

文章编号:1671-6833(2012)05-0045-04

PHC管桩在湿陷性黄土地基中的使用效果评价

杜明芳¹, 杜伟鹏¹, 梁 锋², 刘志刚¹, 李柯兴³

(1. 河南工业大学 土木建筑学院, 河南 郑州 450001; 2. 河南科正基础工程有限公司, 河南 郑州 450002;
3. 河南省第五建筑工程安装有限公司, 河南 郑州 450007)

摘 要:黄土地基的湿陷性是造成建筑物安全的重要隐患,需完全消除或部分消除. PHC管桩在群桩的静压连续贯入过程中,易引起桩周土体的挤密效应和相关物理力学特性的变化. 通过河南省三门峡市某湿陷性黄土地基中PHC管桩施工前后,对场地土进行物理特性(干重度和孔隙比)试验和湿陷性分析试验,发现PHC管桩的静压贯入会使桩周黄土的密实度增大,能降低或消除黄土的湿陷性.

关键词:PHC管桩;湿陷性黄土;静压桩;挤密效应

中图分类号:TU473.2

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2012.05.010

0 引言

湿陷性黄土是指在覆盖土层的自重应力或建筑物应力的综合作用下,受水浸湿后,土体结构迅速破坏,并发生显著的附加沉降,其强度也迅速降低^[1],造成建筑物安全的重要隐患;建筑物的重要性等级不同,对消除黄土地基湿陷性的要求不同,有时需完全消除,有时则部分消除即可. 我们在工程实践中发现,PHC管桩(即预应力高强混凝土管桩)不仅具有单桩承载力高、桩身混凝土强度高、造价低等优点且在沉桩过程中会产生较大的挤土效应,经其处理后黄土的湿陷性明显降低或消除. 但目前在此方面的研究仍处于起步阶段.

1 处理方法

对湿陷性黄土地基,通常采用一定的手段进行加固处理以改变其物理力学性能,降低或消除其湿陷性,提高地基承载力. 按地基处理原理归纳起来主要有土体加密法、土体加固法和荷载传递法^[2],目前规范^[3]中介绍的常用的处理方法主要有垫层法、强夯法、挤密法和预浸水法.

2 工程概况

本工程为三门峡市的5幢高层商住楼(含地下车库). 地质勘察报告所揭露的各层土的岩土特征、物理力学指标如表1.

表1 地层划分及特征

Tab.1 Stratigraphic division and the features

土层	特征	层厚/m
① 杂填土	以粉土、建筑垃圾为主	0.30~8.90
①-1 素填土	土黄、褐黄、灰黄色,稍湿,松散,干强度	1.40~7.00
② 黄土状粉土	黄色、褐黄色,稍湿,稍密,干强度,韧性低	1.30~16.40
②-1 黄土状粉质黏土	黄色、褐黄色,可塑,干强度,韧性中等	0.70~3.20
③ 中砂	浅灰黄色、黄色,稍湿,稍密,干强度,韧性低	0.40~2.90
④ 黄土状粉土	灰黄、褐黄色,稍密,干强度,韧性低,均匀	3.40~9.70
⑤ 黄土状粉质黏土	褐黄、褐红色,可塑-硬塑,干强度,韧性中等	1.20~4.60
⑥ 黄土状粉土	褐黄、黄色,稍湿,稍密,干强度,韧性低	2.70~9.30
⑦ 黄土状粉质黏土	褐黄、褐红色,可塑-硬塑,干强度,韧性中等	2.09~3.97
⑧ 含砂卵石	灰白、灰褐、灰绿色,稍湿,中密-密实	4.40~5.10
⑨ 粉细砂	浅灰黄色,稍湿,密实,颗粒均匀	—

收稿日期:2012-03-27;修订日期:2012-06-05

作者简介:杜明芳(1964-),女,河南洛阳人,河南工业大学教授,博士,主要从事结构工程与岩土工程的教学与科研工作,E-mail:dmfa@163.com.

