

浅析面板对土石坝溃坝过程的影响

马铁成¹, 崔忠², 陈杰¹

(1. 新疆维吾尔自治区农牧区水利规划总站, 新疆 乌鲁木齐 830000;

2. 新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 国内主要大坝形式多为土石坝, 其中采用混凝土面板防渗型式的土石坝, 是近年来发展较快的坝型, 通过对土石坝有无混凝土面板防渗的溃决过程分析, 发现面板对大坝溃决过程产生影响, 导致产生不同的溃决方式, 以此为出发点, 拟总结面板对土石坝溃决产生的影响。

关键词: 土石坝; 面板; 溃决

中图分类号: TV641

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2012)06—0121—03

Primary Analysis on Effects of Concrete Facing to Break Process of Earth-rock Dam

MA Tie-cheng¹, CUI Zhong², CHEN Jie¹

(1. *Water Conservancy Planning General Station of Agriculture and Pasturage Area in Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830000, China;*

2. *Xinjiang Investigation and Design Institute of Water Conservancy and Hydropower, Urumqi, Xinjiang 830000, China*)

Abstract: The major dam form in China is mostly the earth-rock dam, in which the one with concrete facing as impermeable type is the fast developing dam type in recent years. Here through analyzing the break processes of the earth-rock dam which has the impermeable function with concrete facing or not, it is found that the concrete facing would make an impact on the dam break process and produce different break ways. Based on this, the effects of concrete facing on the break process of the earth-rock dam would be summarized in detail.

Keywords: earth-rock dam; facing; break

土石坝(又称当地材料坝或填筑坝)是最为常用的一种坝型。截止目前,我国已建各类水库 8.7×10^4 多座,这些水库在防洪、灌溉、供水、发电、改善生态环境等方面发挥了巨大的作用,社会、经济、环境效益显著,是我国防洪保安工程体系与水利基础设施的重要组成部分,其中土石坝是最普遍采用的一种坝型。大坝在防洪和兴利方面发挥了巨大的效益,可是一旦失事或决口,将给人民的生命财产和国家经济建设带来巨大损失;对下游将造成毁灭性的灾难,大水过后,地表土被一扫而光,土地连庄稼都不能种。据统计,全世界失事大坝的总数已超过 15×10^4 座。

为了较清楚的研究土石坝溃决后对下游的影响,因此,有必要对土石坝溃决过程进行分析。土石坝在我国占有很大比例,而近年来作为土石坝一种

的面板坝发展较快,在我国应用也越来越多,面板坝与传统的土石坝区别则是在迎水面增加钢筋混凝土面板、沥青混凝土面板等防渗体,本文就是否增加面板防渗体作为研究对象,对比这两种工况下的溃坝过程。

1 溃决过程分析

土石坝溃决缺口的形成过程是水、土两相介质相互作用的过程。溃坝原因主要是洪水漫顶和基础管涌、渗漏。土石坝的溃决虽然属于逐渐溃决类型,但由于引起溃坝的水流往往冲击能力极强,从缺口开始到基本形成稳定的溃决断面时,整个时间过程非常短暂,为安全考虑常按瞬时溃坝处理。丘陵区或平原水库坝长达几千米,一般只溃主要部分,即为横向局部溃坝。土坝抗冲能力很差,决口处将冲刷

到坝的基础,甚至形成局部冲刷坑^[1]。

当土石坝上游面设置混凝土面板防渗后,特殊的结构使得其有特殊的溃决特点。由实际观测资料发现,面板坝的溃决为局部溃坝形式^[2-4];在溃决过程中,面板始终在不同程度参与挡水,从决口开始到基本形成稳定的溃决断面,整个过程需要一段时间(超过 0.5 h),因此可以看作逐渐溃坝;当溃口趋于稳定时,并未溃到底,而是留有一定高度的残坝,坝前折断面仍能挡水,因此,面板坝溃决过程可以概括为局部逐渐未溃到底式溃坝模式。

