



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108677637 A

(43)申请公布日 2018. 10. 19

(21)申请号 201810401176.6

(22)申请日 2018.04.28

(71)申请人 中交三航局第三工程有限公司

地址 210011 江苏省南京市鼓楼区江北路3
号1402室

申请人 河海大学

中交第三航务工程局有限公司南京
分公司

(72)发明人 蒋建荣 刘鑫 第五龙 洪宝宁
许欣 盛柯

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206

代理人 周蔚然

(51)Int.Cl.

E01C 3/00(2006.01)

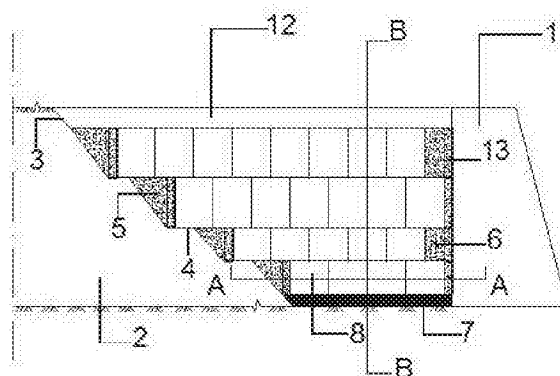
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法

(57)摘要

本发明公开了一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法,包括以下步骤:1、确定路基不同部位所需混凝土管节的高度和横截面内外缘尺寸;2、对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡;3、在第一层上设置垫层;4、绑扎管节,设置圈梁、侧向挡板;5、浇筑轻质土;6、交错设置相同外缘尺寸的第二层管节;7、在第二层浇筑轻质土;8、重复以上步骤,直至达到预定轻质土填筑高度,并在其上铺设防渗土工布、设置排水系统和路面结构层。本发明的填筑方法符合装配式建筑理念,预制混凝土管节同时兼有加筋网和建筑模板的作用,不仅施工快捷,而且可以通过调整管节自身尺寸来满足路基不同部位对强度的要求;路基的整体性强,提高了路基的承载力。



1. 一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法,该方法适用于包括台背填筑在内的路基填筑,其特征在于:所述预制混凝土管节横截面外缘尺寸统一,内缘尺寸及管节高度随管节在路基中所埋设的位置及所受荷载强度进行调节;所述非轻质土路基两侧边坡坡度为 $1:x$, x 取 $1\sim 2$,以台背填筑为例,所述台背位于结构物与非轻质土路基之间,所述填筑方法包括以下步骤:

步骤一、根据轻质土需要填筑的高度 H 和混凝土管节在路基中所埋设的位置及所受荷载强度来确定由下至上第 i 层预制混凝土管节的高度 h_i 外缘半径 r_0 和第 i 层混凝土管节由路基两侧向路基中心第 j 列管节的内缘半径 r_{ij} ;

步骤二、再根据预制混凝土管节的高度和外缘半径对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡,形成多个坡度为 $1:1\sim 1:1.3$ 的斜坡,每级斜坡之间形成一个平台,由下至上第一阶平台高度为 $H_1=h_1+d$, $0.2m\leq d\leq 0.4m$;第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第 n 阶平台高度为 $H_2=h_2$, $H_3=h_3,\dots,H_n=h_n$,平台宽度为 $b=(2y+1)r_0$, $0\leq y\leq 2$ 且 y 为整数, r_0 为混凝土管节外缘半径;

步骤三、在开挖至最底层后,在底层铺设厚度为 d ($0.2m\leq d\leq 0.4m$)的垫层,垫层可使用 $1cm\sim 3cm$ 粒径的碎石;

步骤四、在底层非轻质土路基横向两个坡脚线向路基中心线内平移($H_1x+0.2$)米处,在非轻质土路基底层斜坡与结构物之间的垫层上设置第一层竖立的预制混凝土管节,相邻的两个管节之间用钢筋或其他土工材料绑扎固定,呈矩形紧密排列,在矩形外设置高度为 h_1 ,宽度为 $0.2m$ 的圈梁,圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处,靠近结构物的一边固定在结构物上;在非轻质土路基底层斜坡和圈梁之间设置侧向挡板围合形成填筑区域;

步骤五、在第一层混凝土管管腔和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域内填充轻质土;

步骤六、在第一层预制混凝土管节布置边线向路基中心线内平移 H_2x 米处,在非轻质土路基斜坡和结构物之间于第一层预制混凝土管节上交错设置第二层竖立的预制混凝土管节,相邻管节绑扎固定后依然呈紧密的矩形;在矩形外设置第二层高度为 h_2 ,宽度为 $0.2m$ 的圈梁,圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处,并且在圈梁与第二层斜坡之间设置侧向挡板形成填筑区域;圈梁靠近结构物的一边固定在结构物上,并与混凝土管节形成填筑区域;

步骤七、在第二层混凝土管管腔和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域及由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域内填充轻质土;

