

水利大坝工程地基振冲碎石桩处理施工技术的应用研究

段仁辉

安徽省寿县水利局安丰塘灌区管理所, 安徽 淮南 232200

[摘要]随着当前社会经济的高速发展, 水利大坝工程建设项目逐渐增多。为充分保障工程质量得到提升, 则应当注重对地基的有效处理, 以此提高工程承载力及安全稳定性。而振冲碎石桩处理施工技术是目前针对水利大坝工程地基进行有效处置的重要方法, 在实践应用中具有施工时间短、施工效率高等优势, 能够充分发挥保护水利工程的作用。为有效实施该项技术, 本篇文章主要阐述其施工流程和技术要点, 并结合实际工程案例开展具体分析, 旨在为相关建设项目提供借鉴和参考。

[关键词]水利大坝工程; 地基; 振冲碎石桩施工技术; 应用

DOI: 10.33142/hst.v5i3.6244

中图分类号: TV553

文献标识码: A

Application of Vibroflotation Gravel Pile Treatment Technology for Foundation of Water Conservancy Dam Project

DUAN Renhui

Anfengtang Irrigation District Management Office of Shouxian County Water Conservancy Bureau, Huainan, Anhui, 232200, China

Abstract: With the rapid development of social economy, the construction projects of water conservancy dam projects are gradually increasing. In order to fully ensure the improvement of project quality, we should pay attention to the effective treatment of foundation, so as to improve the bearing capacity, safety and stability of the project. The vibroflotation gravel pile treatment construction technology is an important method for the effective treatment of the foundation of water conservancy dam project. In practical application, it has the advantages of short construction time and high construction efficiency, and can give full play to the role of protecting water conservancy projects. In order to effectively implement this technology, this article mainly expounds its construction process and technical points, and carries out specific analysis combined with actual engineering cases, so as to provide reference and reference for relevant construction projects.

Keywords: water conservancy dam project; foundation; vibroflotation gravel pile construction technology; application

引言

在水利大坝工程施工环节, 对地基的处理是至关重要的。一旦地基出现失稳, 则会导致工程整体稳定性不足, 影响项目建设质量和实施使用效果。但由于水利大坝工程的特殊性, 对其地基进行加固处理具有较大的难度, 因此需要结合实际情况进行具体分析。近年来, 振冲碎石桩处理施工技术得到良好的应用, 能够有效的提高工程地基承载力。相关施工人员需要充分把握相关技术流程和要点, 并基于工程现实条件开展设计施工活动, 以此提高水利大坝工程地基质量。

1 振冲碎石桩处理施工工艺流程分析

振冲碎石桩施工技术的原理则是利用振冲效应, 在地基中加入适当的碎石桩以此实现地基加固效果, 促使地基整体的稳固性和可靠性得到提升, 保证工程建设质量。通常情况下, 可开展以下流程。

首先, 在正式开展施工作业之前, 应当先对当地具体情况进行全面了解, 注重测量地基土质、排水性以及抗剪性等, 以此为振冲碎石桩技术开展提供良好保障条件。然后对地基实施清理作业, 避免碎石桩内出现杂质, 确保地基具有通常的排水性能。另外, 要做好现场施工的各项准备活

动, 如组织填料进场、绘制施工图纸、审核施工方案等^[1]。

其次, 在施工过程中, 需要积极开展试桩以及桩位校准工作, 为振冲下沉、清孔以及造孔等工艺提供良好基础。在按照施工设计将填料逐段填充到地基中, 采用相应的机械设备保证地基填筑密实度符合规范, 保证设计高度合格。

最后, 在施工后期阶段需对地基表面进行有效处理, 采用动力触探以及标贯等试验方法, 全面检查地基周围土以及桩间土的强度性能。同时按照测量数据对存在缺陷的区域开展补救措施。

2 水利大坝工程地基振冲碎石桩处理施工技术要点

2.1 做好施工准备

针对水利大坝工程地基建设项目, 采用振冲碎石桩处理施工技术时, 应当严格把握相关技术要点。结合该项技术特征, 应当先做好施工准备工作, 以此营造良好的施工环境和条件。在具体作业环节主要从以下三个方面入手。

