

文章编号: 1007-2993(2003)02-0098-04

支挡结构位移与土体应力相互作用研究

李建光

(中航勘察设计研究院, 北京 100086)

赵其华

(同济大学地下建筑与工程系, 上海 200092)

【摘要】 通过现场监测数据分析, 获得了在复杂地层中在支挡结构水平位移达到一定值时, 淤泥质亚粘土层中有效应力会有突然增大的现象, 为今后深基坑工程设计提供了一种土压力取值的依据。

【关键词】 支挡结构; 土压力; 孔隙水压力; 位移

【中图分类号】 TU 476.3; TU 432

Study of the Relationship of Support Structure Displacement and Earth Pressure

【Abstract】 Through the in-situ test, obtaining the phenomenon that the efficient pressure in mucky loam arises sharply when the displacement of support structure reaches to a certain value. It is a base for applying the value of earth pressure in designing deep foundation pit.

【Key words】 support structure; earth pressure; pore water pressure; displacement

0 引言

深基坑工程中的土压力和孔隙水压力问题是一个极其复杂而又非常重要的问题。在特定的工程条件下, 经典土压力理论(朗肯和库仑土压力理论)和经验土压力理论(太沙基-佩克土压力包络线、泰西勃特奥夫土压力分布形式等)的应用都有其自身的局限性^[1,2]。

深基坑工程中的土压力具有时间效应和空间效应的特征^[3~5]; 在不同土层中, 土压力和孔隙水压力的相互关系有所不同^[5]。本文试图用现场试验的方法, 揭示深基坑地连墙水平位移与土体中相互作用的规律。

1 试验基坑的基本情况

1.1 工程概况

试验基坑位于长江下游镇江段。基坑长度为 69 m, 宽度为 50 m, 开挖深度为 48 m。采用钢筋混凝土地连墙围护和防水, 地连墙厚

1.2 m, 地连墙深入基岩中, 11 道框架结构支撑。试验基坑平面及监测点位置见图 1。

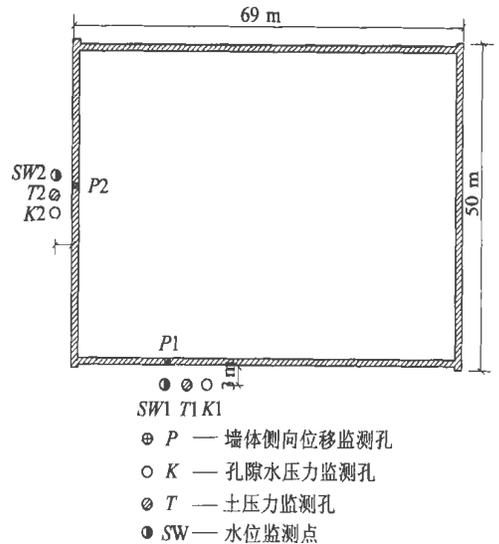


图 1 基坑平面及监测点位置图

1.2 场地土构成与特征

(1)第四系覆盖层

为第四纪全新世河流冲积物(Q₄^{al}),总厚度 45.7~48.5 m,自上而下依次为:

I₁ 亚粘土:褐黄~灰黄色,1 m 以上硬塑,下部软塑~流塑,底部一般夹有粉砂或亚砂土,厚度为 1.2~1.9 m。

I₂ 亚砂土夹粉砂:灰黄~灰色,粉砂饱和和松散状,亚砂土流塑状,厚度 0.8~1.3 m。

II₁₋₁ 淤泥质亚粘土:灰色,流塑,具水平层理,质均,厚度为 2.4~4.4 m。

II₁₋₂ 淤泥质亚粘土:灰色,流塑,具水平层理,层面附粉砂或间夹簿层粉砂,厚度为 3.5~5.6 m。

II₂ 淤泥质亚粘土与亚砂土、粉砂互层:灰色,亚砂土、粉砂为饱和和松散状,淤泥质亚粘土为流塑状,粉砂与亚砂土累计厚度大于淤泥质亚粘土厚度;层厚为 2.9~6.0 m。

