

塑性混凝土防渗墙在三峡二期围堰中的应用

史 迅

TV543.82

13
47-49

(中国长江三峡工程开发总公司试验中心,湖北 宜昌 443133)

摘要:三峡二期围堰防渗墙最大高度74m,墙厚0.8~1.1m,防渗总面积83450m²。其中墙深大于40m,采用塑性混凝土,成墙最高月强度达11188m²。防渗墙经1998年夏季长江8次洪峰(三峡坝址最大流量61000m³/s)考验,堰体渗透比降最大值0.108,小于堰基粉细砂设计允许值0.25;渗水总量约50L/s,小于设计估算基坑渗水总量600L/s,防渗效果显著。

关键词:围堰;防渗墙;塑性混凝土;配合比;槽段;三峡水利枢纽

中图分类号:TV543+.82

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)05-0047-03

1 工程概况

三峡二期围堰是形成三峡工程二期基坑以及为基坑大坝基础开挖和坝体混凝土浇筑提供干地施工的重要挡水建筑物。它由上、下游围堰组成,上游围堰轴线长1439.6m,最大堰高82.5m;下游围堰轴线长1075.9m,最大堰高65.5m,堰体主要由风化砂、石碴和石碴混合料等组成,总填筑量1032万m³,分别按Ⅱ和Ⅲ级水工建筑物设计,使用期6年。由于围堰堰体大部分(2/3高度)为水下抛填(最大抛填深度60m),密度较低,要求防渗体具有较强的适应变形能力,同时又便于施工和拆除。经论证采用了柔性材料和塑性混凝土防渗心墙,其中墙深大于40m,采用塑性混凝土。上游围堰深槽段设双排防渗墙,两墙中心距6m,下游围堰设单排墙。防渗墙厚0.8~1.1m,最大高度74m,总防渗面积83450m²。防渗墙于1996年开始试验性施工,1998年1月开始河床段大规模施工,同年8月竣工。经1998年夏季长江8次洪峰(三峡坝址最大流量61000m³/s)考验,堰体渗透比降最大值0.108,小于堰基粉细砂设计允许值0.25;渗水总量约50L/s,小于设计估算基坑渗水总量600L/s,防渗效果显著。

2 塑性混凝土性质

三峡二期围堰防渗墙塑性混凝土由水泥、河砂、小石(5~20mm)、粉煤灰、膨润土加水 and 外加剂配制。它具有强度高,弹性模量小,抗渗性能好等优点,同时又便于施工和拆除。

2.1 原材料

a. 水泥。采用葛洲坝水泥厂专为三峡二期围堰防渗墙生产的425号矿渣硅酸盐水泥,矿渣掺量45%,质量满足国家标准(GB1344-92)技术要求,其物理力学性质检验结果如下:细度4.2%;标准稠度26.0%;安定性合格;初凝时间186min,终凝时间274min;7d抗压强度26.7MPa,28d抗压强度48.9MPa;7d抗折强度5.0MPa,28d抗折强度7.58MPa。

b. 膨润土。主要采用湖南澧县和山东潍坊产膨润土。大规模施工时,由于膨润土需求量大,增加了湖北荆州、襄阳、枣阳产膨润土,其中澧县和潍坊膨润土质量满足Ⅱ级膨润土技术要求,其物理性质检验结果见表1。

表1 膨润土物理性质检验结果

产地	液限	塑限	塑性指数	颗粒组成/%		
	w _L /%	w _p /%	I _p /%	>0.05mm	0.05~0.005mm	<0.005mm
湖南澧县	90.3	34.0	56.3	6.8	44.9	48.3
山东潍坊	87.3	36.7	50.7	7.3	45.5	47.2

c. 河砂、小石、粉煤灰、水。河砂的细度模数2.0~3.7,质量满足国家行业标准JGJ52-92《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》技术要求。小石采用天然卵石,粒径5~20mm,质量满足国家行业标准JGJ53-92《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》技术要求。粉煤灰采用三峡工程混凝土用粉煤灰,质量满足国家标准GB1596-91《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》中Ⅱ级灰技术要求。河床段防渗墙使用了部分Ⅰ级粉煤灰,水为生活用水。

