

某基坑工程土钉支护工作性状试验研究

熊 勃¹ 刘帅花²

(1. 广东省建筑设计研究院, 广东广州 510010; 2. 广州市金贸房地产开发有限公司, 广东广州 510610)

【摘 要】 通过对广州天河荟雅苑基坑工程土钉支护进行试验和研究, 分析了土钉支护体系的工作性状, 并为同类工程的设计提供了一定的依据。

【关键词】 土钉; 试验; 内力

【中图分类号】 TU 942

Experimental Study on Working Properties of Soil Nailing Excavation Supporting Engineering

Xiong Bo¹ Liu Shuaihua²

(1. The Architecture Design & Research Institute of Guangdong Province, Guangzhou Guangdong 510010;

2. Guangzhou Jin Mao Real Estate Development Co., Ltd, Guangzhou Guangdong 510610 China)

【Abstract】 Based on the experiment and study of the soil nailing excavation supporting of Huiyayuan in Tianhe Guangzhou, the characteristic of soil nailing supporting system is analyzed. The research provides a reference for similar engineering.

【Key Words】 soil nailing; experiment; endogen force

0 引言

土钉是一种基于新奥隧道法原理, 在天然边坡或人工开挖基坑土体中, 近于水平地设置加筋杆件并沿坡面设置砼面层, 使整体土工系统的力学性能得以改善的原位加筋技术^[1]。具有施工机具简单、投资省、结构轻、施工速度快等优点, 在广州地区基坑支护设计中被广泛应用。土钉的工作性能、基坑开挖深度与场地地质条件等对基坑支护的成败起着重要的作用, 本文根据一个具体的工程实例对土钉的工作性状进行了定量分析。

1 工程概况

荟雅苑位于广州天河北路、中天广场东侧, 为裙楼式建筑, 由三栋 32 层住宅大楼组成, 有二层地下停车场, 基坑深 11 m, 基坑东西长约 150 m, 南北宽约 50 m, 整个基坑平面面积约 7 500 m²。场地地层有杂填土(填砂)、冲积粉砂质粘土、残积粉砂质粘土、白垩系三元里段粉砂岩或含砾粉砂岩。由于场地土层的埋深不一, 基坑不同部位采用不同的支护结构体系, 在基坑的北部采用土钉墙支护^[2]。土钉支护段上、下共设计七道土钉, 第一道土钉位于地面

以下 1.0 m, 其余土钉的水平与垂直间距均为 1.5 m, 土钉选用 $\phi 25$ mm 二级螺纹钢筋, 倾角为 15°, 设计极限抗拔力为 120 kN^[3]。各层土钉的设计长度自上而下分别为 11 m、11 m、10 m、9 m、8 m、7 m、5 m。坡面钢筋网为 $\phi 6 @ 200$ mm \times 200 mm。

2 测试方案

取一个代表性剖面, 选取第二、第四、第六道土钉测试内力, 分别称为第一、第二、第三试验土钉(见图 1)。钢筋计按设计间距与其锚钉进行双面焊接, 各锚钉的钢筋计布置如下^[4]:

1) 第一试验土钉长 11 m, 沿长度方向由外向内分别在 2.5 m、4.5 m、6.5 m、8.5 m、10.5 m 处共布置 5 个钢筋计;

2) 第二试验土钉长 9 m, 沿长度方向由外向内分别在 2.5 m、4.5 m、6.5 m、8.5 m 处共布置 4 个钢筋计;

3) 第三试验土钉长 7 m, 沿长度方向由外向内分别在 2.5 m、4.5 m、6.5 m、处共布置 3 个钢筋计;

在基坑开挖过程中, 根据开挖深度或时间对埋设的钢筋计进行测试。

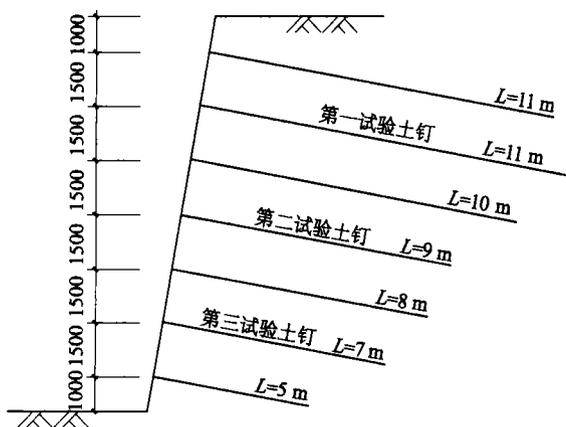


图1 土钉及钢筋计布置示意图(单位:mm)

