



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108801873 B

(45) 授权公告日 2021.04.09

(21) 申请号 201810372634.8

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.04.24

G01N 15/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108801873 A

(43) 申请公布日 2018.11.13

(56) 对比文件

(73) 专利权人 兰州交通大学

CN 201561921 U, 2010.08.25

地址 730070 甘肃省兰州市安宁区安宁西路88号

CN 102435480 A, 2012.05.02

(72) 发明人 马丽娜 张戎令 王起才 薛彦瑾

CN 103115828 A, 2013.05.22

王冲 张志方 杨国涛 刘树红
张乘波 李进前 王炳忠 崔晓宁
祁强 胡锐鹏

US 3934455 A, 1976.01.27

(74) 专利代理机构 甘肃省知识产权事务中心代理有限公司 62100

CN 103792172 A, 2014.05.14

代理人 陈超

CN 203643306 U, 2014.06.11

CN 101634621 A, 2010.01.27
王炳忠 等.荷载条件下原状与重塑泥岩渗透性试验研究.《水文地质工程地质》.2019,第46卷(第1期),

审查员 褚为静

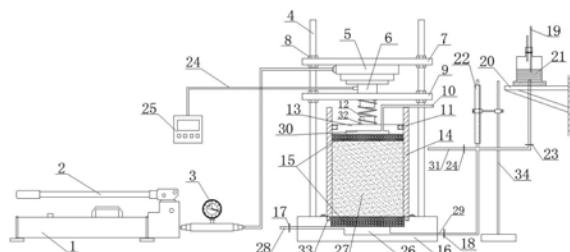
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪及其使用方法,包括侧限约束均匀渗透模块、竖向加载模块、可变水压加水模块、支撑模块;所述侧限约束均匀渗透模块包括底座、渗透筒、透水石层、盖板;所述竖向加载模块包括施力器、应力测量计、传力弹簧;所述可变水压加水模块包括供水容器、变压水头管、管夹、容量调节夹、进水管夹、连接软管;所述支撑模块包括立柱、上横梁、下横梁、支撑台、支撑夹。本发明的有益效果:解决了原状膨胀土在不同上覆荷载及可变水压下的渗透系数测定试验;适用任何粘性土渗透性的研究;组装快速、可靠稳定。



1. 一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：包括侧限约束均匀渗透模块、竖向加载模块、可变水压加水模块、支撑模块；

所述侧限约束均匀渗透模块包括底座(16)、渗透筒(14)、透水石层(15)、盖板(13)；所述竖向加载模块包括施力器(5)、应力测量计(6)、传力弹簧(12)；所述可变水压加水模块包括供水容器(21)、变压水头管(22)、管夹(23)、容量调节夹(24)、进水管夹(18)、连接软管；所述支撑模块包括立柱(4)、上横梁(7)、下横梁(9)、支撑台(20)、支撑夹(34)；

所述渗透筒(14)底部密封固定在底座(16)上，渗透筒(14)范围内的底座(16)中设有盛水槽(26)，盛水槽(26)连通有排气管(28)、进水管(29)，排气管(28)上设有排气管夹/阀(17)；盛水槽(26)之上依次是透水石层(15)、土样(27)、透水石层(15)、盖板(13)、传力弹簧(12)、下横梁(9)、应力测量计(6)、施力器(5)、上横梁(7)；上横梁(7)、下横梁(9)可移动的连接在立柱(4)上，立柱(4)底部固定在底座(16)上；施力器(5)固定在上横梁(7)底部，施力器(5)的顶端与应力测量计(6)一端接触，应力测量计(6)另一端与下横梁(9)接触，传力弹簧(12)顶端与下横梁(9)接触、底端与盖板(13)接触；盖板(13)底侧设有倒置槽(30)，倒置槽(30)顶部连通有出水管(10)，盖板(13)侧壁开设有环形凹槽，环形凹槽中放置有密封环(11)；变压水头管(22)底部连通一个四通管，四通管的一个管头通过连接软管连通供水容器(21)、一个管头通过连接软管连通进水管(29)、一个管头连通排液管(31)，排液管(31)设容量调节夹(24)，变压水头管(22)与供水容器(21)间的管路上设管夹(23)，变压水头管(22)与进水管(29)间的管路上设进水管夹(18)；供水容器(21)由支撑台(20)支撑，变压水头管(22)由支撑夹(34)夹持固定，支撑夹(34)的夹体的高度可调节；变压水头管(22)上设有容量刻度值，供水容器(21)内的液面高于变压水头管(22)的最大容量刻度值。

