

梁溪河船闸安全检测与分析

李兴贵¹ 陈晓月² 张 鑫²

(1.河海大学土木工程学院,江苏 南京 210098;2.无锡市犊山防洪工程管理处,江苏 无锡 214063)

摘要 介绍了梁溪河船闸的工程概况、安全检测内容、检测方法,重点检测和分析了混凝土的裂缝及其危害、混凝土强度等技术参数,为工程加固修补及应力计算分析提供依据。检测结果表明,船闸闸室及闸首岸墙混凝土结构裂缝严重,在原有老裂缝的基础上又出现了许多新裂缝,影响到结构的稳定和安全运行,应及时加固和修补。

关键词 船闸;安全检测;混凝土结构;裂缝

中图分类号 :U641.9 **文献标识码** :B **文章编号** :1006-7647(2001)08-0042-03

梁溪河船闸是无锡犊山防洪控制工程中重要水工建筑物之一,属二级建筑物。该船闸与五里湖节制闸共同承担无锡市区及武澄锡低洼区防洪、排涝、保护太湖水资源及改善航运条件的任务。工程竣工运行至今,发挥了巨大的作用。

梁溪河船闸建成于 1991 年 2 月,船闸闸室净宽 16.0 m,沿水流方向长 13.5 m,被分为 9 节,每节长 15.0 m。整个闸室为分体式结构,闸室墙为分体式重力墙,迎水面现浇 30 cm 厚混凝土。闸底板为透水底板,每节闸底板分为 3×3=9 格,各格之间设置了 30 cm×30 cm 的混凝土格埂,中间为 30 cm 厚的混凝土预制板。闸室底板顶面高程为 0.0 m,闸墙顶面高程为 5.0 m,船闸上闸首闸顶高程为 6.0 m,下闸首闸顶高程为 5.0 m。

梁溪河船闸建造在复杂的地基上,工程的一大特点是湖中圈圩建闸。闸室建设开挖时,发现地基土质不均匀,沿长度方向软硬不同,并进行了不同数量的打桩处理。虽然运行只有 10 a 时间,但闸首及闸室出现大量的裂缝,混凝土老化、破损,这些安全隐患已影响工程结构的安全运行,为此对梁溪河船闸混凝土结构进行了安全检测试验,得出实际结构的材料性质和裂缝程度,为工程管理和加固修补以及为进行结构整体强度和稳定性计算分析提供必要的技术参数。

1 检测内容

对船闸的上闸首、下闸首及闸室岸墙进行了普查,并在普查的基础上对混凝土裂缝及混凝土强度进

行了重点检测。主要检测内容包括:①混凝土结构外观及缺陷检查;②混凝土结构裂缝分布、裂缝宽度、裂缝长度及裂缝深度等检测;③混凝土碳化深度检测;④混凝土强度检测;⑤混凝土中钢筋锈蚀率检测。

2 检测方法和检测结果

2.1 混凝土结构外观及缺陷检查

按检测内容进行检测,采用普通和特制的工具、简单仪表并配合目测,检查混凝土结构外观及破损情况。

经检查,船闸上、下闸首岸墙及闸室岸墙混凝土表面由于过往船只撞击、摩擦而出现大面积损伤,混凝土表层凹凸不平。闸室混凝土岸墙因施工浇筑不实,出现空洞、露筋现象,且空洞处钢筋锈蚀。闸身护栏混凝土,因钢筋保护层太小,或施工时露筋,多处钢筋锈蚀,使混凝土胀裂,有的已造成箍筋锈断。闸首及闸室岸墙混凝土多处裂缝,既有施工时老裂缝重新开裂,又有新裂缝出现。

2.2 混凝土结构裂缝检测

采用直尺、读数显微镜检测裂缝长度和宽度,非金属超声波检测分析仪检测裂缝深度,由仪器系统根据 CECS21:2000《超声波检测混凝土缺陷技术规范》自动计算并输出裂缝深度值。

梁溪河船闸混凝土现有裂缝 57 条(见表 1),其裂缝走向、分布及位置见图 1。

由表 1 和图 1 及对检测结果的统计分析,裂缝表现以下特征:

作者简介 李兴贵(1957—),男,江苏南京人,副研究员,从事材料性能及工程应用研究。

表 1 梁溪河船闸岸墙混凝土裂缝检测成果统计

部 位	裂缝数			不同长度裂缝数			不同宽度裂缝数				不同深度裂缝数			
	总数	老裂缝	新裂缝	60~100 cm	101~160 cm	顶至水面以下	0.05~0.2 mm	0.3~0.5 mm	0.6~1.0 mm	>1.0 mm	检测数	3.5~10.0 cm	10.1~15.0 cm	>15.0 cm
闸室东岸墙	27	5	22	11	8	8	13	9	2	3	14	6	4	4
闸室西岸墙	30	8	22	8	4	18	7	9	10	4	24	13	7	4
合 计	57	13	44	19	12	26	20	18	12	7	38	19	11	8
占总数/%	100	22.8	77.2	33.3	21.0	45.6	35.1	31.6	21.0	12.3	100	50.0	28.9	21.1

