

文章编号:1001-4179(2012)03-0027-03

新疆山口碾压混凝土坝裂缝化学灌浆工艺

韩春生¹, 王 超²

(1. 中国水电建设集团 辽宁工程局有限公司, 辽宁 沈阳 110179; 2. 长江勘测规划设计研究院 施工设计处, 湖北 武汉 430010)

摘要:新疆地区空气干燥,昼夜温差大,致使山口碾压混凝土大坝在施工过程中出现裂缝。根据工程和地区特点以及裂缝情况,选用了表面修补、嵌缝封堵、化学灌浆加固以及与仿生自愈合法相结合的综合处理措施对裂缝进行修补;介绍了修补材料的选用要求;详细阐述了修补施工的工艺过程。修补完成后,通过压水试验及钻芯取样检测,所有裂缝均未见渗水;后期检测也未见裂缝有继续发展的趋势。其处理方法和工艺流程可供同类工程参考。

关键词:裂缝修补;灌浆;碾压混凝土;大坝;山口水电站;新疆

中图法分类号:TV543 文献标志码:A

1 裂缝原因

新疆山口碾压混凝土坝施工过程中,在坝体上下游面、年度或汛期临时停浇面及坝段中间,产生了不同程度的裂缝,缝宽一般在 0.2~0.3 mm 之间,个别缝宽大于 0.3 mm,并有不同程度的渗水现象。施工期对所有裂缝的位置、深度及走向均进行了详细的检查与描述,并采用化学灌浆的方法进行了坝体裂缝防渗及补强处理。

混凝土坝裂缝生成的原因很复杂,结合以往同类工程的施工经验及施工过程,经综合分析,该大坝碾压混凝土裂缝的主要成因有如下几点。

(1) 坝址所在地区气候条件相对较为恶劣,昼夜温差与其他地区相比要大很多,混凝土容易产生表面温度裂缝。

(2) 坝址所在地区空气干燥,相对湿度极低,混凝土表面失水快,容易引起表面干缩裂缝。

(3) 由于气候原因,混凝土坝每年冬季必须停止施工,汛期也有局部停浇面,混凝土浇筑间隔时间长,容易出现层缝面冻胀等温度裂缝。

(4) 碾压混凝土中胶凝材料含量少,且混凝土体积大、施工连续、坝体上升速度快,不利于混凝土均匀

散热,容易产生内部应力裂缝。

(5) 混凝土骨料与胶凝材料的各项物理性质本来就不一致,混凝土本身也就容易产生各种应力裂缝。

2 裂缝处理方法及施工材料选用

混凝土裂缝的修补有多种方法:如表面修补法,灌浆、嵌缝封堵法,结构加固法,混凝土置换法,电化学防护法以及仿生自愈合法等。针对不同的裂缝情况,需要采取不同的施工方法和施工工艺。根据现场实际情况,该工程选用了表面修补、嵌缝封堵、化学灌浆加固以及仿生自愈合法相结合的综合处理施工工艺。

2.1 处理方法

(1) 对大坝上下游面缝宽 $\delta \leq 0.2$ mm 的裂缝,采用表面涂刷水泥基渗透结晶型材料 KT1;缝宽 $0.2 \text{ mm} < \delta < 0.3 \text{ mm}$ 的裂缝,采用开槽后用水泥基防水材料 KB 嵌缝,表面涂刷 KT1;缝宽 $\delta \geq 0.3 \text{ mm}$ 的表面裂缝,采用贴嘴化学灌浆;缝宽 $\delta \geq 0.3 \text{ mm}$ 的贯通裂缝采用打斜孔进行化学灌浆。

(2) 对大坝浇筑面缝宽 $\delta < 0.3 \text{ mm}$ 的裂缝,采用开槽后用 KB 嵌缝,表面涂刷 KT1;缝宽 $\delta \geq 0.3 \text{ mm}$ 的表面裂缝及缝宽 $\delta \geq 0.3 \text{ mm}$ 的贯通裂缝,均采用打斜孔进行化学灌浆。

收稿日期:2011-12-15

作者简介:韩春生,男,高级工程师,主要从事水电工程的施工工作。E-mail:hanchunsheng024@126.com

2.2 处理材料选定

(1) 低黏度改性环氧灌浆材料。选用的化学灌浆材料要满足混凝土结构中细微裂缝、冷接缝、空隙等灌浆的需要,且具有黏度和表面张力低、接触角小、可灌性和浸润性好、固化物力学强度高、对岩石和混凝土缝隙及粉细充填物粘接牢固、结合密实、抗渗性能好、耐久性优良等特性。工程选用的低黏度改性环氧灌浆材料的性能见表 1。