3 试验研究

各次测试时基坑相应的施工状态为:3月11日基坑开挖至5m左右;3月31日开挖至7m;4月29日开挖至9m;5月15日开挖至10m左右。各元件不同阶段的内力测试结果见下表1—表3。

表1 第一试验土钉内力与时间的关系

测试时间	土钉内力/kN				
	2.5 m	4.5 m	6.5 m	8.5 m	10.5 m
初始	0.2	0	0	0	0
3月11日	6.53		4.24	0	0.17
3月31日	0.31		11.72	0.19	0
4月29日	1.26		19.21	13.02	0
5月16日	3.14		23.32	16.97	0.17
5月21日	2.58		23.70	16.41	0.17
7月17日	2.20		26.32	15.69	-0.39

表2 第二试验土钉的内力与时间的关系

测试时间	土钉内力/kN			
	2.5 m	4.5 m	6.5 m	8.5 m
初始	0	0	0	0
3月13日	20.69	15.61	5.88	0.29
3月31日	46.35	40.77	19.71	3.24
4月29日	52.91	41.75	21.46	3.83
5月15日			30.81	

表3 第三试验土钉的内力与时间的关系

测试时间	土钉内力/kN		
	2.5 m	4.5 m	6.5 m
初始	0	0	0
5月15日	87.23		24.69
5月21日	91.90		25.68

3.1 土钉内力与基坑开挖深度关系

1)在基坑开挖期内,第一试验土钉的最大内力由3月11日测得的6.53 kN增大至4月29日的19.21 kN;第二试验土钉的最大内力由20.69 kN增

大至52.91 kN,第三试验土钉由安装几天后的87.23 kN增大至5月21日的91.90 kN。

2)基坑开挖期内,第一试验土钉的最大内力出现在2.5 m处的钢筋计上,随开挖深度的增大,最大内力出现在6.5 m处的钢筋计上,第二、第三试验土钉的最大内力出现在最外的钢筋计上。

根据以往土钉工作研究成果可以得知,土钉内的拉力分布是不均匀的,一般呈现中间大、两端小的规律,即最大拉力出现在临近破裂面处。土体产生微小变位才能使土钉受力,在面板附近土钉受力不大,这表明土钉已将其所受的大部分力传递到土体中去了。土钉墙位置越往下,土钉最大受力点越往面板处移动^[5]。可以看出,以上测试结果与该结论基本吻合。

3.2 土钉内力沿土钉长度分布情况

1)测试结果表明,第一根试验土钉最深处的元件,第二、三试验土钉在8.5 m、6.5 m处测得的内力始终比较小,这说明相应部位的锚固力未能得到较好的发挥。

2)第一试验土钉主要位于可塑状态的粉质粘土中,其内力沿整个钉长分布比较均匀;第二、第三土钉主要位于较好的岩土层内,其不同位置的内力相差较大。

对土钉墙的内部破坏分析,人们提出了许多简化分析方法,其中在实际工程中应用较为普遍的是王步云法,该方法假定滑移面为双折线,即上为直线、下为斜线,其土钉长度设计经验公式为^[6]:

$$L = mH + S_0 \quad (1)$$

式中: m ——经验系数,一般可取0.7~1.0;

S_0 ——止浆器长度,m,一般取0.8~1.5;

H ——边坡的垂直高度,m。

式(1)表明,影响土钉长度的关键因素为 H ,实际上,大量抗拔试验表明,对一级高度 H 小于12 m的土坡采用相同的施工工艺、在同类土质条件下,当土钉长度达到土坡垂直高度时,再增加其长度对抗拔力无显著提高。同时,按照弹性介质中土钉复合体的工作特性进行有限元分析,结果表明,土钉中应力分布的特点决定于土钉杆模量 E_k 与土体模量 E_s 之比。对于注浆型土体, E_k/E_s 大于10,可认为摩阻力沿土钉长度的分布是比较均匀的^[1]。这也为本文的上述两点测试结果提供了理论依据。

