

# 应力应变式的有效静止侧压力系数仪

魏建平

上海申元岩土工程有限公司

DOI:10.18686/gmsm.v1i1.11

**[摘要]** 目前土工试验中静止侧压力系数  $K_0$  试验基本采用静止侧压力仪。该仪器为应力式人工加荷装置,操作不便。不能对试样孔隙水压力进行检测,大大影响试验精度。应力应变式有效静止侧压力系数仪,通过改进试验设备实现了全自动加压、孔隙水压力测定等功能,并在仪器的拆装部分进行改造,大大提高了试验结果的准确性和操作的便捷性,在实际工程中具有较强的实用性。

**[关键词]** 有效静止侧压力系数; 自动加压; 孔隙水压力; 应力应变式

## 前言

随着经济的不断发展,城市建设规模越来越大,地下工程也越来越复杂,在岩土工程设计中,土体静止侧压力系数  $K_0$  值是非常重要的参数。确定水平场地中的应力状态、计算静止侧压力和泊松比、挡土墙静止土压力、地下建筑墙体土压力、桩侧向摩擦力、地下洞室边墙、隧道衬砌和土中埋埋管道等地下结构物设计都需要准确的静止侧压力系数。

在土工室试验方法中,静止侧压力系数试验主要有固结仪法、三轴仪法及静止侧压力仪法3种方法。而由于固结仪法试验误差较大,三轴仪法操作步骤繁琐,故生产中应用较少。目前采用最多的是静止侧压力仪法。现有的静止侧压力仪为应力式,试验过程中一般选取四个点绘制趋势线,且一般均采用将总应力代替有效应力,致使测得的静止侧压力系数  $K_0$  值较实际有偏差。且拆装极为不便,容器中乳胶膜较厚,影响试验精度。

## 1 应力应变式的有效静止侧压力系数仪

应力应变式的有效静止侧压力系数仪,通过安装带有电机控制的蜗轮蜗杆装置,实现自动加荷,代替人工加荷,大大降低了劳动强度;根据工程的不同要求通过对仪器进行时间和速率的设置控制蜗轮蜗杆的抬升方式可实现应力式应变式试验的自由选择;在容器底部安装孔隙水压力传感器,以测得试验过程中的孔隙水压力,从而计算有效应力,提高了试验结果的准确性。除此之外,应力应变式的有效静止侧压力系数仪,将上下透水板设计嵌入至卡盘突出部分中,降低了反复装卸对橡胶膜的磨损,进而可采用较薄的橡胶膜,从而提高试验精度。底座和容器之间采用卡盘式的连接,试验过程中退土及拆装环节方便,提高生产效率。

### 1.1 应力应变式的有效静止侧压力系数仪的组成

应力应变式的有效静止侧压力系数仪包含带有反力装置的底座,容器位于底座的上方,轴向测力装置固定在反力装置上,并悬挂在容器中心的上部,底座上设有加压装置,加压装置能抬升容器至轴向测力装置;加压装置为

纵向设置蜗轮蜗杆和电机控制装置,蜗轮蜗杆的顶部固定一个底盘;蜗轮蜗杆与电机控制装置连接;卡盘放置在底盘的上部,在卡盘表面的中间设有突出部分,突出部分内设有凹槽,容器卡入卡盘内,旋转卡盘,使突出部分与容器紧密接触,容器与突出部分紧密接触部分设有密封圈密封,在凹槽内部设置排水孔,在卡盘内设置排水管,排水管的一端与排水孔连接,另一端穿出卡盘,并与孔隙水压力传感器连接。底座盒上设置有显示窗,显示窗为触摸式可直接触摸进行操作,同时在试验过程中显示窗与PC端能够同时显示当前荷载与试验速率。该仪器设备主要包括:底盘装置、加压装置、卡盘装置、上部容器装置。如图1-图3。

