

锚拉桩深基坑支护预应力锚杆的现场测试研究

陶西贵 谭跃虎

(解放军理工大学工程兵学院, 江苏南京 210007)

【摘要】 通过预应力锚杆深基坑支护基坑变形性状和预应力锚杆拉力的现场测试研究, 获得了一些有益的结论, 对其在软土基坑工程中的推广和应用提供参考。

【关键词】 深基坑支护; 预应力锚杆; 测试

【中图分类号】 TU 473

The Test Study of Pre-Stress Bolt in Excavation Supportion

Tao Xigui Tan Yuehu

(Engineering Academy of Technology University, PLA, Jiangsu Nanjing 210007 China)

【Abstract】 Through the test study of tension and distortion of the pre-stress bolt in a deep foundation pit, Some profitable conclusions are obtained, which can offer some references for the application and spread of pre-stress bolt in soft soil area.

【Key Words】 excavation supporting; pre-stress bolt; test

0 引言

预应力锚杆支护体系利用岩土自身强度和自稳能力, 可有效控制土体和工程结构的变形, 在深基坑支护中得到广泛的应用。文献[1~3]对锚杆、混凝土及砂浆应力特征和荷载传递机理进行了研究。为对预应力锚杆支护基坑变形性状、受力特点有更加深入、直观的认识, 同时满足基坑施工监测的要求, 笔者进行了预应力锚杆支护结构的现场测试, 为该技术进一步推广提供了实践依据。

1 工程概况与地质条件

南京市某现代化多功能综合大厦, 位于南京市湖北路与中山北路交界处, 基坑占地约 5 000 m², 主楼 50 层, 裙楼 7 层, 地下室 3 层, 基坑深 18.9 m。建设场地属于长江二级阶地, 主要土层物理力学参数见图 1。

根据地质水文地质及周围建筑物基础类型, 确定采取锚拉桩预应力锚杆支护结合部分内支撑支护方案。锚拉桩预应力锚杆支护采用 $\phi 1.2$ m 的人工挖孔桩作为支护桩, 两支护桩间设置两道锚杆, 每个断面共设置 4 层锚杆(见图 2), 锚杆倾角为 15°。锚杆均二次注浆, 预应力锚固。在深基坑内设置集水疏干井的明排水方式。

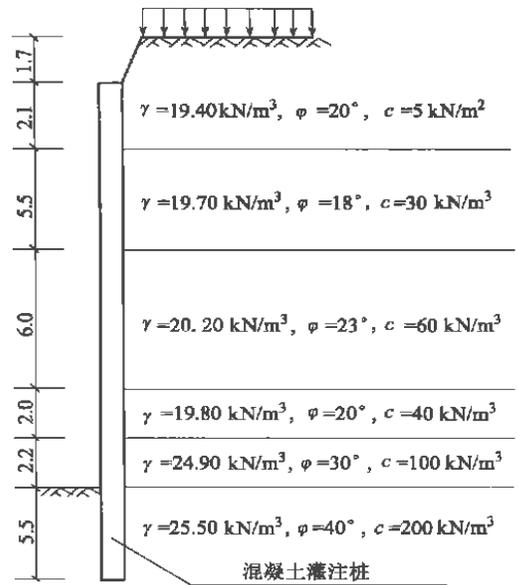


图 1 主要土层物理力学参数

2 现场测试方案

根据现场基坑变形性状以及预应力锚杆拉力等测试内容, 各测试点布置在基坑具体位置见图 3。设置测斜管时, 用水泥、砂子或细石填满钻孔和测斜管之间的缝隙, 使测斜管与土体粘结牢固, 一旦土体产生位移, 带动测斜管一起移动, 使测斜管的变形能