步骤八、以此类推填筑第三层至第 n 层台背填筑区域,第 n 层台背填筑区域达到轻质土预定填充高度,在第 n 层对管壁之间的空腔需随本层其他区域一块填筑;在第 n 层填筑轻质土上方铺设防渗土工布、设置排水系统和路面结构层,最后在侧向挡板和圈梁形成的台阶上覆盖土壤,形成与非轻质土路基两侧边坡坡度一致的边坡,并播种植被。

2. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法,其特征在于,所述步骤四和步骤六中由下至上第 i 层预制混凝土管节的高度 h_i 、横截面外缘半径 r_0 和第 i 层混凝土管节由路基两侧向路基中心第 j 列管节的内缘半径 r_{ij} ,可根据轻质土需要填筑的高度 H 和混凝土管节在路基中所埋设的位置以及所受荷载强度来确定,其中外缘半径 r_0 尺寸统一且 $r_0-r_{ij}\geq 0.1m$;内缘半径 r_{ij} 根据管节所受荷载强度加以调节,表现为所受荷载强度越大,内缘半径 r_{ij} 越小,具体为 $0.5m\leq r_{1j}\leq r_{2j}\leq\dots\leq r_{ij}\leq\dots\leq r_{nj}\leq 1.0m$, $0.5m\leq$

$r_{im} \leq \dots \leq r_{ij} \leq \dots \leq r_{i2} \leq r_{i1} \leq 1.0\text{m}$; 同一层的管节高度 h_i 统一, 不同层的管节高度根据管节所受荷载强度进行调节, 具体表现为 $0.5\text{m} \leq h_1 \leq h_2 \leq \dots \leq h_i \leq \dots \leq h_n \leq 1.5\text{m}$, 其中 i 为从下至上的第 i 层混凝土管节, 到达轻质土预定填筑高度的为第 n 层; j 为从路基两侧向路基中心的第 j 列管节, 路基中心的为第 m 列管节。

3. 根据权利要求2所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 混凝土管节尺寸的调节是根据管节在路基中埋设的位置以及管节所承受的荷载强度来进行调节。

4. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 所述步骤六中相邻混凝土管节绑扎固定, 其绑扎方法为用钢绞线或其他高强度土工材料穿过相邻两个管节的空腔, 将两个管节绑扎固定, 绑扎接头设置在管节的空腔内。

5. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 根据预制混凝土管节的高度 h_i 和外缘半径 r_0 , 对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡, 形成多个坡度为 $1:1 \sim 1:1.3$ 的斜坡, 每级斜坡之间形成一个平台, 由下至上第一阶平台高度为 $H_1 = h_1 + d$, $0.2\text{m} \leq d \leq 0.4\text{m}$; 第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第 n 阶平台高度为 $H_2 = h_2, H_3 = h_3, \dots, H_n = h_n$, 平台宽度为 $b = (2y+1)r_0$, $0 \leq y \leq 2$ 且 y 为整数。

6. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 所述步骤四和步骤六中由混凝土管节紧密设置形成的矩形长度不得超过 200m , 若超过 200m 则可设置成若干个间隔为 $0.4 \sim 0.45\text{m}$, 长度为 $90 \sim 110\text{m}$ 的矩形, 每个矩形外分别设置圈梁, 所述圈梁为由两块钢模板围合形成的矩形槽, 其高度为 h_i , 宽度为 0.2m , 在靠近结构物或相邻圈梁的一边设有开孔, 可通过螺栓连接或焊接方式将圈梁固定在结构物或相邻圈梁上, 圈梁内可填筑轻质土, 圈梁与结构物或相邻圈梁之间的缝隙可用沥青或水泥砂浆填补。

7. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 所述步骤六中于第一层预制混凝土管节上交错设置第二层预制混凝土管节, 是指将第二层的混凝土管节设置在第一层外壁相靠的四个混凝土管节所形成的空腔之上, 由此, 第二层除去圈梁、斜坡、侧向挡板所形成的填筑区域外, 还有圈梁与混凝土管节形成的填筑区域, 以此类推交错设置第三层至第 n 层混凝土管节, 每层混凝土管节皆呈紧密布置的矩形。

8. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 每层只填筑该层的混凝土管管腔、圈梁和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域或由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域, 而由外壁相靠的四个混凝土管节所形成的空腔则与上层的混凝土管管腔相通, 随上层混凝土管管腔一起填筑, 相靠的混凝土外壁之间的缝隙用沥青或水泥砂浆填补。

9. 根据权利要求1所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法, 其特征在于, 填筑轻质土时, 圈梁和混凝土管节兼顾了加筋网和建筑模板的作用, 轻质土内无需加筋, 除了填筑区域外, 无需布置侧向挡板。