III₁ 粉细砂:灰色,饱和,中密,粒匀。

III₂ 砾砂:浅灰色,饱和,中密,分选性差,厚度为 1.0~5.0 m。

III₃ 粉细砂:灰色,饱和,中密,大部分颗粒均匀,局部夹中砂,厚度一般为 1.0~5.0 m。

III₄ 砾砂:特征与 III₂ 层砾砂相似分布于 III₃ 粉细砂之下。厚度为 1.0~5.0 m。

III₅ 粉细砂:灰色,饱和,中密,局部夹亚砂土,底部含小卵石,厚度为 1.0~5.0 m。

(2)基岩

为燕山晚期侵入岩,岩性以粗粒花岗闪长岩为主,穿插后期侵入的花岗斑岩、辉绿岩等。各土层主要岩土工程特性指标见表 1。

表 1 各土层主要岩土工程特性指标

层号及土名	重度 γ/(kN·m ⁻³)	总应力指标	
		c/kPa	φ/(°)
I ₁ 亚粘土	18.4	12	7
I ₂ 亚粘土夹粉砂	18.1	8	7
II ₁₋₁ 淤泥质亚粘土	18.1	12	6

续表

层号及土名	重度 γ/(kN·m ⁻³)	总应力指标	
		c/kPa	φ/(°)
II ₁₋₂ 淤泥质亚粘土	18.1	15	10
II ₂ 淤泥质亚粘土与亚砂土、粉砂互层	18.3	10	12
III ₁ 粉细砂	19.2	0	32
III ₂ 砾砂	20.5	0	35
III ₃ 粉细砂	19.8	0	34
III ₄ 砾砂	20.5	0	35
III ₅ 粉细砂	19.8	0	34

2 实测结果与分析

将 SW1[#]、T1[#]、K1[#]、P1[#] 作为监测 1[#] 区,将 SW2[#]、T2[#]、K2[#]、P2[#] 作为监测 2[#] 区,具体布置位置见图 1。监测时间从 2001-12-14~2002-03-31。由于篇幅限制,本文只对标高-11.55 m(淤泥质亚粘土)处总应力(土压力盒测得的土中总应力)、孔隙水压力的监测结果进行分析。主要分析淤泥质亚粘土中的有效应力与结构位移的相互关系。

由监测 1[#] 区反映的图 2~图 5 可以看出:随着水位的降低,孔隙水压力和总应力随之降低。但由于在此期间,地连墙发生了水平位移。地连墙向坑内水平位移在 0~60 mm 期间,淤泥质亚粘土的有效应力基本保持在-20~0 kPa 范围内。当地连墙向坑内水平位移达到 60 mm 以后,淤泥质亚粘土的有效应力突然升高,最高达到 79 kPa。在这个变化过程中,淤泥质亚粘土中的有效应力(总应力与孔隙水压力之差)由负压变为正压,单纯从数

