

水闸闸墩常见裂缝成因 及处理措施

周成洋, 林 立, 沈 明

(江苏省淮沐新河管理处, 江苏 淮安 223001)

摘要:水闸是典型的钢筋混凝土结构, 闸墩部位因诸多因素易产生裂缝。闸墩裂缝是目前水工建筑物中存在的主要质量隐患, 闸墩出现裂缝将会直接给水闸各功能带来不同程度的危害。结合工程实例, 针对某水闸闸墩产生裂缝的成因及处理措施进行分析, 以期对相关的闸墩裂缝问题提供有益的参考。

关键词:水闸; 裂缝; 成因; 措施

中图分类号: TV66

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2021)11-0028-04

Causes and treatment measures of common cracks in sluice piers

ZHOU Chengyang, LIN Li, SHEN Ming

(The New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223001, China)

Abstract: The sluice is a typical reinforced concrete structure, and the pier is prone to cracks due to many factors. Currently, pier cracks are the main quality hidden dangers in hydraulic structures. Cracks in the piers will directly bring varying degrees of harm to the functions of sluice. Based on engineering examples, causes and treatment measures of cracks in a certain sluice pier were analyzed, in order to provide a useful reference for related pier cracks.

Key words: sluice; crack; cause; measurement

某水闸工程设计流量 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 。闸室采用胸墙式钢筋混凝土结构, 共 3 孔, 单孔净宽 8.0 m , 顺水流方向长 18.0 m , 闸底板顶面高程 4.5 m (废黄河高程, 下同)。闸门采用平面定轮直升式钢闸门, 配 $QP-2 \times 250\text{kN}-11 \text{ m}$ 卷扬式启闭机。闸身上游侧交通桥总宽 9.0 m , 桥面高程 14.5 m 。

该工程设计防洪标准为 100 年一遇, 等别为 II 等, 主要建筑物等级为 1 级, 次要建筑物为 3 级, 临时性建筑物级别为 4 级, 交通桥汽车荷载设计等级为公路 - II 级。工程场地区域地震动峰值加速度

为 0.15 g , 地震基本烈度为 7 度。

2020 年 12 月 22 日闸底板浇筑完成, 闸墩、交通桥、胸墙及便桥一次性浇筑, 于 2021 年 1 月 18 日 19:30 开始浇筑, 1 月 20 日凌晨 1:00 浇筑完成, 浇筑期间夜间气温最低至 -1°C , 白天最高温度 10°C , 带模保湿保温养护, 1 月 29 日开始拆除两侧边墩临土侧侧模板, 拆除侧模后检查发现有 7 道裂缝, 停止拆模, 定期观察, 至 2 月 20 日无变化, 3 月 1 日边墩、中墩模板全部拆完, 在边墩临水侧及中墩又发现 7 道裂缝。

收稿日期: 2021-08-17

作者简介: 周成洋 (1967—), 男, 高级工程师, 本科, 主要从事水利工程建设与管理工。E-mail: 1224048637@qq.com

1 裂缝部位结构概况

节制闸闸墩共2个边墩和2个中墩,混凝土标号为C25,长18.0 m,高10 m,底部高程为▽4.5 m,顶部标高▽14.5 m。闸墩厚度:中墩为1.2 m,边墩1.4 m。

施工配合比为水泥:330 kg/m³,黄砂:750 kg/m³,碎石:990 kg/m³,粉煤灰60 kg/m³,水:165 kg/m³,外加剂:8 kg/m³,混凝土坍落度15±3 cm。

