

基坑开挖工程中深层土体水平位移监测固定起算点的选取

吴益萍^{1,2}, 谭燕^{1*}, 王继成³

(1. 湖北工业大学, 湖北 武汉 430068; 2. 浙江台州三门中诚建设有限公司, 浙江 三门 317100;
3. 宁波工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 在软土地区, 基坑开挖会导致土体产生较大位移。深层土体水平位移监测是基坑监测的重要手段, 通常选取测斜孔孔底和孔顶作为固定起算点。但是在不同工况下, 为了减小测量误差, 应采用不同的固定计算点。本文依托宁波地区的基坑开挖工程案例, 分析了不同工况下基坑开挖时的土体位移特征, 给出了合理选取固定计算点的建议, 可以为类似工程提供参考。

关键词: 基坑监测; 深层土体水平位移; 固定起算点; 测斜孔孔底; 测斜孔孔顶

中图分类号: TU47 文献标识码: A 文章编号: 2096-7195(2020)03-0222-04

Selection of fixed starting point for monitoring horizontal displacement of deep soil during foundation pit excavation

WU Yi-ping^{1,2}, TAN Yan^{1*}, WANG Ji-cheng³

(1. Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;
2. Zhejiang Taizhou Sanmen Zhongcheng Construction Co., Ltd., Sanmen 317100, China;
3. Ningbo University of Engineering, Ningbo 315211, China)

Abstract: In soft soil, excavation will lead to large displacement of the soil. Horizontal displacement monitoring of deep soil is an important aspect of foundation pit monitoring. Generally, the bottom and top of the inclinometer borehole are selected as fixed starting points. However, in order to reduce the measurement error under different working conditions, different fixed starting points should be adopted. Using the case study of excavation in Ningbo area, this paper analyses the characteristics of soil displacement during excavation under different working conditions, and suggestions on the rational selection of fixed calculation points are given, which can provide a reference for similar projects.

Key words: monitoring of foundation pit; horizontal displacement of deep soil; fixed starting point; bottom of inclinometer borehole; top of inclinometer borehole

0 前言

深层土体水平位移监测是基坑监测的重要手段之一^[1-3], 由于软土在基坑开挖过程中会发生较大变形^[4-5], 以测斜管底为固定起算点时, 管底应嵌入到稳定的土体中^[2]。深厚软土地区, 如宁波地区软土层深厚, 可达 80 m 深, 很难将测斜管打到地表下 80 m 深处, 只能以管顶位移固定起算点。在地铁深

基坑监测中, 施工现场地面硬化等较好, 设置测量强制对点, 并辅助激光测距仪等手段, 孔顶水平位移测量精度容易保证^[6]。民用建筑基坑开挖中, 尤其是房产项目的基坑开挖, 考虑到成本因素, 极少做全站仪的强制对点^[7], 孔顶位移测试误差较大^[8], 甚至可达几十毫米。孔顶测试位移有较大误差时无法作为深层土体水平位移监测的固定起算点。

收稿日期: 2020-06-03

作者简介: 吴益萍 (1982—), 女, 湖北工业大学硕士研究生, 研究方向: 软土基坑变形, Email: 214270011@qq.com。

*通讯作者: 谭燕 (1981—), 女, 讲师, 硕士生导师, 研究方向: 振动波传播机理分析与交通振动评价, Email: 42843907@qq.com。

1 宁波基坑开挖土体位移监测

宁波位于钱塘江南侧, 东临东海, 地下有深厚的海相沉积软土, 含水量高, 力学性质差, 流动性强。选择宁波市区距离较近工程地址条件相似的 3 个基坑进行不同固定起算点的土体水平位移对比分析。

1.1 浅基坑土体位移

(1) 宁波市海曙区某浅基坑

该基坑采用自然放坡形式, 剖面图见图 1, 开挖深度范围内以杂填土、黏土为主, 坑底以下为淤泥质黏土、淤泥。基坑开挖深度 3.45 m, 测斜管长 10 m。

基坑一次性挖到底, 开挖第 3 天后基础垫层浇筑完毕。该基坑测斜管没有进入稳定土层, 但仍然以孔底为固定起算点。典型位置的深层土体水平位移监测结果如图 2 所示。

