



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103308438 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201310211032.1

(22) 申请日 2013.05.30

(73) 专利权人 长安大学

地址 710064 陕西省西安市雁塔区南二环中段 33 号

(72) 发明人 林鸿州 庞维福 杨华 孙钊

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200

代理人 蔡和平

CN 202256108 U, 2012.05.30,

CN 103076200 A, 2013.05.01,

CN 102519856 A, 2012.06.27,

US 2010/089124 A1, 2010.04.15,

US 5133207 A, 1992.07.28,

DE 19907461 C1, 2000.11.16,

陈轮等. 往复水流条件下土工织物反滤系统渗透稳定性模拟试验研究. 《水力发电学报》. 2007, 第 26 卷 (第 4 期), 第 115-119 页.

审查员 陈优

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006.01)

(56) 对比文件

CN 203275257 U, 2013.11.06,

CN 102590063 A, 2012.07.18,

CN 102590063 A, 2012.07.18,

CN 102359084 A, 2012.02.22,

CN 102323196 A, 2012.01.18,

CN 202075201 U, 2011.12.14,

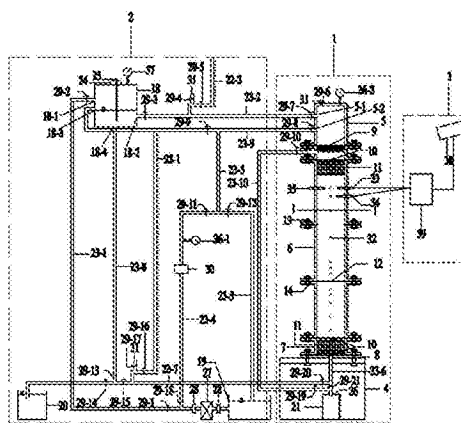
权利要求书1页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

模块化土体渗透性试验仪

(57) 摘要

本发明公开了一种模块化土体渗透性试验仪,包括土体渗流系统、渗流工况控制系统以及数据采集系统,是通过组装不同的模块化构件以模拟多种试验工况从而经济高效地研究土体的渗流特性。模块化构件包括顶盒、有机玻璃筒、底盒、人工降雨模块和反滤部件等,不仅安装拆卸方便,更有助于试样的制备,且渗流过程中的水循环使用,可节约水资源。此外,针对不同的研究目的,各模块化构件可自由选择 and 设置,使试验设备具有高度的可扩展性,进而满足多样的试验需求。本发明采用模块化设计思想,试验设备具有多样、经济、高效和可扩展等优点,且测定的试验参数更为准确。



CN 103308438 B

1. 一种模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:包括土体渗流系统(1)、渗流工况控制系统(2)以及数据采集系统(3);

所述土体渗流系统(1)包括工作台(4)、模块化底盒(7)、模块化有机玻璃筒(6)、模块化顶盒(5)和反滤部件,工作台(4)上固定有放置反滤部件的模块化底盒(7),模块化底盒(7)上端放置模块化有机玻璃筒(6),模块化底盒(7)下端出口处通过管路与量杯(21)相连,模块化底盒(7)中放置有反滤部件;所述模块化有机玻璃筒(6)的顶端安装模块化顶盒(5),模块化有机玻璃筒(6)的筒壁上开设有进行基质吸力、含水率和温度的监测或试验时取土样的监测孔(32),模块化顶盒(5)的顶端安装有第二压力表(36-2);

所述渗流工况控制系统(2)通过管路与土体渗流系统(1)相连,为土体渗流系统(1)提供水源和水头条件;

所述数据采集系统(3)包括插入监测孔(32)中的监测装置、电脑(39)以及摄像机(38),所述监测装置通过电缆与电脑(39)相连,电脑上连接有用于拍摄记录土体湿润峰发展变化的摄像机(38);

所述渗流工况控制系统(2)包括注水桶(18)、回收试验排出的水的盛水桶(20)、水泵(27)、储水桶(19),其中,注水桶(18)由水桶、桶塞(24)和进气管(25)组成,注水桶(18)通过管路与水泵(27)、顶盒(5)和底盒(7)相连;所述水泵(27)与储水桶(19)相连;盛水桶(20)通过管路与注水桶(18)和底盒(7)相连;盛水桶(20)与底盒(7)之间的管路上设置有第一立管(22-1),注水桶(18)和顶盒(5)之间的管路上设置有第二立管(22-2);

所述水泵(27)与顶盒(5)之间的管路上设置有压力控制阀(30),压力控制阀(30)处安装有第一压力表(36-1);

所述监测装置包括张力计(33)、水分计(34)或温度计中的一种以上;所述量杯(21)杯口裹有一层蒸发控制膜(26)。

2. 根据权利要求1所述的模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:所述模块化有机玻璃筒(6)分段组装,在其之间放置土工合成材料(12),模块化有机玻璃筒(6)中填入互层土,互层土之间放置土工合成材料(12)。

3. 根据权利要求1所述的模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:所述反滤部件包括玻璃砂反滤料(11),玻璃砂反滤料(11)的上端与下端均设置有钢丝网;反滤部件包括放置于模块化有机玻璃筒(6)中的上部反滤部件,以及放置于模块化底盒(7)中的下部反滤部件。

4. 根据权利要求1所述的模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:所述模块化顶盒(5)下端的模块化有机玻璃筒(6)中放置有降雨入渗时所需的人工降雨模块(9),人工降雨模块(9)为带细孔的金属板,细孔下端采用针头构造。

5. 根据权利要求1所述的模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:所述注水桶(18)上安装有真空表(37)。