面板坝溃决不同于混凝土坝溃决,其决口不是一次性形成的,而是随溃决过程不断扩展^[5],因此,面板坝的破坏不仅取决于水流条件,而且也与坝体自身的抗冲、防渗性能以及面板的适应变形程度有关。当出现坝体渗漏,形成初期决口后,在溢流与渗流共同作用下,下游坝体受冲刷,面板折断,以及下游坝坡局部塌落是面板坝溃决的主要方式。与一般土石坝溃决不同,面板破坏参与溃坝全过程,在溃坝下泄水流中面板的作用有似倾斜薄壁堰。面板下方被其复盖的残存堆石体虽未被水流直接冲刷,但随坝体冲刷加深,坝体由上而下依次崩塌,面板从顶向下加深悬空,在库水荷载下,面板相继折断塌落,面板溃口相应加深,溢流量随之增大,坝体冲刷崩塌随之加深,面板因此更加悬空塌落,如此循环加剧溃决,直至到库水位降低较多,溢流量大大减小,冲刷和坍塌才减少,最终趋于稳定。

在溃坝趋于稳定之前,下泄流量大于入库流量,库水位随溃决过程不断下降,处在相对稳定时刻的面板顶高程未变,所以其上的水头相应地减少。然而,在面板折断的瞬时,面板顶突然降至新的高程,此时的堰顶水头也就急骤增大。由此可见,溃决水流参数随面板折断的变化有一定的周期性或阶段性。

2 溃决过程模拟计算

无面板防渗的土石坝溃口形成过程是水文学、水动力学、挟沙动力学和土力学等的综合过程,是水、土两相介质相互作用的过程。溃坝的过程是从水库里通过坝体溃口泄出的水流,将通过冲刷和坍塌而导致溃口的扩大,这一过程将持续到水库放空或者坝体能抵抗得住水流的进一步冲刷;溃口的形成历时主要取决于外泄的水流对筑坝材料的冲刷,与坝高、筑坝材料、材料的密实程度及漫顶泄流状况紧密相关;溃口在横向、垂向同时发展变化,随着时

间的推移,由于斜坡失去稳定性导致的坍塌而引起坝顶部溃口逐渐扩大。

根据实测资料发现,当土石坝增加面板防渗后,根据原型观测发现,混凝土面板呈现不规则倒梯形溃口,梯形两侧呈锯齿形并且相互对称,如图 1 所示。在溃坝过程中,面板始终在不同程度参与挡水,并且面板不断折断,因此下泄流量是一个变化值。

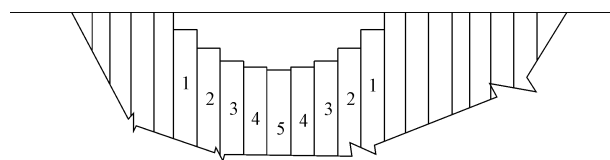


图 1 面板断裂示意图

假设将整个溃坝过程分为 5 个阶段,第一阶段,1~5 号面板折断高程为图 1 所示与 1 号面板齐平,第二阶段 2~5 号面板折断同 2 号面板齐平,依次类推。每阶段历时较短,计算瞬时溃坝最大流量^[1]:

$$Q_M = \frac{8}{27} \sqrt{g} \left(\frac{B}{b} \right)^{0.4} \left(\frac{11H - 10h}{H} \right)^{0.3} b h^{1.5} \quad (1)$$

式中: Q_M 为瞬时溃坝最大流量(m^3/s); B 为溃坝时坝前水面宽度或坝顶长度(m); b 为坝溃决口平均宽度(m); H 为溃坝时水头或溃坝时坝前水深(m); h 为决口处残坝坝顶至水面的距离,也称决口顶上水深(m); g 为重力加速度(m/s^2)。 b 值主要是由引起溃坝的水流冲刷能力与坝体材料抗冲能力相互作用的结果。

