

SMW 工法桩在深基坑支护中的应用

郑素苹

(福建江夏学院 工程学院, 福建 福州 350108)

摘要:以福州市某房地产公司综合楼地下室基坑工程为例,计算、分析了基坑开挖各工况下 SMW 桩的侧向变形以及地表沉降量等变形规律,对比了 SMW 围护结构与一般围护结构的支护效果。结果表明: SMW 工法桩在基坑支护中限制变形效果好,对周围地基影响小,综合效果优于一般支护形式。

关键词: SMW 工法桩; 基坑工程; 水平位移; 结构变形

中图分类号: TU463

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2017)04-0313-04

Application of SMW construction methods in deep foundation supporting

Zheng Suping

(College of Engineering, Fujian Jiangxia University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Based on the project of a foundation pit of a real estate agency in Fuzhou, the lateral deformation of soil mixing wall (SMW) pile and the variation law of ground surface subsidence under various excavation conditions were analysed. The supporting result of SMW and that of the general enclosing structure were compared. The results indicate that the SMW can better control deformation in the foundation pit supporting, and exerts less influence on the surrounding foundation with favourable comprehensive result.

Keywords: SMW engineering method pile; foundation pit engineering; horizontal displacement; structural deformation

SMW (soil mixing wall 的缩写) 工法桩支护作为一种新型的基坑支护形式,在水泥搅拌桩内加劲型钢,具有推广价值和创新意义,目前已在上海、南京等软土地层分部较为广泛的地区得到应用,鲍立楠等^[1]基于天津站交通枢纽工程 SMW 工法支护的变形监测数据进行分析,研究发现基坑开挖卸荷及坑底回弹会对围护结构的安全产生影响;楼春晖等^[2]对运用 SMW 工法桩支护的杭州深厚软黏土基坑实测数据进行研究发现,SMW 工法桩对抑制侧向变形有较好的效果;徐源^[3]以南京地铁 SMW 工法工程实例为依托,提出其抗弯刚度总是由型钢和水泥两部分对截面刚度的贡

献所组成的结论;顾世坦等^[4]通过室内模型对比试验,从多个角度分析了 SMW 工法的工作特性、型钢-水泥土组合结构的相互作用机理;李东海等^[5]则针对非软土地层对比了 SMW 围护结构的实际变形和三维数值模拟结果分析得出,SMW 工法桩同样适用于砂砾地层且刚度比排桩围护结构更好。本文以福州市某房地产公司综合楼地下室基坑工程为例,通过分析基坑开挖各工况下 SMW 桩的水平位移、剪力、弯矩以及地表沉降量等变形规律,研究不同工况下 SMW 围护结构变形的影响规律,提出基坑支护中控制 SMW 工法桩变形的相关措施。

收稿日期: 2017-01-05
基金项目: 福建省中青年教师教育科研项目(JAT160549)
通讯作者: 郑素苹(1983-),女,福建南安人,讲师,硕士,研究方向:岩土工程。

1 工程概况及支护方案

1.1 工程概况

该工程位于福州市马尾区,建成后将成为某地产公司综合楼地下室。基坑呈不规则六边形,基坑尺寸东西向最宽 48.70 m,南北向最长 61.00 m,支护总长度约 230 m,基坑平面图如图 1。工程侧壁的安全等级为一级,基坑侧壁安全等级及重要性系数为 1.1。

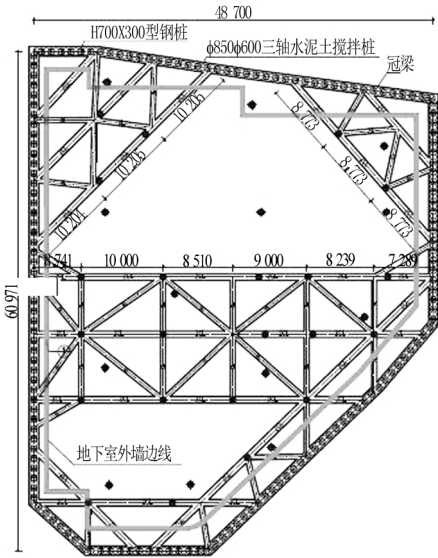


图 1 基坑平面图(单位:mm)

Fig.1 Layout of excavation(unit:mm)

工程现地面标高 8.00 m,设计室内地面标高 8.00 m,地下室底板顶面标高-7.70 m,承台垫层底标高-9.80,采用 Φ850@ 600 三轴水泥搅拌桩内插 H700X300 型钢支护,设置加两道钢筋混凝土支撑。基坑支护剖面如图 2。

1.2 工程地质条件

拟建场地属于第四系全新统和上更新统的海相淤积和陆相冲洪积成因类型,地貌单元属福州盆地中部地段,为闽江一级阶地,基坑影响范围内土层参数取值如表 1。

基坑开挖影响范围的含水层为孔隙潜水(①素填土、④粉砂)和孔隙承压水(⑥粉砂),地下水埋深为 3.01~4.89 m。本基坑采用 Φ850@ 600 水泥搅拌桩作为止水帷幕,采用管井降水的方案进行坑内地下水疏干。

