



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113684816 B

(45) 授权公告日 2023.05.02

(21) 申请号 202111004572.3

审查员 谭素

(22) 申请日 2021.08.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113684816 A

(43) 申请公布日 2021.11.23

(73) 专利权人 浙江理工大学

地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发
区白杨街道2号大街928号

(72) 发明人 徐辉 王锦楠

(74) 专利代理机构 深圳众邦专利代理有限公司

44545

专利代理师 丁曹凯

(51) Int. Cl.

E02D 3/10 (2006.01)

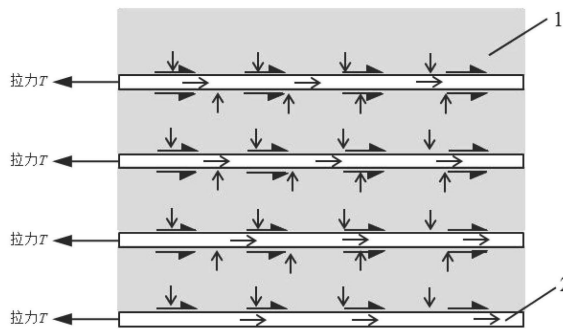
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体

(57) 摘要

本发明公开了一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体,包括若干层土层和排水加筋层,排水加筋层与土层一一对应,且排水加筋层设置在土层的下部;所述排水加筋层采用单一型材料制成,同时具备排水功能和加筋功能;通过充分利用所述土层与所述排水加筋层之间水分和剪应力的传递,使排水加筋层的排水功能和加筋功能达到协同发挥。本发明能够显著提高高含水率软弱土体的强度和稳定性,同时解决了现有技术中的土工布与排水网的抗拉强度无法协同发挥,设计不合理、造价不经济的问题。



1. 一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体,其特征在于,包括若干层土层(1)和排水加筋层(2),排水加筋层(2)与土层(1)一一对应,且排水加筋层(2)设置在土层(1)的下部;所述排水加筋层(2)采用单一型材料制成,同时具备排水功能和加筋功能;

所述排水加筋层(2)的排水功能和加筋功能需要满足以下公式:

$$T_{sg} = \frac{DBk_{gh}}{k_{gv}} \left[q \times \tan(-83.40w_0 + 15.38\rho_d - 3.06) + (-58.22w_0 + 8.84\rho_d + 6.02) \right] \leq T_g;$$

式中,B表示排水加筋层(2)的宽度,宽度的单位是m,q表示作用在所述排水加筋层(2)上的荷载,荷载的单位是kPa, w_0 表示土体初始含水量,含水量的单位是%, ρ_d 表示土体干密度,干密度的单位是 kg/m^3 , T_{sg} 表示排水加筋层(2)和土体之间的界面强度,界面强度的单位是 kN/m , T_g 表示排水加筋层(2)的抗拉强度,抗拉强度的单位是 kN/m , k_{gh} 表示排水加筋层(2)的横向排水能力,横向排水能力的单位是 m/s ,D表示排水加筋层(2)的厚度,厚度的单位是m, k_{gv} 表示排水加筋层(2)的纵向透水能力,纵向透水能力的单位是 m/s 。

2. 根据权利要求1所述的具有高强度和稳定性的排水加筋土体,其特征在于,所述排水加筋层(2)和土体之间的界面强度不大于排水加筋层(2)的抗拉强度。

3. 根据权利要求1或2所述的具有高强度和稳定性的排水加筋土体,其特征在于,所述排水加筋层(2)的纵向透水能力不低于土体的饱和渗透系数,且排水加筋层(2)的横向排水能力的计算公式为:

$$k_{gh} \geq \frac{2k_{gv}L}{D};$$

式中, k_{gh} 表示排水加筋层(2)的横向排水能力,L表示排水加筋层(2)的长度,长度的单位是m,D表示排水加筋层(2)的厚度, k_{gv} 表示排水加筋层(2)的纵向透水能力,且 $k_{gv} \geq k_s$, k_s 表示土体的饱和渗透系数,饱和渗透系数的单位是 m/s 。

一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体

技术领域

[0001] 本发明属于土体堆填技术领域,特别是涉及一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体。

