



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109991080 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201910234234.5

(22)申请日 2019.03.26

(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 徐日庆 申硕 程康 董梅
冯苏阳 徐丽阳 徐叶斌

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 刘静 邱启旺

(51)Int.Cl.

G01N 3/08(2006.01)

E02D 33/00(2006.01)

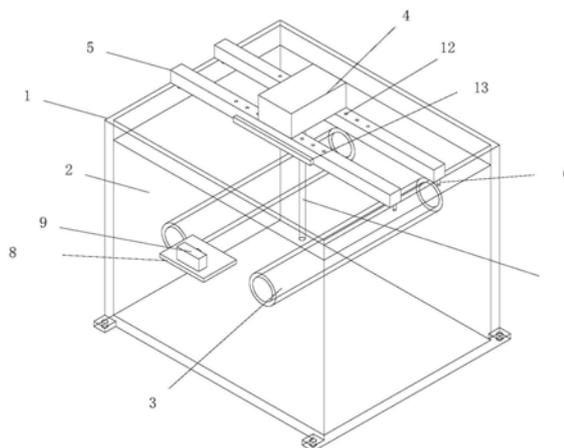
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法,其包括模型箱、隧道模型、加载器、光学测量部分,模型箱由有机玻璃构成,模型箱内装有透明土,隧道模型放置在模型箱中,隧道模型上附有土压力盒、弯矩测量点、水压力计,加载器放置在横梁上,横梁设置在模型箱顶部,横梁通过横梁螺栓与模型箱连接,桩模型固定在加载器上,所述的光学量测部分包括激光器和CCD相机,模型箱放置在离心机的吊篮内。本发明采用超重力离心机进行模拟,可以使模型的重力场与原型接近,采用加载器,可以在离心机运转过程中在模型中进行静压沉桩,实现了离心机的不停机试验,减少了因停机加载重力场改变带来的相关试验误差。



1. 一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,包括模型箱、隧道模型、加载器、光学测量部分,模型箱由有机玻璃构成,模型箱内装有透明土,隧道模型放置在模型箱中,隧道模型上附有土压力盒、弯矩测量点、水压力计,弯矩量测点由贴在隧道模型内外的光纤式应变传感器构成,水压力计设置多个,水压力计固定在水压力计固定架上,光纤式应变传感器、土压力盒、水压力计通过电缆线连接到数据采集仪,所述的加载器放置在横梁上,横梁设置在模型箱顶部,横梁通过横梁螺栓与模型箱连接,桩模型固定在加载器上,所述的光学量测部分包括激光器和CCD相机,激光器固定在横梁上,CCD相机放置CCD相机支架上,CCD相机支架设置在模型箱上,模型箱放置在离心机的吊篮内。

2. 根据权利要求1所述的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,所述的透明土由熔融石英砂、混合矿物油组成,所述的熔融石英砂粒径为0.1~1.0mm,混合矿物油由正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成。

3. 根据权利要求1所述的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,所述的隧道模型表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂。

4. 根据权利要求1所述的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,所述的激光器为片(线)光源激光器,所述的CCD相机的镜头轴线与激光器在透明土中形成的激光面垂直。

5. 根据权利要求1所述的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,所述的横梁上设有多个横梁螺栓孔,改变加载器位置可以模拟不同位置的静压沉桩。

6. 根据权利要求1所述的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,其特征在於,所述的加载器设有马达,马达与丝杆连接,丝杆通过螺母与传动杆连接,传动杆连接压力计,压力计下方连接固定抓取臂和活动抓取臂,固定抓取臂和活动抓取臂的末端设有半椭圆形夹具,半椭圆形夹具上附有橡胶片,半椭圆形夹具上预留螺栓孔。

7. 一种应用权利要求1-6任一项所述装置的一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验方法,其特征在於,该方法包括以下步骤:

步骤1: 试验前将隧道模型表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂;

步骤2: 将正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成混合矿物油,与熔融石英砂混合后,制成透明土,分层装填进模型箱;

