

Influence of Deep Foundation Pit Excavation on Surrounding Rock and Soil and Supporting Structure

Xiaobo He

CCCC Infrastructure Maintenance Group Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract

Through the analysis of the surrounding surface, underground pipelines and foundation pit deformation during the excavation of deep foundation pit, this paper summarizes the impact of foundation pit excavation on the surrounding area and conducts scientific analysis of early warning indicators, so as to accumulate relevant experience for similar projects in the future.

Keywords

deep foundation pit; deformation; monitor

浅谈深基坑开挖对周边岩土及支护结构的影响

何小波

中交基础设施养护集团有限公司, 中国 · 北京 100020

摘要

论文通过对深基坑开挖过程中对周边地表、地下管线及基坑变形等进行分析, 总结基坑开挖对周边的影响及预警指标进行科学分析, 为以后类似的工程积累相关经验。

关键词

深基坑; 变形; 监控

1 工程概况

1.1 工程概况

中国广州南站为佛山 2 号线的终点站, 车站为地下两层双柱三跨岛式车站, 站台有效长 118 m, 宽度 14 m。车站有效站台中心里程为 YDK53+062.000, 车站设计起点里程 YDK52+983.000, 车站设计终点里程 YDK53+184.000, 长为 201 m, 标准段结构宽为 22 m。

1.2 工程地质及水文地质条件

1.2.1 地形地貌

广州南站主要分布有第四系全新统人工堆积层 (Q_{2ml}) 素填土、杂填土; 第四系全新统海陆交互相沉积层 (Q_{4mc}) 淤泥、淤泥质粉细砂、淤泥质土、粉质黏土等; 第四系上更新统~全新统冲积-洪积层 (Q_{3+4}^{al+pl}) 粉细砂、中粗砂、粉质黏土等; 第四系上更新统~全新统冲积层淤泥质土; 白垩系百足山组泥质砂岩夹(含砾)砂岩 (K_1b)。

1.2.2 水文地质条件

①地表水。

本段广州南站及明挖段场地地势低, 雨季强降雨时,

水位涨幅大, 受附近河涌影响, 每天水位落差约 1.0 m。

②地下水。

场地地下水主要有两种类型: 一是第四系地层中和松散岩类孔隙水; 二是基岩裂隙水, 主要赋存于强、中等风化带中, 具有承压性。地下水运动主要受地形、地貌控制, 车站及明挖段周边地形平坦、起伏小, 地下水水平运动较缓慢, 地下水的渗流方向由较高水头处向较低水头处渗流, 流速低, 流量小。受地形地貌的控制, 地下水径流总体上为由北西向东南方向往陈村水道排泄, 垂直上主要为大气蒸发排泄。

1.3 围护结构设计及施工方法

本车站主体围护结构采用地下连续墙。主要施工参数如下:

广州南站车站基坑长约 205 m, 宽约 22.7 m, 标准段基坑深度约 15.83 m。本车站围护结构采用 800 mm 厚地下连续墙+三道内支撑: 基坑两端采用三道 $800 \times 800 \phi$ 斜撑支撑; 中部采用一道 800×800 m 混凝土支撑+两道 $\phi 609$ ($t=16$) 钢支撑+间距 9.0 m 的临时立柱, 其中采用 2 根 800×800 砼直撑代替两端的第二三道钢支撑。

1.4 风险分析

①工程自身风险。

本场地广泛分布有素填土及少量杂填土, 土质不均。

【作者简介】何小波 (1993-), 男, 中国重庆人, 本科, 助理工程师, 从事深基坑开挖研究。

本场内软土主要为淤泥、淤泥质土，呈流塑状态，有腥臭味，具高含水量，高触变性，高压缩性，低强度，自稳能力差的特征，其主要工程地质问题是强度低。

②工程周边环境风险。

广州南站位于国铁广州南站西广场北侧地块内，国铁广州地铁南站西广场地下，沿地块南北向布置。车站站前带有折返线，车站起始端位于石山大道与南站北路十字路东南角人行道下方，与林岳站—广州南站区间相接；车站终点里程端临近广州地铁2号线区间隧道及广州地铁南站，距广州南站2号线区间隧道最小距离（基坑东南角）13 m，距广州南站7号线区间隧道最小距离（基坑东南角）28.34 m，距广州地铁南站矮风亭（活塞风口）最小距离（基坑东北角）3.28 m。