6. 根据权利要求1所述的模块化土体渗透性试验仪,其特征在于:所述水泵(27)的进水口和出水口连接有过滤器(28)。

模块化土体渗透性试验仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种土体渗透系数曲线和土水特征曲线的量测装置,尤其涉及一种可量测均质土、裂隙土、互层土、垃圾土、冻土和含土工合成材料土体的渗透系数曲线与土水特征曲线的模块化土体渗透性试验仪。

背景技术

[0002] 土的渗透性反映土传递水的能力,是土的基本性质之一,也是岩土工程所关注的重要工程特性。大量的岩土工程案例表明其成灾机理多与土体渗透性密切相关。因此,通过试验获得准确的土体渗透性参数具有重要的学术意义和实用价值。土体的渗透性与土颗粒性质、土体含水率、孔隙率、土体中的裂隙与工况条件等因素密切相关,如何精确控制试样的初始关键参数和渗流工况条件以量测饱和—非饱和土体渗透系数曲线和土水特征曲线,一直是试验土力学所关注的热点问题。已有的渗透性试验仪,在使用中会存在以下的不足:

[0003] 1、适用土性单一。均质土、裂隙土、互层土、垃圾土、冻土和含土工合成材料的土等不同性质的土对渗透性试验仪的尺寸和功能要求均不同,传统试验仪往往针对单一性质的土设计,设备利用率低且不经济。

[0004] 2、渗流工况的控制单一。传统试验设备的渗流工况控制单一,很难同时满足向上渗流、向下渗流、定水头试验、变水头试验、土柱吸水 and 降雨入渗等不同工况对试验仪的要求,不利开展多种工况的渗流研究。

[0005] 3、试样的制备不易。传统试验设备的有机玻璃筒由于高度大不易制样,且很难精确控制试样含水率、干密度和裂隙分布特征等试验的初始关键控制参数,不利于均质土、裂隙土和冻土等的制样。

[0006] 4、试验仪功能不具有扩展性。实际工程所面临的问题十分复杂,但传统试验仪通常针对单一或少数工况进行设计且设备不易改装,不具有可扩展性,使得传统试验仪难以适用于复杂工况渗流特性的研究。

发明内容

[0007] 针对上述缺陷或不足,本发明提供一种模块化土体渗透性试验仪,能够用于量测不同性质土体在多种试验工况下的渗透系数曲线和土水特征曲线,且所求得的渗透性参数更为精确,试验方法更为便利。

[0008] 本发明的技术方案为:

[0009] 包括土体渗流系统、渗流工况控制系统以及数据采集系统;

[0010] 所述土体渗流系统包括工作台、模块化底盒、模块化有机玻璃筒、模块化顶盒和反滤部件,工作台上固定有放置反滤部件的模块化底盒,模块化底盒上端放置模块化有机玻璃筒,模块化底盒下端出口处通过管路与量杯相连,模块化底盒中放置有反滤部件;所述模块化有机玻璃筒的顶端安装模块化顶盒,模块化有机玻璃筒的筒壁上开设有进行基质吸力、含水率和温度的监测或试验时取土样的监测孔,模块化顶盒的顶端安装有第二压力表;

[0011] 所述渗流工况控制系统通过管路与土体渗流系统相连,为土体渗流系统提供水源和水头条件;

[0012] 所述数据采集系统包括插入监测孔中的监测装置、电脑以及摄像机,所述监测装置通过电缆与电脑相连,电脑上连接有用于拍摄记录土体湿润峰发展变化的摄像机。

[0013] 所述模块化有机玻璃筒之间放置土工合成材料,模块化有机玻璃筒中填入互层土,互层土之间放置土工合成材料。

[0014] 所述反滤部件包括玻璃砂反滤料,玻璃砂反滤料的上端与下端均设置有钢丝网;上端的反滤部件放置于模块化有机玻璃筒中。

[0015] 所述模块化顶盒下端的模块化有机玻璃筒中放置有降雨入渗试所需的人工降雨模块,人工降雨模块为带细孔的金属板,细孔下端采用针头构造。

[0016] 所述监测装置包括张力计、水分计或温度计中的一种或一种以上。

[0017] 所述量杯杯口裹有一层蒸发控制膜。

[0018] 所述渗流工况控制系统包括注水桶、回收试验排除的水的盛水桶、水泵、储水桶,其中,注水桶由水桶、桶塞和进气管组成,注水桶通过管路与水泵、顶盒和底盒相连;所述水泵与储水桶相连;盛水桶通过管路与注水桶和底盒相连;盛水桶与底盒之间的管路上设置有第一立管,注水桶和顶盒之间的管路上设置有第二立管。

[0019] 所述水泵与顶盒之间的管路上设置有压力控制阀,压力控制阀处安装有第一压力表。

[0020] 所述注水桶上安装有真空表。

[0021] 所述水泵的进水口和出水口连接有过滤器。

[0022] 本发明和现有技术相比具有以下优点:

[0023] 1、本发明提供了一种土体渗透性试验仪,根据模块化设计思想选择模块化有机玻璃筒,并在有机玻璃筒筒壁上开设监测孔,在有机玻璃筒上设置模块化的顶盒,同时,有机玻璃筒底部设置模块化底盒,采用模块化的构件可满足均质土、裂隙土、垃圾土、冻土、互层土、含土工合成材料的土体等多种性质的土的渗流试验,因此设备利用率高,且试验设备具有多样性和经济性等特点。

[0024] 2、本发明的模块化土体渗透性试验仪安装拆卸方便且具有高度的可扩展性。模块化构件相互独立且尺寸适中,方便试验过程中的安装拆卸。此外,模块化构件的自由选择和设置使得试验仪具有高度的可扩展性,可以根据试验目的和要求模拟复杂的渗流工况。以设置反滤层为例,可更换反滤层研究土体的渗透冲蚀作用和评价反滤层的工作效果。