步骤3: 装填透明土过程中,将隧道模型放入透明土中,并将弯矩量测点、土压力盒、水压力计的电缆线接出;

步骤4: 将模型箱放入离心机的吊篮,连接数据采集仪,开启离心机进行试验,控制加载器按预设情况进行静压沉桩,同时控制激光器发出片光源,利用CCD相机对观测土体进行自动拍照;

步骤5: 试验完成后,移去透明土和模型箱。

一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程领域,具体涉及一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法,可以探究在邻近隧道区域进行静压沉桩时土体的变形规律及隧道的受力规律。

背景技术

[0002] 随着社会经济的飞速发展,地铁建设速度不断提高。在地铁周边的开发也越来越多,桩基作为建筑物的典型基础,被广泛的应用。相较锤击打桩,静压沉桩由于噪声小,振动少被广泛的应用。但是由于沉桩过程中的挤土效应,桩基将不可避免的对已有的地铁隧道产生影响,如果施工不当,还有可能造成地铁隧道损坏。对于此类工程,多采用三维连续介质有限元方法进行分析计算,而有限元模拟对于参数的选取要求极高,常需要采用模型试验进行验证,且此类模型试验的开展较少,所以有必要进行深入的研究。

[0003] 常规缩尺的模型试验主要包括常重力模型试验与超重力模型试验。常规的模型试验无法实现对原型重力场的再现。而通过将模型置于高速旋转的离心机中,可以使模型与原型重力场等效,是研究岩土工程问题的理想手段。传统的模型试验需要将离心机停机进行加载,停机造成重力场的改变,会带来试验的相关误差。这就需要有一个可以实现不停机加载的超重力模型试验模型。

[0004] 传统模型试验无法直接得到土体内部的位移场,只能在土体表面或边界进行土体变形研究,而如果想获得土体内部变形,需要在自然土体内预埋应变片,会不可避免的给土体带来扰动,测量效果不理想。这就需要有一个可以直接获得土体内部位移场的试验模型。

发明内容

[0005] 本发明为了解决现有模型装置无法直接观测土体位移场和模型试验无法真实再现土体重力场的问题,提出一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法。

[0006] 本发明的技术方案为:一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,包括模型箱、隧道模型、加载器、光学测量部分,模型箱由有机玻璃构成,模型箱内装有透明土,隧道模型放置在模型箱中,隧道模型上附有土压力盒、弯矩测量点、水压力计,弯矩量测点由贴在隧道模型内外的光纤式应变传感器构成,水压力计设置多个,水压力计固定在水压力计固定架上,光纤式应变传感器、土压力盒、水压力计通过电缆线连接到数据采集仪,所述的加载器放置在横梁上,横梁设置在模型箱顶部,横梁通过横梁螺栓与模型箱连接,桩模型固定在加载器上,所述的光学量测部分包括激光器和CCD相机,激光器固定在横梁上,CCD相机放置CCD相机支架上,CCD相机支架设置在模型箱上,模型箱放置在离心机的吊篮内。

[0007] 所述的透明土由熔融石英砂,混合矿物油组成,所述的熔融石英砂粒径为0.1~

1.0mm,混合矿物油由正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成。

[0008] 所述的隧道模型表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂。

[0009] 所述的激光器为片(线)光源激光器,所述的CCD相机的镜头轴线与激光器在透明土中形成的激光面垂直。

[0010] 所述的横梁上设有多个横梁螺栓孔,改变加载器位置可以模拟不同位置的静压沉桩。

[0011] 所述的加载器设有马达,马达与丝杆连接,丝杆通过螺母与传动杆连接,传动杆连接压力计,压力计下方连接固定抓取臂和活动抓取臂,固定抓取臂和活动抓取臂的末端设有半椭圆形夹具,半椭圆形夹具上附有橡胶片,半椭圆形夹具上预留螺栓孔。

[0012] 一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤1:试验前将隧道模型表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂;

[0014] 步骤2:将正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成混合矿物油,与熔融石英砂混合后,制成透明土,分层装填进模型箱;

