

劈裂灌浆技术在水中倒土坝防渗处理中的应用

石军林

(山西省临汾市水利勘测设计院, 山西 临汾 041000)

摘要:利用劈裂灌浆技术对小河口水库进行了灌浆防渗处理, 防渗处理后对灌浆浆脉的数量、方向、厚度等方面进行了分析, 认为施工结果满足设计要求, 从灌浆后的观测资料看, 灌浆所形成的心墙已初步改善大坝渗漏部位的坝体质量, 灌浆效果较为理想, 较好地解决了大坝渗漏阴湿问题。

关键词:大坝渗漏; 劈裂灌浆; 效果评价

中图分类号:TV543+.7

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2002)02-0048-02

小河口水库位于山西省翼城县王庄乡辛村村南的浍河干流上, 控制流域面积 338 km², 总库容 3 292 万 m³, 是一座以灌溉、防洪为主的中型水库, 控制灌溉面积 0.8 万 km², 坝高 41 m, 坝顶高程 677.40 m, 坝顶长 740 m, 水库于 1958 年 7 月动工, 一期工程完成 28 m 高的水中倒土坝; 1966 年加高至 41 m, 为碾压土坝, 坝轴线上游 13 m 的坝基建有粘土截水槽。

1985 年 7 月至 1986 年 2 月, 水库长历时蓄水, 最高库水位 674.88 m, 为历史最高, 1986 年 3 月工程检查时发现下游坝面有三片阴湿, 总面积 2 037 m², 含水量 21% ~ 25%, 渗漏情况见表 1。

表 1 小河口大坝渗漏情况

桩号	长度 /m	面积 /m ²	浸湿高程 /m	坝高位置 /m
0+097~0+130	33	362	664.89 以下	28.5
0+320~0+385	65	1 050	666.69 以下	30.3
0+576~0+646	70	625	669.10 以下	32.7

1993 年 12 月水库蓄水位 672.58 m, 在大坝桩号 0+600 处又出现浸湿, 含水量 23% ~ 26%, 至此水库运行水位一直控制在 672.1 m 以下。

大坝的大面积浸湿首先使含水量增大 4 ~ 5 倍, 导致局部坝体强度降低, 影响大坝质量; 其次使大坝的浸润线处于无序状态, 造成了坝体抗滑稳定和应力情况的局部恶化, 上述情况直接导致水库运行水位被迫由正常高水位 675.0 m 下调至 672.1 m 以下, 而泥沙库容 1995 年实测已达 1 850 万 m³, 已侵占兴利库容 87 万 m³, 并且逐年递增, 这样上砍下侵, 使水库的兴利库容逐年减少, 灌溉面积不足设计面积的 1/4, 故大坝的渗漏处理和加固十分迫切。

1 渗漏原因分析

由于小河口大坝分二期建成, 上部为碾压土坝, 下部为水中倒土坝, 而它们的结合部分正是出现隐患的地带, 下部水中倒土坝的沉降较大, 而上部碾压坝密实度较大, 加之两坝肩的支撑作用, 使之形成一个庞大的弹性体土梁, 沉降量较小, 在新旧坝体结合部位, 形成无数微小水平缝隙, 另外根据观测, 大坝的沉降量与坝高成正比, 即坝高越大, 沉降量越大, 而三处阴湿面正位于沉降量差异最大的地方, 即主河槽断面突变处或坝肩结合地带, 使新旧坝体结合部位又造成纵向的微小拉裂, 上述状况导致大坝在两次施工结合部位形成集中水平渗漏带, 1995 年在大坝布置的三个钻孔资料显示, 大坝在 662 ~ 667 m 高程带确实存在着强渗透带, 断定大坝坝面阴湿的渗透水来自水库而非降水入渗。

2 防渗处理措施

2.1 设计情况

1997 ~ 2000 年小河口水库进行了彻底的除险加固, 工程总投资 2 045 万元, 改建项目有: 大坝加高 5.1 m, 溢洪道进口闸室改扩建, 泄洪洞及灌溉洞相应部分改建等。

大坝加高 5.1 m, 必须首先解决大坝的阴湿渗漏问题, 1997 年临汾市水利勘测设计院提出设计方案: 为解决坝体质量问题, 防止加坝后由于坝坡的大面积阴湿而抬高坝体浸润线, 采用劈裂灌浆, 对 0+080~0+150, 0+300~0+405, 0+550~0+660 三段坝体进行灌浆, 设计孔深 18 m, 孔底高程 659.4 m, 超

过强渗漏带 3 m,设计孔距 5 m,分三序施工.设计对灌浆材料的指标要求为:粘粒含量 20%~30%,粉粒含量 30%~50%,砂粒含量 30%~40%,塑性指数 10%左右,有机质含量小于 2%,可溶盐含量小于 8%,最后形成 15~20 cm 厚的防渗帷幕,并充填裂缝、洞穴,改善坝体质量,降低大坝渗漏量.根据山西省水利厅的批文,为彻底改善小河口水库大坝存在的问题及可能给加坝后带来的隐患,将三段灌浆变更为 0+080~0+660 全部灌浆.

