

宁夏海原南坪水库土坝坝体裂缝原因分析

虎春生

(宁夏水务投资集团有限公司,宁夏 银川 750001)

【摘要】以南坪水库改造工程为例,根据水库坝体裂缝性状,通过资料收集、现场测量、坝体钻心取样试验等多种途径分析裂缝产生原因,研究得出裂缝产生的主要原因为坝体的不均匀沉降,并据此提出坝体裂缝的解决方法与建议。采取相应的工程措施后,消除了水库的安全隐患,有效保障了大坝的安全。

【关键词】 裂缝;不均匀沉降;措施

中图分类号: TV698.2+31

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)04-052-03

Analysis on crack cause of Ningxia Haiyuan Nanping Reservoir earth dam

HU Chunsheng

(Ningxia Water Investment Group Co., Ltd., Yinchuan 750001, China)

Abstract: Nanping Reservoir Reconstruction Project is used as an example to analyze crack causes according to dam crack properties through data collection, field measurement, dam core drilling sampling and other approaches. It is concluded through study that main reason for dam cracks lies in uneven settlement of the dam. Dam crack solutions and suggestions are proposed accordingly. After corresponding project measures are adopted, safety hidden danger of the reservoirs is eliminated, thereby effectively guaranteeing the dam safety.

Key words: cracks; uneven settlement; measures

由于土颗粒间存在空隙且很容易产生相对移动,因此在坝体自重和水压力的作用下,坝体和坝基都会由于压缩而产生沉降。过大的不均匀坝体沉降会造成坝体开裂,甚至形成漏水通道从而威胁坝体的安全。对于裂缝要根据其性状,分析原因,并根据其危害程度,采取不同的处理措施。目前国内对于坝体严重的裂缝,多采用坝体内部建低塑性混凝土防渗墙,解决由裂缝引起的坝体稳定、渗流等各类问题。

1 工程实例及分析

1.1 工程情况

宁夏海原南坪水库属山区丘陵小型水库,呈东西方向布置,为均质土坝,坝长480m,坝顶高程1603.00m,

设计蓄水位1601.00m,最大坝高35m,库容980万 m^3 ,死库容138万 m^3 ,水库流域面积6.69 km^2 ,自2009年蓄水至今,根据用水需求,水库最高蓄水位1593.16m,长期保持低水位运行。目前地表可见部分主要裂缝分布在断面0+105左右两侧,共13条,且输水涵管周围出现两条10.0~20.0mm宽横向裂缝,下游马道处出现塌坑现象,虽经过灌浆处理,裂缝仍有发展趋势,左坝肩存在渗漏隐患。具体如图1所示。