[0015] 步骤3:装填透明土过程中,将隧道模型放入透明土中,并将弯矩量测点、土压力盒、水压力计的电缆线接出;

[0016] 步骤4:将模型箱放入离心机的吊篮,连接数据采集仪,开启离心机进行试验,控制加载器按预设情况进行静压沉桩,同时控制激光器发出片光源,利用CDD相机对观测土体进行自动拍照;

[0017] 步骤5:试验完成后,移去透明土和模型箱。

[0018] 本发明有益效果包括:

[0019] 1.采用超重力离心机进行模拟,可以使模型的重力场与原型接近,采用加载器,可以在离心机运转过程中在模型中进行静压沉桩,实现了离心机的不停机试验,减少了因停机加载重力场改变带来的相关试验误差。

[0020] 2.通过配制和透明的熔融石英砂折射率相近的孔隙流体,可以得到透明土。透明土有着与天然土相似的力学性质。再结合PIV技术,通过激光器产生散斑,利用CDD相机进行图像采集,再利用数字图像处理技术,便可以得到土的位移场。为研究静压沉桩对临近既有隧道影响的规律提供了数据支撑。

[0021] 3.通过水压力计,土压力盒,弯矩测量点,PIV数据的结合,可以分析静压沉桩对隧道结构的影响,为隧道的安全运营和稳定提供数据支持。

附图说明

[0022] 图1是本发明整体结构示意图;

[0023] 图2是本发明的隧道模型剖面图;

[0024] 图3是本发明的加载器的局部示意图;

[0025] 图4是本发明的离心机的工作原理示意图;

[0026] 图中,1模型箱;2透明土;3隧道模型;4加载器;5横梁;6横梁螺栓;7桩模型;8CCD相机支架;9CCD相机;10离心机;11吊篮;12横梁螺栓孔;13激光器;31土压力盒;32光纤式应变传感器;33电缆线;34水压力计;35水压力计固定架;41马达;42丝杆;43螺母;44传动杆;45

压力计;46活动抓取臂;47固定抓取臂;48半椭圆形夹具;49橡胶片。

具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应该理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0028] 实施例1

[0029] 如图1-4所示,一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置,包括模型箱1、隧道模型3、加载器4、光学测量部分,模型箱1由有机玻璃构成,模型箱1内装有透明土2,隧道模型3放置在模型箱1中,隧道模型3上附有土压力盒31、弯矩测量点、水压力计34,弯矩量测点由贴在隧道模型3内外的光纤式应变传感器32构成,水压力计34设置多个,水压力计34固定在水压力计固定架35上,光纤式应变传感器32、土压力盒31、水压力计34通过电缆线33连接到数据采集仪,所述的加载器4放置在横梁5上,横梁5设置在模型箱1顶部,横梁5通过横梁螺栓6与模型箱1连接,桩模型7固定在加载器4上,所述的光学量测部分包括激光器13和CCD相机9,激光器13固定在横梁上,CCD相机9放置CCD相机支架8上,CCD相机支架8设置在模型箱1上,模型箱1放置在离心机10的吊篮11内,所述的离心机10,通过高速旋转,可以使模型装置与原型重力场等效。

[0030] 所述的透明土2由熔融石英砂,混合矿物油组成,所述的熔融石英砂粒径为0.1~1.0mm,混合矿物油由正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成。

[0031] 所述的隧道模型3表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂。

[0032] 所述的激光器13为片(线)光源激光器,可以与所述透明土干涉产生清晰的散斑,所述的CCD相机9的镜头轴线与激光器13在透明土2中形成的激光面垂直。CCD相机9可自动拍摄桩模型7与隧道模型3间土体的一系列变化图像,图像储存在计算机中,采用PIV计算机软件,通过前后图片的对比,可以得到土体的位移场。

