

塑料排水板堆载预压法加固软基的案例

聂士诚 陈振建 方家强 赵林
(福建省建筑科学研究院岩土工程研究所)

摘要 介绍塑料排水板堆载预压法加固福州金山工业区某标准厂房用地的试验结果,表明应用该法加固该软弱地基技术可行,经济合理,并为该厂区加固软弱地基设计提供了设计参数。

关键词 塑料排水板 堆载预压法 软弱地基 加固 设计参数

福州市金山工业厂区某标准厂房用地表层为1.0~4.0 m厚的冲钻孔桩施工后弃置的淤泥质土,液性指数约为3.0,不适于运输,而且运输机械也难以进场。现拟在该处建造2~3层的标准厂房,因其天然强度低,必须进行地基加固处理以满足建筑要求。进行地基处理的目的有两个:一是提高天然地基承载力,使其达到设计要求;二是预先消除地基在使用荷载下所能发生的大部分变形,使建筑物在使用期间不致产生不利的沉降和沉降差。

软基处理的方法很多,有换土垫层法、强夯法、排水固结法、挤密砂(碎石)桩法及化学注浆法等。根据本场地的地质条件和各种方法的适用性和经济性的比较,决定采用塑料排水板堆载预压法对软基进行加固。

1 排水固结法原理

软弱土地基在荷载作用下,土中孔隙水慢慢排出,孔隙体积不断减少,地基发生固结变形,同时随着超静孔隙水压力的逐渐消散,土的有效应力增大,地基强度逐步增长。

土层的排水固结效果与其排水边界有关。根据太沙基一维固结理论,土层固结所需时间与排水距离的平方成正比,因此可用增加土层的排水途径、缩短排水距离的办法来加速土层的固结。塑料插板堆载预压排水固结法就是将塑料排水板插入淤泥层中,在荷载作用下,土中孔隙水慢慢排出并随着塑料排水板上升到砂垫层排出。

2 试验概况

试验即以该厂区淤泥土为试验对象,通过建立淤泥模型进行厂区软土的排水固结试验,研究其沉降特性,为厂房的地基处理设计提供设计参考。试

验包括两个内容:淤泥土排水固结沉降试验和处理前后的淤泥土的土工试验。主要测试淤泥土在一定的堆载压力下土中孔隙水压力的变化和土的沉降压缩变化,以此来研究该处淤泥土的沉降固结特性。

取待处理厂房用地处淤泥,填入底面截面为1.8 m×1.8 m,高为2.0 m的开口铁箱内,淤泥填高1.5 m,在淤泥土上平铺一层0.5 m厚的中粗砂垫层并埋设好沉降观测标。将三个钢弦式水压力计按不同深度埋设在淤泥内,埋置深度分别为0.6 m(141#),1.0 m(159#),1.3 m(149#),连接各水压力计的导线引出铁箱外,并布置塑料排水板(图1)。

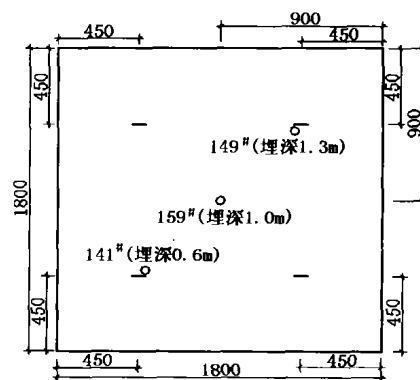


图1 塑料排水板及孔隙水压力计平面布置图
—塑料排水板;○钢弦式水压力计

使用VW-403C读数仪测出未加载时各水压力盒的振动频率,由此即可得到淤泥土未加压时的三个深度处的孔隙水压力值;然后进行多次加载预压,根据上一级加载后的沉降速率确定进行下一级加载的时间和加载荷重,每次加载完毕即开始孔隙水压力观测和沉降观测。试验分5次加载,各次加载量分别为7.5 kPa、7.5 kPa、5 kPa、5.1 kPa、5.2 kPa,共加载30.3 kPa,五次加载时间分别为: $t_1=0$ h、 $t_2=21.5$ h、 $t_3=45.5$ h、 $t_4=66$ h、 $t_5=70$ h。

[收稿日期] 2003-09-22

共进行了3个不同深度点的孔隙水压力观测和4个点的竖向沉降观测。

2.1 试验结果

试验数据曲线图分析:试验自2002年9月24日开始,至2002年11月14日结束,历时52天,试验期间竖向平均沉降20.5 cm,孔隙水压力(u)随时间(t)变化的规律见图2、3。

