



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110186746 B

(45) 授权公告日 2024.03.26

(21) 申请号 201910325226.1

(22) 申请日 2019.04.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110186746 A

(43) 申请公布日 2019.08.30

(73) 专利权人 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 肖岩

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

专利代理师 邱启旺

(51) Int. Cl.

G01N 3/02 (2006.01)

G01N 3/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 109374246 A, 2019.02.22

KR 20150131463 A, 2015.11.25

US 2018031457 A1, 2018.02.01

CN 209911105 U, 2020.01.07

CN 102426133 A, 2012.04.25

CN 109141518 A, 2019.01.04

CN 106644327 A, 2017.05.10

CN 205483843 U, 2016.08.17

CN 106679952 A, 2017.05.17

CN 102620923 A, 2012.08.01

CN 202661344 U, 2013.01.09

肖岩;姚祥. 结构柱地震荷载模拟试验的方法研究. 科技通报. 2016, (10), 全文.

肖岩;孙意斌;徐金俊;单波;郭玉荣;姚祥. 大型结构构件地震作用模拟装置MUST的研发及加载控制验证. 建筑结构学报. 2018, (06), 全文.

审查员 蒋晓凤

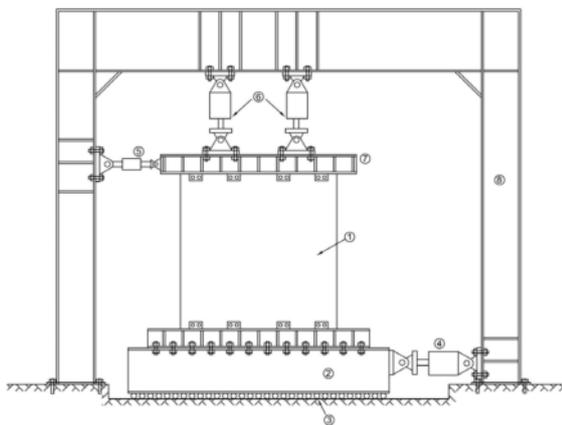
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置及试验方法

(57) 摘要

本发明公开了一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置及试验方法。该装置包括可动底座、侧向作动器、力传感器、轴向作动器、刚性盖板、滑轨、反力框架；反力框架由横梁与固定在横梁两端的左立柱、右立柱组成；可动底座置于滑轨上；侧向作动器一端固定在右立柱上，另一端连接可动底座；力传感器的两端分别与刚性盖板和左立柱铰接，轴向作动器的两端分别与刚性盖板和横梁铰接。本发明无需针对摩擦力以及轴向加载的二次效应进行修正，能直接测得施加给结构构件的实际侧向和轴向力，提高测试精度，从而更为真实的模拟轴向重力及水平力作用，特别是准确地模拟地震对结构构件的作用及其动力反应。



1. 一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置,其特征在于,包括可动底座(2)、侧向作动器(4)、力传感器(5)、轴向作动器(6)、刚性盖板(7)、滑轨(3)、反力框架(8);所述反力框架(8)由横梁与固定在横梁两端的左立柱、右立柱组成;所述可动底座(2)置于滑轨(3)上;侧向作动器(4)一端固定在右立柱上,另一端连接可动底座(2);所述力传感器(5)的两端分别与刚性盖板(7)和左立柱铰接,所述轴向作动器(6)的两端分别与刚性盖板(7)和横梁铰接;结构试件(1)的一端与可动底座(2)连接,另一端与刚性盖板(7)固接或铰接。

2. 根据权利要求1所述保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置,其特征在于,所述侧向作动器(4)和轴向作动器(6)均为电动控制液压伺服式作动器。

3. 一种应用权利要求1所述装置的试验方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将试验用的结构试件(1)的一端固定在可动底座(2)上,再将另一端固接或铰接在刚性盖板(7)上;

