

软土地区桩锚支护结构受力及变形分析

罗伟锦¹, 郁文彬²

(1. 浙江省工程勘察院, 浙江 宁波 315010; 2. 浙江钱江房地产集团有限公司, 浙江 杭州 310053)

摘要:通过计算分析及实测数据研究,认为在软土地区采用桩加土层锚杆的支护形式是安全可行的,锚杆抗拔力可以得到保证;另外,支护结构的计算变形曲线和实际相符,但考虑到土的蠕变性,侧向位移计算值和实测值有较大出入。

关键词:深基坑;桩锚支护;土层锚杆;土钉

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)07-0063-03

Analysis on Stress and Deformation of Pile-anchor Retaining Structure in Soft Soil/LUO Wei-jin¹, YU Wen-bin² (1. Zhejiang Engineering Exploration Institute, Ningbo Zhejiang 315010, China; 2. Zhejiang Qianjiang Group Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310053, China)

Abstract: Based on the calculation analysis and the monitoring data study, the retaining structure with pile + soil anchor in soft soil was determined to be safe and feasible in soft soil area and the anchor pullout resistance can be guaranteed. The calculated deformation curve of retaining structure is close to actual situation. But taking account of the soil creep properties, there are some deviation between the calculation value of lateral displacement and measured value.

Key words: deep foundation pit; pile-anchor retaining; soil anchor; soil nail

0 引言

淤泥、淤泥质土具有高含水率、高孔隙比、抗剪强度低、流动性大、高压缩性、高灵敏性及蠕变等特点,在软土地区采用土钉墙支护,容易产生坑底隆起、整体失稳等破坏。桩锚支护结构由支护桩、土层锚杆、冠梁(或腰梁)等组成,其受力模式可以看成桩加强支撑的支护形式,可以有效提高抗隆起、整体稳定安全系数,并可以在较深的基坑中应用。

目前在软土地区,面积较大、开挖深度在 5~7 m 之间的基坑工程中,桩锚支护结构应用较为理想,它具有安全可靠,施工方便,缩短工期,节约造价等优点,但变形稍大,不宜在老城区使用。国内对土钉墙支护在软土地区中的应用研究较多,如张晁等^[1]在文章中介绍了软土中土钉支护的设计方法及施工技术;吴文等^[2]对粉土地区某基坑桩锚支护结构受力及变形进行了研究分析;李欢秋等^[3]对软土地区锚杆锚固力进行了试验研究。本文根据实际工程,结合位移监测和土钉抗拔试验等,对桩锚支护结构进行分析研究。

1 基坑概况

本文研究的对象为宁波市某重点工程深基坑,

其所处地层的物理力学指标见表 1。基坑开挖面积为 4.5 万 m²,计算深度 6.3 m,局部 8.2 m,围护采用 Ø500 mm 沉管桩间距 700 mm 加 3 道土层锚杆,土层锚杆采用洛阳铲人工成孔,孔径 110 mm,长度均为 15 m,锚杆采用 2 次注浆。

表 1 土的物理力学参数表

层号	名称	γ /(kN·m ⁻³)	w /%	e	c /kPa	φ /(°)
①	粘土	18.9	34.2	0.955	24.3	11.6
② ₁	淤泥质粘土	17.3	49.7	1.372	12.4	8.6
② ₂	淤泥质粘土	17.6	48.8	1.32	11.6	7.0
② ₃	淤泥质粘土	17.0	52.6	1.469	10.2	8.2
③	粉砂	19.7			5.0	25.0

2 桩锚支护结构计算分析

2.1 计算模型及参数

计算模型采用“桩加支撑”的形式,土层锚杆的支锚刚度根据锚杆的直径、间距、长度等计算确定,本文支锚刚度取 5 MN/m。地面荷载取 20 kPa,土体与锚杆摩阻力取 12 kPa。主动土压力采用郎肯土压力,三角形分布,被动区土压力采用“m”法计算获取,水土合算,计算剖面图见图 1。计算软件采用理正深基坑 6.0 版。