施工过程中实测混凝土坍落度14.5 cm、16 cm、15.5 cm。

闸墩裂缝位置见图1、图2。

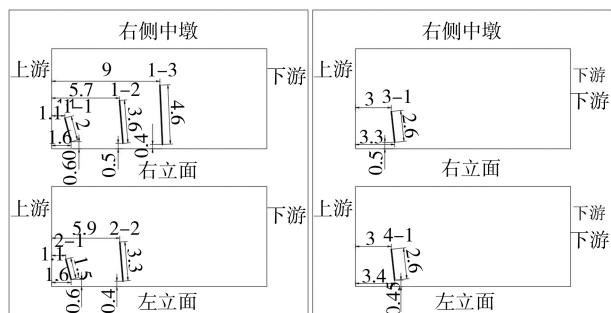


图1 右侧闸墩裂缝位置

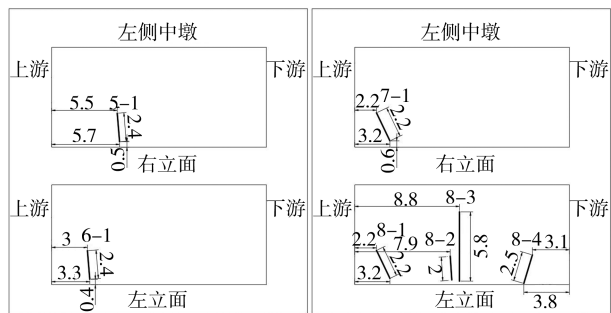


图2 左侧闸墩裂缝位置

2 裂缝观测情况

裂缝发现后项目部立即安排人员进行观测,并对裂缝进行编号,形成详细的裂缝观测记录。见表1。

据观测,闸墩混凝土裂缝的最大宽度为0.21 mm,最小宽度为0.02 mm,最大缝长5.8 m(左侧边墩),最小缝长1.5 m。观测期间所有裂缝均未有扩展。因1-1与2-1、1-2与2-2、3-1与4-1、7-1与8-1裂缝所在墩墙的位置对称。

3 裂缝成因初步分析

经研究分析,引起混凝土结构产生裂缝的主要

原因如下:①结构次应力导致的裂缝;②外荷载导致的裂缝;③变形变化导致的裂缝。工程实践中最常见的裂缝就是变形变化引起的,主要成因是由温度、湿度、不均匀沉降等因素反复作用引起的结构变形^[1]。

3.1 结构次应力导致的裂缝

(1)直接应力裂缝

设计时,应力与配筋计算错误、断面设计不足等引起裂缝;施工时,改变结构应力、现场施工安装不规范等引起裂缝。

(2)次应力裂缝

在设计外荷载作用下,由于结构物的实际工作状态与常规计算有出入,从而在某些部位引起次应力导致结构开裂。

3.2 外荷载导致的裂缝

混凝土结构在受到外荷载(动荷载、静荷载及结构实际工作状态超出设计所产生的应力)作用下,应力超过材料强度引起结构和构件开裂。

荷载导致的裂缝有受剪裂缝、受弯裂缝、受扭裂缝、受压裂缝等,大多数是竖向裂缝和水平裂缝,只有少量的斜裂缝和不规则裂缝。

3.3 变形变化导致的裂缝

(1)施工中温度变化产生的裂缝

混凝土具有热胀冷缩性质,当其内外温差产生变形和温度应力,一旦温度应力超过混凝土能承受的极限抗拉强度时,就会产生温度裂缝。

混凝土浇筑后,前期混凝土对水泥水化热急剧升温导致变形约束较小,相应的温度应力也较小,不会产生温度裂缝。随着混凝土龄期的增加,水泥水化热大量释放,混凝土内部温度急剧升高,内外形成温差,当温度应力超过同龄期混凝土抗拉强度时,便出现温度裂缝^[2]。

混凝土结构在施工过程中,外界气温的变化对混凝土开裂有着重要影响。外界气温越高,混凝土浇筑温度也越高;若外界温度下降,特别是气温骤降,会大大增加内外层混凝土的温度差,容易形成过度的温度应力,造成混凝土出现裂缝^[3]。

