

建筑工程施工中的深基坑支护桩技术

●朱 龙 张代武



[摘要] 在建筑工程施工期间为提高结构稳定,可引入深基坑支护桩技术,用于加固结构,保障基坑环境安全性。基于此,文章选用案例研究法,以某建筑工程为实例展开具体分析,根据实际情况对深基坑支护桩技术方案科学设计,经综合分析后构建了“支护桩+预应力锚索”的支护结构,并从前期施工准备、钻孔灌注桩施工、预应力锚索施工、桩间喷射灌注四个角度出发提出了深基坑支护桩技术在建筑工程实例施工中的应用要点,以供类似工程参考借鉴。

[关键词] 建筑工程;工程施工;深基坑;支护桩技术

受到地质结构的影响,建筑工程施工场地的基础稳定性不足,支撑效果无法满足施工要求,从而埋下安全隐患。故在新时代背景下,建筑工程施工领域为实现高质量发展,可根据施工场地实际情况合理应用深基坑支护桩技术,以提高深基坑稳定性与安全性,继而确保建筑工程项目高质量完成施工,实现安全生产建设。

工程概况

为增强研究的针对性,本研究围绕建筑工程深基坑支护桩技术展开,选取某建筑工程实例进行分析。案例建筑工程占地面积约 14.82 万 m²,为商住两用综合体建筑,总高度 120m。在正式施工建设之前,对建筑工程项目场地范围内的地质情况进行勘察,发现地质环境相对复杂,涵盖强风化砂页岩、砂土、粉土、软土,且存在较小规模的地下水,其中软土区域面积较大,直接影响了建筑工程施工。整体来看,复杂地质环境表现出土壤颗粒松散、承载能力弱、土壤含水量高的特征。从深基坑角度来看,在案例建筑工程项目中,深基坑面积为 24460m²,开挖深度处于 5.03~8.25m 范围内,属于深基坑,故该案例建筑工程项目为保障施工安全性,决定采用支护桩技术进行加固。

建筑工程实例中深基坑支护桩技术方案的设计

案例建筑工程为保障深基坑支护结构的运用效果,最大限度提升深基坑安全性与稳定性,对深基坑支护桩技术方案进行了科学设计。通过地质勘察发现施工区域内存在较小规模的地下水,虽水量较小,但同样能够影响深基坑稳定性,故在支护桩技术方案设计期间,需以勘察结果为依据计

算地下水对深基坑的压力程度,公式如下:

$$P=H \times \gamma \times g \quad (1)$$

式(1)中, P 表示水压力, H 、 γ 、 g 分别代指地下水水头高度、水密度、重力加速度。此外,为降低地下水对深基坑支护桩结构的影响而设置抽水井结构,全程监测地下水位,一旦发现水量变动则及时将其排出。

确认水压力参数后,采用现场土壤测试方式对土壤内摩擦角、黏聚力进行计算,同时结合库伦法得出深基坑土壤结构的抗剪强度,加强对深基坑支护桩结构质量的把控。在此过程中,可运用以下公式计算得出土壤抗剪强度。

$$\tau=c \times \sigma \times \tan(\theta) \quad (2)$$

式(2)中, τ 为土壤抗剪强度, c 、 σ 、 θ 分别表示土壤黏聚力、正应力、内摩擦角, $\tan$ 为三角函数算法,借助该公式则可了解该案例建筑工程项目深基坑土壤的抗剪强度情况,并为深基坑支护桩结构体系的设计提供依据。

完成上述计算后,需从建筑结构本身出发,对深基坑所需承载的组合荷载情况进行统计计算。在案例建筑工程施工期间,运用以下公式计算得出深基坑的组合荷载:

$$Q=1.2D+1.6L+0.5S+0.2T \quad (3)$$

式(3)中, Q 表示深基坑组合荷载, D 代指建筑自重, L 表示移动荷载,例如装置、人员等, S 为雨雪荷载, T 代指地震荷载。深基坑的组合荷载按照式(3)所示的权重进行计算即可,由此便可得出深基坑支护结构所需承受的荷载情况。

