

机械扩大头锚索在成都膨胀土地区 深基坑支护中的应用

贾欣媛 岳大昌 李明
(成都四海岩土工程有限公司,四川成都 610094)

【摘要】 在膨胀土地区进行基坑支护设计时,常规的桩锚支护体系受到很大限制。以成都膨胀土地区某深基坑支护工程为例,根据本工程特点,综合考虑安全、经济、效率、环保等因素,确定采用机械扩大头锚索+排桩型式进行支护,并对方案选型、施工关键技术、现场试验等过程进行了详细的介绍,通过监测结果的验证,阐明该扩大头锚索支挡结构体系能够很好地适应膨胀土的特殊地质条件及复杂的周边环境,具有极好的推广价值,为今后类似工程的建设提供一定的参考和借鉴。

【关键词】 机械扩大头锚索;膨胀土;深基坑支护

【中图分类号】 TU 443

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2018.02.001

Application of New Type of Pile Anchor Retaining Structure in Deep Foundation Pit Support in Expansive Soil Area of Chengdu

Jia Xinyuan Yue Dachang Li Ming

(Chengdu Global Geotechnical Co., Ltd, Chengdu 610094, Sichuan, China)

【Abstract】 In the design of foundation pit support in expansive soil area, the conventional pile anchor support system is greatly limited. This paper takes a deep foundation pit supporting project in expansive soil area of Chengdu as an example, according to the characteristics of this project, considering safety, economy, efficiency, environmental protection and other factors, the mechanical expansion anchor pulling pile retaining structure is finally determined, and the scheme selection, support parameter, calculation and analysis process is described in detail. Finally, the monitoring results of the verification, the new retaining structure can adapt to the special geological conditions of expansive soil good and complex surrounding environment, has excellent popularization value and provide some reference for the construction of similar projects in the future.

【Key words】 mechanical reaming anchor cable; expansive soil; deep foundation pit supporting

0 引言

在成都地区Ⅱ级、Ⅲ级阶地,常常分布厚度不等的膨胀土,土体内多发育不规则裂隙,裂隙面充填浸染状的灰白色黏土^[1]。上述膨胀土是一种坚硬性裂隙土,具备遇水膨胀失水收缩的强烈体积形变性,在开挖基坑时,基坑临空面形成自由膨胀面,为形成平行贯通破裂面的发育创造了有利条件,同时,基底极易遭水浸泡,加剧了土体的胀缩变形^[2]。

在该类地区进行深基坑支护设计时,常规的型式往往受到很大限制:如桩锚支护体系,以其施工快捷、经济合理的优势在施工中广泛使用^[3];但在成都膨胀土地区Ⅱ级、Ⅲ级阶地已施工的深基坑工程中,却出现了较多的事故,原因是传统桩锚支护体系中

的锚索多为摩擦型受力,遇到膨胀土这种特殊软弱土体时,受地层固有特性、施工工艺、雨水及地层滞水的影响较大,常出现抗拔力偏低、预应力随时间损失偏大等缺点,直接影响到桩锚支护体系在深基坑支护中的效果。鉴于此,成都市建委特别提出要求:处于膨胀土分布区域的基坑,场地属于Ⅲ级阶地的,不得使用锚索(杆)作为基坑支护体系受力构件。增强锚索结构在膨胀土地区的适用性,已成为亟待解决的课题。

通过在成都膨胀土地区开展深基坑的支护体系新技术、新方法的试验研究,提出了一种机械扩大头锚索,该扩大头锚索是在普通锚索基础上,在锚索端部进行机械扩孔,从而锚固体受力模式由单一摩擦