准确测量定位碎石桩。应当先委派几名施工人员对振冲碎石桩进行定位, 合理开展桩位放线工作, 保障测量准确性, 尽量将偏差控制在合理范围之内。

合理进行施工技术交底工作。施工人员要加强与技术

人员的交流沟通,在施工前尽快熟悉设计图纸,明确设计意图。同时针对关键施工环节把握细节要素,严格按照设计图纸开展作业。

确定振冲碎石桩施工方案。施工人员要确定工程标准,合理调节施工程序和步骤。依据工程质量安全保障制度,对具体操作方案进行调整,保证施工技术有效发挥,提高现场作业安全性。同时应当保证施工技术与现场条件相适应。即是对施工方案开展可行性论证,结合采购材料和设备进行施工组织安排,保证各项作业活动有序进行^[2]。

2.2 开展造孔及成桩作业

应用振冲碎石桩施工处理技术时,重点要把控成孔和成桩工艺。首先在成孔操作中,施工人员可采用振冲器对大坝地基进行振冲,控制振冲器的水压为 500KPa。在设计桩底时,应当注重对高度的合理把握,确保造孔中心位置与桩位中心对准,偏差在可控范围内。同时在对地基实施振冲作业时,需合理管理振冲速度,尽量保持振动方向垂直,有效提高质量效果。然后需及时开展清孔作业,防范因孔内出现杂物等而影响施工效果。其次,施工人员要科学开展成桩施工。即是在打出孔后,立即移走振冲器,保证施工材料能够顺利填入到成孔内。但应注意不得将振冲器移动过远,便于后续使用振冲器作业。对于填充材料需采用逐层振冲方法,提高材料振密度,保证成桩质量符合设计要求。结合工程实际情况一般可采用两种成桩填料施工法,如间接填料、综合填料等。

2.3 严格按照规范进行填料操作

当对水利大坝地基采用连续填料处理作业时,应当将振冲器留在孔内,保障持续向孔内填料。如采用间断填料方式,需将振冲器有效提出孔口位置,将填料倒入孔内高度约 1.0m 处,然后利用振冲器贯入碎石填料。在部分工程中可能应用强迫填料方式,在实际施工中相关人员需要借助振冲器的自重以及振动力,促使孔上部的填料顺利送达下部。此外,在加密环节,应当从孔底部位开始,逐段向上加密,严禁在中间出现漏振等情况,保证加密位置需达到基础设置高程的 1.0-1.5m。如对桩头部位开展加密的效果不佳,出现不稳定情况,可将碎石层堆高 20-50cm,确保桩顶密实度符合设计要求。

2.4 施工注意事项

对于水利大坝工程中对地基采用振冲碎石处理施工技术时,需注意一些事项,从而保障作业质量得到良好控制。其中应当合理把控桩长,按照海平面潮落位确定成桩长度。相关施工人员需要在振冲桩施工前准确测量水深,以此指导振冲器造孔深度的确定。同时结合现场地质勘察报告,明确加固软弱层深度、造孔电流成孔深度等。当完成加密作业时,应当再次测量水深,以此确定成桩的桩顶标高。完成振冲器和导管安装施工后,应当使用钢尺等工具进行丈量,同时在振冲器和导管上标记长度,通常以

0.5m 为一段,依据此控制振冲器的入土深度。另外一方面,要加强对填料的质量控制。由于工程所用桩体材料要求较高,在采购以及组织材料进场时,应加强填料质量检测,保证碎石质地较为坚硬,且具有一定的强度和水稳定性,不易风化、级配良好,严格管控碎石含泥量应当在 5%以下^[3]。

3 工程实例分析

3.1 工程概况

本次水利大坝工程为某地一座以农业灌溉为主的小型水库设施,总库容为 436 万 m³,近年来,随着对用水和蓄水需求的增加,现决定对其进行扩建,使其成为总库容 2028 万 m³ 的中型水库,以此满足附近农村人畜用水、农业用水等。该项目主要有枢纽工程和引水工程组成。其中枢纽工程包括大坝、溢洪道、输送隧洞等。本工程中将大坝地基处理作为施工重点,该大坝坝型为粘土斜心墙风化料坝,最大坝高 49m、坝顶宽度为 6m,总体高程为 1883.0m。