3 计算实例分析

某水库坝址积水面积 198 km^2 , 水库总库容为 $330 \times 10^4 \text{ m}^3$, 库区多年平均降水量 311.8 mm , 属少水干旱区。河床纵向坡降平均约为 1.65% , 多年平均径流量约为 $1.286 \times 10^7 \text{ m}^3$, 平均流量约为 $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。坝址河谷宽 $20 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$ 。水库为钢筋混凝土面板砂砾坝,最大坝高 71 m , 顶宽 7 m , 长 265 m 。上游坡 $1:1.6$, 下游坡 $1:1.5$ 。面板顶高程 3277 m , 面板顶端厚 0.3 m , 底部厚 0.6 m 。中部设面板 9 块, 每块宽 14 m , 两侧设面板 18 块, 每块宽 7 m 。溃坝后库内存水约 $50 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

将溃决过程分为五部分,具体如图 1 所示,假设第一次面板折断高度都为 3272.9 m , 除 1 号面板外第二次折断高度为 3265.5 m , 依次类推,最后一次面板折断仅 5 号板,高度为 3249.5 m 。具体数据见表 1。

不同面板折断高度,下泄流量相应不同,具体关系见图 2。

由图2可以看出,当面板第二次折断时,下泄流量达到最大,通过表1不难发现,当面板第二次折断时的高差最大为7.4 m,当面板突然折断,溃口相应加深,溢流量随之增大;即下泄流量与溃口突然加深程度有关。通过计算表明计算值与现场调查值较为吻合。

表1 面板依次折断高程

1号面板 高/m	2号面板 高/m	3号面板 高/m	4号面板 高/m	5号面板 高/m
3272.9	3265.5	3258.9	3255.7	3249.5

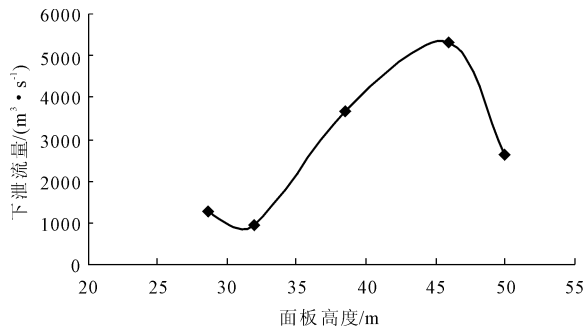


图2 面板高度与下泄流量关系

4 结论

在有面板防渗的土石坝溃决过程中,其决口不是一次性形成的,而是随溃决过程不断扩展的,面板始终在不同程度参与挡水,从决口开始时刻到基本

形成稳定的溃决断面,整个过程需要一段时间^[6]。当溃口趋于稳定时,并未一溃到底,而是留有一定高度的残坝,坝前折断面板仍能挡水。因此,面板坝溃决可以概括为局部逐渐未溃到底溃坝模式。本文使用的溃坝模型及模拟计算方法,能基本合理可行地模拟实际工程中的溃坝失事,其结果能够为管理部门的正确决策提供一定依据。

使用本文模型进行溃坝计算,可为有关部门的预报、防汛决策提供一定依据,可在工程突发事故前,预测下游河道地区的群众疏散高程,为溃坝洪灾的抢险做充分准备。在突发情况下,也可采用瞬时溃坝模型进行应急计算。

参考文献:

- [1] 李 炜.水力计算手册(第2版)[M].北京:中国水利水电出版社,2006:454-455.
- [2] 胡去劣,俞 波.面板坝溃决过程模拟计算[J].水动力学研究与进展,2000,15(2):169-176.
- [3] 李君纯.青海沟后水库溃坝原因分析[J].岩土工程学报,1994,16(6):1-14.
- [4] 漆富冬.沟后钢筋混凝土面板砂砾石坝溃决原因初步分析[J].红水河,1994,13(1):50-53.
- [5] 朱勇辉,廖鸿志,吴中如.土坝溃决模型及其发展[J].水力发电学报,2003,22(2):31-38.
- [6] 刘德峰,宰维东,谢 营.小型水库大坝溃坝风险识别研究[J].水利与建筑工程学报,2010,8(3):138-141.