

改性灌浆水泥在古田溪三级电站大坝基础加固中的应用

⑫
41-43

杨保全

(河海大学土木工程学院 南京 210098)

TV223
TV421.3

摘要 介绍了改性灌浆水泥的技术性能,以及在古田溪三级电站大坝基础加固施工中采取的技术措施。现场对比试验结果表明:使用改性水泥补强灌浆后,扬压力上升势头被遏止,扬压力值较大的观测孔水位已回落,说明改性灌浆水泥对改善大坝的基础状况和降低扬压力具有明显效果。

关键词 改性灌浆水泥 扬压力 基础加固 帷幕 大坝

在大坝的基础加固过程中,以往普遍采用525[#]硅酸盐水泥作为主灌浆材料,或者使用化学灌浆方法进行大坝基础灌浆。虽然525[#]硅酸盐水泥其细度0.08 mm的筛余量为4.7%;SO₃, LOSS含量分别为2.27%,1.76%;3d龄期抗折、抗压强度可达6.5 MPa,35.4 MPa;28d龄期可达9.2 MPa,62.8 MPa,但是这种材料对基础小于0.5 mm以下微细裂隙或夹泥层可灌性仍然很差。通过对古田溪三级电站、梅山大坝前期灌浆成果分析,发现用普通硅酸盐水泥灌浆,其坝后扬压力观测孔水位平均下降0.28 m,多数扬压力孔水位没有变化,扬压力异常的观测孔水位也只下降了1.00~5.00 m。在目前国内已建的水电站中,五六十年代所建的“三边”工程较多,这些工程存在程度不同的地质及水文地质方面的问题或没有采取有效处理措施,它将危及大坝的安全。因此,对新技术措施、新的灌浆方法及灌浆材料的基础加固试验研究很有意义。

1 古田溪三级大坝概况

古田溪三级电站位于福建闽清县高洋溪口,为古田溪流域的梯级电站。大坝为钢筋

混凝土平板坝,坝后式厂房,坝顶自由溢流,最大坝高43.0 m,坝长225.0 m,分为27个平板坝段,西端重力坝段与山体相接,上游坝坡1:0.80,下游坝坡1:0.32,正常蓄水位129.0 m。该坝建成后曾进行两次加固处理,效果较差。主要表现在1988年4月发现左岸挡水坝段坝顶垂直沉降值普遍增加了5.93~8.25 mm,扬压力孔水位普遍偏高或呈上升势头,局部位置的扬压力孔扬压力值很大,例如:12[#]~13[#]坝段12_右扬压力孔;9[#]~10[#]坝段9_右扬压力孔及6[#]~7[#]坝段6_右、7_左扬压力孔水位达10.0~45.0 m,个别孔涌水量达3.25 L/min,说明原灌浆帷幕尚有大的缺口,原斜穿河床的夹泥节理经灌浆后效果较差,因此需进行基础加固灌浆处理。扬压力异常的孔可参见文献[1]中的图1。

1994年底至1995年6月,对大坝进行了加固处理,此次帷幕补强孔范围内坝基地层是单一中生界白垩系流纹斑岩,灰白~灰黑色,成份以石英长石为主,黑云母角闪石次之,含有较多的铁锰质矿物,具有不明显的流纹构造。根据钻孔岩芯分析,在90.0~96.5 m高程范围内顺流沿河向缓倾角裂隙发

作者简介:杨保全,男,硕士,讲师,从事水文地质研究,曾发表《汾河灌区水资源多目标优化研究》等论文。

育,91.0~93.0 m 高程斜穿河床夹泥节理仍然存在,经鉴定,这种 1~2 mm 厚夹泥成份主要为高岭土,性状呈粘糊状,粘结力差,易被水冲散,说明建坝初期及以后对该夹泥节理灌浆处理效果较差。

2 改性灌浆水泥的技术性能

改性灌浆水泥的研制是国家“七五”科技攻关项目(“17-3-4-3”子课题),1990 年通过能源部、水利部部级鉴定,达到国内先进水平。它是由硅酸盐熟料、膨胀剂和调凝剂组成,经国家水泥质量监督检验测试中心检测,其性能指标如表 1~3(表中 w/c 为水灰比)。

表 1 水泥颗粒分布和抗压强度

最大粒径 / μm	d_{50} / μm	比表面积 / $(\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1})$	浆液析水率(%)		抗压强度 / MPa		
			$w/c = 1:1$	$w/c = 0.7:1$	3 d	7 d	28 d
<32	<6	700	<5	0	67.1	76.0	84.3

