

三峡工程大体积混凝土裂缝处理施工技术

傅自义, 赵 葳, 王 剑

(葛洲坝集团三峡指挥部厂坝项目管理二部, 湖北 宜昌 443134)

摘要:介绍三峡工程大体积混凝土裂缝的评判标准以及沿缝凿槽、钻孔压水、超声波等裂缝检查方法.在三峡工程大体积混凝土裂缝处理方法的的生产性试验中,采用喷涂、粘贴、充填和灌浆等方法对裂缝进行了处理,效果良好,保证裂缝处理符合规定要求.

关键词:大体积混凝土;裂缝处理;施工技术;三峡水利枢纽

中图分类号:TV543+.6

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)03-0040-04

三峡工程混凝土具有工程量大、结构复杂、质量要求高、施工时间长等特点.三峡工程所在地区虽属气候温和地区,但根据本地区统计资料,夏季5月至9月气温超过35℃的高温天气平均每年45d;极端最高气温达42℃.春秋冬季节温度变化大,1年内2~3d日平均气温降低6~8℃及以上次数达11次,1次降温最大值达16.5℃,因此温控防裂任务十分艰巨.

三峡工程既有大体积混凝土也有板、梁、墩、墙等薄壁结构,受气温等各种因素影响,存在发生混凝土裂缝的可能性.水工大体积混凝土中危害性较大的裂缝破坏了建筑物的整体性,改变了建筑物的受力状态,造成渗水、漏水、钢筋锈蚀等后果,降低了建筑物的耐久性,一些表面裂缝也会延伸发展为严重的深层或贯穿性裂缝.为确保三峡工程的长期安全运行,经过多次生产性试验,以及对裂缝处理材料的比较,逐渐摸索出适合三峡标准的大体积混凝土裂缝处理施工技术.

1 裂缝分类评判标准

裂缝分类评判标准的主要依据是裂缝的表面缝宽、裂缝深度和裂缝平面长度,并按大体积混凝土和钢筋混凝土所产生的裂缝性质及对结构应力和安全影响程度进行分类评判.

三峡工程大体积混凝土裂缝分类及评判标准^[1]如下:Ⅰ类:一般缝宽 $\delta < 0.2$ mm,缝深 $h \leq 30$ cm,性状表现为龟裂或呈细微规则性;Ⅱ类:表面(浅层)裂缝, 0.2 mm $\leq \delta < 0.3$ mm, 30 cm $< h \leq 100$ cm,平面缝长 L 满足: 300 cm $< L \leq 500$ cm,呈规则状;Ⅲ类:表面深层裂缝, 0.3 mm $\leq \delta \leq 0.5$ mm, 100 cm $< h \leq$

500 cm, $L > 500$ cm,或平面大于、等于 $1/3$ 坝块宽度,侧面大于 $1 \sim 2$ 个浇筑层厚度,呈规则状;Ⅳ类:缝宽 $\delta > 0.5$ mm,缝深 $h > 500$ cm,侧(立)面长度大于 500 cm,若从基础向开裂,且平面上贯穿全仓,则称为基础贯穿裂缝,否则称为贯穿裂缝.

2 裂缝的检查

裂缝检查是为裂缝分类、补强处理提供基本资料.裂缝检查项目包括缝宽(表面缝宽)、缝深、缝长、裂缝方向、所在部位、高程、数量,以及缝面是否渗水、有无溶出物等.

对表面裂缝缝宽、条数的检查以人工目测现场普查为主,所用工具有米尺、读数放大镜、塞尺等;对细裂缝可先洒水,用风吹干或晒干后再检查;对高部位的裂缝用高倍望远镜普查,必要时搭设人工排架或放吊篮靠近检查.