够反映土体的实际位移。测斜孔孔深约为基坑深度的1.5倍,已到风化岩层,可以认为测斜管已深入到变形影响深度以下。基坑水平位移测试采用CX-03型伺服加速度仪。

3 主要测试结果及分析

3.1 墙体变形

经比较判断,取地面水平位移变化比较典型、明显的测斜孔CX8为例,其水平位移随施工步开挖水平位移变化情况见图5(D_i代表*i*步开挖的位移)。

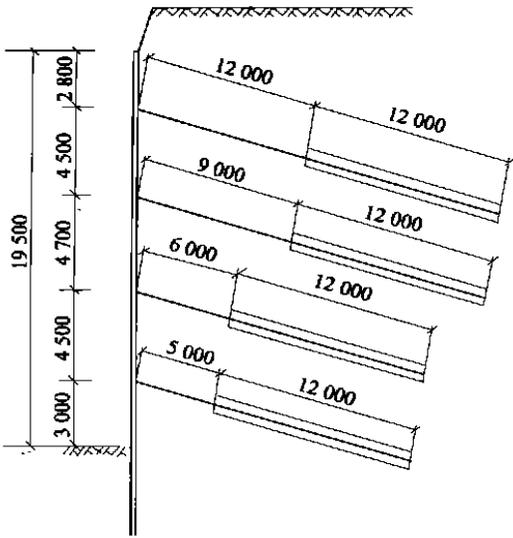


图2 锚杆支护断面图

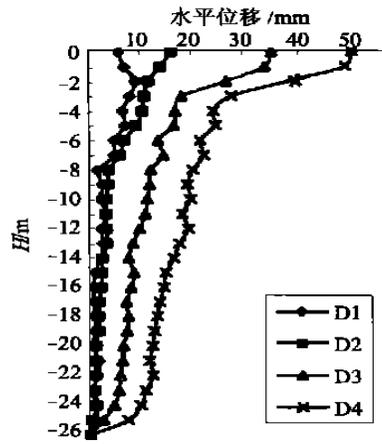


图5 基坑水平位移随施工变化

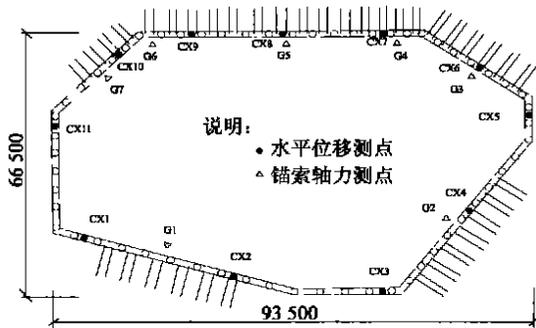


图3 测试点布置平面图

测量锚杆拉力的传感器布置方案见图4。为了确保锚杆拉力的测试数据真实可靠,适合潮湿环境使用的GJL-2钢弦式测力传感器。该传感器具有密封性好、精度高的特点。锚杆拉力的测试工作结合施工同步进行。

沿深度各点的水平位移随施工日期的延续而增加,基坑开挖完成后逐渐趋于稳定。墙顶水平位移随着开挖深度逐步向坑内发展,墙后土体位移也是上层较大、下层较小,结构有前倾的趋势。每一步开挖基坑位移都有很大增加,位移变化较大的为三步开挖。本工程第一步开挖深度相对小(2.8 m),但基坑水平位移相对比较明显,第一步开挖深度对基坑变形的影响要强于随后的开挖。故在实际基坑开挖工程中尽量减少第一步开挖深度。第三步开挖深度约5 m,比其他开挖深度都大,工期长,而且在开挖期间又受到连阴雨天气影响,使基坑水平位移增加比较明显。

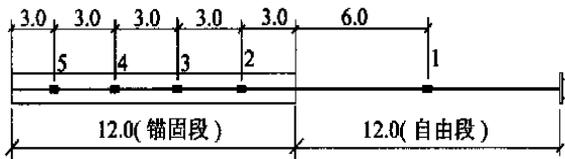


图4 钢筋测力计沿杆体布置图

由于土体是多相介质,有蠕变性,使基坑支护的变形不仅具有空间效应且具有时间效应。为控制基坑周边位移可采取以下措施:

- 1)设计时要考虑基坑支挡结构的悬臂高尽可能小一些。一般条件下,上排锚杆离地面距离在2.0 m左右。
- 2)锚杆钻孔应“跳钻”。使在单位时间内,对单位体积土体的扰动限制在有限范围内。
- 3)土方开挖应与锚固作业紧密结合,宜采用台阶式开挖。随开挖,随锚固。

①程良奎,当今岩土锚固的几个热点问题.冶金部建筑研究总院,1999

3.2 锚杆内力

1)对选定锚杆的进行锚杆内力测试、选取内力测试典型的 G5 测点第二排锚杆进行分析,预应力设计荷载为 500 kN,在不同加荷等级下轴力分布曲线见图 6。

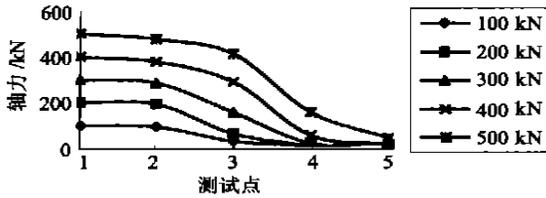


图 6 不同加荷等级预应力下轴力分布曲线

由图 6 可知:杆体在自由段轴力接等于预应力加荷,进入锚固段后杆体轴力随着深度增加而逐渐减小。当加荷低时,锚杆杆体轴力分布在锚固端的近端,轴力反作用力即为浆体柱与孔壁之间的摩擦阻力,轴力的反力主要由锚固端的近端提供,随着加荷等级的增加,杆体轴力向锚杆锚固端的深部传递,锚固端远端轴力越来越小。

