

水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工技术研究

杨柳

吉林省水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6212

[摘要] 塑性混凝土因其独特的低弹性模量、大变形能力和良好抗渗性能,在水利水电工程防渗设计中得到广泛应用。文章首先分析了塑性混凝土防渗墙施工的主要目的,包括提高工程防渗性能、适应地基沉降和变形、降低工程成本以及提升施工效率和质量。接着,详细阐述了塑性混凝土材料配合比设计、成槽施工、泥浆护壁、混凝土浇筑及施工质量控制等关键技术。最后,提出了施工准备阶段的精细化管理与控制、施工过程中的动态监控与调整、混凝土浇筑的质量控制与优化以及施工完成后的质量检测与评估等质量控制措施,以确保防渗墙的施工质量和防渗效果。

[关键词] 水利水电工程; 塑性混凝土; 防渗墙施工

中图分类号: TV331 文献标识码: A

Study on construction technology of plastic concrete cutoff wall in water conservancy and hydropower engineering

Liu Yang

Jilin Province Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] Plastic concrete is widely used in seepage control design of water conservancy and hydropower projects because of its unique low elastic modulus, large deformation capacity and good impermeability. Firstly, this paper analyzes the main purposes of the construction of plastic concrete cutoff wall, including improving the anti-seepage performance of the project, adapting to the settlement and deformation of the foundation, reducing the project cost and improving the construction efficiency and quality. Then, the key technologies of plastic concrete material mix design, trench construction, mud wall protection, concrete pouring and construction quality control are expounded in detail. Finally, some quality control measures are put forward, such as fine management and control in the construction preparation stage, dynamic monitoring and adjustment in the construction process, quality control and optimization of concrete pouring, and quality inspection and evaluation after construction, so as to ensure the construction quality and seepage control effect of the cutoff wall.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Plastic concrete; Construction of cutoff wall

引言

在水利水电工程中,防渗墙是一种修筑于松散透水层或土石坝中起到防渗作用的重要结构。防渗墙技术最早起源于20世纪50年代的欧洲,因其技术结构可靠、防渗效果良好,且适用于各类地层环境,施工简便、造价较低,在国内外都得到了广泛的应用。在我国,防渗墙技术已逐渐成为水利水电工程覆盖层防渗处理的首选技术。在众多的防渗墙类型中,塑性混凝土防渗墙因其独特的性能优势而备受青睐。塑性混凝土具有大应变、低弹模、低强度等特性,适应较大的变形,是经济优良的防渗体材料。与传统的混凝土防渗墙相比,塑性混凝土防渗墙在防渗性能、耐久性和适应性方面表现更为优异。它能阻止水库中的水渗漏,

其较低的弹模和强度特性也使得它能更好地适应地基的变形,提高工程的整体稳定性。但是,塑性混凝土防渗墙施工技术在水利水电工程中的应用面临着诸多挑战。例如,不同地质条件对施工技术提出了不同的要求,特别是在复杂地质条件下,如何保证防渗墙的施工质量和防渗效果成为了一个亟待解决的问题。

1 水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工目的

在水利水电工程中,塑性混凝土防渗墙施工的主要目的是为了有效防止渗漏问题。塑性混凝土因其低弹性模量、大变形能力和良好的抗渗性能,被广泛应用于水利水电工程的防渗设计中。具体来说,塑性混凝土防渗墙施工的目的包括以下几个方面:

1.1 提高工程的防渗性能

塑性混凝土具有优良的抗渗性能,能阻止地下水或其他液体的渗透,从而保证水利水电工程的安全运行。例如,在围堰工程、水库加固除险等项目中,塑性混凝土防渗墙可降低渗漏风险,提高工程的整体安全性。

1.2 适应地基沉降和变形

塑性混凝土的低弹性模量和大变形能力使其能够很好地适应地基的沉降和变形,避免因地基变化导致的防渗墙开裂或失效。其特性使得塑性混凝土防渗墙在复杂地质条件下的应用更加可靠。

