

# 混凝土面板裂缝成因分析及处理

张运花, 雷杨

(中国水电顾问集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122)

**摘要:**某水库面板混凝土于2014年3月5日浇筑完成,2017年3月发现混凝土面板表面出现数条顺坡向裂缝。监测数据分析和有限元计算结果均表明,温度应力是导致出现顺坡向裂缝的直接原因,同时混凝土干缩加重了面板裂缝的产生与发展。未来3年水库水位仍将维持在60m高程以内运行,水上部分面板将经受冬季严寒低温天、昼夜温差、冬春季寒潮袭击,面板温度应力仍可能超过混凝土抗拉强度而产生裂缝。为此,除对现有裂缝进行处理外,有必要对水位以上面板进行保温措施,避免或减少面板裂缝进一步产生和发展。

**关键词:**混凝土面板堆石坝;面板裂缝;成因分析;处理措施

中图分类号:P343.3;TV642;TV698.2+31

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)06-0100-03

## 1 工程概况

某水库工程任务以城市应急备用和抗咸供水为主、结合防洪和改善水环境等综合利用,并作为千岛湖引水工程的重要组成部分。工程主要由混凝土面板堆石坝、泄洪兼导流洞、输水隧洞、消力池等建筑物组成。

水库大坝为混凝土面板堆石坝,坝顶高程74 m,防浪墙顶高程75.2 m,坝基趾板最低高程34 m,相应最大坝高40 m,坝顶长度230 m,宽8 m。上游侧坡比为1:1.4,下游侧坡比为1:1.6。下游坡面覆土绿化,覆土坡度为1:4。坝体填筑材料自上游向下游依次分为垫层区(水平宽2 m)、过渡层区(水平宽3 m)、主堆石区及次堆石区。

面板厚度取为40 cm,沿高程自上而下等厚度设置。面板设垂直缝,间距为12 m,缝内设两道止水。面板与趾板连接处设周边缝,缝内设铜片及SR两道止水。面板混凝土强度等级为C25,抗渗标号为W8,抗冻标号为F100。面板中部单层双向配筋。在周边缝及垂直缝侧面设置抗挤压钢筋(细钢筋),以提高面板边缘的抗挤压能力,防止面板边缘局部挤压破坏。

## 2 裂缝的产生及检测成果

面板混凝土于2014年3月5日浇筑完成,2014年4月5日对面板表面检查,发现混凝土表面出现裂缝,经检测均为表面裂缝,未见贯穿性裂缝。2017年3月6日现场巡视检查发现混凝土

面板表面出现数条顺坡向裂缝。4月10日~4月30日对面板发育的裂缝的深度和宽度进行声波检测,并对混凝土进行取芯,了解混凝土与挤压边墙接触情况。

根据现场检测条件,累计布置55处检测断面,量测裂缝宽度、深度等,并在7号、9号、11号、14号、16号面板钻孔取芯,每个面板钻取3个芯样,共15个芯样。检测成果如下:

(1)水库面板共21块,1号~6号、8号、10号、18号、20号、21号,共11面板本次检查未发育裂缝;其他10块面板共发育裂缝30条,7号、9号、11号、12号、13号、14号、15号、16号、17号,9块面板发育12条顺坡向裂缝,其中12号、14号各发育2条顺坡向裂缝;水平向裂缝18条。顺坡向裂缝长度范围为7.7~27 m,水平向水平向裂缝长度范围为2.2~12.6 m。顺坡向裂缝宽度为0.09~0.6 mm,各测点深度为7~40 cm,深度范围为9~40 cm;6条水平向裂缝宽度为0.16~0.37 mm,深度为13~18 cm。

(2)顺坡向裂缝位置多发育于面板中间部位,13#面板一条顺坡向裂缝延伸到现水面(现水面高程57.7 m)以下,其余顺坡向裂缝延伸到现水面高程60 m附近渐灭。

(3)各条顺坡向裂缝缝宽、深度由高高程向低高程逐渐变窄、变浅;除15号面板顺坡向裂缝未贯穿外,其余各面板顺坡向裂缝均有贯穿。

收稿日期:2017-12-01

(4)7#面板 ZK7-2 和 11 号面板 ZK11-2 钻孔中混凝土面板和挤压边墙存在脱空,分析认为主要原因为面板混凝土局部振捣不密实所致,与面板变形、坝体变形无关;其余钻孔混凝土面板和挤压边墙接触良好,既未胶结,也未见明显脱空。