型变成摩擦端承复合型,大大改善了常规拉力型预应力锚索在特殊性土层中应用的不足之处,更好地保证了基坑的安全性。相比于近年来已有的囊袋式锚索,机械扩大头锚索有如下优点:①扩孔、注浆一次成型,避免了多次往返高压喷射扩孔,工序简单,施工效率高;②扩孔钻头双侧翼片张开定位后,扩孔直径即为定值,不受地层变化、喷射压力、喷头提升旋转不均等因素影响,孔型更为标准,施工质量好;③高压喷射扩孔原理为水泥浆置换泥浆充填土体空腔,施工中所采用的置换液耗量较大,施工成本高;④囊袋式扩大头锚索还存在囊袋直径、长度与扩孔段设计参数匹配的问题,囊袋往往需要特殊定制,工程造价总体偏高、施工周期长。由此可见,机械扩孔具有明显的优势。目前机械扩大头锚索已在成都膨胀土地区多个基坑支护工程中成功应用,均取得了良好的社会效益。

1 工程概况

本文以位于成都市锦江区芙蓉中路旁一工程为例,详细介绍了机械扩大头锚索技术在基坑支护中的应用。该基坑开挖深度 7.7~12.7 m,开挖线长度约 365 m,基坑南北方向长约 96 m,东西方向长约 98 m,形状规则,近似正方形,支护面积约 4000 m²。

表 1 岩土层主要物理力学性能参数表

土层名称	天然重度 $\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	黏聚力 c/kPa	内摩擦角 $\varphi/(\text{°})$	层厚/m
素填土①	18.5	9	7°	0.50~6.00
硬塑黏土② ₁	20.0	30	16°	0.50~5.40
可塑黏土② ₂	19.5	22	15°	0.60~2.40
粉质黏土③	19.5	26	15°	0.90~2.50
含卵石粉质黏土④	20.5	20	25°	2.70~11.00
全风化泥岩⑤ ₁	20.0	28	16°	1.20~6.40
强风化泥岩⑤ ₂	22.0	40	25°	10.00~19.00

场地内主要存在两种类型的地下水。一种是上层滞水,主要赋存于人工填土、黏性土及含卵石粉质黏土层孔隙中,受大气降水、地表水等渗透补给,季节性变化大,雨季丰富,无统一的地下水位。另外在基岩风化带内存在裂隙水(层间及层面风化带裂隙水),水量主要受裂隙发育程度及风化程度等因素的控制,强风化和中等风化泥岩层内水量一般不大,全风化泥岩层内水量相对较大。该基岩裂隙水,对本工程基坑开挖及基础施工时存在一定的影响。

2 方案选型

本工程周边均为道路,条件较为简单;场地内地势起伏,需考虑分段支护;基坑开挖深度 7.7~

1.1 周边环境

1) 基坑东北面:芙蓉中路,道路边线距离基坑开挖线约 5.7~9.4 m;

2) 基坑东南面:银木西街(为规划道路),现未形成,道路边线距基坑开挖线约 6.5 m;

3) 基坑西南面:规划道路,现未形成,其规划道路边线距离基坑开挖线约 6.9~10.7 m;

4) 基坑西北面:椿树街,道路边线距离基坑开挖线约 6.5~7.5 m。

1.2 工程地质条件

拟建场地地形有一定的起伏变化,整体为东南高西北低,场地地面标高大致变化在 520.70~529.32 m,最大相对高差约 8.52 m。地貌单元属岷江水系Ⅲ级阶地。基坑开挖范围内地层按时代、成因及土性特征自上而下划分为三个工程地质层,依次为:第四系全新统人工填土层①(Q₄^{pl})、第四系中下更新统冰水堆积黏性土层②、③、④(Q₄₊₂^{el})及白垩系灌口组泥岩⑤(K₂g)。其中场地分布的第四系中下更新统冰水堆积黏土层②(Q₄₊₂^{el})为膨胀土,层厚在 0.7~6.1 m,含有大量铁锰质结核及少量钙质结核,其间夹有少量灰白色黏性土条带,裂隙发育,胀缩等级为Ⅰ级。岩土层主要物理力学性能参数见表 1。