2. 根据权利要求1所述的一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：所述施力器(5)是手动分离式液压千斤顶，由油缸(1)、手柄(2)、油压表(3)、顶升体组成，顶升体连接固定在上横梁(7)底部，顶升体推杆末端与应力测量计(6)顶触。

3. 根据权利要求1所述的一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：所述传力弹簧(12)与下横梁(9)、盖板(13)是可拆卸连接，下横梁(9)底部、盖板(13)上部设置对应的圆柱凸体(32)，传力弹簧(12)套接于上、下的圆柱凸体(32)。

4. 根据权利要求1所述的一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：立柱(4)底部与底座(16)是可拆卸连接，立柱(4)底部有外螺纹，底座(16)中设内螺纹孔，外螺纹旋入内螺纹孔中。

5. 根据权利要求1所述的一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：所述上横梁(7)、下横梁(9)与立柱(4)的可移动连接的一种方式是套接，立柱(4)是螺纹杆，上横梁(7)、下横梁(9)，上下位置可调，上横梁(7)、下横梁(9)位置确定后通过上、下的螺母(8)紧固。

6. 根据权利要求1所述的一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，其特征是：渗透筒(14)与底座(16)是可拆卸连接，渗透筒(14)下部外沿设凸圈，渗透筒(14)底部与底座(16)间设密封垫圈(33)，凸圈与底座(16)通过螺栓紧固。

7. 一种权利要求1所述高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪的使用方法，首先根据试验方案加工好土样，将底座(16)与渗透筒(14)安装好，在底座(16)放置透水石层(15)，将土样(27)放入渗透筒(14)内，土样(27)上面依次放置透水石、盖板，准备加载时，先

将施力器(5)、上横梁(7)、立柱(4)安装,使得盖板(13)、下横梁(9)、传力弹簧(12)、施力器(5)之间紧密接触,这时下横梁(9)没有固定,由施力器(5)施加试验设计的上覆荷载,同时由应力数显器(25)读取应力值,当应力值达到试验设计值时,停止加压,把下横梁固定在其所在的高度位置;关闭管夹(23)、容量调节夹(24),供水容器(21)中注入足量水,打开排气管夹/阀(17)、进水管夹(18),然后打开管夹(23),水进入盛水槽(26),排除其中的空气,直至排气管(28)流出的水中无夹带气泡为止;关闭排气管夹/阀(17)、进水管夹(18),水进入变压水头管(22)中,到达一定刻度后,关闭管夹(23),用容量调节夹(24)微调变压水头管(22)的水量,使水位降至所选定的开始水头 H_1 时,打开进水管夹(18),开使计时,经过时间t后,测记终了水头 H_2 ,得到 H_1 与 H_2 的体积差值,重复多次测记,并根据渗透系数计算公式得到所测膨胀土土样的渗透系数,需注意的是盛水槽(26)、倒置槽(30)、出水管(10)、排气管(28)、进水管(29)内部空间占的体积中的水要排除在外。

一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于膨胀土路基渗透系数测定装置,具体的是测定膨胀土在不同上覆荷载及可变水压下的渗透系数。

背景技术

[0002] 膨胀土是一种吸水膨胀、失水收缩、含有较多膨胀性粘土矿物的非饱和土。在膨胀土地区建设运营中路基上拱变形的病害普遍存在且是亟待解决的技术难题。降雨入渗、路堑的开挖引起地下水位上升进入膨胀土是路基膨胀的主要原因。膨胀土分布广泛,在世界六大洲的40多个国家都有分布。我国膨胀土分布广,先后已有20多个省市发现有膨胀土,其中主要分布在河南、湖北、广东、云南等省,内蒙、东北等地也有发现。我国国民经济的不断发展,交通事业日新月异,高挖深填已不可避免,而西部大部分省份是我国膨胀土危害最为严重的地区,每年因膨胀土造成的经济损失估计达150亿美元。

[0003] 膨胀土所引起的工程问题主要包括地基变形问题及边坡稳定问题。膨胀土吸水体积增大而产生膨胀,可使建筑在地基上的道路或其它建筑物产生隆起。由于膨胀土一水体系中水介质的变化而引起土中内应力的改变,从而导致土体体积的膨胀与收缩。假如只有膨胀土的存在,而没有水介质参与相互作用,或土中含水量保持恒定,不发生水分的迁移变化时,所谓土的膨胀与收缩都将不可能显示。有的即使在膨胀土一水体系中出现含水量增加的现象,如若土中产生的膨胀力不能突破外部荷载的阻抗,同样也不可能见到有土体膨胀的现象发生。然而,此时在土体内部确是积储了相当的膨胀潜势,一旦膨胀力突破外部阻抗或外部荷载在某种条件下被解除,土体则即刻显示其强烈的膨胀。同样,在膨胀土一水体系中,如果含水量已经小到一定程度,即土体已处于比较干燥的状态,此时含水量即使再继续减小,其土体的收缩也将是很微弱的,然而,一旦吸水则膨胀却十分惊人。