缝深检查采用以下方法^[1]:

a. 沿缝凿槽法.沿缝凿槽,凿至目测不到缝为止,凿槽深度视为裂缝深度.该方法适用于表面浅层裂缝.

b. 钻孔压水法.沿裂缝一侧或两侧打斜孔穿过缝面(过缝大于或等于 0.5 m),然后在孔口安装压水设备(压水管、手摇泵)和阻塞器,进行压水.若压水缝表面出水,说明钻孔过缝且缝深大于钻孔穿过缝的垂直深度,这样再打少量斜孔检查,直至表面无水冒出.此时斜孔与缝的交点至混凝土表面的垂直距离即为裂缝深度.

c. 超声波法.在混凝土裂缝的两侧(约 1 m)打垂直孔,孔径大于或等于 60 mm,但应在缝的一侧打 1 个对比孔,先进行无缝的声波测试,然后再进行跨

缝测试,测前孔应冲洗干净,并灌满清水.测试时探头在孔内自上而下每 20~30 cm 移动一次.经过波幅的对比变化,判定其缝深.若缝在侧面,其钻孔应向下降斜 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$.

d. 对重要或危害性大的缝,必要时可沿缝钻 $\varnothing 91 \sim 150$ mm 的孔,用孔内电视和录像方法探测缝深.

3 裂缝处理施工技术

3.1 混凝土裂缝处理原则

a. 危害性较大的裂缝破坏了建筑物的整体性,改变建筑物的受力状态,造成渗水、漏水、钢筋锈蚀等,降低建筑物的耐久性,危害建筑物安全运行.虽然多数裂缝为危害性较小的表面裂缝,但也存在着危害性很大的深层裂缝和贯穿性裂缝,而且因裂缝所在的部位和外界的环境等不同,有一部分原为危害性较小的裂缝,亦会延伸发展为严重的深层裂缝或贯穿性裂缝.因此,对于发现的每条裂缝都必须分析产生裂缝的原因,并认真进行处理.

b. 混凝土裂缝补强处理的目的主要是恢复结构的整体性,限制裂缝的扩展,满足结构的强度、防渗、耐久性和建筑物的安全运行要求.

c. 混凝土裂缝处理方案的选择要通过裂缝调查获得必要的资料,再根据裂缝所在的部位、发生的原因、裂缝规模大小和危害性评定等,进行精确地计算和分析研究,综合确定合理处理措施.

3.2 I 类裂缝处理

I 类裂缝一般不做处理,但对过流面等重要部位按以下技术要求进行处理:

a. 对于表面缝宽 $\delta < 0.1$ mm 的裂缝沿缝宽 20 cm 范围用钢丝刷刷毛,并用丙酮清洗干净;缝面干燥后涂刷一层环氧基液或凯顿百森高效渗透结晶型防水系列材料之一的 KRYSTOL T1(用于地面或地下混凝土结构的干/湿面的永久性防水).

b. 对于 $0.1 \text{ mm} \leq \delta < 0.2$ mm 的裂缝骑缝凿宽 10 cm、深 2.5~3.0 cm 的梯形槽,并覆盖裂缝两端头 40 cm;将槽内杂物清理并冲洗干净,然后进行修补,修补材料采用环氧砂浆(或 KRYSTOL T1、麦斯特 1438 环氧胶泥).

3.3 II 类裂缝处理

II 类裂缝采用灌浆法加表面喷涂法进行处理.

a. 缝面处理.用打磨机将裂缝表面两边 5~10 cm 宽的范围打磨,然后用高压水将缝面冲洗干净,观察缝口的状况;有浆皮封住缝口的地方用薄片挑开缝口,待所有的缝口挑开后,再用高压水冲洗.待缝面干燥后进行贴嘴施工,局部未干的缝面用碘钨灯烤干.

b. 灌浆孔施工(贴嘴).II 类裂缝灌浆孔采用骑缝布置,在混凝土表面采用环氧胶泥粘贴灌浆嘴(自制铜管灌浆嘴,外径 6 mm),间距约 20~30 cm(如采用注射低黏度环氧树脂 LPL 作为化学灌浆材料,则间距不大于 30 cm).

c. 封闭裂缝缝口(封缝).灌浆口施工完成 3 h(环氧胶泥等待时间约 8 h)后,采用环氧胶泥进行缝口的封闭处理,环氧胶泥沿打磨的宽度封贴,厚度 2~5 mm,贴嘴底板上面和贴嘴底板周边稍厚实.如封闭后裂缝渗水,则采用防水材料堵渗.

d. 灌浆前的试气.封闭完成 24 h 后进行试气,以检查各灌浆孔间的通畅情况及裂缝口是否密封.试气压力先小后大,最后压力控制在 0.2~0.3 MPa 之间.试气时吹尽裂缝内的尘土后,堵塞除进气嘴以外的其余嘴子,用肥皂水或洗涤剂水满刷封闭裂缝表面,如有漏气需对漏气部分重新进行封闭.