2.2 塑性混凝土拌和物及硬化物性质

三峡二期围堰防渗墙塑性混凝土配合比由长江

科学院、清华大学水电系、中国水利水电基础工程局等单位共同研制,经过三峡一期围堰防渗墙和二期围堰防渗墙试验段验证优化,推荐的塑性混凝土施工基本配合比见表2。

表2 塑性混凝土施工基本配合比 kg/m^3

使用部位	水泥	膨润土	河砂	小石 5~20mm	石屑	粉煤灰	外加剂	水
一般墙段	180	100	1341	72	—	80	0.927	282
一般墙段	260	80	—	—	1385	—	1.727	330
陡坡墙段 底部	300	80	—	—	1343	—	1.170	327

按表2配合比参数配制的塑性混凝土,其拌和物坍落度为20~24 cm,扩散度35~40 cm,硬化物28 d龄期(指标准龄期)抗压强度大于4 MPa(其中用于陡坡墙段底部的配合比28 d龄期抗压强度大于8 MPa),抗折强度大于1.5 MPa,初始切线模量500~1000 MPa,渗透系数小于 10^{-7} cm/s ,允许渗透比降大于80(最高可达200以上)。

3 塑性混凝土防渗墙施工

3.1 施工阶段划分

鉴于二期围堰防渗墙施工技术复杂,难度大,工期短(截流后5个月达到渡汛要求,设计标准72300 m^3/s),为确保工程质量和进度,将防渗墙施工分为生产性试验(1996年9月至1997年4月)、预进占(1997年5月至9月)和河床深槽大规模施工(1998年1月至8月)三个阶段。

3.2 槽段划分及成槽工艺

防渗墙分两期施工,先一期槽,后二期槽。成槽工艺根据围堰地层条件采用了“铣削”、“铣、砸、爆”、“两钻一抓(铣)”、“两钻三抓(铣)”和“铣、抓、钻、爆、砸”等多种工艺。槽段划分则根据地层情况、墙深度、成槽方法和浇筑强度,一期槽分为6~7 m,二期槽分为1~2.8 m,部分采用6.6 m。

3.3 塑性混凝土浇筑及槽段连接

塑性混凝土采用强力式搅拌机拌制,6 m^3 混凝土搅拌车运输,泥浆下直升导管法浇筑,导管 $\varnothing 250 \text{ mm}$,埋深1~6 m,槽内混凝土上升速度不得小于2 m/h,施工中宜控制大于4 m/h,浇筑过程中应随时监测槽内和管内混凝土面深度,绘制浇筑图,及时核对浇筑方量,防止漏失欠浇。

防渗墙槽段连接按成槽工艺不同,除采用了传统的“钻凿”法套接外,还大量采用了“铣削”法和“双反弧接头槽”法。

3.4 特殊地层处理

三峡二期围堰地层复杂,存在漏失严重的砂卵石层、块球体硬岩和陡坡等特殊地层。针对这些特殊

地层分别采取了相应技术措施,保证了防渗墙质量。

a. 砂卵石漏失层:采用先导孔查明漏失层情况,然后钻孔跟管灌注浓浆和投入堵漏材料封堵等方法。

b. 块球体硬岩:采用钻孔预爆、槽内爆破和重锤冲砸等方法,保证了防渗墙嵌岩深度达到设计要求。

c. 陡坡:二期围堰上下游深槽段地层均有陡坡,最大坡度达86°,同一槽段内最大高差达18.1 m,给防渗墙造孔嵌岩达到设计要求带来极大困难。对于这部分地层采用冲击反循环钻机钻进至陡坡面,改换十字钻头钻进,形成台阶后,下置定位管和定位器,用意大利产SM400型全液压工程钻机钻爆破孔,进行孔内爆破,以达到防渗墙嵌岩深度的设计要求。