[0004] 针对土体的渗透性的研究和渗透系数测定,相关学者们进行了大量的探索,如土壤渗透仪、GDS三轴仪,这些仪器在研究各种土体的渗透性中发挥了重要作用。

[0005] 现有技术一:常水头土壤渗透仪,主要由渗水部分和击实部分组成。渗水部件由筒身、渗水板、刻度板、测压管等组成,在刻度板上装有三个测压管,其间距为 $100 \pm 0.44\text{mm}$,水位的测读可由安装在筒上的刻度板的刻度读出,测压管接头内均装有铜丝布以防止细砂粒在试验时随水流走。渗水筒下部有一排水孔,松开螺栓即可放出污水。击实部分备有木锤,以击实试样。试验时将试样分层装入圆筒,用木锤轻轻击实到一定厚度,以控制其孔隙比,然后连接供水管和调节管,并由调节管中进水,微开止水夹使试样逐渐饱和,测压管水位稳定后,记录测压管水位。计算各测压管间的水位差,开动秒表,同时用量筒接取一定时间的渗透水量,并重复1次,最后计算渗透系数。该仪器主要用于砂类土及含少量砾的无凝聚性土在常水头下的渗透性测定。

[0006] 现有技术一存在以下缺点:主要用于砂类土及含少量砾的无凝聚性土在常水头下的渗透性测定,不适用于粘性土,如膨胀土。

[0007] 现有技术二:GDS三轴仪,仪器主要由控制器(3台液压控制器分别控制轴向压力、围压和反压,1台气压控制器控制孔隙气压)、压力室和数据采集系统(包括传感器、数据采集板和电脑)3大部分组成.轴向压力控制器连到压力室底座,通过底座的升降对试样进行剪切;围压控制器连到压力室中,以量测、控制三轴压力室中的水压力;反压控制器连到压力室底座的陶土板,以量测、控制试样中的孔隙水压力以及试样中孔隙水体积变化;气压控制器与试样帽相连,再由试样帽上预留孔道将气压控制器中的空气与试样孔隙气体连为一体,以量测、控制土样中的孔隙气压力和整个系统中空气体积变化。进行三轴渗透试验时,利用三轴仪按常规不排水剪试验方法安装好试样,对试样施加有效围压,使水在一定压力差作用下通过试样流出,保持稳定流量,测定土的渗透系数。对同一试样,可以施加不同围压,使之达到固结排水稳定后,分别测定其渗透系数。

[0008] 现有技术二存在以下缺点:尽管可以测定施加荷载情况下土体的渗透性,但试验操作复杂、费时,需要有技术熟练的人员操作,且成本较高。

发明内容

[0009] 本发明目的是克服现有仪器的种种不足,提供一种技术可行,设计合理,操作简便,且能够满足土体在不同上覆荷载作用下的渗透性测定的仪器。

[0010] 本发明的技术方案是:一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪,包括侧限约束均匀渗透模块、竖向加载模块、可变水压加水模块、支撑模块;

[0011] 所述侧限约束均匀渗透模块包括底座、渗透筒、透水石层、盖板;所述竖向加载模块包括施力器、应力测量计、传力弹簧;所述可变水压加水模块包括供水容器、变压水头管、管夹、容量调节夹、进水管夹、连接软管;所述支撑模块包括立柱、上横梁、下横梁、支撑台、支撑夹;

[0012] 所述渗透筒底部密封固定在底座上,渗透筒范围内的底座中设有盛水槽,盛水槽连通有排气管、进水管;盛水槽之上依次是透水石层、土样、透水石层、盖板、传力弹簧、下横梁、应力测量计、施力器、上横梁;上横梁、下横梁可移动的连接在立柱上,立柱底部固定在底座上;施力器固定在上横梁底部,施力器的顶端与应力测量计一端接触,应力测量计另一端与下横梁接触,传力弹簧顶端与下横梁接触、底端与盖板接触;盖板底侧设有倒置槽,倒置槽顶部连通有出水管,盖板侧壁开设有环形凹槽,环形凹槽中放置有密封环;变压水头管底部连通一个四通管,四通管的一个管头通过连接软管连通供水容器、一个管头通过连接软管连通进水管、一个管头连通排液管,排液管设容量调节夹,变压水头管与供水容器间的管路上设管夹,变压水头管与进水管间的管路上设进水管夹;供水容器由支撑台支撑,变压水头管由支撑夹夹持固定,支撑夹的夹体的高度可调节;变压水头管上设有容量刻度值,供水容器内的液面高于变压水头管的最大容量刻度值。

