

御道川水库大坝塑性混凝土防渗墙设计及施工要点

刘通杰

(新疆昌吉方汇水电设计有限公司, 新疆 昌吉 831100)

摘要:以新疆御道川水库大坝防渗工程为实例,介绍了塑性混凝土厚度、深度、原料配合比设计等内容,并阐述了施工中的要点,可为以后类似工程施工提供技术参考。

关键词:御道川水库;塑性混凝土防渗墙;施工要点;设计分析

中图分类号:TV543+.82 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-0112(2018)06-0016-03

1 工程概况

御道川水库位于古交市御道川河沟口附近,总库容为162.0万m³,属于集供水、灌溉及生态等综合用途的小(1)型工程。水库由拦河大坝、溢洪洞、导流泄洪冲砂隧洞等组成,其中拦河大坝设计为混凝土面板砂砾石坝,最大坝高为18.9 m,坝顶宽度为6.0 m,设1.0 m高“L”型钢筋砼防浪墙,坝顶长度为324.3 m。上游坝坡为1:1.5,下游为1:1.6。河床基岩面上覆0~16 m厚砾石土,透水性强。经研究决定,采用塑性混凝土防渗墙进行防渗处理。

2 水库塑性混凝土防渗墙设计分析

2.1 防渗墙厚度设计

防渗墙厚度 d 直接决定了其抗渗性能,其主要影响因素为:水头、混凝土本身渗透性、弹性模量、地基土渗透性等^[1]。鉴于其复杂性且目前无相关规范,御道川水库项目依据“墙体破坏水力坡降”来估算其厚度 d ,见公式(1)^[1]。通过估算得出 $d=0.5$ m,再结合其他类似工程经验及考虑苏醒混凝土溶蚀度,最终确定本项目塑性混凝土防渗墙厚度 $d=0.6$ m。

$$d = K \cdot \frac{\Delta H_{\max}}{J_p} \quad (1)$$

式中 ΔH_{\max} 为防渗墙上下游最大水头差, m; K 为安全系数,取5; J_p 为渗透破坏坡降,取值60。

2.2 防渗墙深度设计

防渗墙底部基岩进行帷幕灌浆处理,处理深度范围在31~64 m。为计算塑性混凝土防渗墙和下部帷幕灌浆深度,采用数值模拟技术对两者最优长度搭配进行分析,建立模型见图1所示^[2]。

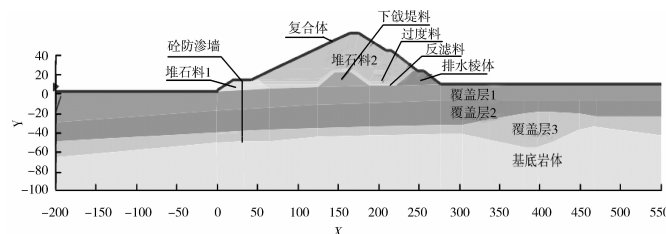


图1 坝体防渗墙数值模型示意

以图1覆盖层结构为分界标准,主要分为表1中3类组合方案。从模拟结果可知:当采用“坝身、覆盖层1 砼防渗墙+覆盖层2、3帷幕灌浆”方案时,渗透系数降到 1×10^{-6} cm/s 数量级,其他两个方案均为 1×10^{-5} cm/s。

分析原因:当帷幕灌浆深度过大时,坝基深部应力集中于固结体,造成刚性固结体产生裂缝,进而总成渗漏量增加^[3];而当塑性砼防渗墙深度较大时,深部防渗墙抗压强度不足以应对围岩应力,破坏了防渗墙完整性^[4]。最终得出:砼防渗墙最合理深度为深入坝基基岩1~1.5 m,砼防渗墙处理深度10~14 m。

表1 防渗结构组合方案分析

防渗结构	具体参数	渗透系数/(cm/s)
坝身塑性砼防渗墙+覆盖层1、2、3帷幕灌浆	塑性砼防渗墙4~6 m,帷幕灌浆40~54 m	1.0×10^{-5}
坝身、覆盖层1 塑性砼防渗墙+覆盖层2、3帷幕灌浆	塑性砼防渗墙10~14 m,帷幕灌浆30~50 m	1.0×10^{-6}
坝身、覆盖层1、2 塑性砼防渗墙+覆盖层3帷幕灌浆	塑性砼防渗墙25~30 m,帷幕灌浆15~30 m	1×10^{-5}