e. 化学灌浆.灌浆材料采用上海麦斯特公司生产的注射低黏度环氧树脂 LPL,灌浆设备采用 CD15 自动稳压灌浆泵;水平缝由一端向另一端逐孔灌注,竖直缝由下向上逐孔灌注;灌浆压力 0.4~0.8 MPa,先小后大,进浆宜缓慢,不应急促;连续灌注 30 min 保持压力不下降,结束该孔灌浆工作,进行下孔灌浆;为防止在灌浆压力作用下裂缝两侧混凝土产生有害应力和变形,在灌浆过程中宜布置千分表进行观测,控制裂缝增开度不大于 100 μm ;为保证化学灌浆质量,化学灌浆工作安排在 10 月至次年 4 月低温季节进行.

f. 表面处理.化学灌浆完成 7~10 d 后,清除嵌缝材料,进行表面处理,表面喷涂采用环氧胶泥或 KRYSTOL T1.

g. 质量检查.灌浆完成 20 d 后每 30~50 cm 长的裂缝取 3 个 $\varnothing 76$ mm 的岩芯,并对岩芯进行分析和劈拉试验.

3.4 III 类、IV 类裂缝处理

3.4.1 非大坝迎水面的 III 类、IV 类裂缝处理方法

III 类、IV 类裂缝产生在非大坝迎水面的部位视重要程度采用如下方法之一:①化学灌浆法加表面喷涂法(主要适用于 III 类裂缝);②化学灌浆法加凿槽嵌填止水材料加表面喷涂法(主要适用于 IV 类裂缝和重要部位的 III 类裂缝).

3.4.1.1 化学灌浆法加表面喷涂法

$0.3 \text{ mm} \leq \delta \leq 0.5 \text{ mm}$, $100 \text{ cm} < h \leq 500 \text{ cm}$ 的 III 类裂缝的化学灌浆法加表面喷涂法与 II 类裂缝化学灌浆法加表面喷涂法的处理程序基本相同,即表面处理→灌浆孔施工→封闭缝口→试气→灌浆→表面喷涂→质量检查.不相同之处在灌浆孔的施工中,除布

置骑缝灌浆斜孔外,还需增加布置灌浆斜孔,灌浆斜孔按每孔灌浆面积 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}^2$ 布置.缝宽 $\delta \geq 0.5 \text{ mm}$ 的Ⅳ类裂缝的化学灌浆法中除增加布置灌浆斜孔外,采用的化学灌浆材料也不同,由 LPL 变为 80% LW 加 20% HW 混合液(弹性聚氨酯材料).

3.4.1.2 化学灌浆法加凿槽嵌填止水材料加表面喷涂法

a. 化学灌浆.Ⅲ类裂缝的化学灌浆过程与Ⅱ类裂缝化学灌浆过程基本相同,即:表面处理→灌浆孔施工→封闭缝口→试气→灌浆.

b. 凿槽嵌填止水材料.沿裂缝凿宽 8 cm、深 5 cm 的止水槽,凿槽向裂缝两端顺延 0.5 m,槽底 2 cm 嵌填材料采用 SR-2 塑性止水材料,槽外 3 cm 采用 903 砂浆。

c. 表面喷涂法. 裂缝两侧各 6 m, 上下端各 3 m 喷涂凯顿百森 T1 (KRYSTOL T1) 高效渗透结晶型防水材料。

化学灌浆法加凿槽嵌填止水材料加表面喷涂法施工如图 1 所示。

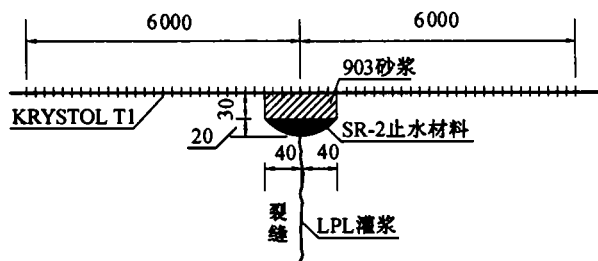


图1 化学灌浆法加凿槽嵌填止水材料
加表面喷涂法施工(单位:mm)