面板总体面貌见图 1,面板裂缝总体情况见图 2。

### 3 面板裂缝成因分析

一般认为,根据面板产生裂缝的原因不同可将面板裂缝分为结构性裂缝和非结构性裂缝两类。



图 1 面板总体面貌

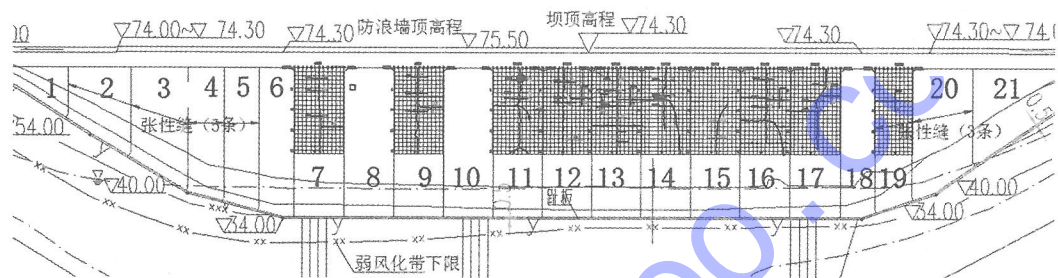


图 2 面板布置示意图

根据对实测资料(气温、库水位、大坝各监测仪器伴测温度、大坝变形、面板应力应变)及非正常工况下大坝应力应变计算成果进行分析,综合结构应力和温度应力、混凝土干缩应力对面板裂缝的影响,裂缝成因总结如下:自 2014 年 4 月面板浇筑至今,水库未能正常蓄水,60 m 高程以上面板一直暴露在自然环境中,在某次寒潮来袭或者冬季持续低温的天气条件下,受到的温度拉应力超过了抗拉强度,温度应力最大值为坝轴线方向且发生在单块面板中间,所以最先在每块面板中间位置产生了顺坡向裂缝;另外,60 m 高程以上面板一直处于水上,表面水分蒸发快于内部,表面发生干缩变形,表面收缩应力加重了面板裂缝产生与发展。

综上所述,水库河床部位面板出现的顺坡向裂缝的产生与结构受力无直接关系;温度应力是导致面板产生裂缝的直接原因,混凝土干缩加重了裂缝的产生与发展。

## 4 面板裂缝处理

### 4.1 裂缝分类

(1) I 类裂缝(浅层裂缝):缝宽  $\delta \leq 0.2 \text{ mm}$  且不贯穿;

(2) II 类裂缝:缝宽  $0.2 \text{ mm} < \delta \leq 0.5 \text{ mm}$  裂缝且不贯穿,或缝宽  $\delta \leq 0.2 \text{ mm}$  且为贯穿缝;

(3) III 类裂缝:缝宽  $\delta \geq 0.5 \text{ mm}$  裂缝,或缝宽  $\delta \geq 0.2 \text{ mm}$  且为贯穿缝。

针对水库混凝土面板裂缝发育现状,为确保面板补强结构能与原坝体面板、趾板防渗系统形成安全、可靠、封闭的防渗体系,满足大坝正常运行的原则,同时方便施工以确保工期,根据“多道设防、复合防水、堵防结合、综合治理”的原则,考虑到 SR 塑性填料 + SR 防渗保护盖片方案,保证率高、施工也较简便,因此推荐 SR 塑性填料 + SR 防渗保护盖片方案作为本次针对 II 类、III 类裂缝处理方案。

### 4.2 处理方法

直接采用裂缝表面遮盖封闭处理措施,SR 塑性填料贴在裂缝表面,塑性填料缝顶用防渗保护盖片密封防渗保护盖片。

### 4.3 处理措施

打磨清理缝面→刷底胶→SR 材料找平→SR 防渗保护盖片粘贴→表面锚固。

### 4.4 处理主要步骤

(1) 清理缝面:对裂缝的表面进行打磨清理,

清理宽度为裂缝两侧各10cm,将局部不平整的混凝土表面打磨平整,要求清理后表面无浮尘、无杂质;

(2)刷底胶:在干净干燥的缝槽上均匀刷涂第一道SR底胶,底胶涂刷宽度应至固定角钢处;底胶干燥后(1小时以上),刷第二道SR底胶;待底胶表干(约0.5小时),即可进行SR施工;若底胶过分干燥时(不粘手),需要重新补刷底胶;