表 2 水泥可灌性

实验条件	w/c	压力/ MPa	灌入裂隙宽度/ mm
室内试验	0.70	0.5	0.1
现场试验	1.00	1.00	<0.1

注:在同等条件下,普通水泥很难充填小于 0.4 mm 的裂隙。

表 3 水泥净浆线膨胀率

w/c	温度/ $^{\circ}\text{C}$	龄期/d	自由沉降成型 膨胀率 ϵ (%)	压力脱水成型 膨胀率 ϵ (%)
1.00	20 $\pm$ 2	14	0.25	0.04

改性水泥具有如下特点:①对浆液的流变性有所改善;②浆液析出率大大降低,稳定性得到提高,裂隙可灌性明显改善;③各种水灰比结石其抗压强度均有不同程度提高;④价格是普通水泥的 2~3 倍。

3 灌浆试验中的新技术措施

在此次古田溪三级大坝基础加固施工中,进行了灌浆试验,试验的补强灌浆孔采用自上而下逐段进行压水试验,段长一般为 5.0 m,压力按一个压力阶段,压水前需进行裂隙冲洗。灌浆采用自上而下分段孔内循环灌浆方法,同一墩腔内先灌深部孔第二段孔,后灌中间孔第一段孔,最后灌浅部孔接触段

孔,补强孔放样典型剖面见图 1(图中灌浆孔分段及灌浆压力均指孔口表压力),灌浆压力设计见表 4。所有补强孔均采用 45°~65°斜孔灌浆。

表 4 灌浆压力设计

孔 号	孔段压力/ MPa			
	1	2	3	4
第二段孔	0.30	0.40	0.80	1.00
第一段孔	0.30	0.50	0.70	—
接触段孔	0.30	0.40	0.50	—

a. 当压水流量大于或等于 5 L/min 时,灌浆材料选用 525# 普通硅酸盐水泥;当压水流量小于 5 L/min 时,选用改性灌浆水泥。施工中水灰比分级:525# 普通硅酸盐水泥可采用 5:1,3:1,2:1,1:1,0.5:1 五个比级;改性灌浆水泥选用 2:1,1:1,0.7:1 三个比级,在施工中期对改性灌浆水泥采用 3:1,2:1,1:1,0.7:1 四个比级效果更理想。

b. 在规定设计压力下,应用改性灌浆水泥如吸浆量小于或等于 0.40 L/min,纯灌时间 2~3 h,则该段延灌 1 h 结束;如吸浆量在 0.40~0.80 L/min,纯灌时间小于或等于 3 h,需屏浆 1 h,纯灌时间大于或等于 5 h,灌浆即可结束不屏浆;当回浆变浓时吸浆量小于 0.80 L/min,两次稀释后仍变浓到原水灰比,

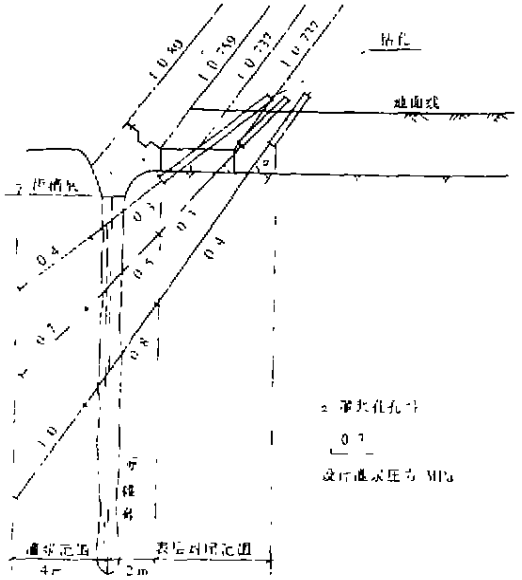


图 1 补强放样典型剖面

延灌 1 h 结束。

c. 525[#]普通硅酸盐水泥待凝 48 h, 涌水压力大于 0.15 MPa 时待凝 72 h, 改性灌浆水泥在涌水压力小于 0.30 MPa 时, 待凝 24 h, 涌水压力大于 0.3 MPa 时, 待凝 48 h。