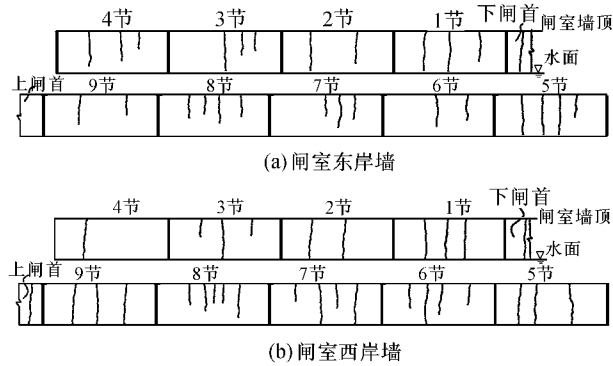


图 1 梁溪河船闸裂缝分布示意图

- a. 13 条老裂缝在建造时就出现并已做过修补 , 这些修补后的裂缝又重新开裂 , 裂缝出现在补缝材料与混凝土粘结界面 , 这类裂缝一般宽度和深度均较大 .
- b. 根据竣工验收报告 , 原有裂缝上不至顶 , 下不至底 . 经检测表明 , 现有裂缝已扩展至岸墙顶部 , 从顶部至水面以下的裂缝共有 26 条 , 既有老裂缝扩展 , 又有新裂缝产生 , 且所有新裂缝均已扩展至岸墙顶部 , 说明裂缝发展了 , 裂缝的形态发生了变化 .
- c. 裂缝中有的出现渗水 , 有的出现白色碱化物 . 裂缝渗水造成溶出性侵蚀 , 易使混凝土中部分 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶于水或与空气中 CO_2 发生作用 . 长期发展 , 会使混凝土中碱性降低 , 削弱混凝土对钢筋的保护作用 .
- d. 检测发现 , 主要裂缝发生在每一节闸室中间或接近中间位置 , 而船闸中间一节闸室裂缝较为严重 (见图 1) . 这类裂缝表现出与受力或地基不均匀沉陷有关联 . 从裂缝数量和长度分析 , 裂缝仍有可能还要发展 . 应对裂缝进行进一步跟踪观测和分析研究 , 以查明原因 .
- e. 由表 1 统计结果可知 , 新裂缝占 77.2% , 危害较大的通顶长裂缝占 45.6% , 裂缝宽度大于 0.5 mm 的占 33.3% , 裂缝深度大于 10 cm 的占 50% , 这些结果表明裂缝的危害是显著的 .

2.3 混凝土碳化深度检测

碳化深度检测按 GBJ82-95《普通混凝土长期性能和耐久性能试验》进行 . 在被测结构上随机布置测点 , 用电锤钻孔 , 向小孔内滴入检测溶液 , 未碳化的显

红色 , 已碳化的为无色 , 无色的混凝土厚度即为碳化深度 . 各结构碳化深度的检测与回弹检测同时进行 , 测点布置在回弹测试的测区内 , 检测结果见表 2 .

表 2 梁溪河船闸混凝土结构碳化深度测试成果

结构部位	碳化深度/mm		设计保护层厚度/mm
	变化范围	平均值	
上闸首岸墙	3.0~7.0	5.0	50
下闸首岸墙	3.0~11.0	5.8	50
闸室岸墙	3.0~10.0	5.2	40
混凝土芯样	3.0~10.0	5.0	50

混凝土碳化是混凝土老化的表现 , 它是混凝土受空气中 CO_2 的缓慢侵蚀而产生的中性化反应 , 是混凝土碱度逐渐降低的过程 . 碳化深度除了反映自身老化程度以外 , 还是回弹法检测强度的必要参数和混凝土中钢筋锈蚀的主要原因之一 . 由表 2 可见 , 混凝土碳化深度较小 , 远小于混凝土保护层厚度 , 未对钢筋锈蚀构成影响 .

2.4 混凝土强度检测与试验

采用回弹法结合芯样法进行结构混凝土强度检测与试验 .

回弹法按 JGJ23-92《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》进行 , 根据回弹值、碳化深度及相关混凝土强度关系得到测区混凝土强度推定值 .

芯样法依据 CECS03:88《钻芯法检测混凝土强度技术规程》进行现场取混凝土芯样 , 在室内进行切割处理 , 按 SD105-82《水工混凝土试验规程》进行试验 , 从而获得现役混凝土实际强度值 , 芯样尺寸为 $\varnothing 100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$.

芯样法测强度属部分破损试验 , 故数量有限 . 而回弹法测强度可进行大面积测试 , 并经过芯样修正后能较全面地反映结构整体强度分布和均匀性 .

混凝土强度检测及试验结果列于表 3 , 从表中可以看出 , 检测的强度均高于设计强度 , 回弹法混凝土强度推定值与芯样强度值基本相同 . 这一结果表明 , 梁溪河船闸混凝土强度可靠性较高 , 且表层强度与内部强度基本一致 .

