

文章编号: 1673-9469(2014)03-0017-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-9469.2014.03.005

超深基坑内支撑拆除过程中基坑变形律研究

刘波, 刘清楠, 赵一燕

(中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院, 北京 100083)

摘要: 针对超深基坑工程内支撑拆除过程中基坑变形的问题。以深圳福田区1号地工程为研究背景, 介绍了超深基坑监测方案, 对支护桩体深层水平位移, 周围地表沉降, 立柱沉降及支撑轴力等项目进行了现场监测, 分析了内支撑拆除过程对支护桩体深层水平位移, 周围地表沉降及支撑轴力的影响。分析结果表明: 基坑周围的地表沉降随着支撑的不断拆除表现出明显的时间性和空间性; 支护桩体深层水平位移近似于最大值点随拆撑过程不断上移的抛物线型分布; 支撑分担的土压力随拆撑过程也在发生不断变化, 并且横向支撑分担的土压力呈不断增大的趋势。由监测结果可知, 该工程拆除方案合理, 效果较好, 满足设计和环境的要求。

关键词: 超深基坑; 现场监测; 内支撑拆除; 内支撑; 拆除; 基坑变形

中图分类号: TU45

文献标识码: A

The study of deformation law of a super deep foundation pit in the process of dismantling inner support

LIU Bo, LIU Qing-nan, ZHAO Yi-yan

(School of Mechanics, Architecture & Civil Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China;)

Abstract: The deformation monitoring and analysis in the process of dismantling inner support is crucial. In this paper, a super deep foundation pit engineering was taken as the research background, the rule of a deep horizontal displacement of the supporting structure, ground settlement, vertical settlement and axial force of support in the demolition process of support were monitored and analyzed. It was obtained that the settlement of surface ground around the foundation shows spatial and temporal clearly and the distribution of deep horizontal displacement of supporting structure is similar to the parabolic whose the maximum point constant upward shift with supporting continuous removed. Soil pressure of supporting shared with support removing process changed obviously, and the earth pressures of lateral support sharing show increasing trend. From the monitoring results, the demolition scheme is reasonable and effective and meets with the requirements of design and environment.

Key words: super deep pit; field monitoring; inner support; demolition; deformation

随着我国经济的不断发展, 建设规模进一步扩大, 城市中密集的建筑物、大深度的基坑及周围复杂的地质环境, 使得超深基坑的开挖、支护、支撑拆除等问题的研究成为土木工程界关注的热点^[1]。有关深基坑开挖过程中变形监测的研究很多, 也比较深入。文献[2]运用分析软件进行了深基坑动态施工模拟, 指出预应力锚索复合支护结构能有效地控制深基坑变形及地表沉降。文献[3]介绍了国内外明挖基坑施工监测系统建立的方法和标准。文献[4]指出基坑开挖过程中, 围护

桩的最大水平位移的发生位置逐渐下移, 桩侧土压力层状分布较为明显。文献[5]采用反演分析对基坑变形进行数值模拟, 预测不同开挖深度时基坑的位移变形量, 实际监测结果与预测值基本一致, 为基坑的设计和施工提供可靠的依据。

可见, 以往在深基坑工程的研究与设计, 重点以保证基坑开挖过程中的稳定与变形为目的, 而支撑拆除对基坑变形的影响很容易被人们忽略。多数超深基坑的支护结构在开挖过程中尚无破坏迹象, 而当支撑拆除后, 支护结构往往会发生

收稿日期: 2014-06-17

作者简介: 刘波(1970-), 男, 教授, 博士生导师, 从事城市地下工程、矿山建设工程领域的研究

2 监测结果分析

2.1 支护桩深层水平位移分析

该超深基坑工程布置支护桩深层水平位移监测孔为 QS1 ~ QS8。图 2、3 分别为基坑长边和短边支护桩体在内支撑拆除过程中的深层水平位移 (变形) 监测结果。

如图 2、3 所示,支护桩体的变形呈缓慢发展趋势,而当第二道支撑拆除,支护桩体的变形开始加快。由图 3(a) 可知,当第一道内支撑拆除完成时,基坑北侧 QS1 深层水平位移达到最大值,为 33.0 mm,位于埋深 10.0 m 处。曲线特征还表明,支护结构深层水平位移近似于最大值点随拆撑过程不断上移的抛物线型分布,最大值点集中在深度 10.0 m 处,约为支护桩长的 1/5 深度处。通过基坑长、短边支护桩变形监测成果对比结果可以看出,基坑短边监测点支护桩体变形明显大于基坑长边。出现上述现象的主要原因有两个:一是

