



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108333328 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810124608.3

(22)申请日 2018.02.07

(71)申请人 南京科兴新材料科技有限公司

地址 211100 江苏省南京市江宁区高新园
弘景大道99号金陵科技学院大学生生活
动中心103室

(72)发明人 不公告发明人

(51)Int.Cl.

G01N 33/24(2006.01)

E02D 33/00(2006.01)

G01N 15/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与
渗流场可视化的试验装置和试验方法

(57)摘要

本发明公开了一种渗流行车动荷载下路基
土体位移场与渗流场可视化的试验装置和试验
方法,包括渗流系统、路基模拟系统、荷载模拟系
统以及数据采集系统,所述的渗流系统由供水
箱、供水管组成;所述的供水管与试验模型槽的
底部相连,试验模型槽内铺设多层卵石,多层卵
石上放置饱和透明土以模拟路基填土;所述饱和
透明土中埋设工程桩以模拟桩承式路基;所述的
荷载模拟系统由支架、液压油泵装置、伺服作动
臂、滚轮和计算机组成;所述的数据采集系统由
激光器、CCD相机和计算机组成。本发明技术实现
了渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场
的可视化观测,试验装置简单,经济可行性高。

1. 一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置,其特征在于,包括:

一供水箱,供水箱顶部设有开口,供水箱里底部设有供水管,供水管上设有止水夹和流量计;所述供水箱的外壁设有水控制阀;

一模型试验槽,所述模型试验槽的高度低于所述供水箱的高度,模型试验槽的底部设有若干个与供水管相连通的接口;试验模型槽的底部铺设多层卵石,多层卵石上方放置有饱和透明土以模拟路基填土,所述饱和透明土中埋设工程桩以模拟桩承式路基;饱和透明土的顶部放置加载板;

一荷载模拟系统,包括支架、液压油泵装置、伺服作动臂、滚轮和计算机;

一数据采集系统,包括激光器、CCD相机和计算机,所述的CCD相机安放在模型试验槽的正前方,所述的激光器安放在模型试验槽的左侧或者右侧;

计算机,与所述的CCD相机和荷载模拟系统相连。

2. 根据权利要求1所述的一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置,其特征在于:所述的模型试验槽底部与支架固定相连,并在相同位置设有若干个开口与供水管相连。

3. 根据权利要求1所述的一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置,其特征在于:所述支架的上板底部设有滑槽,可通过计算机供荷载模拟系统沿滑槽方向自由移动。

4. 根据权利要求1所述的一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置,其特征在于:所述饱和透明土埋设若干钢棒作为工程桩,以模拟真实条件下的桩承式路基。

5. 一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 按照试验的参数要求制备好相应的饱和透明土,将其分层置于模型试验槽中,并在饱和透明土中埋设若干工程桩;

2) 在渗流系统中注入与饱和透明土具有相同折射率的孔隙流体;

3) 打开扇形激光发射器,待功率稳定后,调整激光切面的角度,使其垂直打入饱和透明土样,形成明亮的散斑场;

4) 调整CCD相机的可视范围,使其能够包含整个饱和透明土,并设置其以2幅/s的速度采集饱和透明土图像并传送至计算机;

5) 通过水位控制阀调节供水箱内的水位并保持水位不变,使得在试验过程中饱和透明土的渗透水头恒定;

6) 打开液压油泵装置,首先通过计算机控制伺服作动臂下降使滚轮刚刚接触到路基模型的加载板上,再通过计算机选择加载函数的控制方式以模拟不同交通荷载下的振动波形,对加载轴和滚轮进行加载,最后通过计算机驱动荷载模拟系统沿滑槽方向移动;

7) 通过计算机调整加载函数,使得荷载的振动频率不断增大,直至饱和透明土发生明显失稳后停止试验;

8) 试验结束后,通过计算机处理软件PIV对所获得的图片进行分析,得到渗流行车动荷载下路基土体的位移场与渗流场的变化过程。

一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置和试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及交通工程可视化技术领域,特别涉及一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置和试验方法。

