

# 关于水库建设坝体砼温度应力裂缝成因分析及处理方法

姚献武

缙云县水务投资有限公司, 浙江 丽水 321400

[摘要] 水库大坝作为大体积混凝土建筑物, 自浇筑开始, 由于水泥水化热作用, 混凝土内部散热较大, 尤其是低温季节内外温差较大, 会在表面产生较大的温度压力, 如果在施工过程中没有做好保温措施, 极易产生裂缝, 从而又需对大坝进行加固措施。

[关键词] 水库双曲拱坝; 温度裂缝; 环氧树脂; 预埋管灌浆

DOI: 10.33142/hst.v5i2.5985

中图分类号: TV642.2

文献标识码: A

## Cause Analysis and Treatment of Temperature Stress Cracks in Dam Concrete of Reservoir Construction

YAO Xianwu

Jinyun County Water Investment Co., Ltd., Lishui, Zhejiang, 321400, China

**Abstract:** As a mass concrete building, since the beginning of pouring, due to the hydration heat of cement, the internal heat dissipation of concrete is large, especially the large temperature difference between inside and outside in low temperature season, which will produce large temperature pressure on the surface. If thermal insulation measures are not taken in the construction process, cracks are easy to occur, so reinforcement measures are needed for the dam.

**Keywords:** reservoir double curvature arch dam; temperature crack; epoxy resin; embedded pipe grouting

### 1 工程概况

某建设中水库总库容 37.00 万  $m^3$ 。本工程规模属小(2)型, 为V等工程。坝型选用混合线型砼拱坝, 坝顶高程 347.00m, 最大坝高 52.7m。溢洪道为坝顶开敞式自由溢流溢洪道, 溢流堰顶高程 345.00m, 溢流段宽度为 20.0m, 消能方式为挑流消能。

2021 年 11 月 10 日, 在水库大坝 8#坝段 334.5m 高程处, 建设单位在日常检查时发现 8#坝段中部有一条上下游贯穿的砼裂缝。本文对水库的坝体在施工中产生的裂缝做一些分析与总结。

### 2 坝体裂缝情况

#### 2.1 裂缝位置

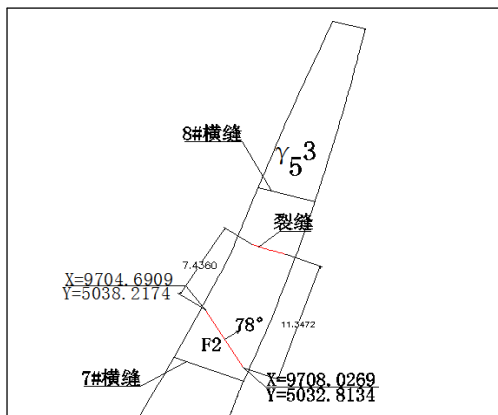


图 1 裂缝位置图



图 2 裂缝位置图 (浇筑仓面处)

砼裂缝位于 8#坝段中间偏右侧, 距 8#-9#坝段横缝 5.70m, 距 7#-8# 坝段横缝 12.4m。裂缝面走向为与坝轴线基本垂直, 竖向下部偏向河床, 倾角  $77^\circ$  左右。裂缝上、下游方向长度 3.74m, 高度从 334.5m 高程往下延伸直至基岩 330.0m 高程。8#坝段 ( $\nabla 330.0m \sim \nabla 334.5m$ ) 砼坝体上游坝面坡比为顺坡 1: 0.04, 下游坝面坡比为顺坡 1: 0.196。裂缝情况详见图 1-2。

#### 2.2 坝段施工情况

8 坝段 ( $\nabla 332.0m \sim \nabla 334.5m$ ) 于 2021 年 9 月 29 日浇筑完成后, 10 月 7~8 日进行了固结灌浆, 9 月 9 日~9 月 14 日进行了帷幕灌浆, 10 月 27 日进行了排水孔施工, 期间未发现裂缝。

相邻坝块施工浇筑时序如下图:

