

水利工程地基加固施工技术分析

徐旭坤

广东粤源工程咨询有限公司

摘要:目前,国内水利工程施工质量不断提高,但在施工中仍存在着诸如地基加固等一些技术难点。与其他建设项目相比,水利工程施工场地的地质条件比较复杂,往往会碰到一些劣质的地基,这些劣质的地基具有高压缩性和低渗透性,为了防止地基发生沉陷和建筑物不稳等问题,施工方必须对该地基进行加固。

关键词:水利工程;地基加固;施工技术分析

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.073

水利工程建设,不仅起到了防洪、加固堤坝的作用,还对周边地区的生产、农业灌溉和生活用水起到了很大的作用,随着社会的进步和发展,对水利工程的质量要求也越来越高,在水利工程建设过程中,将会遇到大量的地基的施工环境,这些都是水利工程和地基的主要组成部分,给工程的施工造成了很大的困难,为了保证工程的质量,必须在这样的环境下,对施工的关键技术进行优化和探讨。在此基础上,进一步提高了项目的经济和社会价值。

一、工程概况

该项目的建设地点在广东省中山市的南边,该项目的总建筑面积为858,000平方米,交通十分便捷。第一期工程的总建筑面积为200,000平方米。本水利工程建设内容是:防洪堤、船闸、内外泵站和排水管道的建设,为中型III等水利工程。

(一) 地质地形

据实地勘察,水利工程地基中的岩石,是由珠江三角洲的泥沙、洪流和海陆交汇形成的,地势平坦,地势开阔,夹杂着一些低矮的丘陵。地基的表面以杂填土为主,地基的上半部分以粉细沙为主,中半部分以黏土为主,下半部分以黏土为主,下半部分以海陆交互沉积岩为主。

(二) 水文气象

本工程所处的地区属亚热带海洋季风区,气候温和、潮湿。降水以四、六月份为主,雨量较大,而七、九月份则以台风雨为主。年降水分布不均,洪、枯水期边界清晰,4-9月降水占全年降水总量的83%,10-3月份降水占全年降水总量的17%。因而,水利工程流域的径流量呈现出一个显著的特点,即:洪季流量大,枯水期流量小。

二、水利工程地基处理的关键技术分析

(一) 水利工程地基处理的前期准备优化

在水利工程和地基的处理过程中,最重要的基础技术就是工程勘察,在工程前期的勘察资料,将直接影响到工程的设计和施工工艺的运用,而一份完备的勘察资

料,则能为工程的实施创造更多的条件,在地基的前期的准备过程中,我们要综合计算出水利工程所涉及的河道的整体稳定系数,地基的内力,还有河道的排水量,这些都是为了保证地基的科学性和合理性,从而提高地基的施工质量和安全性。

河流综合稳定指标计算公式如下: $\phi = (\phi_b)^2 * \phi_n$ 。

其中: ϕ_b 表示纵向稳定系数, ϕ_n 表示横向稳定系数, ϕ 表示综合稳定系数。

地基应力计算公式: $P_{\min} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{\sum W}$ 。

其中: P_{\max} 为地基应力最大值, P_{\min} 为地基应力最小值。

河流泄洪流量计算公式为: $Q = \epsilon \sigma m B \sqrt{2gh_0^{\frac{3}{2}}}$ 。

其中: Q_2 表示水流过坝流量。

在对上述资料进行调查与计算的基础上,还要对水利工程施工中可能出现的开闸泄洪等情况进行科学的分析,做好前期准备工作,然后再对水利工程地基处理中采用的排水沙垫层技术、采用网状地基技术等,选择适当的施工方案。换填法、加荷预压法、强夯法等新型地基复合施工工艺的选用,均需先做好地基的预备性工作,再做地基方案的优选,所以,在地基处理工艺的关键工艺优选中,不应忽略对地基预备性的重视,对测量者和设计者的科技含量和专业知识的把握,从而提高水利工程施工资料的准确性,从而保证后续工艺的选取更为精确,更符合整个水利工程的施工要求。

