



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107326891 A

(43)申请公布日 2017.11.07

(21)申请号 201710576133.7

(22)申请日 2017.07.14

(71)申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘
路866号

(72)发明人 孙红月 吴纲 范雲鹤 陈永珍
汤碧辉 严鑫 翁杨 汪东飞

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 刘静 邱启旺

(51)Int.Cl.

E02D 3/02(2006.01)

E02D 3/10(2006.01)

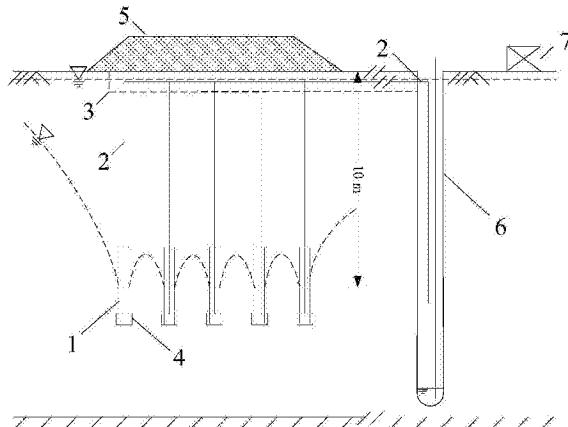
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种软土地基排水固结系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种软土地基排水固结系统及方法，该系统包括塑料排水板、虹吸管、板靴、堆载、集水井和抽水泵；在软土地基中开挖边沟，边沟开挖到地下水位以下，边沟中插入塑料排水板，呈梅花型排列，塑料排水板插入软土地基的一端安装与塑料排水板相同材质的板靴，虹吸管的进水口插入塑料排水板内，虹吸管的出水口伸入到位于软土地基附近的集水井中，边沟内填土，在软土地基表面放置堆载。启动抽水泵抽水，降低集水井中水位，促进软土地基排水固结。



1. 一种软土地基排水固结系统，其特征在于，包括塑料排水板、虹吸管、板靴、堆载、集水井和抽水泵；在软土地基中开挖边沟，边沟开挖到地下水位以下，边沟中插入塑料排水板，相邻塑料排水板间距为0.5m-1m，呈梅花型排列，塑料排水板插设深度为12m，塑料排水板的长度为5m，塑料排水板插入软土地基的一端安装与塑料排水板相同材质的板靴，虹吸管的进水口插入塑料排水板内，虹吸管的出水口伸入到位于软土地基附近的集水井中，集水井深度为20m，抽水泵放置在距离集水井的井口1m处，边沟内填土，在软土地基表面放置堆载。

2. 根据权利要求1所述的一种软土地基排水固结系统，其特征在于，所述集水井中虹吸管的出水口高度大于塑料排水板中虹吸管的进水口高度。

3. 根据权利要求1所述的一种软土地基排水固结系统，其特征在于，所述虹吸管选用内径4mm的PU管。

4. 一种软土地基排水固结方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1) 在软土地基中开挖边沟，边沟开挖到地下水位以下，把虹吸管的进水口固定于塑料排水板中，虹吸管选用内径4mm的PU管，在塑料排水板的一端安装与塑料排水板相同材质的板靴；使用机械化插板机将塑料排水板插入边沟中，拔出插板机，使塑料排水板埋置于软土地基内部，埋置于软土地基内部的塑料排水板长度为5m，塑料排水板插入深度为12m，相邻塑料排水板间距为0.5m-1m，呈梅花型布置；

(2) 在待处理软土地基的附近设置集水井，集水井的直径为1m，集水井深度为20m，所有插入塑料排水板的虹吸管在边沟内平铺，其出水口一起伸入到集水井中，集水井中虹吸管的出水口高度大于塑料排水板中虹吸管的进水口高度；

(3) 边沟内填土，然后在软土地基表面放置堆载，堆载重量应大于等于设计荷载；

(4) 启动抽水泵抽水，将集水井中的水抽干，虹吸排水作用发生，软土地基中的水由虹吸管流入集水井中，集水井中的水位上升，当集水井中的水位不再发生变化时，再次启动抽水泵。