(2)干缩裂缝

混凝土硬化过程中,表面层水分蒸发,导致体积收缩变形,产生的裂缝为干缩裂缝,一般呈龟裂状。

(3)塑性裂缝

塑性裂缝是指混凝土浇筑后尚处于一定的塑性状态,水泥水化反应激烈,混凝土内部水分急剧

表 1 裂缝观测记录统计

| 编号 | 部位 | 缝长/m | 缝宽/mm | 变化 | 观测日期 |
|-----|-----|------|-----------|----|------------|
| 1-1 | 右边墩 | 2.0 | 0.20~0.25 | 无 | 2021-01-31 |
| 1-2 | 右边墩 | 3.6 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-01-31 |
| 1-3 | 右边墩 | 4.6 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-01-31 |
| 8-1 | 左边墩 | 2.2 | 0.10~0.25 | 无 | 2021-01-31 |
| 8-2 | 左边墩 | 2.0 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-01-31 |
| 8-3 | 左边墩 | 5.8 | 0.05~0.18 | 无 | 2021-01-31 |
| 8-4 | 左边墩 | 2.5 | 0.05~0.18 | 无 | 2021-01-31 |
| 1-1 | 右边墩 | 2.0 | 0.20~0.25 | 无 | 2021-03-03 |
| 1-2 | 右边墩 | 3.6 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-03-03 |
| 1-3 | 右边墩 | 4.6 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-03-03 |
| 8-1 | 左边墩 | 2.2 | 0.10~0.25 | 无 | 2021-03-03 |
| 8-2 | 左边墩 | 2.0 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-03-03 |
| 8-3 | 左边墩 | 5.8 | 0.05~0.18 | 无 | 2021-03-03 |
| 8-4 | 左边墩 | 2.5 | 0.05~0.18 | 无 | 2021-03-03 |
| 2-1 | 右边墩 | 1.5 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-02-26 |
| 2-2 | 右边墩 | 3.3 | 0.10~0.25 | 无 | 2021-02-26 |
| 3-1 | 右中墩 | 2.6 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-02-28 |
| 4-1 | 右中墩 | 2.6 | 0.02~0.10 | 无 | 2021-02-28 |
| 7-1 | 左边墩 | 2.2 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-02-26 |
| 2-1 | 右边墩 | 1.5 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-03-03 |
| 2-2 | 右边墩 | 3.3 | 0.10~0.25 | 无 | 2021-03-03 |
| 3-1 | 右中墩 | 2.6 | 0.05~0.15 | 无 | 2021-03-03 |
| 4-1 | 右中墩 | 2.6 | 0.02~0.10 | 无 | 2021-03-03 |
| 7-1 | 左边墩 | 2.2 | 0.10~0.20 | 无 | 2021-03-03 |

蒸发,导致失水收缩而产生的裂缝。由于收缩的作用,这些裂缝通常沿钢筋层分布。

(4) 基础不平整或不均匀沉降

部分混凝土裂缝与基础不平整或不均匀沉降有关。受混凝土自重和荷载的作用基础易产生沉降,会产生裂缝。

3.4 本工程墩墙产生裂缝的原因

混凝土裂缝的成因很复杂,但从本工程的裂缝分布和走势分析,主要成因:一是因施工期处于冬天,室外温度低,闸墩较厚:中墩为1.2 m,边墩1.4 m,混凝土浇筑施工时,其内部水化热产生的温度和混凝土表面温差较大,内外温差产生应力和应

变导致产生温度裂缝;二是因大体积混凝土带模保温、保湿养护时间短,尤其夜间温度降至 -1°C ,混凝土表面温度骤降,产生表面收缩应力;三是因闸底板较闸墩先浇近一个月,收缩变形基本稳定,闸墩浇筑后收缩变形受到底板混凝土约束,从而产生拉应力。综上所述,本工程闸墩裂缝形成原因应为温度、收缩应力与底板混凝土约束共同作用的结果。

4 裂缝处理措施

4.1 处理措施

本工程的裂缝处理主要采用涂刷法和灌浆法。对小于 0.2 mm 的浅层细微裂缝,采用涂刷水泥厚浆封闭处理;对大于 0.2 mm 以上的裂缝,则采用化学灌浆,即“壁可法”。