1.3 降低工程成本

塑性混凝土在施工过程中可以利用现场资源(如石渣粉替代部分石子和河沙),从而降低材料成本。由于塑性混凝土的强度虽然有所降低,但其抗渗性能显著提高,因此在满足工程要求的前提下,能够有效节约工程造价。

1.4 提升施工效率和质量

塑性混凝土防渗墙施工技术包括钻孔成槽、清孔换浆、混凝土浇筑等工艺,这些技术的应用能够提高施工效率,并提高防渗墙的整体质量和抗裂性能。例如,在实际工程中,采取注水试验和现场检测,验证防渗墙的施工效果,使其达到设计要求。

2 水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工主要技术分析

2.1 塑性混凝土材料配合比设计技术

塑性混凝土的材料配合比设计是防渗墙施工的基础,其直接关系到防渗墙的质量和性能。塑性混凝土的设计要求通常包括低强度、低弹模、半透水特性等。例如,在某水库工程中,塑性混凝土的设计强度为C15W6,相对渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$,弹性模量在13500~18000MPa之间。为实现这些设计指标,需要精确控制水泥、膨润土、骨料、外加剂等材料的用量和比例。

水泥:通常选用满足规范要求的P.042.5水泥,其用量根据设计强度和工程需求确定。

膨润土:作为改善混凝土抗渗性的关键材料,其掺量需通过试验确定,一般掺量在10%~20%之间。

骨料:细骨料选择级配良好的人工砂或河砂,粗骨料选择级配良好的碎石,骨料的质量和用量对混凝土的强度和性能有重要影响。

外加剂:如缓凝高效减水剂,用于改善混凝土的工作性,提高施工效率。

2.2 成槽施工技术

成槽施工是塑性混凝土防渗墙施工的关键环节,其施工质量直接影响防渗墙的整体性能和防渗效果。成槽施工的方法多样,常见的有液压抓斗成槽法、冲击钻成槽法、锯槽法等。

液压抓斗成槽法:适用于地层条件较好、土层较硬的情况。该方法施工速度快、对槽壁扰动小、槽底淤积少,能保证槽壁稳定。

冲击钻成槽法:适用于地层条件复杂、基岩起伏大的情况。

该方法能有效破碎坚硬土层和基岩,形成规则的槽孔。

锯槽法:利用锯槽刀杆进行切割成槽,适用于砂砾石地层。该方法成槽质量高,能形成连续、均匀的防渗墙。

在成槽施工过程中,需严格控制槽孔的深度、宽度、垂直度等参数,确保槽孔满足设计要求。同时,还需注意槽孔内的泥浆性能,及时补充符合标准的优质泥浆,以保持槽壁稳定。

2.3 泥浆护壁技术

泥浆护壁是成槽施工中的重要辅助措施,其作用是保持槽壁稳定、悬浮钻渣、冷却钻具和润滑钻具。泥浆的性能对成槽施工的质量和效率有重要影响。泥浆的制备通常选用膨润土拌制泥浆,根据地层条件和施工需求确定泥浆的配合比。泥浆的性能指标包括密度、漏斗黏度、含砂量、pH值等,需通过试验确定。在成槽过程中,泥浆需不断循环使用。通过泥浆泵将泥浆送入槽孔内,保持槽壁稳定;同时,通过泥浆循环系统将槽孔内的沉渣和废泥浆排出槽外。回收的泥浆需经过净化处理后才能重复使用。净化处理的方法包括沉淀、过滤、离心分离等。

