

# 旁压试验钻探技术研究

闫 勇

(北京市勘察设计研究院 北京 100038)

**摘 要** :针对目前旁压试验应用逐渐广泛的实际,通过在岩土工程勘察中使用国内外 2 种不同旁压仪进行的对比试验研究的基础上,对几种钻探技术的成孔工艺、关键技术及影响因素进行了分析,提出了适用于北京地区浅层粘性土和砂类土的旁压试验钻探技术措施。

**关键词** :旁压试验;钻探技术;成孔方法;北京地区;粘性土;砂类土

中图分类号:P634 文献标识码:B 文章编号:1672-7428(2005)12-0046-03

**Research on Drilling Techniques for By-pass Pressure Test/YAN Yong** ( Beijing Survey Design Institute , Beijing 100038 , China )

**Abstract** :Several hole making techniques with drilling ,key technologies and effects were analyzed after comparison test research for two types of by-pass pressure devices used in geotechnical survey. The technical measurements suited to by-pass pressure test with drilling of shallow clayed soils and sand formations were put out.

**Key words** :by-pass pressure test ;drilling technology ;well completion methods ;Beijing area ;clayed soils ;sand formation

工程地质勘察长期以来是依靠钻探、取样、室内土工试验等常规手段来提供土的性质指标,做出工程地质评价。但是,随着高、重、大工程项目的增多,遇到了越来越复杂的工程地质问题,要求勘察工程能够提供更为全面可靠的测试指标,并能准确反映地基土的原始应力状态,因而原位测试技术逐渐受到重视。

旁压试验是岩土工程地质勘察中原位测试技术的一种。由于利用旁压试验结果,可计算出地基土的承载力标准值、压缩模量等基础设计的重要参数,所以,它直接影响到建筑物基础类型及地基处理方法的选择,制约着场地勘察费用及工程造价。而旁压试验所得参数是否准确可靠,不仅与理论计算公式是否合理有关,而且与旁压试验的质量好坏有密切的关系,所以保证旁压试验的质量是取得可靠的旁压成果的重要环节。因此,查清影响旁压试验的主要因素并实施控制,是提高旁压试验质量水平及工程建设投资效益的先决条件。

本文通过北京某花园广场工程的旁压对比试验,对旁压试验的钻探技术和成孔工艺进行探讨。

## 1 试验概况

### 1.1 场地工程地质及水文地质条件

勘察成果表明,拟建场区自然地面标高约在 40.80 m,地面以下 60 m 深度范围内有人工填土、新近沉积土和第四系地层土。勘察期间共揭示了 3 层地下水,埋深分别为 15.20 ~ 16.40 m,17.60 ~ 19.80 m,20.10 ~ 20.20 m。

### 1.2 仪器设备及试验项目

利用国产和进口 2 种预钻式旁压仪在拟建场区进行了 2 个钻孔的试验,旁压试验孔与前期钻探取样孔的距离都在 1 m 左右,以使地层不出现明显变化,保证旁压试验在同一地层中进行。因为拟建工程的最大基础埋置深度约 19.1 m,所以选定在埋置深度以下的粘性土和砂类土中分别进行试验,试验点均位于地下水位以下。

使用国产旁压试验设备,成孔工具采用牙轮钻头和岩心管。对不同深度的不同类型土层进行试验,共做试验点数 9 个,分别为 20.5 ~ 24.4 m 的粘性土 3 点,24.4 ~ 26.9 m 的细砂 2 点,37.0 ~ 41.8 m 的粘性土 4 点。

使用国外旁压试验设备,成孔工具是牙轮钻头和三翼钻头。对不同深度的不同类型土层进行试验,共做试验点数 8 个,分别为 20.4 ~ 23.8 m 的粘性土 3 点,23.8 ~ 27.5 m 的细砂 3 点,36.0 ~ 38.7 m 的粘性土 2 点。

收稿日期 2005-06-06

作者简介:闫勇(1976-)男(汉族),内蒙古包头人,北京市勘察设计研究院勘探所副总工程师,地质工程专业,硕士,从事勘察工程施工与管理工  
作,北京市海淀区羊坊店 15 号(010)62858987,airyyan@sina.com。

