

丹江口大坝加高左岸工程初期工程裂缝处理技术

周利明, 熊刘斌, 丁小彤

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司, 四川 成都 610091)

摘要: 介绍了针对丹江口大坝初期工程裂缝缺陷处理采用的施工技术。

关键词: 大坝加高; 初期工程; 裂缝处理; 施工技术; 丹江口大坝

中图分类号: TV7; TV52; TV544

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)04-0083-02

1 概述

丹江口初期工程大坝完工至投运已达40多年。为保证初期工程大坝在加高后水位条件下的运行安全, 大坝加高期须对初期工程混凝土坝裂缝等缺陷尽可能地进行全面检查与处理。检查发现: 初期工程混凝土坝体存在较多裂缝。对于所发现的初期工程中的各类缺陷问题, 已根据设计单位研究后给出的解决方法对其进行了处理。

2 裂缝分类原则

(1) 大体积混凝土裂缝分类, I类: 缝宽 $\delta < 0.2$ mm, 缝深 $h \leq 30$ cm, 性状表现为龟裂或呈细微规则特性。II类: 表面(浅层)裂缝, 一般缝宽 0.2 mm $\leq \delta < 0.3$ mm, 缝深 $30 \leq h < 100$ cm, 平面缝长 3 m $\leq L < 5$ m, 呈规则状。III类: 表面深层裂缝, 缝宽 0.3 mm $\leq h < 0.5$ mm, 缝深 100 cm $\leq h < 500$ cm, 缝长大于 500 cm, 或平面大于、等于三分之一坝块宽度, 侧面大于 $1 \sim 2$ 个浇筑层厚, 呈规则状。IV类: 缝宽 $\delta \geq 0.5$ mm, 缝深 > 500 cm, 侧(立)面长度 $h > 500$ cm, 为平面上贯穿全坝段的贯穿裂缝。

(2) 钢筋混凝土裂缝分类, I类: 表面缝宽 $\delta < 0.2$ mm, 缝长 50 cm $\leq L < 100$ cm, 缝深 $h \leq 30$ cm, 规律性差。II类: 表面裂缝宽 0.2 mm $\leq \delta < 0.3$ mm, 缝长 100 cm $\leq L < 200$ cm, 缝深 30 cm $< h \leq 100$ cm, 且不超过结构厚度 $1/4$ 。III类: 表面缝宽 0.3 mm $\leq \delta < 0.4$ mm, 缝长 200 cm $\leq L < 400$ cm, 缝深 100 cm $< h \leq 200$ cm, 或大于结构厚度 $1/2$ 。IV类: 表面缝宽 $\delta \geq 0.4$ mm, 缝长 $L \geq 400$ cm, 缝深 $h \geq 200$ cm或基本将结构裂穿(大于 $2/3$ 结构厚度)。

收稿日期: 2016-05-20

3 裂缝处理的主要技术指标

3.1 迎水面水上(含工作门槽)裂缝处理的主要技术指标

(1) 迎水面灌浆材料主要选用LPL、LW化学灌浆材料, 迎水面其他部位灌浆材料选用RH改性环氧灌浆材料。(2) I类缝不处理。II类缝缝口凿U形槽, 深度为 $10 \sim 12$ cm, 槽口宽 15 cm, 槽内 4 cm嵌填SR2塑性止水材料, 槽口 $6 \sim 8$ cm采用聚合物砂浆抹平。槽内布置锚筋。III、IV类缝凿槽嵌缝后化学灌浆, 凿U形槽, 缝口封闭同上。(3) 灌浆孔钻孔、灌浆管埋设符合技术要求, 灌浆压力从低开始, 根据吸浆量逐步提高压力, 灌浆连续进行, 不中断。将灌浆最高压力控制在 $0.3 \sim 0.4$ MPa。(4) 骑缝取芯, 要求芯样缝面浆材饱满。

3.2 初期工程坝顶面裂缝处理的主要技术指标

(1) 该部位化学灌浆材料选用RH。(2) I类缝不处理。II类缝(仅凿槽嵌缝处理)缝口凿V形槽, 深度 $3 \sim 5$ cm, 槽底宽 $5 \sim 8$ cm(缝两侧各 $2.5 \sim 4$ cm); 槽内采用预缩水泥砂浆或环氧砂浆封填。III、IV类缝凿槽嵌缝后进行化学灌浆, 凿梯形槽并将缝口封闭。

3.3 贴坡面裂缝处理的主要技术指标

(1) 该部位化学灌浆材料选用RH(除溢流面的部位)及LPL(溢流面上)。(2) II类缝缝口凿梯形槽, 深度 $3 \sim 5$ cm, 槽底宽 $5 \sim 8$ cm(缝两侧各 $2.5 \sim 4$ cm), 槽内采用预缩水泥砂浆或环氧砂浆封填。