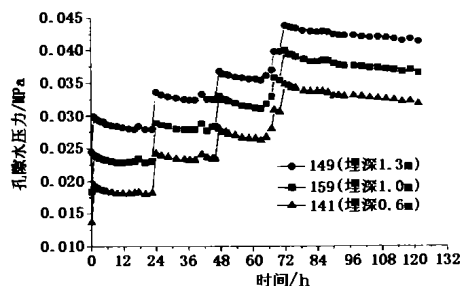


图2 加载过程孔隙水压力曲线图(一)

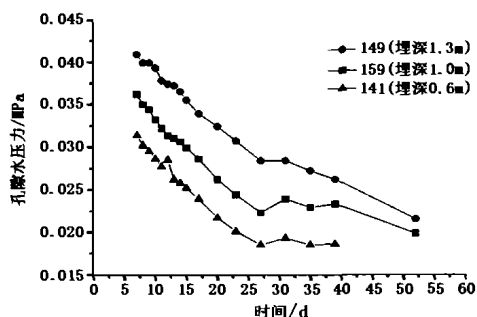


图3 加载过程孔隙水压力曲线图(二)

曲线图说明孔隙水压力随荷载的增加而迅速上升,产生一个突变,停荷后即逐渐消散,除141#因故最后一次未有测量数据外,从另两点(149#、159#)均可看出:经过52天的沉降固结,在总加载量为30.3 kPa的情况下,孔隙水压力均降至未堆载时的水平,亦即此时土的有效应力比试验前有明显增加,这说明塑料排水板对于淤泥土的排水固结作用的效果是显著的。从图中还可看出,埋置愈深,孔隙水压力计测得的水压力愈大,这是和实际情况相吻合的。

竖向沉降值(s)随时间(t)变化的规律见图4、5。

从该曲线可以看出,在加荷之初,竖向沉降值短时间内有一个较大的变化,即发生了瞬时沉降(剪切沉降),它是由土的剪切变形引起的,以后随着时间的推移沉降也有较明显的增加。剪切沉降的产生,说明土中在测点及其附近已开始发生局部剪切破坏,对于土的原状结构有一定程度的破坏,故我们进行地基处理时,一定要控制加载速率,以防过多的

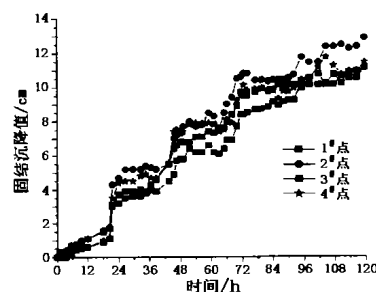


图4 加载过程固结沉降曲线图(一)

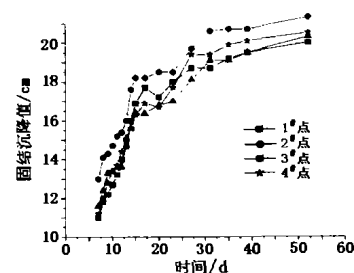


图5 加载过程固结沉降曲线图(二)

破坏待处理土的原状结构。第二次加载后,平均瞬时沉降达2.0 cm,说明此时土强度增长不够,该次加载过重。

国外某些工程实践经验认为:只要地基中孔隙水压力 u 和荷载 P 之比小于某一定值时,即可不断加载,不致造成地基失稳,所建议的控制指标为 $u/P < 0.5 \sim 0.6$ 。

2.2 试验数据计算分析

采用逐渐加载条件下的改进高木俊介法计算地基固结度。该法的优点是无须先计算瞬间加载条件下的地基固结度,再根据逐渐加载条件进行修正,而是两者合并计算出修正后的平均固结度,此法在多级等速加载时的普遍表达式为:

$$\bar{U} = 1 - ae^{-\beta t}$$

式中: \bar{U} — t 时刻多级等速加载修正后的地基平均固结度; α 、 β —参数。

对于不同排水条件固结条件,其含义不同。根据本实验情况取 $a = \frac{8}{\pi^2}$, β 的取值可根据孔隙水压力实测资料或沉降实测资料计算得到。

固结系数采用指数曲线配合法(曾国熙)进行反算,由上述两种方法求出后按下式即可求出径向固结系数 C_h :

$$C_h = \frac{\beta d_e^2}{\frac{8}{F(n)} + \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{C_v d_e^2}{C_h H^2}}$$