3.5 设备配置

防渗墙施工中,先后采用了德国产BC30型液压铣槽机、HS843HS型钢丝绳抓斗,意大利产BH12型液压抓斗、SM400型全液压工程钻机以及国产CZF2000型冲击反循环钻机等一大批先进的防渗墙施工设备。防渗墙大规模施工阶段,投入冲击及冲击反循环钻机达104台,创造了月最高成墙11188 m^2 的记录。表3为防渗墙大规模施工阶段投入的主要设备。

表3 防渗墙大规模施工阶段主要设备

设备名称	规格型号	单位	数量
液压铣槽机(德国)	BC30	台	1
钢丝绳抓斗(德国)	HS843HS	台	2
液压抓斗(意大利)	BH12	台	1
全液压工程钻机(意大利)	SM400	台	4
冲击反循环钻机	CZF30, CZF22, CZF1200, CZF1500, CZF2000	台	52
冲击钻机	CZ30, CZ22AK, CZ22	台	52
高速制浆机	ZJ400, ZJ800, ZJ1500等	台	48
拌和站	ARAN200, HZS50等	个	4
混凝土搅拌运输车	6 m^3	台	16
泥浆净化机	JHB100, JHB200等	台	38

4 塑性混凝土防渗墙质量控制

防渗墙质量控制实行“三检制”,每道工序由班组进行自检,自检合格,由值班质检员复检,复检合格,由监理工程师进行终检。经监理工程师终检合格,签发合格证后方可进行下道工序施工。

4.1 槽孔质量控制

防渗墙槽孔施工中需对槽孔深度、孔位偏差随时进行检查记录,终孔验收时,由设计代表处地质工程师和监理工程师对槽孔嵌岩深度、槽孔偏斜率和槽孔宽度等进行检查。采用重锤法量测,辅以超声波测井仪校测孔斜,达到设计要求,方可清孔换浆浇筑混凝土。

4.2 塑性混凝土质量控制

4.2.1 原材料质量控制

原材料质量的优劣直接影响塑性混凝土质量。

对于使用的水泥、膨润土、粉煤灰、外加剂每批进行检验,不符合要求的不得使用。对于河砂、石屑每班浇筑前测含水率和细度模数,根据检测结果确定是否调整配合比参数。

4.2.2 塑性混凝土浇筑质量控制

a. 浇筑现场:质检员须对拌和物的坍落度、扩散度等进行检测,不符合要求的料不得浇入防渗墙,浇筑中随时监测槽内和管内混凝土面深度,绘制浇筑图,及时核对浇筑方量。

b. 出机口:除检测混凝土拌和物性能外,每个槽段上、中、下部均取样检测抗压强度、抗折强度、初始切线模量、渗透系数和允许渗透比降等指标。

5 防渗墙质量评价

防渗墙竣工后,上游墙对 16 个检查孔进行了 100 段注水试验,合格率 92%,综合质量评定 245 个单元,合格率 100%,优良率 85.7%;下游墙对 13 个检查孔进行了 95 段注水试验,合格率 98.9%,综合质量评定

132 个单元,合格率 100%,优良率 81.8%。截止 1999 年 2 月围堰内部变形观测资料表明,防渗墙最大压应力 1.4 MPa,最大拉应力 0.045 MPa,均在墙体材料强度允许范围。防渗墙最大位移为 570 mm(上游围堰第一道墙)和 296 mm(下游围堰),虽然上游围堰第一道防渗墙最大位移超过了设计最初预计的最大位移 422 mm,但小于设计按实际情况验算的最大位移 674 mm,防渗墙变形曲线光滑,无明显错位,运行状况良好。

6 结 语

二期围堰为三峡工程八个单项技术设计工程之一,其防渗墙材料研制和配合比优选研究曾列入国家“七五”、“八五”科技攻关项目。塑性混凝土防渗墙成功的在三峡二期围堰中应用,解决了深水抛填风化砂低密度堰体中及复杂地层建造防渗墙这一重大关键技术难题,为三峡二期工程全面施工创造了条件,使我国防渗墙建造技术达到了世界先进水平。

(收稿日期:1999-07-03 编辑:熊水斌)