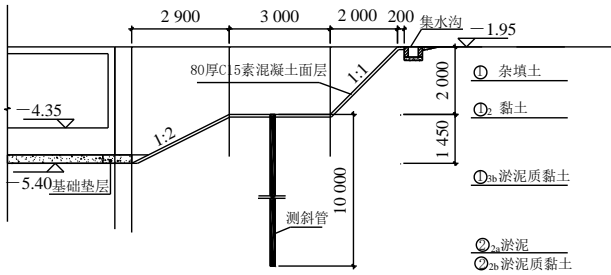


图 1 自然放坡剖面图
Fig. 1 Natural slope profile

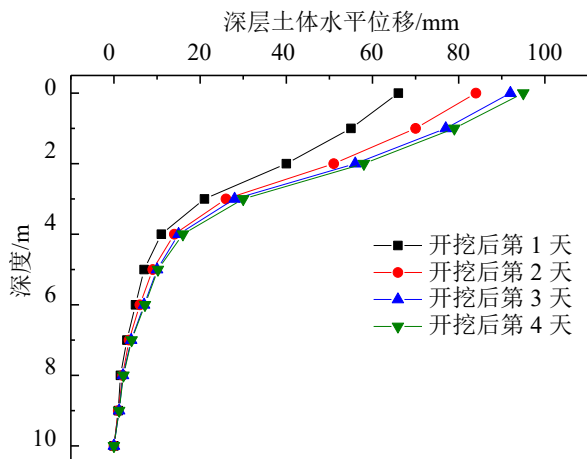


图 2 深层土体水平位移
Fig. 2 Horizontal displacement of deep soil

从图 2 可以看出, 浅基坑开挖时, 浅层土发生了较大的水平位移, 而深层土的水平位移较小。激光测距仪结合全站仪强制对中法测得的水平位移

比较精确, 误差较小, 测得的位移可认为就是实际位移值。用测斜仪测得的孔顶位移与实际位移对比如图 3 所示。图中以管底为固定起算点测得的管顶水平位移小于实际值, 说明管底发生了位移。位移值约 5 mm, 为管顶最大水平位移 94 mm 的 5%, 表明该情况下浅基坑开挖可以管底为固定起算点。

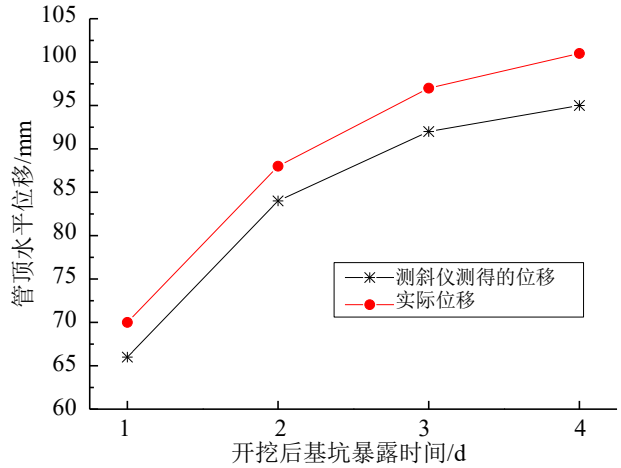


图 3 用测斜仪法测得的孔顶位移与实际位移对比
Fig. 3 Top displacement of hole measured by inclinometer compared with actual displacement