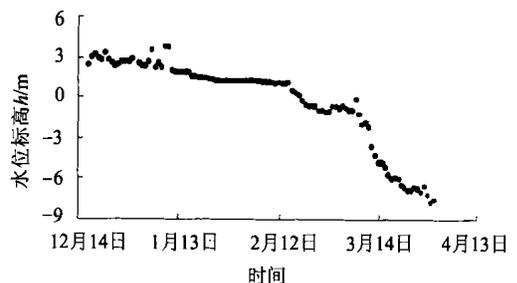


图 2 SW1[#] 水位监测值-时间关系曲线

值上看增加了约400%。

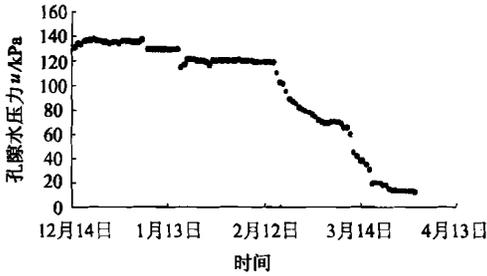


图3 K1# 孔隙水压力监测值—时间关系曲线

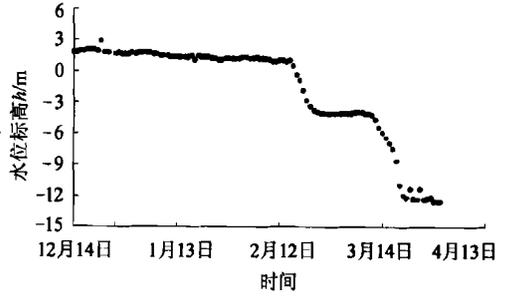


图6 SW2# 水位监测值—时间关系曲线

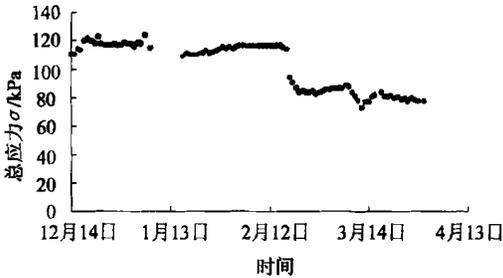


图4 T1# 总应力监测值—时间关系曲线

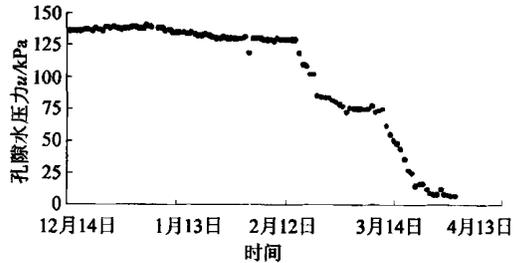


图7 K2# 孔隙水压力监测值—时间关系曲线

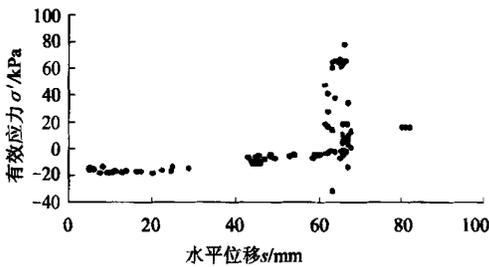


图5 1# 监测区墙体侧向水平位移—土层中有效应力关系曲线

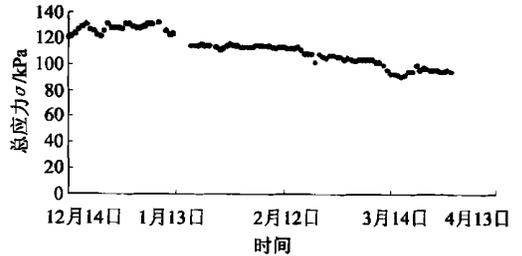


图8 T2# 总应力监测值—时间关系曲线

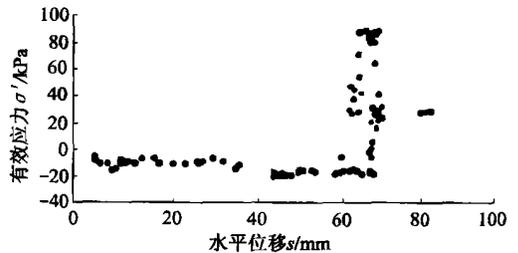


图9 2# 监测区墙体侧向水平位移—土层中有效应力关系曲线

由监测2#区反映的图6~图9可以看出:随着水位的降低,孔隙水压力和总应力随之降低。在此期间,地连墙发生了水平位移。地连墙向坑内水平位移0~60 mm期间,淤泥质亚粘土的有效应力保持在-20~0 kPa范围内;当地连墙向坑向水平位移达到60 mm以后,淤泥质亚粘土的有效应力突然升高,最高可达90 kPa。在这个变化过程中,淤泥质亚粘土中的有效应力(总应力与孔隙水压力之差)由负压变为正压,单纯从数值上看增加了约400%。