一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法

技术领域

[0001] 本发明是属于建筑工程领域,具体涉及一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法。

背景技术

[0002] 随着国民经济的迅猛发展,从城市到山区,沿海到内陆,高速公路、城市快速路等交通方式得到了广泛建设,而路基工后沉降较大、路面沉降不均匀、高边坡路基开裂崩塌、桥头跳车等问题严重影响行车的安全性和舒适感。路基填筑传统上是通过路基的地基处理和严格的土方回填来处理,然而由于土源运距远,土体自重大且稳定性较差,当前路基填筑效果并不理想。轻质土重度小,强度高,施工方便等优势,能很好的解决路基填筑的土源紧张、工程造价大、工后沉降大等问题,越来越受到人们的关注。然而在实际应用中,轻质土填筑整层填筑一般每层填筑厚度要求小于1m,且需要布置建筑模板,施工进度慢,整体性较差;轻质土加筋多采用横向钢筋或铺设钢筋网,代价高、易生锈,整体性不强,如荷载作用时,易产生脱空,且加筋轻质土路基因内部钢筋的影响,无法采用雷达对其无损检测。

发明内容

[0003] 为解决上述问题,本发明公开了一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法,可以达到轻质土路基无筋、施工高效快捷的目的,有效提高轻质土路基的整体性、稳定性和承载力。

[0004] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0005] 一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法,该方法适用于包括台背填筑在内的路基填筑,其特征在于:所述预制混凝土管节横截面外缘尺寸统一,内缘尺寸及管节高度随管节在路基中所埋设的位置及所受荷载强进行调节;所述非轻质土路基两侧边坡坡度为1:x,x取1~2,以台背填筑为例,所述台背位于结构物与非轻质土路基之间,所述填筑方法包括以下步骤:

[0006] 步骤一、根据轻质土需要填筑的高度H和混凝土管节在路基中所埋设的位置及所受荷载强度来确定由下至上第i层预制混凝土管节的高度 h_i 、横截面外缘半径 r_0 和第i层混凝土管节由路基两侧向路基中间第j列管节的内缘半径 r_{ij} ;

[0007] 步骤二、再根据预制混凝土管节的高度和外缘半径对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡,形成多个坡度为1:1~1:1.3的斜坡,每级斜坡之间形成一个平台,由下至上第一阶平台高度为 $H_1=h_1+d$, $0.2m \leq d \leq 0.4m$;第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第n阶平台高度为 $H_2=h_2, H_3=h_3, \dots, H_n=h_n$,平台宽度为 $b=(2y+1)r_0$, $0 \leq y \leq 2$ 且y为整数, r_0 为混凝土管节外缘半径;

[0008] 步骤三、在开挖至最底层后,在底层铺设厚度为d($0.2m \leq d \leq 0.4m$)的垫层,垫层可使用1cm~3cm粒径的碎石;

[0009] 步骤四、在底层非轻质土路基横向两个坡脚线向路基中心线内平移($H_1x+0.2$)米

处,在非轻质土路基底层斜坡与结构物之间的垫层上设置第一层竖立的预制混凝土管节,相邻的两个管节之间用钢筋或其他土工材料绑扎固定,呈矩形紧密排列,在矩形外设置高度为 h_1 ,宽度为0.2m的圈梁,圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处,靠近结构物的一边固定在结构物上;在非轻质土路基底层斜坡和圈梁之间设置侧向挡板围合形成填筑区域;

[0010] 步骤五、在第一层混凝土管管腔和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域内填充轻质土;

[0011] 步骤六、在第一层预制混凝土管节布置边线向路基中心线内平移 h_0x 米处,在非轻质土路基斜坡和结构物之间于第一层预制混凝土管节上交错设置第二层竖立的预制混凝土管节,相邻管节绑扎固定后依然呈紧密的矩形,在矩形外设置第二层高度为 h_2 ,宽度为0.2m的圈梁,圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处,并且在圈梁与第二层斜坡之间设置侧向挡板形成填筑区域;圈梁靠近结构物的一边固定在结构物上,并与混凝土管节形成填筑区域;

[0012] 步骤七、在第二层混凝土管管腔和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域及由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域内填充轻质土;

[0013] 步骤八、以此类推填筑第三层至第 n 层台背填筑区域,第 n 层台背填筑区域达到轻质土预定填充高度,在第 n 层对管壁之间的空腔需随本层其他区域一块填筑;在第 n 层填筑轻质土上方铺设防渗土工布、设置排水系统和路面结构层,最后在侧向挡板和圈梁形成的台阶上覆盖土壤,形成与非轻质土路基两侧边坡坡度一致的边坡,并播种植被。

[0014] 作为本发明的一种优选技术方案,因侧向挡板一般为矩形,非轻质土路基分级削坡出现斜坡,侧向挡板与非轻质土路基斜坡相交处出现空隙,应在斜坡路基土中人工开挖卡槽,以便于侧向挡板埋置于非轻质土路基之中,从而合围成密封填筑区域。

[0015] 作为本发明的一种优选技术方案,在层数序号为偶数的填筑层,呈矩形分布的混凝土管节外壁与靠近结构物一边的圈梁的距离最近为 r ,此层除了有圈梁与斜坡、侧向挡板形成的填筑区域外,还有圈梁与混凝土管节形成的填筑区域。

