

弃料在三峡二期围堰工程中的利用

叶国强

(中国长江三峡工程开发总公司试验中心,湖北 宜昌 443133)

摘要:介绍三峡二期围堰工程中利用古树岭人工碎石加工系统弃料(粒径小于5 mm的石屑)代替部分风化砂作为堰体回填料及配制塑性混凝土.工程实践表明,三峡二期围堰经受了多次洪峰考验,最大洪峰流量达 $61\,000\text{ m}^3/\text{s}$,渗透量仅为 65 L/s ,运行安全,工程质量良好.

关键词:三峡工程;二期围堰;风化砂;弃料;塑性混凝土

中图分类号:TV42+3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2002)03-0054-02

二期围堰是三峡工程主要的临时建筑物之一,与一期工程已建成的纵向围堰共同围护形成二期基坑,保证主体工程施工.堰体断面结构为两侧石渣体、中间夹风化砂垂直防渗.总填筑量约 $1\,032.1\text{ 万 m}^3$,80%填筑需水下抛填,一般抛填深度约20~40 m,最大抛填深度约60 m,是当今世界上最大的深水围堰.

古树岭人工碎石加工系统,位于三峡工程坝轴线以下1800 m处的左岸陈家冲与古树岭之间,由基坑、永久船闸和电站厂房开挖出的毛料场、半成品料场和加工的成品料场组成.总占地面积约 83.5 万 m^2 ,它承担着 $1\,046\text{ 万 m}^3$ 碎石加工任务,该系统于1996年9月正式建成投产使用.该系统安装有国内外较先进的旋回破碎机,碎石经3次破碎,最后筛分分级成成品料,月高峰生产加工能力达60~90万t,可供二期主体工程使用,据估算,古树岭人工碎石加工系统弃料(石屑)量高达 410 万 m^3 ,其中加工筛余量约 330 万 m^3 ,废水沉淀物约 80 万 m^3 ,筛余量基本上是粗砂,只是云母含量满足不了三峡主体工程的用料标准,只好摒弃.因此,把石屑充分利用到三峡临时建设工程中,这样可大大降低坝区空气污染程度,改善施工环境.

1 风化砂与石屑物理力学性能比较

1.1 风化砂的物理力学性能

三峡坝区风化砂主要矿物成分为正长石、斜长石、石英、云母等,其中云母含量约10%,属一般花岗岩风化砂,天然情况下,风化砂大于5 mm的粗颗粒含量约30%~60%,天然含水量约5%~11%,比重2.76,天然干密度 $1.65\sim 2.10\text{ g/cm}^3$,内摩擦角

$33^\circ\sim 35^\circ$,凝聚力 $18.5\sim 39.0\text{ kPa}$,回填碾压干密度可达 1.90 g/cm^3 以上,渗透系数为 $5\times 10^{-3}\text{ cm/s}$,具有良好的透水性.

1.2 石屑的物理力学性能

石屑为闪云斜长花岗岩粗粒,矿物成分由长石、石英、黑云母和少量的角闪石,云母含量8%~15%,细度模数为2.83~3.20,粗粒含量9.8%~23%,石粉含量8%,比重为2.64~2.75,堆积干密度 1.45 g/cm^3 ,最大干密度 1.98 g/cm^3 ,内摩擦角 37° ,渗透系数 $3\times 10^{-3}\text{ cm/s}$,不均匀系数7.8,是一种理想的填筑材料.

2 石屑的利用

a. 利用石屑代替部分风化砂作为堰体回填料.由于堰体回填备料不足,利用石屑代替部分风化砂进行二期围堰水下抛填,结果水下抛填石屑密度较低,因此采取振冲加密措施使其干密度达到 1.85 g/cm^3 ,满足设计要求.水上分层回填,控制层厚80 cm,碾压6遍,然后按 $1\,000\text{ m}^3$ 取一个取样点的检测数量进行填筑质量检测,质量评定结果为:上游围堰振冲加密共分77个单元工程,经监理评定优良工程70个,合格工程7个,优良率91%;下游围堰振冲加密共分78个单元工程,经监理评定优良工程76个,合格工程2个,优良率97%.

b. 利用石屑代替塑性混凝土中的粉煤灰、河砂、小石.根据中国长江三峡开发总公司的要求,由长江水利科学院、葛洲坝集团公司和中国水电基础公司联合在塑性混凝土原材料选用上进行了深入的试验和研究,将石屑用于塑性混凝土防渗墙(墙高大

作者简介:叶国强(1961—),男,河南平顶山人,助理工程师,主要从事岩土工程、公路及现场混凝土质量检查工作.

