

浅谈建筑工程地下结构预应力抗浮锚杆 施工技术

单永智 郝晓敏

(中铁四局集团有限公司南京分公司, 江苏 南京 210000)

摘要: 预应力抗浮锚杆是建设工程领域地下结构抗浮措施中比较少见的一种, 常用于地基承载力较高的基础的抗拔工况。本文通过某工程地下商业预应力抗浮锚杆的工程使用示例分析, 阐述预应力抗浮锚杆的施工工艺及施工中的问题和处理方法, 提出对应的改进措施以供类似工程参考。

关键词: 抗浮; 预应力; 抗浮锚杆; 地下工程

中图分类号: TU753 **文献标志码:** A



1 综述

建筑工程建设过程中常见的抗浮措施一般有抗拔桩抗浮、加大永久荷载抗浮等, 通过一种或多种结合的方式来减小地下室的浮力, 其中最常见的一般为抗拔桩、抗拔桩加重重、抗浮板加重重等方式。以抗浮锚杆作为抗浮措施的地下结构物一般较少, 尤其预应力抗浮锚杆受限于地质及设计、施工等诸多因素, 目前仍未广泛应用。预应力抗浮锚杆也有其作为抗浮措施的主要优势: 从安全性及经济适用性角度来讲, 预应力抗浮锚杆作为抗浮措施在一定的地质条件下可以满足结构抗浮要求, 同时预应力抗浮锚杆造价低廉, 施工速度较快, 施工机具占用场地较小, 对投资控制及施工工期的缩短有优势。

2 规范要求

《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476—2019) 与《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011) 对抗浮锚杆的设计使用做了相关规定, 对预应力抗浮锚杆相关详细规定较少。建筑主体结构抗浮工程设计等级为甲级的基础, 若采用抗浮锚杆必须采用预应力抗浮锚杆才能满足相关规定。预应力抗浮锚杆适用于硬岩、中硬岩或非软土层, 单锚的承载力设计值不大于 400 kN。

3 施工工艺

预应力抗浮锚杆施工工艺如下:

抗浮锚杆杆体制作→抗浮锚杆工艺性试桩→抗浮锚杆桩位放样→抗浮锚杆钻机进场就位→钻杆杆件安装→锚杆孔位校准→校核钻机的钻杆垂直度→钻孔作业→渣样留置→高压风清孔→检查孔径、孔深是否合格→抗浮锚杆杆体安装→灌注水泥砂浆→二次注水泥浆→进行养护→对杆体施加预应力→试验检测与验收。

4 布置方式

(1) 柱下集中点状布置。这种布置方式通常适用于柱下布置, 这样做的优点是可以有效利用上部结构由柱传下来的竖向压应力来对地下水造成的主体结构浮力产生抵抗; 加之锚杆集中布置, 在柱下产生相应对抗浮力的向下的摩擦力, 使之结构达到相应的抗浮效果。缺点: 要求锚固于坚硬岩体中, 不适用于软岩与土体, 破坏往往是锚固岩体的破坏; 由于局部锚杆较密, 锚杆施工不方便; 地下室底板梁板配筋较大^[1]。

(2) 梁下沿梁线状布置。此布置方式一般用于结构基础有条基的情况, 优势是可以将锚杆的受力集中在条基下方, 充分将锚杆抗浮力集中, 与在柱下布置锚杆有异曲同工之处。缺点: 适用性受限, 此种布置方式一般需要较好的地质条件配合相应的设计, 基础通常需坐落在硬岩、坚硬岩上, 受地质条件影响较大。

(3) 分散大面均匀布置。一般用于地下室底板为筏板基础的条件下,在筏板下方梅花形均布,根据地质条件及结构受力要求,可以灵活调整位置及间距,这样布置的优势是地质条件适用性较为广泛,可以用于岩层亦能用于土层,在软岩和土层条件下尤其适用。缺点:分散布置的布置量较大,不能很好地与结构传力相结合,对结构上部传来的垂直应力利用率并不充足,分散布置使底板防水施作增加了难度,易产生多处漏水点,对防水施工要求较高。

5 以某工程为例分析

5.1 工程概述

某地下商业工程为地下一层结构,左右与相邻地块连接,顶部为一交通道路,建筑面积超过10000 m²,地下结构采用筏板基础,以预应力抗浮锚杆为主要抗浮措施,抗浮设计等级为甲级。地质条件(自上而下)分别为1-1杂填土、1-2素填土、3-2粉质黏土、3-3黏土、4-1强风化凝灰岩、4-2A中风化凝灰岩(破碎)、4-2中风化凝灰岩。结构基础底板坐落于4-1强风化凝灰岩层,抗浮锚杆持力层位于4-2中风化凝灰岩。

