



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106769691 B

(45)授权公告日 2019.11.08

(21)申请号 201611046278.8

(22)申请日 2016.11.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106769691 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 三峡大学  
地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 陈勇 邓合玉 刘梦琴 赵强

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所  
42103

代理人 成钢

(51) Int. Cl.

G01N 13/04(2006.01)

(56)对比文件

- CN 201716256 U, 2011.01.19,
- CN 204101419 U, 2015.01.14,
- CN 103308438 A, 2013.09.18,
- CN 1841042 A, 2006.10.04,
- CN 205103134 U, 2016.03.23,
- CN 205562538 U, 2016.09.07,
- CN 104849194 A, 2015.08.19,

审查员 董娟

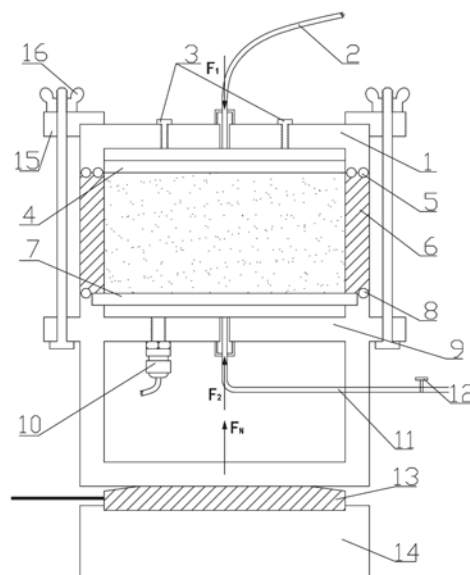
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种渗流力的量测装置及其量测方法

## (57)摘要

本发明涉及一种渗流力的量测装置及其量测方法,它包括土样室桶身,所述土样室桶身上端安装有水压力室桶身,所述土样室桶身内部上端放置与土样室桶身内壁直径相同的上透水石,所述土样室桶身下端与渗出水收集室桶身上端连接,所述土样室桶身和渗出水收集室桶身之间设置有下透水石,所述水压力室桶身的顶部中心安装有导水管,导水管与GDS压力系统连接,所述渗出水收集室桶身的底部连接有水压传感器和导水管,所述渗出水收集室桶身放置在压力盒上,压力盒固定在底座上,所述水压力室桶身的顶部设置有饱和器,所述饱和器和渗出水收集室桶身之间安装有长螺栓并夹紧。可用于对比分析研究实际量测值与理论计算值的差距及其原因。



CN 106769691 B

1. 一种渗流力量测装置的量测方法,其特征在于它包括以下步骤:

步骤一,将土样室桶身置于光滑平整的木板上,在桶底放上与桶身内径相同的滤纸,将要测试的土骨料分两次装入土样室桶身内,每完成一次装样后振捣试样使之密实,将土样室冒出的土样用钢刀刮平,放上与桶身内径相同的滤纸,滤纸上面放上透水石(4);

步骤二,将土样与透水石连接,一起放入真空饱和缸进行3个小时抽真空,然后进行10个小时的饱和,使土样与透水石充分饱和;

步骤三,将得到的饱和土样与装置组装好;

步骤四,启动GDS压力控制系统开始向水压力室注水,赶走室内气体,使得整个压力充满水、整个桶内达到饱和状态;

步骤五,压力盒(13)读数清零;

步骤六,启动GDS压力控制系统向水压力室注水,增大水压力室的压力,记录水压力室内的水压;

步骤七,调节GDS压力系统增大注水压力时,由于水在土中渗流的滞后性,渗出水收集室内水压慢慢增加,当渗出水收集室内水压稳定后,通过水压传感器(10)记录渗出水收集室内水压;

步骤八,直接记录压力盒(13)的渗流力 $J^*$ ;

步骤九,通过理论公式 $J = \gamma_w \cdot i \cdot V_s$ 计算出渗流力 $J$ ;其中, $\gamma_w$ 为水的重度; $i$ 为水力梯度,是水头差和渗径长度的比值; $V_s$ 为土颗粒的体积;

步骤十,对直接量测的渗流力 $J^*$ 与理论计算出的渗流力 $J$ 进行对比分析;