[0025] 3、渗流工况的控制多样。渗流工况控制系统可提供向上渗流、向下渗流、定水头渗流、变水头渗流、土柱吸水和降雨入渗等不同工况条件,且经过管路的简单改装即可改变渗流工况,因此有利于研究相似结构土体在不同渗流工况下的渗透特性,以避免重新制样导致土体结构改变对渗透性的影响,此外,一种渗流工况可通过多种方法实现,增大了试验操作的灵活性。

[0026] 4、方便制样。模块化有机玻璃筒尺寸适中,不仅方便制样,且分层夯实时,可精确控制试样的含水率和干密度等试验初始关键控制参数,更有利于裂隙土、冻土和互层土的制样工作。

附图说明

[0027] 图1是本发明提供的土体渗透性试验仪结构示意图；

[0028] 图2是本发明提供的土体渗透性试验仪底盒结构示意图；

[0029] 图3是本发明提供的土体渗透性试验仪玻璃筒连接处土工合成材料结构示意图；

[0030] 图4是本发明提供的土体渗透性试验仪反滤部件结构示意图；

[0031] 图5是本发明提供的土体渗透性试验仪顶盒结构示意图；

[0032] 图6是本发明提供的土体渗透性试验仪人工降雨模块结构示意图；

[0033] 图7是本发明提供的土体渗透性试验仪有机玻璃筒剖面结构示意图。

[0034] 图中,1-土体渗流系统,2-渗流工况控制系统,3-排气孔,4-工作台,5-模块化顶盒,5-1-顶盒进水口,5-2-顶盒出水口,6-模块化有机玻璃筒,7-模块化底盒,8-有机玻璃底板,9-人工降雨模块,10-钢丝网,11-玻璃砂反滤料,12-土工合成材料,13-螺栓,14-硅胶,15-橡胶垫圈,16-胶塞,17-带孔胶塞,18-注水桶,18-1-第一进水口,18-2-第一出水口,18-3-第二出水口,18-4-底部出水口,19-储水桶,20-盛水桶,21-量杯,22-1-第一立管,22-1第二立管,23-1-第一管路,23-2-第二管路,23-3-第三管路,23-4-第四管路,23-5-第五管路,23-6-第六管路,23-7-第七管路,23-8-第八管路,23-9-第九管路,23-10-第十管路,24-桶塞,25-进气管,26-蒸发控制膜,27-水泵,28-过滤器,29-1-第一阀门,29-2-第二阀门,29-3-第三阀门,29-4-第四阀门,29-5-第五阀门,29-6-第六阀门,29-7-第七阀门,29-8-第八阀门,29-9-第九阀门,29-10-第十阀门,29-11-第十一阀门,29-12-第十二阀门,29-13-第十三阀门,29-14-第十四阀门,29-15-第十五阀门,29-16-第十六阀门,29-17-第十七阀门,29-18-第十八阀门,29-19-第十九阀门,29-20-第二十阀门,29-21-第二十一阀门,30-压力控制阀,31-排气孔,32-监测孔,33-张力计,34-水分计,35-温度计,36-1第一压力表,36-2第二压力表,37-真空表,38-摄像机,39-电脑。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明做详细描述。

[0036] 如图1所示,模块化土体渗透性试验仪,包括土体渗流系统1、渗流工况控制系统2和数据自动采集系统3。

[0037] 上述土体渗流系统1由各个模块化构件组成,包括工作台4、模块化顶盒5、模块化有机玻璃筒6、模块化底盒7、人工降雨模块9和反滤部件。各模块化构件相互独立,安装拆卸方便,且针对不同的研究目的可自由选择 and 设置。上述模块化顶盒5、模块化有机玻璃筒6和模块化底盒7上均设有刻度,以方便确定湿润峰位置和试样高度。如图5所示,上述模块化顶盒5上部设置有带有第六阀门29-6的排气孔31和第二压力表36-2,模块化顶盒5外壁上设置有进水口5-1和出水口5-2,进水口5-1连接注水桶18为模块化顶盒5供水,出水口5-1控制水头值为向下渗流提供定水头条件且可通过适当增加土体以上模块化有机玻璃筒6的数量改变定水头的水头值。上述模块化有机玻璃筒6分段组装,方便试样的制备且依试验目的放置人工降雨模块9,如图6所示,和土工合成材料,如图4所示,进行降雨入渗和土-土工合成材料耦合渗流的研究,此外,可设置反滤层进行土体的渗透冲蚀作用的研究。如图3所示,各模块化有机玻璃筒6通过螺栓13连接,连接处放置橡胶垫圈15以确保其密封性。上述模块化底

盒通过螺栓13与工作台4相连。所述模块化有机玻璃筒6之间放置土工合成材料12,土工合成材料12通过硅胶14固定在有机玻璃筒6之间,模块化有机玻璃筒6中填入互层土,互层土之间放置土工合成材料12,土工合成材料是应用于岩土工程和土木工程建设的、以合成材料为原材料制成的各种产品的统称。模块化有机玻璃筒6下端设置有模块化底盒7,如图2所示,模块化底盒7放置于工作台4上,模块化底盒7中放置有反滤部件,模块化底盒7下端出口处通过管路与量杯21相连。

[0038] 如图1所示,上述量杯21通过管路与放置于模块化底盒7下部的有机玻璃底板8相连,用于测量渗流量和土体渗流破坏带出的细颗粒土的含量,量杯21杯口裹有一层蒸发控制膜26,其作用是防止量杯内的水分蒸发量过大,也可设置对照组消除误差。