表 1 低黏度改性环氧材料检测性能

密度(20℃)/ (g·cm ⁻³)	初始黏度 (20℃)/(MPa·s)	可操作时间 (20℃)/h	纯聚合体抗压强度 (1个月)/MPa	“8”字模砂浆粘接抗拉 强度(1个月)/MPa	缝面劈拉强度 (1个月)/MPa	
					干燥	潮湿
1.07	14	>4	47.8	3.5	2.5	1.8

(2) 嵌缝材料。嵌缝采用凯顿百森 KB,该材料具有固化快、粘结强度高的特点,适用于混凝土表面剔槽嵌缝处理。具体指标见表 2。封缝材料性能指标见表 3。

表 2 凯顿百森 KB 性能检测指标

凝结时间/min		抗压强度/MPa			7 d 粘结	7 d 抗渗
初凝	终凝	3 h	24 h	3 d	强度/MPa	压力/MPa
≥15	≤60	-	≥15	≥22	≥1.0	≥1.0

表 3 封缝环氧胶泥性能指标

目测外观	初凝时间/h	28 d 聚合物 抗压强度/MPa	28 d 粘结 强度/MPa
均匀、无分层	>3	>45	>2.5

(3) 表面涂刷材料。表面涂刷材料采用凯顿百森 KT1,该材料是一种刚性防水材料,与水作用后,材料中含有的活性化学物质通过载体向混凝土内部渗透,在混凝土中形成不溶于水的结晶体,堵塞毛细孔道,从而使混凝土致密、防水,具体性能指标见表 4。

表 4 性能检测指标

凝结时间		7 d 强度/MPa		湿基面粘结强度 (28 d)/MPa	背水面抗渗压力 (28 d)/MPa	第 2 次抗渗压力 (56 d)/MPa
初凝/min	终凝/h	抗折	抗压			
≥20	≤24	≥2.8	≥12	≥1.0	≥0.8	≥0.6

3 裂缝表面涂刷及嵌缝处理工艺

(1) 主要施工机具。角磨机、切割机、电动搅拌机、方凿、锤子、毛刷、喷雾器(或喷涂设备)等。

(2) 施工工艺。缝宽在 0.2 mm 以下的裂缝,表面涂刷水泥基渗透结晶型材料(凯顿百森 KT1),即以缝为轴线,两边各涂刷 25 cm 宽。涂刷前必须对基面进行处理,做到凿毛、潮湿、干净,然后涂刷,涂刷厚度在 1 mm 左右,待表面涂层初凝达到足够强度后,立即

进行喷水养护,并保证涂层处于润湿状态,但不得用水浸泡养护。

4 化学灌浆处理施工工艺

4.1 机具选用

为了确保灌浆效果,采用美国原装进口的 U395 型智能型高压灌浆机,该灌浆机采用数字控制技术,可精确设定、显示注浆压力,能较好地保证灌浆效果。

钻孔取芯设备选用了瑞士进口的喜利得 DD150 岩芯钻机,该钻机轻巧适用,能快捷地钻取芯样,为及时取芯检查灌浆质量起到重要的作用。

4.2 施工工艺

化学灌浆施工工艺流程为:表面处理→裂缝描述→剔槽、封面处理→冲洗、埋嘴→贴嘴或打孔埋嘴→嵌缝、封缝→压风检查→化学灌浆→灌浆质量检查。

(1) 表面处理。对裂缝两边进行清理,除去混凝土表面杂物。

(2) 裂缝描述。按要求记录裂缝部位、裂缝宽度、走向、深度、起止高程以及是否渗水等情况,将所有裂缝用阿拉伯数字进行编号(1,2,3,⋯, n),并按照比例绘制裂缝示意图,用以调整布置注浆嘴间距及灌浆压力。

(3) 剔槽。采用 150 角磨机沿裂缝深度方向切割并凿成一个宽 25 mm,深 30~40 mm 的“U”型槽沟。

(4) 冲洗。用清水沿裂缝开口向两边冲洗,以保证缝口敞开无杂物。

(5) 贴嘴。灌浆的部位要求平整,根据裂缝描述进行注浆嘴的布置。对缝宽小于 0.3 mm 的规则裂缝,按间距 20 cm 布嘴,缝宽大于 0.3 mm 时按间距 30 cm 布嘴;不规则裂缝的交叉点及端部均布置注浆嘴。贴嘴时用定位针穿过进浆管,对准缝口插上,然后将注浆嘴压向混凝土表面,固定后抽出定位针。

(6) 打孔埋嘴。当灌浆部位凸凹不平时,采用打孔埋嘴。此时,在距裂缝两侧各约 15 cm 的地方向裂缝的方向用冲击钻斜向钻孔,孔径在 15~18 mm,孔深以保证斜向穿过裂缝面为准,钻孔间距同贴嘴工艺。孔内明水用风吹净后再用环氧胶泥埋设灌浆管。