3.4.2 大坝迎水面的Ⅲ类、Ⅳ类裂缝处理方法

大坝迎水面的Ⅲ类裂缝以及Ⅳ类裂缝则采用化学灌浆法与充填粘贴法相结合的方法进行。当大坝迎水面裂缝较多、分布范围大时,可参照东北地区的恒仁大坝采用浇筑混凝土防渗面板来处理裂缝的方法^[2]。

3.4.2.1 化学灌浆法

Ⅲ类裂缝和Ⅳ类裂缝的化学灌浆法同 3.4.1.1 中的化学灌浆法。

3.4.2.2 充填粘贴法

在裂缝灌浆处理完成 7 d 后,再对裂缝表面进行充填粘贴处理,处理程序为:凿槽嵌填塑性止水材料→粘贴橡胶片和防渗保护盖片→防渗保护盖片四边的防护→防渗保护盖片表面的防护。

a. 凿槽嵌填塑性止水材料.处理工序:凿槽→涂刷 SR-2 底胶→嵌填 SR-2 塑性止水材料(图 2).

①沿裂缝开凿出 3~5 cm 深,8~10 cm 宽的“U”型槽;②凿槽完成后,用有压水将槽内冲洗干净,待槽内干燥后,将“U”型槽内均匀涂刷第一道 SR-2 塑性止水材料底胶,常温下自然干燥 1 h 后,再涂刷第二道底胶,常温下自然干燥 0.5 h 或用灯烘至表面干燥,用手触摸,粘而不沾手,经验收后即可进行嵌填 SR-2 塑性止水材料;③将 SR-2 塑性止水材料搓成细条,沿槽分层嵌填,按“先里后外”的原则,将 SR-2 塑性止水材料填入槽内,用木榔头(或橡胶榔头)锤击至密实,表面与“U”型槽上口齐平.竖向裂缝一次嵌填高度不宜大于 3 m.

b. 粘贴橡胶片和防渗保护盖片。裂缝两侧的表面处理工序:缝面处理→涂刷 1438 环氧胶泥→涂刷氯丁橡胶片底胶→粘贴氯丁橡胶片→涂刷 SR 防渗盖片底胶→粘贴 SR 防渗盖片→裂缝端头的处理。

①将混凝土面打磨,使无明显错台,钢筋拉条等沿混凝土壁面齐根切除,混凝土壁面平整度控制在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内;同时钻取 SR 防渗盖片周边封闭用的锚栓孔,孔深 8 cm , $\varnothing 12\text{ mm}$,顺裂缝方向间距为 30 cm ;之后将混凝土面用高压水冲洗干净后晾干或烘干,保证壁面无松动物、无浮尘、无油污和表面干燥;

②基面验收后,根据氯丁橡胶片尺寸和裂缝位置,在裂缝两边等距对称涂刷氯丁橡胶片底胶,底胶为专用粘贴剂或环氧基液,涂刷后一定要控制好等待时间,过早或过晚粘贴都会影响粘贴质量;

③氯丁橡胶片的规格为 60 cm 宽、 5 mm 厚,粘贴前,根据裂缝走向进行放样,尽量不将氯丁橡胶片截断,如遇到裂缝走向不规则必须截断时,需将接头严密对缝,并在缝外涂刷 HK961 等防水材料进行保护;粘贴前还要将氯丁橡胶用专用清洗剂或浓硫酸浸泡 $5\sim 10\text{ min}$

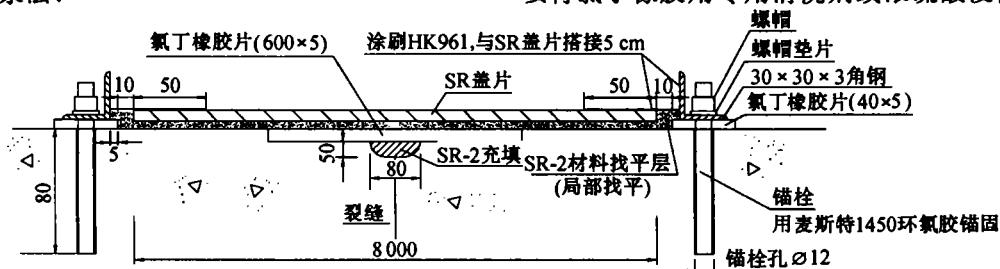


图2 化学灌浆法加充填粘贴法裂缝部分处理(单位:mm)

注:氯丁橡胶片与混凝土面、角钢间用专用粘贴剂或环氧基液粘贴。