(二) 地基挖填换土施工技术

在一些水利工程地基的施工过程中,由于工程周边的地基质量不能满足施工地基的要求,所以,就必须对地基进行换填法,就是在施工地基的施工范围内,把施工范围内的不良土质全部挖出来,然后在施工范围内填充符合施工要求的泥土、砂石,保证地基的稳定和承载力,而在施工范围内,则要根据施工的地区、环境和施工的特点,对换填法进行适当的调整和改进,以保证施工质量和经济效益的最大化。一般而言,换填方法的运用必须保证水利工程施工地周围有高质量的土壤和砂石,才能进行换填工作。这样做,既能提高原有土壤的强度,又能提高地基的稳定性,还能改善沉降均匀性。在采用处理技术时,要保持原土层不移动,认真处理地基的施工,要按照由深到浅的次序,进行土层的换填,在施工时要分层施工,确保整个工程的质量。然后,再对地基进行夯实,或者使用强夯,将地基压得更紧。

(三) 地基建设中的加荷预压技术

水利工程地基的施工与地表岩土工程地基的施工有

很大区别,其最大的困难在于高含水率和松散的土质,因此,在地基的施工过程中,采用加载和预压法,可以降低地基的变形,提高地基的承载力。其施工方法主要有:对地基采用砂井加荷预压法,在高含水率的土壤中,打出若干个放水用的砂井,并在桩顶上铺上砂垫层;通过在砂垫层上加载预压,将水不断升高并排出地基,从而极大地提高了地基的稳定性,提高了地基的承载力,在地基的预压施工工艺中,目前常用的有三种预压方法:堆载预压、真空预压和降水预压。在地基的预压施工技术中,由于其固结速度快,施工工艺简单,效果好,其应用领域也在逐步扩大,提高了其应用的普及性和应用的效果,加载预压法是利用压力机的自重和配重来加固地基的方法,在加固的过程中,质量稳定,效率高,在加固地基后,还需对完工的地基进行检验,以保证地基的施工质量,提高整个水利工程施工的安全性。

(四) 提升现代化施工技术的创新应用

将新科技和新技术融入水利工程和地基的施工中,是一种重要的发展方向,水泥粉煤碎石桩和地基在水利工程施工中的应用,就是将新技术融入地基施工中,提高了施工材料的配比。利用水泥、粉煤灰和碎石三种材料的特性,结合地基中的碎石桩和砂石垫层,对水利工程中的建造技术进行了革新和更新,减轻了地基中的建造压力,减轻了水利工程中的建造压力,提高了地基中的承载力和稳定性。运用现代科技和信息技术,把粉

土地基的施工方法与粉土地层的施工方法有机地结合起来,在地基的施工中,提出了对原有地层的重复使用,降低了资源的浪费的创造性的思考。同时,在水利工程地基的处理和建造时,也要考虑到对周边环境的影响,尽量减少建筑对生态环境的损害,提高建筑的节能和环保水平。水利工程是一项关系到民生的重大项目,在保证施工工艺的同时,既要保证施工质量,又要保证施工过程中的安全,要提高从业人员的安全施工意识;特别是水下作业、高空作业和粉土地基作业,都存在着较大的风险,因此,必须加强安全监督,提高施工工艺的规范化,推进项目的现代化。

三、桩技术在水利工程地基加固中的应用

(一) 桩技术选择

水利工程地基中,所选的岩石为第四纪海陆交互沉积岩,富含泥沙,土壤松软,最大埋藏深度为0.3米,压缩性大,强度低,渗透性差;由于其高变形特征,地表易发生沉陷,且其抗滑性较差。为了确保水利工程建筑施工的稳定,同时也为了解决道路铺装中出现的沉陷和变形问题,本文采用了地基加固法和水泥搅拌桩法,以及混凝土管桩法。同时,针对该项目地基的特殊性,采用干、湿两种施工方式,对水泥搅拌桩的节距、形状等作了相应的调整,并对其进行了合理的布置与技术运用,实现了道面沉降与变形的有效控制。另外,采用混凝土管桩加固工艺,对地基的剪切强度和地基的抗滑移能力均有较大的改善。见表1。

表1 水泥搅拌桩分布情况表

位置	桩径	纵间距	横间距	桩长(m)	形式
防洪堤基础处理(单桩)	Φ500	1.0m	1.0m	12.5、16、16.6、17、18	梅花形布置
内泵站基础处理(单桩)	Φ500	1.0m	1.0m	17.5、18.9	梅花形布置
内泵站基础处理(单桩)	Φ500	1.0m	1.0m	19.4、19.6	正方形布置
船闸基础处理(单桩)	Φ500	1.0m	1.0m	18	梅花形布置
船闸基础处理(围封)	Φ500	0.4m	0.4m	18	单排连体
合计:实桩939924.72米,空桩47171.88米。					