收稿日期:2010-12-30; 修回日期:2011-05-18

作者简介:罗伟锦(1978-),男(汉族),浙江上虞人,浙江省工程勘察院岩土工程研究所副所长、工程师,岩土专业,硕士,从事基坑围护设计工作,浙江省宁波市宝善路 206 号 612 室,luoweijin@yahoo.com.cn。

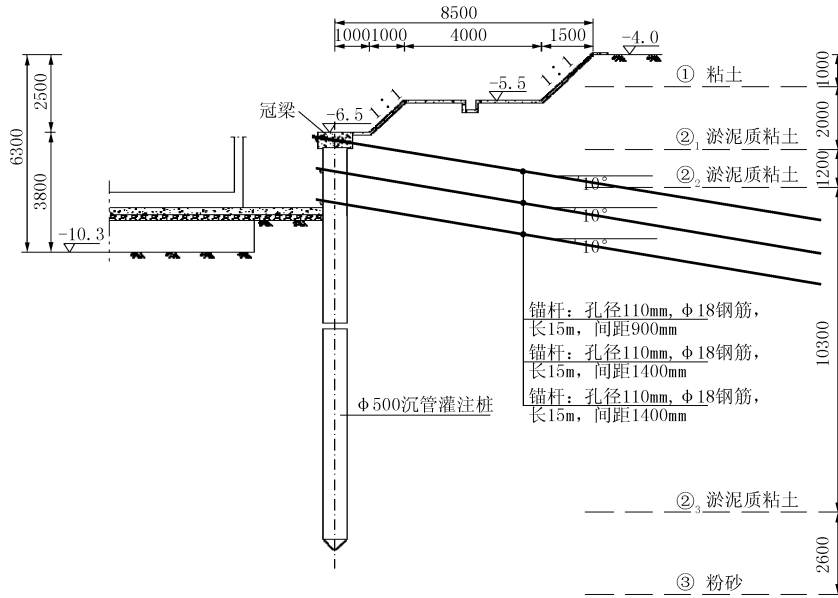


图1 计算剖面图

2.2 计算分析

土层锚杆采用分层施工,即开挖至锚杆位置以下0.3 m,施工该锚杆,计算工况相应确定,计算深度分别为2.8、3.8、6.3 m。

3排土层锚杆施工完后工况的计算结果见图2~4,计算内容包括土层锚杆锚固力、土压力曲线、位

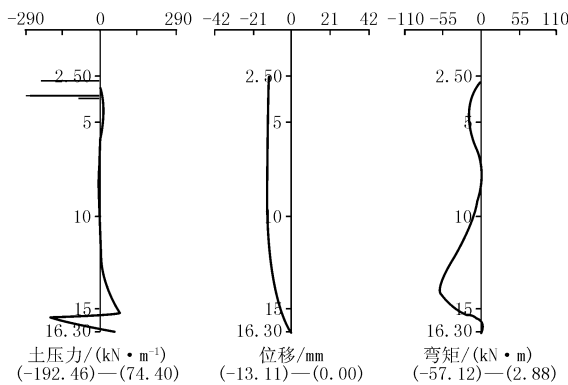


图2 第一排锚杆施工后计算图

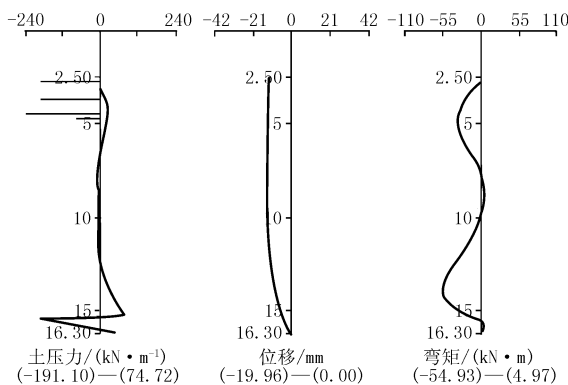


图3 第二排锚杆施工后计算图

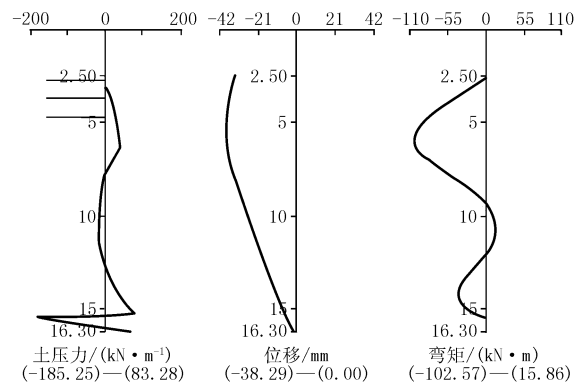


图4 第三排锚杆施工后计算图

