

钻孔膨胀仪及原位测试

①
15-17

罗增益 李冬田 吕民康

(河海大学土木工程学院 南京 210098)

U415

U413.6

摘要 介绍钻孔膨胀仪的结构、测试原理、使用方法、仪器功能和测试参数。室内和原位膨胀试验结果表明,现场原位测试压力明显比室内试验值高,比较室内和原位测得的参数可知,膨胀机理和环境因素对膨胀均有影响,微裂隙、水压力、钻孔周围膨胀影响带的厚度及地应力均对膨胀压力和膨胀量有影响。

关键词 膨胀仪 膨胀压力 膨胀变形

岩石膨胀

岩石和土体的膨胀对基础和地下工程有较大的危害,在设计时必须考虑膨胀压力和膨胀变形量。迄今为止,绝大多数膨胀试验是在实验室中进行的,由于岩土膨胀与自然因素密切相关,如温度、湿度、水的酸碱度、水压力等都会对它产生影响;同时,样品运输后送到实验室中作试验,很难保证试样的天然状态,所以,研究原位测试方法非常必要。基于这种思想,自1991年以来,河海大学和意大利GEODATA公司联合开发了钻孔原位膨胀测试仪,以利用膨胀仪测试岩土的膨胀特性。用膨胀仪测得的参数是膨胀压力和最大膨胀量,这两个参数不同于实验室得到的参数,它可直接用于衬砌和深基础设计。

1 仪器结构及其操作

1.1 结构

膨胀仪由能放入钻孔中的探头和地表控制仪器组成,它们之间通过一种专用的、能双重屏蔽的37芯电缆联接起来(图1)。探头由应力传动机械、电力测量系统及驱动装置组成(图2)。应力传动机械靠探头中的微电机带动,传力板张开时,6个传力板能紧贴孔壁,电力测量系统

处在正常工作位置。电力测量系统包括6个压力环和3个位移传感器,它们能测量三个方向的膨胀压力和膨胀量。运动部件外面由两部分组成,内层是梳状薄钢片,外层是尼龙布,其作用是保证岩石膨胀压力能均匀作用在每块传力板上。二次仪表主要控制探头的张合、信号放大、A-D转换、显示、记录等。仪器使用220V, 50Hz交流电。

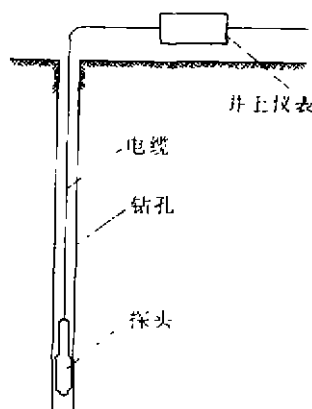


图1 膨胀仪测试系统

1.2 试验过程

a. 当钻进到确定的试验段,将探头尽快放到试验点,启动电机,张开传力板紧贴孔壁,使压力达到0.01 MPa,同时由位移传感器

第一作者简介:罗增益,男,高级工程师,从事岩体测试技术及岩体稳定性分析研究。

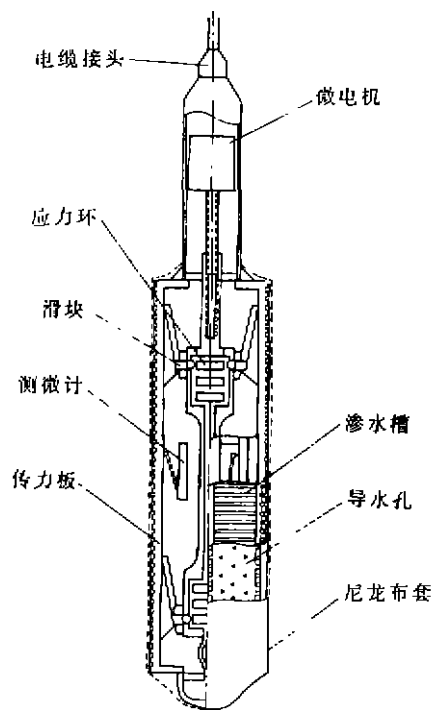


图2 膨胀仪探头结构示意图

记录下初始位移 D_0 (钻孔的初始直径), 并记录下全部应变计的初始读数、探头开始工作时间和试验段的钻进时间。

b. 注水保持钻孔水位, 定时观察并记录全部应变计变化后的读数。

c. 让钻孔保持初始直径, 当膨胀压力基本不变时, 可以认为膨胀已稳定^[1], 记下最大膨胀压力。反向启动电机, 逐步卸荷, 观察并记录膨胀量。

d. 当膨胀压力小于 0.01 MPa 时, 记下最大膨胀量。收缩传力板, 提出探头。

2 仪器测试

2.1 原位试验

广州抽水蓄能电站地下厂房和输水管道

深埋于坚硬的粗粒黑云母花岗岩体中, 岩体中部分断裂受蒙脱石化、高岭土化蚀变, 具有一定的湿胀性。试验钻孔布置在电站一期 0 号施工平硐中, 孔口高程低于地表 70 m, 这个深度可以看作没有受风化的影响。设计孔深是 31 m, 在试验过程中有少量地下水从钻孔中溢出, 这表明地下水位高于孔口。根据钻孔花岗岩蚀变程度, 在不同深度上做了 3 段试验, 各试验段岩性见表 1, 测试结果见表 2。

表1 各试验段岩性和裂隙状况

编号	深度/m	岩性	裂隙发育状况	岩芯采取率(%)
1	6.10 ~ 6.35	以高岭土化为主的中度蚀变灰白色中粗粒黑云母花岗岩	裂隙带, 岩石破碎	80
2	12.0 ~ 12.25	以高岭土化为主的弱蚀变灰白色中粗粒黑云母花岗岩	裂隙面平整, 有绿泥石	100
3	14.5 ~ 14.75	以蒙脱石化为主的中度蚀变内红色中粗粒黑云母花岗岩	裂隙面平整, 具微小紧闭的不规则裂纹	100