1.2 裂缝原因分析

1.2.1 原始资料查询

a. 设计数据与实测数据对比分析。原设计坝顶高程1603.00m,马道高程1593.00m,通过测量坝顶、坝前及坝后马道位置的实际高程,与原始设计数据相比,

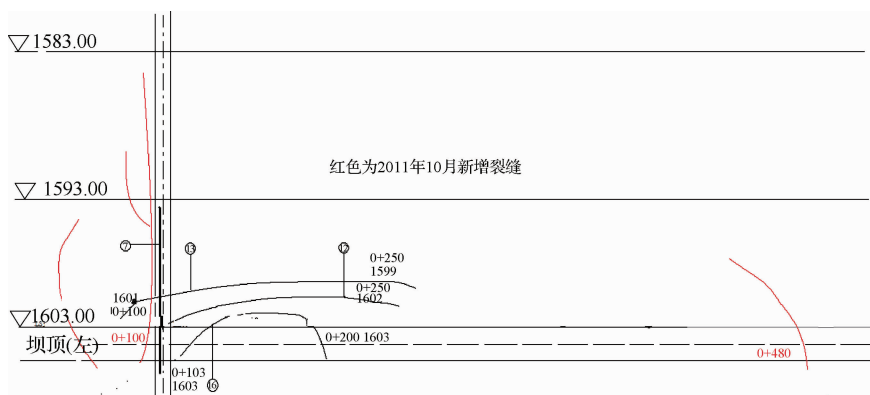


图1 坝体后坝坡裂缝示意图

绘制出坝体断面高程前后变化情况,如图2所示。

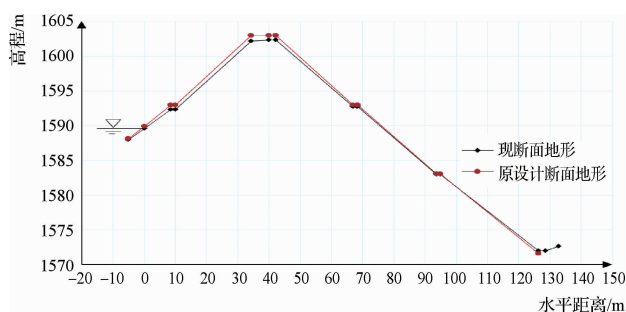


图2 坝体断面高程前后变化

现状测量平均坝顶高程在 1602.24 ~ 1602.53m 范围内,坝顶沉降范围 0.47 ~ 0.76m;坝前马道现场测量高程 1592.34 ~ 1592.39m,沉降量范围 0.61 ~ 0.66m;后坝坡马道现场测量高程 1592.70 ~ 1592.88m,沉降量范围 0.22 ~ 0.30m。由此数据可以发现大坝坝前、坝顶、坝后均存在不同程度的沉降,大坝整体明显存在不均匀沉降现象。

b. 原坝体处理方式探讨。水库输水涵管穿过坝体左坝头,基础为井柱承台梁结构且嵌入基岩 1.0m,经计算复核,基础井柱承载力满足规范要求;输水涵洞采用井柱承台梁结构且嵌入基岩,输水涵管井柱间采用水泥土回填,两侧采用壤土回填。水泥土变形能力^[1]较两侧湿陷性壤土变形能力差,在大坝顶部发现,输水涵洞对应处隆起,形成小“驼峰”线。而坝体中间涵管基础易与管身脱离,出现裂缝,该裂缝发展成明显的贯穿裂缝,由此出现接触渗漏。

1.2.2 现场钻探取样试验分析

考虑大坝坝体稳定及实际现状,在坝后进行地勘钻孔取样,本次勘察断面标号分别在 1#、2#、3# (对应坝面道路桩号 0 + 400、0 + 330、0 + 105) 处布置观测探坑,共布置 9 眼探坑(井),探坑深度 3m,根据取样土的压实度计算绘制出不同高程断面的压实度,绘制同一断面不同高程压实度曲线,如图3所示。

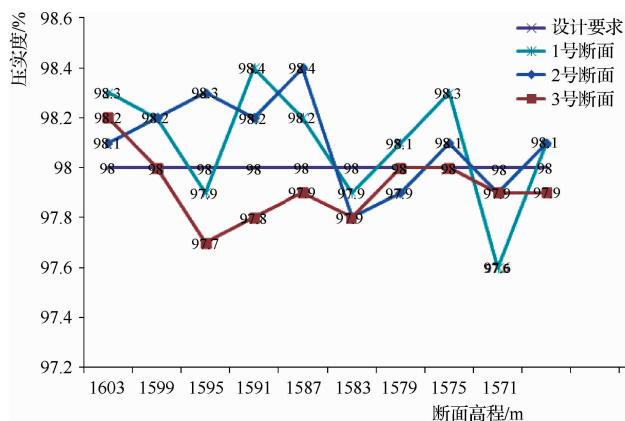


图3 压实度示意图

大坝初步设计要求坝体的断面压实度设计值在 98% 以上,3 号断面位置压实度满足设计要求的仅占 44%,1 号、2 号断面满足设计要求的占 80%。在同一高程不同断面的压实度也是不均一的,试验发现在探坑中浅土红色的碾压层极坚硬,干密度较大,而土黄色的碾压层干密度相对较小。查询资料发现 3 号断面位置下面是输水涵洞埋设位置,而埋设位置主要是水泥土,坝身其他部位均是浅红、黄色的当地均质拌和土。该部位在多次灌浆过程中跑浆较严重,坝体内和输水涵洞和坝体接触部位存在隐形裂缝。

1.2.3 原坝基坝体处理分析

a. 前坝坡分析。由坝体断面高程前后变化图可知,上游坝坡沉降量明显高于下游坝坡,这是因为上游坝坡由混凝土框格支护,内填筑卵石护坡,护坡厚度 0.3m,最大冻土深度 1.59m,设计上游砌护层偏薄,不能满足抗冻胀要求。卵石粒径小自重小,且无棱角,自

