

某工程静压桩沉桩防护设计与施工

马宗玉¹, 张东明²

(1. 上海岩土工程勘察设计院有限公司, 上海 200070; 2. 山东威海经济技术开发区, 山东 威海 264205)

摘 要: 在长三角等饱和软黏土地区, 静压桩在压桩过程中会产生比较明显的挤土效应, 会对周边土体、已建建筑和周边环境产生不良影响。结合上海地区某工程静压桩实际施工工况, 针对沉桩对周边道路、管线和已建建筑等的影响, 提出相应的沉桩防护措施, 同时根据周边环境对沉桩流程进行了具体划分并在沉桩过程进行了有效的信息化监测。监测结果表明, 通过采取上述防护措施, 有效减少了沉桩对周边环境的影响, 沉桩挤土效应造成的周边道路、管线和已建建筑等的变形均在可控范围内, 未造成不良影响。

关键词: 静压桩; 挤土效应; 沉桩防护措施; 信息化监测

中图分类号: TU473

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 4548(2011)S2 - 0329 - 04

作者简介: 马宗玉(1983 -), 男, 山东聊城人, 硕士研究生, 主要从事地基基础、桩基和基坑围护等的设计和研究工作。E-mail: mazongyu2006@163.com。

Design and construction of pile-sinking preventive measures of static pressure piles

MA Zong-yu¹, ZHANG Dong-ming²

(1. Shanghai Geotechnical Investigations and Design Institute Co., Ltd., (SGIDI), Shanghai 200070, China; 2. Weihai Economic and Technological Development Zone, Weihai 264205, China)

Abstract: The soil squeezing effects caused by the static pressure piles in saturated soft clay ground such as Yangtze River delta will bring severe negative influence on the environment including the soils around the piles, the nearby building and so on. Based on an example of static pressure piles in Shanghai, some pile-sinking preventive measures are proposed in order to avoid the soil squeezing effects on the roads, pipelines and buildings. Meanwhile, the process of pile-sinking is plotted carefully and the informatization monitoring is employed in the process. The monitoring results show that the preventive measures are useful, the deformations of the roads, pipelines and buildings are controllable, and there aren't any soil squeezing effects.

Key words: static pressure pile; soil squeezing effect; pile-sinking preventive measure; informatization monitoring

0 引 言

随着中国城市化进程的快速推进和基础设施建设的大规模开展, 桩基成为工程中应用最广泛的基础形式^[1]。按成桩方法分类, 桩可分为预制桩和灌注桩两类, 预制桩按施工方法又可分为打入桩、振动桩和静压桩 3 种。同灌注桩、打入桩及振动桩相比, 静压桩具有承载力高, 成桩质量有保证, 施工噪音和振动小, 无泥浆污染, 施工工期短, 沉桩速度快, 经济效益明显等优点。近年来, 随着静压桩施工机械和施工工艺的不断改进, 以及 PHC 管桩的推广使用, 静压桩技术得到了日益广泛的应用^[2-6]。

静压桩是半挤土桩, 其沉桩施工过程实际是一个挤土过程, 特别是在饱和软土地层中沉桩, 由于土在

瞬时挤压作用下的不可压缩性, 导致桩周土体产生相当大的挤压应力, 引起很高的孔隙水压力, 同时沿桩周的土体受剪切破坏, 桩周一定范围内的土体受到扰动产生变形。实践表明, 静压桩沉桩过程中经常对周边环境产生不利影响, 通常称之为挤土效应, 其对周边环境的影响主要表现在以下 4 个方面: ①对周围已建建筑的影响, 沉桩引起已建建筑物开裂、倾斜, 影响周围建筑物的安全使用; ②沉桩时桩周土体被挤裂, 使桩周土体中的应力状态发生改变, 沉桩过程中桩周土体被重塑和扰动, 土的原始结构遭到破坏, 土的工程性质与沉桩前相比有很大的改变; ③对邻近地下管线的影响, 包括上下水、煤气、供电、电讯、排污和

雨水管等。沉桩引起水管爆裂、管道煤气外泄等一系列严重后果,危害人民生命和财产安全;④对相邻施工桩基的影响,对已打入土中的桩产生挤压,使其桩顶偏位、桩身弯曲、水平位移。由于挤土的隆起作用,甚至可以拉断相邻桩基继而造成桩基质量事故。