[0013] 所述施力器是手动分离式液压千斤顶,由油缸、手柄、油压表、顶升体组成,顶升体连接固定在上横梁底部,顶升体推杆末端与应力测量计顶触。

[0014] 所述传力弹簧与下横梁、盖板是可拆卸连接,下横梁底部、盖板上部设置对应的圆柱凸体,传力弹簧套接于上、下的圆柱凸体。

[0015] 所述立柱底部与底座是可拆卸连接,立柱底部有外螺纹,底座中设内螺纹孔,外螺纹旋入内螺纹孔中。

[0016] 所述上横梁、下横梁与立柱的可移动连接的一种方式是套接，立柱是螺纹杆，上横梁、下横梁，上下位置可调，上横梁、下横梁位置确定后通过上、下的螺母紧固。

[0017] 所述渗透筒与底座是可拆卸连接，渗透筒下部外沿设凸圈，渗透筒底部与底座间设密封垫圈，凸圈与底座通过螺栓紧固。

[0018] 该高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪的使用方法，首先根据试验目的加工好土样，将底座与渗透筒安装好，在底座放置透水石层，将土样放入渗透筒内，土样上面依次放置透水石、盖板，准备加载时，先将千斤顶、上横梁、立柱安装，使得盖板、下横梁、传力弹簧、施力器之间紧密接触，这时下横梁没有固定，由施力器施加试验设计的上覆荷载，同时由应力数显器读取应力值，当应力值达到试验设计值时，停止加压，把下横梁固定在其所在的高度位置；关闭管夹、容量调节夹，供水容器中注入足量水，打开排气管夹/阀、进水管夹，然后打开管夹，水进入盛水槽，排除其中的空气，直至排气管流出的水中无夹带气泡为止；关闭排气管夹/阀、进水管夹，水进入变压水头管中，到达一定刻度后，关闭管夹，用容量调节夹微调变压水头管的水量，使水位降至所选定的开始水头 H_1 时，打开进水管夹，开使计时，经过时间t后，测记终了水头 H_2 ，得到 H_1 与 H_2 的体积差值，重复多次测记，并根据渗透系数计算公式得到所测膨胀土土样的渗透系数，需注意的是盛水槽、倒置槽、出水管等空间占的体积中的水要考虑排除在外。

[0019] 本发明的有益效果是：1、本发明解决了原状膨胀土在不同上覆荷载及可变水压下的渗透系数测定试验。2、本发明适用任何粘性土渗透性的研究。3、本发明各组件组装快速，可靠稳定，操作方便、无污染，各组件的加工或采购成本低。

附图说明

[0020] 图1是本发明的结构组成示意图；

[0021] 图中，1-油缸、2-手柄、3-油压表、4-立柱、5-施力器、6-应力测量计、7-上横梁、8-螺母、9-下横梁、10-出水管、11-密封环、12-传力弹簧、13-盖板、14-渗透筒、15-透水石层、16-底座、17-排气管夹/阀、18-进水管夹、19-接水源管、20-支撑台、21-供水容器、22-变压水头管、23-管夹、24-容量调节夹、25-应力数显器、26-盛水槽、27-土样、28-排气管、29-进水管、30-倒置槽、31-排液管、32-圆柱凸体、33-密封垫圈、34-支撑夹。

具体实施方式

[0022] 一种高铁不同上覆荷载及可变水压下膨胀土渗透仪，包括侧限约束均匀渗透模块、竖向加载模块、可变水压加水模块、支撑模块；

[0023] 所述侧限约束均匀渗透模块包括底座16、渗透筒14、透水石层15、盖板13、密封圈11；所述竖向加载模块包括施力器5、应力测量计6、传力弹簧12；所述可变水压加水模块包括供水容器21、变压水头管22、管夹23、容量调节夹24、进水管夹18、连接软管；所述支撑模块包括立柱4、上横梁7、下横梁9、支撑台20、支撑夹34；

