

# 宝珠寺电站6号坝段裂缝用环氧材料灌浆的商榷

王正生

(宝珠寺水电建设管理局,四川广元,628003)

TV544.P1  
TV688.231

13  
39-41

**摘 要** 6号坝段大体积混凝土中产生的裂缝,缝宽小于0.2 mm以下,采用环氧灌浆处理,在技术上尚存在一些没有解决的问题,根据该坝段裂缝特性应选用超细水泥材料灌浆会达到较好的效果。长期暴露外部的裂缝缝面应做临时保护以防止泥沙杂质充填影响后期处理质量。

**关键词** 大体积混凝土 环氧材料 超细水泥 灌浆 贯穿性裂缝

坝段,裂缝

## 1 前 言

宝珠寺水电站枢纽采用发电厂房置于河床中部坝后布置,拦河坝为实体重力坝,最大坝高为132 m,按一级建筑物设计。装机容量为700 MW,工程在1991年实现河床截流后进入主体工程施工阶段。1992年初又开始进行右岸挡水坝段混凝土浇筑,在施工中发生了5号、6号坝段混凝土裂缝。1993年7月由四川省电力工业局组织施工质量检查组对宝珠寺工程施工质量进行了检查,在检查会上对以上质量事故进行了认真的讨论和研究。会议要求西北勘测设计研究院对5号、6号坝段的裂缝成因、裂缝性

质以及裂缝危害程度作进一步深入调查研究,并进行计算分析,提出工程处理措施。本文主要以6号坝段桩号下0+013.0 m、下0+019.0 m两条贯穿性裂缝在灌浆处理中存在问题及其经验教训,供类似工程处理借鉴。

## 2 6号坝段混凝土裂缝的成因及处理措施

6号挡水坝段位于右岸建基面设计高程为▽550.0 m,坝高40 m,坝体断面见图1。坝基岩层主要为奥陶系O<sub>2</sub><sup>4</sup>层钙质粉砂岩及O<sub>3</sub>层龟裂纹灰岩。由于基础面岩层开挖起伏差较大,混凝土层厚



图1 5号、6号坝段横剖面图

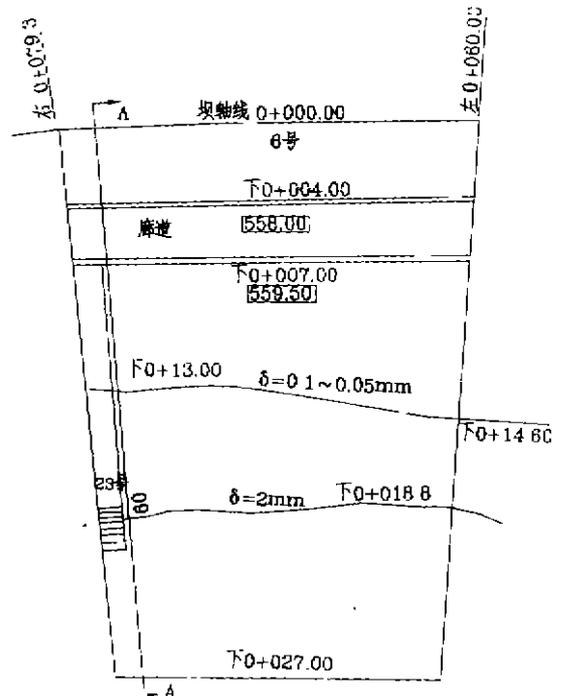


图2 6号坝段混凝土裂缝分布图

注:①δ为混凝土裂缝宽度;②高程、桩号以m计,其它以cm计。

4.5~5.2 m,已浇筑高程▽559.5 m。在此层发现混凝土裂缝后,进行了调查研究,从混凝土浇筑时间、施工方法、混凝土配合比、强度资料分析及计算结果认为混凝土产生裂缝主要系混凝土温度应力过大所造成的。为了查清裂缝的发育性状,沿缝布置6个φ171 mm检查孔。查明坝体▽559.5 m高程以下有两条裂缝大体平行坝轴线方向。第一条位于坝体桩

号下0+013.0 m,缝宽0.1 mm,裂缝基本垂直向下延伸;第二条裂缝位于坝体桩号下0+019.0 m附近,缝宽约2 mm,两条裂缝分布参见图2及图3。根据检查孔揭示,裂缝均贯穿整个混凝土层至基岩面;经有限元计算分析,坝基础面产生应力集中,对坝体安全不利。为此对6号坝段进行加固,以达到满足大坝稳定安全的要求。

