

加筋水泥土锚桩基坑围护结构监测与数据分析

陈卫刚¹ 刘全林^{2,1}

(1. 安徽理工大学土木建筑学院,安徽淮南 232001;2. 上海强劲基础工程技术咨询有限公司,上海 200235)

【摘要】 水泥土锚桩是一种主动加固土体的基坑支护技术,目前在上海、江苏等地应用较为广泛。以常熟市万豪轻纺城淤泥质深基坑水泥土锚桩支护为例,分析施工过程中围护结构及周围环境变化的监测数据,证实该支护结构安全可靠、节约投资。

【关键词】 基坑工程;水泥土锚桩;监测分析

【中图分类号】 U 213.152.1

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2009.05.008

Monitor and Analysis on Excavation With Cement-soil Anchor Pile

Chen Weigang¹ Liu Quanlin^{2,1}

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, Anhui, China;

2. Shanghai Qingjin Engineering and Technology Consulting Co., Ltd. Shanghai 200235, China)

【Abstract】 Cement-soil anchorage is an initiative technology to reinforce soil excavation and getting more Application in shanghai and jiangsu. By an example which is changshu-wanhao light textile city, analysis the monitoring data about the envelope construction and surrounding environment during Construction process, Confirm this support structure is safe, reliable and economical.

【Key words】 excavation; cement-soil anchor pile; monitor and analysis

0 引言

水泥土锚桩是利用旋喷钻机按一定的角度(与水平夹角为 15°~20°)在土体中成孔(孔径一般为 500 mm),在成孔的同时,通过旋喷机向土体喷射水泥浆,并充分搅拌形成桩体,同时将加筋体(钢绞线)带入桩体中,从而形成加筋水泥土锚桩^[1]。它集挡土、防水、抗滑于一体,适用于砂土、粘性土、粉土、杂填土、黄土、淤泥质土等土层中,尤其对淤泥质土基坑变形控制效果显著^[2]。

1 基坑工程概况

常熟市万豪轻纺城基坑工程位于常熟市招商城

路的五号桥以南、常兴路以西、张家港河以东。常兴路、招商南路交通繁忙,在施工期间不能影响正常的交通,车辆的碾压和震动,对工程的影响很大。基坑南侧距居民住宅区仅 10 m,故该工程所处的施工环境对基坑的变形控制要求较高。

基坑开挖面积约 28 000 m²,基坑开挖深度为 6.5 m,局部深 7.1 m、9 m,基坑安全等级为“二级”。基坑开挖范围内地层情况见表 1。基坑区域年平均高地下水埋深为地表面下 0.5 m,低地下水埋深为地表下 1.5 m。

表 1 地层分布及物理力学性质

地层序号	地层名称	地层厚度 /m	状态或密度	重度 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	固结快剪指标		渗透系数 $k/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
					c/kPa	$\varphi/(\text{°})$	
①-1	杂填土	0.9	松散	18	20	15	
①-2	素填土	1.75	可塑	17	23	6.5	1.3×10^{-4}
②-1	淤泥质粉质黏土	15.5	流塑	16.3	13	4.2	3.1×10^{-6}
②-1A	粉土	3.0	稍密	18	12	26.9	7.6×10^{-4}
③	粉质黏土	10.0	可塑到硬塑	18.9	23	16.4	2.2×10^{-5}
④	粉土	10.0	可塑	18.6	21	18.1	

