

深基坑变形监测中立柱桩变化情况分析探讨

金雷

中国建材检验认证集团江苏有限公司, 江苏 苏州 215006

[摘要]随着深基坑施工项目越来越多, 信息化监测显得尤为重要, 对基坑自身以及周边环境的实时监测是保障坑内作业人员安全和周边环境稳定的重要措施, 也是保障工程项目顺利进展最终获得收益的重要前提, 而立柱桩竖向位移监测就是其中一项监测内容; 而立柱桩的竖向位移正是由坑底隆起导致。作者针对深基坑开挖施工中出现的坑底隆起现象做了阐述, 作者首先介绍了坑底隆起的原因; 其次针对坑底隆起所使用的监测方法; 最后, 作者通过两个实际的工程案例验证了深基坑开挖后出现的坑底隆起现象。

[关键词]深基坑; 立柱桩; 变形监测; 坑底隆起

DOI: 10.33142/ec.v5i2.5269

中图分类号: TU433

文献标识码: A

Analysis and Discussion on the Change of Column Pile in Deformation Monitoring of Deep Foundation Pit

JIN Lei

China Building Materials Inspection and Certification Group Jiangsu Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215006, China

Abstract: With the increasing number of deep foundation pit construction projects, information monitoring is particularly important. The real-time monitoring of the foundation pit itself and the surrounding environment is an important measure to ensure the safety of operators in the pit and the stability of the surrounding environment, and it is also an important premise to ensure the smooth progress of the project and finally obtain benefits. The vertical displacement monitoring of column pile is one of the monitoring contents; The vertical displacement of column pile is caused by the uplift of pit bottom. The author expounds the phenomenon of pit bottom heave in the construction of deep foundation pit excavation. Firstly, the author introduces the causes of pit bottom heave; Secondly, the monitoring methods used for pit bottom uplift; Finally, the author verified the phenomenon of pit bottom heave after the actual excavation of two cases.

Keywords: deep foundation pit; column pile; deformation monitoring; pit bottom uplift

引言

随着城市建设步伐的加快, 可利用的地表土地范围越来越少, 深基坑施工项目越来越多。然而在众多的深基坑施工中, 基坑失稳带来的安全事故也屡见不鲜, 坑底管涌、冒砂等施工难题也常有发生。随着坑内土体的开挖, 坑内下部土体将如何变化, 坑内的立柱桩会发生怎样的竖向位移, 对于 10m 左右的深基坑工程, 通过对立柱桩竖向位移监测我们可以获得坑底隆起变化量。

本文通过两个实际的工程案例, 并获得立柱桩竖向位移监测数据从而验证了由于基坑开挖产生的坑底隆起这一现象。

1 坑底隆起原因分析

基坑底部坑底隆起现象在深基坑开挖施工中是常见的, 坑底隆起现象的产生大致有以下几个方面的原因, 第一, 由于基坑四周有灌注桩, 这就等同形成了较为封闭的区域, 随着上部土体被挖走, 原有的土体压力平衡系统被打破, 导致下部土体向上回弹; 第二, 坑外周边土体的自身压力以及周边建筑物的自重对坑内下部土体的挤压, 导致坑底隆起; 第三, 由于坑内上部土体被挖走, 压力减小,

地下承压水压力相对变大, 挤压下部土体向上隆起。

对于第三个原因, 在实际工程项目中应格外引起注意, 地下承压水压力过大不仅会导致坑内土体隆起还会引起管涌、冒砂等施工难题, 带来工期和经济上的损失, 从而影响到工程的整体进展。

在挖土施工期间, 应及时有效的进行降水降压, 控制坑底隆起量以及避免管涌、冒砂等现象的发生。

2 坑底隆起监测方法及监测点埋设

2.1 监测方法

由于深基坑中大量的土体被挖走, 导致坑底土体隆起, 但是基坑底部有大量的机械和人员作业, 所以对于坑底的隆起变化量监测工作我们无法在基坑底部埋设监测点, 同时监测点也不利于保存。所以, 我们采用对立柱桩的竖向位移监测来间接的反映坑底隆起的变化量。