(2) 宁波市江北区某基坑

该基坑开挖深度 3.6 m, 采用围护桩加锚索形式, 围护剖面见图 4, 测斜管深度 13 m。

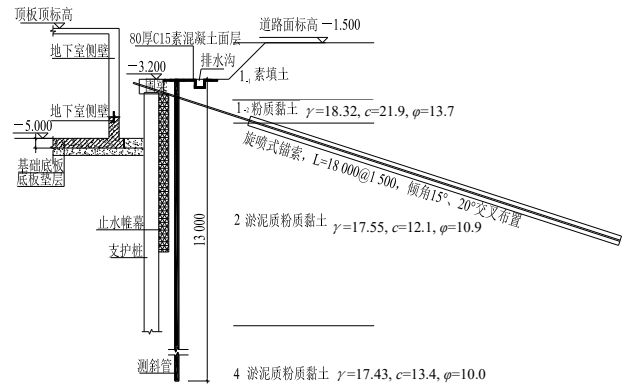


图 4 支护桩+锚索支护剖面图
Fig. 4 Profile of supporting pile & anchor cable support

典型位置的深层土体水平位移如图 5 所示, 从图中可以看出, 围护桩加锚索的浅基坑竖向支护结构的水平位移, 坑底附近处最大, 孔顶较小, 孔底最小。孔顶水平位移与实际水平位移相差较小, 最大值约 7 mm, 如图 6 所示, 说明孔底仅发生了 7 mm 左右的水平位移, 与 73 mm 的最大水平位移相比, 可忽略不计, 进一步表明可采用孔底作为固定起算点。

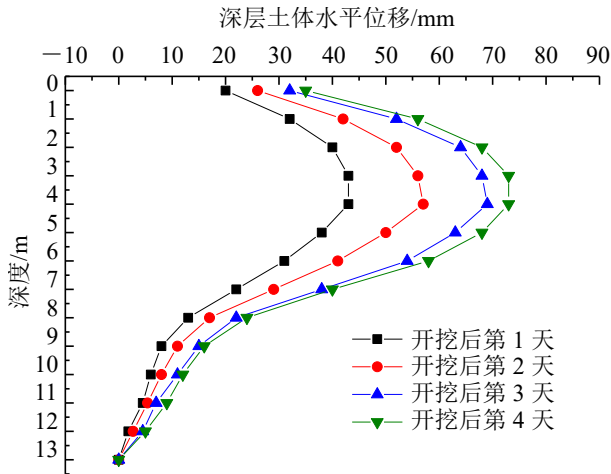


图 5 桩+锚索围护形式的深层土体水平位移

Fig. 5 Horizontal displacement of deep soil of pile & anchor cable support

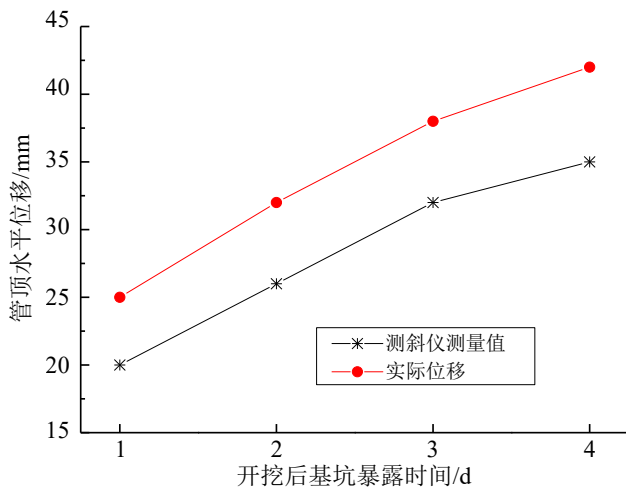


图 6 测斜仪测得的桩顶水平位移与实际值对比

Fig. 6 Horizontal displacement of pile top measured by inclinometer compared with actual displacement

1.2 宁波市鄞州区某深基坑监测数据

宁波市鄞州区某深基坑开挖深度 9.45 m，采用灌注桩加两道混凝土内支撑支护结构，平面图及剖面图分别如图 7、图 8 所示。CX19 和 CX26 测斜孔分别位于东西两侧中部，测斜孔深 24 m。

2020 年 5 月 28 日，CX19 和 CX26 附近开挖到设计坑底，深层土体水平位移监测均以孔底为固定起算点，孔顶向坑内累计位移较小，分别为 5 mm 和 4 mm，CX19 处的深层土体水平位移如图 9 所示。CX19 和 CX26 之间的支持梁轴力随开挖深度的增加而逐渐增大。