该基坑原设计采用3.0m厚的格栅重力式水泥土搅拌桩墙结构,局部1m厚,开挖3m时发生倾覆性变形,经及时回填后,变形得到控制。

2 围护结构设计方案优化

为了确保基坑围护结构的稳定和周边环境的安

全,在原支护结构基础上,设计采用“多排水泥土锚桩”的支护方案,围护结构剖面见图1,水泥土锚桩结构设计参数见表2。

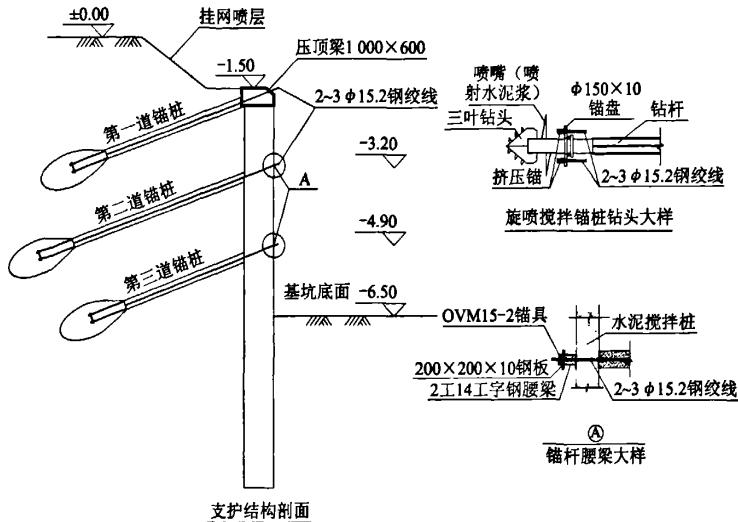


图1 水泥土锚桩支护结构示意图

表2 水泥土锚桩支护主要参数

桩号	位置/m	超挖/m	水平倾角/(°)	长度/m	水平间距/mm	钻孔直径/mm	加劲类型	预拉力/kN
A1	-1.50	0.50	15.00	11.00	1200.00	500.00	2 * 15.2	60.0
A2	-3.20	0.50	15.00	13.00	1200.00	500.00	2 * 15.2	60.0
A3	-4.90	0.50	15.00	12.00	1200.00	500.00	3 * 15.2	60.0

水泥土锚桩支护结构设计采用“加筋水泥土锚桩支护技术计算软件”进行设计计算,并与原支护方

案对比分析(见表3、图2),从而显示出水泥土锚桩围护结构的安全性。

表3 围护结构安全性指标参数对比

项目	预警值	格栅重力式水泥土搅拌桩	水泥土锚桩
支护结构水平变形	0.006 H (H 基坑深度) (本工程控制为 4 cm)	开挖 3m 时发生倾覆性变形 (支护失败)	最大变形量 22.6 mm
稳定性安全系数	≥1.17		1.68
抗隆起稳定安全系数	≥1.70		9.47
抗渗流稳定安全系数	≥1.08		2.40

3 监测方案

基坑变形监测点的布设,以“全面监测,重点突出”为原则,平面位置力求对称,对土体变形发展趋势敏感^[3]。监测项目包括:基坑顶部水平、垂直位移监测,基坑外侧土体深层水平位移监测、相邻道路沉降及周边建筑物的沉降监测、锚索应力监测、地下水

位监测^[4-5]。各测点位置布设见图3。

基坑预警控制标准:围结构水平位移不超过 2 mm/d,累计最大水平位移不超过 40 mm;沉降量不超过 2 mm/d;锚索应力大于设计值的 80%;坑外地下水位变化不超过 1000 mm/d。

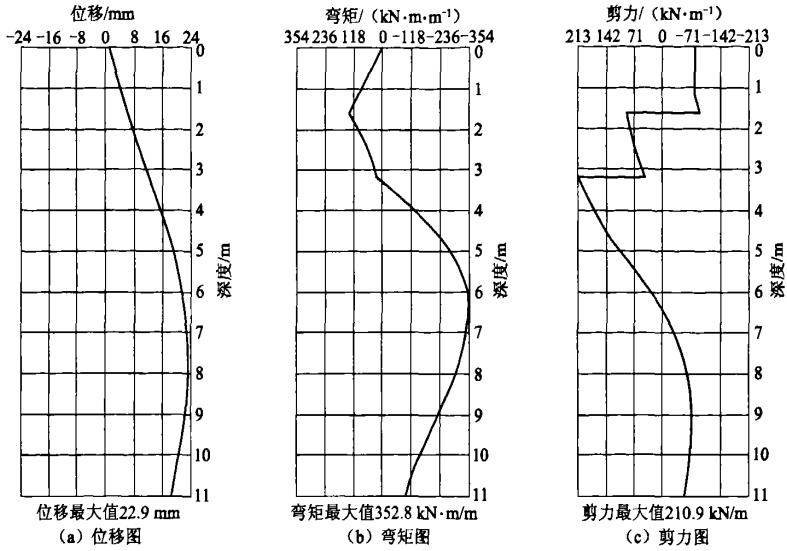


图2 斜锚桩围护结构内力变形

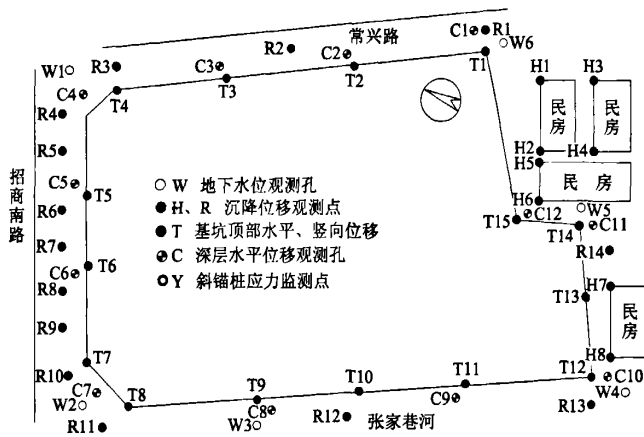


图3 基坑监测测点布置示意图

4 监测结果及分析

4.1 围护结构

4.1.1 桩顶水平位移

基坑原设计方案开挖至-3 m时发生倾覆,墙顶最大水平位移为 60 mm,超过警戒值,沿邻近道路有裂缝产生。采用水泥土锚桩支护方案后,在基坑开挖初期,尚未设置第一道斜锚,水泥土桩处于悬臂状态,发生较大的水平位移,其值为-26 mm,为原方案的 43%左右。第一道斜锚施工完成,施加预应力后,桩顶水平位移得到很好地控制,后续施工中监测发现,其值趋于平稳,没有发生大的变化(见图 4)。监测结果说明,预应力斜锚桩能很好地控制桩顶水平位移,改进的方案是成功的。