所述量测装置,包括土样室桶身(6),所述土样室桶身(6)上端安装有水压力室桶身(1),所述土样室桶身(6)内部上端放置与土样室桶身内壁直径相同的上透水石(4),所述土样室桶身(6)下端与渗出水收集室桶身(9)上端连接,所述土样室桶身(6)和渗出水收集室桶身(9)之间设置有下透水石(7),所述水压力室桶身(1)的顶部中心安装有第一导水管(2),第一导水管(2)与GDS压力系统连接,所述渗出水收集室桶身(9)的底部连接有水压传感器(10)和第二导水管(11),所述渗出水收集室桶身(9)放置在压力盒(13)上,压力盒(13)固定在底座(14)上,所述水压力室桶身(1)的顶部设置有饱和器(15),所述饱和器(15)和渗出水收集室桶身(9)之间安装有长螺栓(16)并夹紧;

所述上透水石(4)能够在土样室桶身(6)内部上下移动。

2. 根据权利要求1所述的一种渗流力量测装置的量测方法,其特征在于:所述土样室桶身(6)和水压力室桶身(1)的结合面设置有两圈上环形防水橡胶垫(5)。

3. 根据权利要求1所述的一种渗流力量测装置的量测方法,其特征在于:所述土样室桶身(6)和渗出水收集室桶身(9)的结合面设置有一下环形防水橡胶垫(8)。

4. 根据权利要求1所述的一种渗流力量测装置的量测方法,其特征在于:所述水压力室桶身(1)的顶部加工有排气孔,所述排气孔上安装有螺丝(3)。

5. 根据权利要求1所述的一种渗流力量测装置的量测方法,其特征在于:所述第二导水管(11)上安装有阀门(12)控制水的流量。

## 一种渗流力的量测装置及其量测方法

### 技术领域

[0001] 本发明是一种不同水力梯度作用下量测渗流力的装置及其方法,属于土的渗流研究领域。

### 背景技术

[0002] 我国是一个地质灾害频发的国家,随着我国大量世纪工程的建设,面临大量的工程地质问题;而地下水的作用是工程地质中的一个重要课题,地下水在土中渗流会对土颗粒施加作用力,即渗流力,当渗流力过大时就会引起土颗粒或土体的移动,产生渗透变形,甚至渗透破坏,如边坡破坏,地面隆起,堤坝失稳等现象。现今对渗流力还停留于理论计算的层面,假想对土样的土骨架和水分离来取隔离体,采用静力学的极限平衡思想求解渗流力,缺少量测渗流力的装置及其方法,因此,对渗流力的准确量测对研究工程中的渗透作用影响具有重要的实际意义。

### 发明内容

[0003] 针对现今对渗流力还停留于理论计算的层面,本发明提供了一种不同水力梯度作用下量测渗流力的装置及其方法,并可用于对比分析研究实际量测值与理论计算值的差距及其原因。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明提出以下技术方案:一种渗流力的量测装置及其量测方法,它包括土样室桶身,所述土样室桶身上端安装有水压力室桶身,所述土样室桶身内部上端放置与土样室桶身内壁直径相同的上透水石,所述土样室桶身下端与渗出水收集室桶身上端连接,所述土样室桶身和渗出水收集室桶身之间设置有下透水石,所述水压力室桶身的顶部中心安装有导水管,导水管与GDS压力系统连接,所述渗出水收集室桶身的底部连接有水压传感器和导水管,所述渗出水收集室桶身放置在压力盒上,压力盒固定在底座上,所述水压力室桶身的顶部设置有饱和器,所述饱和器和渗出水收集室桶身之间安装有长螺栓并夹紧。

[0005] 所述土样室桶身和水压力室桶身的结合面设置有两圈上环形防水橡胶垫。

[0006] 所述上透水石能够在土样室桶身内部上下移动。

[0007] 所述土样室桶身和渗出水收集室桶身的结合面设置有一圈下环形防水橡胶垫。

[0008] 所述水压力室桶身的顶部加工有排气孔,所述排气孔上安装有螺丝。

[0009] 所述导水管上安装有阀门控制水的流量。

[0010] 采用任意一种渗流力的量测装置的量测方法,它包括以下步骤:

[0011] 步骤一,将土样室桶身置于光滑平整的木板上,在桶底放上与桶身内径相同的滤纸,将要测试的土骨料分两次装入土样室桶身内,每完成一次装样后振捣试样使之密实,将土样室冒出的土样用钢刀刮平,放上与桶身内径相同的滤纸,滤纸上面放上透水石;