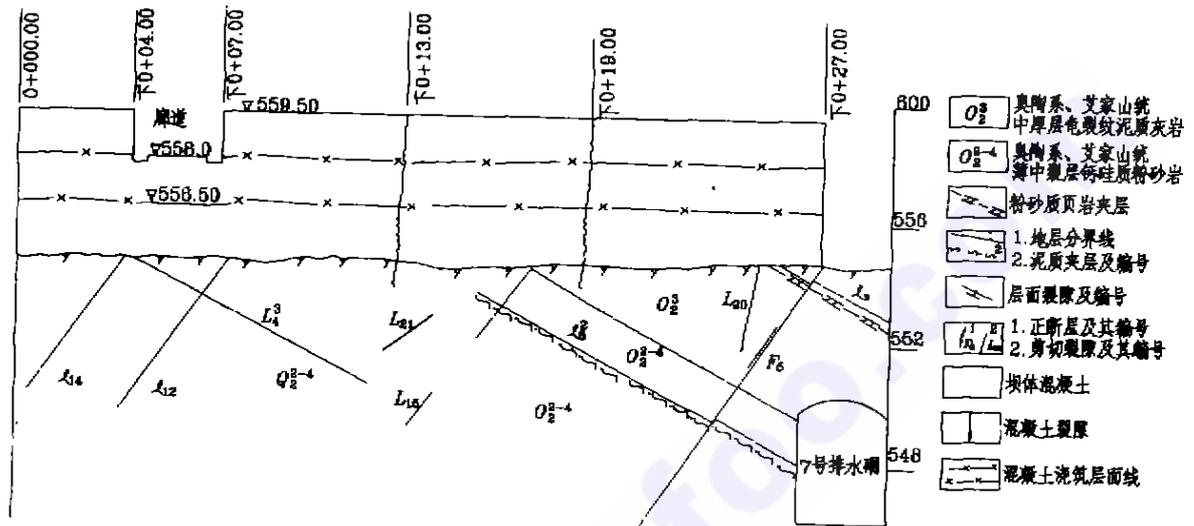


图3 6号坝段A-A剖面图

根据西北勘测设计研究院提出的处理方案:对桩号下0+013.0 m裂缝由于宽度仅0.1 mm左右,普通水泥灌浆难以奏效,又因裂缝是受张拉开状态(据有限元计算成果),故对该缝采用改性环氧材料灌浆。对桩号下0+019.00 m的裂缝,其缝宽约2 mm,由于裂缝宽度相对较大,可灌性好,可以采用水泥灌浆,能使坝体形成整体。配合灌浆处理,还采取了锚筋柱加固和层面铺设并缝钢筋等处理措施。

### 3 灌浆工程的施工及存在的问题

按照设计处理方案对桩号下0+019.0 m沿裂缝两侧各打两排斜孔,孔距2 m,使其穿过裂缝不同深度,灌浆程序为钻孔——冲洗——不压水——灌浆。起始水灰比2:1,压力0.2~0.3 MPa。全缝灌浆共计15个孔,其中只有1个孔注入水泥浆量几升,其余孔均未注入浆量,根据裂缝尺寸大小分析,此现象很不正常。为此,决定在缝上再打3个检查孔作压水试验以便了解裂缝渗透性大小。压水试验结果发现,裂缝漏水极小,如再重复用水泥稀浆灌注很难达到加固坝体的目的,最后决定改用环氧化学灌浆其布孔方法同前。由于施工现场温度较低约12℃,配制的浆液温度下降较快,粘度由<5

mPa·s(与水相比测)迅速增至15~20以上,难以注入孔内。为保持粘度<5 mPa·s,后被迫改为一孔一次配浆,全缝有3个孔注入浆量约30 L。从所注入浆量分析,应该起到一定充填效果,但由于混凝土浇筑工期紧,在灌后2 d,开始钻孔检查(设计规定15~30 d),从3个孔混凝土芯面上发现有零星点状浆液,其余为泥沙杂质充填物,有的已结硬。根据水泥和环氧灌浆中存在的问题,说明两种灌浆均未达到设计要求。

对于桩号下0+013.0 m裂缝用改性环氧材料灌浆,施工时所配制的浆液初始温度在25~26℃,测粘度可以达到<5 mPa·s,但因现场温度低(11~12℃),由于浆液未采取保温措施,所以当浆温下降时,粘度很快>5 mPa·s以上。浆液粘度增大后,在灌注<0.2 mm裂缝大面积冷混凝土时由于所受阻力增大,已使浆液不能渗入。在桩号下0+013.0 m裂缝灌浆中,仅有1个孔注入少量浆液,其它各孔没有进浆,从灌后检查孔混凝土芯缝面两侧观察均未见浆液充填。该缝灌浆结果与下0+019.0 m裂缝一样,没有达到设计预期要求。

### 4 灌浆中存在问题及经验教训

(1)环氧灌浆在国内外已较普遍应用于水工建

筑上。在总结经验的基础上,初步找到了降低粘度和克服憎水性的途径,但有些问题至今尚未完全过关。主要原因是:环氧浆液虽属真溶液,但环氧为热固性树脂本身粘度很高,要在一定的温度和稀释剂作用下才能保持较低粘度,目前所用稀释剂虽大量是活性组份,但其中仍掺有一定量非活性组份丙酮,此物极易挥发,所配制的环氧浆液必须保温和防止丙酮挥发,尤其是在冬季施工是很重要的一项措施。但在下0+013.0 m 裂缝灌浆时,就未采用以上措施,浆液粘度随着灌浆时间延长温度下降而 $>5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上,对于 $<0.2 \text{ mm}$ 以下的裂缝便难以注入,使该缝大部分孔吸浆量为零。对于大面积混凝土裂缝使用环氧灌浆,即便能做到勤配浆并保持浆温,但因多在低温季节施工,浆液注入冷混凝土裂缝后,温度急骤递减粘度变大从而影响扩散半径。为了扩大影响半径,增加浆液的渗透性。有的工程对被灌体采用加温的措施(向缝内吹热风或烤烘等),但这些手段只限于小范围混凝土构件能起一定的效果,还有采用高压增大扩散半径或加密孔距办法。但这些措施对于象6号坝段大面积混凝土均难以达到预期目的。