背景技术

[0002] 土工合成材料是指工程建设中与土、岩石或其他材料接触的聚合物材料,包括土工织物、土工膜、土工复合材料等,其经济高效,施工简单、造型美观,具有反滤、排水、防渗、加筋和防护等多种功能。

[0003] 在高含水率软弱土体堆填工程中,随着堆体不断堆高,堆体内部逐渐饱和,排水固结进程迟缓,抗剪强度增长缓慢,当出现超高超速堆填时容易达到临界破坏点而发生滑坡现象。若能有效提升高含水率软弱土抗剪强度和筋土界面强度,则可以显著提高高含水率软弱土堆体的稳定性。

[0004] 目前,工程中常采用的方法为在堆体中分层铺设兼具排水和加筋功能的复合土工排水网,其一般由排水网芯与上下覆盖的透水土工布组成。

[0005] 中国专利公开了一种新型复合土工排水网(公开号:CN204589987U,授权日:20150826),该新型复合土工排水网包括中间的排水网和覆盖在排水网上的上覆层与下覆层;排水网横截面呈长方形,排水网上有排水孔,排水孔包括横向排水孔和竖向排水孔,横向排水孔与竖向排水孔贯穿相通;上覆层和下覆层材质为聚醋长丝针刺无纺土工布。

[0006] 中国专利公开了一种复合土工织物及排水加固结构(公开号:CN111395308A,公开日:20200710),该复合土工织物包括从上至下依次设置的上层织物层、中层织物层和下层织物层,上层织物层为吸排水土工布,吸排水土工布包括第一经纱和第一纬纱,第一经纱和/或第一纬纱内含有芯吸纤维,第一经纱和第一纬纱之间形成多个第一穿孔;中层织物层为土工滤网,土工滤网设有多个第二穿孔;下层织物层为加筋土工布,加筋土工布上设有多个第三穿孔,第二穿孔的孔径分别大于第一穿孔的孔径和第三穿孔的孔径,第一穿孔、第二穿孔和第三穿孔相互导通。

[0007] 中国专利公开了一种三维复合排水网(公开号:CN212835343U,授权日:20210330),该三维复合排水网包括主板、上渗水土工布和下渗水土工布;主板的上下两侧面分别粘接有上渗水土工布和下渗水土工布,主板由第一横向网筋、第二横向网筋、纵向网筋和斜撑网筋组成,通过在第一横向网筋和第二横向网筋之间设置有纵向网筋,实现较好的内腔支撑性能和支撑稳定性;上渗水土工布和下渗水土工布之间,通过螺栓进行固定,能够对上渗水土工布、主板和下渗水土工布进行有效的固定。

[0008] 以上三种技术方案的不足之处在于:土工布(土工织物)与排水网(土工滤网)的抗拉强度无法协同发挥,造成设计不合理、造价不经济等问题。

发明内容

[0009] 针对以上技术问题,本发明提出了一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体。

[0010] 一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体,包括若干层土层和排水加筋层,排水加筋层与土层一一对应,且排水加筋层设置在土层的下部;所述排水加筋层采用单一型材料制成,同时具备排水功能和加筋功能。

[0011] 所述排水加筋层的排水功能和加筋功能需要满足以下公式:

$$[0012] \quad T_{sg} = \frac{DBk_{gh}}{k_{gv}} \left[q \times \tan(-83.40w_0 + 15.38\rho_d - 3.06) + (-58.22w_0 + 8.84\rho_d + 6.02) \right] \leq T_g;$$

[0013] 式中,B表示排水加筋层的宽度,q表示作用在所述排水加筋层上的荷载, w_0 表示土体初始含水量, ρ_d 表示土体干密度, T_{sg} 表示排水加筋层和土体之间的界面强度, T_g 表示排水加筋层的抗拉强度, k_{gh} 表示排水加筋层的横向排水能力,D表示排水加筋层的厚度, k_{gv} 表示排水加筋层的纵向透水能力。

[0014] 所述排水加筋层和土体之间的界面强度不大于排水加筋层的抗拉强度。

[0015] 所述排水加筋层的纵向透水能力不低于土体的饱和渗透系数,且排水加筋层的横向排水能力的计算公式为:

$$[0016] \quad k_{gh} \geq \frac{2k_{gv}L}{D};$$

[0017] 式中, k_{gh} 表示排水加筋层的横向排水能力,L表示排水加筋层的长度,D表示排水加筋层的厚度, k_{gv} 表示排水加筋层的纵向透水能力,且 $k_{gv} \geq k_s$, k_s 表示土体的饱和渗透系数。