2.2 施工情况

1998 年 6 至 11 月,忻州地区水利勘测设计院对大坝实施了劈裂灌浆,施工中沿大坝轴线(0+080~0+660)580 m 的坝段进行了灌浆,完成钻孔 116 个,总进尺 2236 m,总灌入量 4162 m³,折合土 1873 m³,其中一序孔 32 个,灌入量 1978 m³,平均每孔灌入量 61.8 m³;二序孔 1382 m³,平均每孔灌入量 44.6 m³;三序孔 802 m³,平均每孔灌入量 15.2 m³.施工中发现按设计孔深灌浆,孔深较浅,未穿透软弱层,将孔深由 18 m 改为 21 m,采用土料为重粉质壤土.在 5 组土料取样中,各种性能基本满足设计要求,粘粒含量只有一组为 17%,其余均大于 20%,粉粒含量 40%~60%,砂粒含量 3%~9%,远小于设计要求,塑性指数等值基本吻合.泥浆各项指标见表 2.从表 2 中可见各项指标基本达到规范要求,只有稳定性由于土料砂粒含量较低而小于规范要求,而稳定性是指取单位浆液样本在单位时间内其下部与上部含砂量的差值,其差值越小表明浆液稳定性越好.施工过程中护壁管为 5 m 左右,每孔复灌基本都在 5 次以上,两次间隔一般在 5 d 以上.大坝坝顶多数孔出现裂缝并贯通,最长裂缝 30 余 m,最宽 31 mm,单向最大位移 19 mm,均在规范要求内.施工中一、二序孔已出现串浆,三序孔已基本处于浆脉中,灌浆结束标准以实际情况确定,5 次以上复灌后吃浆量达到单孔预计灌入量,并采取加打护壁管等措施至不再进浆为止,封孔注入密度大于 1.5 t/m³ 的稠浆,直至浆面升至坝顶不再下降.

表 2 灌浆浆液指标

项目	密度 (t·m ⁻³)	粘度 /%	稳定性 (g·cm ⁻³)	胶体率 /%	失水量 (cm·h ⁻¹)
规范值	1.3~1.5	20~70	0.05~0.15	>70	20~60
实际值	1.3~1.5	20~30	0.03~0.10	>80	20~70

3 效果评价

浆脉厚度计算值受坝体内部条件和外部因素影响有较大变化,在 580 m 灌浆长度中分 9 个计算段,其值在 10.3~26.3 cm 之间,只有一段为 10.3 m(0+080~1+130),小于设计要求,其原因为该段处在坝肩部位,坝体较薄.平均浆脉厚度为 19.6 cm,满足设计要求.

为观测大坝灌浆安全情况,施工中布置了 3 条纵断面、20 条横断面进行位移观测,水平位移每天观测 1 次,垂直位移 5~10 d 观测 1 次,次灌水平最大位移量 19 mm,最终位移量 109 mm,垂直位移很小.停灌后 20 d,在大坝 0+545 处挖检查井,因井内含水量较大,考虑安全问题,最终深度挖至 6.85 m,井径 1.1 m 左右,浆脉情况见表 3.

表 3 浆脉效果观测

深度/m	脉数/个	累计厚度/cm
2.3	2	14
5.6	4	15
6.85	4	>15

从开挖情况看,浆脉基本顺直,随深度增加略偏下游,走向为沿坝轴方向,浆脉的累计厚度基本满足设计要求(15~20 cm),且随深度增加厚度渐增,表明灌浆效果比较理想.

1998 年汛后至 11 月 5 日,库水位由 671.14 m 渐升至 672.52 m,冬浇后为 669.4 m,1999 年 2 月底升至 669.69 m,此间大坝下游坝坡未发现明显浸湿.1999 年 3 月 9 日,工程人员大坝检查时发现大坝又有阴湿现象:0+100~0+130 m,高程 659.9~665.4 m,含水量 14.6%~16.8%;0+220~0+395,高程 658.1~662.4 m,含水量 16%~19%;0+395~0+660,高程 662.4 m 左右,含水量 19%~22.8%,大坝坡面其它部位含水量在 5% 左右.本次浸湿同 1986 年沿坝轴线位置基本相同,但高程略低 3~7 m,含水量也低于上次,库水位也低 2.5 m 左右.为探明原因,在大坝 0+350,0+580 处设两排观测孔,孔深 16 m,对浆液形成的心墙的上下游水位进行观测.6 月 14 日至 7 月 30 日的观测资料表明,库水位上升 0.82 m,外坝坡浸湿普遍下降 1~2 m,浸湿土含水量下降 4%,而两排观测孔上下游水位差亦由开始的 2.1~2.4 m,增大到 2.7~2.9 m,以上数据表明本次阴湿为库水及灌浆水共同作用所致,但灌浆水作用占主要因素,说明大坝在 662~667 m 处确实存在强渗漏带,在 0.2~0.4 MPa 的灌浆压力及注入 2300 m³ 水的作用下,又出现浸湿,并随时间推移和库水位的上升而减弱下降,这表明本次阴湿的主导因素为灌浆时注入的高压水所致,而水库水的渗漏因素已明显小于灌浆前的状况,故可以断定灌浆已初步改善大坝质量.

实践证明,土坝劈裂灌浆技术是解决小河口水库大坝渗漏的有效工程措施.从已有的观测数据来看,灌浆效果滞后时间较长,随着小河口大坝的加高,观测将中断一段时间,但小河口除险加固工程完工后,应继续观测灌浆效果.

(收稿日期:2000-12-21 编辑:张志琴)