(二) 水泥搅拌桩技术应用

1. 干法施工

本文介绍了水利工程中地基加固的施工方法,并提出了“一喷四搅”的干法施工方法。首先,在做好桩位检测取样工作的基础上,把搅拌桩装置移到检测地点,使其尽可能地与桩位对齐,对正误差不大于2厘米,再用标尺对桩位进行调平;确保钻杆垂直度偏差小于1%;在确定一切准备工作正确之后,须启动变速器,将换挡速度降到4挡,并对其进行迅速的送气旋转钻井处理;如遇土质坚硬、泥质坚硬的地层,则应调至第二档,直到钻孔深度达到设计桩底为止。在施工之前,必须先把钻头的下端接地,然后把电表的读数调为零。在确保钻进深度达到施工要求并检查合格的情况下,对孔底进行喷粉和搅拌,使钻机倒转,并开启送灰系统;同时观测电表的读数,当电表上的煤灰含量达到60公斤时,开始起吊作业,并在搅拌期间开始喷灰作业;待钻井平台到

达设计桩的顶点后,在停灰面上持续搅拌喷灰一段时间,再启动正向驱动装置,使喷粉作业停止;从停止灰渣的方向开始,反复搅拌,一直搅拌到设计桩的底部。在重复搅拌下,钻到设计桩的底部后,将驱动装置倒转,重新重复重复搅拌,使钻机保持在起吊的位置。在重新搅拌时,必须确保每20cm²的灰量为12公斤,否则,必须马上启动送灰系统,重新喷射;确保每米粉尘含量不少于60公斤,在进行补充喷射作业后,要向下进行1米的搅拌,然后继续向上进行复搅;将混凝土搅拌均匀,使之停止沉降形成水泥搅拌桩。

2. 湿法施工

为了确保水利工程中地基加固中的施工安全,本文提出了在湿法中“四喷四搅”作业的方法,弥补了干法中存在的缺陷。当搅拌桩机械达到设计位置后,启动动力装置,将其换成四挡,并在机械回钻的过程中,开启注浆装置,完成注浆作业;一直到钻井到设计的深

度为止。应当指出,在具体的施工之前,应该用钢尺测量钻具的长度,并且在钻出的位置上用红色的油漆做了对应的标记,以便于以后的检查。当钻头到达设计深度时,将驱动装置倒置,挂上第二挡,倒置搅拌起吊,同时完成喷浆作业。确保注浆泵的出口压力在0.4-0.6Mpa范围内,并且当钻机倒置抬升到停浆面后,仍然要维持钻机的搅拌和喷浆,而且要维持一段时间;同时,为确保搅拌桩中水泥的用量满足施工需要,搅拌起浆速率必须与灌浆速率相同。在施工期间,要确保供浆系统的正常、持续运行,若因特殊原因而不得不暂停灌浆作业,则应立即停止灌浆作业;同时,为避免由于泥浆量降低而造成搅拌桩的断裂,在起吊时,必须先将钻头降到停浆位置下50cm,然后进行补浆作业,然后才能继续起吊。当钻机达到设计的桩顶高度后,停止起吊作业,启动驱动装置,使之进入第二档;由停浆面上开始搅拌喷浆,直至达到设计桩底高度,再将驱动装置倒置,使之达到二档转速;在起吊、旋喷的同时,进行了反复搅拌作业,当搅拌达到停浆面时,停止搅拌作业,由有关技术人员检验成桩质量。