[0016] 作为本发明的一种优选技术方案,所述步骤四和步骤六中预制混凝土管节的尺寸根据轻质土需要填筑的高度 H 和混凝土管节在路基中所埋设的位置以及所受荷载强度来确定,其中外缘半径 r_0 尺寸统一且 $r_0-r_{ij} \geq 0.1m$;内缘半径 r_{ij} 根据管节所受荷载强度加以调节,表现为所受荷载强度越大,内缘半径 r_{ij} 越小,具体为 $0.5m \leq r_{1j} \leq r_{2j} \dots \dots \leq r_{ij} \leq \dots \dots \leq r_{nj} \leq 1.0m$, $0.5m \leq r_{im} \leq \dots \dots \leq r_{ij} \leq \dots \dots \leq r_{i2} \leq r_{i1} \leq 1.0m$;同一层的管节高度 h_i 统一,不同层的管节高度根据管节所受荷载强度进行调节,具体表现为 $0.5m \leq h_1 \leq h_2 \leq \dots \dots \leq h_i \leq \dots \dots \leq h_n \leq 1.5m$ 。其中 i 为从下至上的第 i 层混凝土管节,到达轻质土预定填筑高度的为第 n 层; j 为从路基两侧向路基中心的第 j 列管节,路基中心的为第 m 列管节。

[0017] 作为本发明的一种优选技术方案,所述步骤六中相邻混凝土管节绑扎固定,其绑扎方法为用钢绞线或其他高强度土工材料穿过相邻两个管节的空腔,将两个管节绑扎固定,绑扎接头设置在管节的空腔内。

[0018] 作为本发明的一种优选技术方案,所述步骤二中非轻质土路基纵向开挖和放坡的做法需要根据预制混凝土管节的高度 h_i 和外缘半径 r_0 对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡,形成多个坡度为 $1:1 \sim 1:1.3$ 的斜坡,每级斜坡之间形成一个平台,由下至上第一阶平台高度为 $H_1 = h_1 + d$, $0.2m \leq d \leq 0.4m$;第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第 n 阶平台高度

为 $H_2=h_2, H_3=h_3, \dots, H_n=h_n$, 平台宽度为 $b=(2y+1)r_0, 0 \leq y \leq 2$ 且 y 为整数。

[0019] 作为本发明的一种优选技术方案,所述圈梁为由两块钢模板围合形成的矩形槽,其高度为 h_i ,宽度为0.2m,在靠近结构物或相邻圈梁的一边设有开孔,可通过螺栓连接或焊接等方式将圈梁固定在结构物或相邻圈梁上。圈梁内可填筑轻质土,圈梁与结构物或相邻圈梁之间的缝隙可用沥青或水泥砂浆填补。

[0020] 作为本发明的一种优选技术方案,所述步骤六中于第一层预制混凝土管节上交错设置第二层预制混凝土管节,是指将第二层的混凝土管节设置在第一层外壁相靠的四个混凝土管节所形成的空腔之上,由此,第二层除去圈梁、斜坡、侧向挡板所形成的填筑区域外,还有圈梁与混凝土管节形成的填筑区域。以此类推交错设置第三层至第 n 层混凝土管节,每层混凝土管节皆呈紧密布置的矩形,矩形长度不得超过200m,若超过200m则可设置成若干个间隔为0.4~0.45m,长度为90~110m的矩形,每个矩形外分别设置圈梁。

[0021] 填筑轻质土时,每层只填筑该层的混凝土管管腔、圈梁和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域或由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域。而由外壁相靠的四个混凝土管节所形成的空腔则与上层的混凝土管管腔相通,随上层混凝土管管腔一起填筑,相靠的混凝土外壁之间的缝隙用沥青或水泥砂浆填补。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] 1、无筋填筑施工:预制混凝土管管腔和由混凝土管节、斜坡、圈梁、侧向挡板等合围填充区域均采用轻质土填筑,轻质土强度仅由不同的水泥、水和气泡的配合比调节,无需掺合剂,且在路基施工过程无加筋,单一材质的混凝土管节与其管腔内和合围填充区域内的轻质土共同作用,增强了路基承载力;

[0024] 2、提高路基整体性:每层预制混凝土管节的绑扎固定和圈梁的设置有效限制了管节的竖向错动和横向位移,使每层填筑区域整体性加强;混凝土管节的交错放置和轻质土的分区填筑使上层填筑的轻质土嵌入到下层管壁相靠形成的空腔之中,并对下层混凝土管节起到胶结作用,提高了高大台背轻质土路基和高边坡路基的承载力与稳定性;

[0025] 3、强度适应性强:混凝土管节可通过调整其管节高度及管壁厚度(横截面外缘半径和内缘半径)来调节其承载能力,以适应不同埋设位置对强度的要求,同时也可避免不必要的材料浪费;

[0026] 4、无损检测:避免使用钢筋网等加筋材料,不仅节约造价,且利于后期采用雷达等无损检测技术检测工程质量。5、加快施工进度。本发明的填筑方法符合装配式建筑理念,预制混凝土管节兼顾了加筋网和建筑模板的作用,除了填筑区域外,无需布置侧向挡板,各分块区域分别凝固,施工无间隙期,有效加快施工进度。

附图说明

[0027] 图1为本发明路基填筑纵断面图,沿路基延伸方向为纵向;

[0028] 图2为本发明路基水平剖面图,即图1中的A-A剖面图;