一种软土地基排水固结系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程领域,尤其涉及一种处理软土地基的系统及方法。

背景技术

[0002] 我国的东南沿海地带历来是富庶之地,在这片区域聚集着大量的人口,随着人口不断涌入,原本匮乏的土地资源问题变得越发紧张。为了适应东南沿海地带经济建设的不断发展,建筑物不得不修建于软土地基上。由于软土地基抗剪强度低、含水率高、透水性差,还具有一定的流变性,因此在其上部修建基础设施,需要对其进行相应的处理。在所有的软土地基处理方法中,较为常用的是排水固结法,而传统的排水固结法中,使用最频繁的是砂井地基固结,即在软土层施打砂井或者塑料排水板,在软土表面铺设砂垫层,在砂垫层上方施加荷载,进行软土地基的排水固结工作。

[0003] 传统的砂井地基排水固结法排水效率低,工期长,控制要点较多。制约砂井地基排水固结效率的主要因素为砂井地基中的井阻和涂抹效应,因此如果能有效降低砂井地基中的井阻和涂抹效应,可以有效缩短软土固结时间,从而加快施工进程。近年来,许多新型的软土地基处理方法被提出,例如化学加固法、高真空击密法、真空联合堆载预压法以及电渗固结法。化学加固法是利用固化剂掺加在软土中,固化剂与软土相互作用,从而加固软土地基。该方法改善了软土的物理力学性质,可以有效提高软土地基强度,但由于需要改变软土的结构,因此会造成一些次生的不良影响,同时,由于施加固化剂,会改变区域的环境,因此会造成生态环境的破坏,会影响上部植被。高真空击密方法通过数遍高真空形成压差,结合变能量击密,进行排水工作,逐步降低软土含水量。该方法改善了传统的排水固结法,但由于需要进行击密,因此对所处理的场地有限制,附近不能有高压线等障碍物,且能耗较大。真空联合堆载预压法作为现阶段最高效的软土地基处理方式,通过在软土表面覆盖不透气的土工膜,利用真空泵负压源联合堆载预压,将软土内部的空气和孔隙水排出,可以在较短时间内将软土内部的水排出,使软土达到规定的强度,但该方法能耗巨大,且操作复杂繁琐,需要施工人员有丰富的操作经验。电渗固结法是一种新型的地基排水固结方式,利用软土中的孔隙水在电流作用下的定向流动性,使软土内的含水量降低,同时软土内部的离子交换对软土也具有一定的改善作用。电渗固结法相对于传统的排水固结法,可以有效提高固结效率,但同样存在能耗巨大,操作复杂繁琐等问题。上述新方法虽然提高了排水固结效率,但依旧没有很好地解决井阻和涂抹效应,因此,需要一种高效、简便的软土地基排水固结方法。

发明内容

[0004] 为了弥补现有软土地基处理方式存在的问题,本发明提出一种软土地基排水固结系统及方法。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现:一种软土地基排水固结系统,包括塑料排水板、虹吸管、板靴、堆载、集水井和抽水泵,在软土地基中开挖边沟,边沟开挖到地下

水位以下,边沟中插入塑料排水板,相邻塑料排水板间距为0.5m-1m,呈梅花型排列,塑料排水板插设深度为12m,塑料排水板的长度为5m,塑料排水板插入软土地基的一端安装与塑料排水板相同材质的板靴,虹吸管的进水口插入塑料排水板内,虹吸管的出水口伸入到位于软土地基附近的集水井中,集水井深度为20m,抽水泵放置在距离集水井的井口1m处,边沟内填土,在软土地基表面放置堆载。

