

水利工程软基中水泥搅拌桩的设计及施工探讨

刘亮 何承香 张祥菊

湖北省水利水电规划勘测设计院

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4830

[摘要] 为了更好地保证水利工程项目发展,需要采用多元化的水利工程软基基础处理方案。水利工程软基基础处理是水利工程施工建设工作中的核心关键,主要涉及淤泥处理、水泥搅拌等方面的内容。本文结合某水闸工程为例,对水利工程软基中水泥搅拌桩的设计及施工进行分析,在明确水闸形式的基础上,有针对性地落实基础处理,强化水闸的抗压强度。

[关键词] 水利工程; 软基; 水泥搅拌桩

中图分类号: U469.6+5 **文献标识码:** A

Discussion on the Design and Construction of Cement Mixing Pile in Soft Foundation of Hydraulic Engineering

Liang Liu Chengxiang He Xiangju Zhang

Hubei Provincial Institute of Water Resources and Hydropower Planning, Survey and Design

[Abstract] In order to better ensure the development of hydraulic engineering projects, it is necessary to adopt diversified soft foundation treatment schemes for hydraulic engineering. Soft foundation treatment for hydraulic engineering is the core and key aspect of hydraulic engineering construction work, mainly involving sludge treatment, cement mixing, and other aspects. The core task of soft foundation treatment in hydraulic engineering is foundation reinforcement. This article takes a certain water gate project as an example to analyze the design and construction of cement mixing piles in soft foundations of hydraulic engineering. On the basis of clarifying the form of the water gate, targeted implementation of foundation treatment is carried out to strengthen the compressive strength of the water gate.

[Key words] hydraulic engineering; soft foundation; cement mixing pile

1 工程案例

所谓水泥搅拌桩施工技术就是借助机械钻孔或钢管挤压钻孔等方法在施工现场的地基土中打造桩孔,然后通过放置钢筋笼或灌注混凝土的方式,在桩孔内做成地桩。以某水闸为例,作为小型水利水电枢纽工程项目,综合考虑到该地区附近较多的淤泥质黏土,土性较差,作为极软土层对工程造成了一定的负面影响,展开相应的水闸基础处理。该工程项目按照50a一遇洪水、50a一遇潮水的标准进行设计,100a一遇洪水进行校核。在实际设计过程中,还需要对历史最高潮水数值进行判断,以此确保水闸的工作性能。该水闸作为永久性工程,最大过闸流量为 $40\text{m}^3/\text{s}$,主要工程项目的建筑级别为四级,其他建筑工程项目为三级。在对该水闸的地质进行调查过程中发现,水闸工程所在地区含水量较高,主要包括了淤泥质黏土、淤泥,面对高压缩性、高灵敏度、高孔隙比的土层,必须要强化基础处理,平整场地并且确定桩位,以此强化抗压强度,确保水闸工程项目施工工作稳定落实。该工程项目在施工过程中,选择了水泥搅拌桩以此强化基础

处理的强度。这种水泥搅拌桩可以让抗压强度得到提高,表1为水泥搅拌桩的无侧限抗压强度。水泥搅拌桩采用的是固体硅酸盐水泥,且水泥比为0.45。为了确保水闸本身的强度,采用了正方形的布置,以此水闸本身的稳定性得到极大的提高。从具体的参数数据来看,水泥搅拌桩的桩长短的为8m,长的为15~20m,水泥搅拌桩间距在1.4~1.5m。在本工程中,一共使用到了两种型号的水泥搅拌桩,桩径分别为: $\Phi 500\text{mm}$ 和 $\Phi 600\text{mm}$, $\Phi 600\text{mm}$ 的水泥搅拌桩共计1920m,而 $\Phi 500\text{mm}$ 的水泥搅拌桩共计73358m。需要计算得出堤顶超高情况,根据洪水水位数据进行确定,考虑到该河道所处的位置,不需要考虑到风浪的影响。

2 水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用内容分析

2.1 准备分析

在前期建设中,要组织技术人员进行实地勘察、工程评价,依据勘察成果设计图纸,制订详细的施工计划,并确定生产工艺及技术条件。在前期的准备阶段,场地平整是一个非常重要的工