(2)6号坝段从1992年9月停止浇筑,1997年3月份开始灌浆。在此4年多时间里裂缝长期暴露在外,缝面因未做保护,表层泥沙杂质经过雨水流入缝内积聚,有的形成结硬。由于对裂缝可灌性变化事前估计不足,因而在下0+019.0 m 裂缝灌浆时仍按原施工技术要求钻孔冲洗,不压水,用2:1浓浆起灌,在小孔径(风钻孔半径 $\varphi 42$ )单管注浆情况下,造成孔内裂缝骤然堵塞使各孔注浆量为零。

对于大体积混凝土发生裂缝后如一时处理而且长期暴露在外,均应采取临时性缝面保护措施防止泥沙杂质充填,影响后期的灌浆处理。已被充填的缝面必须进行认真的冲洗,一般冲洗方法达不到要求,应根据充填物的性质,可先向缝内注入一定比例的碱或酸性溶液浸泡数日后(使充填胶结物 $\text{CaCO}_3$ 脱钙崩解),再用风水联合循环冲洗,可达到较好的灌浆效果。灌浆前必须做压水试验借以了解裂缝渗透性大小,确定合适的水灰比以保证灌浆顺利进行。6号坝段桩号下0+019.0 m 裂缝灌前就因省去了压水试验,直接用2:1浓浆起灌在孔径很小单管注浆情况下造成裂缝被堵灌浆失败。在灌前如坚持做压水试验了解裂缝透水性,采用相应的水灰比或改用超细水泥、并用 $\varphi 75$ 的机钻孔、采用循环式灌浆,会达到满意的效果。

## 5 结 语

6号坝段的水泥和环氧灌浆根据灌浆中出现的问题以及质量检查结果,说明灌浆没有达到加固坝体和达到使坝体整体受力的目的。分析存在问题产生的原因,总结其经验教训如下:

(1)根据6号坝段环氧灌浆的实践,反映水工建筑物大体积混凝土发生的裂缝如缝宽在 $0.2 \text{ mm}$ 以下,使用环氧灌浆在技术上是有一定问题。桩号下0+019 m 裂缝缝宽 $>0.2 \text{ mm}$ ,但由于泥沙杂质充填的影响,采用传统水泥灌浆其可灌性很差。对于这类混凝土裂缝加之灌浆前没有较详细的化灌技术要求,施工准备不够,工艺操作不当等因素因而影响了工程处理质量。桩号下0+019.0 m 的裂缝少数孔虽然已注入一定浆量,但从裂缝被堵和检查结果分析,化灌质量难以达到要求。该坝段裂缝留下的隐患将影响大坝安全运行。重新处理施工条件十分困难,而且裂缝原连通性受这次灌浆零星堵塞破坏了可灌浆条件,继续采用灌浆处理方法难于达到再固结目的。

(2)从灌浆存在的质量问题也说明前人的资料和经验介绍,环氧灌浆多用于 $0.2 \text{ mm}$ 以上混凝土裂缝小构件上,对于水工建筑物大体积混凝土裂缝宽度 $<0.2 \text{ mm}$ 以下选用环氧材料灌浆尚不多见的意见是正确的。根据6号坝段桩号下0+013.00 m 裂缝宽度为 $0.1 \text{ mm}$ ,下0+019.0 m 缝面被充填后的条件应选用超细水泥灌浆比较适宜。根据我国生产的超细或湿磨细水泥其平均粒径在 $4\sim 6 \mu\text{m}$ ,比表面积达到 $8000 \text{ cm}^2/\text{g}$ ,可以灌注 $0.06 \text{ mm}$ 微细裂缝,满足灌浆技术要求。而且施工及工艺设备均比化灌简单,经济上也便宜。水泥结石的弹性模量与缝的上下游混凝土接近,变形相匹配,同时对库内水质无化学污染。两种材料相比较,超细水泥优于环氧树脂。这一偶之得为今后其它类似工程处理参考和借鉴。

### 参 考 文 献

- 1 电力工业部西北勘测设计研究院.白龙江宝珠寺水电站工程拦河坝右岸5号、6号坝段混凝土裂缝处理设计报告.1996年6月
- 2 电力工业部西北勘测设计院.白龙江宝珠寺水电站5号、6号、20号坝段坝块混凝土裂缝及1号机组尾水管底板打断钢筋的事故分析报告.1993年3月
- 3 高钟璞.国内外基础处理施工技术发展综述.水利水电技术,中国水利水电基础工程局

作者简介

王正生 男 宝珠寺水电建设管理局质量监督站副站长 高工

(收稿日期,1997-08-11)