[0012] 步骤二,将土样与透水石连接,一起放入真空饱和缸进行3个小时抽真空,然后进行10个小时的饱和,使土样与透水石充分饱和;

- [0013] 步骤三,将得到的饱和土样与装置组装好;
- [0014] 步骤四,启动GDS压力控制系统开始向水压力室注水,赶走室内气体,使得整个压力充满水、整个桶内达到饱和状态;
- [0015] 步骤五,压力盒读数清零;
- [0016] 步骤六,启动GDS压力控制系统向水压力室注水,增大水压力室的压力,记录水压力室内的水压 $u_1$ ;
- [0017] 步骤七,调节GDS压力系统增大注水压力时,由于水在土中渗流的滞后性,渗出水收集室内水压慢慢增加,当渗出水收集室内水压稳定后,通过水压传感器10记录渗出水收集室内水压 $u_2$ ;
- [0018] 步骤八,直接记录压力盒的渗流力 $J^*$ ;
- [0019] 步骤九,通过理论公式 $J = \gamma_w \cdot i \cdot V_s$ 计算出渗流力 $J$ ;
- [0020] 步骤十,对直接量测的渗流力 $J^*$ 与理论计算出的渗流力 $J$ 进行对比分析。
- [0021] 本发明有如下有益效果:
- [0022] 通过GDS压力控制系统调节水压力室内水压,从而改变土样顶端入渗水的水头;通过连接于渗出水收集室底板的水压传感器测定土样底部的剩余水头。由渗流学知识,水在土体中流动时,由于受到土粒的阻力,而引起水头损失,从作用力与反作用力的原理可知,水流经过时必定对土颗粒施加一种渗流作用力,渗流力最终传递在压力盒上,可以直接读出该作用力的数值;从而量测在不同水力梯度作用下渗流对土颗粒施加的作用力,即渗流力。根据试样上下水压力差值计算水头损失,并通过理论公式计算出理论渗流力,进而对比分析量测的渗流力与理论的渗流力。

## 附图说明

- [0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。
- [0024] 图1是本发明的整体结构示意图。
- [0025] 图中:水压力室桶身1、导水管2、螺丝3、上透水石4、上环形防水橡胶垫5、土样室桶身6、下透水石7、下环形防水橡胶垫8、渗出水收集室桶身9、水压传感器10、导水管11、阀门12、压力盒13、底座14、饱和器15、长螺栓16。

## 具体实施方式

- [0026] 下面结合附图对本发明的实施方式做进一步的说明。
- [0027] 实施例1:
- [0028] 如图1,一种渗流力的量测装置及其量测方法,它包括土样室桶身6,所述土样室桶身6上端安装有水压力室桶身1,所述土样室桶身6内部上端放置与土样室桶身内壁直径相同的上透水石4,所述土样室桶身6下端与渗出水收集室桶身9上端连接,所述土样室桶身6和渗出水收集室桶身9之间设置有下透水石7,所述水压力室桶身1的顶部中心安装有导水管2,导水管2与GDS压力系统连接,所述渗出水收集室桶身9的底部连接有水压传感器10和导水管11,所述渗出水收集室桶身9放置在压力盒13上,压力盒13固定在底座14上,所述水压力室桶身1的顶部设置有饱和器15,所述饱和器15和渗出水收集室桶身9之间安装有长螺栓16并夹紧。

[0029] 进一步的,所述土样室桶身6和水压力室桶身1的结合面设置有两圈上环形防水橡胶垫5。防止增加压力时漏水,影响实验结果。

[0030] 进一步的,所述上透水石4能够在土样室桶身6内部上下移动。由于土样受到渗流力的作用,体积减小;从而要求土样顶部的透水石随土样一起运动。

[0031] 进一步的,所述土样室桶身6和渗出水收集室桶身9的结合面设置有下环形防水橡胶垫8。防止增加压力时漏水,影响实验结果。

[0032] 进一步的,所述水压力室桶身1的顶部加工有排气孔,所述排气孔上安装有螺丝3。便于排出水压力室内的气体。要求排放气螺丝在扭紧时不漏水。

[0033] 进一步的,GDS压力控制系统开始注水时,水压力室内有大量气体;水压力室顶盖直径的1/4处设有两个排气孔,通过扭松螺丝进行排放气。

[0034] 进一步的,所述导水管11上安装有阀门12控制水的流量。

[0035] 实施例2:

[0036] 采用任意一种渗流力的量测装置的量测方法,它包括以下步骤:

[0037] 步骤一,将土样室桶身置于光滑平整的木板上,在桶底放上与桶身内径相同的滤纸,将要测试的土骨料分两次装入土样室桶身内,每完成一次装样后振捣试样使之密实,将土样室冒出的土样用钢刀刮平,放上与桶身内径相同的滤纸,滤纸上面放上透水石4;

[0038] 步骤二,将土样与透水石连接,一起放入真空饱和缸进行3个小时抽真空,然后进行10个小时的饱和,使土样与透水石充分饱和;

[0039] 步骤三,将得到的饱和土样与装置组装好;

[0040] 步骤四,启动GDS压力控制系统开始向水压力室注水,赶走室内气体,使得整个压力充满水、整个桶内达到饱和状态;

[0041] 步骤五,压力盒13读数清零;

[0042] 步骤六,启动GDS压力控制系统向水压力室注水,增大水压力室的压力,记录水压力室内的水压;

[0043] 步骤七,调节GDS压力系统增大注水压力时,由于水在土中渗流的滞后性,渗出水收集室内水压慢慢增加,当渗出水收集室内水压稳定后,通过水压传感器10记录渗出水收集室内水压;

[0044] 步骤八,直接记录压力盒13的渗流力 $J^*$ ;

[0045] 步骤九,通过理论公式 $J = \gamma_w \cdot i \cdot V_s$ 计算出渗流力 $J$ ;

[0046] 步骤十,对直接量测的渗流力 $J^*$ 与理论计算出的渗流力 $J$ 进行对比分析。

[0047] 实施例3:

[0048] 土样顶端入渗水的水压力计算方法为:由理论公式 $u_1 = \gamma_w \cdot h_1 \cdot A$ ;可以通GDS压力控制系统读出水压力室的顶端入渗水的水压力 $u_1$ ,并换算土样顶端水头 $h_1$ 。

[0049] 土样底部的剩余水压力计算方法为:由理论公式 $u_2 = \gamma_w \cdot h_2 \cdot A$ ;通过水压传感器测定读出渗出水收集室的水压即为土样底部的水压力 $u_2$ ,并计算底部剩余水头 $h_2$ 。

[0050] 理论的渗流力计算方法为:通过理论计算出顶端入渗水的水头 $h_1$ ,土样底部的剩余水头 $h_2$ ,读出土样稳定渗流时的高度 $l$ ;根据理论公式 $i = \frac{\Delta h}{l}$ ,其中 $\Delta h = h_1 - h_2$ , $V_s$ 为土样的体积, $\gamma_w$ 为水的重度。由理论公式 $J = \gamma_w \cdot i \cdot V_s$ 计算土样整体渗流力。

[0051] 对比分析实测总渗透力 $J^*$ 与理论值 $J$ 的差距与原因。

[0052] 本发明的工作过程和工作原理为：

[0053] 本发明设计了一种不同水力梯度作用下量测渗流力的方法，该方法包括：通过GDS压力控制系统调节水压力室内水压，从而改变土样顶端入渗水的水头；通过连接于渗出水收集室底板的水压传感器测定土样底部的剩余水头。由渗流学知识，水在土体中流动时，由于受到土粒的阻力，而引起水头损失，从作用力与反作用力的原理可知，水流经过时必定对土颗粒施加一种渗流作用力，渗流力最终传递在压力盒上，可以直接读出该作用力的数值；从而量测在不同水力梯度作用下渗流对土颗粒施加的作用力，即渗流力 $J^*$ 。

[0054] 该方法由于知道水压力室内水压，从而计算水压力室内水头；通过水压传感器测定土样底部的水压，从而计算渗出水收集室内水头；通过理论公式 $J = \gamma_w \cdot i \cdot V_s$ 计算出渗流力，用量测的渗流力与理论的渗流力进行对比分析。