基坑平面尺寸效应,长边与短边受到坑角效应的影响程度存在明显的差异^[7];二是 QS1 点位于地铁车站口附近,地铁车站结构的存在,阻断了坑周土层的位移传递路径,使得地铁结构与支护结构通过土体的相互作用,导致土体位移场发生变化,促使其附近基坑支护桩体深层水平位移明显大于其他点。可见,超深基坑支护桩体变形大小与周边是否有构筑物密切相关,且表现出显著的时空效应。

2.2 支撑轴力分析

支撑轴力监测是超深基坑内支撑拆除监测的一项十分重要的内容。为了及时有效地监测内支撑轴力的变化情况,本文分别选取了位于基坑中部和南部有代表性的监测点 ZL10(纵向支撑)、ZL12(横向支撑)轴力变化情况进行分析。图 4 为第一道内支撑两个监测点轴力随时间变化趋势图,图 5 为 ZL10 支撑轴力随时间变化曲线。

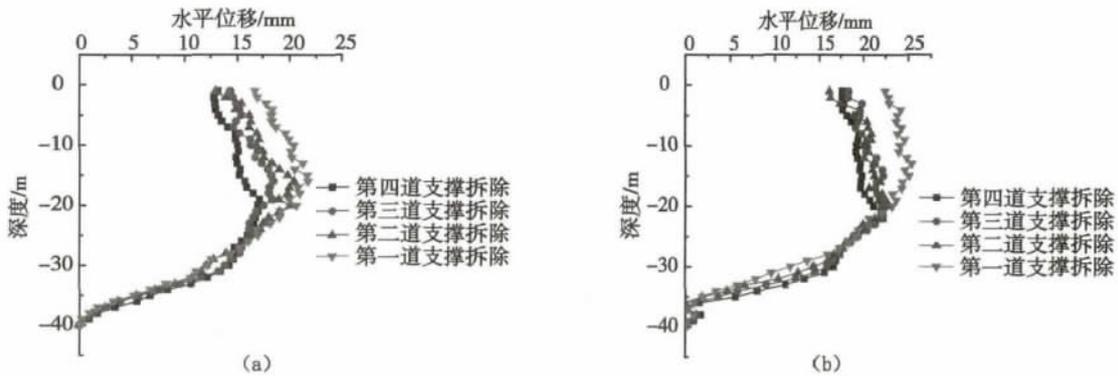


图2 基坑长边支护桩体QS3、QS8点深层水平位移监测成果

Fig. 2 Monitoring data of deep horizontal displacement of the supporting piles QS3, QS8 of foundation pit long side

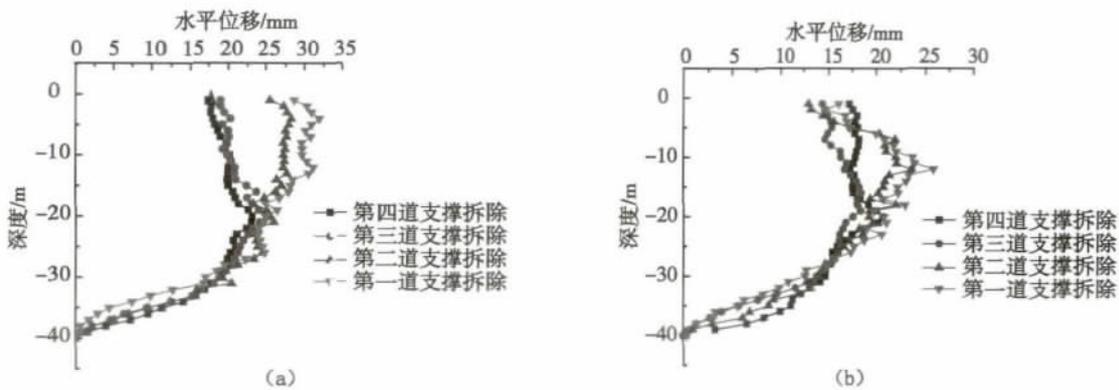


图3 基坑短边支护桩体QS1、QS6点深层水平位移监测成果

Fig. 3 Monitoring data of deep horizontal displacement of the supporting piles QS1, QS6 of foundation pit short side

