

19-22

大桥水库钢筋混凝土面板施工

张晓光, 张生忠

TV544

(中国水利水电第五工程局, 四川 广元 628003)

摘要:大桥水库面板堆石坝是四川省已建成的最高的面板堆石坝。面板堆石坝的主要防渗结构之一是混凝土面板, 作为最近十几年发展起来的新型坝型——面板堆石坝, 其防渗核心——混凝土面板在施工方面还在不断地完善和发展, 有些方面还需研究和探讨。在此, 主要介绍大桥水库面板堆石坝混凝土面板的施工工艺及其对特殊问题的处理方法, 可供广大同行参考和共同探讨。

关键词:大桥水库; 混凝土面板; 滑模施工工艺; 质量分析

中图分类号: TV52; TV544

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)04-0019-04

1 工程概述

大桥水库位于四川省凉山州冕宁县境内的安宁河上游, 是以工农业供水为主, 结合防洪、发电及改善下游水环境等综合利用的大型水利工程。此工程的主体为混凝土面板堆石坝, 最大坝高 93 m, 是四川省已建成的、最高的面板堆石坝。面板设计为变厚结构, 板厚 30~48 cm, 其厚度计算式为 $h = 0.30 + 0.002H$, 配单层双向钢筋, 配筋率约为 0.4%, 面板设纵缝分块, 共 27 块。河床板块宽 16 m, 共 11 块; 岸坡段板块宽 8 m, 共 16 块。

为确保面板防渗的可靠性, 面板分缝和面板与趾板的接缝即周边缝均采用止水铜片和由华东院生

产的 SR 塑性填料两道止水结构。

面板分两期浇筑。一期混凝土面板浇筑高程为 1 931.78~1 985.00 m, 面板厚度 $h_{max} = 48$ cm, $h_{min} = 37.8$ cm, 板块最大斜长为 96 m; 二期混凝土面板浇筑高程为 1 985~2 024 m, 板块最大斜长 70.30 m, 面板混凝土总方量 11 225 m³, 总面积 30 111 m²。由于面板是大坝的主要防渗体, 施工技术及质量要求高, 因此需精心组织、精心施工。面板一、二期分块及施工布置见图 1。

2 无轨滑模施工工艺

2.1 无轨滑模施工工艺流程

测量放线→垫层坡面修整→设置纵缝砂浆垫床

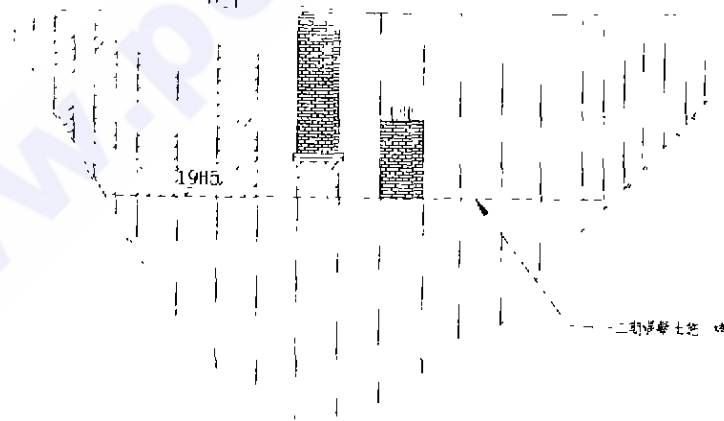


图1 面板分块及施工布置图

及边缝沥青砂浆垫床→设置 PVC 垫片→设置铜止水→安装侧模→仓面清理→钢筋绑扎→仓面二次清理→滑模就位→溜槽设置→混凝土浇筑→人工抹面→混凝土表面保护→面板养护。