[0039] 具体的,如图6所示,上述反滤部件包括玻璃砂反滤料11,玻璃砂反滤料11的上端与下端均设置有钢丝网10,其中,玻璃砂反滤料11的上端设置两层钢丝网,玻璃砂反滤料11的下端的两层钢丝网,反滤部件可为试样提供均匀入渗的水流,并阻止过多的试样土颗粒被带出;反滤部件分别放置在模块化底盒7中和土体上端。所述模块化有机玻璃筒6中放置有降雨入渗试所需的人工降雨模块9,人工降雨模块9为带细孔的金属板,细孔下端采用针头构造。

[0040] 如图1所示,上述所述渗流工况控制系统2包括注水桶18、回收试验排出的水的盛水桶20、水泵27、储水桶19,其中,注水桶18由水桶、桶塞24和进气管25组成,注水桶18可为土体渗流系统供水和提供定水头条件,注水桶的出水口控制桶内的水头值为向下渗流和向上渗流提供精确的定水头条件,且注水桶的高度可调节以改变水头值,注水桶18还可以利用马氏瓶原理为向上渗流和向下渗流提供近似的定水头条件,并利用注水桶18上真空表37的读数修正试验的误差。注水桶18通过管路与水泵27、顶盒4和底盒7相连;所述水泵27与储水桶19相连;盛水桶20通过管路与注水桶18和底盒7相连;盛水桶20与底盒7之间的管路上设置有第一立管22-1,注水桶18和顶盒5之间的管路上设置有第二立管22-2。如图1所示,根据渗流工况控制要求用管路连接各水桶和土体渗流系统。上述水泵27的进水口和出水口均设有过滤器28,防止土颗粒堵塞管路或水泵,水泵27通过管路连接压力控制阀30以及第一压力表36-1,第一压力表36-1为向下渗流提供较高的压力水头。上述的储水桶19中蓄有足够的水,为渗流试验供水。上述盛水桶20通过管路与模块化底盒7、注水桶18相连,用于收集系统排出的水。

[0041] 如图7所示,上述模块化有机玻璃筒6上的监测孔32依试验需求设置,可进行压力、体积含水率、基质吸力、温度和PH值等的监测,监测孔32中设有胶塞16,胶塞16和带孔胶塞17与筒壁之间涂上硅胶以确保二者的密封性,监测孔32可设置取土孔、排气孔、水分计孔、张力计孔和温度计孔等;将张力计33和水分计34等监测设备通过带孔胶塞17整体插入监测孔中;各监测孔并非在有模块化机玻璃筒6壁上均匀设置,而是依据试验要求在特殊位置适当加密或减少。监测孔32的监测内容不限于基质吸力、含水率和温度等的测量,可根据试验目的增加和改变。

[0042] 如图1所示,上述数据自动采集系统包括张力计33等监测设备、摄像机38和电脑39。将张力计33等监测设备和摄像机38通过电缆与电脑39相连,所测得的数据由电脑39直接保存和分析。

[0043] 本发明土体渗流系统1和渗流工况控制系统2具体连接方式如下:

[0044] 注水桶18的第一进水口18-1安装有第二阀门29-2,18的第一进水口18-1通过第一管路23-1与水泵27出口连接,水泵27的进水口与储水桶19连接,注水桶18的第一出水口18-2安装有第三阀门29-3,第三阀门29-3通过第二管路23-2与第七阀门29-7连接,第七阀门29-7与模块化顶盒5的进水口5-1连接;注水桶18的第二出水口18-3通过第八阀门29-8与模块化顶盒5的出水口5-2连接,所述进水口5-1位于出水口5-2的上端;注水桶18的第二出水口18-3上安装有第九阀门29-9,第九阀门29-9与第八阀门29-8之间的管路上,还并联接通有第三管路23-3,第三管路23-3的出口分为两条支路:第一支路通过第十二阀门29-12与储水桶19进水口连接,第二支路依次通过第十一阀门29-11、压力控制阀30、第十八阀门29-18与水泵27出水口相连接形成向下渗流水源,所述压力控制阀30处安装有第一压力表36-1,第十八阀门29-18与水泵27出口前还安装有第一阀门29-1。

[0045] 所述注水桶18的底部出水口安装有第四管路23-4和第十三阀门29-13,第四管路23-4的出水口分为两条支路:一条支路通过第十四阀门29-14与回收系统排出水的盛水桶20相连通;另一条支路通过第二十阀门29-20与模块化底盒7的相连通,且模块化底盒7底端设置有第二十一阀门29-21,形成向上渗流水源,且模块化有机玻璃筒6的顶部通过第十阀门29-10和第十九阀门29-19与量杯21连接。

[0046] 进一步的,为了使得测量数据更加准确,在所述注水桶18的底部出水口18-4与模块化底盒7相连接的管路上设置有用于测试土体底端的水头值的第一立管22-1,第一立管22-1的入口处设置有第五阀门29-5以及带有第四阀门29-4的排气孔31,第一立管22-1与第十三阀门29-13之间设有第十五阀门29-15;所述注水桶18的第一出水口18-2与顶盒5的进水口5-1相连接的管路23-2上设置有用于测试向下变水头渗流时土体顶端水头值的第二立管22-2,所述第一立管22-1的入口处设置有第十六阀门29-16以及带有第十七阀门29-17的排气孔31。

[0047] 本发明工作过程:

[0048] 第一步,根据需要加工模块化有机玻璃筒6、反滤部件、人工降雨模块9、模块化顶盒5、模块化底盒7等模块化构件。模块化有机玻璃筒的高度值设置为20cm,内径为10-20cm,均质土所需内径可较小,裂隙土所需内径宜适当增大。人工降雨模块9为带细孔的金属板,细孔下端采用针头构造。反滤部件由钢丝网和玻璃砂反滤料组成,钢丝网可铺设两到三层,根据试验研究具体需求,合理设置监测孔的位置、个数和类型,如含土工合成材料的土、互层土以及冻土周围的监测孔应适当加密。