(2) 侧向作动器(4)进行侧向加载,安装在结构试件(1)一端的刚性盖板(7)被铰接的力传感器(5)限位,所以在力传感器(5)中产生反力并被量测和记录,该反力为作用于结构试件(1)的真实侧向力;侧向作动器(4)的位移为结构试件(1)左右两端的相对位移,并由侧向作动器(4)内置或外置位移传感器量测和记录;

(3) 轴向作动器(6)进行轴向加载,结构试件(1)的一端由于与刚性盖板(7)一起被力传感器(5)限位,所以轴向作动器(6)的位移即为结构试件(1)上下两端的相对轴向位移,并由轴向作动器(6)的内置或外置传感器量测和记录。

一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置及试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种模拟地震在结构和结构构件上的作用的试验装置,尤其涉及一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置及试验方法。

背景技术

[0002] 结构及结构构件在地震荷载作用下的力学性能是土木工程重要的研究领域,常常需要借助加载设备进行地震作用的模拟。

[0003] 结构及构件的地震模拟加载,需要模拟侧地震动引起的侧向力和由重力引起的轴向力。轴向力的施加主要通过三种方法实现:(1)用千斤顶张拉固定于结构构件两端的高强螺栓或拉杆向结构构件模型施加轴向力;(2)设置加载框架,将千斤顶置于结构构件端部与加载框架之间来施加轴向力,千斤顶的一端与结构构件端部铰接,另一端与加载框架铰接,在侧向力作用下结构构件端部移动时,千斤顶随之摆动;(3)类似前述方法(2),但在结构构件端部与千斤顶之间或千斤顶端部与加载框架之间设置滑动轴承机构,在侧向力作用下结构构件端部移动时,千斤顶保持方向不变。

[0004] 这些既有方法的缺陷为:第一种方法和第二种方法在加载时,轴向加载的千斤顶或拉杆随侧向加载而改变方向,因而产生侧向加载分量,该分量随侧向加载位移的变化而变化,量测构件所承受的侧向力时须对其进行修正;在第三种方法中,构件所承受的实际侧向力也须从施加的侧向力中扣除摩擦力才能获得,而且由于摩擦力的存在使得加载装置千斤顶受到侧向力作用产生弯曲,有可能损坏千斤顶。总之,在这些加载方法中,施加给构件的实际侧向力都不能被直接测得,必须通过修正施加的侧向力间接获得,由此增加了试验分析的难度,降低了测试结果的可信度,并随着试验构件尺寸的增大而愈加严重。目前为止,只有专利申请文件CN102426133A和专利授权文件CN206504844针对这些问题提出了解决方案,其中,专利申请文件CN102426133A针对双向加载提出了解决方案,而专利授权文件CN206504844U对三向地震力模拟提出了解决方案。这些发明尽管解决了轴向和侧向独立加载和量测的问题,但需要将较多的作动器连同加载架同时移动,因此较为复杂。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足,提供一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置及试验方法。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:一种保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置,包括可动底座、侧向作动器、力传感器、轴向作动器、刚性盖板、滑轨、反力框架;所述反力框架由横梁与固定在横梁两端的左立柱、右立柱组成;所述可动底座置于滑轨上;侧向作动器一端固定在右立柱上,另一端连接可动底座;所述力传感器的两端分别与刚性盖板和左立柱铰接,所述轴向作动器的两端分别与刚性盖板和横梁铰接。

[0007] 进一步地,所述侧向作动器和轴向作动器均为电动控制液压伺服式作动器。

[0008] 一种应用所述装置的试验方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 将试验用的结构试件的一端固定在可动底座上,再将另一端固接或铰接在刚性盖板上;

[0010] (2) 侧向作动器进行侧向加载,安装在结构试件一端的刚性盖板被铰接的力传感器限位,所以在传感器中产生反力并被量测和记录,该反力为作用于结构试件的真实侧向力;侧向作动器的位移为结构试件左右两端的相对位移,并由侧向作动器内置或外置位移传感器量测和记录;