收稿日期:2018-04-09;修回日期:2018-04-23

作者简介:刘通杰(1981-),男,本科,工程师,从事水利规划设计研究。

2.3 原料配合比设计

塑性混凝土原料配合比相较于普通混凝土差别很大,原因在于各原料的配比对塑性混凝土性能影响很大。御道川水库项目在原料配合比设计时遵循以下原则:

1) 在塑性混凝土中,要求弹性模量越低越好,而强度越高越好,因此“模强比”历来是研究的核心。目前公认的最优“模强比”小于100,中等为100~400,大于400便属于不合格^[5]。本工程“模强比”为80。

2) 塑性混凝土与周围土体弹性模量越接近,则墙内应力集中越小。经研究表明:当两者比值在5以内时,防渗墙几乎不受影响。当比值大于10时,则会产生张拉破坏。本工程两者比值为4。

3) 水泥掺含量最佳范围在60~160 kg/m³,最高不得超过200 kg/m³,若承受水头不高,可降至40~100 kg/m³。最佳配合比由试验室确定,原料种类越多,所需试验工作量翻番增长,因此应尽量简化^[6]。本工程所用塑性混凝土原料仅包括水泥、风化砂、水、粘土,水泥用量为130 kg/m³(见表2所示)。

表2 御道川水库塑型混凝土材料配合比 kg/m³

材料	参数	备注
水泥	130	强度等级42.5MPa
膨润土	130	粘粒含量>50%,塑性指数>60
粗砂	788	细度模数3.0~3.6,含泥量<1%,吸水率<1.6%
碎石	926	粒径<20mm,含泥量<1%,吸水率<1.5%
水	255	干净饮用水
灰灰比	0.98	-

3 塑性混凝土防渗墙施工要点分析

塑性混凝土防渗墙施工工序主要有:槽段开挖及质检→墙体浇筑→墙段连接→质量检查。下面对各阶段施工要点进行分析。

3.1 槽段开挖及检查

1) 槽段划分

塑性混凝土防渗墙是由多个单元槽段套接而成,一般为“单排两序的间隔分序”为主,即将整个防渗墙从左至右划分为1、2、3…N槽段,其中1、3、5…奇数段为一序槽;2、4、6…偶数段为二序槽^[7]。施工时首先将一序槽全部浇筑完成后再进行二序槽施工。槽段划分与墙深、施工机械、地质条件等均相关,表3是划分参考。御道川水库采用CSF-30改进型射水成槽机施工,每槽段划分为6.0 m。

表3 塑性混凝土防渗墙槽段划分参考

墙深/m	施工机械	墙厚/m	地质条件	槽段尺寸/m
<10	液压锯槽机	<0.5	粘土	7~10
10~30	射水成槽机	0.6~0.8	粉土	5~8
30~50	液压抓斗	0.8~1.0	粗砂层	4~7
>50	冲击钻	>1.0	砂砾石	3~6

2) 成槽质检

槽段开挖后对槽孔深度、宽度、倾斜度等参数质检,御道川水库采用超声波法进行,其中要求斜度 k 要在4‰,计算公式见(2)。经检测,本项目槽孔各项指标合格率达到95%以上,总体优秀。

$$k = \frac{\Delta L}{H} \times 100\% \quad (2)$$

式中 ΔL 为孔口中心线与槽底中心线在平面投影之间距离, m; H 为孔槽深度, m。

3.2 墙体浇筑

御道川水库项目采用“直升导管法”浇筑墙体,钢管直径200 mm,管口距离槽底以上200 mm。导管分段长度0.5 m,便于快速连接和拆除。在此注意:若为增加施工速度,当同一槽内有两根及以上导管同时浇筑时,其间距不得大于3 m。提升速度不得过快,保持在2~4 m/h,本项目规定为2.5 m/h。

浇筑完成一序墙体后再进行二序浇筑,此时两序的结合处是防渗墙的薄弱环节,需要利用特殊方法处理,常见方法及优缺点对比见表4所示。经专家组评审,御道川水库最终采用接头管法处理结合部位,示意图见图2。