由此可见,轴力接近于零的杆体实际上不再受力,杆体轴力是不平均分布的,所以预应力锚杆锚固段在岩土体界面上的剪力也不是平均分布的,这与预应力分布假设和计算方法有一定差别。由于杆体轴力分布极不均匀,锚固段轴力峰值在临近自由段处,故充分调动土体强度,改善锚杆的荷载传递机制,才能很好的提高锚杆承载力。

2)各测点处的四排锚杆的轴力随着基坑开挖也都有很大变化。在 G5 处四排锚杆在自由段中 1[#]测点力随基坑开挖变化见图 7。

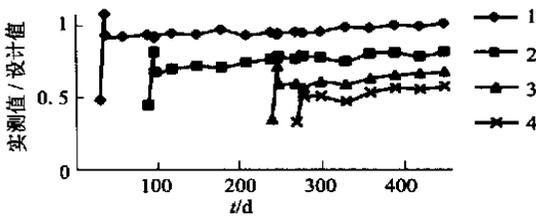


图 7 1[#]测力计锚杆内力-时间曲线图

由锚杆内力随时间的变化可见:总体趋势是第一、二排锚杆实际拉力比较接近设计值,而第三、四排锚杆实际拉力都在设计值 80% 以下。这说明土压力取值偏大,按三角形分布对多层锚杆锚固体系不适合,实际的土压力可由锚杆受力反分析间接推知。土压力从第一排锚杆向下有逐渐减小趋势,所以一层锚杆以下土压力可考虑采用矩形分布形式。

从开始设锚杆到预应力张拉结束,锚杆内力迅速达到张拉内力,张拉后锚杆内力先是快速减少,后缓慢变化,最后趋于稳定,有一个逐渐增大的趋势。

影响锚杆内力变化的因素主要为:①锚具、夹片;②钢绞线的材料松弛;③张拉系统;④基坑变形^[4]。锚具、夹片的变形回缩、锚杆钢绞线的材料松弛和张拉系统的预应力损失都是在张拉时或张拉后短期内表现出的,主要在较短时间内产生影响,经测试,一般在 5~10 d 内张拉后锚杆内力减少 10%~15%,所以张拉后锚杆内力有一个减少的过程。为保证设计张拉力,一般考虑 15%~20% 的超张拉力^[4]。基坑开挖后土体应力与变形具有时间效应,锚杆内力变化受到土体应力与变形的影响,因此锚杆内力变化也有时间效应。同时基坑在受锚杆预应力的情况下,产生附加应力,发生缓慢变形,使得各步开挖中锚杆受力在不断的调整和协调,同一层锚杆在不同开挖工况时,其受力也是不相同的,总体上有一个逐渐增大的趋势。

4 结论

通过上述现场测试和分析,主要结论

1)水平位移随施工延续而增加,基坑开挖完成后逐渐趋于稳定,墙体土体位移是上层较大、下层较小,随深度位移逐渐递减。

2)锚杆杆体在锚固段轴力分布不是平均分布的,锚固段轴力峰值在临近自由段处,故充分调动土体强度,改善锚杆的荷载传递机制,才是提高锚杆承载力的较有效途径。

3)实测锚杆内力应小于设计值,由第一排向下逐排增加,发生主动土压力条件不充分,背侧土压力介于主动土压力和静止土压力之间。土压力取值过大,按三角形分布对多层锚杆锚固体系不适合。一层锚杆以下可考虑采用矩形分布。

参 考 文 献

- 1 杨松林等.混凝土中锚杆荷载传递机理的理论分析和现场试验.岩土力学,2001(1):72~74
- 2 容冠等.三峡工程永久船闸高强锚杆现场实验研究.岩土力学,2001,22(2):170~175
- 3 RB Weerasinghe & GS Littlejohn. Load transfer and failure of anchorages in Wek mudstone. Ground Engineering. 1997
- 4 袁小梅.边坡锚索的预应力估算.路基工程,1999(6):46~47

收稿日期:2003-11-23