

# 对武汉地区以交互层形式出现的土层定名 及其承载力确定的探讨

机械工业部第三勘察研究院 金 阳

**【摘要】** 本文对武汉地区广泛存在于粘性土与砂土之间,以粘性土与粉砂相间成韵律沉积的土层的性质及其承载力的确定进行了论述,提出了按照现行有关规范,解决两种土类以交互形式存在的土层定名及承载力确定的方法。

**【Abstract】** The Determination of the properties and bear capacity of the soil layer sedimented rhythmically with the clayey soil and silty sand, which widely exists between the clayey soil and sandy soil, is discussed. The method of the soil naming and the determination of the bear capacity for two kinds of soil exist in interbedding following the current criterion is produced in this paper.

## 一、前言

武汉市地处长江中游与汉江交汇处,沿江两岸广泛分布有厚约40~60 m全新统和上更新统冲积成因的粘性土及砂类土,除表层有厚度不等的人工填土外,下部土层总体上具有河漫滩相沉积物的二元结构。具体表现形式为:上部为软塑~可塑的粘性土,下部为粉细砂层,底部有砂砾石夹卵石,颗粒组成具有从上至下由细变粗的沉积韵律特征。在粘性土与粉细砂层之间,常常有一过渡带,该过渡带常以粘性土与粉砂交互层的形式存在,或者是夹层的形式。而武汉市大多数勘察单位习惯于将这种不同土类交互沉积的土层简单地定性为粉土,这就给该土层承载力的确定带来了较大的误差。根据国家现行有关规范,只有上海市《地基基础设计规范》DBJ08—11—89(以下简称《上海规范》)与《岩土工程勘察规范》(GBJ21—92)(报批稿)(以下简称《岩土规范》)中对两种不同土层相间成韵律沉积的土层定名有明确的规定,其中又以《上海规范》更为严谨,强调土层定名时,应注意土层的构造特点。但对如何确定这类土层的承载力却没有说明。而在武汉市粘性土与粉细砂之间的过渡地带的土层,大部分可依据上述规范的有关条款,定名为粘性土与粉砂互层或粘性土夹粉砂或粉砂夹

粘性土。本文将讨论的,就是如何正确评价该土层的性质及其承载力。

## 二、过渡层的表现形式及性质指标

### (一) 土层表现形式

过渡层的层面埋深一般为8.0~13.0m,厚度3.0~5.0m不等,其表现形式主要有以下三种:

#### 1. 粘性土与粉砂互层

该类型土层中粘性土与粉砂以大致等厚的形式出现,一般以0.15~0.25m厚交互产出,少数地段也有以0.5~1.0m厚交互出现的,其静力触探曲线就表现为锯齿状,如图1所示。属互层形式。

#### 2. 粘性土夹粉砂

以粘性土为主,其中等距或不等距地夹薄层粉砂。其静力触探曲线形式如图2所示。

#### 3. 粉砂夹粘性土

以粉砂为主,间夹薄层粘性土。静力触探曲线形式如图3所示。

无论是何种形式的过渡层,其中的粘性土均呈可塑~软塑状态,均具有千层饼状结构;粉砂层中均具有明显的微细层理。

### (二) 土层性质指标及评价

以汉口某地段的工程为例,其过渡层的指标统计见表1。



表 3

指标值 值 称	w (%)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	e	$s_r$ (%)	$w_L$ (%)	$w_P$ (%)	$I_p$	$I_L$	$a_{1-2}$ (MPa <sup>-1</sup> )	$E_s$ (MPa)
最大值	36.6	19.2	1.05	99					0.28	27.3
最小值	30.2	18.0	0.87	86					0.07	7.1
平均值	33.2	18.5	0.96	94					0.16	13.3
统计数	14	14	14	14					12	12

从中可以看到,表2所反映的是粉质粘土的特性,表3反映的则是砂土的特性。

这也进一步说明了该土层是由两种不同土类共同组成的。

### 三、承载力确定方法

#### (一) 过去的习惯作法

在武汉市的许多勘察单位,过去的习惯做法是将具有图1与图3静力触探特征曲线的土层统称为粉土,并且在进行静力触探 $p_s$ 的取值时,对图1,一般取其平均峰值的1/2为该层的 $p_s$ 值;对具有图3曲线特征的土层,则取其平均峰值强度的2/3做为该层的 $p_s$ 值,然后再根据《工业与民用建筑工程地质勘察规范》TJ4-77(以下简称《勘察规范》)中附表7查出该层土的允许承载力,或者利用下列经验公式确定其地基土的允许承载力。

$$f = 20p_s + 50$$

式中  $f$ ——地基承载力(kPa);  
 $p_s$ ——比贯入阻力(MPa)。

这样做的结果常产生下列问题:

1. 它的取值因人而异,难以统一。
2. 因土层定名与取值的偏差,致使其承载力的确定相应偏低,一般不超过100kPa,但在对其进行地震液化判定时,又因其粘粒含量较高而成为非液化土层,形成一个极软弱的粉土层,但地震时又不会产生液化的矛盾。
3. 该层因间夹砂土,土工试验的压缩模