[0029] 图3为本发明路基横向剖面图,即图1中的B-B剖面图;

[0030] 图4为本发明路基填筑连续两层各分块区域对比图;

[0031] 图5为本发明路基分层填筑横断面示意图。

[0032] 附图标记列表:

[0033] 1、结构物；2、非轻质土路基；3、斜坡；4、平台；5、预制混凝土管节、斜坡与侧向挡板形成的填筑区域；6、预制混凝土管节、斜坡与侧向挡板形成的填筑区域；7、垫层；8、竖立的预制混凝土管节；9、预制混凝土管管腔；10、四个相靠混凝土管节形成的空腔；11、侧向挡板；12、防渗土工布、设置排水系统和路面结构层；13、圈梁。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施方式，进一步阐明本发明，应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。需要说明的是，下面描述中使用的词语“前”、“后”、“左”、“右”、“上”和“下”指的是附图中的方向，词语“内”和“外”分别指的是朝向或远离特定部件几何中心的方向。

[0035] 如图所示，本发明所述的一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法，涉及：1、结构物；2、非轻质土路基；3、斜坡；4、平台；5、预制混凝土管节、斜坡与侧向挡板形成的填筑区域；6、预制混凝土管节、斜坡与侧向挡板形成的填筑区域；7、垫层；8、竖立的预制混凝土管节；9、预制混凝土管管腔；10、四个相靠混凝土管节形成的空腔；11、侧向挡板；12、防渗土工布、设置排水系统和路面结构层；13、圈梁。

[0036] 本发明中所述的侧向挡板11为预制混凝土板；本发明中以沿路基延伸方向为纵向，以垂直于路基延伸方向为横向；预制混凝土管节竖立放置。

[0037] 一种预制混凝土管节加筋轻质土的路基填筑方法，该方法适用于包括台背填筑在内的路基填筑，所述预制混凝土管节横截面外缘尺寸统一，内缘尺寸及管节高度随管节在路基中所埋设位置及所受荷载强度要求进行调节；所述非轻质土路基两侧边坡坡度为1:x，x取1~2。以台背填筑为例，所述填筑方法包括以下步骤：

[0038] 步骤一、根据轻质土需要填筑的高度H和混凝土管节在路基中所埋设位置及所受荷载强度要求来确定由下至上第i层预制混凝土管节的高度 h_i 外缘半径 r_0 和第i层混凝土管节由路基两侧向路基中间第j列管节的内缘半径 r_{ij} ；

[0039] 步骤二、再根据预制混凝土管节的高度和外缘半径对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡，形成多个坡度为1:1~1:1.3的斜坡3，每级斜坡之间形成一个平台4，由下至上第一阶平台高度为 $H_1 = h_1 + d$ ， $0.2\text{m} \leq d \leq 0.4\text{m}$ ；第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第n阶平台高度为 $H_2 = h_2$ ， $H_3 = h_3$ ，……， $H_n = h_n$ ，平台宽度为 $b = (2y+1)r_0$ ， $0 \leq y \leq 2$ 且y为整数， r_0 为混凝土管节外缘半径；

[0040] 步骤三、在开挖至最底层后，在底层铺设厚度为d ($0.2\text{m} \leq d \leq 0.4\text{m}$) 的垫层7，垫层可使用1cm~3cm粒径的碎石；

[0041] 步骤四、在底层非轻质土路基横向两个坡脚线向路基中心线内平移($H_1 x + 0.2$)米处，在非轻质土路基底层斜坡与结构物之间的垫层上设置第一层竖立的预制混凝土管节8，相邻的两个管节之间用钢筋或其他土工材料绑扎固定，呈矩形紧密排列，在矩形外设置高度为 h_1 ，宽度为0.2m的圈梁13，圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处，靠近结构物的一边固定在结构物上。在非轻质土路基底层斜坡和圈梁之间设置侧向挡板11围合形成填筑区域5；

[0042] 步骤五、在第一层混凝土管管腔9和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域5内填充轻质土；

[0043] 步骤六、在第一层预制混凝土管节布置边线向路基中心线内平移 h_0x 米处,在非轻质土路基斜坡和结构物之间于第一层预制混凝土管节上交错设置第二层竖立的预制混凝土管节8,相邻管节绑扎固定后依然呈紧密的矩形,在矩形外设置第二层高度为 h_2 ,宽度为0.2m的圈梁13,圈梁靠近斜坡的一边设置在斜坡坡脚处,并且在圈梁与第二层斜坡之间设置侧向挡板形成填筑区域5;圈梁靠近结构物的一边固定在结构物上,并与混凝土管节形成填筑区域6;

[0044] 步骤七、在第二层混凝土管管腔9和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域5及由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域6内填充轻质土;

[0045] 步骤八、以此类推填筑第三层至第 n 层台背填筑区域,第 n 层台背填筑区域达到轻质土预定填充高度,在第 n 层对管壁之间的空腔10需随本层其他区域一块填筑;在第 n 层填筑轻质土上方铺设防渗土工布、设置排水系统和路面结构层12,最后在侧向挡板和圈梁形成的台阶上覆盖土壤,形成与非轻质土路基两侧边坡坡度一致的边坡,并播种植被。