[0011] (3) 轴向作动器进行轴向加载,结构试件的一端由于与刚性盖板一起被力传感器限位,所以轴向作动器的位移即为结构试件上下两端的相对轴向位移,并由轴向作动器的内置或外置传感器量测和记录。

[0012] 本发明的有益效果是:本发明在加载时,将试件一端通过铰接限位保持轴向加载垂直于侧向加载,且利用作用力与反作用力原理,将所施加的侧向加载力与试件真实受到的侧向作用力区分并直接测得,无需对摩擦力及轴向加载二次效应进行修正,从而更为真实的模拟轴力或轴向重力作用,并且能直接测得施加给结构构件的实际侧向力及轴向力,为结构模型实验提供更为可靠的加载方法及装置。本发明的方法还可以与既有振动台结合使用。

附图说明

[0013] 图1是本发明用于结构轴向和侧向独立加载的试验装置的示意图;

[0014] 图2是二维加载时的受力条件结构示意图;

[0015] 图3是图2的受力条件示意简图;

[0016] 图中,结构试件1、可动底座2、滑轨3、侧向作动器4、力传感器5、轴向作动器6、刚性盖板7、反力框架8。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0018] 如图1所示,本发明保持侧向和轴向垂直的结构试验加载装置用于对结构试件1在地震荷载作用下的力学性能进行试验,包括可动底座2、侧向作动器4、力传感器5、轴向作动器6、刚性盖板7、滑轨3、反力框架8。

[0019] 所述可动底座2置于滑轨3上,侧向作动器4连接可动底座2,所述可动底座2与侧向作动器4形成了振动台,进行侧向力(图2和图3中的H)加载并测量位移(图3中的 Δ)。

[0020] 所述结构试件1的一端与可动底座2连接,另一端与刚性盖板7固接或铰接。

[0021] 所述力传感器5的两端分别与刚性盖板7和反力框架8铰接。

[0022] 所述轴向作动器6的两端分别与刚性盖板7和反力框架8铰接,进行轴向力加载。

[0023] 所述侧向作动器4和轴向作动器6均为电动控制液压式作动器。

[0024] 采用上述用于结构加载的试验装置的试验方法,包括以下步骤:

[0025] 1) 将试验用的结构试件1的一端固定在可动底座2上,再将另一端固接或铰接在刚性盖板7上。刚性盖板7由于与力传感器5铰接,位移被限制,所以可以保持轴向作动器6在试验时始终垂直于侧向;

[0026] 2) 侧向加载时,安装在结构试件1一端的刚性盖板7被铰接的力传感器5限位,所以

在传感器5中产生反力(图3中的 H')并被量测和记录,该反力为作用于结构试件1的真实侧向力;

[0027] 3) 轴向加载时,结构试件1的一端由于与刚性盖板7一起被力传感器5限位,所以加载端的位移即为结构试件1两端的相对位移,并由轴向作动器6内置或外置传感器量测和记录。

[0028] 4) 如图2和图3所示,侧向作动器施加的侧向力 H 、作用于试件中的真实侧向力 H' 的关系为

[0029] $H' = H - F$,这里 F 是可动底座滑动时产生的摩擦力。因为结构试件1所受的侧向力 H' 可以通过传感器5直接测得而无需通过对施加的侧向力 H 进行 $(H - F)$ 修正获得。

[0030] 以上结合附图对本发明的实施方式做出详细说明,但本发明不局限于所描述的实施方式。对本领域的普通技术人员而言,在本发明的原理和技术思想的范围内,对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变形仍落入本发明的保护范围内。