由以上的统计分析可以看出:作为由地连墙和周围土体构成的相互作用体系,当地连墙

的侧向水平位移达到一定的程度,与墙体相互作用的淤泥质亚粘土的结构将发生变化,相应地土体内的水力通道也发生了变化,因此土体内的有效应力将会随之发生变化。

3 结论

①通过对现场监测数据分析,获得了在支挡结构侧向水平位移达到一定值时,淤泥质亚粘土层中有效应力会有突然增大的现象。这一现象对支挡结构的稳定有相当大的影响。

②传统的深基坑设计中土的应力的是一个静态值,而从本文分析看,由于支挡结构与土体的相互作用,随着支挡结构的侧向水平位移的变化,土体中的应力是一个动态值。因

此,为了保证基坑的稳定,在设计基坑支护结构时应考虑土体中应力的动态变化。

参 考 文 献

- 1 何昌荣,陈群,富海鹰.两种支挡结构的实测和计算土压力.岩土工程学报,2000,22(1):55~60
- 2 吴文,吴玉山.深基坑桩锚支护体系主动区土压力试验研究.岩土工程技术,1999(2):26~29
- 3 刘晓立等.柔性挡墙在砂性填土中的土压力试验研究.岩土工程学报,1999,21(4):505~508
- 4 夏永承等.深基坑护壁桩的受力特性和土压力.岩土工程学报,1999,21(2):222~226
- 5 李广信.基坑支护结构上土压力的分算与合算.岩土工程学报,2000,22(3):348~352

收稿日期:2003-01-10

(上接第97页)

晾晒等措施,使检测指标出现异常;另一个原因可能是现场碾压机械压实功大于室内击实试验击实功,使粉煤灰填筑层达到更高的压实度。

试验结果还表明,含水量对粉煤灰填筑层强度影响显著,当含水量大于35%时,即使压实系数达到较大值,地基系数 K_{30} 值也很难满足0.7 MPa/cm的规范^[3]要求;当粉煤灰含水量在25%~35%之间时,达到一定压实系数后,地基系数 K_{30} 值则可达到要求值,这与室内试验结果表现出相同的规律。

第5层粉煤灰含水量虽在23%~33%之间,但仍有部份测点 K_{30} 值较低,且差异较大,主要是因为施工第3、4层时,由于连绵阴雨,碾压时粉煤灰平均含水量达36.5%,从而影响了第5层 K_{30} 值;另一个原因是为降低粉煤灰含水量,第4、5填筑层采用了掺入干灰的方法,干灰与湿排灰在化学成分上有一定差异,使填筑层压实质量极不均匀。

4 结论

1)含水量对粉煤灰的工程性质影响显著,粉煤灰作为路堤填料时,压实含水量宜控制在 $(w_{opt}-10\%)\sim(w_{opt}+2\%)$ 的范围内。

2)粉煤灰能在较大含水量范围内达到较高的压实系数,但工程填筑试验表明,相同压实系数的粉煤灰填筑层其力学指标可能有较大的差异,显然单独用压实系数来评判压实质量是不合适的,其检验方法及检验标准笔者将另文探讨。

参 考 文 献

- 1 李时亮,郑俊杰.影响粉煤灰工程性质的若干因素分析.地基基础理论与实践新进展.北京:中国环境科学出版社,2002.105~108
- 2 梁波,丁立.粉煤灰作为填料的水稳性试验研究.岩土工程学报,2002,24(1):112~114
- 3 TB 10001-99 铁路路基设计规范

收稿日期:2002-12-30