完成上述技术参数计算后,案例建筑工程项目技术人员则可得出最大可能荷载,此时结合该荷载参数设计支护桩结构即可。在案例建筑工程施工过程中,运用位移计、应变

计、测斜仪等装置构建监测系统,对建筑工程深基坑的应力变化状况进行监测,经监测最终确定要求支护桩结构体系的最大允许水平位移、允许倾斜限度分别为20mm、1°。在该情况下将自支护桩测斜警戒值、水平位移警戒值分别设定为0.8°、15mm,且要求混凝土极限应变不可超过0.002,若在深基坑支护桩施工期间发现混凝土极限应变达到警戒值(0.001),则需中断施工,对支护桩施工情况进行检查,以此方可切实保障案例建筑工程项目的深基坑支护桩施工质量。

结合水压力、土壤抗剪强度、组合荷载及监测警戒值展开综合分析后,案例建筑工程决定在深基坑施工期间搭建“支护桩+预应力锚索”的支护体系,以支护桩为主、预应力锚索为辅,由此形成一个统一完整的支护结构。

Q 深基坑支护桩技术在建筑工程实例施工中的应用要点

结合上述分析可知,案例建筑工程项目最终选择了“支护桩+预应力锚索”的支护体系,在具体施工过程中,则需高质量完成深基坑支护桩施工作业,并科学张拉预应力锚索。

(一)前期施工准备

(1)在施工区域内彻底移除所有障碍物,并对场地进行平整处理,以保障施工机械的无障碍进入。依据主体建筑深基坑设计图,运用全站仪对桩位进行精确定位测量,并在地表进行明确的标记。(2)依据设计平面布置图精确标定各支护桩位置,对桩位中心点进行细致核查,确保桩中心偏差控制在2cm以内,垂直度偏差不得超过1%。特别重视高程点的保护,确保现场测放的桩位与设计规范完全一致。(3)基于施工措施和参数,准备好所需的钢筋、混凝土、导管、泥浆等施工材料,确保其质量符合技术要求。(4)准备好所需的钻机、泥浆泵、混凝土泵等机械设备,确保其状态良好、满足施工需求。

(二)钻孔灌注桩施工

1.桩位钻孔施工

支护桩浇筑施工前,使用螺旋钻机结合桩位进行钻孔,要求精确至设计深度以下0.2m处,确保成孔效果。将钻头准确定位至所标记的桩位位置,遵照速度“由慢至快”、力度“由小至大”的施工原则进行钻孔施工,待螺旋钻机即将达到预设深度时停止施工,转为人工方式进行处理,以此保障钻孔精度。

2.放置钢筋笼

钻孔施工结束,按照施工设计图纸要求,开始钢筋笼的制作。选择 $\Phi 20$ 钢筋作为支护桩以及底部纵筋,数量分别为5根,选择 $\Phi 8$ 钢筋作为上部纵筋,钢筋之间的距离不超过20cm,利用焊接的方式进行连接。支护桩钢筋检查其保护层厚度是否达到要求,检查抗剪钢筋之间的距离是否为

15cm,确保钢筋笼整体强度、稳定性。钢筋笼制作结束,利用吊车运输,注意捆绑位置是否合理,避免影响钢筋笼整体性能。

3.混凝土导管浇筑

案例建筑工程深基坑支护桩成桩施工时所采用的工艺为混凝土导管浇筑工艺,于浇筑施工前需完成导管的安装。在案例项目中选用260mm内径的钢导管,导管每节长度控制在2~3m之间,并运用锥形活套、法兰盘连接导管接头。导管组装施工期间注意控制轴线偏差,要求导管轴线偏差低于0.5%的钻孔深度,以此确保支护桩成桩效果。在此基础上设置浇筑支架对导管加以固定,并于支架上方布置漏斗装置,以便沿导管浇筑。对导管与钻孔底部之间的距离进行控制,要求两者间距最大不可超过400mm,最小不可低于200mm,同时要求导管位于钻孔正中。