(3)SR材料找平:待SR底胶表干后,将SR材料搓成小条并揪捏成厚10mm左右薄饼状,在混凝土接缝面上,从缝中间向两边揪贴5mm~10mm厚SR材料找平层到SR盖片宽度,然后堆填出设计规定的SR材料形状,并使表面平滑;

(4)SR防渗保护盖片粘贴:逐渐展开SR防渗保护盖片,沿裂缝将SR防渗保护盖片粘贴在SR材料找平层上,用力从盖片中部向两边赶尽空气,使盖片与基面粘贴密实。对于需搭接的部位,必须再用SR材料做找平层,而且搭接长度要大于5cm,搭接部位先刷SR底胶,再进行搭接粘贴;

(5)锚固:SR防渗保护盖片需用角钢锚固在缝两侧混凝土上。

## 6 结论

(1)坝体、周边缝与垂直缝变形量值均较小,在正常范围内;现场检查大坝各部位未发现异常;面板混凝土取芯检测表明,混凝土面板和挤压边墙接触良好,既未胶结,也未见明显脱空;面板可自由伸缩,受下部挤压边墙约束不明显;坝址河床宽阔、两岸岸坡较缓,河床部位面板一般受两侧岸坡部位面板挤压,呈受压状态;对于本工程河床部位面板出现的顺坡向裂缝,从结构受力角度分析,无明显结构受力条件,因此,本次面板出现的顺坡向裂缝的产生与结构受力无明显关系。

(2)监测成果反映水上部分面板温度变幅明显大于水下部分,水上部分面板应力以拉应力为主,水下部分以压应力为主;裂缝检测表明,顺坡向裂缝主要发育于水上部分面板,裂缝基本延伸至水面附近尖灭;温度应力估算表明,温差在12℃时可产生4.43MPa的拉应力,面板即可能产生裂缝,坝址温差在12℃以上的天气时有发生。自

2014年4月面板混凝土浇筑完成后,水库一直未能正常蓄水,60.00m高程以上面板一直暴露在自然环境之中,受环境温度影响显著,温度变幅大,运行工况差,温度应力是导致出现顺坡向裂缝的直接原因;另外混凝土干缩加重了面板裂缝的产生与发展。

(3)大坝渗流量未见增大趋势,目前渗流量约在1.23L/s,量值较小;坝基渗压各测点测值稳定,未见异常;大坝变形正常;现场检查坝顶、上下游坝坡均未发现异常。因此,目前面板出现的顺坡向裂缝,尚不影响大坝安全。

## 7 建议

其一,未来3年水库水位仍将维持在60m高程以内运行,水上部分面板将经受冬季严寒低温天、昼夜温差、冬春季寒潮袭击,面板温度应力仍可能超过混凝土抗拉强度而产生裂缝。为此,除对现有裂缝进行处理外,有必要对水位以上面板进行保温措施,避免或减少面板裂缝进一步产生和发展。其二,在水库正常蓄水前,水库放空,对混凝土面板进行全面检查,对发现的裂缝等问题再作处理。其三,增加裂缝开度监测。其四,完善日常巡视检查工作,定期对大坝面板、坝顶、下游坝坡等部位开展巡视检查。

### 参考文献:

- [1] 罗福海,张保军,夏界平.水布垭大坝施工期面板裂缝成因分析及处理措施[J].人民长江,2011,42(1):50-53.
- [2] 陈念水.公伯峡水电站面板堆石坝水位变动区面板裂缝成因分析[J].西北水电,2015,(6):23-27
- [3] 宋文晶,孙役,李亮,王云清.水布垭面板堆石坝第一期面板裂缝成因分析及处理[J].水力发电学报,2008,27(3):33-37
- [4] 马君寿.混凝土面板堆石坝面板发生裂缝问题刍议[J].大坝与安全,1991,(2):1-6

### 作者简介:

张运花(1984-),女,山东菏泽人,毕业于大连理工大学水工结构工程专业,工程师,中国电建华东勘测设计研究院有限公司从事工程设计工作;

雷杨(1984-),女,四川巴中人,毕业于河海大学水文与水资源专业,工程师,中国电建华东勘测设计研究院有限公司从事工程管理。

(责任编辑:卓政昌)