4 试验结果简析

a. 经过对压水试验资料统计, 单位吸水率 $w > 0.02 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m})$ 共有 18 段, 占总数的 30.6%, 其中 10 段有涌水压力, 灌浆时吸浆量较大, 平均单耗大于 $50 \text{ kg}/\text{m}$ 的段次多, 灌浆时串浆冒浆严重, 表明以往几次用普通水泥进行的固结灌浆和帷幕灌浆效果较差。

b. 在灌浆试验中, 按技术措施, 对压水流量大于或等于 $5 \text{ L}/\text{min}$ 的, 使用 525[#]普通硅酸盐水泥, 但灌浆时吸浆量小, 存在着吸水不吸浆的情况, 后用改性灌浆水泥复灌, 吸浆量稍大, 附近扬压力孔水位也有变化; 对压水流量小于 $5 \text{ L}/\text{min}$ 的, 使用改性灌浆水泥, 扬压力孔水位变化稍明显。

c. 12_右, 9_右, 6_右, 7_左 四个扬压力异常孔, 经改性灌浆水泥灌浆后, 压力表读数基本上降为 0, 12_右, U₁₇ 孔变化过程如图 2。从图中可以看出, 当钻孔穿透与扬压力孔串通的节理裂隙时, 扬压力迅速释放, 从 0.45 MPa, 0.24 MPa 降为零。灌浆时由于采用橡皮塞封闭孔内循环灌浆, 压力表读数升至与设计压力相等, 随着灌浆的继续, 微细裂隙被封堵, 夹泥层被充填, 扬压力值不断下降直至为零, 停止灌浆, 由于压力传递释放有一个滞后作用, 因此有一个小的回弹, 其它异常扬压力孔情

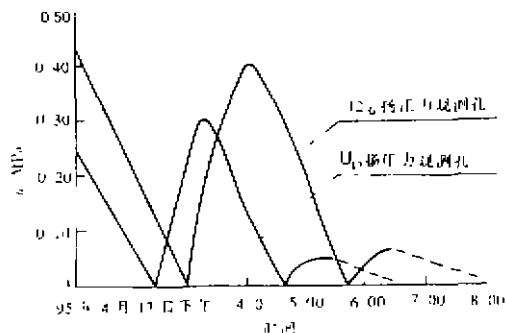


图2 扬压力值变化过程线

况相同。

5 结 语

改性灌浆水泥对基岩微细裂隙灌浆具有很好的效果, 古溪田三级电站大坝基础经此次灌浆后, 所有扬压力观测孔水位均有一个明显下降, 局部较异常的观测孔, 其扬压力基本降为零。但是扬压力值变化是一个较复杂过程, 除了采用新技术、新灌浆材料外, 恢复和增设坝基排水孔, 减缓地下水对夹泥节理长期侵蚀, 以及增加坝基缓倾角裂隙坝段抗滑稳定也是一种有效途径。

参考文献

- 1 杨光中, 杨保全. 古田溪三级电站坝基及扬压力异常分析. 河海大学学报, 1997, 25(3): 1~6
- 2 彭汉兴, 陈村大坝坝基丙凝加强帷幕耐久性评价. 水力发电学报, 1994(4): 34~40
- 3 彭汉兴. 新安江水电站坝址环境水特征与作用. 水利学报, 1994(2): 40~45

(收稿日期: 1996-03-05 编辑: 熊水斌)

·小资料·

我国最大的单库双向发电的潮汐电站

江厦潮汐电站位于浙江省温岭县江厦港。该港潮汐为半日潮, 最大潮差 8.39 m, 最小潮差 1.53 m, 为我国高潮差区。电站以单库双向开发, 即机组双向(涨、落潮)发电和双向泄水运行。库内发电正常蓄水位 2.18 m, 设计高潮位 4.76 m, 最大工作水头 5.5 m, 最小水头 1.5 m, 正常蓄水位时, 库面积约 2 km^2 , 总库容为 493 万 m^3 。

电站设计装机容量 3 900 kW, 年发电量约 1 000 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。工程于 1973 年开工, 1986 年建成发电, 电站主要建筑物有海堤、泄水闸、厂房和开关站等。海堤为粘土心墙堆石坝, 全长 670 m, 最大坝高 15.5 m。泄水闸为平底闸, 共 5 孔, 净孔尺寸为 $4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$; 厂房为海工建筑物, 宽 25 m, 长 56.9 m, 分 6 个机组段, 每段长 7.5 m。已安装的双向灯泡式贯流机组, 转轮直径 2.5 m, 机组流道采用了涂料和阴极保护。

江厦是我国最大的也是第一座单库双向发电和泄水的潮汐电站。通过这座电站的兴建, 为我国潮汐电站的进一步发展积累了经验。

(摘自《中国水力发电资料》, 1997(1))