沉桩挤土效应与土质、沉桩速率、流程等密切相关,为减小沉桩对周边环境的影响和破坏,施工前要先分析挤土效应对周边环境的影响,并提出防护措施和建议^[7]。本文通过上海地区某工程静压桩施工实例,针对沉桩对周边道路、管线和已建建筑等的影响,提出相应的沉桩防护措施,同时根据周边环境对沉桩流程进行了具体划分并在沉桩过程中进行了有效的信息化监测。监测结果表明,通过采取上述防护措施,有效减少了沉桩对周边环境的影响。

1 工程背景

1.1 工程概况

拟建综合楼为框剪结构,地上12层,地下1层,采用桩筏基础形式,桩型分别为PHC-B600(110)-15 15 15 9b和PHC-B500(100)-15 15 12b,由于柱、墙荷重较大,故本工程桩型选择具有截面大、桩端入土深的特点,整体布桩密度约为2.5%。

静压预应力管桩属半挤土桩,考虑拟建综合楼距离东侧已有建筑(A楼及B楼,如图1所示,两楼均为砖砌结构条形混凝土浅基础,基础埋深约2.2 m,地上5~6层)及南侧市政道路(距离约17.0 m)较近,应确保沉桩过程中对周边已建建筑及道路的有效防护。

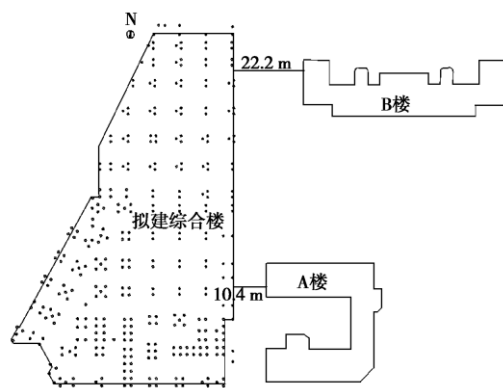


图1 环境示意图

Fig. 1 Schematic diagram of environment

1.2 拟建场地工程地质条件

根据本工程岩土工程勘察报告可知,拟建场地深度45.0 m范围内地基土均属第四纪松散堆积物,主要由黏性土和粉性土组成,分布较稳定,一般具有成层

分布的特点,根据类似工程经验,受沉桩挤土影响较大的土层主要为第⑤层以上的饱和软弱黏性土,第⑤层及其以上土层分布特点具体如下:

(1) 第①层杂填土,杂色,松散,主要由碎石、砖块及黏性土组成,表层有20~50 cm的水泥地坪。

(2) 第②层粉质黏土,灰黄色,滨海河口相沉积,湿,可塑—软塑,中高等压缩性。

(3) 第③层淤泥质粉质黏土夹黏质粉土,灰色,滨海—浅海相沉积,流塑,中等压缩性,含云母,夹黏质粉土。

(4) 第④层淤泥质黏土,灰色,滨海—浅海相沉积,流塑,高压压缩性,含云母,夹薄层粉性土。

(5) 第⑤层粉质黏土,灰色,溺谷相沉积,饱和,软塑,中等压缩性,含云母,夹薄层粉性土。

2 沉桩防护分析及防护措施

2.1 沉桩特点分析

根据拟建综合楼桩基设计方案及周边环境,本工程桩基施工具有如下特点:

(1) 总桩数少且布桩面积系数较小。整体布桩密度小于3.0%,根据类似工程经验,当布桩密度小于3.0%,通过采取合理的措施,可以有效控制沉桩挤土对周边环境的影响。

(2) 沉桩施工总挤土量较少。根据本工程土层性质,产生明显挤土效应的土层主要为第④层淤泥质黏土(含该层)以上饱和黏性土,PHC管桩为半挤土桩,类似本工程场地条件下的土塞长度一般为 $(1/3 \sim 1/2)L$ (L 为桩长),总挤土量约为 820 m^3 。

(3) 场地分布的第⑤层粉质黏土渗透性好。沉桩施工时,土体整体会发生挤土和产生较高的超孔隙水压力,由于该层具有较好渗透性,成为孔隙水压力消散的良好通道,减少了孔隙水压力波及范围,可有效降低沉桩挤土效应。

(4) 拟建场地距离已建建筑和道路尚有一定的保护距离,对于挤土效应的衰减及孔隙水压力的消散留有一定的空间,通过采取合理的防护措施,可以有效控制沉桩挤土对周边环境的影响。

2.2 沉桩防护措施

根据本工程周边环境特点及类似工程经验,为减少沉桩对周边已建建筑及道路的影响,本工程采取以下沉桩防护措施:

(1) 设置双轴水泥土搅拌桩防挤围护墙

在需要重点防护部位设置单排或双排双轴 $2\phi 700 \text{ mm}$ 水泥土搅拌桩作为防挤围护墙,水泥土搅拌桩入土深度取15.0 m(基本位于第④层淤泥质黏土底

部), 搭接 100 mm, 设置部位为东南角 A 楼范围、东北角 B 楼以及南侧道路范围, 根据已建建筑与拟建场地的距离确定 A 楼区域设置双排水泥土搅拌桩, 其余区域为单排水泥土搅拌桩。双轴 2 ϕ 700 mm 水泥土搅拌桩围护墙设置在后期的基坑围护桩外侧, 在压桩施工过程中可以有效起到防挤作用, 在基坑施工过程中, 还可有利止水及降低基坑变形。

(2) 设置防挤沟

在双轴搅拌桩防挤围护墙顶部设置防挤沟, 防挤沟深度约为 2.0 m 左右, 底宽不小于 1.0 m。具体如图 2 所示。

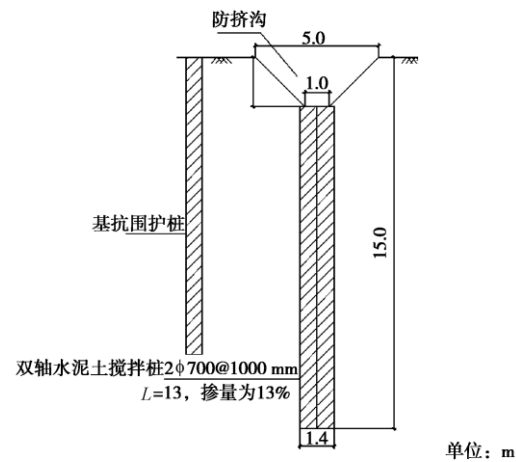


图 2 防挤沟

Fig. 2 Squeezing prevention ditch

(3) 合理安排压桩流程

合理的沉桩流程能有效减少沉桩施工引起的挤土效应。由于东侧的 A 楼和 B 楼为重点保护对象, 可在东侧首先沉桩, 在该侧形成“遮帘”效应, 起到对挤土及超孔隙水压力扩散的屏障作用, 然后由东侧开始, 沿东向西进行沉桩, 具体压桩流程见图 3。

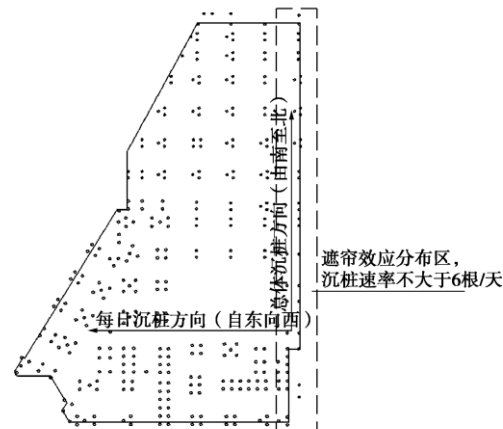


图 3 沉桩流程

Fig. 3 Pile-sinking process

(4) 合理控制沉桩速率

合理的沉桩速率可以有效控制超孔隙水压力的叠加效应, 图 3 中遮帘效应分布区内沉桩速率不大于 6 根/日, 其余工程桩沉桩速率不大于 8 根/日, 并保证土体每日有 8 h 以上的休止期, 使沉桩过程中产生的超孔隙水压力得到充分消散。

(5) 设置位移监测系统

对 A 楼、B 楼和道路等进行位移观测, 在沉桩施工期间, 每天观测一次, 如位移值超过报警值 (位移累计量超过 10.0 mm 或日变化量超过 2.0 mm), 应每天观测两次, 以便调整压桩流程和速率或采取进一步措施。

(6) 合理选择压桩机械

根据桩型、地层场地及环境条件, 压桩宜采用 600 t 以上 (有效压力应大于 500 t) 液压静力压桩机, 施工前应在地表面铺设 0.5 m 左右建筑垃圾, 以防桩身受损、偏位。

3 监测结果

沉桩过程中, 在压桩区域外围及已建建筑和道路上布置了可靠的监测点, 见图 4。在沉桩过程中对周边环境进行详细的信息化监测, 以便指导沉桩施工。沉桩过程中, 各监测点的日均变化量均未超过报警值, 图 5 为沉桩结束后主要监测点的竖向位移变化曲线 (部分监测点未列出)。