作,它与最终的施工结果有很大的关系,就拿这个项目来说,由于大坝的地基是淤泥质的,所以在实际施工中,必须在地基上铺上0.5m的石粉,以保证桩基建设的顺利进行。另外,还应对桩位进行进一步的定位,并依据施工图和引线点的测量,保证桩的中心点位置合理,保证桩身的垂直度。试验是决定水泥用量、水灰比、搅拌次数、搅拌提升速度的重要因素。经试验,以上三项参数指标均为16%,0.45,24,0.8m/min。水泥的样品和型号都要在实验室里进行检测和分析,确保数据的准确。本项目选用了红狮42.5等级的普通硅酸盐水泥,在实际应用中,总体状况是比较好的。在此基础上,确定H型钢的埋设及准备工作,结合本项目的具体情况,按桩体尺寸选取H型钢,选用H型钢直径为30cm,H型钢为Q235,为保证桩体与H型钢的中线完全一致,从而保证了H型钢的施工质量。

表1 水泥搅拌桩的无侧限抗压强度

时限	7 d	28d	90d
无侧限抗压强度/MPa	$q_u \geq 0.8$	$q_u \geq 1.6$	$q_u \geq 2.4$

2.2施工分析

进入正式施工后,水泥搅拌桩机启动,定位下沉。需要注意的是,要沿着导向架进行搅拌下沉,搅拌架下沉到设计深度后,提升20cm,此时开启水泥浆泵,让水泥浆顺利压入土中,然后进行喷浆、旋转、提升,并重复搅拌下沉过程。在这个过程中软土会和水泥浆搅拌均匀,并且形成桩柱体。在实际施工阶段,钻孔、清孔、终孔是非常重要的环节,H型钢的选择都要遵循相应的施工要求,并且对H型钢进行编号,避免发生混用的情况。还要对H型钢涂抹减摩剂,让H型钢能够在主体结构施工完成后拔出并且回收,确保H型钢可以充分发挥出实际作用,让埋管深度达到图纸设计要求。钻孔施工质量必须要得到控制,在钻孔完成后,要第一时间清除钻渣,并且落实地质分析,确保地质勘测数据和预测数据一致。同时还要对孔深、沉渣厚度进行检测,明确孔深的持力层。同时,利用水泥以及适量的固化剂控制泥浆质量。泥浆质量的控制也非常重要,黏度必须要满足水利工程软基基础处理施工需要。一般情况下,泥浆比重应该控制在1:1,含砂率应<2%,桩头挖除浮浆段应控制在 $\geq 1000\text{mm}$,桩中心偏位应 $\leq 10\text{mm}$ 。如出现超标情况,要立即组织施工人员进行二次清孔,挖出不符合要求的部分,直到相应参数达到施工标准后,才能够进行施工。

3 影响水泥土搅拌桩的强度要素

3.1桩的强度因素

水泥的掺入率是指混凝土中掺入的水泥与被加固土的自然含水量的百分比,其强度取决于水泥的掺入率和龄期,随掺入率的增大而增大。

3.2土壤水分含量

土壤含水率与水泥土的抗压强度有很大关系,水分含量越低,其抗压性能越好,反之,则越差。强度大小还与掺入的水泥配比有关,若掺入少量的水泥,则其强度的变化将变得微乎其微。