5 月 29 日 CX19 监测结果显示，以孔底为固定起算点，测得各个深度处的土体均往基坑外位移，如图 9 所示。坑对面的 CX26 测得的土体水平位移

无较大变化，且两者之间的支撑轴力也无明显变化。如果 CX19 处的土体真的向坑外位移，那么轴力应该会减小，但是监测发现轴力却没有明显变化。

用激光测距仪结合全站仪强制对中法，测得 29 日相对于 28 日 CX19 和 CX26 的孔顶位移都很小，说明以孔底为固定起算点测得的土体往坑外发生较大位移，和实际差别较大。改为以孔顶作为固定起算点，各个深度的土体水平位移如图 10 所示。从图中可看出，CX19 附近的桩发生了明显的踢脚，即桩顶端不变，但桩下部往坑内位移。

1.3 固定起算点的选取分析

(1) 以管底作为固定起算点

深层土体水平位移监测，如果以管底作为固定

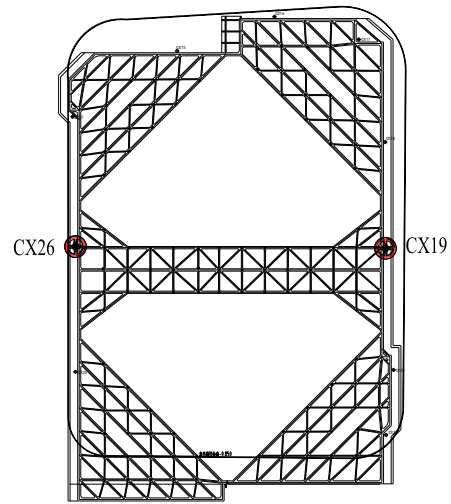


图 7 深基坑支护平面图

Fig. 7 Plan of deep foundation pit support

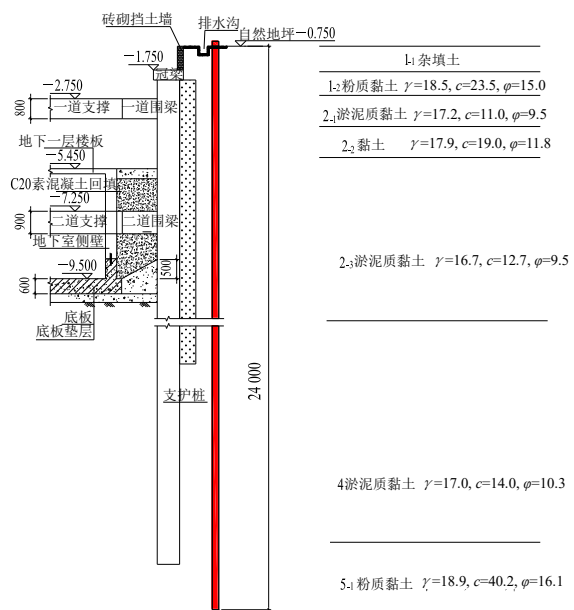


图 8 深基坑支护剖面图

Fig. 8 Profile of deep foundation pit support

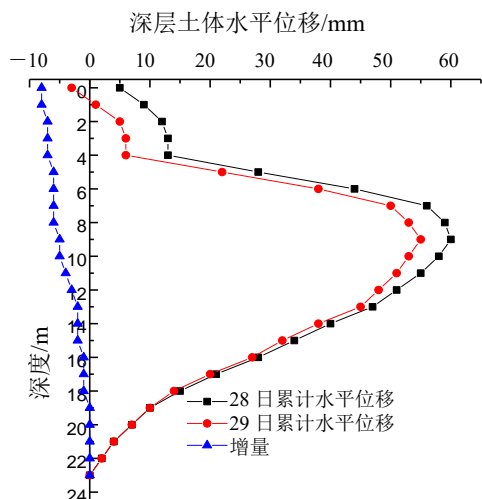


图9 以管底为固定起算点

Fig. 9 Take the tube bottom as the fixed starting point

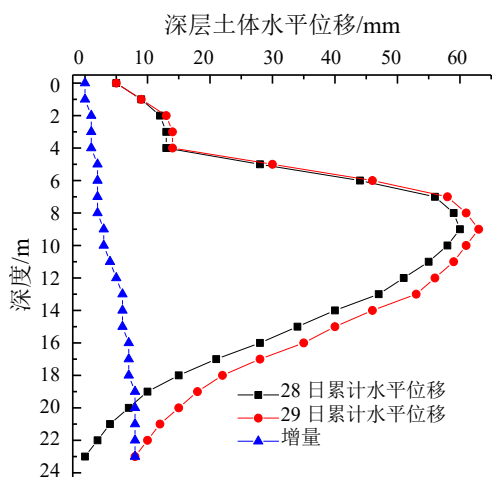


图10 以管顶作为固定起算点

Fig. 10 Take the tube top as the fixed starting point

起算点,测斜管须插入稳定土层^[2],不需要另外再测管顶的位移,但是宁波地区低强度软黏土非常厚,测斜管很难插入稳定土层,管底的土层也会发生位移,所以选取孔底作为固定起算点须谨慎。但是当基坑开挖较浅时,管底的位移较小,可忽略不计,可以以管底作为固定起算点。

(2) 以管顶作为固定起算点

以管顶作为固定起算点,可监测到竖向围护结构的踢脚破坏,但是须借助其它手段测管顶的水平位移,而管顶水平位移测量精度不易控制。当采用内支撑支护时,内支撑的轴向变形较小,竖向围护结构顶端被内支撑约束住,水平位移较小,所以可以直接以管顶为固定起算点,测深层土体水平位移产生的误差较小。但是当基坑一边临空时,例如坑边是河流,整个内支撑体系受力不均衡,会导致整个支撑体系往土压力较小的一侧位移^[9]。