2.2 面板混凝土浇筑的准备工作

2.2.1 垫层坡面的检测修整

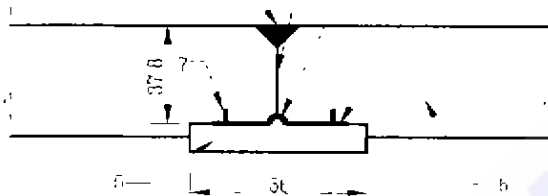
按 5 m × 6 m 方格网测量放线, 对垫层坡面进行人工削坡, 削坡时留 5 cm 碾压余量。坡面碾压采用 10 t 振动平碾均匀振动碾压, 共碾压 8 遍。削坡碾压后的整个坡面平整、密实。垫层料每升高 10~

收稿日期: 2000-06-06

15 m 即进行坡面修整碾压并防护一次。对碾压合格的垫层坡面适量洒水湿润,采用 200 号混凝土喷护,厚度 10 cm。最终坡面平整度要求为 +5~-8 cm。

2.2.2 水泥及沥青砂浆垫床设置

为使铜止水安装平整及侧模安装的需要,在面板纵缝的 W 型止水铜片底部设置砂浆垫床。初设纵缝水泥砂浆垫床宽 70 cm,厚 10 cm。为方便施工,将侧模设计为等高结构,使砂浆垫床变为渐变结构(纵缝结构见图 2),并保持最小厚度 10 cm。因 70 cm 宽砂浆垫床影响侧模固定插筋的打设,故在施工中将其缩窄为 66 cm。由 1 台 2 t 卷扬机牵引自制斗车将水泥砂浆由坝面运至砂浆垫床工作面,用人工抹面。在周边缝 F 型铜止水底部设置沥青砂浆垫床。沥青砂浆在拌制时将沥青热化,将砂子炒热至高温,再用人工拌和。沥青砂浆重量配合比为:沥青:粉煤粉:砂=14:17:69。沥青砂浆应搅拌均匀,在施工时充分捣实。其拌制地点应选在离垫床施工点较近的地方,以免由于沥青砂浆硬化而给施工造成麻烦。



1. SR 塑性填料;2. 分缝沥青木板;3. 塑料泡沫填料
4. PVC 垫片;5. 水泥砂浆垫床;6. 混凝土;7. 铜止水

图 2 纵缝结构图

2.2.3 止水铜片的制作与安装

止水铜片采用止水成型机一次压制成型。为减少安装焊缝,一般每段加工 30~40 m 长,这样做即使在最长的板块上至多有两条焊缝,从而提高了铜止水的质量保证率。铜止水焊接采用搭接单面焊。

2.2.4 侧模的制作与安装

侧模设计为可微调的钢木结构,包括底架、支架、底侧模和顶侧模四部分。侧模结构见图 3。每块长 2 m,板厚 5 cm,高 37.8 cm。为节约成本,侧模设

计为一、二期面板共同使用。一期面板混凝土浇完后,只需将侧模在高度方向上截去 7.8 cm 后即成为二期侧模。在施工中侧模被用作混凝土模板及滑模轨道、固定铜止水之用。侧模用 $\phi 25$ 螺纹钢钎固定,用微调螺栓调节其前后位置及垂直度。

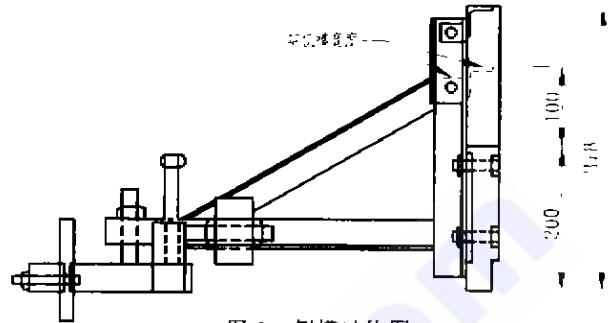


图 3 侧模结构图

2.2.5 钢筋绑扎

对仓面进行一次清理后,按 2 m \times 1.5 m 的间排距在仓面铅垂方向打设 $\phi 25$ 螺纹钢插筋。插筋应打设牢固,否则,在浇筑过程中会造成钢筋网局部被抬起的现象,尤其在仓面的起止位置。插筋打设好后,进行 $\phi 20$ 架立筋及受力钢筋的绑扎。采用两台 5 t 卷扬机牵引自制钢筋台车,将钢筋由坝面运至其绑扎面。钢筋绑扎完毕对仓面进行最后的彻底清理。