[0018] 本发明的有益效果:本发明根据排水加筋层的纵向透水能力、土体的饱和渗透系数设定排水加筋层的横向排水能力,还根据排水加筋层的纵向透水能力、排水加筋层的横向排水能力、土体的相关参数计算排水加筋层与土体之间的界面强度,还根据排水加筋层与土体之间的界面强度设定排水加筋层的抗拉强度,可以使所述排水加筋层的排水功能和加筋功能达到协同发挥;适用于高含水率软弱土体的排水和加筋,提高了土体的强度和稳定性。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1为本发明的结构示意图。

[0021] 图2为排水加筋层的性能指标示意图。

[0022] 图3为排水加筋层的参数设定示意图。

具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有付出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 一种具有高强度和稳定性的排水加筋土体,如图1所示,包括若干层土层1和排水

加筋层2,排水加筋层2与土层1一一对应,且排水加筋层2设置在土层1的下部。如图1所示,所述排水加筋层2采用单一型材料制成,而非复合型材料,相当于现有技术中的土工合成材料,同时具备排水功能和加筋功能,通过充分利用所述土层与所述排水加筋层之间水分和剪应力的传递,使排水加筋层的排水功能和加筋功能达到协同发挥。图1中,土层中的横向箭头表示界面剪应力的方向,土层中的纵向箭头表示土层中水分传递的方向,排水加筋层中的横向箭头表示排水加筋层中水分的传递方向,拉力T表示排水加筋层所受到的整体拉力。

[0025] 所述排水加筋层2的排水功能和加筋功能需要满足下式要求:

$$[0026] \quad T_{sg} = \frac{DBk}{k_{gv}} gh \left[q \times \tan(-83.40w_0 + 15.38\rho_d - 3.06) + (-58.22w_0 + 8.84\rho_d + 6.02) \right] \leq T_g; \quad (1)$$

[0027] 式中,B表示排水加筋层2的宽度,q表示作用在所述排水加筋层2上的荷载, w_0 表示土体初始含水量, ρ_d 表示土体干密度, T_{sg} 表示排水加筋层2和土体之间的界面强度, T_g 表示排水加筋层2的抗拉强度, k_{gh} 表示排水加筋层2的横向排水能力,D表示排水加筋层2的厚度, k_{gv} 表示排水加筋层2的纵向透水能力。

[0028] 所述排水加筋层2的纵向透水能力不低于土体的饱和渗透系数,所述排水加筋层2的横向排水能力的计算公式为:

$$[0029] \quad k_{gh} \geq \frac{2k_{gv}L}{D}; \quad (2)$$

[0030] 式中, k_{gh} 表示排水加筋层2的横向排水能力,L表示排水加筋层2的长度,D表示排水加筋层2的厚度, k_{gv} 表示排水加筋层2的纵向透水能力,且 $k_{gv} \geq k_s$, k_s 表示土体的饱和渗透系数。

[0031] 式(1)和式(2)对排水加筋层2的排水功能和加筋功能提出了要求,同时满足式(1)和式(2)的排水加筋层可以确保排水功能和加筋功能的协同发挥,主要应用于高含水率软弱土体的排水和加筋,可以提高土体的强度和稳定性。

[0032] 由于界面强度 T_{sg} 需考虑由土体排水固结而导致的强度提升效应,因此排水加筋层的抗拉强度需不低于排水加筋层和土体之间的界面强度,也即 $T_g \geq T_{sg}$ 。

[0033] 以下以某地区高含水率软黏土堆填工程为例,该工程堆填高度为5m,堆填坡度为1:3,软黏土堆的坡顶平台长2m,则软黏土堆的坡底长17m。单一型土工合成材料也即排水加筋层铺设5层,则高含水率软黏土每层的堆填厚度为1m。

[0034] 该工程堆填所用的高含水率软黏土的物理特征参数和力学特征参数如下表:

