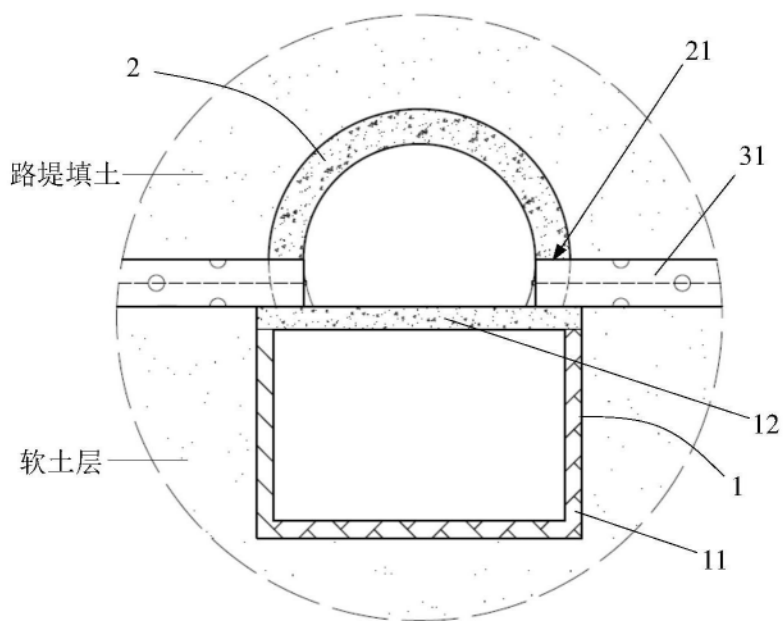


图2

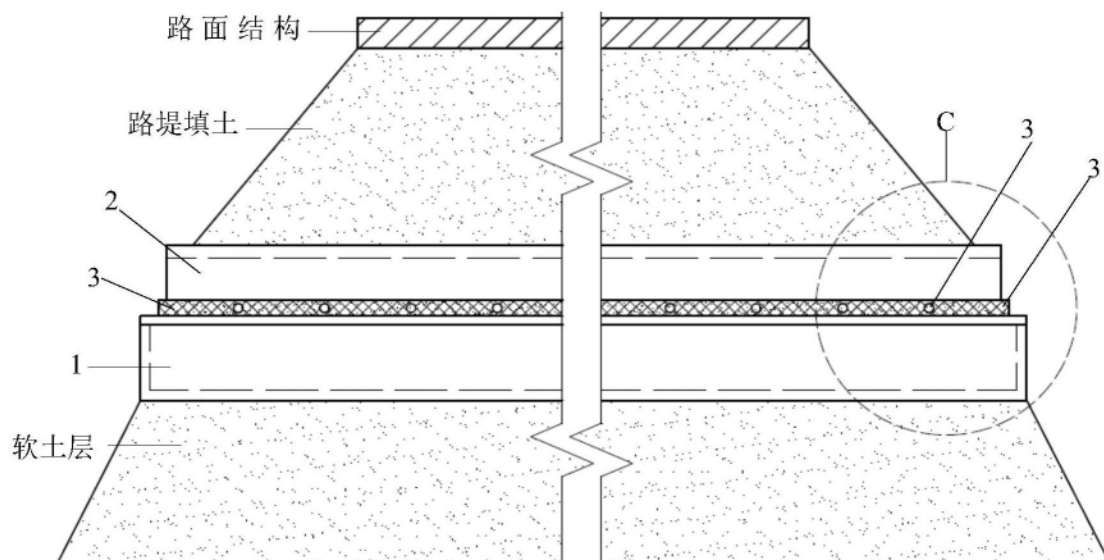


图3

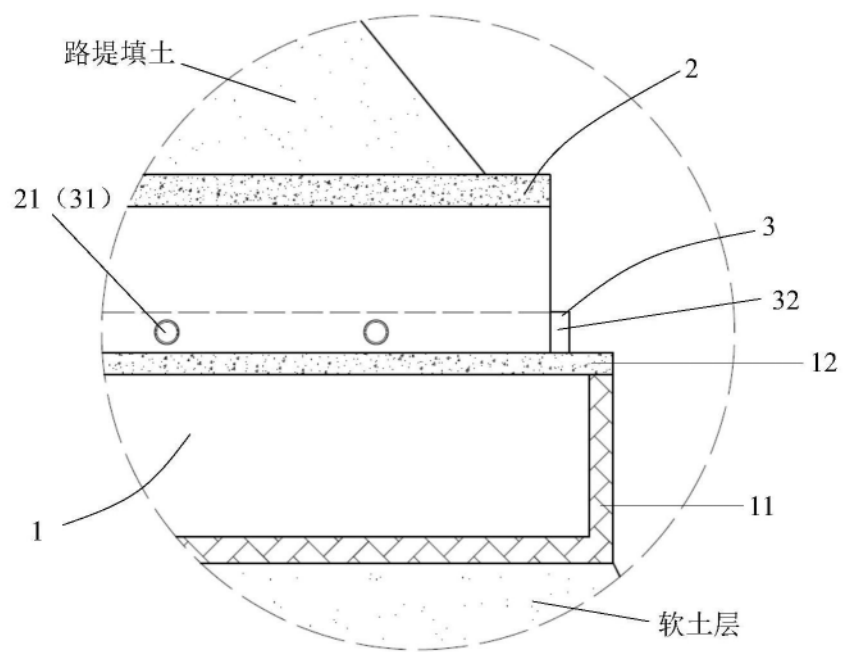


图4