3 地基土湿陷性试验对比分析

3.1 沉桩前场地土特性

为评价场地内黄土的湿陷性,静压桩施工前,在场地内按建筑物的平面位置,依据规范^[4]要求

布置探井(TJ1~TJ3,图1)取样(除第①、①-1和③层外,其余土层按每1m深度的土层取20cm厚的试验土样)进行室内浸水侧限压缩试验,各探井内黄土湿陷性试验分析结果如表2.

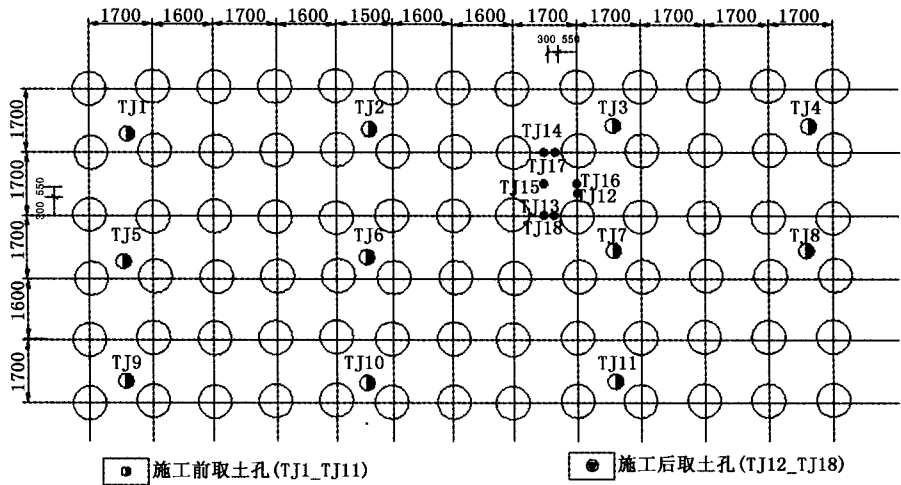


图1 取土探井位置

Fig.1 The position of exploratory well

表2 各土层黄土的湿陷性分析
Tab.2 The collapsible analysis of each soil layer

孔号	土层号	土层深度范围/m	湿陷系数 δ_s
TJ1	②	2~9	0.003~0.039
	②-1	9~10	0.003
	④	10~19	0.004~0.030
	⑤	19~23	0.005~0.012
	⑥	23~25	0.001~0.005
TJ2	②	2~9	0.014~0.048
	②-1	9~10	0.012
	④	10~19	0.007~0.025
	⑤	19~23	0.003~0.009
	⑥	23~25	0.003~0.005
TJ3	②	3~9	0.023~0.057
	②-1	9~11	0.004~0.011
	④	11~18	0.001~0.033
	⑤	18~21	0.005~0.007
	⑥	21~25	0.002~0.005
TJ4	②	2~9	0.008~0.043
	②-1	9~10	0.010
	④	10~17	0.014~0.028
	⑤	17~23	0.002~0.010
	⑥	23~25	0.001~0.006

由表2的试验结果和规范^[3]中的规定看出:静压桩施工前探井内第②-1、⑤和⑥层内所有土样的湿陷系数均小于0.015,表明这三层黄土不具有湿陷性;第②层和第④层部分土样的湿陷系

数大于0.015,表明这两层黄土具有湿陷性;针对第②层和第④层黄土存在湿陷性这一情况,在场地内一定位置又增加了部分探井(TJ5~TJ11,图1),根据规范^[3]中关于黄土湿陷程度的划分,对第②、④层黄土的湿陷程度评价,如表3.

3.2 沉桩后场地土特性

由于PHC管桩在桩的贯入过程中会产生较明显的挤土效应,使桩周土体产生一定位移和变形.静压桩施工后,对场地内布置的探井(TJ12~TJ18,图1)内取土进行室内浸水侧限压缩试验,以判断静压桩的连续贯入对桩周黄土湿陷程度的影响,如表4所示.

由图1和表4分析可知:静压桩施工后,TJ12、TJ17和TJ18内第②、④土层的黄土已无湿陷性,距离桩心较远的TJ13、TJ14、TJ15和TJ16内第②土层的黄土的湿陷程度为轻微-中等,但第④土层的黄土均无湿陷性.表明静压桩的挤土效应对桩周附近黄土的湿陷性的消除效果较好.