5.2 应用优势

(1) 预应力抗浮锚杆材料成本、机械成本、人工成本都比常规钻孔桩小,可大幅降低造价。

(2) 施工工期要求紧张的情况下,预应力抗浮锚杆采用的施工机械为潜孔钻,机械操作简单,可有效衔接基坑开挖工序,缩短工期,加快施工进度。

(3) 对抗浮锚杆施加预应力以消除弹性变形引起的筏板裂缝。

5.3 工艺原理

预应力抗浮锚杆在普通抗浮锚杆的基础上增加了预应力,作为地下结构项目抗浮工程采用的抗浮措施之一。抗浮锚杆有自身独特的优势与性能,随着地下水位对建筑地下基础产生浮力,抗浮锚杆相应产生向上的抗拔力以此来平衡结构上浮的浮力,桩体受力的大小与结构浮力的大小息息相关。通常地下结构采用的桩基础则主要起抗压作用,承受来自上部结构的压力,将上部结构传下的压力转换为向上的端承力或摩擦力,借此来平衡结构物的下沉,而在抗浮设计中采用的抗浮桩一般由桩基础兼任,在结构上因地下水产生向上的浮力时,桩体对应产生向下的摩擦力以平衡浮力。两者有优势有不足,在基础条件较好的硬岩、坚硬岩区域使用抗浮锚杆是较好的选

择,而基础相对较软弱的地区采用桩基础则更具优越性。

5.4 施工要点

(1) 钢筋加工制作及孔内安装

以该项目为例描述。①钢筋笼制作:抗浮锚杆的钢筋笼采用钢筋4根C20(HRB400)均匀分布,钢筋笼中间采用1根PSB1080直径32 mm的螺纹钢作为主筋,钢筋笼底部承压板 $\phi 150 \times 30$ (Q355B),中部开孔直径38 mm,与中间1根C32螺纹钢用螺母锚具连接,钢筋露出螺母锚具不小于50 mm,根据螺纹钢规格尺寸开丝。②预应力螺纹钢锚固注浆段和非注浆段表面涂敷防腐润滑涂层,外包聚乙烯护套。护套厚度不应小于1.5 mm,护套壁厚应均匀,护套内径应大于钢筋的外轮廓直径。③钢筋笼吊装下入孔时,应对正钻孔中心,正确计算钢筋长度,确保底板内锚固长度^[2]。

(2) 施加预应力

①在浆体龄期达到28 d以后或经检验浆体达到设计要求的90%以上时方可施加预应力。②预应力钢筋在进场及加工期间应做好保护,尽量避免螺纹受到损伤。在存储中应做好下垫上盖,避免钢筋锈蚀。同时注意垫材间距,防止钢筋弯折。在钢筋笼下放前需清理钢筋表面,表面不得有缺陷、锈蚀、油渍、污渍等。钢筋在下放前应检查,有缺陷、断裂、弯折等均不得使用。③PSB1080螺纹钢在下料时应采用钢筋切断机或使用砂轮锯切割,严禁采用电焊切割烧伤钢筋。④为保证预加力的准确,应定期对张拉设备液压系统各组成部分(千斤顶、油泵、高压胶管、压力表)进行检查校正,校验期限为3个月。

5.5 常见问题及处理措施

(1) 固结体强度不均匀、缩径

①产生原因:a.注浆方法与机具没有根据地质条件进行选择。b.注浆设备出现故障中断施工。c.注浆浆液配比不合理,注浆时造成桩身直径不均匀,大小不一。d.穿过较硬的黏性土,产生缩径。

②预防措施及处理方法:a.根据设计要求和地质条件,选用注浆方法和机具。b.进行压气试验,注浆前对注浆管进行压气,压气试验正常后制备水泥浆液,水泥浆液严格按配比要求制备,水泥应提前检测合格。浆液从制浆桶流出前应设置过滤网,防止固体物阻塞注浆管。c.控制浆液的水灰比及稠度。