2 结 语

通过不同固定起算点的土体深层水位位移测试结果分析比较,可得到如下结论:

(1) 当基坑较浅,采用非内支撑支护时,浅层的土位移较大,但是深层土位移较小,可以管底作为固定起算点。

(2) 如果管顶位移较大,以管顶作为固定起算点,需借助其它手段测量孔顶水平位移,并对深层土体位移值进行修正。

(3) 当采用内支撑支护时,桩顶被内支撑约束住,桩顶位移一般较小,可直接以管顶为固定起算点。

(4) 对于采用内支撑支护的深基坑,测斜管深度较大,当开挖深度较小时,管底比管顶位移更小,以管底为固定起算点更精确。

(5) 当内支撑支护的深基坑开挖深度较大时,竖向围护结构下部容易踢脚,顶端也容易产生水平位移,建议分别以管底、管顶作为固定起算点计算土体位移并进行对比,采用管顶作为固定起算点还需采用其它手段测量管顶的水平位移,对深层土体水平位移进行修正。

参考文献

- [1] 龚晓南. 基坑工程实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [2] GB 50497-2019 建筑基坑工程监测技术标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- [3] 龚晓南, 王继成, 伍程杰. 深基坑开挖卸荷对既有桩基侧摩阻力影响分析[J]. 湖南大学学报(自然科学版), 2014, 41(6): 70-76.
- [4] 袁静, 刘兴旺, 施祖元, 等. 软土地基基坑工程的流变效应分析研究[J]. 建筑结构, 2009, 39(6): 114-119.
- [5] 俞建霖, 龙岩, 夏霄, 等. 狭长型基坑工程坑底抗隆起稳定性分析[J]. 浙江大学学报(工学版), 2017, 51(11): 2165-2174.
- [6] 张伟, 李姝昱, 王聪聪, 等. 基坑监测中位移监测数据的预报方法[J]. 水电能源科学, 2011, 29(1): 97-100, 177.
- [7] 王晓伟, 童华炜, 李志强. 复杂环境下地下连续墙内支撑基坑监测分析[J]. 施工技术, 2009, 38(5): 88-91.
- [8] 李庆伟, 陈龙华, 程金明. 北京某深基坑监测实例分析[J]. 施工技术, 2008, 37(9): 30-32.
- [9] 魏汝龙. 深基开挖中的土压力计算[J]. 地基处理, 1998, 9(1): 3-15.