2.2.6 滑模就位

滑模由吊架、工作平台及行走轮等部分组成。在结构上由不同节长的模块现场拼装而成,可以拆分以满足 16 m、8 m 等不同宽度板块的要求。滑模宽 1.2 m,16 m 仓面长 16.7 m,重约 7 t,8 m 仓面长 8.7 m,重约 4 t。用两台 10 t 卷扬机牵引滑模,通过滑模自身的行走轮将滑模送至仓面底部。

3 面板混凝土施工

3.1 面板混凝土配合比设计

面板混凝土设计为二级配,采用渡口 525 号普硅早强水泥。其设计参数及配合比见表 1。外加剂采用邛崃外加剂厂生产的抗冻 I 型减水剂和微沫剂。

3.2 混凝土的拌和与运输

表 1 面板混凝土设计参数及配合比表

设计标号	抗渗标号	抗冻标号	出模强度 /MPa	坍落度 /cm	含气量 /%	初凝时间 /h	水灰比	砂率 /%	小石:大石	用水量 /kg · m ⁻³	外加剂及掺量
R ₂₈ =25 MPa	S12	D100	0.3~3.5	5~8	3~5	5~8	0.48	40	55:45	240	抗冻 I 型,0.2%;微沫剂,0.5%

混凝土采用成都建筑工程机械厂生产的 HZD50 型拌和机拌和。各种骨料的重量用微机控制,较好地控制了混凝土的拌和质量。

混凝土从拌和站到坝面用 6 m³ 混凝土罐车运输,从坝面到仓面采用溜槽输送。在 8 m、16 m 仓面

分别布置 1 条、2 条用 2 mm 厚钢板作成的溜槽,半圆形的溜槽有效的减少了与钢筋网之间的摩擦,便于其底部人工铺料时的左右摆动。

3.3 混凝土浇筑

面板混凝土采用无轨滑模工艺,滑模施工要求

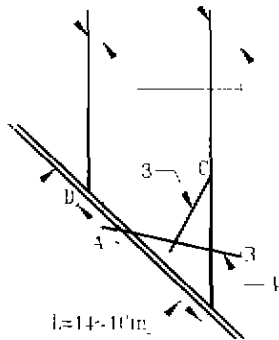
连续作业,因此各种材料、设备、劳动力都必须与滑模连续作业的性质相适宜。混凝土通过溜槽下部在钢筋网上移动,由仓面的一端向另一端铺料,边角部位辅以人工铺料。混凝土采用 $\phi 50$ 型振捣棒振捣。

滑模的提升采用一端提升法,即先提升滑模的一端,然后将滑模的另一端提升至与之相平。滑模的滑行速度一般控制在 2 m/h 左右,根据气温及混凝土坍落度等因素,最大滑升速度达 4 m/h 。

滑模每提升一次立即用人工抹面,并用塑料薄膜将抹面成型的部分覆盖保湿、保温。

3.4 特殊部位的混凝土浇筑

3.4.1 三角块的浇筑(以 16 m 宽仓为例,见图4)



1. 侧模或混凝土; 2. 钢丝绳; 3. 钢轨; 4. 滑模; 5. 趾板

图4 三角块浇筑示意图

(1)当三角块的斜边倾角较大时。

先在三角块较低的一侧用槽钢 $[10$ 号和脚手架管设置滑模滑行的轨道。轨道的设置应满足:① $L=14\sim 16\text{ m}$ 。②C点应高于D点。浇筑时,将滑模的B端提升,提升至一定的高度后,提升A端,同时用手动葫芦向侧向牵引,牵引到一定程度再提升B端。经过多次循环,滑模进入正常轨道。底部局部滑模无法到位的地方振捣后采用人工修整。