我们对立柱桩顶部的监测点进行水准测量, 在每一个周期内测量其高程值计算出变化量。

2.2 监测点埋设

立柱桩监测点采用长度为 7cm, 顶部为带有“十”字刻槽的圆形钢钉。后期水平支撑施工完成后植入立柱桩顶

部的混凝土支撑内，最后用油漆笔或喷漆在其旁边写好监测点的醒目标识。

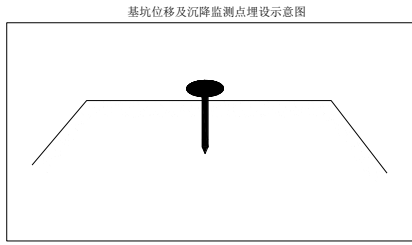


图 1 监测点大样图



图 2 监测点现场影像图

3 工程案例一

3.1 项目简介

本项目为 3 层地下室，基坑呈规则矩形，基坑长边方向长度约 74m，短边方向长度约 58m，基坑周长约 266m，开挖面积约 4290m²。基坑挖深：东侧开挖深度为 18.3m、18.1m、北侧和西侧为 17.1m。地下车库深坑超挖 0.8~1.6m，核心筒区域深坑超挖 3.8~4.8m。

场地北侧：基坑内边线距离用地红线 3.5m，红线外为苏雅路。场地西侧：基坑内边线距离用地红线 3.3m，红线外为已建中银惠龙大厦等，基坑内边线距离已建建筑约 7.2~17.2m。场地南侧：基坑内边线距离用地红线 1.9~3.1m，红线外为苏华路，路下为苏州地铁 1 号线星海街站~星港街站区间隧道。场地东侧：基坑内边线距离用地红线 2.7m，红线外为一河道，河道外为星汉街。基坑内边线距离河道驳岸约 7.2m，河宽约 19.0m。

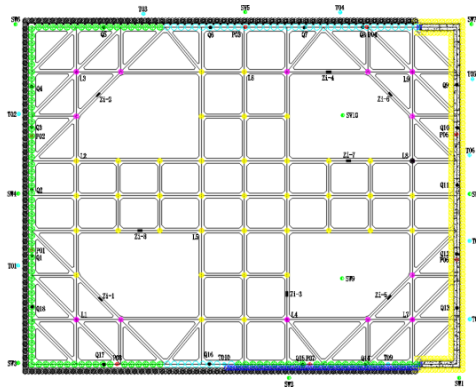


图 3 监测点平面图

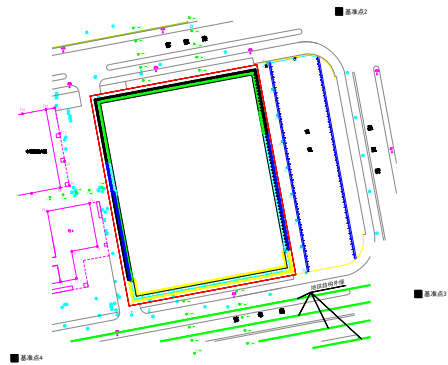


图 4 基坑周边环境图

3.2 监测内容及现场施工照片

根据本项目的特点制定了如下监测内容，围护墙顶沉降和水平变形监测点 18 个；水平支撑内力监测点 32 组；深层水平位移监测点 18 个；地下水位点 10 个；周边建筑物沉降点 14 个；坑外地表、道路、管线沉降点 35 个；立柱桩竖向位移监测点 9 个。



图 5 立柱桩现场影像



图 6 立柱桩现场影像

3.3 数据分析

本文着重描述立柱桩竖向位移的变化情况，主要从累计变化量和变化曲线图两张图表进行描述。下表为最后一期立柱桩竖向位移变化数据。

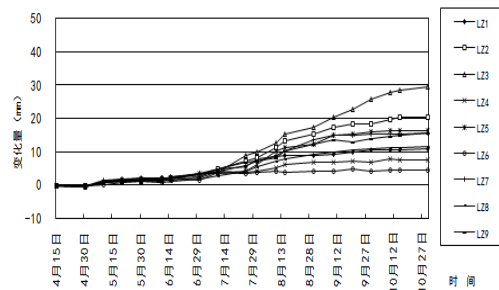


图 7 立柱桩竖向位移变化曲线图

监测工作从 2011 年 4 月 15 日开始，10 月 27 日结束。从变化曲线图中可以看出，随着基坑开挖深度的增加，坑底隆起现象逐渐明显，虽然期间出现上升和下降的情况，但是总体趋势还是逐渐上升。从 8 月下旬基坑挖土完毕一直到 9 月中旬筏板浇筑完成，坑底隆起现象逐渐趋于平缓，土方开挖期间坑底隆起现象较为明显，筏板浇筑完成后，坑底隆起现象逐渐消失。