若 C_h 与 C_v 相差较大,可先假定 C_v/C_h 比值。因在砂井地基中主要是径向排水固结,故即使 C_v 值定得不太准确,对 C_h 值的影响不大,在实用上,为方便起见,可假定 $C_h = C_v$ 。

由以上计算原理,我们选取停荷时间比较长的第 5 停荷段,根据沉降与时间、孔隙水压力与时间关系曲线反算的固结系数值为:

表 1 根据实测资料反算所得的固结系数

计算方法 固结系数 C_h	应用沉降曲线反 算的结果/ $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	应用孔隙水压力曲线 反算的结果/ $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
第 5 级停荷段	1.15×10^{-3}	0.53×10^{-3}

根据地基平均固结度的普遍表达式,采用 β 的平均值可求得该淤泥土的固结度为 85.9%。

(3) 淤泥土土工试验结果分析:分析试验前后的淤泥土土工试验的结果可以看出:排水固结后该土平均含水量由 51.1% 减少到 39.1%,平均液性指数由 3.0 下降到 1.5,平均孔隙度也由 56.4% 减小到 50.8%,其强度指标中粘聚力平均值不变,均为 7.15 kPa,内摩擦角由 4.33° 增大到 8.58° 。由这些数据可见,经排水固结处理后,该土变得更为密实,强度有所增长,但由于在加压过程中,其原状结构受到一定破坏,影响了土的强度的增加。随着时间的

推移,土重新形成稳定牢固的结构,其强度将更进一步增加。

3 试验结论

从以上试验及其分析,我们可以得到如下结论:

(1) 塑料排水板对于该场地淤泥土的排水固结作用显著,塑料排水板堆载预压法可以作为该场地进行地基加固的手段;

(2) 由于该场地淤泥土原始强度很低,在土的强度增长较缓慢时,堆载加压宜采用多次小增量加荷;

(3) 进行本场地的加固设计时,土的固结系数推荐采用 $C_h = 0.84 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 。

参 考 文 献

- [1] 地基处理手册编委会. 地基处理手册. 北京:中国建筑业出版社,1988(8).
- [2] 王树理等. 塑料插板堆载预压排水固结法在深圳湾填海区软基处理中的应用. 探矿工程,2000(4).
- [3] 谢东. 排水固结法面临的有关问题初探. 广西交通科技,1999(8).
- [4] 陈建锋等. 排水板堆载预压地基沉降的试验研究. 工程勘察,2000(2).

第一作者通讯地址:福州市杨桥中路 162# 福建省建筑科学研究院岩土工程研究所 邮编:350025

浙江省建筑业行业协会地下工程分会 首届年会暨学术研讨会在杭州举行

浙江省建筑业行业协会地下工程分会首届年会暨学术研讨会于 2003 年 12 月 9 日在杭州浙江工程学院隆重举行。

中国建筑业协会深基础工程分会理事长许溶烈教授、中科院孙钧院士、工程院钱七虎院士、刘建航院士、浙江省建设厅赵如龙副厅长,以及台湾大地工程著名专家莫若楫博士、陈斗生博士、胡邵敏博士、中央大学工学院院长李建中教授等发来贺电/贺信。中科院孙院士、同济大学高大钊教授、上海市基础工程公司桂业琨总工等专程到会作了学术报告。杭州市政集团陈观胜总工、浙江大学唐晓武教授等在大会进行了论文交流。浙江工程学院副院长刘冠峰教授、浙江省建设厅张文平处长、杭州市地铁集团公司章云泉副总经理等

出席开幕式并讲了话。地下工程分会会长史佩栋教授主持了会议。

在会议期间,地下工程分会举行了会员大会和一届二次理事会议,增补了理事 17 位,常务理事 7 位,副会长 4 位,并决定任命副秘书长一名。

出席这次会议的有杭州、宁波、嘉兴、绍兴、金华、台州等地会员、嘉宾及同行非会员专家等共 140 余人。

地下工程分会为这次会议编印了汇刊——《地下工程进展 2003》,其内容分为特稿、综述、考察报告、重点工程报道、专题论述、标准、规范动态、会议纪要、英特网上的“浙江地工”、分会大事记,以及企事业单位简介等十大部分,共 A4 开本 400 余页,70 余万字。

浙江省建协地下工程分会秘书处供稿