[0006] 整个系统发挥作用时,设置于软土内部的塑料排水板由于软土顶面堆载以及软土的自重作用,会在塑料排水板内部产生汇水作用,因此水积聚于塑料排水板中,在虹吸作用下,积聚于塑料排水板中的水被排出,位于塑料排水板上部的软土中的水在重力和荷载作用下,继续向塑料排水板中汇集,在虹吸作用下继续被排走,由于软土渗透系数较小,而虹吸是一种免动力的排水技术,因此该过程可以持续不断地进行,受虹吸扬程的限制,虹吸排水只能排出软土层10m以内的水,但随着排水过程的持续进行,地下水位逐渐降低,软土颗粒间孔隙原本由水填充,地下水下降后,颗粒间孔隙由空气填充,颗粒孔隙在软土上部荷载和软土自重荷载作用下被挤密,因此加速软土固结沉降,地下水位的下降,使10m以内土层荷重增加,位于10m以下的软土受到的有效应力增大,因而促使软土层中,距地表10m以下的水,透过塑料排水板底部和边壁向中间汇集,在虹吸作用下继续被排出,因此虹吸排水作用可以处理的软土层厚度可以大于10m。

[0007] 一种软土地基排水固结方法,包括以下步骤:

[0008] 1. 在软土地基中开挖边沟,边沟开挖到地下水位以下,把虹吸管的进水口固定于塑料排水板中,虹吸管选用内径4mm的PU管,在塑料排水板的一端安装与塑料排水板相同材质的板靴;使用机械化插板机将塑料排水板插入边沟中,拔出插板机,使塑料排水板埋置于软土地基内部,埋置于软土地基内部的塑料排水板长度为5m,塑料排水板插入深度为12m,相邻塑料排水板间距为0.5m-1m,呈梅花型布置;

[0009] 2. 在待处理软土地基的附近设置集水井,集水井的直径为1m,集水井深度为20m,所有插入塑料排水板的虹吸管在边沟内平铺,其出水口一起伸入到集水井中,集水井中虹吸管的出水口高度大于塑料排水板中虹吸管的进水口高度;

[0010] 3. 边沟内填土,然后在软土地基表面放置堆载,堆载重量应大于等于设计荷载;

[0011] 4. 启动抽水泵抽水,将集水井中的水抽干,虹吸排水作用发生,软土地基中的水由虹吸管流入集水井中,集水井中的水位上升,当集水井中的水位不再发生变化时,再次启动抽水泵。

[0012] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0013] (1) 采用4mm内径虹吸管,虹吸高差为10m时,理论最大单管虹吸排水流量可以达到178mL/s,可以显著提高软土地基的排水速率。

[0014] (2) 采用4mm虹吸管可以有效减少虹吸过程中的气泡积累问题,使虹吸过程连续不间断,因此整个运营过程顺畅进行。

[0015] (3) 由于虹吸作用是由于液态分子间引力和位能差导致的,因此可以实现液体免动力高效运输,只需要消耗抽水泵抽水的能耗,可以显著降低软土地基处理成本。

[0016] (4) 软土地基上放置堆载,能产生挤土作用,促进软土地基的排水,地下水位下降后,10m以内的土层荷重增大,使位于10m以下的软土受到的有效应力增大,因而促使软土层10m以下的水透过塑料排水板底部和边壁向中间汇集,在虹吸作用下继续被排出,因此可以

处理10m以下的软土层。

[0017] (5) 由于虹吸免动力的特点,因此可以实现自动排水,操作方便,便于现场运营。

[0018] (6) 集水井中虹吸管的出水口高度大于塑料排水板中虹吸管的进水口高度,可以使虹吸在运营过程中不发生断流,从而保障虹吸的顺利进行。

附图说明

[0019] 图1是本发明的结构示意图;

[0020] 图2是本发明的结构俯视图;

[0021] 图3是本发明的机理图;

[0022] 图4是本发明某局部软土固结压缩示意图;

[0023] 图中:1.塑料排水板,2.虹吸管,3.边沟,4.板靴,5.堆载,6.集水井,7.抽水泵,8.某局部软土。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0025] 如图1所示,本发明提供的一种软土地基排水固结系统,包括塑料排水板1、虹吸管2、板靴4、堆载5、集水井6和抽水泵7,如图1~2,在软土地基中开挖边沟3,边沟3开挖到地下水位以下,边沟3中插入塑料排水板1,相邻塑料排水板1间距为0.5m~1m,呈梅花型排列,塑料排水板1插设深度为12m,塑料排水板1的长度为5m,塑料排水板1插入软土地基的一端安装与塑料排水板1相同材质的板靴4,虹吸管2的进水口插入塑料排水板1内,虹吸管2的出水口伸入到位于软土地基附近的集水井6中,集水井6深度为20m,抽水泵7放置在距离集水井6的井口1m处,边沟3填土完成后,在软土地基表面放置堆载5。