(1) 底盘装置: 带有反力装置的底座,轴向测力装置。

(2) 加压装置、电机控制装置、蜗轮蜗杆装置。

(3) 卡盘装置: 设有突出部分、凹槽、排水孔,传感器组件、透水板等。

(4) 容器装置: 容器与卡盘突出部分连接,接触部分设有密封圈,顶部容器盖帽试验时与轴向测力装置接触。

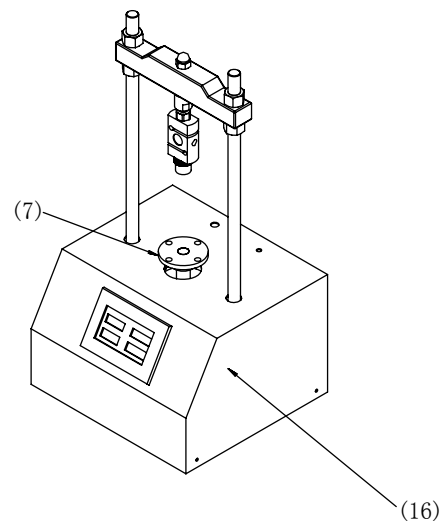


图1 底盘位置示意图

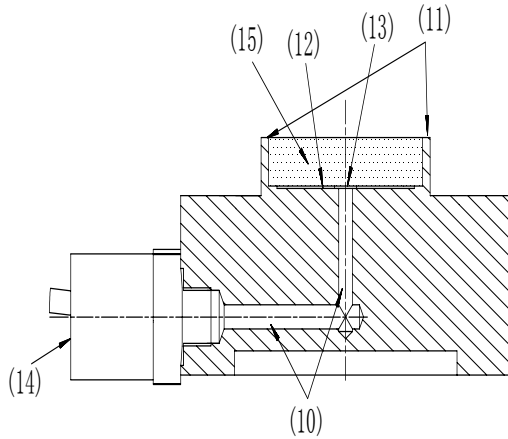


图 2 卡盘剖面图

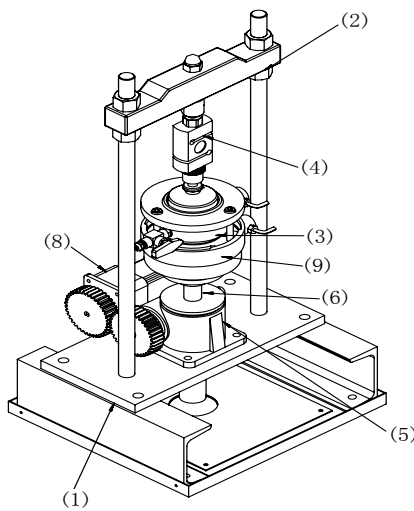


图 3 仪器立体示意图

1-底座、2-反力装置、3-容器、4-轴向测力装置、5-加压装置、6-蜗轮蜗杆、7-底盘、8-电机控制装置、9-卡盘、10-排水管、11-突出部分、12-凹槽、13-排水孔、14-孔隙水压力传感器、15-透水板、16-底座盒。

### 1.2 应力应变式的有效静止侧压力系数仪工作原理

该仪器设备通过电机控制蜗轮蜗杆抬升容器至轴向测力装置,在反力装置的反作用下对土样进行压缩,通过轴向测力装置和侧向测力装置对轴向应力和侧向应力进行检测,同时通过设置在卡盘上的传感器可检测到试验过程中的孔隙水压力,采集到的数据实时传输至采集处理软件,软件可自动对采集数据进行计算绘图及打印。试验结束后仪器自动进行减压排水,容器下降到设定位置,转动卡盘即可取出容器,轻松退土。

### 1.3 采集处理软件

#### 1.3.1 试验信息录入与数据采集

将土样放入容器内,通过视窗触摸屏上的运行画面或软件对试验方法及荷载等参数进行设置,并录入基本信息包括试验编号、土样编号、加载速率等。试验前进行平衡自重,

控制轴向压力与侧向压力接触。并通过反复自动注水排水将容器内空气排尽。完成后点击软件上的开始试验,试验按照设定应变速率或者应力荷重加载,轴向压力、轴向位移、侧向压力、孔隙水压力实时数据会显示在软件界面(如下图)。在土样采集过程中 K0 曲线会随着实时数据的变化而改变。试验结束后试验数据以及 K0 曲线会自动存储。