混凝土沿导管浇筑之前,需检查孔底是否存在沉渣,若沉渣厚度超过50mm则需采用正反循环的方式清孔处理,避免孔底沉渣影响支护桩成桩效果。混凝土导管浇筑施工期间,根据支护桩桩长调整导管埋深,并严格控制混凝土水灰比,对导管浇筑施工的全过程进行监督监管,避免出现导管进水现象。待首批混凝土沿导管进入桩体底部后,探测混凝土面高度,用于判断导管埋深是否符合需求,若确认导管埋深合理,则继续浇筑混凝土即可。若在混凝土导管浇筑期间出现进水状况,需第一时间中断浇筑过程,排出水分后对导管进行处理,无进水隐患后继续浇筑。提升导管时要求轴线居中且保持竖直状态,提升至孔口上方后暂停浇筑,按导管长度拆除一节导管后取下漏斗,重新将漏斗安装至导管上方,校正导管与漏斗位置后继续浇筑即可。导管拆除后需及时清洗并整齐叠放,以便后续浇筑使用。

(三)预应力锚索施工

1.锚索成孔

按照施工设计图要求测量并确认锚索钻孔位置,利用白粉进行标记,为钻机位置安排提供参考。钻机位置确定后,调节钻头角度,要求钻头与钻孔位置的水平误差不超过50mm、垂直误差不超过50mm、挠度不超过3%、偏斜度不超过5%,确保锚索钻孔施工质量。钻孔施工结束后,将锚索垂直放入孔内,注意保持锚索与孔壁之间的空隙距离,为后续混凝土注浆提供便利。

2.安装锚索

成孔完毕后,锚索末端安装锚具,检查安装质量是否牢固,避免施工过程中出现问题,锚索锁定后,观察3天,没有问题的情况下切割裸露锚索。为保障锚索固定效果,需结合孔的深度、锚索与孔壁之间的空隙距离进行注浆固定,在此过程中需明确混凝土注浆压力和注浆量,相应计算公式如下:

注浆压力和注浆量的计算公式如下:

$$P=P_0+\Delta P$$

$$Q=\pi r^2 L n \alpha \beta$$

其中: P ——注浆终压; P_0 ——静水压力; ΔP ——压力增量; Q ——单孔注浆量; r ——浆液扩散半径; L ——注浆段长度; n ——岩体孔隙率; α ——有效注浆系数; β ——浆液损耗系数。根据公式进行计算,获得准确混凝土注浆压力和注浆量数值,确保混凝土浆液填满锚索与孔壁之间的空隙,以此则可顺利完成锚索安装固定。

3. 锚索张拉

将制备好的浆液注入锚索孔中,等待其逐渐凝固并检验其强度,待达到规定强度后,则可开展预应力锚索张拉与锁定的施工作业。在这一施工环节中,应以完成深基坑支护灌注桩桩体预应力张拉为目标,借助锁定装置的合理设置,使深基坑支护灌注桩桩体的承载能力与结构稳定性得到有效保证。施工人员在开展锚索张拉施工作业期间,应先从深基坑支护灌注桩桩顶部位着手,按照从上到下的顺序实施张拉操作,在技术操作的过程中严格控制张拉速度,以 $5\sim 15\text{mm/min}$ 为宜,如果张拉速度过快,会导致深基坑支护灌注桩桩体产生结构变形或者应力过大等问题,影响深基坑支护桩技术在建筑工程施工中的应用效果。此外,在锚索张拉操作中要注意的是,需根据千斤顶与压力表的配套标定,绘制油压-张拉力曲线,在预张拉结束后,依次安装千斤顶与自动工具锚,而后将钢绞线张拉至设计吨位。