本文主要介绍“壁可法”施工方法,灌注材料采用环氧树脂灌缝胶(性能见表2),具有渗透力强、流动性好、粘结牢固、固化性能灵活可控、适用性高等优点。通过埋设灌胶嘴,将环氧灌浆料灌入缝内,灌浆胶在一定的压力下扩散渗透到不密实部位,堵塞孔隙,对结构裂缝起到堵水、补强、加固等作用^[4]。

4.2 施工过程

灌浆流程:混凝土表面清理→钻孔→埋设灌胶嘴→缝面封闭→试漏检验→灌浆→封孔→灌胶效果检验→缝面处理。

(2)钻孔。布孔方式:斜孔和垂直孔。用手持电钻,在斜孔中心距离裂缝 $5\sim 10\text{ cm}$ 处,孔与混凝土面成 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 夹角,沿裂缝方向钻进,孔径 14 mm ,孔深 20 cm 以上,孔距 $20\sim 40\text{ cm}$,孔身与裂缝相交^[5]。

(3)埋设灌胶嘴。在裂缝部位埋设灌胶嘴,灌胶嘴的间距根据裂缝大小、走向及结构形式而定,一般缝宽 $0.2\sim 0.4\text{ mm}$ 时灌胶嘴间距为 $30\sim 50\text{ cm}$,在每条裂缝上要设置进胶口、排气孔或出胶口。灌胶嘴埋设时应特别注意防止堵塞。

(4)缝面封闭。钻孔及清孔结束后,对裂缝面采用堵漏剂封闭,在裂缝部位用油灰刀往复涂刮,均匀涂抹一层环氧树脂灌缝胶,将裂缝全部封闭。施工时要注意防止小气泡及密封不严。

(5)试漏检验。一般情况下,在缝面封闭后 $1\sim 2\text{ d}$ 可进行试漏检验。可采用高压气体或者压力水进行试漏试验,来检查裂缝的密封效果及贯通情况,发现遗漏及时修补^[6]。

(6)灌浆。用灌浆泵将环氧树脂灌缝胶沿裂缝方向进行灌注,灌浆压力一般控制在 $0.3\sim 0.5\text{ MPa}$,灌浆顺序为自下而上,由一端到另一端依次连续进行。

在保证灌胶顺畅的情况下,采用较低的灌胶压力和较长的灌胶时间,可获得更好的灌胶效果。可对钻孔进行反灌,待相邻灌胶嘴冒出灌浆液后关闭此嘴阀门,直到上部排气孔有浆液流出时结束,依

表 2 环氧树脂灌缝浆材力学性能

| 项 目 | 《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2006 标准要求 | 检测结果 |
|------------------|--------------------------------|------------------|
| 钢-钢拉伸抗剪强度标准值/MPa | ≥ 10 | 15.2 |
| 抗拉强度/MPa | ≥ 20 | 30.1 |
| 弹性模量/MPa | ≥ 1500 | 1692 |
| 胶体性能 | | |
| 抗压强度/MPa | ≥ 50 | 55.0 |
| 抗弯强度/MPa | ≥ 30 (且不呈脆性、破裂状破坏) | 41.7(不呈脆性、破裂状破坏) |

(1)缝面清理。用钢丝刷沿裂缝走向宽约 5 cm 范围扫除灰尘、污物等,对裂缝两侧有较多细微龟裂的部位,应清理至 $8\sim 10\text{ cm}$ 宽。

对较宽裂缝,用锤子和钢钎凿除缝两侧表层混凝土,露出坚实的混凝土表面为宜。最后用压缩空气吹净缝面,并用略潮湿的抹布擦除表面的浮尘并彻底晾干^[1]。

次循环完成裂缝的灌浆^[5]。

(7)拆除灌胶嘴。待裂缝内灌缝胶初凝后,即可拆除灌胶嘴,用水泥砂浆将灌浆孔封口抹平并清除表面。

(8)灌胶效果检验。灌胶结束后检验灌胶效果和质量,若有不密实等不合格情况,应进行补注。

(下转第 56 页)