由表3与表4对比可知:静压桩施工前,地基土的最大湿陷深度为16.2m,平均湿陷深度为14.5m,第④层粉土的湿陷程度为轻微-中等;静压群桩施工后,地基土的最大湿陷深度降为5.2m,平均湿陷深度降为1.5m,第④层粉土的湿陷性均已消失.

表 3 施工前湿陷性黄土层湿陷程度评价

Tab. 3 The assessment for degree of collapsible loess before construction

孔号	土层号	湿陷系数	湿陷厚度/m	湿陷程度	最大湿陷深度/m
TJ5	②	0.023 ~ 0.041	5.2	轻微 - 中等	15.2
	④	0.018 ~ 0.028	5.2	轻微	
TJ6	②	0.015 ~ 0.025	5.2	轻微	15.2
	④	0.015 ~ 0.025	5.2	轻微	
TJ7	②	0.020 ~ 0.066	5.2	轻微 - 中等	13.2
	④	0.015 ~ 0.024	3.2	轻微	
TJ8	②	0.029 ~ 0.043	4.2	轻微-中等	15.2
	④	0.016 ~ 0.033	6.2	轻微-中等	
TJ9	②	0.037 ~ 0.052	6.2	中等	16.2
	④	0.015 ~ 0.024	4.2	轻微	
TJ10	②	0.023 ~ 0.057	5.2	轻微-中等	15.2
	④	0.023 ~ 0.033	4.2	轻微-中等	
TJ11	②	0.023 ~ 0.069	2.2	轻微-中等	11.2
	④	0.020 ~ 0.034	2.2	轻微-中等	

注:本表中只统计湿陷系数大于 0.015 的土样.

表 4 施工后湿陷性黄土层湿陷程度评价

Tab. 4 The assessment for degree of the collapsible loess after construction

孔号	土层号	湿陷系数 δ_s	湿陷厚度/m	湿陷程度	最大湿陷深度/m
TJ12	②	0.001 ~ 0.004	0	无湿陷性	0
	④	0.001 ~ 0.011	0	无湿陷性	
TJ13	②	0.001 ~ 0.020	1.2	轻微	2.2
	④	0.001 ~ 0.006	0	无湿陷性	
TJ14	②	0.005 ~ 0.017	1.2	轻微	2.2
	④	0.001 ~ 0.005	0	无湿陷性	
TJ15	②	0.004 ~ 0.024	2.2	轻微	5.2
	④	0.003 ~ 0.009	0	无湿陷性	
TJ16	②	0.001 ~ 0.031	0.2	中等	1.2
	④	0.009 ~ 0.012	0.2	无湿陷性	
TJ17	②	0.001 ~ 0.005	0	无湿陷性	0
	④	0.003 ~ 0.004	0	无湿陷性	
TJ18	②	0.002 ~ 0.008	0	无湿陷性	0
	④	0.002 ~ 0.013	0	无湿陷性	

静压桩施工前后各探井内黄土的湿陷系数与自重湿陷系数的平均值随深度的变化曲线,如图 2 和图 3 所示.