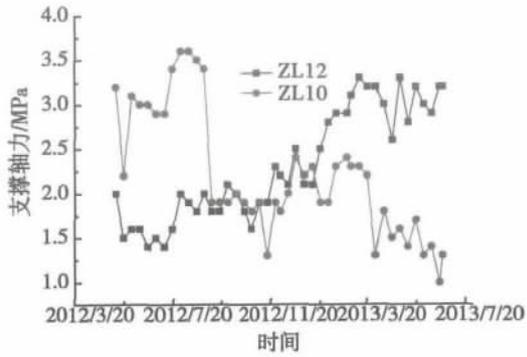


图4 第一道内支撑轴力随时间变化趋势图

Fig.4 The trend graph of first inner supporting axial force changing with time

由图4可得:支撑轴力随着时间呈现锯齿型波动且幅度较大。这是由于基坑支撑拆除过程中不断地拆拆停停,桩后土体与支撑反复相互作用而导致的结果。通过ZL10与ZL12的对比可以看出,在支撑拆除过程中,基坑横向支撑(ZL12)的轴力在不断增大,纵向支撑(ZL10)产生突降,降低的幅值为2.25 MPa左右,这说明由于基坑不断拆撑卸荷导致桩后土压力不断发生重新分布,且长边的土压力不断增长导致横向支撑轴力不断增大,而短边存在明显的土拱效应导致纵向支撑轴力呈现突变性的减小。因此在此过程中要及时监测支撑轴力的变化情况,以确保基坑施工过程中的安全。

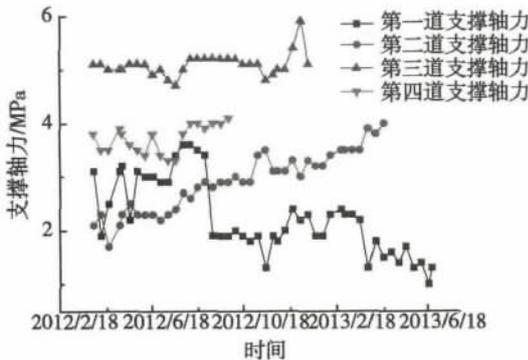


图5 ZL10支撑轴力随时间变化曲线

Fig.5 The curves of ZL10 support axial force changing with time

从图5可以看出,支撑轴力的变化大小与支撑拆除顺序及其速度有很大关系。每道支撑的拆除会对其它支撑产生很大的影响^[6],当第四道支撑拆除时,第三道支撑与第二道支撑的轴力会出现滞后性的增大,第一道支撑的轴力突然减小,当第四道支撑拆除时第三道支撑的支撑轴力达到最大值,为6 MPa;而第一道支撑轴力突然出现大幅度的减小,减小幅度为1.8 MPa。这是由于当某道

支撑拆除时必然会导致土压力的重新分布与支撑分担的土压力的变化,并且与其相邻的支撑受到的影响表现出明显的不均匀性的缘故。

2.3 地表沉降分析

该超深基坑周围的环境监测,沿基坑周围布置有20个沉降监测点,即设置了5个剖面,每个剖面上布置4个监测点。5个监测剖面每个测线长17 m,每个剖面上测点间距分别为1、3、5、8 m,监测点具体位置如图1所示。