3.3 土钉内力与时间的关系

第一试验土钉在开挖期内及开挖后,内力增大幅度较小,个别元件甚至表现出减少,第二、第三试验土钉内力则一直增大,且增幅较大,见图2—图4。

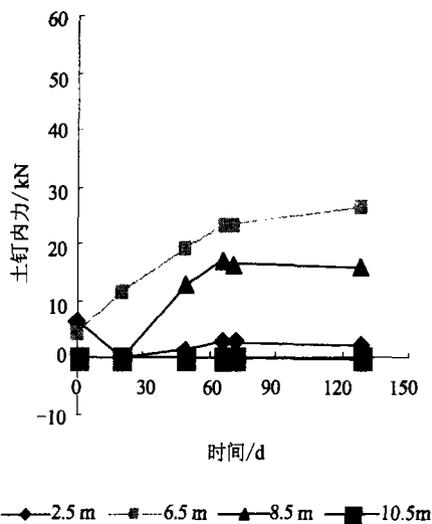


图2 第一试验土钉内力-时间关系曲线图

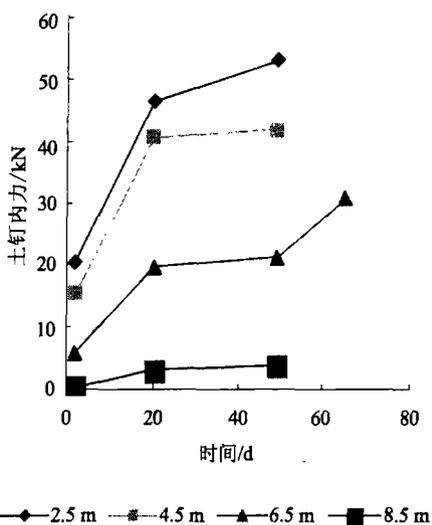


图3 第二试验土钉内力-时间关系曲线图

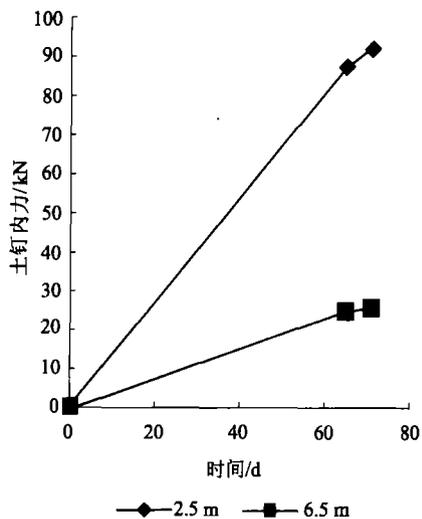


图4 第三试验土钉内力-时间关系曲线图

土钉的长期性能依赖于整个体系的蠕变可能性,蠕变是在持续不变的荷载下,由于土结构连续的重新排列而引起的随时间增加的变形,实际中发现水泥浆锚固体及钢杆的蠕变并不显著,而粘土浆产生大量蠕变位移^[1]。故土钉在基坑开挖后很长一段时间内其内力都可能呈增大趋势。故基坑开挖后暴露时间不宜过长。

4 结论

从测试结果及土钉墙工作机理分析可以得到如下结论:

1)在软土层中土钉的内力沿整个钉长分布较均匀,最大内力不大,而在较好的岩土层中,土钉在不同位置的内力相差较大,且峰值内力较大。故在设计时可适当调整土钉钢筋的大小。

2)土钉在进入土层一定深度以后,内力已很小甚至测不到内力,说明在相应部位的土钉及灌浆体的锚固力未能得到较好的发挥。故在设计时合理地选用土钉长度,可避免不必要的材料损耗。

3)土钉内力随基坑开挖深度的增大和开挖时间的增长而逐渐增大,且随时间的增长,土钉等构件受雨水侵蚀的作用越大,说明基坑开挖后暴露的时间越长,基坑侧壁的危险性越大。故基坑开挖后应及时进行地下工程的施工,地下工程施工完成并达设计强度后须及时进行基坑回填。

参 考 文 献

- [1] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 北京:中国建筑业出版社,2007:315-331.
- [2] 张 卫,余钦发. 广州市荟雅苑基坑支护及事故处理[J]. 广东地质,2000,15(4):61-63.
- [3] GJB 02—98 广州地区建筑基坑支护技术规定[S].
- [4] 唐孟雄,陈如桂,陈 伟. 深基坑工程变形控制[M]. 北京:中国建筑业出版社,2006:420-424.
- [5] 吴 睿,夏才初,陈 峰,等. 软土水利基坑工程的设计与应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002:57-62.
- [6] 李海光,等. 新型支挡结构设计工程实例[M]. 北京:人民交通出版社,2004:205-226.

收稿日期:2008-07-15