2 监测目的

基坑开挖是一个动态过程，与之有关的稳定和环境影响也是一个动态的过程。由于地质条件、荷载条件、材料、施工条件等复杂因素的影响，很难单一地从施工过程中遇到的问题。其一，必须在基坑开挖期间及基坑支护期间对基坑整体的支护结构上及周边环境开展现场监测工作，保证在施工过程中基坑的安全性。其二，为工程施工决策、设计修改、工程施工、安全保障和工程质量管理提供准确有效的监测资料和依据。其三，在施工过程中通过监测数据可以反映基坑施工变形的状况，以便在施工过程中施工单位根据监测数据对施工现场进行存在风险的处理。其四，还通过对监测数据的分析，为以后的设计及施工积累经验。通过对本工程围护结构及周边环境的监测主要达到以下目的：

①对基坑施工期间基坑围护结构变形、其他与施工有关的项目进行监测，并且与设计值给出的控制值和监测数据的对比，经过数据处理及分析可以反映出基坑的整体变化情况，确保基坑在施工期间和周边设施的安全稳定。

②确保在基坑影响范围内开挖期间对周边的建（构）筑物、地下管线的安全，为在基坑施工期间对周边建（构）筑物、地下管线等提供准确的监测数据。

③为修正设计和施工参数、估计在施工过程中基坑变形的趋势及确保工程质量提供有效的监测数据，是设计和施工的重要手段之一。

④为理论验证提供对比数据，为修改施工方案提供有效依据，通过实现“信息化施工”为类似工程积累相关的经验。

3 主测断面监测情况

广州南站一期结构土方开挖期间，地表缓慢沉降，至底板浇筑完毕后地表已不再像土方开挖期间缓慢下沉，地表沉降有收敛趋势；支护结构桩顶竖向位移在广州南站一期施工过程中，支护结构桩顶竖向位移变化数据较小，可以反映出在施工过程中对墙体竖向位移影响较小；在广州南站一期结构施工过程中，周边地表管线影响相对较大，在土方开挖

阶段，管线监测点缓慢沉降，直至中板结构施工完毕后，周边地表监测点不再像土方开挖阶段继续缓慢下降，可以明显看出数据有收敛的趋势；在广州南站结构施工过程中，对周边地下水影响较小；在广州南站一期结构施工中对支撑轴力影响较大，在施工过程中，支撑轴力 ZCL-01-01 累计值超控制值达到红色预警标准。从表 1 可以看出，在施工过程中第二道支撑受力大于第一道和第三道支撑；支护结构桩顶水平位移监测点支护数据较小；在基坑施工过程中，对支护结构墙体水平位移影响较小，支护结构墙体水平位移最大累计值约 12 mm。

综上所述，在基坑开挖过程各监测点累计值均向预警标准靠拢，在结构施工至结构施工完毕，各监测数据显示有收敛点趋势，且在施工过程中导致支撑轴力累计值发布红色预警，由于支撑轴力受外界影响因素较大，导致支撑轴力在监测过程中变化幅度相对较为明显，且在结构施工中有收敛的趋势，判定基坑整体安全可控。

4 主测断面沉降槽监测情况

如图 1 所示，土方开挖至结构施工期间周边地表沉降相对较小，而结构施工期间周边地表沉降变化相对较大，结构施工完毕到目前为止沉降依然存在，但明显已趋于稳定。

综合分析结论为：①监测断面覆盖范围合理，可认为广州南站一期主体基坑开挖影响范围为 45 m（3 倍基坑开挖深度），沉降槽曲线形状基本符合理论规律。②贴近基坑处第二排点累计变化相对第一较小，是由于二排点位于机械行走及材料堆放区域，受外界因素影响较大。相对而言对第一排测点的影响较小，推断第一排测点数据比较准确地反映基坑开挖对周边土体沉降的影响程度。③基坑西侧第一排测点沉降值大于基坑东侧第一排测点沉降值是西侧处于污水顶管处，且周边地表未进行硬化，施工过程中有机械反复碾压，导致西侧第二、三排点累计值沉降大于东侧第二、三排点累计沉降值。④预计广州南站一期结构施工完毕后最终累计沉降达到 -15 mm 左右。

5 总结及建议

在施工过程中，对支撑轴力影响较为明显，由图中可以看出支撑轴力 ZCL-01-02 监测数据累计值最大，可以反映出在广州南站一期施工过程中，对第二道支撑的影响较大，由此可得出在第二道支撑的受力也最大；广州南站一期施工过程中对支护结构桩顶竖向位移、支护结构桩顶水平位移、支护结构墙体水平位移、支护结构土体水平位移及地下水位影响较小；由沉降槽曲线中可以反映出在基坑施工过程中，基坑边第二、三排点沉降最为明显，可以推断出在基坑施工过程中，由于车辆的反复碾压、材料的堆放等原因，导致第二、三排点累计沉降值最大，且均未达到预警标准。综上所述，广州南站一期施工过程中，各监测数据相对较稳定，判定基坑整体安全可控。

