

预钻式旁压试验中的主要影响因素分析*

裴慧芳¹, 姜树高²

(1. 盐城市工程建设监理中心, 江苏 盐城 224003

2. 淮安市淮阴区建工局, 江苏 淮安 223001)

摘要: 简要介绍了预钻式旁压试验工作原理, 对工程中常见的几种主要影响因素进行分析研究并提出有效的控制, 以提高试验结果准确性, 为基础设计提供合理准确的设计参数。

关键词: 预钻式旁压试验; 弹性摸约束; 临塑压力; 极限压力

中图分类号: TU195 文献标识码: A 文章编号: 1671-532X(2005)02-0069-04

1 概 况

旁压试验是地质勘察中的一种原位测试方法, 它包括预钻式旁压试验、自钻式旁压试验和压入式旁压试验。目前国内以预钻式为主, 预钻式旁压试验实质上是一种利用钻孔做的原位横向载荷试验, 它是利用可侧向膨胀的旁压器对钻孔壁施加横向均匀应力使孔壁土体发生径向变形直至破坏, 利用量测装置测出施加的压力与相应的土体变形值, 然后绘出应力-应变关系曲线, 按照理论公式或有关的经验方法来确定地基土的承载力特征值, 压缩模量等有关设计参数。

其试验基本原理如下:

旁压试验可理想化为无限弹性介质中的圆柱状孔穴径向扩张模型, 为轴对称平面应变问题。均匀土体横向压力与横向变形关系的理论曲线如图 1 所示。

OA 段: 初始阶段, 随着压力的增大, 变形逐渐减小阶段; AB 段: 似弹性阶段, 压力与变形基本为线形关系; BC 段: 塑性变形阶段, 随着压力的增大, 变形迅速增大。

OA、AB 段界限压力相当于初始水平应力 P_0 ; AB、BC 段界限压力相当于临塑屈服压力 P_f ; BC

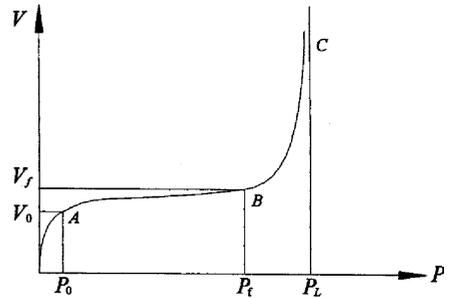


图 1 旁压试验理论曲线

Fig. 1 Press to experiment the theories curve beside 段末尾渐近线的压力为极限压力 P_L 。

根据弹性理论, 可以推导出土的旁压模量。假设似弹性阶段中土处于弹性状态, 由轴对称平面应变理论, 可推出旁压模量的公式如下:

$$E_m = \frac{1}{\Delta P / \Delta V} [V_c + (V_0 + V_f) / 2]$$

式中: E_m ——旁压模量; μ ——泊松; P_f ——屈服压力; P_0 ——初始水平应力; V_f —— P_f 对应的 V 值; V_0 —— P_0 对应的 V 值; V_c ——旁压器量测腔初始固有体积; $\Delta P / \Delta V$ —— V 旁压曲线直线段的斜率。

由理论公式, 可以计算出压缩模量及地基承

* 收稿日期 2005-04-21

作者简介: 裴慧芳(1970-)女, 辽宁昌图县人, 盐城市工程建设监理中心工程师, 国家注册监理工程师、国家注册房地产估价师、国家注册咨询工程师、造价师, 上海理工大学在读硕士研究生。

载力特征值等基础设计参数。根据旁压试验曲线的特征值,得出地基土承载力特征值公式为:

$$\text{临塑荷载法: } f_{ak} = P_f - P_0$$

$$\text{极限荷载法: } f_{ak} = P_L - P_0 / F_s$$

式中: f_{ak} ——地基承载力特征值,单位为 kPa;
 F_s ——安全系数,根据地区经验一般取 2~3。一般土宜采用临塑荷载法,对旁压试验曲线过临塑压力后急剧变陡的土,宜采用极限荷载法。

旁试验理论上采用完善的弹性及弹塑性理论,其试验设备轻便,操作简易,测试迅速,可在不同深度进行试验,而且不受地下水的限制。与室内试验相比,旁压试验涉及的试样范围大得多,而且扰动不大。但在工程实践上,由于对试验中的一些影响因素认识不够,试验结果偏差较大,甚至造成试验数据严重失误。