2.5 混凝土中钢筋锈蚀率检测

钢筋锈蚀率检测取样于因空洞和施工时露筋而锈蚀的钢筋以及因混凝土保护层薄而局部胀裂处的

表 3 梁溪河船闸混凝土强度测试成果

结构部位	回弹法强度推定值/MPa		芯样强度值/MPa	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
上闸首东岸墙	25.6 ~ 36.8	34.8	29.4 ~ 38.2	33.8
下闸首东岸墙	22.3 ~ 34.1	29.8		
下闸首西岸墙	26.2 ~ 38.6	36.0	34.5 ~ 38.9	36.7
闸室岸墙	24.9 ~ 42.7	38.1		

注:设计标号为 200 号。
钢筋检测时凿开混凝土取样,检测结果见表 4。从检测结果看出,局部或完全暴露在空气中的钢筋,锈蚀是严重的,而混凝土内部的钢筋,经钻孔检查,无锈蚀现象。

表 4 混凝土中钢筋锈蚀率检测成果

结构部位	原材直径 /mm	锈蚀后直径 /mm	断面锈蚀率 /%
闸身护栏混凝土	12	10.9	17.5
	12	10.2	27.8
箍筋锈断处	6.5	0	100

3 结 语

a. 梁溪河船闸闸室及闸首岸墙混凝土结构裂缝严重,在原有老裂缝的基础上又出现了许多新裂缝,裂缝的数量、长度和宽度都有发展,裂缝中有的

渗水、有的渗碱化物,主要裂缝出现在闸身和每一节闸室的不利位置,长而宽的裂缝接近已有裂缝的一半,且裂缝仍有发展的可能,裂缝影响结构的完整性,也影响结构的稳定及安全运行,应进一步研究分析和试验论证,并进行结构受力及稳定计算,同时寻求加固修补方案,并及时实施分类处理。

b. 采用回弹法和芯样法检测试验混凝土强度,回弹法测得混凝土强度值为 29.8 ~ 38.1 MPa,芯样法试验混凝土强度值为 33.8 ~ 36.7 MPa,两种方法测试结果基本相同,且都超过原设计强度,工程的混凝土强度是好的。

c. 混凝土碳化检测结果表明,混凝土碳化深度较小,远不及钢筋保护层厚度,故碳化未对钢筋造成不利影响,也未见因钢筋锈蚀而导致混凝土胀裂现象,但是,由于施工质量造成的外露钢筋,锈蚀是严重的。

d. 鉴于闸室混凝土受撞击摩擦损伤,应凿去表层损伤及碳化混凝土,结合裂缝修补处理后进行表面高强厚浆封闭保护。

e. 在裂缝处理前,应定期对裂缝产生及发展情况进行跟踪观测。

(收稿日期 2001-11-30 编辑 熊水斌)

· 简讯 ·

云南小湾水电站将开工建设

装机容量 420 万 kW,静态投资为 213 元人民币,动态投资预计为 320 亿元的云南小湾水电站将开工建设。该电站位于大理白族自治州南涧县和临沧地区凤庆县交界处,是澜沧江上的第三座梯级电站。该电站设计装机为 6 台 70 万 kW 的发电机组,建设规模在中国水电建设史上仅次于长江三峡电站工程。小湾水电站的拦河大坝将采用混凝土双曲拱坝,坝高 292 m,高坝拦截的江水蓄积量可达 150 m³,坝址以上将形成一个上百千米长的巨大高山湖泊。小湾电站坝址环境条件优越,在保证年发电量 190 亿 kW·h 的情况下,还可调节下游已建、在建和拟建中的漫湾、大朝山、景洪等多座电站的汛期和枯期发电用水。由于横断山脉的挤压和天然落差,澜沧江具备大规模开发梯级水电站的优良条件。目前,澜沧江上已建成装机容量 125 万 kW 的漫湾水电站,并正在建设装机容量 135 万 kW 的大朝山水电站。除即将开工的小湾电站外,澜沧江上还将陆续再建 5 座大型水电站,连同漫湾电站和大朝山电站在内,将形成总装机容量达 1555 万 kW 的 8 座梯级水电站构成的系统开发群体。

(马敏峰摘自 <http://www.cjw.com.cn/News/020105-1.htm>)

利用高新技术向大海要淡水

面对中国沿海城市和地区淡水资源紧缺的局面,国家将拨款 500 万元人民币用于“海水循环冷却技术示范工程研究”。承担此项研究的国家海洋局天津海水淡化综合利用研究所经过多年攻关,已在海水循环冷却技术方面取得重大突破。“十五”期间,该研究所将建立 2 500 m³/h 海水循环冷却示范工程。该示范工程建成后,每年能为企业节约淡水 100 万 m³。目前,中国有 100 多个城市严重缺水,利用和淡化海水是解决缺水问题的有效措施之一。天津海水淡化研究所已在“低温压汽蒸馏海水淡化技术研究”方面取得了具有自主知识产权的科技成果。该项技术利用发电厂或化工厂的废热,通过海水的多次蒸发和冷凝达到较高的淡水产出率。

(马敏峰摘自 <http://www.chinanews.com>)