背景技术

[0002] 随着我国城市交通的快速发展,车辆荷载所引起的道路交通问题越来越为人们所重视,尤其是考虑渗流场和行车动荷载作用下路基土体的应力应变日益受到关注。但是传统的交通荷载室内试验大都分为两类:一是通过伺服加载系统产生的震动来模拟交通荷载;二是通过室内动三轴试验对路基土进行动力性能分析。但是,这两种方法均没有克服没有缩尺的交通荷载实体进行加载的缺陷,并且所得试验结果与实际路基荷载中应力应变变化曲线相差很大。

[0003] 在本发明专利前,中国申请发明专利“公路交通荷载下路基路面动力损伤模拟实验装置”(申请号201410017790.4),公布了一种由至少一个交通荷载动力加载系统、路基路面结构和数据采集系统三部分组成的一种能满足交通荷载作用下路基和路面长期性能交通动力荷载模拟试验需要的公路交通荷载下路基路面动力损伤模拟实验装置,该技术方案操作方便,可模拟不同速度、不同轴重下公路交通荷载作用于路基和路面长期性能交通动力荷载模拟试验需要,但是实验装置仅考虑单一的荷载应力场而忽视了交通工程中常见的渗流场,并且由于土体的不透明性,难以对行车动荷载下土体位移场与渗流场的变化进行可视化观测,从而导致实验结果的不精确性。

[0004] 透明土材料是由物理力学性质与天然土颗粒相似的透明颗粒材料混合具有相同折射率的液体制备而成,因固、液两相折射率相同而呈现透明状,并且其物理力学性质与天然土相似;透明土材料因其具备透明可视性好、制备容易、与土的性质相似等优点在土木工程试验领域得到了广泛的应用。因此,利用透明土材料,提出一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置和试验方法就显得尤为必要了。

发明内容:

[0005] 本发明的目的在于克服上述不足和缺陷,提出一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置和试验方法,解决了渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场不可见的难题,实现了渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场的可视化观测。

[0006] 为了实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验装置,其特征在于,包括:

[0008] 一供水箱,供水箱顶部设有开口,供水箱里底部设有供水管,供水管上设有止水夹和流量计;所述供水箱的外壁设有水控制阀;

[0009] 一模型试验槽,所述模型试验槽的高度低于所述供水箱的高度,模型试验槽的底

部设有若干个与供水管相连通的接口;试验模型槽的底部铺设多层卵石,多层卵石上方放置有饱和透明土以模拟路基填土,所述饱和透明土中埋设工程桩以模拟桩承式路基;饱和透明土的顶部放置加载板;

[0010] 一荷载模拟系统,包括支架、液压油泵装置、伺服作动臂、滚轮和计算机;

[0011] 一数据采集系统,包括激光器、CCD相机和计算机,所述的CCD相机安放在模型试验槽的正前方,所述的激光器安放在模型试验槽的左侧或者右侧;

[0012] 所述的模型试验槽底部与支架固定相连,并在相同位置设有若干个开口与供水管相连;

[0013] 所述支架的上板底部设有滑槽,可通过计算机供荷载模拟系统沿滑槽方向自由移动;

[0014] 所述饱和透明土埋设若干工程桩,以模拟真实条件下的桩承式路基;

[0015] 所述的工程桩为直径5-10mm的不锈钢钢棒;

[0016] 所述的模型试验槽由有机玻璃制成,其长为2000-2500mm,宽为300-400mm,高为300-400mm;

[0017] 所述的饱和透明土为正十二烷和十五号白油的混合溶液与熔融石英砂混合搅拌直至均匀透明所制成;

[0018] 所述的计算机图像处理软件为PIV;

[0019] 一种渗流行车动荷载下路基土体位移场与渗流场可视化的试验方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0020] 1) 按照试验的参数要求制备好相应的饱和透明土,将其分层置于模型试验槽中,并在饱和透明土中埋设若干工程桩;

[0021] 2) 在渗流系统中注入与饱和透明土具有相同折射率的孔隙流体;

[0022] 3) 打开扇形激光发射器,待功率稳定后,调整激光切面的角度,使其垂直打入饱和透明土样,形成明亮的散斑场;

[0023] 4) 调整CCD相机的可视范围,使其能够包含整个饱和透明土,并设置其以2幅/s的速度采集饱和透明土图像并传送至计算机;

[0024] 5) 通过水位控制阀调节供水箱内的水位并保持水位不变,使得在试验过程中饱和透明土的渗透水头恒定;