下面从旁压试验曲线入手,分析常见的几种影响因素。

2 旁压试验曲线分析

在正常情况下,旁压试验所得压力与变形关系的 $P - V$ 曲线为 b 线(图 2),它可以满足确定各

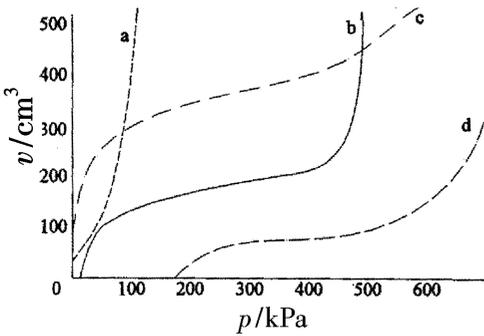


图 2 旁压试验 $P - V$ 曲线图

Fig.2 Press to experiment the curve of $P - V$ beside

种特征值的需要。分析一下 a 线,当 P 值较小时,旁压膜变形值已很大,即在试验初始阶段施加压力,土体变形迅速。说明土体在试验前已被破坏,且土体较软。在孔隙比较大、含水量高的粘性土中,若试验孔无泥浆护壁,则会导致缩孔严重,使孔内试验区周围土体产生严重扰动,形成一定厚度的扰动圈。此时得到的旁压曲线类同于 a 线。图中 c 线,初始阶段 V 值迅速变大,导致在确定初始水平应力为 P_0 时, P 所对应的 V_0 值变

大,曲线末端渐近线趋势不明显,因而无法确定极限压力 P_L 。分析原因为试验孔孔径偏大,加荷初期旁压器未接触到土体,旁压膜未受到周围土体的压力,变形迅速;同时致使在旁压膜变形范围内,土体未能被破坏,故无法得到极限压力 P_L 。图中 d 线,在 V 值为 0 时,已对应有一个 P 值,且未形成正常曲线的恢复区,分析原因为试验孔孔径偏小,在试验开始以前,孔内土体已经受到了挤压,旁压曲线往往类同于 d 线。

以上分析的只是旁压试验中几种较常见的失真曲线,而在实际工作中,影响旁压试验的因素是多种多样的,因而失真的曲线也是各种各样的。认真分析失真的曲线,找出影响旁压试验的主要原因,是控制实验的质量的关键。

3 主要影响因素分析与控制

综合分析试验曲线失真的原因,进行分类论证,得出影响旁压试验的主要因素为试验成孔质量问题,其次是加荷等级问题、旁压膜的约束力问题以及试验前的注水排气问题。要保证试验质量,必须控制住这几个方面的主要因素。

3.1 试验成孔

成孔质量是预钻式旁压试验成败的关键,试验孔质量的优劣直接关系到旁压试验的结果,不合格的试验孔可导致试验的失败。旁压试验的目的,就是在原位量测非扰动土的力学性质。由于旁压器有效长径比大于 4,故认为属无限长圆柱扩张轴对称平面应变问题。理想的试验孔应是圆柱状,而且孔壁要光滑平顺。

因此,要控制试验孔的质量,首先要保证土体不受扰动或少受扰动这一技术要求。其次,还要保证试验孔孔壁光滑平顺,与旁压器匹配合理。目前,国内使用的各种旁压器的变形范围都有一定的限度,试验孔孔径过大,将达不到试验求取极限压力的需要;孔径过小,旁压器下放时会使土体产生扰动,二者都是不合理的。如果试验孔不能达到满足上述两个技术要求,便会使旁压曲线反常失真,无法应用。为保证成孔质量,要注意:

(1) 壁垂直、光滑、呈规则圆形,尽可能减少对孔壁的扰动;

(2) 软弱土层(易发生缩孔、塌孔)用泥浆护壁,钻孔孔径应略大于旁压器外径,一般宜大 2~8 mm。

控制试验孔的质量,使土体不受扰动或少受

扰动,在成孔时必须缓慢进行,钻速应严格控制在 0.25 m/min 左右,尽量减少土体的扰动,控制试验孔的质量,确保试验孔不塌不缩孔,必须采用泥浆护壁。泥浆最好采用膨润土混合而成,每 100 kg 水加入 20~40 kg 膨润土(对砂土采用上限)。这两条是控制试验孔质量的关键。

3.2 加荷等级控制

加荷等级的选择是重要的技术问题,其大小影响测试点的多少和试验成果精度。在试验中,选定合适的加荷等级是十分关键和重要的。长期

实践证明,在不同类型的地基土中,加荷等级是不一致的。通常,国内的常规加荷等级采用预期临塑压力的 1/5~1/7。在加荷初始阶段,旁压膜的变形较小,故加荷等级宜尽量小。经过多次对比试验,在加荷初始阶段,加荷等级采用预期临塑压力的 1/7,所得到的试验曲线的精度和指标的准确率,要比常规的加荷等级的精确提高一倍以上。根据《岩土工程勘察规范》^[1]中的有关规定,不同土类的旁压试验加荷等级见表 1。