表 1 塑性混凝土施工配合比

方 案	水泥 /(kg·m ⁻³)	粉煤灰 /(kg·m ⁻³)	膨润土 /(kg·m ⁻³)	河砂 /(kg·m ⁻³)	小石 /(kg·m ⁻³)	石屑 /(kg·m ⁻³)	引气剂 DH9 /(kg·m ⁻³)	水 /(kg·m ⁻³)	木钙 /(kg·m ⁻³)	抗压强度 /MPa
方案一	180	80	100	1341	72		0.027	282	0.90	5.0
方案二	260		80			1365	0.034	352	1.04	5.0
方案三	320		80			1343	0.032	327	1.20	8.0

于 40 m 的深槽部位),其塑性混凝土原材料由水泥、膨润土、石屑、外加剂、水组成.塑性混凝土施工配合比见表 1.

通过试验优选的配合比,28 d 抗压强度 4 ~ 6 MPa,初始切线模量 700 ~ 1 000 MPa,模量比 200 左右,渗透系数小于 10⁻⁷ cm/s,破坏比降大于 80,在施工中,为了充分利用古树岭的弃料石屑,将塑性混凝土中河砂、小石以及粉煤灰改用石屑,经试验 28 d 的抗压强度 4 ~ 8 MPa,抗折强度 1.5 ~ 3.0 MPa,初始切线模量 800 ~ 1 500 MPa,渗透系数小于 $\alpha \times 10^{-8}$ cm/s,破坏比降大于 100.

3 防渗墙质量检查

由于工程的特殊性,工程完工后,施工单位和监理单位对防渗墙质量进行检查.依据 SDJ24.1-88《水工建筑工程规范》,结合工程具体特点,在上游墙体共布置 16 个孔进行 100 段注水试验,合格率 93%,综合质量评定 245 个单元,合格率 100%,优良率 86%.下游墙体共布置 12 个孔进行 95 段注水试验,合格率 99%,综合质量评定 132 个单元,合格率 100%,优良率 86%.另外,在下游墙体共布置 12 个

检查孔进行钻孔取芯样,检查芯样的物理力学性能指标,试验结果表明,切线模量稍高于设计值,抗压强度、抗折强度均满足设计值,渗透比降 $J > 80$,均达到设计要求.检查结果见表 2.

表 2 防渗墙芯样物理力学性能试验结果

结 果	抗压强度 ^① /MPa	抗折强度 ^② /MPa	初始切线 模量 ^③ /MPa	模量比 ^④	渗透系数 ^⑤ /(10 ⁻⁸ cm·s ⁻¹)
最大值	12.00	4.5	1800	419	4.4
最小值	4.07	3.2	1024	108	0.4
平均值	7.32	3.3	1510	216	1.1

注:①40 组;②16 组;③16 组;④16 组;⑤18 组.

4 结 语

a. 二期围堰利用古树岭石屑代替部分风化砂作为堰体回填料及配制塑性混凝土防渗墙约 40 万 m³,节约资金数百万元.

b. 二期围堰建成后,1998 年经过 8 次洪峰(最大洪峰流量 61 000 m³/s)的考验,基坑抽水完成后,整个基坑开挖时渗透量仅为 65 L/s,充分表明利用石屑与水泥、膨润土组成的塑性混凝土防渗墙材料性能可靠,工程运行安全,经济效益和社会效益显著.

(收稿日期:2001-04-18 编辑:张志琴)

·简讯·

武都引水一期工程通过国家验收

武都引水工程是四川省境内一项以灌溉为主,兼顾供水、发电、航运和旅游的综合大型水利工程,由武都水库、取水枢纽、总干渠及配套电站、提灌站和囤蓄水库等组成.工程建成后可灌溉四川省涪江以东、嘉陵江以西的广大农田约 44 万 hm²,并可解决 1000 多万人口的水源问题,该工程被邓小平生前赞誉为四川的“第二个都江堰”.

工程分两期进行.一期工程开工于 1988 年,在四川省江油市的武都镇,从涪江(嘉陵江支流)干流上采用无坝引水方式,引水灌溉江油、三台、梓潼、盐亭、射洪、剑阁、南部等 8 个县的 8.5 万 hm² 农田,并解决 600 万人口的饮水问题.建成各级引水渠系 2 000 多 km 和电站 4 座,总装机 17 万 kW,年发电量 8.7 亿 kW·h.工程建设历经 14 年,于 2001 年建成,耗资 18 亿元,2002 年 1 月通过国家验收.

二期工程主要修建武都水库及取水枢纽,水库库容约 5.5 亿 m³,可进行年调节,增加枯期流量.除坝后电站装机 15 万 kW 外,其下游还有多级电站,如三台有文峰电站和明台电站,分别装机 3 万 kW 和 4.5 万 kW;射洪有螺丝池电站和金华电站,分别装机 3.15 万 kW 和 4.2 万 kW;遂宁有白禅寺电站,装机 4.8 万 kW;绵阳有三江电站,装机 4.5 万 kW;铜梁有安居电站,装机 3 万 kW;合川有渭沱电站,装机 3 万 kW.这些都是已建成投产的中型水电站,只要枯期流量增加,就可稳定增加下游各级电站的保证出力,充分发挥龙头水库的作用,对四川枯期电力作出不可小视的贡献.

(吴冀高供稿)