表4 塑性混凝土防渗墙结合处处理方法对比

方法	实施过程	优缺点
套打一孔法	在一序墙体浇筑完成24 h后,用冲击钻将两端打掉一部分,形成月牙状,之后用钢刷钻头打磨	方法简单,工艺成熟,适用范围广;但混凝土损失10%以上
接头管法	在一序墙体浇筑开始前在其两端布置两根接头管,在二序墙开挖前拔出	节约了混凝土,避免一序墙受破坏,节省工期

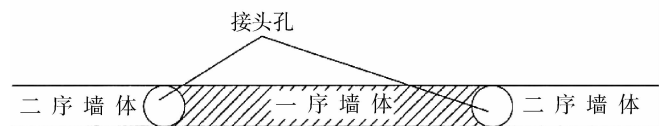


图2 一、二序墙体接头处理示意

4 结语

御道川水库大坝采用塑性混凝土防渗墙后,经多年运行其渗漏量始终处于规定值以下,且在坝体产生一些不均匀变形后渗漏量依然没有增加,显示出了极好的适应性。塑性混凝土防渗墙目前在中小型水坝除险加固中应用较为广泛,但如果设计不合理,很容易造成防渗性差、使用寿命短等问题,因此必须紧密结合工程实际。

参考文献:

- [1] 李晓平,樊勇,聂卫军. 浅谈拦河坝防渗墙设计[J]. 中国水能及电气化, 2017(2): 34-39.
- [2] 李青云,介玉新,张家发,等. 长江堤防深层搅拌水泥土

防渗墙设计指标探讨[J]. 中国水利, 2002(12): 80-82.

- [3] 郑亚峰. 塑性混凝土防渗墙与防渗土工膜联合应用分析研究[J]. 广东水利水电, 2015(5): 43-46.
- [4] 林国赞. 塑性混凝土防渗技术在大坑水库中的应用[J]. 广东水利水电, 2016(7): 46-50.
- [5] 周春选. 下坝地水库坝基防渗墙设计[J]. 地下水, 2007(6): 117-118, 124.
- [6] 王敬静,谈力. 都匀市绿茵湖水库大坝塑性混凝土防渗墙设计[J]. 中国农村水利水电, 2004(8): 59-60.
- [7] 陈翰锋. 塑性混凝土防渗墙在某核电站基坑防渗中的应用[J]. 广东水利水电, 2011(11): 65-66.

(本文责任编辑 马克俊)

Design and Construction Points of the Plastic Concrete Anti-seepage Wall of the Yudaochuan Reservoir Dam

LIU Tongjie

(Xinjiang Changji Fang Hui Hydropower Design Co., Ltd., Changji 831100, China)

Abstract: Xinjiang Yudaochuan reservoir dam seepage control engineering as an example, this paper introduces the mixture ratio design of plastic concrete thickness, depth, raw material, etc., and expounds the key points in construction, for similar project construction provides the necessary technical reference.

Keywords: Yudaochuan reservoir; plastic concrete cutoff wall; construction; design and analysis

(上接第11页)

方面进行了初步研究,建议水行政主管部门对水利水电工程生态设计思路、方法和设计原则、标准等方面编制一个设计指引,或出台生态设计规范,以使我国水利水电工程生态建设有据可依,落到实处。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 水利部关于加快推进水生态文明建设的意见[J]. 水利部公报, 2013(1): 22-25.
- [2] 水利水电工程可行性研究编制规程: SL 618—2013[S].
- [3] 水利水电工程初步设计报告编制规程: SL 619—2013[S].

(本文责任编辑 王瑞兰)

Discussion on Concepts and Ideas about Ecological Design of Water Conservancy and Hydropower Projects

ZHONG Minghui

(Feilai Hydro Project Management Office of Guangdong Province, Qingyuan 511825, China)

Abstract: In order to thoroughly discuss ecological design concepts of water conservancy and hydropower projects, through analysis of limitation of traditional ecological design ideas and methods, this paper demonstrates the main connotations and basic ideas about the ecological design concepts and puts forward six aspects, including the entire ecology of water conservancy projects, an equal importance of safety and ecology, an equal importance to protect both terrestrial and aquatic organisms, scheme comparison and selection with consideration of ecological factors, resource utilization of debris, and water ecology & water culture.

Keywords: water conservancy and hydropower; ecological design; concepts; ideas