表 1 旁压试验加荷等级表

Table 1 Press to experiment to add the lotus grade watch beside

地基土类别	加荷等级/kPa	
	临塑压力前	临塑压力后
淤泥、淤泥质土、流塑的粘性土和粉土、饱和松散的粉细砂	≤15	≤30
软塑的粘性土和粉土、疏松黄土、稍密很湿粉细砂、稍密中粗砂	15~25	30~50
可~硬塑的粘性土和粉土、黄土、中密~密实的粉细砂、中密的中粗砂	25~50	50~100
坚硬的粘性土、密实的中粗砂	50~100	100~200

3.3 约束力控制

随着旁压膜的膨胀,克服橡胶膜的约束力需要消耗一定的压力,致使施加于土的实际力小于压力表显示的压力值,故压力必须进行校正。

常规标定中,一般只对新膜和放置或使用了一段时间后(6~8次试验后)的膜进行。实际上,新膜经过第一次标定后的试验阶段,旁压膜的变形较快。经过 3~4 次试验后,旁压膜的变形值就变大了,这时就应再次进行标定。另外在从试验孔内取出旁压器的过程中,由于孔壁阻力的影响,有时会出现膜拉翻下面的箍的现象(通常称作“翻箍”),此时也应对旁压膜进行重新标定。另外,温度对旁压膜的影响较大,当温度大于 30℃时,可将旁压膜置于 25℃左右的水中,静置 5~10 min,然后再进行标定。以上 3 种情况,在实际工作中容易被忽视。因此,除常规标定项目外,经过 3~4 次试验后的膜、试验时“翻箍”和温度影响为旁

压膜标定的关键控制点^[2]。

3.4 注水排气

在试验前严格按照要求进行旁压系统的注水排气工作,确保排除旁压器和管路中滞留的气体。少量残留气体的存在,将会引起加荷不稳、变形异常。另外水位的调零、注水时调压阀进水等都可能造成一定的误差,尤其在软土中影响较大。

4 结 语

在试验准备工作中,严格按照仪器使用说明书的要求及规范中规定的操作步骤,尽可能减少人为误差。在旁压试验过程中,把握以上几个方面的主要影响因素并实施控制,使整个试验过程完全处于受控状态。定期检查分析,发现问题及时确定补救方法,确保旁压试验的真实性、准确性,将会大大提高试验的技术质量和水平,进而提高工程建设的投资效益。

参考文献:

- [1] GB50021-2001. 岩土工程勘察规范[S].
 [2] 钱家欢. 土力学[M]. 南京: 河海大学出版社, 2002.

(下转第 75 页)

不断学习先进的工程应用技术,使自身的教学、教研、科研能力不断提高。本文对机械设计基础课程在机械类、近机类专业教学中的地位、作用与教学基本要求进行了总结,提出了把机械设计基础课程教学与现代工程技术手段相结合的教学方法,并对该方法的实施进行了探讨,从教师业务能力

力的提高、现代技术与课堂讲授、实验、课程设计相结合等方面进行了阐述。这无疑将对通过本课程的学习来提高学生的工程应用水平和创新能力,促进该课程教学改革和教学水平的提高,更圆满达到教学目标的起到积极推动作用。

参考文献:

- [1] 陈秀宁.机械设计基础[M].浙江:浙江大学出版社,1993.
 [2] 陈秀宁,施高义.机械设计课程设计[M].浙江:浙江大学出版社,1995.
 [3] 邱宣怀.机械设计[M].第3版.北京:高等教育出版社,1989.
 [4] 杨可桢,程光蕴.机械设计基础[M].第3版.北京:高等教育出版社,1989.

The Research of Teaching Method of Basic Theory of Machines and Mechanisms Combined with Modern Technology of CAD

XIAN Bin

(Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

Abstract: The present paper sums up the status and function of Basic Theory of Machines and Mechanisms course and its teaching goal and basic requirements. Aiming at shortcoming of existing teaching method, the author points out the teaching method of Basic Theory of Machines and Mechanisms combined with modern CAD technology, united with the realization of analysis and stimulation of mechanism of winch and pitman, researching related teaching method.

Keywords: Basic Theory of Machines and Mechanisms; teaching method; modern technology of CAD

(上接第 71 页)

Analysis of Main Influent Factor of Pre - drilling Pressure Meter Test

PEI Hui - fang^[1], JIANG Shu - gao^[2]

- (1. Yancheng City Center of Project Management, Jiangsu Yancheng 224001, China)
 (2. Huaiyin Construction engineering Bureau, Jiangsu Huaiyan 223001, China)

Abstract: This paper briefly introduce the principle of pre - drilling pressure meter test, the analysis of engineering main influent factors. The effective control methods and the accuracy of testing result are put forward. It foundation design.

Keywords: pre - drilling pressure meter test, elastic confine, proportional limit pressure, ultimate pressure, Analysis of Main Influent Factor of Pre - drilling Pressure Meter Test