[0033] 所述的横梁5上设有多个横梁螺栓孔12,改变加载器4的位置,可以模拟不同位置的静压沉桩。

[0034] 所述的加载器4设有马达41,马达41与丝杆42连接,丝杆42通过螺母43与传动杆44连接,传动杆44连接压力计45,压力计45下方连接固定抓取臂47和活动抓取臂46,固定抓取臂47和活动抓取臂46的末端设有半椭圆形夹具48,半椭圆形夹具48上附有橡胶片49,半椭圆形夹具48上预留螺栓孔,马达41可以控制沉桩速率并读取沉桩力值。

[0035] 一种模拟静压沉桩挤土效应对邻近既有隧道影响的离心试验装置及方法,包括以下步骤:

[0036] 步骤1:试验前将隧道模型3表面涂抹环氧树脂,沾满熔融石英砂;

[0037] 步骤2:将正十二烷和十五号白油按照质量比5:1混合而成混合矿物油,与熔融石英砂混合后,制成透明土2,分层装填进模型箱1;

[0038] 步骤3:装填透明土2过程中,将隧道模型3放入透明土2中,并将弯矩量测点、土压力盒31、水压力计34的电缆线33接出;

[0039] 步骤4:将模型箱1放入离心机10的吊篮11,连接数据采集仪,开启离心机10进行试

验,控制加载器4按预设情况进行静压沉桩,同时控制激光器13发出片光源,利用CDD相机9对观测土体进行自动拍照;