## 2 成孔工艺及关键技术问题

为了保证每一次试验结果之间的可比性,要求成孔方法严格按标准进行;同时,为了使试验结果尽可能多地反映原状土的性状,要求成孔是低扰动的。这就决定了成孔方法应该是一个系列,即需要针对不同的土质条件采用相应的成孔方法。

### 2.1 钻孔要求

旁压试验成果的可靠性,关键在于成孔质量的好坏,打好钻孔是标准旁压试验的一个重要组成部分。

首先,钻孔的直径应与旁压器的直径相配合。若直径太大,则无法保证孔壁土层处在平面轴对称条件下受压变形,会使旁压试验未达到极限压力而充水量太多造成中室膜套破裂,从而影响试验质量;如果钻孔直径太小,无法顺利放入旁压器,只有硬挤压土层放入,因此,不是膜套变形破裂,就是因土层被扰动而难以得到准确结果。

此外,旁压钻孔不仅对成孔直径要求严格,而且要求试验孔段土层不能扰动或尽量减小扰动。这就要求成孔时要选用合适的钻头,钻头直径与所用旁压器直径要接近。在成孔时采用膨润土泥浆护壁,钻孔壁要光滑平整,不能有塌孔、缩孔的情况,而且在成孔过程中对孔壁土层不要扰动,成孔时转速要慢,在钻孔中上下钻具或下旁压器时要采用旋转的形式,要精心操作,不要触动孔壁。如果孔壁土层受到扰动或触动,则在旁压器与未触动的土层之间存在扰动的土层,这样会影响试验曲线的形态,使试验失败。

### 2.2 成孔方法

根据北京地区的地质特性,利用现有的钻探机械、钻具和钻头,结合该工程的地层土质和地下水情况,试验采用了3种不同的成孔方法。

#### 2.2.1 用三翼钻头成孔

这种方法属于无岩心旋转钻探法,配合国外旁压试验设备使用。三翼钻头的优点是易于在土层中钻进,侧壁有刃口能刮削孔壁,使其光滑。

钻进时,采用小泵量、低转速和小钻压的钻进规程。钻塔要垂直,旋转转速要稳定,提下钻时要采用旋转方式。泥浆护壁成孔时,采用优质膨润土泥浆粉。

为了在不影响质量的情况下提高效率,可先采用普通牙轮钻头钻到预定地层以上3 m,再用三翼钻头钻进至试验深度,将旁压器下到三翼钻头成孔的部位进行试验,实践证明这样不会影响到旁压试

验的质量,满足生产需要。

#### 2.2.2 用牙轮钻头成孔

此法属于无岩心旋转钻探法,配合国产旁压仪使用。与上述方法类似,只不过用牙轮钻头代替了三翼钻头,这种方法要求转速一定要慢,钻压要小,泥浆要有足够的稠度,以便携带钻孔中牙轮钻头钻进产生的大量钻屑,防止沉淀太厚影响旁压器的放入以及试验。

#### 2.2.3 用岩心管成孔

采用单管单动岩心管钻进,钻头为硬质合金钻头。试验段以上采用回转钻进成孔,试验段采用静压取心的钻探方法。

回转钻进过程中,对于砂层,在提高泥浆粘度与密度的同时,降低提下钻速度。对于粘性土、粉土,每钻进一段深度后,进行扫孔。

掌握好冲洗液量是整个钻进过程中的关键。恰当的冲洗液量,既能保证孔内干净,又能提高钻进速度。实践证明,钻进软塑~可塑状态的粘性土、粉土和砂土时,宜少用泥浆,钻进可塑~硬塑状态的粘性土时,采用较大的冲洗液量。

试验段采用加大钻压、提高给进速度、无泵量的钻进规程成孔,钻后采用向钻杆内投入钢球的方法取心。

这种方法属于岩心旋转钻探法,适用于既要取原状土样,又要做原位测试的钻孔。

### 2.3 成孔方法对试验结果的影响

在2个钻孔中分别使用上述3种方法进行了试验,结果表明:在细砂地层中,3种成孔方法试验结果相差较大,相比之下用三翼钻头成孔的方法试验结果较好。在粘性土地层中,3种方法试验结果相差较小,这是因为粘性土本身具有一定的护壁作用,因而减小了对孔壁的扰动。综合比较,三翼钻头对孔壁的扰动较小,岩心管次之,牙轮钻头对孔壁的扰动最大。