$\nabla 339.58-9$  坝缝 7-8 坝缝



表2 大坝封拱状态下应力分析

↑ 高程(米)																
		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
+	347.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
		.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
			.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
			.53	.40	.30	.19	.12	.06	.01	.05	.09	.17	.26	.35	.48	
			.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
+	338.0		-.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	-.07	
			.00	.02	.11	.22	.29	.35	.41	.36	.32	.25	.15	.06	.00	
			90.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	90.0	
				.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		
				.76	.63	.45	.31	.17	.02	.14	.24	.40	.57	.70		
				.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0		
+	329.0			-.10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	-.04		
				.00	.04	.24	.40	.54	.70	.57	.47	.29	.10	.00		
				90.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	90.0		
					.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00			
					.84	.72	.59	.42	.22	.39	.50	.67	.79			
					.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0			
+	320.0				-.02	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00			
					.00	.15	.31	.50	.74	.54	.41	.21	.05			
					90.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0			
						.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00				
						.89	.85	.75	.54	.70	.78	.86				
						.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0				
+	311.0					.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00				
						.12	.20	.35	.64	.41	.29	.16				
						.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0				
							.00	.00	.00	.00	.00					
							1.12	1.14	.98	1.05	1.03					
							.0	.0	.0	.0	.0					
+	302.0						.00	.00	.00	.00	.00					
							.12	.15	.43	.24	.19					
							.0	.0	.0	.0	.0					
								.00	.00	.00						
								1.54	1.47	1.40						
								.0	.0	.0						
+	294.3							-.07	.00	.00						
								.00	.11	.06						
								90.0	.0	.0						

大体积砼产生的裂缝一般都与砼内部温升过大, 砼内部因水化热原因降温慢, 而砼表面冷却快, 当砼内部与表面温差达到一定数值, 就会产生表面裂缝, 进而演变成贯穿裂缝, 即就是常说的温度裂缝。本工程 8#坝段 ( $\nabla 330.0\text{m} \sim \nabla 334.5\text{m}$ ) 砼浇筑日为 9 月 29 日, 在混凝土养护期间, 混凝土自身强度较低, 且当地气温分别于 10 月 17 日、10 月 21 日出现骤降。温度骤降引起的温度应力可能是引起本次贯穿裂缝出现的主要原因。结合现场检查情况来看, 裂缝宽度呈现上部宽、下部窄的现象, 符合温度裂缝的一般规律<sup>[4]</sup>。综合以上分析认定, 温度应力是本次砼裂缝产生的主要原因。

### 3.4 裂缝危害性分析

由于拱坝的特性, 表面裂缝(如水平施工缝)带来的直接危害并不严重,

对总体的安全度也影响不大。但是应充分重视贯穿性裂缝带来的危害, 如漏水造成裂缝性状的恶化而导致坝体受力性状的逐步恶化、混凝土的加速碳化、抗侵蚀能力降低、工程使用年限降低等。

## 4 工程措施

裂缝修补的常规方法分为三种, 即: 表面修补、内部防渗(灌浆)和锚固法。本工程结合裂缝开展情况以及裂缝的危害程度, 采用表面修补结合内部防渗法进行处理。

2021 年 11 月 12 日, 经质监、业主、设计、监理、施工各方现场查勘及讨论研究后, 要求施工单位砼裂缝及时处理, 工程量由监理现场确认。

针对水库目前拱坝裂缝情况及其成因, 采取修补措施进行补强加固, 增强坝体的整体性。具体处理措施如下:

(1) 对大坝上游坝面、下游坝面进行防渗和抗裂并举的加固措施。修补坝体裂缝, 即对坝体裂缝采用化学材料——环氧树脂接缝灌浆处理, 将拱坝连接为一个整体, 防止水压引起裂缝进一步的发展, 并更好的发挥大坝拱圈的传力作用。

坝体裂缝补强的具体方法是: 首先沿裂缝走向凿宽 6cm、深 4cm 的 V 型槽, 然后在边钻孔、边压水试验检查的条件下, 沿裂缝钻孔, 钻孔距离裂缝 15~20cm, 成  $30^\circ \sim 45^\circ$  角, 深度为 30~40cm, 孔距为 1m 左右, 钻孔检查后埋入灌浆管, 先用环氧水泥砂浆将 V 型槽填抹平, 待环氧水泥砂浆达到一定强度时, 在规定的坝体温度条件下灌入环氧浆液。