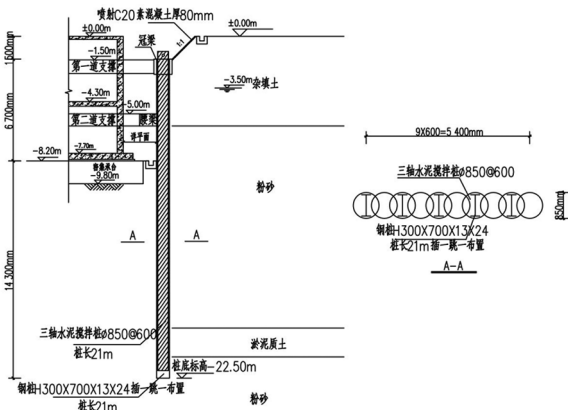


图 2 基坑支护剖面图

Fig.2 Foundation supporting section

表 1 基坑各土层物理力学参数

Tab.1 Physical-mechanical parameter of soil layers

序号	土层名称	天然容重 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	粘聚力 C/kPa	内摩擦角 $\varphi/(^{\circ})$
①	素填土	17.5	8.0	13.0
②	填细砂	18.0	0.0	22.0
③	淤泥质土	16.7	12.0	13.2
④	粉砂	17.8	0.0	25.0
⑤	淤泥质土	16.3	9.1	7.8
⑥	粉砂	18.3	3.0	24.0

2 SMW 围护桩侧向变形分析

图 3 是 SMW 工法桩随工况发生的侧向变形变化过程。从图 3 可看出:围护桩在开挖至 2.4 m 时,距桩顶 10 m 以内范围桩段发生侧向变形,变形量较小,最大值 1.67 mm;之后进行第 1 道加撑,此时桩测变形量最大值减小为 1.62 mm;随后又向下开挖至 6.4 m,最大侧向变形增大至 8.05 mm,但在进行第 2 道支撑后再一次减小至 7.83 mm;之后进行第 3 次开挖,开挖深度达 9.7 m,最大侧向变形量达 17.33 mm。

由此可见,围护桩在基坑支护中侧向变形主要发生在基坑开挖段,变形曲线为单峰形,自桩顶至基坑坑底变形先由小变大再逐渐变小,峰值位于桩顶以下约 1/3 处,靠近坑底,坑底以下桩段发生较小变形,影响深度大概超出坑底 5 m。

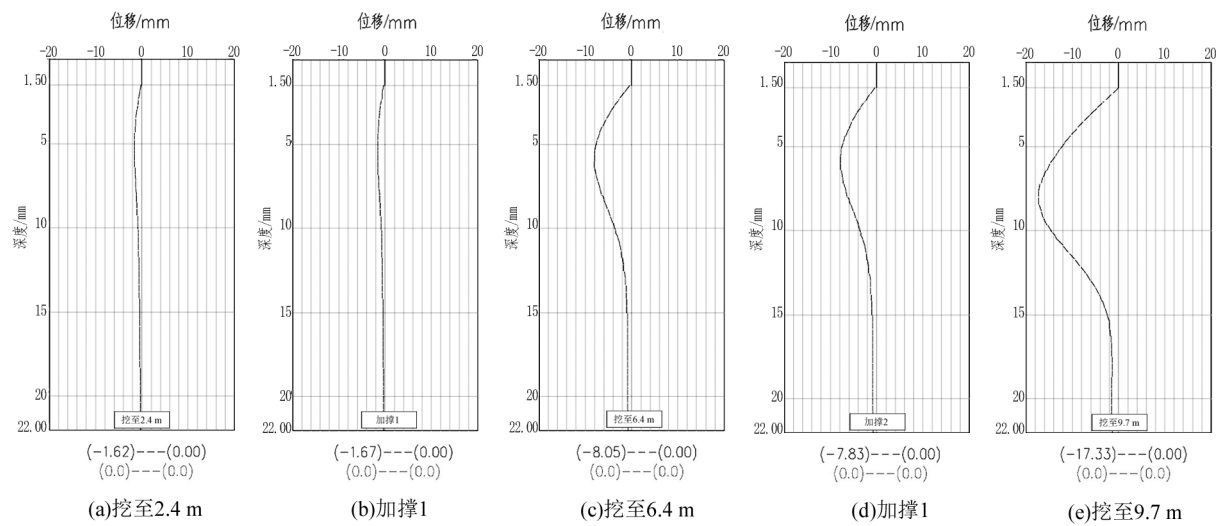


图 3 SMW 桩侧变形图

Fig.3 Lateral deformation of SMW pile

由以上分析可看出,随着基坑开挖、加撑工序的进行,侧向位移峰值大小有起落,开挖时位移增大且变化幅度较大,加支撑时位移减小但幅度较小。据《福州市深基坑与建筑边坡工程暂行管理暂行规定》,一级基坑围护桩深层水平位移设计计算限值为 20 mm 和 0.2% 的基坑深度的较小值。有学者通过研究得出,软土地区一般板桩支护体系最大侧向变形在 $0.01H$ (H 为基坑深度) 左右^[6],采用钻孔灌注桩或地下连续墙的基坑一般小于 $0.01H$,基本落在 $0.002H$ 至 $0.009H$ 之间^[7]。图 4 显示了本基坑开挖时支护桩最大侧向变形的变化过程,由图可见,最大侧向变形量总在开挖时陡增,而加撑仅限制变形继续扩大,基本无法使变形减小,拆撑时变形仍有所增加。由于加撑限制了桩顶的横向变形,因此可以看到桩身最大水平位

