

印尼 Jatigede 大坝临时围堰的设计与施工

陈 驰, 丁显庚

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘 要:大坝截流在以拦河大坝为主要建筑物的水利水电工程施工中占有至关重要的作用,而作为导流期间的临时挡水建筑物,上、下游临时围堰的设计与施工又是大坝截流前所有工作的关键工程之一。简述了印尼 Jatigede 大坝上、下游临时围堰的设计标准、施工流程和主要施工方法,可供类似工程借鉴。

关键词:大坝截流;临时围堰;设计标准;施工方法;印尼 Jatigede 大坝

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)05-0024-03

1 工程概况

Jatigede 大坝工程位于印尼西爪哇省双木丹地区,主要建筑物包括碎石土心墙堆石坝、导流洞、灌溉洞、溢洪道和发电洞进口等。

大坝施工采用右岸导流隧洞导流、全断面全年施工的导流方式。导流洞布置于大坝右岸山体内部,直径 10 m,在上游段布置了一段直径 10 m 的暗渠,总长度为 729.5 m。导流洞贯通前后,在主河道上、下游各填筑了一道临时围堰,以完成河道截流施工。

2 围堰填筑进度

根据施工总进度计划安排,2011年8月2日导流洞完工并具备过流条件。上游临时围堰戗堤施工于2011年7月15日开始,至2011年8月2日结束,8月3日在龙口部位进行了大坝截流施工。截流后及时进行临时围堰闭气、拓宽和加高工作,同时进行围堰下游侧截水沟槽的施工,至8月14日完成了上游临时围堰的施工。

由于下游临时围堰处河道狭窄,填筑工程量较小,在8月3日大坝截流后,仅用1d时间就完成了戗堤填筑施工并及时进行了围堰闭气、拓宽和加高工作,至8月10日,全部完成围堰施工。

大坝基坑排水工作在上、下游临时围堰戗堤和闭气工作全部完成后开始。

3 临时围堰的设计

3.1 围堰等级

根据施工总进度计划安排,上游临时围堰的使用期为2011年8~12月,共5个月,下游临时

围堰的使用期为2011年8月~2012年9月,共14个月。按照我国《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2004)规定(导流建筑物的级别划分标准):上游临时围堰为5级临时性土石结构水工建筑物;下游临时围堰为4级临时性土石结构水工建筑物。

3.2 围堰结构设计的计算

上、下游临时围堰均采用粘土心墙土石不过水围堰。

经受力及抗滑稳定等结构计算并主要考虑45t自卸车的正常通行需求,拟定上游临时围堰堰顶宽15m;未安排过车的下游临时围堰堰顶宽6m,迎水面边坡坡比为1:1.5,背水面边坡坡比为1:1.2。

3.2.1 上游临时围堰顶高设计

已知:导流洞直径 $d=10\text{ m}$,底坡 $i=0.013\ 02$,洞长 $L=729\text{ m}$,进口底板高程 $E_1=164\text{ m}$,过水断面糙率 n 取值为0.013,求解临时围堰堰顶高程 E_2 。简要计算过程如下:

(1)上游临时围堰为土石结构类的5级临时性水工建筑物,按《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2004)(导流建筑物设计洪水标准划分)规定,其设计洪水重现期采用该流域旱季5a一遇标准。而业主无可用的旱季径流资料,故暂按全年洪水标准的65%考虑,而重现期为5a的全年设计洪水流量为 $1\ 335\text{ m}^3/\text{s}$,重现期为5a的旱季设计洪水流量为 $868\text{ m}^3/\text{s}$ 。

(2)根据相关规范,对于半有压流下限流量为 Q_{pc} ,则:

收稿日期:2017-08-20

$$\begin{aligned}
 Q_{pc} &= \mu A_d (2g)^{1/2} (t_{pc} - \varepsilon)^{1/2} d^{1/2} \\
 &= 0.625 \times 78.54 \times (2 \times 9.81)^{1/2} \times \\
 &\quad (1.25 - 0.673)^{1/2} \times 10^{1/2} \\
 &= 0.625 \times 78.54 \times 4.43 \times 0.76 \times 3.162 \\
 &= 522 (\text{m}^3/\text{s})
 \end{aligned}$$

式中 Q_{pc} 为半有压流下限流量; μ 为流量系数, 取 0.625; A_d 为导流洞过水面积; t_{pc} 为半有压流与明流上游临界壅高水深比, 此处取值为 1.25; ε 为进口竖向收缩系数, 此处取值为 0.673。