(2) 钻孔沉管困难,偏斜、冒浆

①产生原因:a.遇到地下埋设物,地面不平不实,

钻杆倾斜度超标。b.注浆量与实际需要量相差较多。
c.地层中有缝隙或者孔壁周边有裂隙,注浆量远超原设计注浆量,浆液外溢造成冒浆。

②预防措施及处理方法:a.桩机就位之前,桩位放样后应进行钎探,探明地下是否存在障碍物或者埋设物,如有应提前清除。b.做好场地平整工作。钻机就位前应具备平整的施工场地,以便控制钻杆斜度符合相关要求,可以先浇筑垫层再进行锚杆施工。c.控制水泥浆液配合比。

(3) 未对锚杆编号、分区

①产生原因:锚杆未按照地质、长度等因素进行分区,按分区进行编号。锚杆未编号或者编号混乱,施工过程中记录混乱。

②预防措施及处理方法:先进行场地规划分区,对每一个区内按横排编号。

(4) 锚杆标高未明确

①产生原因:锚杆通常要求锚固段进入岩层,基坑开挖后未根据地勘报告、现场验槽确定实际锚杆锚固段标高位置,造成部分锚杆锚固段抗拔力不能满足要求。

②预防措施及处理方法:根据分区及现场实际打设过程中的土样结合地勘报告,确定现场锚杆长度,确保锚固段满足受力要求^[3]。

(5) 锚杆孔位误差大

①产生原因:测量人员放样时仪器未校核或放样后未进行复核放样,放样不准确;放样后桩位未做好保护,致使桩偏位;钻机就位时未按照要求偏差对准桩位,校对随意,质检人员未对就位的桩基进行核查。

②预防措施及处理方法:放线后,实行换人复核制;钻机就位前对桩位进行复核,就位后对桩位偏差进行调整,使之满足要求。

(6) 锚孔深度与设计有出入

①产生原因:施工前未浇筑垫层,施工场地不平整标高,控制点不确定;钻进过程控制不严,终孔时未进行孔深核验,使锚固端或者锚入筏板段长度不符合要求。

②预防措施及处理方法:在基坑垫层施作完成后进行锚杆施工,既平整施工场地,又不耽误基坑封底时间;加强终孔验收,可较好地控制锚杆标高及深度。

(7) 地层与地勘报告不符时调整锚孔深度

①产生原因:在钻进过程中没有对实际地质条件进行及时核查,根据渣样判断与地勘报告地质是否相符,发现与地勘报告不相符的地质条件未及时与设计

单位沟通调整锚杆长度,造成锚杆锚固力不满足要求。

②预防措施及处理方法:成孔过程中相关人员及时观察渣样,发现对应深度与地勘报告不符的地质条件时,及时与设计、地勘联系,变更相应长度。

(8) 抗浮锚杆处防水渗水

①产生原因:锚杆钢筋需伸入筏板内部,底板防水卷材存在多处孔洞,孔洞处处理有缺陷。

②预防措施及处理方法:a.对锚杆端部予以处理,将桩头打磨平整,防止桩头破坏防水卷材。b.桩头涂抹水泥基渗透结晶防水涂料防水。c.伸入筏板的钢筋端部及根部各设置一道橡胶止水环。d.利用防水卷材,在钢筋根部做加强层。e.加强层与钢筋接触处采用沥青膏密封。

6 结束语

《建筑工程抗浮技术标准》(JGJ 476—2019)提高了抗浮锚杆尤其是预应力抗浮锚杆的要求,基础设计等级为甲级的必须采用预应力抗浮锚杆,目前该抗浮措施方案应用还不是很广泛,难以普及,主要因为对此项技术施工标准要求较高,具备可靠施工技术的施工单位很少,造成施工风险较高,一台潜孔钻仅需配备两名操作人员,机械小,移动方便,相对常见的钻孔桩挖孔及灌注来讲,不仅从人工方面节约了成本,造价方面也有相当优势。目前阶段建设单位、设计单位、施工单位都倾向于用抗拔桩解决主体结构上浮问题。为充分发挥抗浮锚杆造价低、施工速度快的优势,取得较好的经济效益,避免地下室底板开裂渗水,还需应用抗浮锚杆的项目设计、监理、施工人员都熟悉抗浮锚杆施工注意事项及控制要点。未来随着技术发展与普及,相信抗浮锚杆亦能在工程中占据重要地位。

参考文献

- [1] 王惠芳.预应力抗浮锚杆在地下室工程实际应用中的问题分析[J].建筑技术开发,2021,48(1):90-91.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑工程抗浮技术标准:JGJ 476—2019[S].北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程:JGJ 85—2010[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.