图 4 软件界面显示

#### 1.3.2 试验数据的导出与核查

试验完成后可将试验数据导出报表,可另存为 word、excel 等格式,以方便对试验编号、土样编号等进行核对检查。如图 5:

序号	时间	轴压 (kPa)	侧压 (kPa)	轴向变形 (mm)	孔压 (kPa)
1	2017/8/23 8:30:26	47,300	23,900	0.870	0
2	2017/8/23 8:31:26	49,600	21,500	0.990	0
3	2017/8/23 8:32:26	49,600	18,800	1.040	0
4	2017/8/23 8:33:26	49,800	17,100	1.070	0
5	2017/8/23 8:34:26	49,500	15,800	1.100	0
6	2017/8/23 8:35:26	49,500	14,700	1.120	0
7	2017/8/23 8:36:26	50,000	14,100	1.130	0
8	2017/8/23 8:37:26	49,600	13,600	1.140	0
9	2017/8/23 8:38:26	49,600	13,100	1.150	0
10	2017/8/23 8:39:26	49,900	12,900	1.160	0
11	2017/8/23 8:40:26	49,700	12,600	1.170	0
12	2017/8/23 8:41:26	49,700	12,400	1.170	0
13	2017/8/23 8:42:26	49,700	12,200	1.180	0
14	2017/8/23 8:43:26	49,600	12,000	1.180	0
15	2017/8/23 8:44:26	49,700	11,900	1.180	0
16	2017/8/23 8:45:26	49,600	11,900	1.190	0
17	2017/8/23 8:46:26	49,800	11,900	1.190	0

图 5 试验数据报表

#### 1.3.3 试验数据的处理

选中试验编号,菜单栏-读入试验采集数据,选择要加载的 K0 数据文件(如图 6),点击打开,列表中会刷新出所有土样数据,在土样列表中选择要处理的土样编号,点击曲线切换处理界面,加载的数据、曲线,计算 K0 值。如图 7:

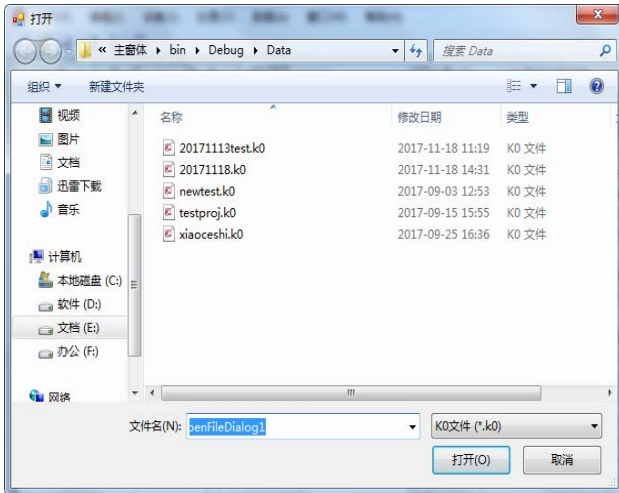


图 6 K0 数据文件界面



图 7 K0 数据处理界面

### 1.3.4 试验报告的生成及打印

点击试验报告按钮切换至试验报告, 可对试验报告进行打印和存储, 可以将报告内容以不同的格式导出, 比如 pdf、excel、word 等等。如图 8:

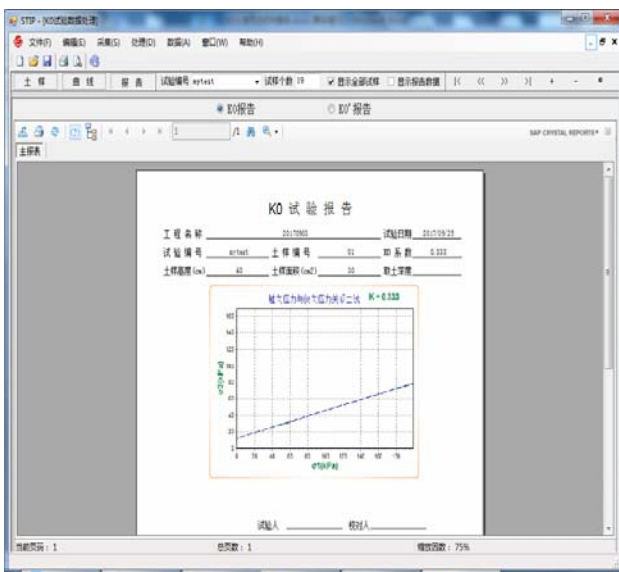


图 8 试验报告界面

## 2 应力应变式的有效静止侧压力系数仪与传统的静止侧压力系数仪区别

2.1 传统的静止侧压力系数仪大多为应力式, 并且加荷多为人工加荷。该应力应变式的静止侧压力系数仪采用蜗轮蜗杆传动装置实现全自动加压, 即可用于对常规的应力式静止侧压力系数试验, 又可实现应变式的静止侧压力系数试验。

2.2 传统的静止侧压力系数固结仪均不能对试样底部孔隙水压力进行检测。该应力应变式的静止侧压力系数仪安装孔隙水压力传感器, 以测得试验过程中试样底部的孔隙水压力。

2.3 传统的静止侧压力系数固结仪底座与容器通常为用螺丝固定在一起, 且下透水板直接接触容器侧壁, 容器中会设置较厚的乳胶膜。该应力应变式的静止侧压力系数仪底座和容器之间采用卡盘式的连接, 将下透水板设计嵌入卡盘的突出部分。

## 3 应力应变式的有效静止侧压力系数仪特点

3.1 该应力应变式的有效静止侧压力系数仪, 引进蜗轮蜗杆的加压方式增加压力的稳定性, 进而实现应力应变控制, 全自动的加压控制还可减轻人的体力劳动强度。

3.2 该应力应变式的有效静止侧压力系数仪, 考虑到实际工程中土体受到孔隙水压力的影响, 通过在仪器底部设置孔隙水压力传感器, 对试验过程中的孔隙水压力进行检测并计算, 使得试验结果更接进实际。

3.3 该应力应变式的有效静止侧压力系数仪, 对试验过程中退土及仪器拆装等环节进行改造, 以提高生产效率。

3.4 该应力应变式的有效静止侧压力系数仪, 为了降低容器的磨损, 设计下透水板嵌入卡盘的突出部分内。在满足常规的静止侧压力系数试验基础上, 既操作方便、减轻人力劳动, 又可满足更高条件的检测有效应力的试验要求。

## 4 结论

应力应变式的有效静止侧压力系数仪采用自动机械式加荷, 大大减轻体力劳动; 应变式的试验模式可满足不同设计所需要的试验要求; 加装孔隙水压力传感器, 测得试验过程中孔隙水压力, 能够考虑到孔隙水压力消散对结果的影响, 更加贴近实际; 底座和容器采用卡盘式连接方便退土, 下透水板可减少对仪器的损坏减少试验误差。本仪器可与现有试验软件连接, 实现全自动操作及数据采集处理等功能。

## 【参考文献】

[1]龙驭球,刘光栋,唐锦春,等.中国土木工程百科全书,工程力学[M].北京:中国建筑工业出版社,2001:46-78.  
 [2]俞强.静止侧压力系数的确定[J].福建建筑,2000,(S2):84-85.  
 [3]牛军贤,顾铎铃.湿陷性黄土静止侧压力系数试验研究[J].土工基础,2015,29(04):124-126.  
 [4]朱俊高,蒋明杰,沈靠山,等.粗粒土静止侧压力系数试验[J].河海大学学报(自然科学版),2016,44(06):491-497.  
 [5]姚晓亮,齐吉琳,余帆.冻土静止侧压力系数的试验研究[J].地下空间与工程学报,2011,7(06):1108-1113.