(2) 在 334.5m 高程处布置两层  $\phi 22$  骑缝钢筋, 间距 20cm, 受力钢筋总长 2.0m; 构造配筋采用  $\phi 10$  钢筋, 间距 20cm。

(3) 考虑到该高程坝体厚度, 沿裂缝上下游各布设 1 个灌浆孔, 进行补强灌浆。孔深要求穿过裂缝底部至建基面, 采用预埋管灌浆, 顶部需有一定厚度混凝土盖重。

## 5 建议

### 5.1 做好施工过程中的保温技术

加强混凝土的养护和坝面保温, 降低温度湿度造成的不利影响。坝面保温是防止表面裂缝的最有效措施, 特别是低温、高温的砼保养是防止出现裂缝的重要保障。表面保

温材料主要有聚苯乙烯泡沫塑料板, 保温被、聚乙烯气垫薄膜、聚乙烯泡沫塑料板、草袋和砂层保温、喷涂保温层等。各种有利于降低材料温度的措施均应力争采用, 要尽量降低坝体材料入仓温度; 在气温太低的季节施工时, 不要让施工面暴露在露天长期冷却; 新浇筑混凝土表面要加盖保温。

### 5.2 加强工程管理

加强施工管理提高混凝土施工质量, 混凝土浇筑要均匀密实。薄层短间歇, 均匀上升; 避免突击浇筑一块混凝土, 然后长期停歇; 避免相邻坝块之间过大的高差及侧面的长期暴露; 避免薄块长间歇, 即在基岩或老混凝土上浇筑一薄块而后长期停歇。

### 5.3 做好安全监测

做好大坝的后续安全监控, 对未能预料的裂缝要加强巡查, 及时发现、及时处理。

## 6 结语

在参与管理水库大坝建设过程中, 在混凝土浇筑完成后, 经过几天的养护, 日常检查中发现了大坝 8#坝段 334.5m 高程处出现了一条上下游贯穿性的裂缝。初次遇见, 由于经验不足, 无法理解其中的具体缘由。后通过翻阅前辈的专业论文, 如唐克建<sup>[1]</sup>发表的拦河坝裂缝成因分析及修补等类似裂缝的相关论文, 得知了拱坝裂缝的成因及补救措施, 比如有应力、伸缩缝、基岩结构、温度影响等等都是会形成裂缝的原因。通过一系列的查找论文、资料, 再邀请各参建单位及专家论证, 对每个影响因素展开分析, 通过排除法来逐个排除。根据本水库的地质及基础验收资料, 对应力也进行了数据分析, 均符合要求。最后结合了裂缝产生的时间、位置、走向分析, 对比论文所描述的情况, 基本确定本次裂缝属于温度裂缝, 温度裂缝是在大体积混凝土施工中很容易造成的, 及时分析原因及补救措施至关重要。通过这一次的裂缝修补, 可以得知大坝在正常浇筑的情况下, 施工工艺的合理性以及温度变化大时的养护工作使其重要。如果产生了裂缝, 修补措施必须要合理、严密。本文对大体积混凝土浇筑时因温度产生的裂缝及补救措施的前因后果进行了多方面的数据分析, 对今后相类似的大坝在相同条件、环境下出现的裂缝及处理情况, 对今后施工单位在编制施工工艺有一定的参考作用。

### 【参考文献】

- [1]唐克建. 清风岩水电站拦河坝裂缝成因分析及修补[J]. 中国农村水利水电, 2001(4): 67-69.
  - [2]丁志坚. 某碾压混凝土坝贯穿性裂缝的成因及预防措施探讨[J]. 水利规划与设计, 2018(12): 134-136.
  - [3]朱伯芳. 大体积混凝土温度应力与温度控制[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2012.
  - [4]杨远斐, 包腾飞, 吕蓓蓓, 等. 碾压混凝土拱坝裂缝成因与防裂措施分析[J]. 人民黄河, 2012, 34(7): 140-142.
- 作者简介: 姚献武(1993.11-)男, 籍贯: 缙云, 当前职称级别: 助理工程师, 当前就职单位: 缙云县水务投资有限公司。