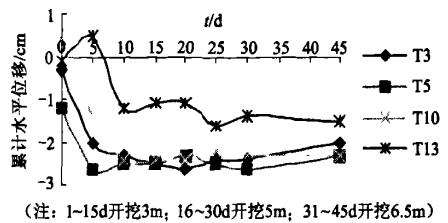


图4 桩顶水平位移时程曲线

4.1.2 斜锚桩应力

基坑西侧邻近招商南路,且车流量很大,对基坑影响大,以此处 Y1、Y5 锚索应力监测点为例,分析基坑斜锚桩应力变化。锚索施加预应力为 60 kN,第一次测试为 49 kN,预应力部分损失,变化曲线见图 5。分析原因,邻近道路车流量大,且注浆体未完

全凝固,造成预应力损失。随后测试,锚索应力仅为29 kN,随着注浆体凝固,应力有所增加,且趋于平稳。后续施工中减小了锚桩的水平 and 竖向间距,以防止基坑变形过大。第二排锚索测试其预应力值为50 kN,为设计值的83%,达到设计标准。

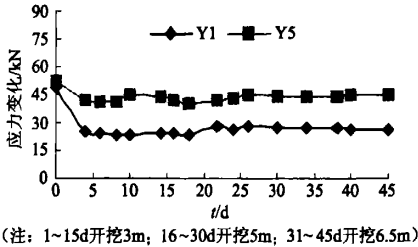


图5 Y2锚索应力典型曲线

4.2 周边环境

4.2.1 地面沉降

地面沉降由基坑水平位移和地下水水位下降引起。由于水泥土桩止水效果较好,监测结果显示,地下水水位变化趋于平稳,对沉降基本无影响,故沉降主要由基坑水平位移所致。

基坑周边居民房沉降总体上没有太大的异常变化,累计最大沉降量为仅为-2.1 mm,最大速率为-1.6 mm/d,均在控制的范围内。当底板浇筑完工后,对围护结构侧向变形产生约束,水平位移得到控制,且邻近建筑发生少许的回弹,测点H4和H6回弹较明显,累计最大回弹量为1.2 mm。沉降量时程曲线见图6。由于施工造成建筑物沉降H8测点损坏,数据异常,后重新布设,变化不大。

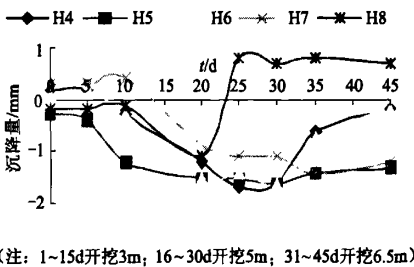


图6 居民房沉降量时程曲线

4.2.2 地下水水位

监测结果显示,基坑开挖初期,部分角点处地下

水位有所上升。水位观测点W2、W4处水位突升0.70 m,分析原因是第一层斜锚桩压力注浆挤压导致水位升高,其它测点水位也有明显上升,但随着第一层斜锚桩施工完成,地下水水位变化趋于稳定(见图7),后续斜锚桩施工对地下水水位影响不大,总体趋于平稳。

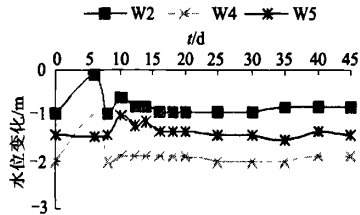


图7 地下水水位变化时程曲线

5 结论

1)本工程采用水泥土锚桩,工期比原计划提前60多天,与其它支护形式相比,经济高效,对淤泥质土基坑变形控制效果显著,得到了设计的预期目标。

2)施工的水泥土锚桩有预应力损失,损失率一般在15%~18%,要更有效地控制基坑变形,锚具应分期校正其张拉力。

3)水泥土锚桩施工时,注浆压力对地下水水位影响较大,施工中应该严格控制注浆压力。

参考文献

[1] 刘全林,杨有莲. 加筋水泥土斜锚桩基坑维护结构的稳定性分析及其应用[J]. 岩石力学与工程学报, 2005,24(2):59-64.
 [2] 李先奎,李鹤. 加筋水泥土、水泥土地锚(LXK工法)在广州地区大型基坑支护中的应用[J]. 建筑施工,2001(6):48-49.
 [3] 刘建航. 基坑工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000:99-100.
 [4] JGJ 120-99 建筑基坑支护技术规程[S].
 [5] CECS 147:2004 加筋水泥土锚桩支护技术规程[S].