[0046] 本发明所述预制混凝土管节为两端开口的预制混凝土空心管,其尺寸根据轻质土需要填筑的高度 H 和混凝土管节在路基中所埋设的位置以及所受荷载强度来确定,其中外缘半径 r_0 尺寸统一且 $r_0-r_{ij} \geq 0.1m$;内缘半径 r_{ij} 根据管节所受荷载强度加以调节,表现为所受荷载强度越大,内缘半径 r_{ij} 越小,具体为 $0.5m \leq r_{1j} \leq r_{2j} \leq \dots \leq r_{ij} \leq \dots \leq r_{nj} \leq 1.0m$, $0.5m \leq r_{im} \leq \dots \leq r_{ij} \leq \dots \leq r_{i2} \leq r_{i1} \leq 1.0m$;同一层的管节高度 h_i 统一,不同层的管节高度根据管节所受荷载强度进行调节,具体表现为 $0.5m \leq h_1 \leq h_2 \leq \dots \leq h_i \leq \dots \leq h_n \leq 1.5m$ 。其中 i 为从下至上的第 i 层混凝土管节,到达轻质土预定填筑高度的为第 n 层; j 为从路基两侧向路基中心的第 j 列管节,路基中心的为第 m 列管节。

[0047] 本发明所述圈梁为由两块钢模板围合形成的矩形槽,其高度为 h_i ,宽度为0.2m,在靠近结构物或相邻圈梁的一边设有开孔,可通过螺栓连接或焊接等方式将圈梁固定在结构物或相邻圈梁上,圈梁内可填筑轻质土,圈梁与结构物或相邻圈梁之间的缝隙可用沥青或水泥砂浆填补。

[0048] 本发明所述相邻混凝土管节绑扎固定,其绑扎方法为用钢绞线或其他高强度土工材料穿过相邻两个管节的空腔,将两个管节绑扎固定,绑扎接头设置在管节的空腔内。

[0049] 本发明所述非轻质土路基纵向开挖和放坡的做法需要根据预制混凝土管节的高度 h_i 和外缘半径 r_0 对非轻质土路基纵向进行台阶式开挖和放坡,形成多个坡度为1:1~1:1.3的斜坡,每级斜坡之间形成一个平台,由下至上第一阶平台高度为 $H_1=h_1+d$, $0.2m \leq d \leq 0.4m$;第二阶至达到轻质土预定填筑高度的第 n 阶平台高度为 $H_2=h_2$, $H_3=h_3, \dots, H_n=h_n$,平台宽度为 $b=(2y+1)r_0$, $0 \leq y \leq 2$ 且 y 为整数。

[0050] 如图1和图4,本发明所述第一层预制混凝土管节上交错设置第二层预制混凝土管节,是指将第二层的混凝土管节设置在第一层外壁相靠的四个混凝土管节所形成的空腔10之上,由此,第二层除去圈梁、斜坡、侧向挡板所形成的填筑区域5外,还有圈梁与混凝土管节形成的填筑区域6,以此类推交错设置第三层至第 n 层混凝土管节,每层混凝土管节皆呈紧密布置的矩形,矩形长度不得超过200m,若超过200m则可设置成若干个间隔为0.4~0.45m,长度为90~110m的矩形,每个矩形外分别设置圈梁。

[0051] 如图4和图5,填筑轻质土时,每层只填筑该层的混凝土管管腔9、圈梁13和由圈梁、斜坡、侧向挡板围成的填筑区域5或由圈梁、混凝土管节围成的填筑区域6,而由外壁相靠的

四个混凝土管节所形成的空腔10则与上层的混凝土管管腔9相通,随上层混凝土管管腔一起填筑,相靠的混凝土外壁之间的缝隙用沥青或水泥砂浆填补。

[0052] 实施例

[0053] 以路基填筑中的台背填筑为例,在本实施例中,轻质土预定填筑高度为H,所述非轻质土路基两侧边坡坡度为1:x,x取1~2;所述预制混凝土管节横截面外缘尺寸统一,内缘尺寸及管节高度随管节在路基中所埋设位置及所受荷载强度要求进行调节;预制混凝土管节的抗压强度为 f_c ,非轻质土路基纵向台阶式开挖放坡坡度为1:1~1:1.3,由平台宽度 $b=(2y+1)r_0$, $0 \leq y \leq 2$ 且y为整数, r_0 为混凝土管节半径。

[0054] 垫层采用粒径为1~3cm的碎石。预制混凝土管节每层交错布置,共可布置n层,在混凝土管管腔及管壁之间有充填区域,现将每层轻质土路基简化为复合地基,混凝土管节视为“桩”,充填轻质土强度为q,视为土体,每一层承载力可按照复合地基承载力计算,根据《建筑地基处理技术规范》(JGJ78-2012),路基各部位轻质土承载力特征值为

$$[0055] \quad f_{ij} = \beta_{ij} \times f_c + 0.95 \times (1 - \beta_{ij}) \times q \quad (1)$$