稳性较差,风浪冲刷时易发生滚动,淘刷明显;水位在上游马道处浸泡,长期低水位运行,框格受坝体沉降与冻融作用破损严重,故而上游马道存在裂缝明显比下游坝坡多。

b. 坝基填筑分析。水库坝址区沟壑比较发育,且切割较深,大坝采用分区回填,施工时坝基处理采用挖除和强夯结合的方式,壤土料场土料填筑在截渗槽及浸润线以下;土料经改性处理后填筑在 1598.00m 高程以上;对建基面以下的截渗槽、截渗槽上游侧的主沟道采用改性土填筑,设计提出的坝体填筑标准基本合适。大坝坝体于 2008 年 8 月开始清基施工,2009 年 4 月即填筑至 1598.00m 高程(其中包括冬季休工期 4 个月),大坝填筑施工速度偏快,不利于大坝沉降控制。

经本次地质勘察,击实试验土样最大干密度在 $1.87 \sim 1.89\text{g/cm}^3$ 之间,按照压实度 98% 的要求,土样干密度应在 $1.83 \sim 1.85\text{g/cm}^3$ 之间,而所取土样实测干密度均在 $1.45 \sim 1.80\text{g/cm}^3$ 之间,勘测实际压实度范围较大,均匀性较差且压实度无法满足设计及规范要求。

对坝基湿陷性土层和右坝肩采用强夯处理,施工工艺可行,强夯处理深度 8m,左岸探井发现均具有湿陷性,湿陷土层厚度 3.0~10.0m。坝基一些地段清除表部 3m 土层后尚有厚度大于 8m 的湿陷性壤土,因此,认为坝基尚有部分壤土仍存在湿陷性。

2 坝体出现裂缝的主要原因与结论

a. 南坪均质大坝坝体裂缝是由于坝体不均匀沉降所引起的。

b. 坝体不均匀沉降是由于坝体施工过程中分区回填,填筑过程不均匀引起,加上输水涵洞井柱承台梁结间采用水泥土回填,沉降变形能力很小,而两侧坝体为湿陷性壤土基础,沉降变形能力较大,因此在输水涵洞对应坝段该问题尤为突出。

c. 上游坝坡裂缝除受上面两个因素影响外,还存在护坡方式不当、保护层厚度不够及受冻融循环等因素影响。

3 解决方法与建议

a. 采用塑性混凝土防渗墙截流,消除坝体内部裂

缝,防止坝体渗漏问题,同时保证坝体心墙稳定性。采用泥浆灌浆和化学灌浆封堵输水洞周围的裂缝,消除坝体裂缝引起的接触渗流问题。

b. 填筑坝体加厚培高至设计高程,保证坝面的均匀性和美观性,消除部分不均匀沉降引起的表观裂缝。

c. 改变上下游坝坡砌护方式,采用 0.2m 河砂垫层 + 0.20mC20 抗冻混凝土面板替换卵石护坡,尽最大可能保证上游坝坡免遭冻融循环破坏,同时可避免波浪造成的水蚀和雨蚀。

d. 下游坝坡采用培土加厚加宽处理,即在 1593.00m 以下仅对基础处理,不同段落采用不同处理方式,其中 0+000 至 0+325 段和 0+375 至 0+475 段,开挖后根据实际情况采用翻夯碾压、块石挤密,桩号 0+325 至 0+375 段暂时不处理;在 1593.00m 以上,直接清除表面覆土、破损的格条、马道,然后在其上直接碾压。坝内水平褥垫排水仍维持现状,挖出该段排水沟,并在其后设置范围内新增复合土工膜带,沿原排水沟外侧贴坡设置,土工膜铺设后,回填 0.20m 天然级配河砂,进行碾压回填。下游坝坡加固培土后,采用草皮护坡,重新铺设纵横排水沟,以便减少流水对坝体的冲刷。

4 工程实施后的效果

工程措施实施后,坝体裂缝全部消除,有效阻断了坝体内存在的隐形裂缝渗漏通道,下游坡脚处少量积水全部干涸;纵横排水沟排改造后,未出现冲刷痕迹,排水取得显著效果,改造后的前后坝坡马道、格条也未出现沉降现象,下游坝坡明显得到改善。运行至今,坝内水位逐渐上升后至设计水位,下游坝坡坡脚仍未出现渗水痕迹,前坝坡改造后,面板未出现裂缝;坝顶改造后,坝面未有积水,排水畅通,未出现裂缝现象。故该工程措施取得了效果明显,有效保障大坝安全。◆

参考文献

- [1] 刘正勇. 水泥土及其性能介绍[J]. 水泥工程, 2005(5): 21-22.
- [2] 颜亮. 水工建筑物[M]. 中国农业出版社, 2008.