[0024] 所述渗透筒14底部密封固定在底座16上，渗透筒14范围内的底座16中设有盛水槽26，盛水槽26连通有排气管28、进水管29，排气管28上设有排气管夹/阀17；盛水槽26之上依次是透水石层15、土样27、透水石层15、盖板13、传力弹簧12、下横梁9、应力测量计6、施力器5、上横梁7；上横梁7、下横梁9可移动的连接在立柱4上，立柱4底部固定在底座16上，在施力

器5施加荷载时起支撑作用；施力器5固定在上横梁7底部，施力器5的顶端与应力测量计6一端接触，应力测量计6另一端与下横梁9接触，传力弹簧12顶端与下横梁9接触、底端与盖板13接触；盖板13底侧设有倒置槽30，倒置槽30顶部连通有出水管10，盖板13侧壁开设有环形凹槽，环形凹槽中放置有密封环11；变压水头管22底部连通一个四通管，四通管的一个管头通过连接软管连通供水容器21、一个管头通过连接软管连通进水管29、一个管头连通排液管31，排液管31设容量调节夹24，变压水头管22与供水容器21间的管路上设管夹23，变压水头管22与进水管29间的管路上设进水管夹18；供水容器21由支撑台20支撑，变压水头管22由支撑夹34夹持固定，支撑夹34的夹体的高度可调节，可采用化学实验所用铁架台、试管夹的可升降夹持结构；变压水头管22上设有容量刻度值或平行于轴向捆绑一个刻度尺，变压水头管22内径应均匀且不大于1cm，供水容器21内的液面高于变压水头管22的最大容量刻度值。

[0025] 透水石层15的作用是保证水充分均匀渗入土体；密封圈11的作用为防止漏水漏气，以影响土体渗透性；盖板13的作用有两个方面，一方面是传递施力器5施加的垂直压力给土体，另一方面通过盖板的出水管10出水；渗透筒14内放置土样27，并实现盖板在筒内竖向移动。传力弹簧12的作用是当所施加的上覆荷载小于土体膨胀力时，以适应土体的向上膨胀变形。上横梁7、下横梁9由刚度较大的钢板制作，以避免在施加荷载作用下引起较大的变形。

[0026] 所述施力器5可以选择为手动分离式液压千斤顶，由油缸1、手柄2、油压表3、顶升体组成，顶升体连接固定在上横梁7底部，顶升体推杆末端与应力测量计6顶触。根据油压表3的读数以反应上覆荷载大小，根据荷载大小控制手柄2的力度，应力测量计6采用数显式，通过数据线连接应力数显器25，可以显示土样27所受的应力。立柱4、上横梁7在千斤顶施加荷载完毕后起等效支撑作用，代替千斤顶维持力，使得整个仪器结构紧凑，同时保证了加载的稳定性和准确性。

[0027] 优选是：传力弹簧12与下横梁9、盖板13是可拆卸连接，下横梁9底部、盖板13上部设置对应的圆柱凸体32，传力弹簧12套接于上、下的圆柱凸体32。

[0028] 优选是：立柱4底部与底座16是可拆卸连接，立柱4底部有外螺纹，底座16中设内螺纹孔，外螺纹旋入内螺纹孔中。

[0029] 优选是：上横梁7、下横梁9与立柱4的可移动连接的一种方式是套接，可根据土样厚度及上覆荷载大小上下调节高度位置，立柱4是螺纹杆，上横梁7、下横梁9位置确定后通过上、下的螺母8紧固。

[0030] 渗透筒14与底座16是可拆卸连接，渗透筒14下部外沿设凸圈，渗透筒14底部与底座16间设密封垫圈33，凸圈与底座16通过螺栓紧固。

[0031] 具体的，底座16为钢制柱体，外径为Φ140mm，其内部依次挖去三个圆柱形成台阶状以满足试验要求。挖去圆柱尺寸从大到小为Φ80mm×高3mm，Φ70mm×高10mm，Φ50mm×高5mm，最上面台阶放置外径Φ80mm的渗透筒14，并在该台阶开环形槽（尺寸为外径Φ80mm，内径Φ74mm，深为3mm）以放置密封垫圈33，密封圈为规格Φ80mm×3.5mm（圈体外径×截面直径）的O型圈；中间台阶放置规格为Φ70mm×10mm的透水石，最下面的圆柱孔为储水的盛水槽26，并在该圆柱孔的底面和顶面位置水平打孔形成Φ2mm的进水、排气孔。盖板外径为Φ68mm，以适应能够在内径为Φ68mm渗透筒内移动，厚度为2.5mm，并在下面钻去尺寸为Φ