(7) 嵌缝。贴嘴后用凯顿百森 KB 嵌缝,完成后,再沿裂缝涂刮环氧胶泥,涂刮宽度以缝为中心,两边各 10~15 cm。胶泥的厚度应裂缝中线高、两边低,中间高 0.5~0.8 cm(若干缝可不用剔槽冲洗,直接贴嘴并封缝)。

(8) 压风检查。使用肥皂水,0.2 MPa 风压,检查程序为:① 封闭所有的进浆孔;② 从 1 号孔进风,用肥

皂水涂刷检查是否有漏风的地方并做好记录;③从1号孔进风,开启2号孔,用肥皂水检查2号孔是否有出风,有,则判断为通畅,以此类推,检查3、4、5……;④假如某孔不通,则改从其低一孔进气,如,当6号孔不出气时,改从5号孔进气,再重复①~③的操作方式(从5号孔往上检查);⑤所有孔检查完毕后,对孔外有漏气的地方,需重新施工环氧胶泥,当环氧胶泥达到强度后,重新进行压风检查;⑥当注浆嘴不通气时,用小手电检查,目视是否因孔内堵塞,如果是,需重新安装注浆嘴,否则,做好记录,供灌浆时参考。

压风检查完毕且满足要求后,可进行灌浆施工。

(9) 灌浆。采用多点同步灌注方式,从下至上,从宽至窄,逐步推进,灌浆压力一般为0.2~0.4 MPa,根据进浆速度逐级缓慢提升,在屏浆时根据实际情况可以适当提高压力,以保证浆材更好地渗透到细微裂缝,当进行到最后的灌浆嘴进浆时,注浆设备的显示器停止进浆或在稳定压力下15 min内连续吸浆率小于10 mL/min,且压力不下降时,即可结束灌浆。

(10) 注浆嘴的清除。灌浆结束12 h后铲除注浆

嘴并对表面进行清理。

(11) 质量检查及验收。灌浆结束14 d后进行质量检查。①现场布骑缝孔进行压水检查,冲击钻造孔(孔径18~20 mm、孔深10~15 cm)后,采用单点法压水,压力为0.3 MPa,透水率 $q \leq 0.1$ Lu为合格;②钻孔取芯,采用岩芯钻机钻 $\varphi 100$ mm骑缝取芯孔,对芯样检查浆材的结石情况,并加工试样后进行抗压及劈拉强度试验。

5 结语

(1) 新疆山口碾压混凝土坝裂缝化灌处理后,通过压水试验及钻芯取样检测,本工程化学灌浆防渗补强施工效果良好;所有裂缝经化学灌浆处理后,均未见渗水;经后期检查,未见坝体裂缝有继续发展趋势,化学灌浆施工质量满足设计及规范要求。

(2) 通过新疆山口碾压混凝土坝裂缝化灌处理工程实践,总结整理了大坝裂缝嵌缝封堵和表面修补处理、化学灌浆补强加固处理等施工方法及工艺流程,可供同行业和相关行业参考。

(编辑:徐诗银)

Technological process of chemical grouting for cracks of Shankou RCC Dam in Xinjiang

HAN Chunsheng¹, WANG Chao²

(1. Liaoning Construction Bureau Co. Ltd., Sinohydro Corporation, Shenyang 110179, China; 2. Construction and Design Department, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: The cracks of Shankou RCC Dam in the construction process were caused by the dry air and large temperature difference in Xinjiang area. According to the project characteristics, as well as the actual situation of dam cracks, comprehensive treatment measures such as surface repairing, caulking sealing, chemical grouting and biomimetic self-healing are adopted to repair the cracks, the requirement of repairing materials selection is introduced, and the technological process of the repair construction is elaborated. The result shows that all the cracks have no seepage through the test of water pressure and core sampling after the repair and the cracks do not have the developing trend in the later detection. The treatment and technological process can provide references for similar projects.

Key words: crack repair; grouting; RCC dam; Shankou Hydropower station; Xinjiang

· 简讯 ·

中国第四大淡水湖防洪标准将提高到百年一遇

洪泽湖大堤除险加固工程近日通过国家发改委立项审批。国家将投入2.8亿余元,将第四大淡水湖——洪泽湖的防洪标准提高到100年一遇。该项工程是继世行贷款淮河流域重点平原洼地治理工程、入江水道整治工程后,中国新一轮治淮工程中的又一个重大项目。洪泽湖大堤位于洪泽湖东岸,北起淮阴区码头镇,南至盱眙县张庄高地,全长67.25 km,是淮河下游地区的重要防洪屏障,保障着区内2 600万人和200万 hm^2 耕地的

防洪安全。

洪泽湖大堤除险加固工程预计将于2014年完工,届时洪泽湖防洪标准将达到100年一遇,主要工程措施有堤身防渗加固、堤基截渗处理、老石工墙加固、缺口段封闭堤建设等。按照2010年第一季度价格水平,这项工程总投资为28 620万元。

(长江)