根据当地河床钻孔资料以及测量资料等,勘察旧大坝的上游泥沙淤积高程为 1849.3m,河床基岩面以上存在湖积层和冲洪积层等。具体性质如下:

湖积层。来源于水库淤泥,厚度约在 4-6m。按照松软状态可分为两层,第一层为淤泥质粘土和淤泥,天然干密度在 1.10-1.25g/cm³,分布在水库底表层。第二层为含砂淤泥质粘土夹砂砾层。厚度为 3-5m,天然干密度为 1.17-1.20g/cm³。

冲洪积层。主要为含砂砾质粘土、粉细砂质粘土等,厚度在 1.8-2.6m,天然干密度为 1.22-1.40g/cm³。

3.2 地基处理方案

结合本次工程的实际情况,制定地基处理方案。综合考虑淤泥对扩建坝体稳定性的影响,应当注重对地基范围内存在的淤泥进行有效清理。同时由于该工程的淤泥面积广、厚度大,如采用清挖方法则具有一定的施工难度。因此施工单位经讨论后决定选择振冲加固方案。即是清除表面软塑状淤泥后,对剩余的湖积层以及冲洪积层进行振冲碎石桩加固处理^[4]。在设计环节,将振冲碎石桩的平均直径设计为 1.0m、桩距 1.5m、排桩 1.3m,且按照梅花型进行布置施工。具体方案如下。

(1) 选择不小于 75KW、加密电流为 150A 的振冲器,明确地基加固处理长度为 153.0-226.5m,宽度为 41 排桩,即是 52.0m,振冲桩总长度为 46094.76m,设计桩长为 1.2-12.6m。碎石选择 5%以下含泥量的碎石,并且粒径控制在 30-100mm 之间,无风化和腐蚀现象。

(2) 清理和平整场地。相比于设计开挖面,需保障振冲碎石桩所在地面高度应高出 1.0m。注重清理基面上的腐蚀土、生活垃圾等杂物。同时要合理布设各类管线,合理规划施工作业区域等。并科学按照设计方案选取土垄和地沟等作为隔断。保证沟渠的畅通性,促使泥浆能够顺

利流入到集浆坑中，防范出现泥水漫流等情况。

碎石桩试验。为有效保证本次工程坝基振冲加固效果良好，需开展振冲碎石桩试验，以此获取合理的符合地基承载力标准值以及压缩模量等参数。实施踝关节则是设置振冲试验碎石桩的孔距、排距分别为 1.5m、1.3m，并形成两个区域，每个区域内均有 114 个孔。依次开展重型动力触探试验、桩间土试验、静荷载试验等。根据试验结果对具体施工方案进行完善，保证各项技术工艺符合实际施工质量标准。在本次施工中，基于碎石桩试验对坝基土的力学性质和均匀性进行明确，以此规范施工操作。

开展桩位放点以及机具定位。在本次工程项目中施工人员应当准确进行桩位放点，严格按照施工、布设、校核同时施工的基本原则，保证振冲施工桩位的孔位编号统一化和标准后，按照该工程地基设计图明确桩位、间距以及施工数量等。主要是通过两个轴线控制点，将各个桩位点引防出来，再进行标记。然后可开展机具定位作业，即是在保障测量放线准确后，采用吊车将振冲器起吊到预定位置，吊装时保障机具竖直和悬空，促使振冲器与地面的距离在 10-20cm 之间。并且应当促使尖端与桩位形成相对，严格检查水压、电压、振冲器以及电流等参数符合设计要求。

合理进行造孔、清孔作业。在造孔作业中，应先开启高压清水泵，即是将高压水注入，再开启振冲器，基于压力冲击和振动作用实现造孔，保障程控竖直贯通，控制其深度符合施工要求。然后吊出振冲器，对准孔位顺直开展清孔作业，保障向孔底贯入，实施有效的排浆处理，准确记录清孔过程^[5]。