[0049] 第二步,进行仪器安装及主要试验步骤:

[0050] 1、安装模块化底盒:在工作台4上放置模块化底盒7下部的模块化有机玻璃板8,然后在有机玻璃板8上依次放上橡胶垫圈、钢丝网和模块化有机玻璃筒6。工作台4、有机玻璃底板和模块化有机玻璃筒通过螺栓连接,连接处放置橡胶垫圈以确保其密封性。

[0051] 2、放置下部反滤部件:在模块化底盒7中的钢丝网上填入玻璃砂反滤料11,直至模块化底盒7顶部,然后放上橡胶垫圈和钢丝网10。

[0052] 3、安装模块化玻璃筒:在模块化底盒7有机玻璃板上放置有机玻璃筒6,模块化底盒7与有机玻璃筒6通过螺栓连接,连接处放置橡胶垫圈以确保其密封性。完成一节有机玻璃筒6的安装后,进行该段有机玻璃筒6的制样工作,然后继续下一节有机玻璃筒6的安装。

[0053] 4、试样制备:首先将所有模块化有机玻璃筒6的监测孔32用胶塞16塞上。根据土体

类型,选择合适的制样分层数,用击实法进行制样。下面具体介绍均质土、互层土、裂隙土、冻土和含土工合成材料的土的制样工作。

[0054] a. 均质土:配置符合含水率要求的均质土土样,按照干密度要求确定试样的质量,然后根据土体性质和高度确定分层数,一般为3-7层,最后将试样分层填入有机玻璃筒内并击实至预定干密度,各层土的接触面应打毛。

[0055] b. 互层土:各层土的制样方法同均质土,依试验目的确定互层土的高度,先进行下部土层的制样工作,然后进行上部土层的制样工作。

[0056] c. 裂隙土:在制样的过程中,根据试验的要求预埋裂隙。制样的方法同均质土,试验中设置的裂隙包括单一裂隙、网状裂隙和圆形孔洞裂隙。单一和网状裂隙的制作可在土体中压入金属板或在制样过程中预埋塑胶片以实现裂隙土制样,竖向圆形孔洞裂隙可在土体中预埋细棒实现。

[0057] d. 冻土:首先按照均质土制样方法制样,然后将装有均质土试样的玻璃筒6放入冷冻室,待其温度降至试验要求温度后与其他模块化玻璃筒6连接。特别注意在安装冻土的玻璃筒前必须先安装好渗流工况控制系统的所有部件,在装好冻土的有机玻璃筒要用保温材料包裹该有机玻璃筒直到试验开始以避免土体温度变化影响试验研究工作。若需进行冻土冻融作用的研究可在土体中安装冷冻管研究冻融过程中水分的变化。

[0058] e. 含土工合成材料的土:首先按照均质土的制样方法制样,然后在土工合成材料边缘涂上硅胶后与橡胶垫圈相连,将土工合成材料和橡胶垫圈放置在模块化玻璃筒之间,用螺栓连接有机玻璃筒密封。

[0059] 5、安装上部反滤部件:完成最后一层土体的制样工作后,在土样上端放置两层钢丝网,然后填入玻璃砂反滤料直至模块化有机玻璃筒6顶部,再放置橡胶垫圈和钢丝网与下一段模块化有机玻璃筒6连接。

[0060] 6、安装模块化顶盒:当完成所有的模块化有机玻璃筒6的安装工作后,在模块化有机玻璃筒6上放置模块化顶盒5,用螺栓连接模块化顶盒5和模块化有机玻璃筒6,连接处放置橡胶垫圈以确保二者的密封性。

[0061] 7、连接渗流工况控制系统的部件:按照图1所示放置量杯21、储水桶19、注水桶18、水泵27和盛水桶20,并在水泵27出水口和进水口处设置过滤器28。然后按照图示用管路连接注水桶18、储水桶19、盛水桶20、水泵27以及土体渗流系统,并设置立管22-1和立管22-2,安装压力控制阀30和压力表36-1。

[0062] 8、安装监测设备和数据自动采集系统:完成土体渗流系统模块化构件的安装后,将张力计33、水分计34、温度计等监测设备通过胶塞插入监测孔中,胶塞16与玻璃筒筒壁之间涂上硅胶密封。根据设备高度和位置安装摄像机38。张力计33、水分计34和摄像机38通过电缆与电脑39相连,由电脑39记录试验过程中水分计34测得的体积含水率和张力计33测得的基质吸力以及摄像机38拍摄的所有录像。

[0063] 9、安装放置人工降雨模块:当研究降雨入渗时则增加此步骤,在顶盒下端增加一段模块的有机玻璃筒6,人工降雨模块9的上下放置橡胶垫圈防止试验中形成渗流通道,然后将其放置在增加的有机玻璃筒内,用螺栓连接该有机玻璃筒和顶盒5。

[0064] 10、如需改变向下渗流时土体顶部的水头值,可适当在模块化顶盒5下增加有机玻璃筒6的数量以提高模块化顶盒5的高度,也可以改变注水桶18的高度,还可以通过储水桶

19及压力控制阀30向顶盒提供较高的压力水头。试验过程中,注意观察观测顶盒上压力表36-2的读数,当压力达到一定数值后要打开排气孔阀门排出土体中的气体。根据研究目的设定试验时间,到达设定时间后关闭水泵27以及所有阀门,结束试验。试验结束后,根据渗流控制方程用所测得的渗流量、渗流时间、水头值、基质吸力和体积含水率反算渗透系数并绘制渗透系数曲线和土水特征曲线,并根据含泥量分析土体的渗透冲蚀作用。