12.7 m,属深基坑;开挖范围有弱膨胀性的黏性土、多为含卵石粉质黏土,地质条件不良。综合本工程特点,考虑地质条件的特殊性,对于基坑开挖深度 <9 m 区段,采用悬臂桩支护;基坑开挖深度 ≥9 m 时,若采用悬臂桩受其自身刚度及开挖深度影响,开挖后基坑顶部位移较大,基坑安全存在隐患;若采用双排桩或内支撑支护,可满足安全要求,但存在造价高,占用空间大、施工周期长、资源浪费严重等不利因素。经反复分析比较,决定在基坑开挖深度 ≥9 m 区段采用排桩+机械扩大头锚索体系进行支护。本工程主要支护设计参数见表 2,基坑支护平面图见图 1,主要支护剖面见图 2、图 3。

表 2 主要支护设计参数表

范围	开挖深度/m	支护型式	支护参数	备注
西北侧	<9	悬臂桩	冠梁顶放坡 0~1.0 m, 1.2 m@2.0 m, 桩长 16 m, 嵌固段 8.8 m, 冠梁尺寸为 1.2 m×0.8 m	地势低, 为常规支护模式, 本文不做赘述
东南侧非主楼区 (见图 4)	10.2	排桩+机械扩大头锚索	冠梁顶放坡 0~1.0 m, 排桩 1.2 m@2.0 m, 桩长 18.0 m, 嵌固段 8.8 m, 冠梁尺寸为 1.2 m×0.8 m,	冠梁顶-4.5 m 设一排锚索, 锚索置于桩上, 长度 15.0 m, 扩孔段 3.0 m, 扩孔直径 450 mm, Nt=250 kN
东南侧主楼段 (见图 5)	12.2~12.7	排桩+机械扩大头锚索	冠梁顶放坡 0~0.5 m, 排桩 1.2 m@2.0 m, 桩长 21.0 m, 嵌固段 8.8 m, 冠梁尺寸为 1.2×0.8 m,	冠梁顶-4.5 m、-8.8 m 分别设二排锚索, 第一排锚索置于桩上, 长度 20.0 m, 第二排锚索置于腰梁上, 长度 18.0 m, 扩孔段长度均为 3.0 m, 扩孔直径 450 mm, Nt=250 kN

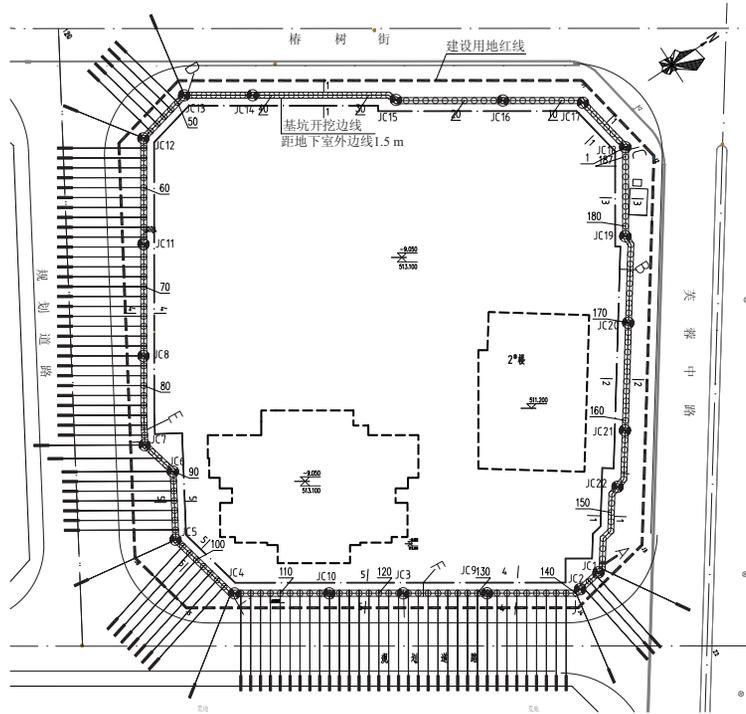


图 1 基坑支护平面图(本图仅展示第一排锚索布置, JC-为监测点)