[0035] 表1高含水率软黏土的基本特性

	天然密度	初始孔隙比	压缩模量	初始含水量	饱和渗透系数
[0036] 比重 G_s	$\rho/(g/cm^3)$	隙比 e_0	E_s/MPa	$w_0/\%$	$k_s/(m/s)$
	2.757	1.83	0.99	0.547	21.97
					2.86×10^{-8}

[0037] 该堆填工程中,排水加筋层与高含水率软黏土为层叠铺设,即排水加筋层的长度、宽度与软黏土堆填的设计参数相关,因此宽度取为1m。

[0038] 为了方便排水,排水加筋层的纵向透水能力 k_{gv} 需不低于高含水率软黏土的饱和渗透系数 k_s ,即 $k_{gv} \geq k_s$,则该排水加筋层的纵向透水能力 k_{gv} 需不低于 $2.86 \times 10^{-8} m/s$ 。

[0039] 根据式(2)可知,排水加筋层的横向排水能力 k_{gh} 与排水加筋层的长度 L 、排水加筋层的厚度 D 等相关。由于不同厂家所制作的排水加筋层的厚度不同,因此以渗透率也即 $k_{gh}D$ 作为排水加筋层的横向排水能力指标,即满足 $k_{gh}D \geq 2k_{gv}L$ 。根据从下到上 L 的取值分别为17m、14m、11m、8m和5m,则从下到上5层排水加筋层的横向排水能力指标 $k_{gh}D$ 分别需不低于 $9.72 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 、 $8.01 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 、 $6.29 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 、 $4.58 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 和 $2.86 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 。

[0040] 排水加筋层的抗拉强度 T_g 一般以单位宽度所能承受的力来表示,因此在计算界面强度 T_{sg} 时也以单位长度计算,即

$$[0041] \quad \frac{T_{sg}}{B} = \frac{Dk}{k_{gv}} \left[q \times \tan(-83.40w_0 + 15.38\rho_d - 3.06) + (-58.22w_0 + 8.84\rho_d + 6.02) \right]。$$

[0042] 从下到上5层排水加筋层上作用的外加荷载 q 分别为84.5kPa、67.6kPa、50.7kPa、33.8kPa和16.9kPa,且软黏土的初始含水量 w_0 为21.97%,软黏土的干密度 ρ_d 为 $1.50 \text{g}/\text{cm}^3$ 。通过上式计算可得 T_{sg} 分别为160kN/m、150kN/m、140kN/m、130kN/m和120kN/m。

[0043] 综合以上,若该堆填工程中采用单一型土工合成材料作为排水加筋措施,如图2和图3所示为,则该单一型土工合成材料的性能指标,也即该单一型土工合成材料的抗拉强度 T_g 应不低于160kN/m,由于土体上层所荷载荷较小,滑坡时拉力较小,为满足所有层的需求,因此需要选择最大的 T_{sg} ,纵向透水能力 k_{gv} 应不小于 $2.86 \times 10^{-8} \text{m}/\text{s}$,横向排水能力指标 $k_{gh}D$ 应不小于 $9.72 \times 10^{-7} \text{m}^2/\text{s}$ 。