[0055] 该方法利用了GDS压力控制系统能够精确持续的控制水压力室的水头 $h_1$ 。

[0056] 该装置可以通过GDS压力控制系统控制水压力室的水头 $h_1$ 不变，观察土体渗流随时间的变化情况。

[0057] 该装置充分考虑了土样在渗流作用下的变形，让土样上部的透水石在桶内上下自由移动，与土样的变形保持一致，充分的模拟土样的渗流情况。

[0058] 该方法使用了静力学中作用力与反作用力知识，从而量测出渗流力 $J^*$ 。

[0059] 通过上述的说明内容，本领域技术人员完全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内，进行多样的变更以及修改都在本发明的保护范围之内。本发明的未尽事宜，属于本领域技术人员的公知常识。

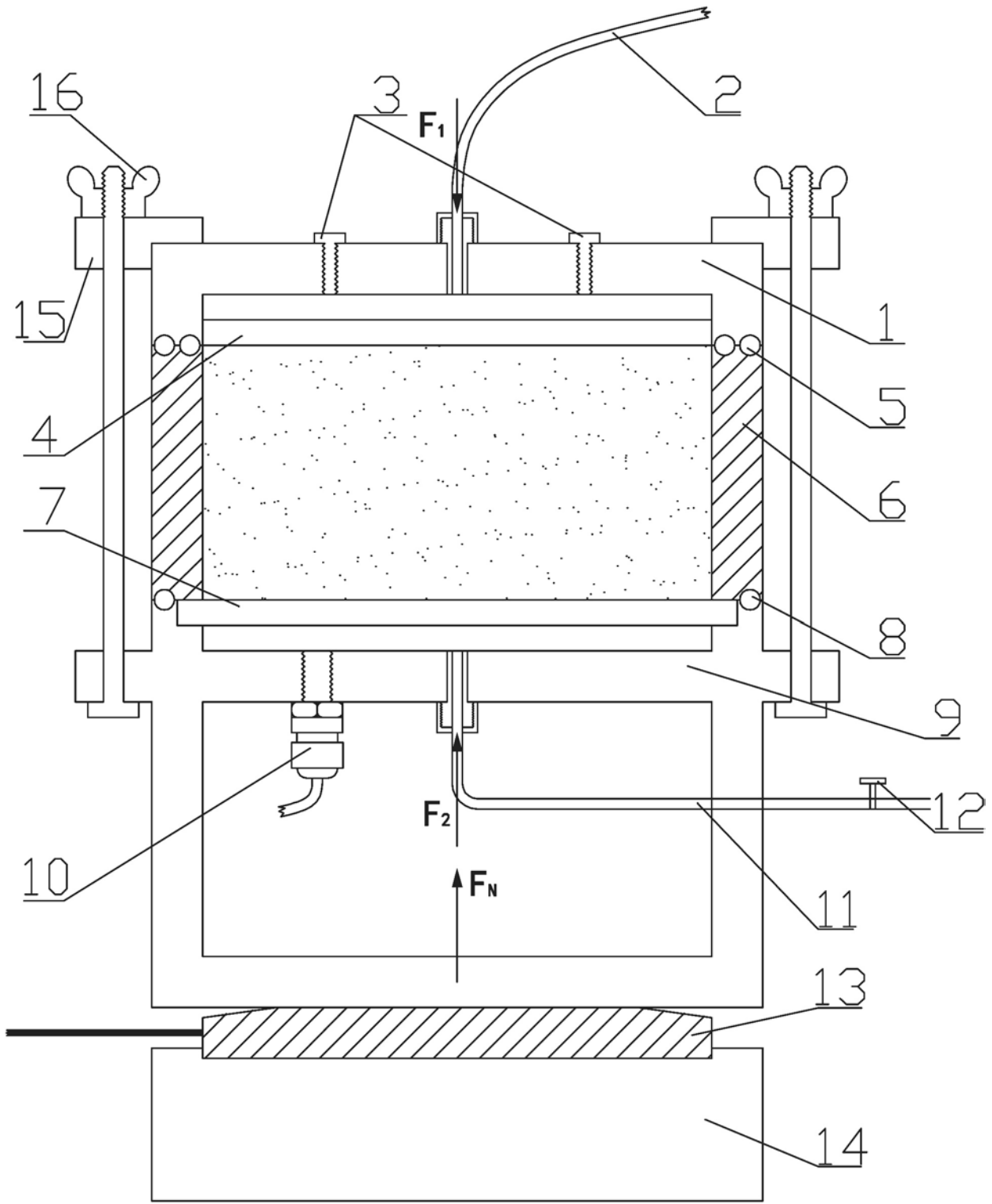


图 1