[0040] 步骤5:试验完成后,移去透明土2和模型箱1。

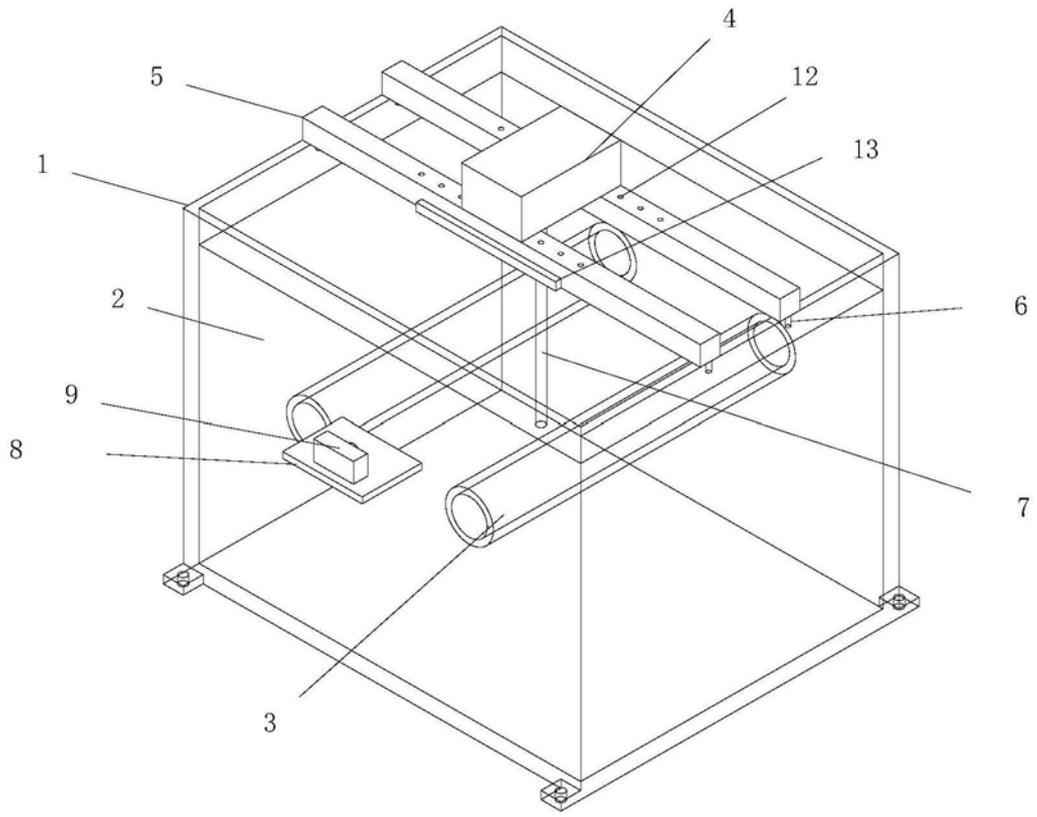


图1

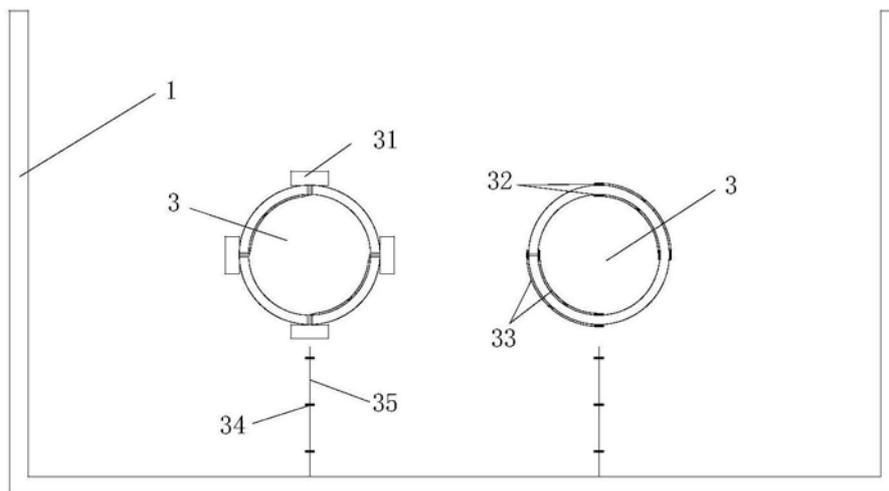


图2

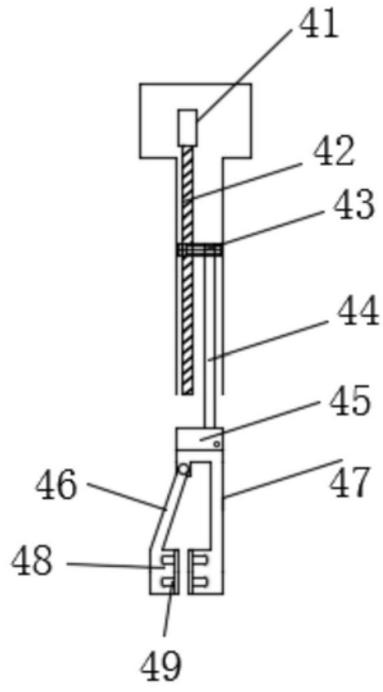


图3

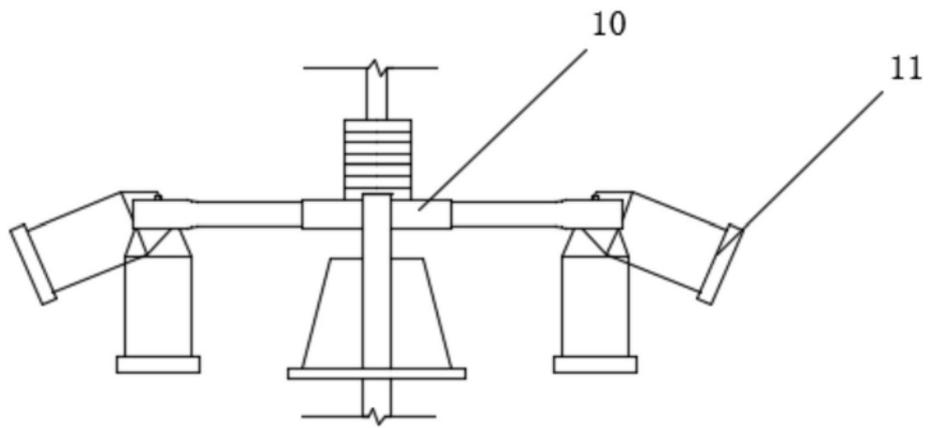


图4