3.4 层间缝处理的主要技术指标

(1) 该部分裂缝全部为IV类裂缝, 均采用化学灌浆处理, 灌浆材料为LPL。(2) 灌浆前对缝隙进行封缝试气, 对漏气部分进行封闭。(3) 灌

浆压力采用 0.2 ~ 0.3 MPa, 灌浆过程中缓慢加压。灌浆连续进行, 不中断。

3.5 廊道裂缝处理的主要技术指标

(1) 该部位化学灌浆材料选用 LW。(2) I 类缝不处理。II 类干缝缝口凿 U 形槽, 槽口尺寸为 5 cm × 3 cm (宽 × 深), 槽内回填聚合物砂浆。廊道上游面渗水缝 (含 II 类渗水缝和 IV 类缝, 凿槽嵌缝后灌浆) 凿 V 形槽, 槽深 20 cm, 槽宽 20 cm。廊道下游渗水裂缝: 凿槽按宽 6 ~ 12 cm、深 8 ~ 10 cm 控制。

4 裂缝处理采用的施工方法

4.1 II 类裂缝处理采用的施工方法

(1) 裂缝表面处理: 在裂缝检查后即进行表面凿毛的施工, 在凿除混凝土表面的碳化层后, 用高压水对混凝土表面进行冲洗, 再用高压风将裂缝两侧附近的混凝土表面吹干。(2) 切凿嵌缝槽: 表面处理完成后进行裂缝切凿梯形槽, 切槽宽度为 5 ~ 8 cm 左右, 裂缝两侧各 2.5 ~ 4 cm, 深度 3 ~ 5 cm, 凿除槽内混凝土。(3) 嵌缝进行缝口封闭: 槽面用 1:2 水泥浆涂刷一遍, 涂刷时充分浸透混凝土表面, 采用 M40 预缩砂浆对嵌缝槽进行分层回填, 用橡胶锤将槽内预缩砂浆锤击表面出现少量浆液, 表面采用覆盖棉毡养护。

4.2 III、IV 类裂缝处理采用的施工方法

(1) 裂缝表面处理: 与 4.1 相同。(2) 切凿嵌缝槽: 与 4.1 相同。(3) 钻骑缝孔、埋灌浆管: 沿缝钻骑缝灌浆孔, 灌浆孔孔径为 20 mm, 深 15 ~ 20 cm, 钻孔间距为 30 ~ 100 cm。用高压风将裂缝周边的灰尘吹净, 再用高压水进行冲洗, 将灌浆管插入灌浆孔内 5 ~ 8 cm 固定, 所有灌浆管插好后用高压水对裂缝进行冲洗, 检查灌浆管同裂缝的贯通性。(4) 嵌缝进行缝口封闭: 方法与 4.1 相同。(5) 灌浆嘴试气检查: 环氧胶泥固化后, 在灌浆管上安装截止阀, 通过灌浆嘴对裂缝试压, 压力为 0.2 ~ 0.3 MPa, 用肥皂水检查嵌缝漏气情况, 对漏气部位配置快速固化的环氧基液对漏气部位进行涂刷后再进行试压检查, 待确定嵌缝质量后进行灌浆。(6) 化学灌浆: ①灌浆顺序, 水平缝由一端向另一端灌注, 垂直缝由下往上灌注, 灌浆时可采取多点同步法灌浆。②灌浆压力, 采用 0.2 ~ 0.4 MPa, 根据进浆速度逐级缓慢提升, 进浆量小于 10 mL/min 时, 将压力逐步提升至 0.6 ~

0.8 MPa, 在屏浆时根据实际情况适当升压, 以保证浆材更好的渗透到细微裂缝。③灌浆采用多点同步法灌注, 先从 1、3、5 嘴进浆, 待 2、4、6 嘴冒浆颜色正常后将其关闭, 依次将 1、3、5 嘴移灌 2、4、6 嘴, 在后面嘴冒浆后, 再接灌 7、9、11 嘴, 依次往复, 在所有嘴冒浆后再从头进行补灌, 补灌时稳压进行屏浆, 在吸浆量小于 10 mL/min 时继续屏浆 10 min 后关闭灌浆嘴, 依次对灌浆嘴进行补灌屏浆。当进行最后的 5 个嘴进浆时, 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。(7) 灌浆质量检查: 裂缝化灌后 3 d 对该条裂缝骑缝钻孔取芯并进行压水检查。

4.3 迎水面 II 类裂缝的处理

II 类裂缝的处理采用凿 U 形槽, 嵌填 SR2 进行缝口封堵, 以聚合物砂浆防护方式进行处理。(1) U 形槽宽 15 cm, 深 10 ~ 12 cm; (2) 槽底 4 cm 嵌填塑性止水材料 SR2, 槽口 6 ~ 8 cm 深回填聚合物砂浆并抹平, 槽内左右边交错布置锚筋。聚合物砂浆回填前用聚合物净浆涂刷槽内, 然后采用聚合物砂浆分层回填。(3) 凿槽区域为裂缝长度范围并向两端外延 50 cm。(4) 聚合物砂浆表面与所在部位混凝土面平齐。聚合物砂浆回填后覆盖毛毡进行保湿养护 7 d。