[0025] 6) 打开液压油泵装置,首先通过计算机控制伺服作动臂下降使滚轮刚刚接触到路基模型的加载板上,再通过计算机选择加载函数的控制方式以模拟不同交通荷载下的振动波形,对加载轴和滚轮进行加载,最后通过计算机驱动荷载模拟系统沿滑槽方向移动;

[0026] 7) 通过计算机调整加载函数,使得荷载的振动频率不断增大,直至饱和透明土发生明显失稳后停止试验;

[0027] 8) 试验结束后,通过计算机处理软件对PIV对所获得的图片进行分析,得到渗流行车动荷载下路基土体的位移场与渗流场。

[0028] 有益效果:

[0029] 1) 该试验装置结构合理、装置简单、操作方便,可重复使用,经济可行性高;

[0030] 2) 本发明技术克服了传统交通荷载作用下路基动力损伤模拟的试验装置中仅考虑单一荷载应力场的缺陷,在试验装置中引入渗流场,因此可考虑渗流场对动荷载作用下

土体位移应变的影响；

[0031] 3) 本发明技术创新性地将透明土技术和计算机图像处理技术相结合,克服了传统路基试验装置中土体应变和位移不可测的缺陷,实现了试验过程中土体位移场与渗流场的实时可视化观测；

[0032] 4) 本发明技术中的荷载模拟系统由支架、液压油泵装置、伺服作动臂、滚轮和计算机组成,可模拟任意行车动荷载谱的随机振动波形。

附图说明

[0033] 图1为本发明试验装置的正视系统示意图

[0034] 图2为本发明试验装置的侧视系统示意图

[0035] 其中:1为激光器;2为支架;3为滑槽;4为加载板;5为多层卵石;6为液压油泵装置;7为伺服作动臂;8为滚轮;9为CCD相机;10为计算机;11为工程桩;12为加载轴;13为饱和透明土;14为模型试验槽;15为流量计;16为止水夹;17为供水箱;18为孔隙流体;19为供水管;20为水位控制阀。

具体实施方式:

[0036] 下面将结合具体实施例以及本发明实例中的附图,对本发明的技术方案进行清楚、完整的描述。

[0037] 如图1所示,本发明一种地震管涌破坏时土体位移精确可视化的试验装置,包括:

[0038] 一供水箱17,供水箱17顶部设有开口,供水箱17里底部设有供水管19,供水管19上设有止水夹16和流量计15;所述供水箱17的外壁设有水控制阀20;

[0039] 一模型试验槽14,所述模型试验槽14的高度低于所述供水箱17的高度,模型试验槽14的底部设有若干个与供水管17相连接的接口;试验模型槽14的底部铺设多层卵石5,多层卵石5上方放置有饱和透明土13以模拟路基填土,所述饱和透明土13中埋设工程桩11以模拟桩承式路基;饱和透明土13的顶部放置加载板12;

[0040] 一荷载模拟系统,包括支架2、液压油泵装置6、伺服作动臂7和滚轮8;

[0041] 一数据采集系统,包括激光器1、CCD相机9和计算机10,所述的CCD相机9安放在模型试验槽14的正前方,所述的激光器1安放在模型试验槽14的左侧或者右侧;

[0042] 作为本发明的一个优选实施例,所述的模型试验槽14底部与支架2固定相连,并在相同位置设有若干个开口与供水管19相连;

[0043] 作为本发明的一个优选实施例,所述支架2的上板底部设有滑槽3,可通过计算机10供荷载模拟系统沿滑槽3方向自由移动;

[0044] 作为本发明的一个优选实施例,所述饱和透明土13埋设若干工程桩11,以模拟真实条件下的桩承式路基;

[0045] 作为本发明的一个优选实施例,所述的工程桩11为直径5-10mm的不锈钢钢棒;

[0046] 作为本发明的一个优选实施例,所述的模型试验槽14由有机玻璃制成,其长为2000-2500mm,宽为300-400mm高为300-400mm;

[0047] 作为本发明的一个优选实施例,所述的饱和透明土13为正十二烷和十五号白油的混合溶液与熔融石英砂混合搅拌直至均匀透明所制成;

[0048] 作为本发明的一个优选实施例,所述的计算机图像处理软件为PIV。

[0049] 实施例1:

[0050] 第一步:在一个平整的场地内安放支架2和模型试验槽14,场地内保持光线均匀。本实例中支架上下面的尺寸为2500(长)×500(宽)(单位:mm);本实例中模型试验槽14由满足透光性要求的有机玻璃制成,其尺寸为2000(长)×250(宽)×250(高)(单位:mm),壁厚5mm,上部开口,底部与支架2相连并在相同位置设有若干个开口与供水管19相连;所述模型试验槽14的底部铺设多层卵石5,以模拟真实条件下渗透流体对饱和透明土13的冲击作用。

[0051] 按照本试验所模拟路基土的物理力学参数(主要包括摩擦角、粘聚力、孔隙比、含水率等)设计饱和透明土13的配合比;本实例中所采用的的制备方法是正十二烷与十五号白油在一定的温度下(本实例中为24℃)按一定的质量比(本实例中为1:4)组成混合溶液,并与熔融石英砂颗粒充分拌合直至混合物均匀透明,制备成模拟饱和粘性土的饱和透明土13;

[0052] 将制备好的饱和透明土13分层填入模型试验槽14并振捣密实,在填筑饱和透明土13的过程中插入工程桩11以模拟桩承式路基;所述的工程桩11为直径5mm的钢棒,使用前用湿毛巾将其表面擦拭干净后晾干;

[0053] 在饱和透明土13路基顶面铺设加载板4,本实例中的加载板4板面尺寸为2000(长)×150(宽),厚度为5(单位:mm);

[0054] 第二步:在供水箱17中注入与饱和透明土13具有相同折射率的孔隙流体;本实例中采用的是与饱和透明土13中透明液在相同温度下(本实例中为24℃)按照相同配合比(本实例中为1:4)制成的正十二烷和十五号白油混合溶液;

[0055] 第三步:在模型试验槽14的正右方安放激光器1,本实例中所采用的激光器1为半导体片光源,采用内腔式氦氖激光器,功率为2W,并配有线性转换器,可将点光源转化为线性光源。打开激光器1,并调整其具体位置,使其对准模型试验槽14中的饱和透明土13,形成明亮的散斑场;本实例中的激光器1与模型试验槽14的外立面垂直相距450mm;

[0056] 第四步:在模型试验槽14的正前方安放CCD相机9,本实例中所采用的CCD相机9是德国Basler产品(scA1600-14fm);打开CCD相机9,并调整其支架的高度和角度,使得CCD相机9的镜头垂直对准模型试验槽14的外立面,保证其可视范围能够包含整个饱和透明土13;CCD相机9与计算机10相连,设置CCD相机9以2幅/秒的频率采集图像并传送至计算机10;

[0057] 第五步:打开供水箱17侧壁某一水位控制阀20和止水夹16,使得供水箱17内的与饱和透明土13中透明液具有相同折射率的孔隙流体依次通过供水管19和多层卵石5进入模型试验槽14内冲击饱和透明土13,开展渗流试验;试验过程中保持渗透水头恒定;试验过程中实时记录流量计15的读数;

[0058] 第六步:打开液压油泵装置6,首先通过计算机10控制伺服作动臂7下降使滚轮8刚刚接触到路基模型的加载板4上,再通过计算机10选择加载函数的控制方式以模拟不同交通荷载下的振动波形,对加载轴12和滚轮8进行加载;本实例中的滚轮8外包裹有橡胶套;本实例中所采用的振动波形为高阶傅里叶(Fourier)变换,通过计算机10驱动荷载模拟系统沿滑槽3方向移动;

[0059] 第七步:通过计算机10调整加载函数,使得所述高阶傅里叶(Fourier)荷载的振动频率不断增大,直至饱和透明土13发生明显失稳破坏后停止试验;

[0060] 第八步:试验结束后,通过计算机处理软件对PIV对所获得的图片进行分析,得到渗透水头恒定的情况下荷载模拟系统中加载函数的振动频率对路基土体的位移场与渗流场变化的影响。

[0061] 实施例2:

[0062] 实施例1采用的是在渗透水头恒定的情况下通过增大荷载模拟系统中加载函数的振动频率研究动力荷载对路基土体的位移场与渗流场变化的影响,而对于渗流作用对路基土体位移场与渗流场变化的影响,可在实施例1的基础上改变步骤五、六、七的实施方式,具体改进如下:打开液压油泵装置6,首先通过计算机10控制伺服作动臂7下降使滚轮8刚刚接触到路基模型的加载板4上,再通过计算机10选择加载函数的控制方式以模拟不同交通荷载下的振动波形,对加载轴12和滚轮8进行加载;本实例中的滚轮8外包裹有橡胶套;本实例中所采用的振动波形为高阶傅里叶(Fourier)变换,在本实例中保证所述荷载的振动频率恒定;

[0063] 通过计算机10驱动荷载模拟系统沿滑槽3方向移动;

[0064] 打开供水箱17侧壁某一低水位控制阀20和止水夹16,使得供水箱17内的与饱和透明土13具有相同折射率的孔隙流体依次通过供水管19和多层卵石5进入模型试验槽14内冲击饱和透明土13,开展渗流试验;试验过程中实时记录流量计15的读数;由低到高逐一打开水位控制阀20,直至饱和透明土13发生明显失稳破坏后停止试验;最后得到荷载模拟系统中加载函数的振动频率恒定的情况下,渗透水头对路基土体的位移场与渗流场变化的影响。

[0065] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演和替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

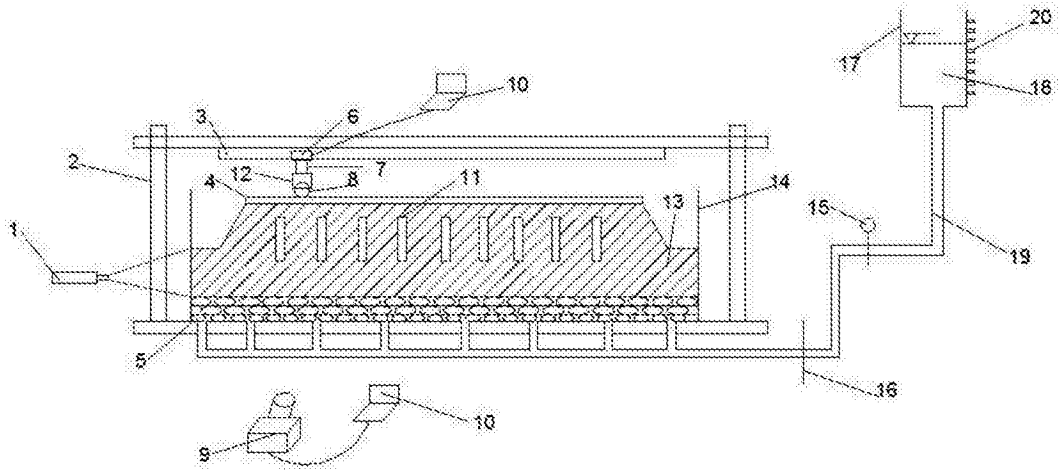


图1

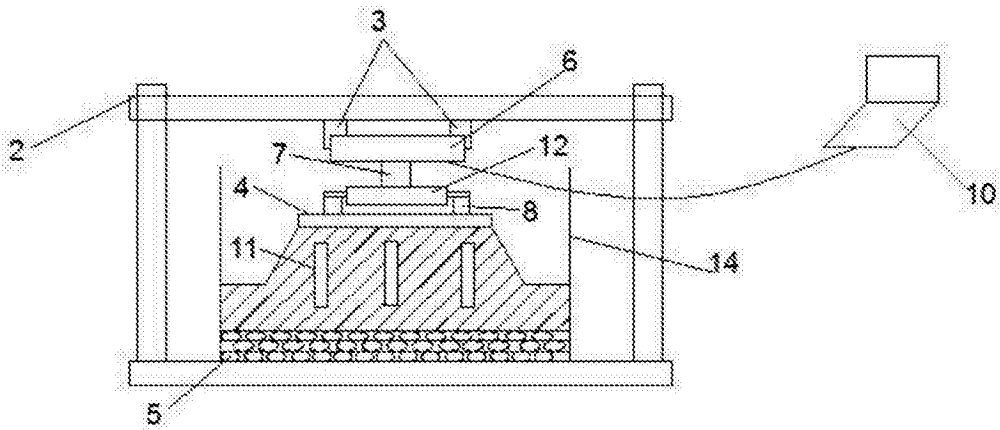


图2