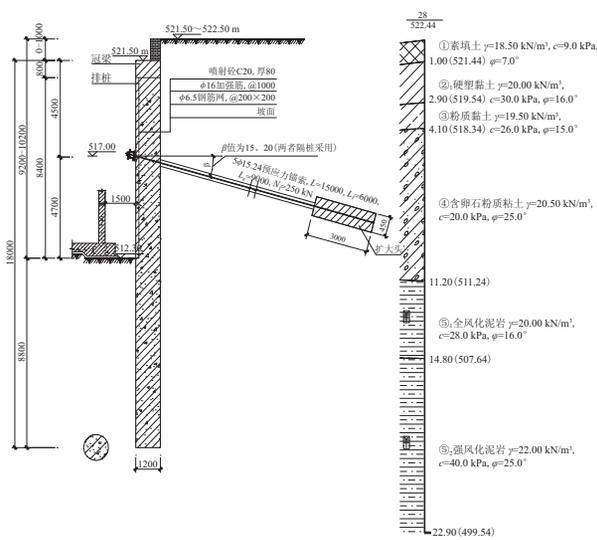


图 2 非主楼区典型支护剖面

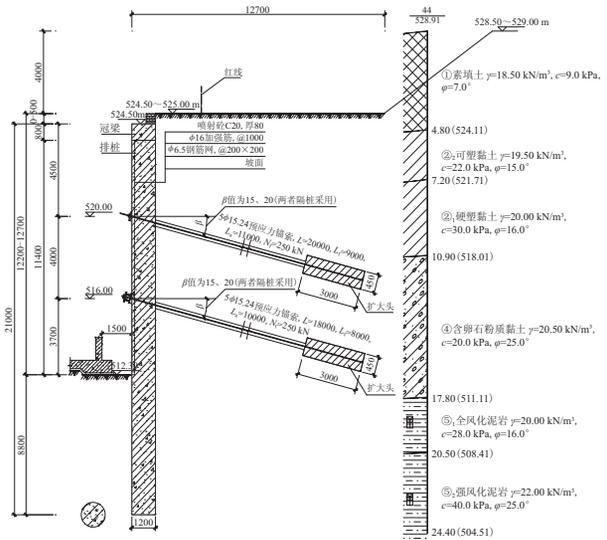


图 3 主楼区典型支护剖面

3 机械扩大头锚索施工关键技术

本工程方案选型中所确定的机械扩大头锚索,其施工技术的关键在于:首先按常规模式引孔至设计扩孔锚固段起点,加气将孔内残渣吹出,然后将普通钻头更换为扩孔钻头(见图4)^[4-5]并对其施加轴向顶推力,使钻头两侧翼片缓缓张开,直至双翼支撑中柱与下部锥头体接触锁定后,双翼被锁定限位翼角不再变化,此时钻机开始旋转钻进,钻杆带动翼片不断切削土体,在锚索端部形成一定长度的扩孔锚固段(见图5)。机械扩孔过程中,需一直通过钻杆向钻头加水,与钻渣混合形成泥浆排出孔外,泥浆兼起护壁作用;扩孔完成后,依次向钻头内加入压缩空气、清水,循环置换孔内残渣,清渣结束后迅速注入水泥浆,并旋转钻头充分搅拌,待孔口返浆后取出钻头,置入锚索杆体完成扩大头锚索施工。

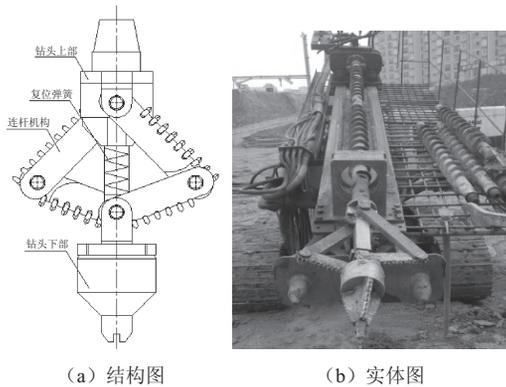


图4 机械扩大头锚索扩孔钻头^[4-5]