量普遍偏高,形成了一个承载力低,变形量大的土层。

之所以存在上述问题,是因为现行的有关规范对这种土层如何评价尚无定论,人们只有将这种交互土层简单地混合定性为粉土所致。

#### (二) 建议采用方法

为正确评价该土层的承载力,并使其符合现行的有关规范,对这种交互土层,应根据实际情况,依据不同的土类采用不同的标准进行评价,即对其中的粘性土与粉砂应区别对待,综合评价。具体方法如下:

##### 1. 静力触探方法

以粘性土与粉砂互层为例,当其互层单一土层厚度大于静力触探头外套筒长度(约10cm)时,就可以获得如图1所示的静力触探特征曲线,以该曲线的峰值强度作为粉砂的静力触探比贯入阻力 $p_s$ (以下简称 $p_s$ )值,以谷底最低值作为粘性土的 $p_s$ 值,分别进行统计。然后,对于粘性土,可依据《武汉市建筑软弱地基基础设计规定》WBJ1-1-92(试行)中表2.4.2-2确定其承载力值。对砂土,因新颁发的有关规范上尚没有列入用 $p_s$ 值确定承载力的方法,故建议还是沿用《勘察规范》中的附表7或利用 $f = 20p_s + 50$ 确定其承载力。两者进行比较后,取低值作为该互层的地基土承载力值。

##### 2. 土工试验方法

在正确确定该层的性质之后,室内试验

时就有充分的理由将两种不同的土类分开来进行土工试验与统计,就可以获得如表2及表3那样的统计结果,参照有关的规范,即可获得该土层的承载力值。

当然,对于砂土,一般较难取得原状土,其承载力的确定,还是以原位测试为准。

其余两种形式的过渡层承载力的确定,仍按上述原则进行。对粘性土夹砂,宜采用原位测试加土工试验的多种方法综合评价。对砂夹粘性土,则应偏重于原位测试。

#### 四、工程实例

##### 1. 惠西小区(七层住宅群)

在1990年建设惠西小区之初,武汉市某勘察单位曾对该片地段进行了工程地质详勘工作。在其勘探结论中,对该场地埋深7.0~13.0m的粉砂与粘性土交互层定名为粉土,确定其承载力仅为70kPa,之后又补文将其提高为100kPa。当时正是夯扩桩在武汉市刚开始推广应用的时候,若该土层的允许承载力能达到120kPa,即可作为该桩型的桩基持力层。受建设方(武汉市房屋开发总公司)的委托,我院对其中的2号楼重新进行了工程地质详勘工作,在中科院武汉分院岩土研究所有关专家的帮助下,对埋深7.0~9.0m的粉砂与粘性土互层(当时为与原勘察报告一致,未改定名)进行了重新评价,确定其粉砂的 $p_c$ 值为3500~5000kPa,粘性土的 $p_c$ 值为1000~1300kPa,经综合评价,确定其允许承载力为120kPa,比原勘察报告更正后的承载力还提高了20%。重要的是它满足了该层作为夯扩桩持力层的要求,致使该片小区的桩基施工继1号楼后全部由18~20m的沉管灌注桩改为9.9~12.4m的夯扩桩,经2号楼地段的试桩结果,其单桩允许承载力为600~700kN,满足设计要求。该片小区现已基本建成,其中大部分已交付使用。

##### 2. 友谊苑小区

该地段在11.2~13.4m以下分布有厚

2.6~5.9m的粉砂与粉质粘土互层,经采用本文推荐的取值方法,确定其薄层粉砂的 $p_c$ 值为2600~4500kPa,粉质粘土的 $p_c$ 值为750~1200kPa,综合评定其承载力标准值为130kPa。如果仍采用习惯作法将其定为粉土,其 $p_c$ 值为2000~3000kPa,地基土承载力标准值也仅有100kPa。即建议采用方法比习惯作法提高承载力30%。现该片小区的2号楼与4号楼均以该层作为夯扩桩持力层,且上部结构的施工已经结束,正进入装修施工阶段。

#### 五、结束语

随着城市多层住宅建设的发展,对于武汉市地区这种地基土层条件,尤其是上部有厚度较大,承载力低的填土层和软土层,不能满足建设物天然地基要求时,如何评价一般埋深只有10~12m,多以交互层形式存在的过渡层,就显得尤为重要。笔者以为,对两种不同土层相间成韵律沉积的土层,不可简单地将其混合定名为粉土,而应参照《上海规范》或《岩土规范》的有关条文规定,对这种粘性土与粉砂相间成韵律沉积的土层,当厚度相差不大(厚度比大于1/3)时,应定名为粘性土与粉砂互层;若厚度比为1/10~1/3时,应定名为夹层,厚的土层写在前面。如图2形式,应定名为粘性土夹粉砂;图3形式,则应定名为粉砂夹粘性土。

在此基础上,室内土工试验对此土层即可分别进行不同土类的试验与指标统计,从而可以得到如表2与表3统计的数据。对原位测试的 $p_c$ 值,也能分别进行统计。然后依据有关规范,按不同的土类确定其相应的承载力,再经综合评定,即可确定该土层的地基承载力。经此方法确定的承载力值一般较过去习惯做法所确定的承载力要提高20%~30%,这对工程建设将具有显著的经济效益。