2.4 混凝土浇筑技术

混凝土浇筑是防渗墙施工的最后一道关键工序,其施工质量直接影响防渗墙的整体性能和防渗效果。塑性混凝土的浇筑通常采用泥浆下直升导管法。在混凝土浇筑前,需对槽孔进行清孔换浆处理。通过气举法或泥浆循环法将槽孔内的沉渣和废泥浆排出槽外,并注入符合标准的优质泥浆。根据槽孔的长度和宽度确定导管的数量和间距。导管需垂直安装于槽孔中心线上,并用钢垫支撑于导槽上。采用混凝土罐车运输塑性混凝土至槽段灌注部位,直接卸料进入料斗。通过导管将混凝土灌入槽孔内,利用导管隔离泥浆,使其不与混凝土接触。浇筑过程中需严格控制混凝土的坍落度、扩散度等指标,确保混凝土的整体性和防渗性能。

3 水利水电工程中塑性混凝土防渗墙施工质量控制措施

3.1 施工准备阶段的精细化管理与控制

施工准备阶段的质量控制包括技术准备、机械设备准备、材料准备等。需全面掌握防渗墙中心线地质资料,了解施工区段心墙深度与土料情况、基岩情况;熟悉与掌握设计图,完善技术交底工作;同时,还需准备充足的机械设备和材料。

为了让水利水电工程中塑性混凝土防渗墙的施工顺利进行,应组织专业地质勘查团队对防渗墙中心线沿线的地质情况进行全面而详细的勘查,这包括土层结构、基岩性质、地下水位等诸多方面。对勘查数据的深入分析,及时识别出软弱土层、裂隙发育区等潜在的地质风险点,为后续施工技术方案制定提供准确可靠的依据。在此基础上,结合工程的实际需求,制定详细的施工技术方案,明确成槽方法的选择、泥浆配合比的设计以及混凝土浇筑的具体方案等。组织专家对技术方案进行科学性、可行性和安全性的论证,方案要切实可行。需对施工方案进行细化分解,制定出具体的施工步骤和操作规程,施工人员能准确理解方案要求并严格执行。在机械设备和材料方面,应建立严格的采

购、验收和管理制度,所有设备和材料均符合设计要求和质量标准。对液压抓斗、冲击钻、混凝土搅拌机等相关设备进行性能测试,让其处于良好的工作状态。对进场的塑性混凝土原材料进行抽样检测,严格把控水泥、膨润土、骨料等材料的品质,施工所用材料要稳定可靠。

3.2 施工过程中的动态监控与调整

施工过程中的质量控制包括成槽施工的质量控制、泥浆护壁的质量控制、混凝土浇筑的质量控制等。需严格控制槽孔的深度、宽度、垂直度等参数;定期检测泥浆的性能指标;严格控制混凝土的坍落度、扩散度等指标。在成槽施工过程中,需要做好实时监控与调整,首先,需要安装一套完善的实时监测系统,该系统能准确监测槽孔的深度、宽度以及垂直度,这些关键尺寸严格符合设计要求。基于这样的监测手段,发现并纠正任何偏差,从而保证成槽施工的精确性。其次,地层的变化情况和施工进度快慢都会对施工效果产生影响,因此需要根据实际情况,灵活调整抓斗的抓取速度、冲击钻的冲击力等施工参数。提高施工效率,应对各种地层条件。接着,泥浆在成槽过程中起着稳定槽壁、携带土渣的重要作用,因此要建立泥浆制备、循环使用和净化处理的标准化流程。通过这一流程,提高泥浆的性能稳定可靠,满足施工需求。最后,要密切关注槽孔内的泥浆损失情况。随着施工的进行,泥浆会因为各种原因而损失,因此需要根据施工需求,补充新鲜泥浆,保持槽孔内的泥浆液位稳定。