由监测资料可知, 上述沉桩防护措施是行之有效的, 采取上述措施后, 有效减少了沉桩对周边环境的影响, 未产生任何不利因素。

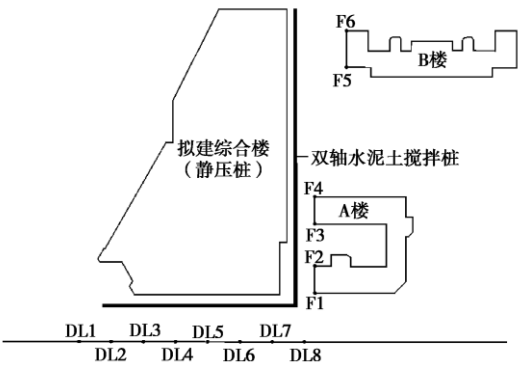


图 4 主要监测点

Fig. 4 Main monitoring points

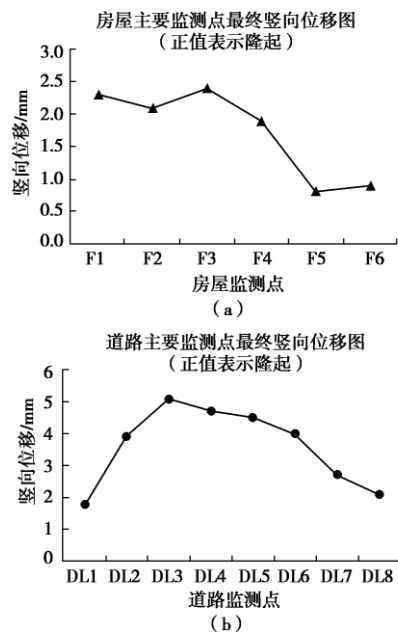


图5 主要监测点最终竖向位移

Fig. 5 Maximum vertical displacements at main monitoring points

4 结 语

在软土地区，静压桩的挤土效应会对周边环境产生不利影响，沉桩施工前须对周边环境进行现场调查和分析，积极采取有效的沉桩防护措施，尽量减小沉桩对周边环境的不利影响。设置隔离桩或防挤沟及应力释放孔等，合理安排沉桩流程和控制沉桩速率等都是有效的防护措施，同时，沉桩过程中的信息化监测是十分必要的，其可对沉桩过程进行有效监控，及时反馈施工对周边环境的影响。

参考文献：

[1] 袁聚云, 李镜培, 楼晓明. 基础工程设计原理[M]. 上海: 同济大学出版社, 2001. (YUAN Ju-yun, LI Jing-pei, LOU Xiao-ming. Design principle of foundation engineering[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2001. (in Chinese))

[2] 张明义. 静力压入桩的研究与应用[M]. 北京: 中国建材工业出版社, 2004. (ZHANG Ming-yi. Research and application on static pressed pile[M]. Beijing: China Building Material Industry Press, 2004. (in Chinese))

[3] 张明义, 欧胡东. 静力压入桩在青岛地区的应用[J]. 青岛建筑工程学院学报, 1996, 17(3): 13 - 17. (ZHANG Ming-yi, OU Hu-dong. Application of static pressed piling in Qingdao area[J]. Journal of Qingdao Institute of Architecture and Engineering, 1996, 17(3): 13 - 17. (in Chinese))

[4] 陈国政. 桩式托换与顶升工程实例[J]. 岩土工程学报, 1999, 15(2): 59 - 67. (CHEN Guo-zheng. A case history of underpinning of column footing[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 1999, 15(2): 59 - 67. (in Chinese))

[5] 张明义. 静压桩螺旋可控纠倾法[J]. 工程勘察, 1999(4): 7 - 10. (ZHANG Ming-yi. Controllable rectification of inclination of static pressed pile by spiral device[J]. Engineering Investigation, 1999(4): 7 - 10. (in Chinese))

[6] COOKE R W, PRICE G, TARR K. Jacked piles in London clay: a study of load transfer and settlement under working conditions[J]. Géotechnique, 1979, 29(2): 113 - 147.

[7] GB50021—2001 岩土工程勘察规范[S]. 2002. (GB50021—2001 Specification for geotechnical investigation[S]. 2002. (in Chinese))

(本文责编 胡海霞)