[0065] 第三步,渗流工况控制:

[0066] 渗流工况控制分为两个大类:向下渗流试验和向上渗流试验,其中,

[0067] 向下渗流试验过程中水头的控制可通过四种方法实现,分别是顶盒出水口控制定水头、注水桶出水口提供精确的定水头、注水桶利用马氏瓶原理提供近似定水头和水泵通过压力控制阀提供压力水头。根据试验水头值要求和精度要求选择合适的方法。

[0068] 向上渗流的定水头条件可有两种方法实现:一种是注水桶利用马氏瓶原理提供近似定水头,另外一种注水桶通过桶壁的出水口提供精确的水头值。

[0069] 下面分别介绍6种渗流工况的控制流程:

[0070] 1)、向下定水头渗流试验:

[0071] a.由顶盒5出水口控制定水头:首先打开第一阀门29-1和第二29-2,开启水泵27,为注水桶18注满水,然后关闭水泵27以及第一阀门29-1和第二阀门29-2。打开第三阀门29-3和第七阀门29-7向顶盒5注水,当液面到达顶盒5出水口位置后,打开第八阀门29-8和第十二阀门29-12开始试验并把顶盒5中高于出水口位置的水排出到盛水桶20中。打开第二十一阀门29-21,使渗流过程的水进入量杯21中。试验中观察注水桶18中的水量,当水面低于注水桶18第一出水口18-1高度时,要打开第一阀门29-1和第二阀门29-2并开启水泵27向注水桶中注水。

[0072] b.由注水桶出水口控制水头值:首先打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶18供水,待水面到达注水桶18第一出水口18-2位置时,打开第九阀门29-9和第十二阀门29-12,使注水桶18中的液面保持不变。然后打开第三阀门29-3和第七阀门29-7开始渗流试验。打开第二十一阀门29-21,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0073] c.由水泵和压力控制阀提供压力水头:首先调节压力控制阀30至所需压力值,然后打开第十八阀门29-18、第十一阀门29-11和第八阀门29-8,开启水泵27,开始渗流试验,试验过程中,根据压力控制阀30旁边第一压力表36-1的读数调节压力控制阀使顶盒5上的第二压力36-2表读数为所需压力。打开第二十一阀门29-21,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0074] d.利用马氏瓶原理由注水桶提供近似的定水头:打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶注满水,然后关闭水泵27以及第一阀门29-1和第二阀门29-2。在注水桶18桶塞24中插入进气管25,调整进气管25高度至其出水口的位置。然后打开第三阀门29-3和第七阀门29-7开始渗流试验。打开第二十一阀门29-21,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0075] 2)向上定水头渗流试验:

[0076] a.由注水桶出水口控制定水头:打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶18供水,待液面到达注水桶18第一出水口18-2位置时,打开第九阀门29-9和第十二阀门29-12,使注水桶18中的液面保持不变。打开第十三阀门29-13、第十五阀门29-15和

第二十阀门29-20,开始渗流试验。打开第十阀门29-10和第十九阀门29-19,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0077] b.利用马氏瓶原理由注水桶提供近似的定水头:打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,为注水桶注18满水,然后关闭水泵27以及阀门第一29-1和第二阀门29-2。在注水桶18桶塞24中插入进气管25,调整其高度至桶底出水口。然后打开第十三阀门29-13、第十五阀门29-15和第二十阀门29-20开始渗流试验。打开第十阀门29-10和第十九阀门29-19,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0078] 3、向下变水头渗流试验:首先打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶18注满水,然后关闭水泵27以及第一阀门29-1和第二阀门29-2。打开第三阀门29-3、第七阀门29-7,向顶盒5注满水,打开第二立管22-2上的第五阀门29-5,用第二立管22-2量测初始水头值,然后打开第二十一阀门29-21,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0079] 4、向上变水头渗流试验:首先第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶18注满水,然后关闭水泵27以及第一阀门29-1和第二阀门29-2。打开第十三阀门29-13、第十五阀门29-15和第一立管22-1上的第十六阀门29-16,测量初始水头值,然后打开第二十阀门29-20,开始渗流试验,打开第十阀门29-10和第十九阀门29-19,使渗流过程中的水进入量杯21。

[0080] 5、降雨入渗试验:首先进行压力-雨强的校正试验,确定压力和雨强的关系曲线。然后打开第十八阀门29-18、第十一阀门29-11、第八阀门29-8,开启水泵27,向模块化顶盒5注入有压水,所施加的压力幅值根据试验需求而定,打开第二十一阀门29-21,使渗流过程的水进入量杯21中。试验过程中,根据压力控制阀30旁边压力表36-1的读数调节压力控制阀30使模块化顶盒5上的第二压力表36-2压力表读数为所需压力。

[0081] 6、土柱吸水试验:调节注水桶18高度至要求高度,打开第一阀门29-1和第二阀门29-2,开启水泵27,向注水桶18注水,当液面达到注水桶18第二出水18-3口位置时,打开第九阀门29-9和第十二阀门29-12以控制液面在注水桶18出水口的位置。打开第十三阀门29-13、第十五阀门29-15和第二十阀门29-20,开始土柱吸水试验。

[0082] 本发明和现有技术相比具有以下优点:

[0083] 1、适用多种性质的土。模块化的构件可满足均质土、裂隙土、垃圾土、冻土、互层土、含土工合成材料的土体等多种性质的土的渗流试验,设备利用率高,且试验设备具有多样性和经济性等特点。