[0056] β_{ij} 为第i层路基第j列混凝土管节面积置换率。

$$[0057] \quad \beta_{ij} = \frac{d^2}{d_e^2} \quad (2)$$

[0058] d——为一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径(m);

[0059] d_e ——为一根预制混凝土管节分担的处理地基面积的等效圆直径(m)。

[0060] 一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径d为:

$$[0061] \quad d = 2 \times \sqrt{\frac{2\pi r(r_0 - r_{ij})}{\pi}} \quad (3)$$

[0062] 一根预制混凝土管节分担的处理地基面积的等效圆直径 d_e 为:

$$[0063] \quad d_e = 2 \times \sqrt{\frac{s_1 \times s_2}{\pi}} \quad (4)$$

[0064] s_1 ——横向“桩”间距;

[0065] s_2 ——纵向“桩”间距。

[0066] 本实施例中,轻质土预定填筑高度 $H=4m$,所述非轻质土路基两侧边坡坡度为1:1,由路基荷载分布规律可知,路基中部所受荷载大于路基两侧所受荷载,路基下部所受荷载大于路基上部所受荷载,故路基混凝土管节埋设可分为4层,每层路基管节尺寸如下: $h_1=h_2=1.5m$, $h_3=h_4=1.0m$, $r_0=1.0m$;路基中心管节内缘半径 $r_{1m}=r_{2m}=0.80m$, $r_{3m}=r_{4m}=0.85m$,路基两侧边缘管节外缘半径 $r_{11}=r_{21}=0.85m$, $r_{31}=r_{41}=0.90m$ 。预制混凝土管节的混凝土强度等级为C25,抗压强度为 $f_c=11.9MPa$ 。非轻质土路基纵向台阶式开挖放坡坡度为1:1,取 $y=0$, $r=0.5m$,则每层平台宽度为:

$$[0067] \quad b = (2y+1)r = (2 \times 0 + 1) \times 0.5 = 0.5m$$

[0068] 垫层采用粒径为1~3cm的碎石。预制混凝土管节每层交错布置,共可布置4层,在混凝土管管腔及管壁之间有充填区域,充填轻质土强度为 $q=1.0MPa$,现将以上参数代入(1)~(4),得

[0069] 第1、2层路基中心一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径为:

$$[0070] \quad d = 2 \times \sqrt{\frac{2\pi r(r_0 - r_{1m})}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 0.5 \times 0.2}{\pi}} = 0.894 \text{ m}$$

[0071] 第3、4层路基中心一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径为:

$$[0072] \quad d = 2 \times \sqrt{\frac{2\pi r(r_0 - r_{3m})}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 0.5 \times 0.15}{\pi}} = 0.775$$

[0073] 第1、2层路基两侧边缘一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径为:

$$[0074] \quad d = 2 \times \sqrt{\frac{2\pi r(r_0 - r_{11})}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 0.5 \times 0.15}{\pi}} = 0.775$$

[0075] 第3、4层路基两侧边缘一根预制混凝土管节的横截面等效圆直径为:

$$[0076] \quad d = 2 \times \sqrt{\frac{2\pi r(r_0 - r_{11})}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 0.5 \times 0.10}{\pi}} = 0.632$$

[0077] 一根预制混凝土管节分担的处理地基面积的等效圆直径为:

$$[0078] \quad d_e = 2 \times \sqrt{\frac{s_1 \times s_2}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{1 \times 1}{\pi}} = 1.128 \text{ m}$$

[0079] 第1、2层路基中心一根预制混凝土管节面积置换率为:

$$[0080] \quad \beta_{1m} = \frac{d^2}{d_e^2} = \frac{0.894^2}{1.128^2} = 0.628$$

[0081] 第3、4层路基中心一根预制混凝土管节面积置换率为:

$$[0082] \quad \beta_{3m} = \frac{d^2}{d_e^2} = \frac{0.775^2}{1.128^2} = 0.472$$

[0083] 第1、2层路基两侧边缘一根预制混凝土管节面积置换率为:

$$[0084] \quad \beta_{11} = \frac{d^2}{d_e^2} = \frac{0.775^2}{1.128^2} = 0.472$$

[0085] 第3、4层路基两侧边缘一根预制混凝土管节面积置换率为:

$$[0086] \quad \beta_{31} = \frac{d^2}{d_e^2} = \frac{0.632^2}{1.128^2} = 0.314$$

[0087] 第1、2层路基中心承载力为:

$$[0088] \quad f_{1m} = \beta_{1m} \times f_c + 0.95 \times (1 - \beta_{1m}) \times q = 0.628 \times 11.9 + 0.95 \times (1 - 0.628) \times 1 = 7.83 \text{ MPa}$$

[0089] 第3、4层路基中心承载力为:

$$[0090] \quad f_{3m} = \beta_{3m} \times f_c + 0.95 \times (1 - \beta_{3m}) \times q = 0.472 \times 11.9 + 0.95 \times (1 - 0.472) \times 1 = 6.12 \text{ MPa}$$