[0044] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

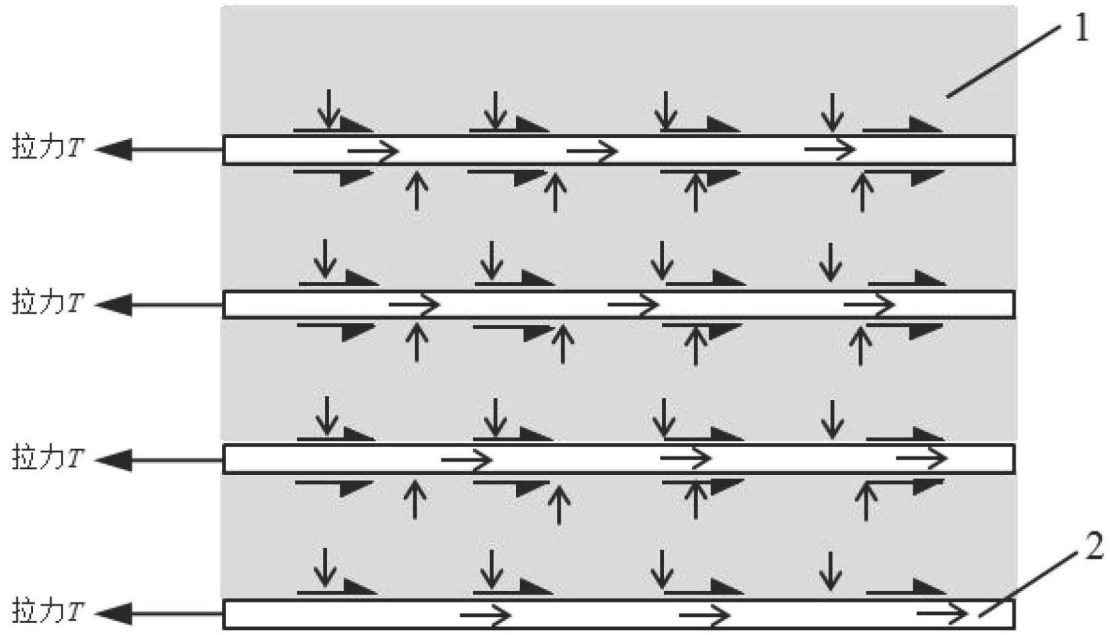


图1

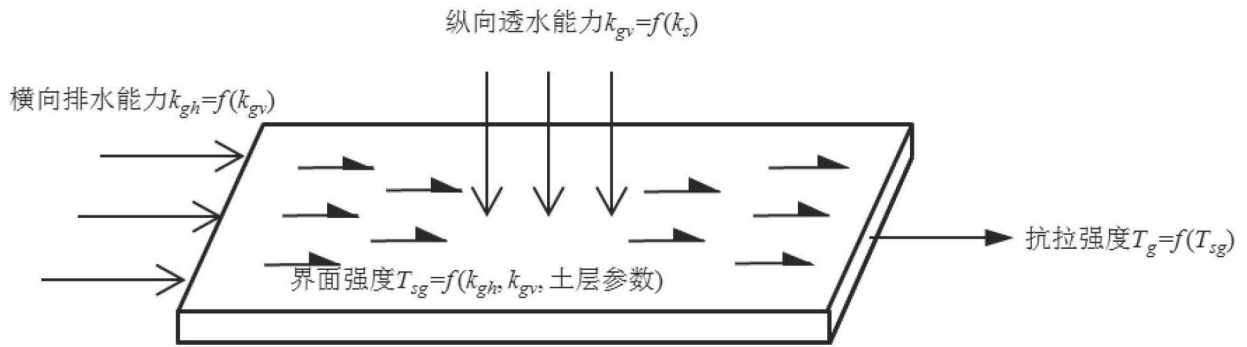


图2

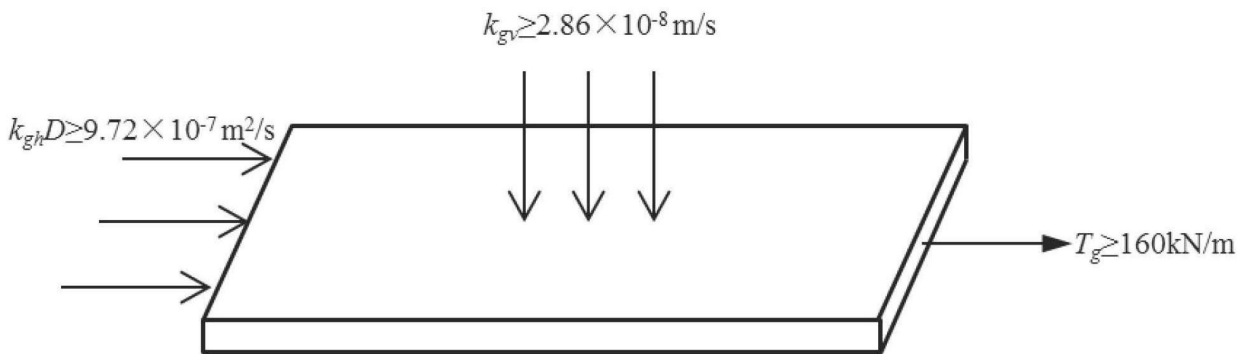


图3