[0026] 整个系统发挥作用时,如图3所示,设置于软土内部的塑料排水板1由于软土顶面堆载5以及软土的自重作用,会在塑料排水板1内部产生汇水作用,因此水积聚于塑料排水板1中,在虹吸作用下,积聚于塑料排水板1中的水被排出,位于塑料排水板1上部的软土中的水在重力和荷载作用下,继续向塑料排水板1中汇集,在虹吸作用下继续被排走,由于软土渗透系数较小,而虹吸是一种免动力的排水技术,因此该过程可以持续不断地进行,受虹吸扬程的限制,虹吸排水只能排出软土层10m以内的水,如图4A所示,软土内部孔隙由水填充。随着排水过程的持续进行,地下水位逐渐降低,地下水下降后,如图4B,颗粒间孔隙由空气填充,颗粒孔隙在软土上部荷载和软土自重荷载作用下被挤密,因此加速软土固结沉降,地下水位的下降,使10m以内土层荷重增加,位于10m以下的软土受到的有效应力增大,如图3所示,促使软土层中距地表10m以下的水,透过塑料排水板1底部和边壁向中间汇集,在虹吸作用下继续被排出,因此虹吸排水作用可以处理的软土层厚度可以大于10m。

[0027] 具体实施步骤:

[0028] 1. 在软土地基中开挖边沟3,边沟3开挖到地下水位以下,把虹吸管2的进水口固定于塑料排水板1中,虹吸管2选用内径4mm的PU管,可以有效防止虹吸过程中的气泡积累问题,同时可以最大程度发挥虹吸作用的排水能力;使用机械化插板机将塑料排水板1插入边

沟中,在插板过程中,保证塑料排水板1垂直插入,拔出插板机,使塑料排水板1埋置于软土地基内部,埋置于软土内部的塑料排水板1长度为5m,塑料排水板1插入深度为12m,塑料排水板1在插入软土地基前,在其一端安装与塑料排水板1同样材质的板靴4,防止土颗粒进入塑料排水板1中,防止在虹吸过程中,虹吸管2被堵塞,影响虹吸过程的进行,塑料排水板1插设完成一处后将插板机移动到下一个插设点,相邻塑料排水板1间距为0.5m-1m,呈梅花型布置,可以最大程度发挥虹吸排水的影响范围;

[0029] 2. 在待处理软土地基附近设置集水井6,集水井6的直径为1m,深度为20m,保证虹吸过程可以持续较长时间,所有插入塑料排水板1的虹吸管2在边沟3内平铺,其出水口一起伸入到集水井6中,由于地下水位高于边沟3内虹吸管2高度,因此将虹吸管2放入集水井6中时,虹吸排水工作已启动,集水井6中虹吸管2的出水口高度大于塑料排水板1中虹吸管2的进水口高度,因此保证虹吸过程顺畅进行;

[0030] 3. 边沟3内填土,填土完成后在软土地基表面放置堆载5,堆载5重量不小于设计荷载;

[0031] 4. 启动抽水泵7抽水,将集水井6中的水抽干,虹吸排水作用发生,软土地基中的水由虹吸管2流入集水井6中,集水井6中的水位上升,当集水井6中的水位不再发生变化时,再次启动抽水泵7。

[0032] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡事利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或者等效流程转换,或者直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围之内。