(2)当三角块的斜边倾角较小时。

直接将滑模滑至三角块底部,较高一端放在趾板头部,较低一端放在侧模上。滑模的水平移动采用手动葫芦牵引。由于与面板周边相接的趾板头部高于面板表面,故对于趾板相接的面板边沿部分在滑模滑升后用人工挖除,并修整使之符合设计体型。

3.4.2 河床板块渗水段的浇筑

在浇筑时发现河床部位的 L_1 、 L_2 、 R_1 三块的最底部出现较大的渗水。因此,首先应考虑排水问题。根据渗水大小及 L_1 、 L_2 、 R_1 浇筑的先后顺序,在趾板边缘边沿钻了5个排水孔,见图5。由于排水孔常被堵塞,在 L_1 底部形成了许多集水,因此,在其底部挖了个集水坑,将渗水引过来,再用水泵排出。在浇 L_2 和 R_1 块时,由于对部分淤塞的排水孔作了恢复处

理,同时,因渗压的相对减小,排水效果良好,集水问题得到了解决。

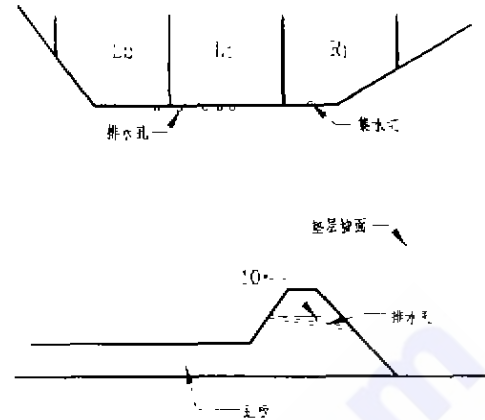


图5 排水孔设置示意图

河床部位的面板混凝土浇筑完成后,即对排水孔进行封堵。采用灌浆用的孔口橡胶塞先封闭孔的底部,水止住后再用水泥砂浆封孔。

3.5 混凝土浇筑的关键施工技术措施

- (1)严禁在混凝土内任意加水 and 不合格料入仓。
- (2)仓面要均匀铺料,摊铺宽度要与进料速度、气温及滑模滑升速度相适宜,避免出现冷仓。
- (3)混凝土振捣要均匀。防止漏振、避免过振。
- (4)因故停浇较长时间时,应用塑料薄膜等对仓面的混凝土进行覆盖,同时应每隔一段时间将滑模适当提升,以免混凝土粘模而拉裂面板混凝土。
- (5)脱模后的混凝土表面应及时用薄膜覆盖保湿、保温,初凝后及时用草袋覆盖和洒水养护。

4 止水施工

(1)铜止水加工时应尽量长些,以减少焊缝。在安装前应仔细检查,确保其自身质量。

(2)SR 填料施工。

SR 塑性嵌缝填料是由电力部华东勘测设计研究院专为面板堆石坝研制生产的,其工艺复杂,施工要求高。因此,在施工前进行了合理安排,并组织施工人员学习其施工工艺流程。要求明确分工、严格程序、操作熟练、流水作业。

SR 塑性嵌缝填料的施工程序分6个步骤:工具准备、SR 搓条、清槽、刷底胶、SR 嵌缝、体形规整、PVC 盖片设置。

5 面板混凝土养护

(1)根据混凝土的初凝时间及滑模滑升的速度,在滑模后面拖挂了长达 9 m 的塑料薄膜,及时地对

刚脱模的混凝土保湿、保温。

(2)从塑料薄膜漏出的表面已初凝的混凝土,应及时地用草袋覆盖并洒水养护至水库蓄水。

6 面板裂缝情况及处理

6.1 裂缝情况

面板几条主要裂缝的特征见表2。

表2 面板裂缝特征表

裂缝编号	块号	长度/m	宽度/mm	高程/m
f ₁	R ₁₃	0.9	0.1	2 008.1
f ₂	R ₁₂	8.6	0.1	2 008.5~2 008.7
f ₃	R ₁₅	9.2	0.3	2 011.5~2 009.0
f ₄	R ₁₂	3.6	<0.1	2 013.8~2 013.0
f ₅	R ₁₅	9.0	0.2	2 015.0~2 012.7
f ₆	R ₁₃	8.0	0.3	2 014.6