移曲线、弯矩图等。根据计算结果,土层锚杆第一排受力最大,其下依次减小,考虑到第一排锚杆上覆土压力较小,锚固力发挥可能受影响,应做重点加强;桩顶位置变形较大,最大位移位置在坑底附近,位移曲线接近和悬臂结构类似;桩身弯矩较小,选择合适的桩型,性价比较高,本工程选用Ø500 mm沉管桩,相对经济合理;桩底进入相对好土层,可以控制变形,防止围护桩踢脚,安全性有较大提高。

3 实测数据分析

3.1 土层锚杆抗拔力分析

本次锚杆试验的荷载由千斤顶施加,每加一级荷载,待变形稳定后,记录相应的锚头位移值,从而得出位移-荷载曲线图。锚头位移由2部分组成:第一部分是在锚固体破坏之前的近弹性变形,其随荷载的增加而增加;另一部分,当荷载达到一定值后,荷载施加不多的情况下,锚头位移迅速增加,表

明锚固体已破坏,锚杆失效,承载力下降。

为确保基坑的安全,土层锚杆不作破坏性试验,锚杆施加荷载第一排不超过 57 kN,第二排和第三排不超过 48 kN(部分 57 kN),试验结果见图 5~7。由图可知,锚杆初始位移差异较大,这和锚杆所处的土层性质、成孔质量及注浆后养护时间均有关系,如适当施加预应力,可以消除初始位移的影响;在施加荷载到达 57 kN 之前,变形与施加荷载基本成线性关系,在 0.165~0.322 mm/kN 之间,扣除初始位移的影响,锚杆施加荷载到 57 kN,锚头位移在 9.4~18.4 mm 之间。