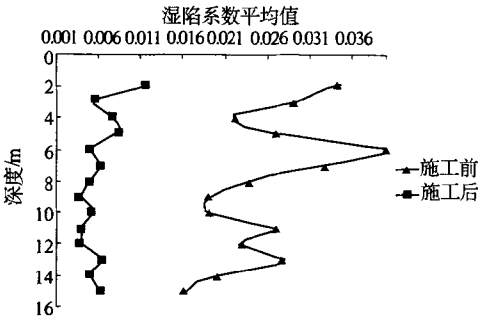


图 2 湿陷系数平均值

Fig. 2 The coefficient of collapsibility

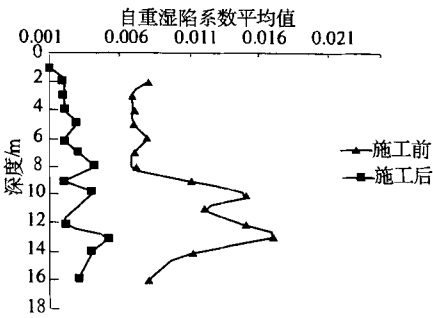


图 3 自重湿陷系数平均值

Fig. 3 The coefficient of self-weight collapsibility

由图 2 和图 3 可以看出:静压桩施工后各探井内黄土的湿陷系数与自重湿陷系数平均值均有

不同程度减小,各土层内黄土的湿陷系数平均值已降至0.015以下,表明静压PHC管桩在沉桩过程中的挤密效应可以消除桩周黄土的湿陷性。

4 挤密效应分析

孔隙比与干重度是反映黄土密实度的两个重要指标。静压桩施工前后各土层样本的孔隙比和干重度的平均值进行对比分析,如图4和图5所示。

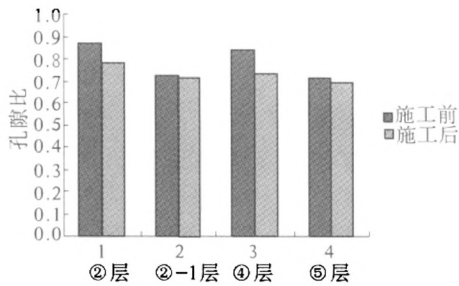


图4 施工前后孔隙比平均值对比

Fig.4 The average of porosity

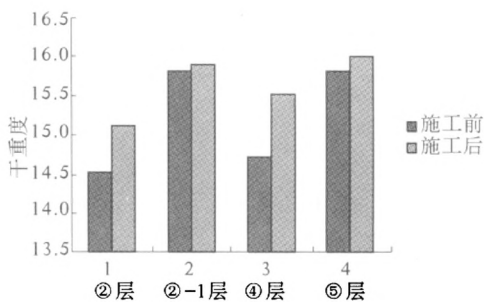


图5 施工前后干重度平均值对比

Fig.5 The average of dry unit weight

从管桩施工前(140个样本)与管桩施工后(94个样本)黄土的物理性质指标试验分析可知,第②层和第④层黄土状粉土孔隙比(干重度)的减小(增大)的幅度均大于黄土状粉质黏土,表明在桩长(23 m)深度范围内,沉桩对粉土层的挤密效应较明显;其中第④层黄土的孔隙比与干重度平均值的变化幅度要稍大于第②层,表明在桩长深度范围内,沉桩对深层粉土的挤密效应最好。

5 结论

(1)静压PHC管桩在群桩的贯入过程中的挤土效应会使桩周黄土的密实度增大。试验表明对粉土的挤密效应要好于粉质黏土,且在桩长深度范围内,对深层粉土的挤密效应要好于浅层粉土。

(2)静压PHC管桩的挤密效应能降低或消除桩周黄土的湿陷性,且与桩心距离越小,这种消除效果越明显。

参考文献:

- [1] 龚晓南.地基处理手册[M].3版.北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [2] 裴章勤,刘卫东.湿陷性黄土地基处理[M].北京:中国铁道出版社,1992.
- [3] 陕西省计划委员会. GB 50025—2004 湿陷性黄土地区建筑规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2004.
- [4] 建设综合勘察设计院. GB 50021—2001 岩土工程勘察规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.

The Effect Evaluation of PHC Pipe Pile in Collapsible Loess Foundation

DU Ming-fang¹, DU Wei-peng¹, LIANG Feng², LIU Zhi-gang¹, LI Ke-xing³

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China; 2. Henan Kezheng Foundation Engineering Com. Ltd., Zhengzhou 450002, China; 3. The Fifth Construction and Installation Engineering Com. Ltd. of Henan Province, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: The collapsibility of loess foundation is a potential danger for the buildings safety, and it needs completely or partly eliminating. The PHC pipe pile would arouse the compaction effect and relevant mechanical characters of the soil around the piles during the successive penetrating process of pile group. This paper based on the PHC pipe piles before and after construction, used in collapsible loess foundation of the Sanmenxia city, Henan province, the physical property and collapsible analysis for the soil shows that penetrating process of pile group can make the densities of the foundation soil rise, reducing or eliminating the collapsibility of loess.

Key words: PHC pipe pile; collapsible loess; jacked pile; compaction effect