6.2 裂缝原因分析

大桥水库在6月份蓄水前对面板进行了全面检查,未发现裂缝,当蓄水至2 000 m高程左右时,发现水位以上出现不同程度的细小裂缝,这说明裂缝主要是由于面板的应力变形引起的。

6.3 裂缝处理

根据已建工程的经验,认为<0.1 mm的细缝不会影响面板耐久性,故不作处理。

对R₁₃的裂缝f₃、f₅、f₆的处理如下:

沿裂缝凿一小槽,宽5 cm,深3~4 cm,用SR塑性填料填平,表面粘贴保护膜。SR填料的施工要求同分缝的SR施工要求完全相同。

7 施工质量控制

在施工质量控制方面,建立以总工程师为中心的质量保证体系,实施施工单位内部“三检制”和监理、设计、业主终检制。面板浇筑准备期,对所有的施工技术人员和有关部门的领导进行了设计交底和技术交底,使全施工局上下高度重视面板混凝土浇筑质量的重要性及熟悉各项施工要求。试验室对各种材料进行检测,浇筑开仓时跟班控制混凝土拌和及浇筑质量,严格控制混凝土配合比。

对脱模后的混凝土表面及时铺塑料薄膜保温、保湿。混凝土初凝后及时盖草袋养护至蓄水。通过以上各项措施,确保了面板浇筑质量。蓄水前对面板进行了全面检查,未发现裂缝。经省质检中心组织的验收小组鉴定,面板堆石坝单位工程为优质工程。

8 结语及建议

(1)采用等高侧模一、二期面板共用、砂浆垫床变厚的办法,可大大简化及方便施工,节约费用,加快施工进度。

(2)河床部位面板底部渗水的排除方案简便可靠,可供其它工程参考。

(3)“W”型止水成型机的使用,减少了止水焊缝,提高了止水的质量保证率。有关单位应研制更小型化的止水成型机,直接放置在坝头,成型后的止水可直接设置在垫床上,这样做可方便止水成型机的搬运,每条纵缝只需一条完整的止水。

(4)三角块的浇筑方案简便可靠。如果设计时能考虑到在面板施工时趾板充当轨道的作用,在结构设计上便于滑模施工,这样可进一步简化施工,加快施工进度。

(5)已往面板堆石坝的面板钢筋绝大多数布置在面板截面的中部,而本工程中面板的钢筋布置在面板的表层,钢筋保护层5 cm。在蓄水前对面板进行了全面检查,未发现裂缝,这与钢筋布置在面板表层有直接关系。

(6)SR塑性填料施工工序繁杂,容易出现质量纰漏,建议有关单位研制在施工方面更为简化的表面止水材料,以简化及方便施工,提高表面止水的施工质量保证率。

作者简介:

张晓光(1961年-),男,河北汉县人,中国水利水电第五工程局大桥施工局副总工程师,工程部部长,工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工

张生忠(1972年-),男,宁夏固原人,中国水利水电第五工程局三分局瓦都项目部副总工程师,工程经营部部长,工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工

大渡河滚动开发正式起步

11月2日,国电电力大渡河流域开发有限公司首届股东会第一次会议在成都召开。标志着大渡河滚动开发正式起步,这也是国电电力发展股份有限公司在西部最大的投资项目。会议决定:同意成立国电电力大渡河流域开发有限公司,经营管理龚嘴水力发电总厂,并开发大渡河流域水电项目。公司注册资金15.8亿元,其中国电电力占资本总额51%,四川省电力公司占资本总额49%,公司注册地点在成都高新技术产业开发区。会议审议通过了国电电力大渡河流域开发有限公司章程。

本刊记者 李燕辉