表 1 立柱桩竖向位移变化数据

点号	上期高程 (m)	至上期累计沉降量 (mm)	本期高程 (m)	本期沉降量 (mm)	本期沉降速率 (mm/d)	至本期累计沉降量 (mm)	备注
LZ1	2.9105	11.1	2.9103	-0.1	-0.1	10.9	
LZ2	3.0619	20.5	3.0620	0.1	0.1	20.6	
LZ3	2.9086	29.6	2.9084	-0.2	-0.2	29.4	
LZ4	2.7870	7.7	2.7870	0.0	0.0	7.7	
LZ5	2.9467	16.6	2.9466	0.0	0.0	16.5	
LZ6	2.9904	4.7	2.9904	0.0	0.0	4.7	
LZ7	2.9037	15.7	2.9037	0.0	0.0	15.7	
LZ8	3.0540	11.6	3.0542	0.2	0.2	11.8	
LZ9	3.1245	15.0	3.1251	0.6	0.6	15.6	

从基坑开挖到筏板浇筑完成,通过对立柱桩竖向位移监测,反映出平均坑底隆起量大概在 14.8mm。

4 工程案例二

4.1 项目简介

本项目主体建筑由 1#、2#、3# 高层住宅楼 (30F) 及 1~3 层裙房组成,地下车库由内部 (-3F) 及外圈 (-2F) 组成,局部设置 (-1F) 地下室。地下设置: 内部三层, 外侧两层, 局部为一层。基础型式采用桩筏基础。

表 2 一期基坑开挖挖深情况

楼号	±0.00	场地标高	底板顶标高	底板厚度 (m)	垫层厚度 (m)	垫层底板底标高	开挖深度 (m)
三层地库	+4.500	-1.30 (+3.20)	-14.15	0.95 (筏板厚)	0.15	-15.25	13.95
1~3# 号楼			-14.15	1.40		-15.70	14.4
冷冻机房			-15.75	0.65		-16.55	15.25
二层地库			-10.25~12.0	-11.05~-12.8		9.75~11.5	
周长	592m		面积	14895m ²			

基坑围护方案采用放坡、悬臂钻孔灌注桩、钻孔灌注桩+角撑以及钻孔灌注桩+应力分散型热熔可回收锚索围护。

基坑南测: 南侧距离用地红线为 14.5m, 距离现状东吴南路为 14.8~29.58m; 西侧距离现状东吴南路约 14.8~45.2m, 该道路范围为二期用地, 后期道路向西改道; 东侧距离用地红线为 8.9~10.95m, 红线外为已建规划道路, 该道路宽约 18.0m, 规划道路东侧为新城香溢澜桥小区, 该小区距离本基坑约 33.6m 以外。东北角有一临时变电站, 东南角有三根电线杆 (距离本基坑约 10.5m) 均为本基坑范围内用电设施。

4.2 监测内容及现场施工照片

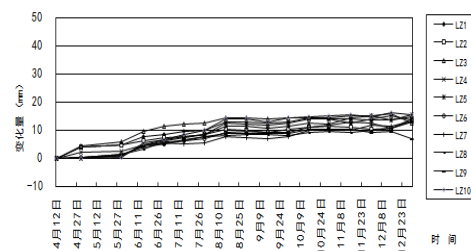
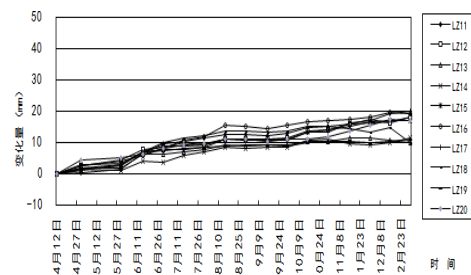
根据本项目的特点, 制定了如下监测内容, 围护桩顶部监测点 38 个; 放坡段监测点 15 个; 支撑轴力监测点 42 组; 深层水平位移监测点 15 个; 地下水位监测点 15 个; 地表断面沉降监测点 25 个; 立柱桩竖向位移监测点 20 个。


图 8 立柱桩现场影像

图 9 立柱桩现场影像

4.3 数据分析

本文着重描述立柱桩竖向位移的变化情况, 主要从累计变化量和变化曲线图两张图表进行描述。下表为最后一期立柱桩竖向位移变化数据。


图 10 立柱桩竖向位移变化曲线图 1

图 11 立柱桩竖向位移变化曲线图 2

本项目监测工作从 2017 年 4 月 12 日开始, 12 月 30 日结束。从变化曲线图中可以看出, 随着基坑开挖深度的增加, 坑底隆起现象逐渐明显, 虽然期间出现上升和下降的情况, 但是总体趋势还是逐渐上升。从 7 月下旬基坑挖