表 1 ZQT-02 历时监测数据及曲线图

深度 (m)	2019.7.22 (mm)	2019.8.6 (mm)	2019.9.10 (mm)	2019.10.26 (mm)	2019.11.20 (mm)	2019.12.18 (mm)	2020.1.15 (mm)	监测深度一位移变化量 曲线图
0.5	0.00	-11.46	-3.69	4.08	5.98	8.94	11.88	
1	0.00	-4.67	-0.47	3.72	4.74	8.12	10.96	
1.5	0.00	7.02	5.18	3.35	3.99	6.60	9.21	
2	0.00	8.97	6.26	3.55	3.92	6.78	9.53	
2.5	0.00	10.24	6.75	3.26	3.51	5.98	8.62	
3	0.00	12.12	7.56	3.01	4.07	6.22	8.53	
3.5	0.00	13.11	7.98	2.85	4.00	5.73	7.70	
4	0.00	13.92	8.41	2.90	3.90	5.95	7.57	
4.5	0.00	12.46	7.38	2.30	4.37	6.82	8.13	
5	0.00	11.65	6.85	2.05	3.71	6.49	8.24	
5.5	0.00	11.83	6.78	1.73	2.58	5.52	7.01	
6	0.00	14.13	7.79	1.44	3.25	6.24	6.95	
6.5	0.00	13.31	7.20	1.08	3.08	6.05	6.56	
7	0.00	11.57	6.17	0.78	2.68	5.18	5.70	
7.5	0.00	10.01	5.38	0.75	2.67	5.04	5.31	
8	0.00	11.71	6.34	0.97	2.95	5.39	6.02	
8.5	0.00	11.94	6.41	0.88	2.86	4.76	5.51	
9	0.00	11.52	6.30	1.07	3.20	5.31	5.95	
9.5	0.00	10.12	5.65	1.17	2.80	4.48	5.34	
10	0.00	8.61	4.75	0.90	2.46	4.16	5.26	
10.5	0.00	8.97	4.92	0.86	2.55	4.31	5.75	
11	0.00	9.13	4.98	0.82	2.18	3.91	4.84	
11.5	0.00	9.84	5.35	0.86	1.33	2.63	3.60	
12	0.00	10.01	5.36	0.71	1.53	2.56	3.04	
12.5	0.00	8.49	4.59	0.69	1.43	1.83	2.24	
13	0.00	8.14	4.19	0.25	0.64	1.25	1.48	
13.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

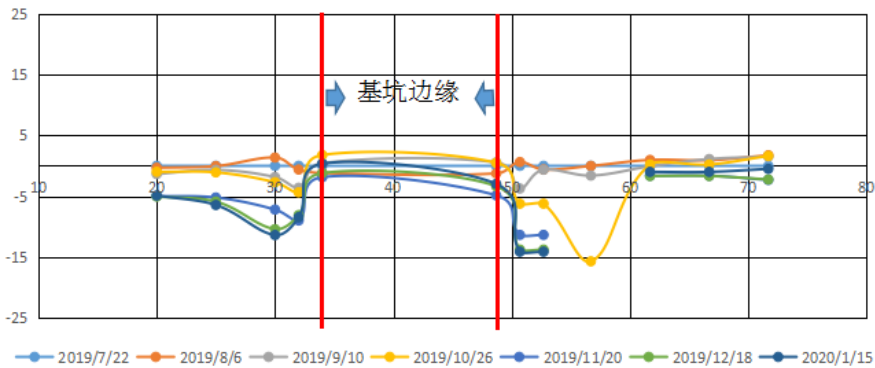


图 1 监测断面沉降槽示意图

参考文献

[1] 常士骧,张苏民.工程地质手册[M].4版.北京:中国建筑工业出版社,2007.

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑基坑工程监测技术标准[M].北京:中国建筑工业出版社,2020.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.城市轨道交通工程监测技术规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2014.

[4] 刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].2版.北京:中国建筑工业出版社,2009.

[5] 任懿.黄土隧道软弱土层施工技术[J].西昌学院学报:自然科学版,2013(1):51-54.

[6] 黄宏伟,顾雷雨,王怀忠.城市地下空间深开挖施工风险预警[M].上海:同济大学出版社,2014.