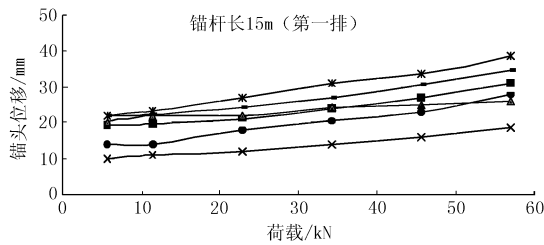


图 5 第一排锚杆荷载-位移曲线图

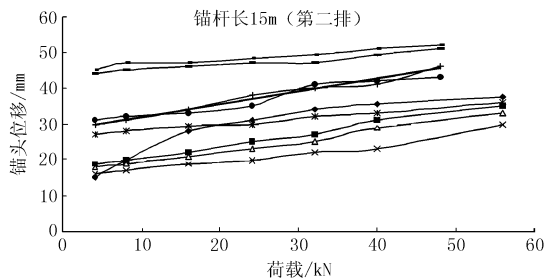


图 6 第二排锚杆荷载-位移曲线图

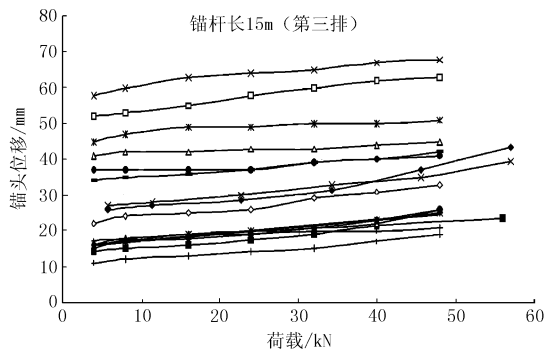


图 7 第三排锚杆荷载-位移曲线图

由此可见,锚固体在没破坏之间,变形与荷载之间为线性关系,而且扣除锚杆初始位移的影响,变形较小。

3.2 位移监测数据分析

本工程从基坑土方开挖至开始浇筑底板,历时约 500 天,其中土方开挖至坑底时间约 30 天。图 8 为监测孔深-侧向位移曲线图,每条曲线对应一次

监测数据,从图 8 可以看出,最大侧向位移位置在 4.0 m 左右,考虑到监测孔顶在地面以下 2.5 m 位置,因而最大位移位置在地面以下 6.5 m 附近,且其上位移数值与之接近,这与第三部分计算分析的位移图基本吻合。但位移值较计算要大很多,主要有 2 个原因:(1)前文中提到的,在锚杆受力之前,锚头初始位移的影响;(2)软土蠕变性的影响。

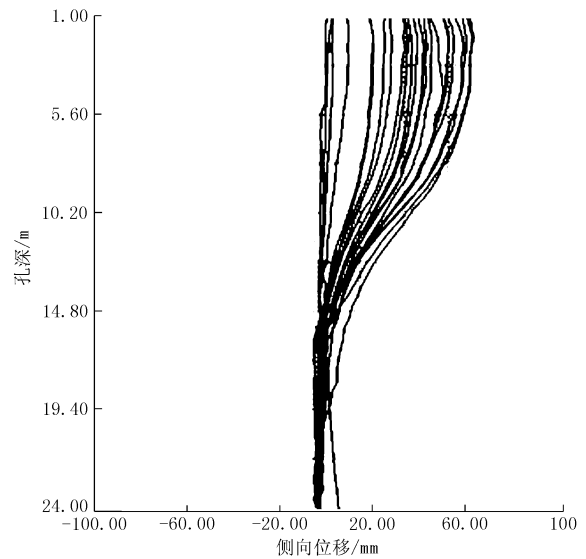


图 8 监测孔深-侧向位移曲线图

图 9 为一个监测孔最大侧向位移随时间的变化曲线,图 9 显示,变形分为 3 个阶段:

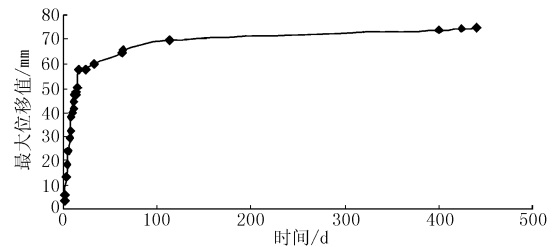


图 9 最大侧向位移-时间曲线图

第一阶段:在基坑土方开始开挖~挖至坑底的 30 天内,最大侧向位移与时间成线性关系,至坑底最大位移量约 58 mm;

第二阶段:在接下来的 90 天内,随着时间的增长,最大侧向位移增速大大放缓,属于蠕变阶段;

第三阶段:120 天后,最大侧向位移随时间基本不增长,从监测数据反映,380 天内最大侧向位移增加了 5 mm。

由于目前的计算分析方法未考虑软土的蠕变影响,因而计算结果与实际测量的最终数据之间误差较大,从我们对该工程的 16 个位移监测孔的数据

(下转第 72 页)