### 2.4 主要影响因素分析与控制

综合分析试验,得出影响旁压试验的主要因素是试验孔质量问题,要保证试验质量,必须控制住这个主要因素。

因此,要控制试验孔质量,首先要保证土体不受扰动或少受扰动这一技术要求。其次,还要保证试验孔光滑平顺,与旁压器匹配合理。目前,国产旁压仪的变形范围有一定的限度,试验孔孔径过大,将达不到试验的需要;孔径过小,旁压器下放时会使土体产生扰动,二者都不合理。相比来说,国外旁压仪的

变形范围就要大一些,有助于试验的成功。

## 2.5 泥浆配置与使用

采用水、200~300目的优质膨润土和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 配制泥浆。对于粘性土,每100kg水中加入20~30kg膨润土和0.40kg $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;对于砂土,每100kg水中加入30~40kg膨润土和0.50kg $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。通过孔口导向槽及泥浆池及时回收、处理孔内上返泥浆,用滤网进行除渣,并及时调整其性能,补充其消耗量,使泥浆有足够的稠度以保证在低转速下能及时带上钻屑。但泥浆不宜过稠,否则造成返浆困难,影响钻进孔壁的直径及平滑度。

## 2.6 多重措施确保孔壁稳定和垂直度

因为旁压试验对钻孔孔壁的要求很高,所以要采取措施加以控制,以确保孔壁的稳定性和垂直度。

钻进前严格检查钻杆,以防由于钻杆不直引起摆动,造成钻具撞击孔壁,使孔径过大。

在钻进砂土地层时,降低提下钻具速度,减小提吸下冲过程中的压力波动,使孔壁稳定性得到保证。在钻进粘性土地层时,每钻进一段深度后进行扫孔,使得孔壁圆滑、规则,防止出现螺旋状孔壁或缩径现象。

## 3 结论

通过以上试验结果可以知道,成孔质量直接关系到标准旁压试验成果的可靠性。即便在均匀的同一种地层里,因钻孔质量不稳定,试验的结果也会相差较大,以致于不能应用,因此必须重视成孔问题。

(1)旁压试验的钻孔要求垂直、孔壁光滑,以防探头橡胶膜套损坏,保证探头能顺利下达测试孔段。

(2)在松散的砂土地层中成孔,应保证泥浆有良好的护壁性能,采用小泵量正循环钻进,并保证孔底干净;在粘土层中成孔,应降低泥浆密度,或采用清水自然造浆正循环钻进,以保证探头能顺利下达测试孔段。

(3)旁压试验时,要准确量测深度,保证旁压器全段在同一均匀土层内。在上下两土层的硬度差别很大时,会造成试验中旁压器受力不均,损坏膜套。

(4)钻孔直径应比探头直径稍大,一般大2~6mm为宜,以保证探头橡胶膜套在下放和上提过程中不受损坏。

(5)钻孔孔深应比预定测试点位略深,一般深200~400mm为宜,以保证旁压器下防护室受膨胀后有足够的空间,使其和上防护室同步膨胀。试验深度不够时,禁止采用静压方式到达预定深度,否则会造成膜套损坏或出现孔壁太小,紧贴仪器,造成数据不准的现象。

(6)钻进砂土地层时,降低提下钻具速度,钻进粘性土地层时,每钻进一段深度后要扫孔。

(7)尽量不使用牙轮钻头,一方面产生的钻屑过多,沉淀影响旁压器的下放,另一方面为了携带大量钻屑,泥浆就要稠些,而这样极易堵塞钻头水眼,造成憋泵。

(8)在取出旁压器的过程中,由于孔壁阻力的影响,为了防止出现翻箍现象,必须采用低速旋转、缓慢上提的方法。

(9)用岩心管取土钻进时,每次进尺不宜过多,最好在1.0~1.5m之间,避免钻机提升力达不到要求,而导致采用回转上提岩心管,增大了对孔壁的扰动。

由于本文仅是对北京地区浅层一般粘性土和砂类土做了研究,资料较少,所以,以上成孔方法和试验经验只是初步的,供同行参考、指正。

## 参考文献:

- [1] 林宗元,等.岩土工程试验监测手册[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1994.
- [2] 编写委员会.工程地质手册(第三版)[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.

本刊启事:本刊2006年广告版面正在征订,需要刊登广告的单位请尽快与本刊广告部联系。