(3) 根据相关规范, 对于半有压流与有压流临界流量为 Q_{fc} , 则:

$$\begin{aligned}
 Q_{fc} &= \mu A_d (2g)^{1/2} (T_{fc} d + L_i - h_p)^{1/2} \\
 &= 0.743 \times 78.54 \times (2 \times 9.81)^{1/2} \times (1.5 \\
 &\quad \times 10 + 729 \times 0.01302 - 7)^{1/2} \\
 &= 0.743 \times 78.54 \times 4.43 \times 4.18 \\
 &= 1081 (\text{m}^3/\text{s})
 \end{aligned}$$

式中 Q_{fc} 为半有压流与有压流临界流量; μ 为流量系数, 取 0.743; T_{fc} 为半有压流与有压流上游临界壅高水深比, 取 1.5; i 为导流洞底坡; L 为导流洞长度; L_i 为导流洞水平长度; h_p 为出口底板以上的计算水深, 自由出流时, $h_p = \eta d$ 。

(4) 由于 5 a 一遇的旱季设计洪水流量为 $868 \text{ m}^3/\text{s}$, 介于明流与有压流之间, 按半有压流考虑, 根据相关规范, 半有压流上游壅高水深为 H_0 。

$$\begin{aligned}
 H_0 &= (Q^2 / 2g\mu^2 A_d^2) + \varepsilon d \\
 &= (868^2 / 2 \times 9.81 \times 0.84^2 \times 78.54^2) \\
 &\quad + 0.673 \times 10 = 15.5 (\text{m})
 \end{aligned}$$

式中 H_0 为半有压流上游壅高水深; Q 为 5 a 一遇的旱季设计洪水流量; μ 为流量系数, 取 0.84; ε 为进口竖向收缩系数, 取 0.673。

(5) 上游临时围堰堰顶高程 E_2 。

$$\begin{aligned}
 E_2 &= E_1 + H_0 + h \\
 &= 164 + 15.5 + 0.5 = 180 (\text{m})
 \end{aligned}$$

式中 E_1 为进口底板高程; h 为围堰的安全超高, 取 0.5 m。

上游临时围堰典型断面见图 1。

3.2.2 下游临时围堰顶高设计

与 3.2.1 节相同, 按《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2004) (导流建筑物设计洪水标准划分) 规定, 下游临时围堰设计洪水重现期按全年 10 a 一遇洪水流量考虑, 根据业主提供的该流域全年洪水资料, 经计算, 堰顶高程为 175 m。

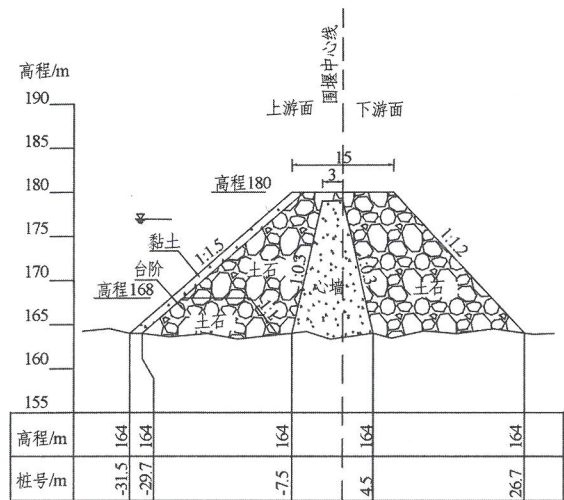


图 1 上游临时围堰典型断面图

4 临时围堰的施工

4.1 施工规划

4.1.1 料源选择

上、下游临时围堰均采用粘土心墙土石不过水围堰。根据相关规范, 为满足围堰自身稳定、挡水、防渗要求, 上、下游临时围堰主要由两种材料组成: 防渗土料 (用于围堰粘土心墙和迎水面闭气) 和堰壳石块填料。

4.1.2 料源规划

(1) 根据因地制宜、废物利用、运距节约的经济原则, 上、下游临时围堰施工所需堰壳石块填料尽量利用大坝坝肩开挖的石方爆破开挖料, 分别从附近渣场开采, 所需的防渗土料在距离最近的合格土料场开采。

(2) 在上游临时围堰戗堤填筑及大坝截流之后, 进行围堰的拓宽加固和加高填筑, 可充分利用大坝主围堰区域开挖的合格料。

4.1.3 施工道路规划

大坝截流采用戗堤立堵法, 从左岸进占截流。从大坝左岸绕坝路下至河床工作面, 完成临时围堰的基础清理、主体填筑施工。成功截流并拓宽加高临时围堰后, 左右岸的绕坝道路连接形成上游跨河道路, 作为主围堰及大坝主体填筑的主要施工道路。