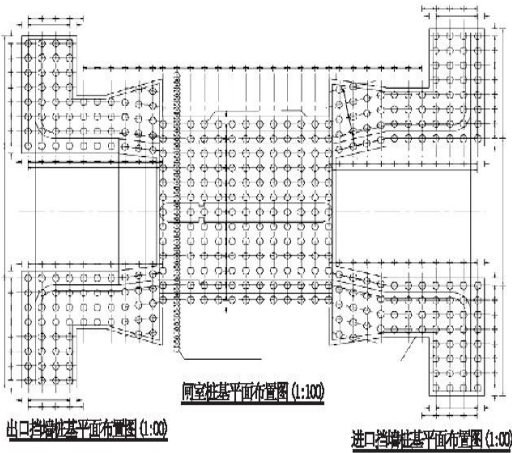


图1 水泥搅拌桩的平面布置

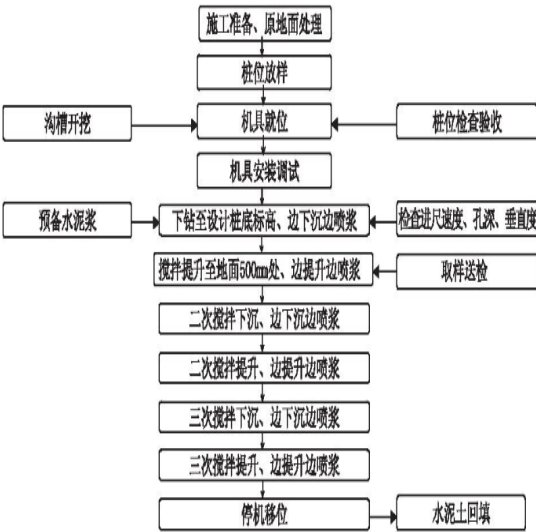


图2 流程图

3.3土壤理化特性研究

土壤的化学成分对水泥强度有很大影响,如土壤的酸碱度、硫酸盐浓度等,这些都会对水泥的质量产生很大影响,石灰和水泥本身就会产生化学反应,在土中添加了一些化学物质,就会发生化学反应。由于土壤的酸性可提高土壤的水溶性和膨胀性,并随着渗透率的下降,混凝土的化学成分发生变化,导致混凝土的抗压强度下降。

4 深层水泥土搅拌桩基坑支护技术的使用方式

4.1水泥土墙

水泥土搅拌桩是一种广泛应用于混凝土土墙的支护技术,它是一种就地取材并利用原有地基土进行搅拌的方法,可有效控制噪声、污染、侧向挤压和振动。水泥土墙的施工步骤:

(1)试桩。清理、平整场地,然后进行试桩。试桩的目的是检测土壤压力的强度,确定其是否符合工程要求,然后再进行全过程的试桩。

(2)采用“两喷三搅”工艺进行施工,应注意搅拌过程中不能中断,必须连续进行,直到搅拌结束;对相邻两根搅拌桩的施工进行控制,间隔时间要在10d以上。

(3)在施工期间,要注意搅拌水泥浆与桩端土壤,搅拌时间为35s,并保证搅拌均匀。混凝土要经过充分搅拌才能进行泥浆的抽运。搅拌桩在完成后要进行养护,然后进行抗压强度检测,两项技术都达到标准方可进行下一阶段的工作。为确保水泥土搅拌桩的施工质量,必须严格按照施工程序进行。

4.2 锚喷支护技术

在深基坑工程中,锚喷支护技术应用较为广泛,在施工现场出现岩土松动时,必须采用锚喷支护,以加强岩层。采用高强度的喷砂水泥混凝土,将金属锚杆与周边岩石结合在一起,形成稳定的墙体,从而保证了工程的正常进行。如果不是大范围的岩石且有土层,则应采用拉丝网进行表层覆盖,然后采用高压喷射水泥混凝土。同时,增加注浆次数,加大水泥用量,以加强锚喷支护的防护效果。

4.3 深层搅拌桩

一般的深层搅拌都是采用格栅结构,对于深度在7m以下的基坑采用格栅式结构,需要注意水泥、石灰等原料的混合比例,要严格按照规定的比例加入,然后与软土混合。在此基础上,水泥、石灰、软土及其他材料在搅拌时发生化学反应,形成一种稳固的桩身。由于桩体内含有水泥,因此,具有防水、防渗透的特点,是一种很好的应用于深基坑施工的方法。该方法不需要太高的技术含量,成本也较低,因此,被大部分施工项目所采用。

5 水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用措施

从前文对水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用流程分析可知,在实际施工过程中,需要展开综合性的判断,以此确保施工效果。

5.1 桩体参数指标的控制分析

在该施工过程中,水泥搅拌桩的桩体垂直度必须要达到预期标准,需要得到方位的控制,包括:吊锤的配置、管道的检查以及水泥浆比水灰比等诸多内容,最大程度确保水泥搅拌桩的施工工艺和施工质量,确保桩体本身真正发挥作用。从水泥搅拌桩制造的阶段来看,水泥的用量、水泥浆拌制的罐数、压浆时的压力、压浆过程中有否断浆现象、喷浆搅拌提升时间等都是非常关键的存在,必须要得到合理的控制。除此之外,吊锤和钻杆之间的距离是一切的基准,必须要得到科学的参数控制。以上述工程项目为例,为了确保施工质量,给每一台机器配备了水泥浆比重测定仪以及监理工程师对水泥浆水灰比进行跟进,确保设计满足具体的要求。考虑到水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用必须坚持连续作业,因此,正式作业前必须要展开系

统的前期处理,同时保证作为水泥浆储存罐内的水泥浆必须要不小于一根桩的用量+50kg,如果储量小于这个要求,不能进行施工,必须要停止。因此,在水利工程软基基础处理施工中水泥搅拌桩施工技术分析是必不可少的一个环节,以此更好地提高施工质量,让施工误差控制工作得到落实,确保水闸的基础部分的强度满足施工标准,承重力、抗压强度均在合理的范围内,规避施工安全隐患。