[0084] 2、渗流工况的控制多样。渗流工况控制系统可提供向上渗流、向下渗流、定水头渗流、变水头渗流、土柱吸水和降雨入渗等不同工况条件,且经过管路的简单改装即可改变渗流工况,因此有利于研究相似结构土体在不同渗流工况下的渗透特性,以避免重新制样导致土体结构改变对渗透性的影响。此外,一种渗流工况可通过多种方法实现,增大了试验操作的灵活性。

[0085] 3、试验仪安装拆卸方便且具有高度的可扩展性。模块化构件相互独立且尺寸适中,方便试验过程中的安装拆卸。此外,模块化构件的自由选择和设置使得试验仪具有高度的可扩展性,可以根据试验目的和要求模拟复杂的渗流工况。以设置反滤层为例,可更换反滤层研究土体的渗透冲蚀作用和评价反滤层的工作效果。

[0086] 4、方便制样。模块化有机玻璃筒尺寸适中,不仅方便制样,且分层夯实时,可精确

控制试样的含水率和干密度等试验初始关键控制参数,更有利于裂隙土、冻土和互层土的制样工作。

[0087] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明做任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、变更以及等效结构变换,均应仍属于本发明技术方案的保护范围内。

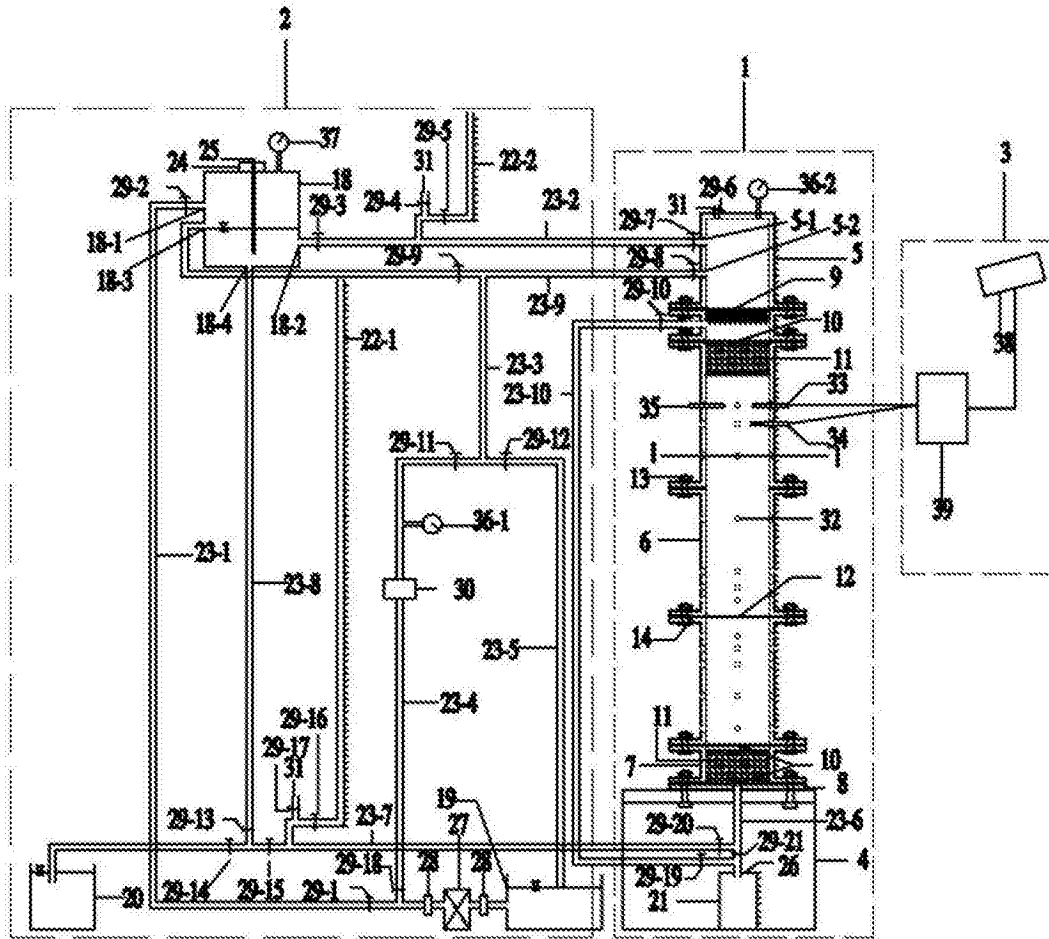


图1

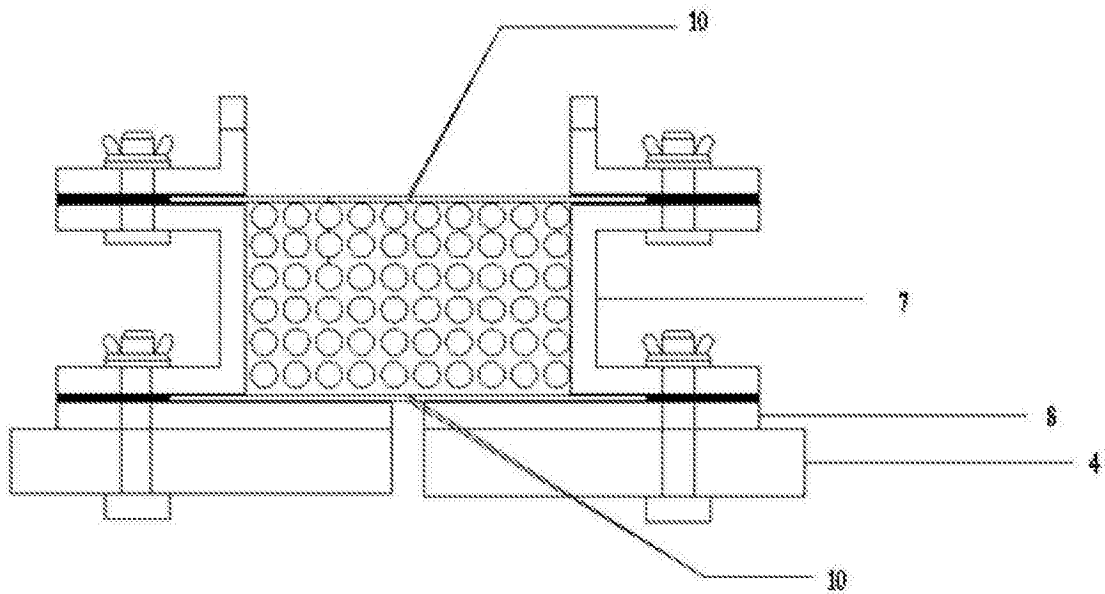


图2

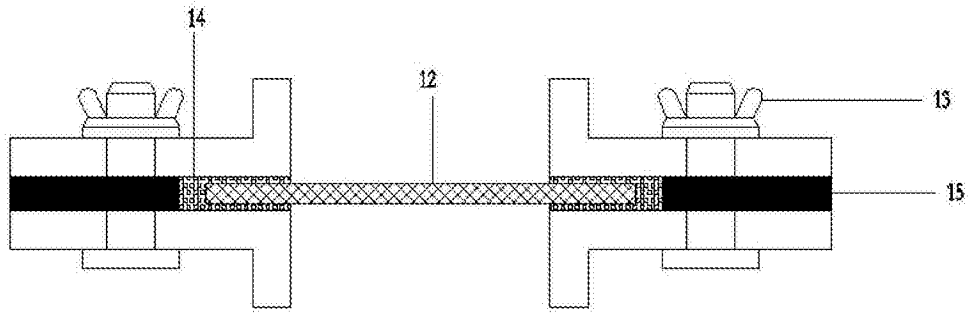


图3

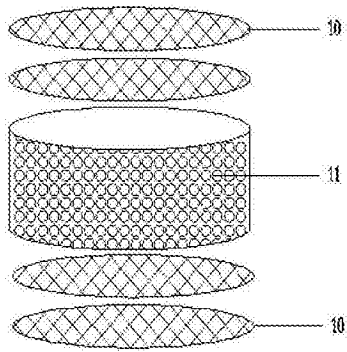


图4

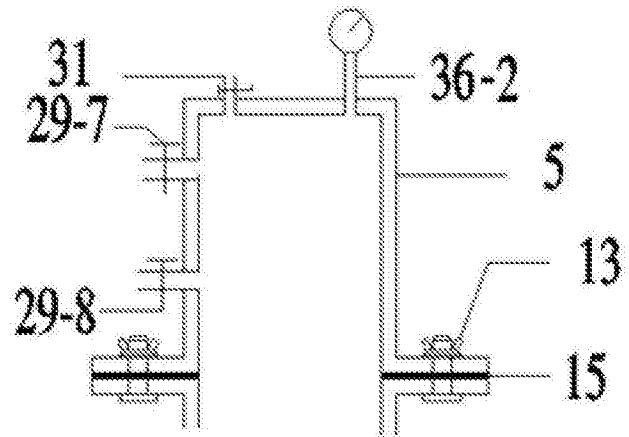


图5

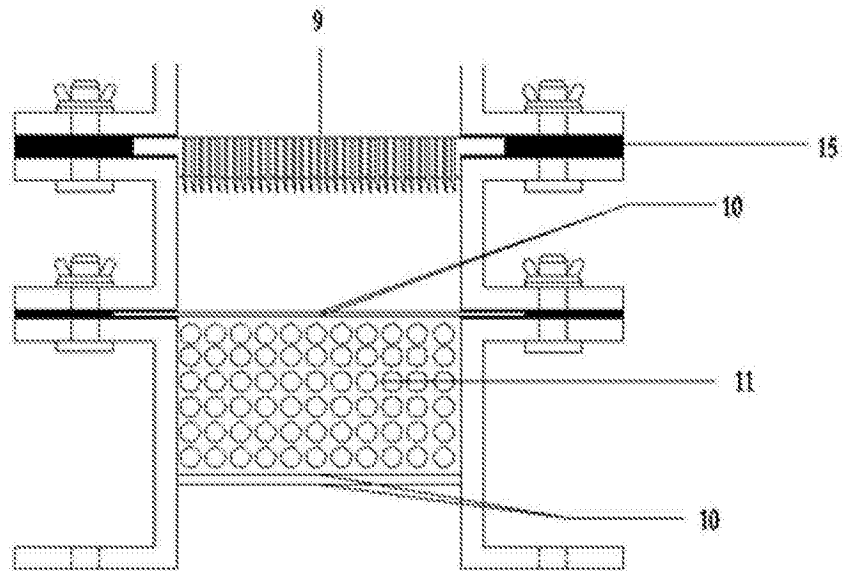


图6

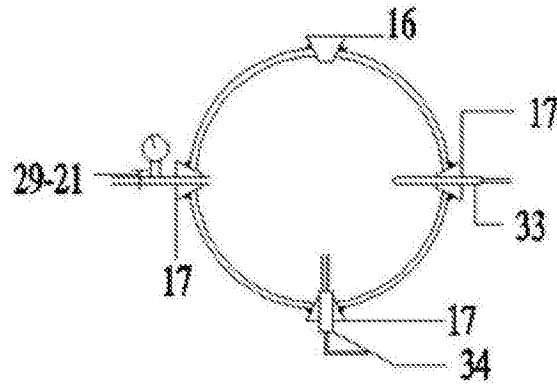


图7