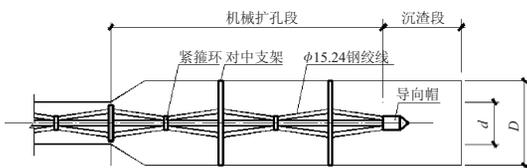


图5 机械扩大头锚索扩孔锚固段结构示意图

在锚索杆体放置过程中,扩孔锚固段因孔径增大,常出现锚索杆体受自重影响而向孔壁下侧偏转的技术难题,导致注浆后锚固体呈偏心受拉状态,无法正常发挥抗拔承载力。针对此问题,施工中专门研制了一种对中支架^[6],该对中支架的工作原理类似于伞,即将一根钢绞线与对中支架中棒连接,借拉伸钢绞线带动中棒使伞骨撑开,伞骨作为支点将锚索杆体架起,将若干个对中支架按一定间距安放在锚索杆体上,可以辅助锚索杆体实现孔内居中。(见图6)。

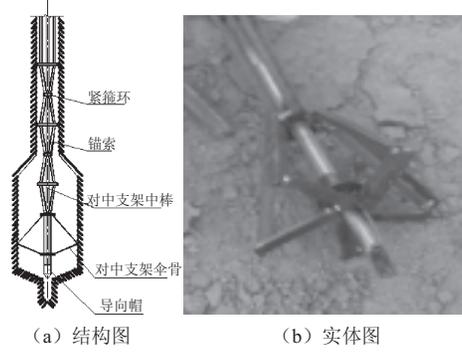
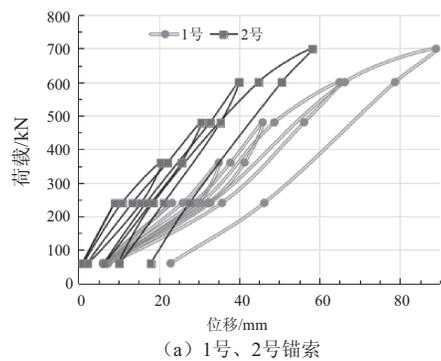


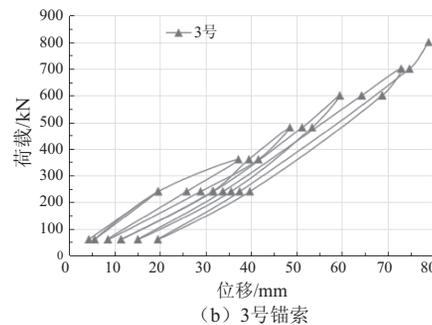
图6 机械扩大头锚索对中支架

4 机械扩大头锚索现场试验

本基坑采用以机械扩孔锚拉桩体系为主的支护结构,由于该工艺在成都地区尚属首次应用,因此,根据相关规范规定及安监站要求,在该基坑施工前,进行了试验性锚索拉拔检测,本次共试验三根锚索,设计参数为:锚索总长 15 m,自由段长度 12 m,扩孔直径 450 mm,扩孔长度 3 m,杆体材料采用 5φ15.2 1860 钢绞线。试验加载前 600 kN 按 0.1、0.4、0.6、0.8、1.0 倍加载,后面每级按 100 kN 加载,每级维持时间均为 5 min,现场试验 P-s 曲线详见图 7。根据现场试验数据,锚索加载至 600 kN 时,位移均收敛,维持时间内锚杆均处于稳定状态。1号、2号锚杆加载至 700 kN,3号锚索加载至 800 kN 时,由于锚索现场条件限制,锚索体受力出现不均,锚索体与腰梁接触部位切割破坏试验终止。



(a) 1号、2号锚索



(b) 3号锚索

图7 机械扩大头锚索现场抗拔试验 P-s 曲线