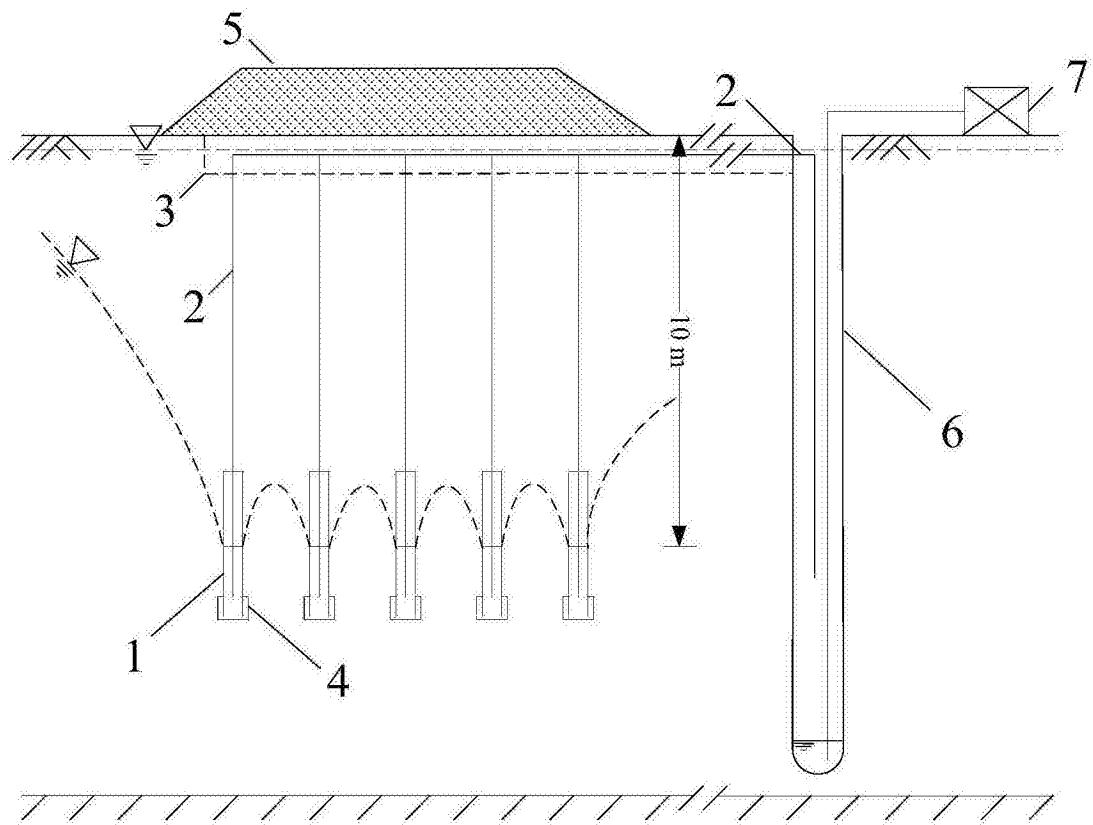


图1

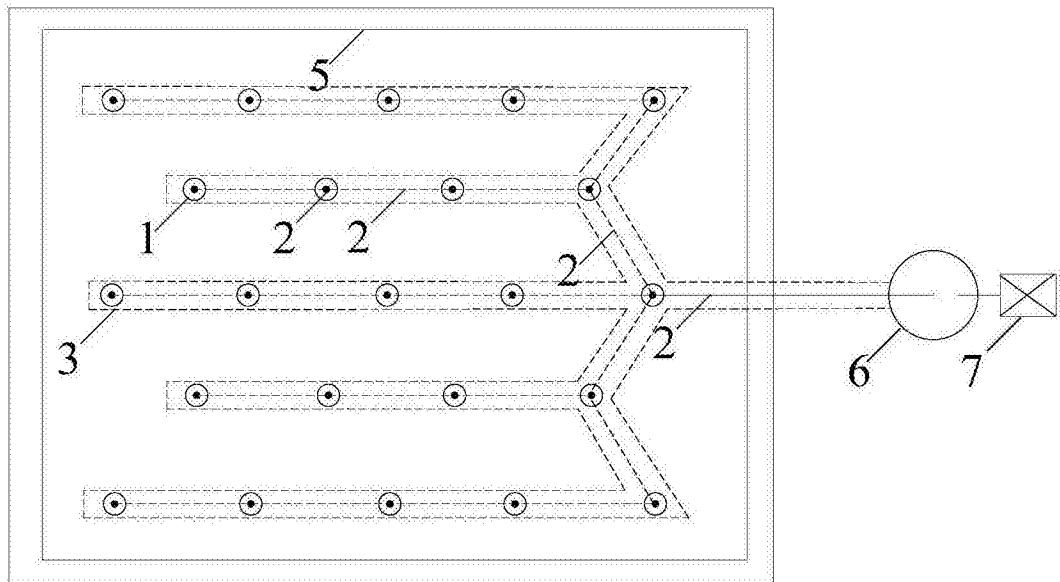


图2