为确保张拉力达到设计要求,在预应力锚索施工环节启动张拉设备后,应遵循循序渐进的原则逐渐增加张拉力,将锚索张拉划分为多个等级,按照每一级增加 5MPa 油压的标准,在加载完成后控制稳压时间不低于 2min ,最后一次加载完成后稳压时间应超过 5min ,而后再完成锁定。同时安排人员专门对压力表的变化情况进行观察,根据建筑工程设计方案的深基坑支护桩技术的相关要求,应严格按照技术规范科学控制锚索在不同等级拉力下的监测时间,应用专用的监测仪器,全面监测灌注桩桩体在锚索张拉施工过程中的应力与变形情况。在确定锚索张拉力达到设计要求后,应及时完成锁定卡子与锚具的安装,通过这种方式实现对张拉力的有效锁定,而后完成灌注桩状态的质量检验,保证该设计坑支护桩桩体质量满足验收标准。

(四) 桩间喷射灌注

在钢筋网挂到桩面并对其使用钉土钉进行固定后,还需要解决桩间土流失问题,基于护坡桩与护坡桩之间间隙较大的问题,需要先将水泥、沙子和碎石组成的混合料进行搅拌,在保证混合料内不含水的情况下将其送入喷射机内,混合料会在高压气流的作用下顺利流入喷头口处,并按照先下降后上升的顺序完成对护坡桩与护坡桩之间较大间隙的喷射

作业,这种干式法所使用的表面喷射混凝土中水、水泥,砂子与碎石的比例为 $1:3:6:4$ 。除了要按逐层增厚的原则完成喷射作业以外,还需要分别将喷射厚度和喷嘴压力控制在 80mm 和 0.2MPa 以内。另外,为保证开挖土方能够在混凝土喷射作业完成后同时达到设计标高,还需要对其所使用的空气压缩机在工作量和压力方面进行控制,具体参数分别为 $8\text{m}^3/\text{min}$ 以及 0.5MPa 。

需要注意的是,一方面,在混凝土喷射完毕后需要及时对底面进行人工清理,以避免易脱落的桩间土对后续工程造成影响;另一方面,在桩间喷射灌注工程中还需要充分考虑桩间土壤以及桩顶坡度内的渗水情况。若渗水或漏水情况较为严重,则应使用规格为 300mm 的 $\Phi 100\text{mm}$ 的 PVC 管作为排水孔并安装在各个支护桩之间,同时将相邻支护桩之间的排水孔平均间距控制在 1200mm ,必要时还可以建设以碎石层和绕纱网组成的防渗底,杜绝上下水泄露事故的发生。

Q 结束语

综上所述,建筑工程施工过程中应合理设计并运用深基坑支护桩技术,选定支护方案后,多角度出发做好前期准备工作,按照施工方案进行桩位钻孔,精细化放置钢筋笼,随后采用导管灌注方式进行桩体灌注施工即可。在案例建筑工程项目中,为强化支护桩的稳固性,还运用了预应力锚索,并对支护桩之间的空隙进行喷射灌注,由此整体提升了支护桩结构的稳定性和承载力,最终高质量完成了建筑工程深基坑支护桩施工作业。

参考文献

- [1]涂超.建筑工程深基坑支护施工技术 & 施工要点探讨——以某靠近河流的建筑工程为例[J].房地产世界,2022(24):146-148.
- [2]徐刚.住宅建筑工程深基坑支护施工研究——以 A 住宅工程项目为例[J].房地产世界,2022(22):120-123.
- [3]许景达,梁明,许李鹏.探究建筑工程施工中下穿隧道深基坑支护的施工技术管理[J].中国住宅设施,2022(10):112-114.
- [4]马骁,秦伟.基于全过程控制的深基坑支护设计及施工研究以江苏省综合建筑基坑工程为例[J].中国建筑金属结构,2022(09):73-75.
- [5]柳洪强.建筑工程中深基坑支护施工技术的重要性及应用实践[J].中小企业管理与科技,2022(13):121-123.

作者简介:

朱龙(1987—),男,汉族,陕西渭南人,大学专科,工程师,西北综合勘察设计院,研究方向:深基坑施工。

张代武(1985—)男,汉族,陕西安康人,大学专科,工程师,西北综合勘察设计院,研究方向:岩土工程。