有序实施填料、振密、制桩等工艺。完成清孔操作则可选用加密电流改变水压，进而开展填料施工。这一过程中施工人员需保障填料的连续性，结合本次工程情况可采用分段振密制桩的方式。即是利用装载机将石料倒入孔内，再根据土质情况以及桩身理论方量值、充盈系数等，明确各次填料数量。根据本次工程质量控制标准，应当保证充盈系数在 1.05 以上。为避免出现先后期大小不一致的情况，应当控制桩的均匀性，按照 0.5-0.8m 作为填料高度。当石料沉入到孔底后，应对振冲器的下沉速度实施控制，保障其具有均匀性和缓慢性，促使孔底桩体得到有效振密。当振冲器工作电流达到设计要求后，应当进行 10-20s 的留振，以此提高施工质量和效果。

清沟排污。由于在本次水利大坝工程地基处理中，对打桩以及清沟等环节均采用人工处理方式。因此为充分保障排污网络的清洁性，避免出现泥浆溢出，则需要在泥浆沉淀后，进行废料清理，保证排污通畅。

3.3 施工检测

基于本次水利大坝工程地基处理质量的规范要求，完成振冲碎石桩施工处理技术后，为检查作业效果，应当在

28d 后开展成桩检验。首先，则是对桩体密实度进行检测，通常是选择重型动力触探法，针对各个桩体密实度进行跟踪检测。保证桩体随机抽检率为 1-5%，各项试验桩数应在 3 根以上。其次，注重检测桩体的抗剪强度、承载力以及压缩模量等。即是从桩孔总数出发，促使开展桩体现场原位试验检测数量不少于 2%，且承压板的直径应当与桩体直径相同。再次，检测桩间土处理效果。相关人员要重点检测振冲后的标贯击数、侧阻力等参数，通过标准贯入试验等开展桩体现场原位测试。在此环节中，相关人员可在振冲后选择钻探取土器进行取样，有序进行室内物理力学性质试验。在检测过程中，为确保检测结果的准确性和真实性，应当实施反复多次试验，经过对比分析后获得精确的检测结果，指导后需施工维护活动。并且控制土层单项检测组数应当不少于 5 组。最后，检测桩、土复合地基处理效果。合理选取桩、土符合地基静载荷试验方法，在设计要求荷载的范围内，控制最大加载量为 560KPa，相比于整体桩数，抽样试验组数不小于总数的 0.5%。

4 结束语

综上所述，在现代水利大坝工程中，地基施工质量直接关系到项目的整体建设效果。通过采取合理的地基处理技术能够显著增强其承载力，确保工程运行安全性。而针对大坝地基的软弱土层采取振冲碎石桩处理施工技术，则有利于提高工程施工质量、延长设施使用寿命。在结合具体工程案例开展施工时，应当合理把握相关技术要点，并做好检测工作。针对存在的质量问题和隐患进行针对性处理，促使水利大坝工程的载荷量得到大幅提升，保证工程运行的整体强度，充分发挥水利设施的综合效益。

【参考文献】

- [1] 高兴辉. 振冲碎石桩在厚覆盖层坝基处理中的应用研究[J]. 黑龙江水利科技, 2019, 47(12): 209-211.
- [2] 吴海波, 李炎隆, 张宁, 等. 碎石桩加固地基对风化料坝应力变形影响研究[J]. 水资源与水工程学报, 2020, 31(1): 187-193.
- [3] 卢鹏云, 张广彪, 臧成新. 实时过程数据在振冲碎石桩全过程质量控制中的应用[J]. 地基处理, 2020, 2(5): 404-413.
- [4] 陶伊洛. 大功率振冲碎石桩机处理软土地基技术[J]. 河南水利与南水北调, 2019, 48(3): 47-49.
- [5] 张伟, 任占杰, 李晓力, 等. 丰宁抽水蓄能电站拦沙坝坝基振冲碎石桩加固技术[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2019, 17(1): 1-8.

作者简介：段仁辉（1972.8-）男，毕业院校：安徽农业干部管理学院，所学专业：经济管理，当前就职单位：安徽省寿县水利局安丰塘灌区管理所，职务：副站长，职称：中级工程师。