55mm×5mm的圆柱,以形成储水的倒置槽30,在圆柱空间的边缘向上钻穿Φ4mm的出水孔,出水孔装出水管10;为了使盖板13与渗透筒14筒内壁间密封,在盖板外缘向内开环形槽(尺寸为外径Φ68mm,内径Φ59mm,高为5mm)以放置密封圈,密封圈为规格Φ68mm×5mm(环形外径×截面直径)的O型圈。渗透筒外径为Φ80mm,壁厚6mm,内径Φ68mm,高80mm,内壁光滑,以减小土体受压变形以及透水石、盖板由于土体变形移动时各自与孔壁间的摩擦力。土样27上部所放置透水石规格为Φ68mm×10mm。

[0032] 该仪器的使用:根据试验方案加工好土样,土柱尺寸为Φ68mm×40mm。在底座16安装好透水石层15及密封垫圈33,将土样27放入渗透筒14内,土样27上面依次放置透水石、盖板。准备加载时,先将千斤顶、上横梁7、立柱4安装,通过螺母8调节高度,使得盖板13、下横梁9、传力弹簧12、千斤顶顶头之间紧密接触。这时下横梁9没有固定,由千斤顶施加试验设计的上覆荷载,油压表3显示加载大小,同时由应力数显器25读取应力值,当应力值达到试验设计值时,停止加压。用螺母固定下横梁的高度位置,这样使得整个仪器结构紧凑、节省空间,同时避免千斤顶回油等造成加载不稳定,减小试验误差。关闭管夹23、容量调节夹24,供水容器21中注足量水。打开排气管夹/阀17、进水管夹18,然后打开管夹23,水进入盛水槽26,排除容器底部的空气,直至排气管28流出的水中无夹带气泡为止。关闭排气管夹/阀17、进水管夹18,水进入变压水头管22中,到达一定刻度后,关闭管夹23。用容量调节夹24微调使变压水头管22水位降至所选定的开始水头H1时,打开进水管夹18,开始计时,经过时间t后,测记终了水头H2。重复多次测记,并根据渗透系数公式计算渗透系数(注意盛水槽、倒置槽、出水管等空间占的体积中的水要考虑排出,这些空间的水没有渗入土样中)。

[0033] 根据大量设备性能稳定性测试,证实本发明可以满足研究膨胀土在上覆荷载下的变水头法渗透性的试验要求。

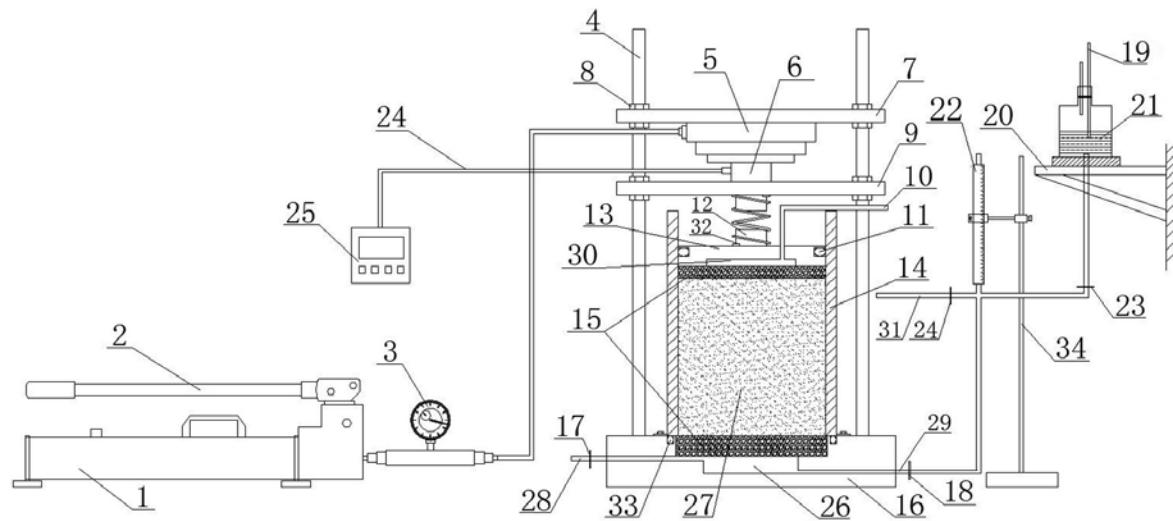


图1