表3 立柱桩竖向位移变化数据

点号	上期高程 (m)	至上期累计变化量 (mm)	本期高程 (m)	本期变化量 (mm)	本期变化速率 (mm/d)	至本期累计变化量 (mm)	备注
LZ1	2.7428	14.7	2.7426	-0.2	-0.2	14.5	
LZ2	2.6958	12.2	2.6966	0.8	0.8	13.0	
LZ3	2.6843	13.6	2.6832	-1.1	-1.1	12.5	
LZ4	2.7568	14.8	2.7555	-1.3	-1.3	13.5	
LZ5	2.7367	13.8	2.7382	1.5	1.5	15.3	
LZ6	2.7350	13.1	2.7358	0.8	0.8	13.9	
LZ7	2.5968	13.5	2.5963	-0.5	-0.5	13.0	
LZ8	2.6786	13.7	2.6777	-0.9	-0.9	12.8	
LZ9	2.7571	7.5	2.7566	-0.5	-0.5	7.0	
LZ10	2.6610	15.5	2.6609	-0.1	-0.1	15.4	
LZ11	2.7669	18.6	2.7664	-0.5	-0.5	18.1	
LZ12	2.5479	17.7	2.5481	0.2	0.2	17.9	
LZ13	2.7446	9.5	2.7448	0.2	0.2	9.7	
LZ14	2.5332	10.4	2.5339	0.7	0.7	11.1	
LZ15	2.6744	16.8	2.6744	0.0	0.0	16.8	
LZ16	2.8183	19.0	2.8185	0.2	0.2	19.2	
LZ17	2.8122	19.7	2.8122	0.0	0.0	19.7	
LZ18	2.7151	10.8	2.7143	-0.8	-0.8	10.0	
LZ19	2.7168	11.8	2.7158	-1.0	-1.0	10.8	
LZ20	2.8348	17.9	2.8339	-0.9	-0.9	17.0	

土完毕一直到9月下旬筏板浇筑完成,坑底隆起现象逐渐趋于平缓;从4月12日土方开挖开始至7月下旬挖土完毕,挖土期间坑底隆起现象较为明显,筏板浇筑完成后,坑底隆起现象逐渐消失。

从基坑开挖到筏板浇筑完成,通过对立柱桩竖向位移监测,反映出平均坑底隆起量大概在13.7mm。

5 结语

通过两个工程案例的实测结果可知,10m左右的深基坑在土方开挖的过程中,由于各种原因坑底出现隆起现象,两个案例中分别出现了14.8mm和13.7mm的坑底平均隆起量。虽然坑底隆起这一现象在深基坑开挖施工中经常出现,但是隆起量的多少需要格外控制,隆起量过大会引起立柱桩上浮从而破坏水平支撑结构,带来安全事故。所以在土方开挖过程中我们要及时有效的降水降压,控制坑底隆起量,同时也会避免坑底出现管涌、冒砂的现象发生。

对于立柱桩竖向位移的量测结果,监测单位须及时反馈施工方,当变形量或变形速率过大时,及时分析原因,提出预警,有利于施工单位及时采取一定措施控制变形,

达到安全的目的。在监测过程中,还需要根据监测结果优化设计,在一定程度上为施工单位节约了工程成本和工期。

【参考文献】

- [1]杨军.深基坑稳定性多参数风险评估方法研究[J].江西理工大学,2016,12(11):12-13.
 - [2]王学军.沈阳北站人防工程深基坑支护变形监测分析[J].价值工程,2015,12(12):12-13.
 - [3]亓宾,刘国彬,江娟.软土深基坑中立柱桩变形影响因素和变形预测研究[J].岩土工程学报,2006,12(11):12-13.
 - [4]柴海博.深基坑开挖变形监测及数值计算分析[J].铁道建筑技术,2020,12(11):23-24.
 - [5]孙聪聪,杨晨,白文化.超深基坑立柱桩施工技术探讨[J].建筑与装饰,2018,22(23):13-14.
 - [6]林立祥.某采用SMW工法桩围护结构的深基坑监测与分析[J].岩土工程技术,2013,22(11):34-35.
- 作者简介:金雷(1986-)男,江苏苏州人,汉族,大学本科学历,工程师,研究方向为工程测量工作。