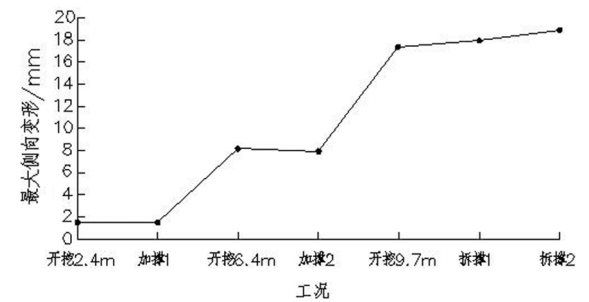


图 4 最大侧向变形变化曲线

Fig.4 The changing curve of the maximum lateral deformation

移位于基坑坑底附近。支护结构最终最大变形量为 17.33 mm,约等于 $0.18\%H$,符合福州市地方规范,同时小于地下连续墙支护方式的最小限值,综上所述,在本工程中 SMW 工法桩在基坑支护中限制变形的效果优于一般支护形式,与地下连续墙可相提并论甚至优于其支护效果。

3 基坑沉降位移分析

图 5 为基坑周围的地表沉降与离基坑的距离之间的关系。从图 5 可看出,该基坑的影响距离约 16 m,采用的 3 种计算模式(三角形法、指数法、抛物线法)所得计算结果显示,该基坑最大沉降量小于 40 mm,介于 $0.1\%H \sim 0.4\%H$ 之间。根据 Moormann 统计^[8],大量软粘土地层中的基坑最大地表沉降量基本介于 $0.5\%H \sim 2.0\%H$,平均值 $1.0\%H$; Long^[9] 的统计结果也显示,软土地层中的基坑最大地表沉降量平均值约 $0.8\%H$ 。因此,本基坑采用 SMW 工法桩支护所带来的地表沉降处于安全范围,且远远小于平均值。

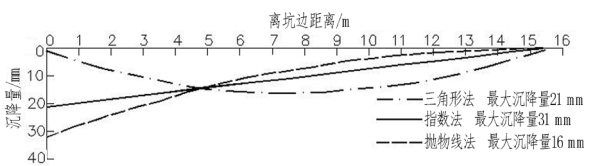


图 5 地表沉降曲线

Fig.5 Ground surface subsidence curve

5 结论

1) 支护桩的桩身侧向变形随着基坑深度的增加先变大后变小,影响深度超过坑底约 $1/2H$;

2) 水平支撑只能限制支护桩的变形而不能使变形恢复,但由于其对桩顶横向变形的限制,使得桩身最大侧向变形位于坑底附近;

3) 本工程 SMW 工法桩的最大侧向变形约

$0.18\%H$,符合福州市地方规范,同时小于地下连续墙支护方式的最小限值;

4) 本工程采用 SMW 工法桩的基坑最大地表沉降量 $0.2\%H \sim 0.4\%H$,远小于其他相同或相似地质条件下的地表沉降统计结果。

因此可以得出结论:SMW 工法桩在基坑支护中限制变形效果好,对周围地基影响小,综合效果优于一般支护形式。

参考文献:

- [1] 鲍立楠,李竹,王世杰.某深基坑 SMW 工法支护监测结果分析[J].岩土工程学报,2008(S1):489-492.
- [2] 楼春晖,夏唐代,刘念武.软土地区基坑中 SMW 围护桩变形性状研究[J].岩土工程学报,2013,35(S2):1208-1211.
- [3] 徐源. SMW 工法设计与施工关键技术难点研究[J].徐州工程学院学报(社会科学版),2007,22(2):37-42.
- [4] 顾士坦,施建勇.深基坑 SMW 工法模拟试验研究及工作机理分析[J].岩土力学,2008,29(4):1121-1126.
- [5] 李东海,王梦恕,丁振明,等.含砂砾土层 SMW 围护结构变形的三维数值分析与监测[J].岩土工程学报,2012(S1):120-124.
- [6] Peck R B. Deep excavation and tunneling in softground[C]//Proceeding of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, State-of-the-art. Mexico City:s.n.,1969:225-290.
- [7] 刘兴旺,施祖元,益德清,等.软土地区基坑开挖变形性状研究[J].岩土工程学报,1999,21(4):456-460.
- [8] Moormann C. Analysis of wall and ground movements due to deep excavations in soft soil based on a new worldwide database[J].Soils and Foundations,2004,44(1):87-98.
- [9] Long M. Database for retaining wall and ground movements due to deep excavations[J].Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering,2001,127(3):203-224.

(责任编辑:陈雯)