表2 各试验段测试结果

编号	膨胀压力/MPa	膨胀量/mm	膨胀稳定时间/h
1	0.062 ~ 0.072	0.1 ~ 0.2	9
2	0.013 ~ 0.014	微量	7
3	0.109 ~ 0.118	0.1 ~ 0.2	5

从表 2 可以看出, 花岗岩蚀变带的膨胀压力是很不均匀的。它取决于蚀变矿物和微裂隙发育的程度。一般认为: 蒙脱石含量越高, 膨胀性越强; 裂隙发育, 膨胀性也较强。第三段蒙脱石含量为 13% ~ 18%, 膨胀压力可达 0.118 MPa。

2.2 室内试验

室内试验是将试验钻孔岩芯经过制样, 做膨胀、差热分析及镜下矿物成分与含量分析, 试验结果见表 3。

表3 室内试验结果

编号	膨胀压力/MPa	膨胀量/mm	差热分析	镜下分析	粘土矿物含量(%)	蒙脱土含量(%)
1	—	—	粘土矿物以高岭土为主	长石大量泥化, 黑云母强烈水化	35 ~ 40	< 5
2	微量	微量	粘土矿物以高岭土为主	长石黑云母等部分蚀变, 泥化, 有少量弯曲裂纹	12 ~ 15	< 2
3	0.05 + 0.02	< 0.02	粘土矿物以钙蒙脱石为主	长石黑云母等部分蚀变, 多蚀变斑, 有较多弯曲裂纹	15 ~ 20	13 ~ 18

注: 第一段岩样为破碎带岩块, 无法做膨胀试验。

2.3 结果比较

比较原位测试和室内试验结果可看出,现场原位测试膨胀压力明显比室内试验值高,其原因有:①在钻进过程中,很难防止样品受潮,如果蚀变矿物已被浸泡并已膨胀,其体积很难复原;②室内试验样品的厚度较膨胀岩的厚度小得多;③当测量点很深时,原位测试的膨胀压力中还包括了部分地应力。另外,现场膨胀试验与室内试验相比,膨胀稳定时间明显要短,其原因有:①水压力使得渗透量增大而使膨胀过程加快,试验显示出在裂隙密集的地方,膨胀稳定时间短;②现场膨胀试验和室内试验的条件不同,室内试验试块为烘干样,故完全膨胀稳定时间相对要长。

3 讨论

钻孔膨胀仪是一种新型仪器,这种仪器应用还很少,但初步的试验揭示了一些重要的问题,如膨胀机理和环境因素对膨胀的影响。这些问题仍需进一步的研究和作大量的试验。

3.1 微裂隙

试验表明,微裂隙在膨胀过程中起着重要作用。交代作用在花岗岩中产生微裂隙,

这些微裂隙没有规则的形状,在显微镜下测得其宽度为 $0.01 \sim 0.00005 \text{ mm}$,微裂隙两边是粗糙的结晶矿物,如果粘土岩膨胀,微裂隙将随之膨胀。

3.2 水压力

当微裂隙扩大时,压力较高的地下水能比较容易地渗入岩块中,所以地下水是影响膨胀压力的一个很重要的因素,在设计时必须考虑。同时,水温 and 水质也是影响因素,需通过试验进一步加以研究。

3.3 钻孔周围膨胀影响带的厚度

在大量现场试验之前,讨论这个问题还太早。以前做的试验表明,除了岩性开挖尺寸和暴露时间外,还有裂隙、微裂隙发育程度和地下水压力等影响因素。

3.4 地应力的影响

由于有地应力的存在,从膨胀仪试验得到的膨胀压力包括了一部分地应力,这样膨胀仪所测得的参数是一个混合参数。该问题只有在大量的现场试验之后才能得到解决。

参考文献

- 1 张凤翔等. 软岩膨胀应力膨胀率测试方法的研究. 阜新矿业学院学报, 1984(1): 9~13
(收稿日期: 1996-12-26 编辑: 熊水斌)

·简讯·

新型水位和流量传感器

英国的 Gens 传感器公司最近推出了一套新型的水位和流量传感器,可用于水池、河流和水库中洁净水和废水的水位和流量测量。这种传感器系统利用浮子和簧片的传感器原理,采用不同的制作材料和安装技术,测量水位范围为 10 mm 至 6 m ,流量范围为 $0.05 \sim 560 \text{ L/min}$,应用范围包括监测水量计量系统内的循环水量、监测水库、河流的低水位以及监测化学药剂的添加量。根据使用者的需要,这种传感器既可输出连续的读数,又可自动启动停机装置和报警信号装置。

工业污水的野外快速测定

英国的 Palintest 根据添加各种化学试剂后工业污水颜色的变化情况,通过一台手持式光度计,可以测量污水中的铬、镍和苯酚含量,使可检测的化合物种类达到 45 种,镍盐含量的测量范围为 $0 \sim 10 \text{ mg/L}$,可用于天然洁净水和工业废水中常规镍盐的检测。铬盐含量的测量范围为 $0 \sim 1.0 \text{ mg/L}$,既可测量水中的铬盐总量,又可分别确定水中两种铬盐的浓度,苯酚的石油精炼和其它化工产品制造过程中的产生物,一般难以用常规的处理方法清除。Palintest 公司检测苯酚方法的测量范围为 $0 \sim 5.0 \text{ mg/L}$ 。

(摘自 1998 年 6 月 5 日《水信息》)