《大坝观测与土工测试》2001 年征订启事

《大坝观测与土工测试》是水利水电行业的全国性专业期刊。1977 年创刊以来,比较系统和全面地反映了我国大坝观测与土工测试方面的主要活动和科技成果;及时宣传推广国内外本行业的新技术、新经验。主要刊登混凝土坝及土石坝安全监测、岩土工程及地基基础室内及原位试验技术等各方面的学术论文、研究报告、工程经验、专题综述,特别是各种测量、传感、记录、显示仪器仪表的设计研制文章。同时还向读者介绍有关的国家标准、国外科技成果,报道国内外的学术及行业动态。优先刊登国家和部、省各类科技基金资助项目的重要研究成果。其读者对象为水电、水利、铁道、建筑、冶金、煤矿、石化等部门行业的科学技术及管理人员、大中专院校师生及施工现场的工程技术及管理人员。

《大坝观测与土工测试》1995 年、1997 年、1999 年连续 3 届被评为江苏省优秀科技期刊。采用国际 A4(大 16 开)版本,配有计算机彩色、黑白广告创意系统,由专业美工精心设计,制作上乘,印刷精美。

《大坝观测与土工测试》为双月刊,逢双月 20 日出版,56 页,每期定价:5.00 元。国内统一刊号 CN32-1256/TV,国内邮发代号 28-39。欢迎广大读者到当地邮局办理订阅手续,若错过订阅时间,可直接汇款至编辑部补订。可免费索取样刊。地址:南京市蔡家巷 24 号《大坝观测与土工测试》编辑部;邮编:210003;电话:(025) 3429900-2051;传真:(025) 3421949;E-mail: dam@nari-china.com。

《水电能源科学》2001 年征订启事

《水电能源科学》(季刊)是教育部主管、中国水力发电工程学会和华中科技大学共同主办的学术期刊。刊物于 1999 年被中国水力发电工程学会确认为会刊。它以具有政策性、学术性、应用性的特点得到广大读者的赞赏,并被确认为全国中文核心期刊,同时被列为中国科技论文统计源期刊。

《水电能源科学》以充分利用水、电资源与优化能源开发,促进我国水、电事业发展为宗旨,刊登有关水、电、能源及其相关学科的新理论、新方法及其工程应用的研究成果(中英文)。欢迎大专院校、研究所及水利电力生产、运行、管理部门的学者和广大工程技术人员订阅。国内邮发代号:38-111;国外邮发代号:Q4165。定价:6 元/期,全年 24 元。编辑部地址:武汉华中科技大学,邮编:430074;传真:(027) 87543992;E-mail:sdnyhmt@public.wh.hb.cn 或 sdnyhmt@263.net;电话:(027) 87542126。

“国家期刊奖”获奖期刊 全国中文核心期刊
全国优秀科技期刊 全国科技论文统计源刊

《中国农村水利水电》2001 年征订启事

水利部主办并主管的《中国农村水利水电》(月刊)杂志,是我国农村水利水电工作的主要宣传阵地,也是基层水利建设与管理单位了解农村水利最新技术和政策的主要途径。

刊物内容及栏目主要有政策研究、农田水利建设、节水灌溉、灌区建设与管理、乡镇供水、中低产田改造、机电排灌、水电建设、农村电气化、水资源开发利用及农村水利改革等。

刊物以内容丰富、资料翔实、时效性强为特征,印刷精美,可读性强。特别适于大、中型灌区、泵站、基层水利站、水电站,全国节水增产重点县,农村电气化县及各级水利管理部门的广大管理人员和技术人员阅读。

56 页,每月 10 日出版。定价:每册 5.50 元,全年 66.00 元。欢迎广大读者到邮局订阅(邮发代号:38-49),如漏订,也可直接到编辑部订阅。联系地址:湖北省武汉市武汉水利电力大学《中国农村水利水电》编辑部,430072;联系人:徐占国;联系电话:(027) 87643133;传真:(027) 87652781;收款单位:中国农村水利水电读者服务部;帐号:85442893261002962,开户银行:武汉市建行水办学苑所(银行信汇者请注明详细地址)