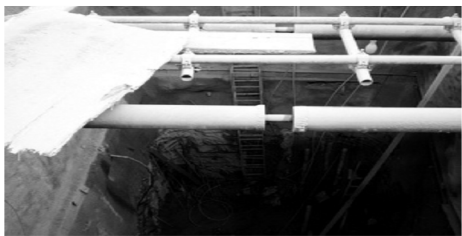


图5 丝杆加力撑杆内支撑

(2)可以采用常规工程勘察的小型回转钻机钻进方法快速施工钢管微桩,是钢管微桩+锚杆联合支护体系能够在狭小场地基坑支护中应用的突出特点。

(3)对贵州普遍存在的“红粘土+碳酸盐二元结构”地层中开挖的基坑,钢管微桩+锚杆联合支护体系有更好的适用性。但对于地下水位高或土质松散软弱的基坑要谨慎使用。

(4)钢管微桩+锚杆联合支护体系的施工设计要以基坑勘察、测试得出的物理力学参数和准确判断的边坡变形破坏模式为基础,依据相关规范进行设计计算和验算。

(上接第65页)

看,最大位移在60~80 mm,与计算的40~50 mm有较大的差异。

4 结语

(1)在软土地区采用桩加多道土层锚杆的支护形式,安全可靠,施工可行,变形可控。

(2)通过对土锚杆抗拔力分析,在软土中土层锚杆的抗拔力可以保证,能满足计算的要求。

(3)通过对位移监测数据分析,最大侧向位移位置及变形曲线图和计算分析基本吻合。

(4)土层锚杆设计需充分考虑软土的蠕变特性,理论计算的位移值与实测位移值有较大的差距,

(上接第68页)

钻进过程中,常出现管靴、偏心钻头断裂,导致跟管无法继续等事故。

5 结语

通过在三道庄钨矿塌陷区、采空区等复杂地层中应用高风压潜孔锤钻进技术,摸索出了高风压潜孔锤钻进技术在该矿区的钻进工艺和钻进技术参数。通过对潜孔锤管靴结构改进,大大减少了断裂现象,提高了跟管钻进技术在该矿区的跟管深度。

(5)钢管微桩+锚杆联合支护体系只能作为临时性支护,无论是支护体系本身的施工,还是基坑开挖施工,或是起永久性支护作用的坑壁剪力墙的施工都要求连贯快速,尽量缩短工期,使这种临时性支护体系尽快完成其历史使命。

参考文献:

- [1] 包永平,赵普彤,曹凤学,等.微型桩复合土钉墙联合支护技术在基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(3):12-15.
- [2] 王国庆.深基坑多工艺联合支护的设计与施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2001,(3):11-13.
- [3] 郑元林,刘忠义,胡发虎.联合支护在云南社科大厦基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):41-43.
- [4] 刘玉元.锚带网+锚索+钢筋梯子梁联合支护技术在复合顶煤巷中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2002,(4):60-61.
- [5] 李光明,屠水云,郑绍奇.昆明东方广场A座基坑联合支护实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2003,(5):22-23.
- [6] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [7] DB 22/46-2004,贵州建筑岩土工程技术规范[S].

因而该支护形式对变形要求较高的区域不宜采用。

(5)适当加预加应力可以减少基坑变形,但考虑到软土的蠕变性,其效果有待检验。

参考文献:

- [1] 张晔,郑俊杰,辛凯,等.土钉支护技术在软土基坑中的应用[J].岩石力学与工程学报,2002,(6).
- [2] 吴文,徐松林,周劲松,等.深基坑桩锚支护结构受力和变形特性研究[J].岩石力学与工程学报,2001,(5).
- [3] 李欢秋,张福明,赵玉祥,等.淤泥质土中锚杆锚固力现场试验及其应用[J].岩石力学与工程学报,2000,[S1].
- [4] 刘建航,侯学渊.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [5] 龚晓南,高有潮.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.

若通过进一步的应用技术研究,设法提高高风压潜孔锤钻进技术在该矿区的钻进效率;通过提高潜孔锤钻具的刚度和强度,可继续加大潜孔锤跟管钻进深度。高风压潜孔锤钻进技术必将在该钨矿采空区探测中得到更广泛地应用。

参考文献:

- [1] 汪彦枢.潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用[J].探矿工程,2003,(S1):201-203.
- [2] 王春毅,王永红,程秀升.露天矿境界内地下采空区探测实践[J].采矿技术,2008,8(6):61-62.