4.4 迎水面水上 III、IV 类裂缝的处理

迎水面水上 III、IV 类裂缝的处理为先进行切槽埋管灌浆处理后再进行嵌入式混凝土保护。(1) 灌浆处理施工工艺同贴坡面及坝顶面 III、IV 类裂缝。(2) 迎水面裂缝在进行灌浆后对缝口进行防护处理。沿裂缝凿宽 60 cm、深 10 cm 的 U 形槽, 凿槽范围顺缝端延伸 80 cm, 槽底采用切割方式整平, 不平整度小于 1 cm, 槽内骑缝切割宽 5 cm、深 3 cm 的“V”形槽, “V”形槽内回填塑性止水材料 SR2, 回填前先在槽内涂刷配套的底胶。在 U 型槽槽底粘贴宽 50 cm 的 SR 防渗盖片, 盖片粘贴前, 在槽底采用 SR2 材料找平, 盖片粘贴后用木锤锤密实。

4.5 迎水面水平裂缝与横缝贯通部位的处理

迎水面水平裂缝与横缝贯通部位的处理采用裂缝端头钻孔封闭加局部横缝灌浆的方式。孔内填塞 SR2 止水材料, 孔口 6 cm 深填塞聚合物砂

(下转第 103 页)

3.8 装药联网

装药、联网、爆破过程必须由质保部三检人员及施工员负责现场监督,指导现场初、复检人员及炮工的工作。对装药结构、爆破网络需作小范围调整时,必须经过“左岸坝肩开挖爆破小组”同意。质检员结合现场情况认真填写《岩石边坡开挖工序验收质量检查记录表》,将每个孔的装药质量落实到每位炮工。网络联接完成后,由施工员负责与质检员一起组织现场初、复检人员、炮工对整个网络进行系统、全面的检查,无误后共同在《岩石边坡开挖工序验收质量检查记录表》上签字后方能起爆。

3.9 出渣及坡面清理

爆破完成后,采用挖掘机扒渣,固定有经验的操作手,预留 50 cm 保护层采用人工扒渣,以保护预裂面不受破坏。

3.10 测量检测

清面结束后,及时通知测量队进行超欠挖及平整度断面检测,质保部三检人员旁站监督;断面检测结束后督促测量队及时出具测量数据及断面,并结合现场地质缺陷剔除缺陷点,上报监理工程师对测量成果进行审核,准备梯段验收资料。

(上接第 82 页)

(4)卷材与找平层涂刷 CX-404 胶:将 CX-404 胶在桶内搅拌均匀后涂刷。

将卷材铺展在干净的基层面上,用长把滚刷蘸 CX-404 胶涂匀,涂刷时应留出搭接部分不涂胶。

(5)卷材碾贴:待卷材及找平层上的胶基本干燥后(手感不粘,一般 20 min 左右)即可进行铺贴卷材的施工。

屋面施工:卷材应平行屋脊从檐口处往上铺贴,注意双向流水坡度卷材的搭接要顺流水方向,

(上接第 84 页)

浆,灌浆材料采用 LW 弹性聚氨脂。

5 结 语

丹江口大坝初期工程混凝土坝裂缝分类方法、不同部位裂缝处理方法等均具有代表性,可为今后类似工程缺陷处理方案提供参考。

4 组织进行爆后分析

为切实提高左坝肩开挖施工质量,严格按照筹建处要求,每开挖一个梯段,由施工单位总质检师组织质保部、施工单位相关技术、操作人员召开质量专题分析会,对梯段上钻至爆破结束全过程以“数据”说话,进行客观、全面的总结分析。针对过程实施中做得好的方面及时总结并将其引用到下部梯段施工中;针对过程实施中存在的问题,制定相应的措施,在下部梯段施工中得以改进。

除此以外,坝肩每开挖 30 m 梯段必须由监理单位组织建设方、设计方及相关兄弟单位召开坝肩阶段性开挖质量专题会,及时对阶段性开挖质量进行总结、交流,形成了经验共享、优势互补的良好质量管理氛围。

通过专题会制度的运作和行之有效的总结分析,有效促进了施工工艺、施工方法的学习和交流,施工方法等不断完善、细化,施工质量稳步提升。

作者简介:

吴 杨(1982-),男,河北邯郸人,项目部经理助理兼质量保证部部长,工程师,学士,从事水电工程施工质量管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

长边及端头的搭接宽度空铺、点粘,条粘时均为 100 mm,满粘时均为 80 mm 且端头接茬要错开 250 mm。

(6)保护层施工:根据设计图纸,两层 2 mm 厚三元乙丙橡胶防水卷材铺装完成后,在其表面满铺 0.15 mm 厚聚乙烯薄膜一层,最后在其顶面采用 20 mm 厚 1:2.5 水泥砂浆找平并养护。

作者简介:

高云飞(1980-),男,黑龙江牡丹江人,湖北分公司常务副总经理,助理工程师,学士,从事建筑工程施工技术与管理工作;

邓琛婷(1990-),女,湖北宜昌人,助理工程师,从事建筑工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

作者简介:

周利明(1985-),男,湖北武汉人,工程师,学士,从事水利水电工程施工项目管理;

熊刘斌(1963-),男,湖北黄梅人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

丁小彤(1988-),女,河南淅川人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)