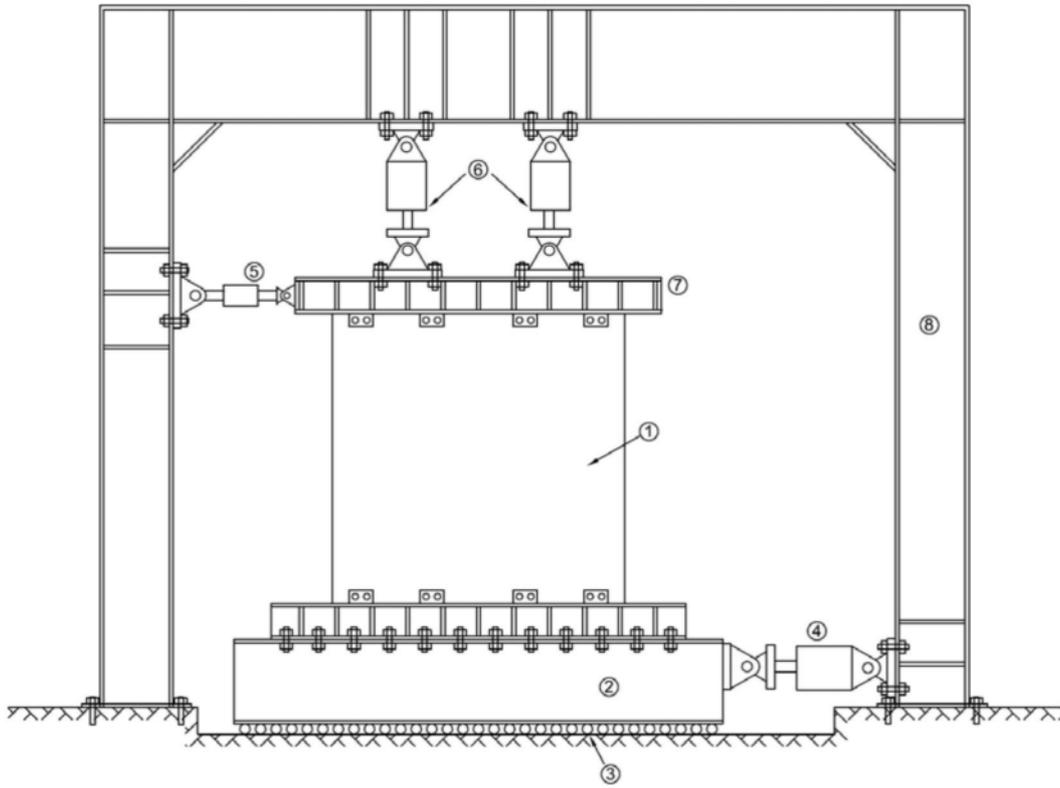


图1

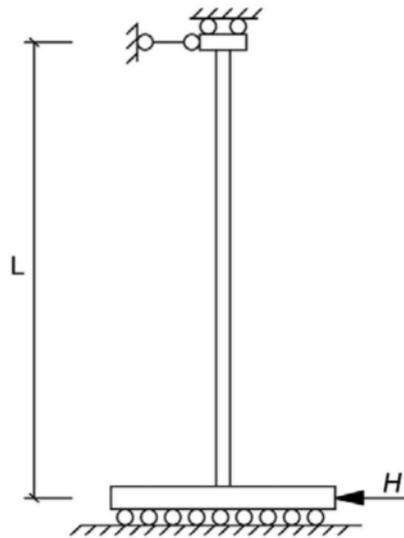


图2

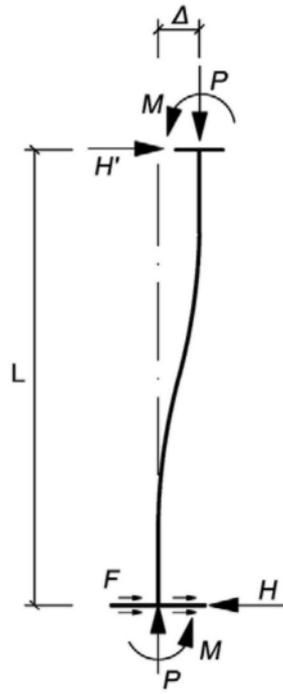


图3