3.3 混凝土浇筑的质量控制与优化

混凝土浇筑过程中,第一,在浇筑开始之前,对清孔换浆的效果进行严格细致的检查,槽孔内彻底清除沉渣和废泥浆,为混凝土浇筑提供一个干净、符合要求的施工环境。第二,对导管的安装位置、数量和间距进行仔细复核,导管布置合理、科学,能够满足混凝土浇筑过程中的需求。导管的正确安装能让混凝土顺利浇筑,避免浇筑过程中出现的各种问题。第三,在混凝土浇筑过程中,采用振动棒等辅助设备对混凝土进行充分的振捣,以提高混凝土的密实度和整体性。振捣是混凝土浇筑中不可或缺的一环,它能消除混凝土中的空隙和气泡,使混凝土更加均匀、密实。第四,对塑性混凝土的坍落度、扩散度等性能指标进行实时监控,混凝土的工作性能始终符合设计要求。根据施工环境和气温的变化,及时调整混凝土的配合比和外加剂用量,以保持混凝土的性能稳定。第五,对浇筑过程中的混凝土浪费情况进行统计和分析。通过优化混凝土的使用效率,降低施工成本,提高经济效益。

3.4 施工完成后的质量检测与评估

在施工全部结束后,需采用一系列科学、严谨的检测方法对防渗墙的质量进行细致的检测。施工质量控制是防渗墙施工中的重要环节,包括成墙质量检测 and 缺陷处理等。需采用钻孔取芯和无损检测法对墙体质量进行检测;对检测出的缺陷需及时进

行处理和修复,确保防渗墙的整体性能和防渗效果,需要贯穿于整个施工过程。通过科学的质量控制措施,可以提高防渗墙的施工质量和防渗效果。具体而言,钻孔取芯是一种直接而有效的检测手段,通过钻取墙体核心样本,直观地观察墙体的内部结构,评估其防渗性能、强度以及整体性。

在检测过程中,一旦发现墙体存在任何缺陷,如裂缝、孔洞或材质不均等问题,都将进行详细记录,并对缺陷产生的原因进行深入分析。基于这些分析,制定针对性的修复方案,明确修复的具体措施和步骤。随后,组织专业施工队伍进行处理和修复,墙体的质量达到设计要求。为了加强质量管理的连续性和可追溯性,建立防渗墙的质量档案。这份档案将全面记录施工过程中的质量控制措施、各项检测结果、修复记录以及其他相关信息。通过归档管理,为后续的工程维护和改造提供详实、准确的依据。

4 结束语

综上,在水利水电工程中,塑性混凝土防渗墙的施工质量控制是一个系统工程,需要全方位、全过程的管理与控制。施工准备阶段的精细化管理与控制为整个施工过程奠定了坚实的基础。施工过程中的动态监控与调整则保证了施工的精确性和适应性,应对各种复杂地层条件。而混凝土浇筑的质量控制与优化则是防渗墙性能的关键所在,直接影响了防渗墙的防渗效果和耐久性。最后,施工完成后的质量检测与评估则是对整个施工过程的最终检验。通过这一系列的质量控制措施,可提高塑性混凝土防渗墙的施工质量和防渗效果,为水利水电工程的安全运行提供有力保障。

【参考文献】

- [1]张顺学,梁小娟.某水库大坝塑性混凝土防渗墙施工技术[J].河南水利与南水北调,2024,53(10):43-44.
- [2]李晶,庞永波.澄城县长宁河水库工程中塑性混凝土防渗墙施工技术的应用[J].地下水,2024,46(05):296-298.
- [3]李应飞.塑性混凝土防渗墙帷幕灌浆预留孔施工方法的研究与运用[C]//《施工技术(中英文)》杂志社,亚太建设科技信息研究院有限公司.2024年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(下册).云南建投第一水利水电建设有限公司,2024:4.
- [4]叶德权.大坝防渗工程中塑性混凝土防渗墙的设计与施工[J].科技创新,2024,(05):162-165.
- [5]舒建国,李晓晴,谭金叶.浅谈塑性混凝土防渗墙施工质量控制要点——以新邵县枫树坑水库为例[J].湖南水利水电,2024,(01):4-7.

作者简介:

杨柳(1989—),男,汉族,吉林省双辽市人,硕士研究生,高级工程师、从事水利水电工程设计。