[0091] 第1、2层路基两侧边缘承载力为:

$$[0092] \quad f_{11} = \beta_{11} \times f_c + 0.95 \times (1 - \beta_{11}) \times q = 0.472 \times 11.9 + 0.95 \times (1 - 0.472) \times 1 = 6.12 \text{ MPa}$$

[0093] 第3、4层路基两侧边缘承载力为:

$$[0094] \quad f_{13} = \beta_{13} \times f_c + 0.95 \times (1 - \beta_{13}) \times q = 0.314 \times 11.9 + 0.95 \times (1 - 0.314) \times 1 = 4.39 \text{ MPa}$$

[0095] 可见路基承载力相对一般轻质土路基有明显提高,能够满足设计承载力要求。

[0096] 本发明方案所公开的技术手段不仅限于上述实施方式所公开的技术手段,还包括由以上技术特征任意组合所组成的技术方案。

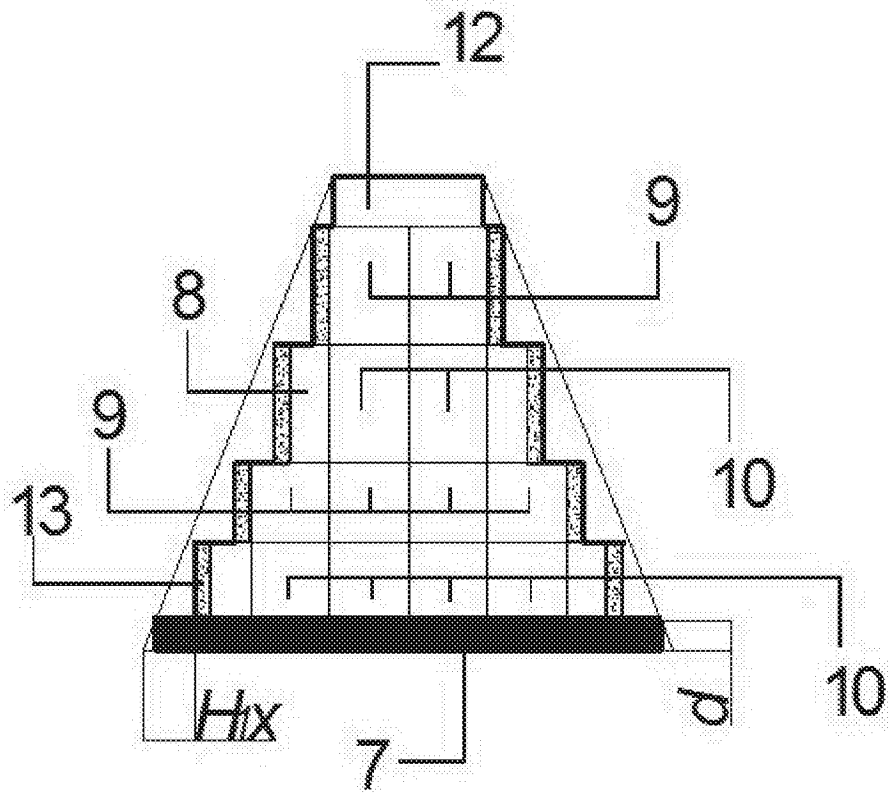


图3

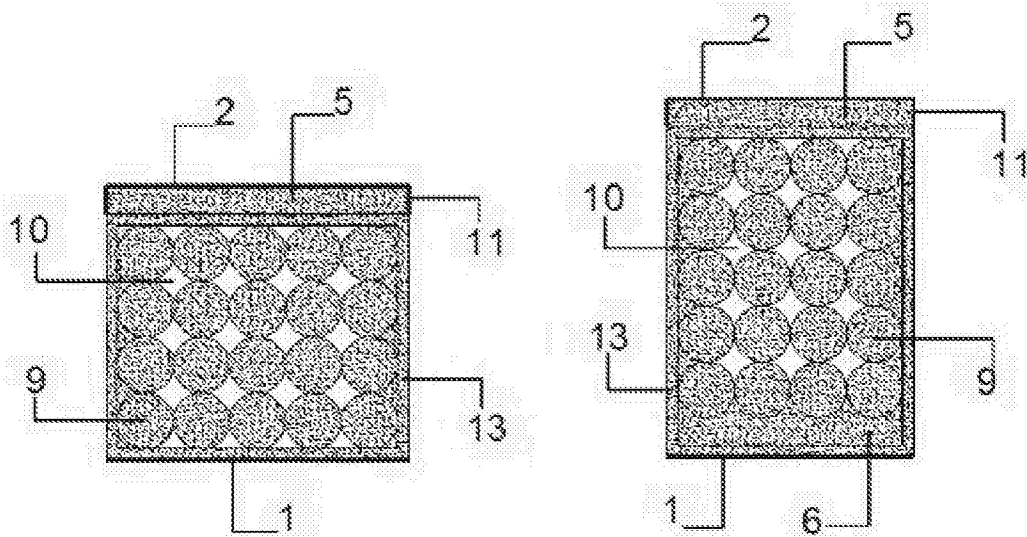


图4