5.2 施工参数指标的管理分析

通过前文分析可知,水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用过程中会产生大量的数据参数,因此在实际施工过程中,工作人员需要展开综合性的处理,对参数数据进行详细记录,以此为后续的质量检验奠定基础,提供参考。施工人员主要记录的内容包括:施工日期、天气情况、桩号、喷浆深度、停浆标高、泵压力、管道压力、钻进速度、提升速度、钻机转速、浆液流量、每米桩长喷浆量和外加剂用量以及复搅深度。另外,施工人员必须要到现场进行系统的管理和监控,确保桩体能够达到预期目标,一旦发现喷浆量没有达到预期标准的话,需要进行再次喷浆。如果发现机械出现故障也要在第一时间停止喷浆,并且在有效时间内进行补喷,有效时间在十二小时以内。

5.3 桩体质量检测的分析

质量检验、工程验收是水泥搅拌桩在水利工程软基基础处理中的应用过程中必不可少的存在,水利工程软基基础处理工作对水泥搅拌桩本身要求较高,在施工结束后,必须要得到系统检验和管理,以此确保水泥搅拌桩本身的质量,为水闸的实际应用以及后续施工奠定良好的基础,切实提高地基的承载力。水泥搅拌桩的实际应用最大程度减少了沉降量情况,效果显著,但如果质量存在问题必须要整体施工效果才有可能受到影响。从水泥搅拌桩的质量来看,需要确保桩身强度达到设计标准,在实际的强度检验中一共可以分成三次,分别为:七天、二十八天和九十天,在第九十天桩身试件强度必须要达到相应的标准,另外,实际喷灰量也需要满足设计上的标准,确保水泥搅拌桩桩身均匀性,水泥搅拌桩本身的平面位置偏差和深度偏差需要控制在 $\pm 5\text{cm}$ 和 $\pm 10\text{cm}$ 范围内,垂直度也要控制在桩长的1.5%范围内,从水泥搅拌桩的角度来讲再施工完成后试件的养护工作非常关键,也是确保搅拌桩强度达到要求的核心关键。在养护期间如果发现了漏桩需要立即展开相应的补救措施。值得一提的是,这种检测检验工程在实际落实的过程中,必须要充分考虑到水泥搅拌桩本身的情况,在基坑开挖和凿桩头的过程中也需要展开系统的检测,包括水泥搅拌桩数量、位置、直径及桩头的强度等方面情况,以此确保在正式施工前,避免水泥搅拌桩本身出现问题,让相应的补救措施得到更好落实。除了正式施工前展开的检测之外,水泥搅拌桩成桩后也需要进行检测,确保水泥搅拌桩的抗压强度满足设计需求。以该工程项目为例,在实际施工过程中采用了轻型动力触探的方式进行检测,以此科学地判断水泥搅拌桩的整体质量和加固强度。

表2 水泥搅拌桩的无侧限抗压强度

时限	28 d	60 d	90 d
无侧限抗压强度/MPa	1.8	2	2.6
水泥掺量/%	20	20	10

6 结语

综上所述, 国家水利工程项目不断增加, 但随之而来的问题也在不断增加, 想要充分发挥出工程本身的作用和价值, 就要加强对地形的分析, 以此强化施工效果和质量。水闸是水利工程项目必不可少的存在, 不仅会对国家农业生产造成最直接的影响,

也会影响到工业生产等方面的发展。水利工程软基所处的环境较为特殊, 高质量的基础处理是确保这一类型水闸可持续发展的关键, 从目前来看, 水泥搅拌桩+SMW工法在水闸基础处理效果突出。

[参考文献]

[1]王建强.水泥搅拌桩软基处理技术在施工质量控制方面的措施分析[J].价值工程,2022,41(20):59-61.

[2]刘伟,王鹏飞,陈承明.长江沿岸深层软土双向水泥搅拌桩施工技术[J].广东建材,2022,38(06):70-72.

[3]黄文集.海岸铁路项目水泥搅拌桩处理盐渍软土地基试验方法[J].珠江水运,2022,(10):24-26.

[4]韩斌武,李振强.近海软基地区水泥搅拌桩施工工艺与质量控制[J].绿色科技,2022,24(10):277-280.