4.1.4 临时设施

(1) 供风: 布置一台 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 移动空压机供风。

(2) 供电: 由左岸变电站供应印尼国家电力公司提供的系统电力。

4.2 围堰填筑施工方法

4.2.1 施工顺序

上、下游临时围堰施工顺序均为:基础清理⇒戽堤施工⇒截流⇒基坑初期排水⇒闭气⇒截水沟设置⇒拓宽加高断面施工。

4.2.2 基础清理

彻底清除临时围堰岸坡和基础的超径块石及杂物,能有效提高临时围堰的防渗效果,降低渗水量,确保基坑排水成本最低。

测量放线确定上、下游临时围堰填筑区域后,岸坡部分用 EX350 挖掘机从上到下进行清表和覆盖层开挖工作,自卸汽车出渣。

河滩部分的基础清理采用挖掘机尽量深的清除临时围堰河床段基础覆盖层;主河床段的水下部位在围堰戽堤填筑前用反挖尽量将超径块石清理干净。

4.2.3 戽堤施工

上游临时围堰顶高程为 180 m,戽堤顶高程为 168 m。下游临时围堰顶高程为 175 m,戽堤顶高程为 164 m。戽堤采用立堵法施工,用 45 t 级自卸车从就近的渣场将大坝主体开挖的合格石料运至现场,由左岸开始进占填筑,SD22 推土机铺料平整,19 t 振动碾振动压实,EX350 挖掘机修坡。

4.2.4 心墙施工

临时围堰心墙的填筑与堰壳填筑同步加高,就近开采合格的粘土心墙料,采用 25 t 级自卸车运至填筑现场,由左岸开始进占法卸料,以避免自卸汽车在碾压合格的心墙面上行驶而造成剪切破坏。心墙料松铺厚度为 30 cm,压实厚度为 25 cm;SD22 推土机平整铺料后,19 t 凸块振动碾沿平行于堰轴线方向先静压 2 遍,再振动碾压 6 遍合格。

4.2.5 基坑排水

在上游临时围堰堰趾处设置截水槽拦截堰基渗水,将其集中到上游水泵坑,由低水头大容量离心泵经铺设至围堰上游面的排水管将水抽排出基坑。

在下游临时围堰堰踵处设置截水沟和水泵坑,汇集主围堰和坝体河床段基坑的积水,由大容量低水头水泵经铺设至围堰下游面的排水管将水抽排出基坑。

水泵的选择充分考虑经济性原则:既满足排水量的要求,又考虑扬程的经济性。

在主围堰和主坝基坑开挖过程中,同步设置

临时排水沟,将积水引排至下游水泵坑。基坑开挖完成后,零星的基础渗水用潜水泵抽排至下游水泵坑。

4.2.6 闭气材料施工

为有效减少堰体和基础渗水,截流后用合格的土料在围堰迎水面进行闭气施工。使用 45 t 级自卸车运至戽堤上卸料,SD22 推土机向迎水面推料,EX350 挖掘机辅助压实边坡,在闭气土料自重和水流作用下,土料被冲填进堰体的空隙内,最终形成均匀密实的堰体。

4.2.7 堰体堆石及防冲体施工

在大坝截流后,对围堰进行拓宽、加固和加高,以达到设计的防洪要求。填筑料用 45 t 级自卸车运至现场,从左岸开始进占法卸料,SD22 推土机分层平铺(分层厚度为 1~1.2 m),19 t 光面振动碾振动压实,EX350 挖掘机修坡和抛石护坡。

5 临时围堰实施效果

截流后,临时围堰的拓宽、加高工作与主围堰及坝体河床段的基础开挖工作同步进行。由于临时围堰填筑质量高,闭气效果好,上游渗水量极少,再辅以截水槽截水和水泵抽排,真正实现了主围堰和坝体河床段在干地施工,最终保证了在雨季汛期来临前,在非常紧迫的工期要求下,优质、高效地完成了主围堰填筑施工,为整个工程的顺利履约奠定了坚实的基础。

6 结语

临时围堰的设计和施工质量好坏决定了截流是否顺利、基坑渗水量大小、主围堰施工是否安全、顺利,并且影响主围堰施工质量。

临时围堰的设计工作充分考虑了当地降雨和径流特点。施工尽可能安排在旱季初期进行,此时原河床水位低、流量小、降雨少,有利于临时围堰的填筑和戽堤合龙截流,后续主围堰和坝体河床段施工安全、施工时间充足、施工质量高。

提前规划临时围堰填筑料源:充分利用大坝左右坝肩开挖的合格料,挖填结合以提高工效并加快施工进度,既保证了工期和施工质量,又极大地降低了施工成本,提高了经济效益。

作者简介:

陈 驰(1982-),男,四川都江堰人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

丁显庚(1980-),男,河南新野人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)