(三) 混凝土管桩技术应用

混凝土管桩工艺是地基加固中的一种先进施工工艺,对于本项目的地基起到了良好的加固作用。在本项目地基中,通过在地基中埋置混凝土管桩,能较好地解决软土问题。在混凝土管桩施工之前,要按照管桩的数量和位置来调节打桩机的位置,使打桩机的中心位置与打桩机的位置对齐,并用水平尺把打桩机调到水平位置;在确定钻杆与铅垂线之间的情况下,待打桩机械的位置正确,使其保持在铅锤的位置上,然后起吊钻头,进行回转钻进,达到施工所需的深度;并将钻进的深度和位置做了详细的标注,以方便以后的检查。在施工过程中,要严格按水泥浆的设计配比,精确计算水泥、水、添加剂的掺入量,搅拌均匀后,在灌浆前对水泥浆的掺入量进行检测,以确保水泥浆的质量达到工程要求,在灌浆罐内壁准确标出水泥浆的掺入量。在确定钻头已经到达了设计的深度,并且钻具管理的通畅之后,将输送装置倒转,并将其启动,对钻孔进行输送和搅拌,以确保每米的喷浆量能够满足工程的要求;钻头上升到设计高度后,停止搅拌,重新将输送机构倒转过来,由停浆面朝下继续喷射搅拌;然后将混凝土管桩插入到桩身中。

四、钻孔灌注桩施工

(一) 钻孔灌注桩施工技术

沿桩身轴线方向,靠近桥面,设置一条4米宽的土石路,土石路的中线与桩身的中线间距为2.6米,土石路地基用30厘米厚的块石铺筑,用10厘米厚的石粉铺筑。在水泥搅拌桩的临时施工隧道区域,采用分段法进行施工,每个分段法200米,在进行水泥搅拌桩的施工前,必须先在每个分段中完成钻孔灌注桩和高压旋喷桩的施工。测量放桩位,经监理人员和设计人员验收后埋

设桩位控制点,埋设长度约1.0m左右的钢护筒,钢护筒内径比桩径长出10-12cm。钻孔灌注桩水下混凝土的强度级别是C25,为了保证成孔的高质量和施工的安全,一定要对泥浆制备材料进行严格的筛选,并进行现场三方抽检,验证合格后才能投入到施工中。主要性能指标:密度1.15、黏度20-24.5S、砂粒含量5%、胶体含量96%。在某些特定的条件下,还可添加某些助剂来提高泥浆的质量。在钻机造孔过程中,要保证泥浆护壁的作用,泥浆比重在1.1-1.2 g/cm³之间,排出泥浆比重不超过1.3g/cm³。在整个操作过程中,应经常检查泥浆的密度、黏度,如有不正常现象,应及时调整。在钻孔结束后,必须进行仔细的清孔工作,并对成孔的孔径,孔深,垂直度,孔位偏移等进行严格的检查。

(二) 水下混凝土的灌注

水下混凝土灌注的要求比较高,所用的混凝土必须具有良好的工作性,并且要在其中加入高效缓凝减水剂和粉煤灰,所选用的配合比要经过反复的实验来进行最佳的选择。坍落度在180-220毫米之间,水泥的用量不低于每立方米360公斤。在浇注混凝土之前,必须对沉渣厚度进行检测,管径为 $\phi 250$ 。水下混凝土浇筑的完成主要依靠混凝土搅拌机来完成,剪塞法浇注要求混凝土为桩底,良好交结与保证管道埋深1.0m以上。在设计桩的基础上,浇注混凝土的高度必须超过0.5米。

结语

水利工程施工过程中,地基加固工艺的运用对水利工程的质量有很大的影响,因此,作为水利工程的设计者,必须对地基加固工艺中的各个工艺要点有较好的把握,并注重地基加固工艺的处理。文章就某工程地基的构造,对水利工程地基加固施工过程中桩基工艺的运用进行了详细的分析,并根据地基的构造特征,选择适当的加固工艺,并在此基础上,对水泥搅拌桩的干法、湿法两种工艺进行施工,从而确保水利工程施工过程的顺利进行。

参考文献

- [1]肖旻,王正中,吴浪,等.寒区预制混凝土衬砌梯形渠道弹性冻土地基梁模型[J].水利学报,2023,54(2):244-253.
- [2]杜战军,郑双飞,李旭,等.高填方工程地基工后沉降试验研究[J].水利水电技术(中英文),2022,53(12):94-105.
- [3]陈磊.水利工程中电力施工技术与管理分析[J].水利水电科技进展,2022,42(6):后插5.
- [4]梁辉,赵文光,郭胜山,等.高拱坝-地基体系整体稳定概率地震风险分析[J].水利学报,2021,52(3):310-322.
- [5]葛建锐,牛永红,王正中,等.考虑冰盖生消和冰-结构-冻土协同作用的渠道弹性地基梁模型[J].水利学报,2021,52(2):215-228.