本文为了研究的方便,选择了有代表性的3个剖面对支撑不同的拆除阶段的地表沉降曲线进行研究,如图6~图9所示。

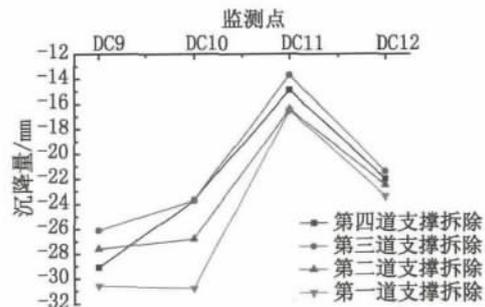


图6 DC9-DC12剖面沉降值

Fig.6 Settlement value of section DC9-DC12

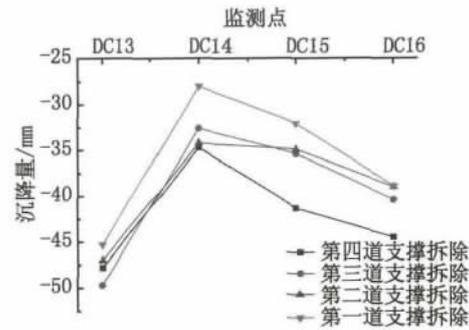


图7 DC13-DC16剖面沉降值

Fig.7 Settlement value of section DC13-DC16

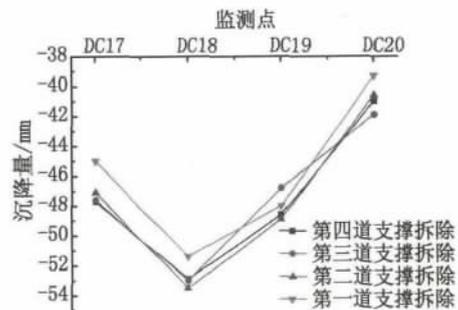


图8 DC17-DC20剖面沉降值

Fig.8 Settlement value of section DC17-DC20

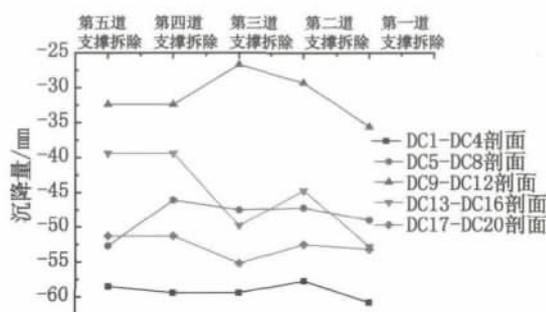


图9 支撑拆除阶段与各剖面沉降最大值
Fig.9 Demolition stage of supporting and the maximum subsidence of each section

从各剖面沉降曲线可以看出,在支撑拆除过程中,基坑周围的地表沉降表现出明显的空间效应,沉降曲线并不是传统的单一的盆形、三角形或者抛物线形,而是在不同的空间位置呈现不同的沉降曲线;位于基坑南侧的位置基坑的DC17-DC20剖面沉降曲线呈盆形,基坑的北侧DC9-DC12剖面沉降曲线呈抛物线型和盆型的组合形式,基坑的西侧沉降曲线呈抛物线型,即DC13-DC16剖面。图9为基坑内支撑拆除的不同工况下各剖面的沉降最大值,在第四道支撑拆除之前,从基坑壁向外沉降基本上位于同一水平直线上。第四道支撑拆除后,各剖面的沉降量发生明显的变化,至第一道支撑拆除时的基坑东南侧DC1-DC4剖面沉降值达到了整个拆除过程的最大值,其值为62 mm。出现这种情况的原因主要是,由于在第一道支撑拆除之后,各种外界因素的影响使浇筑完成楼板未及时达到其理想的强度。基坑几乎处于无内支撑状态,桩后土压力重新分布引起支护桩在水平方向上发生向基坑侧的位移,支护桩后的土体相应的会发生移动,从而导致基坑周围的地表沉降,在拆除第一道支撑之前应及时监测地表沉降变化情况并对地表采取必要的加固措施。

由于时间与场地条件等原因,选取的监测断面及每个断面上的监测点虽然未能全面地反映拆撑过程中地表沉降变形规律,但可以较准确地把握总体的变形趋势。根据地表沉降总体趋势可以推断发生最大沉降量位于支护桩后在1~3 m范

围内,最大沉降量为62 mm,尚在设计允许范围内,且各测点的沉降量随着空间位置和拆撑过程表现出明显的差异性。

3 结论

1) 在超深基坑内支撑拆除过程中,支护结构各点的水平位移与基坑周围地表沉降表现出明显的时空性,即支护桩的水平位移随拆撑过程呈现不同的变化趋势,且位于构筑物附近较大;基坑周围地表沉降随着基坑的不断拆除也在不断的增大,尤其当第一道支撑拆除时基坑东南侧出现了62 mm左右的沉降值。

2) 超深基坑工程拆撑卸荷过程中,支护桩后土压力会发生重新分布,支撑分担的土压力也在发生不断变化,并且某道支撑拆除时其相邻的支撑受到的影响表现出明显的不均匀性。

3) 由监测结果可知,该工程拆除方案合理,效果较好,满足设计和环境的要求。

参考文献:

- [1] 顾拥武. 深基坑钢支撑拆除后围护桩稳定性影响分析[J]. 铁道标准设计, 2007(6): 125-127.
- [2] 孙凯, 许振刚, 刘庭金, 等. 深基坑的施工监测及其数值模拟分析[J]. 岩土工程学报, 2004, 23(2): 293-298.
- [3] 胡春林, 罗仁安, 忻远跃. 高层建筑深基坑开挖施工期的监测和险情预报[J]. 岩土力学, 1996, 17(2): 64-69.
- [4] 李涛, 周志龙, 刘波, 等. 盾构井深基坑围护结构变形规律及信息化施工研究[J]. 西安理工大学学报, 2012, 28(3): 361-366.
- [5] 石汉生, 周念清, 周洪波. 港湾广场(一期)深基坑变形监测与分析[J]. 岩土工程技术, 2007, 21(6): 280-284.
- [6] 张忠苗, 房凯, 刘兴旺, 等. 粉砂土地铁深基坑支撑轴力监测分析[J]. 岩土工程学报, 2010, 32(1): 426-429.
- [7] 郑刚, 焦莹. 深基坑工程设计理论及工程应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

(责任编辑 王利君)