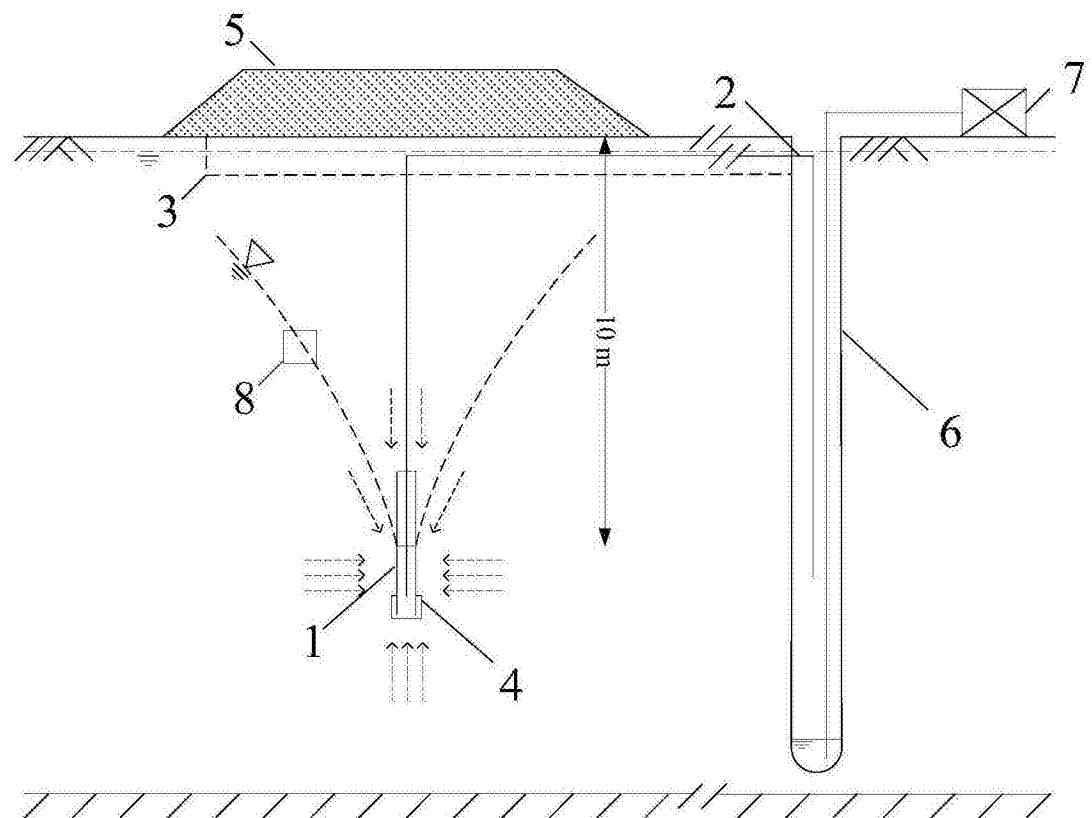


图3

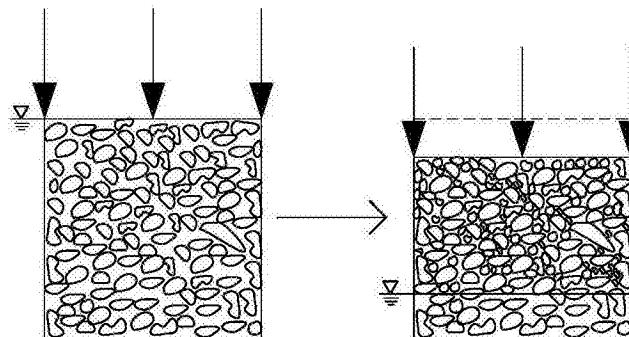


图4