

紫坪铺工程高流速泄洪建筑物环氧面层冲蚀破坏快速维修技术

曾波, 秦小茹, 高涛

(四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川成都 610091)

摘要: 试验证明, 在泄洪排沙洞水平段底板积水区域, 采用早强型快速修补聚合物砂浆对小面积冲蚀的环氧面层进行修复, 修复部位的拉拔试验值大于 C50 混凝土本体设计抗拉强度, 累计过流 20 d 后, 修复面仍可保持不被冲蚀, 修复效果较好, 且施工方便, 养护期较环氧砂浆短; 洞内高于 4 m 的边墙部位采用该材料施工, 可用拼装式活动脚手架代替扣件式钢管脚手架, 降低施工难度, 缩短施工时间, 施工优势明显。

关键词: 泄洪建筑物; 维修现状; 工艺对比; 强度试验

中图分类号: [TM622]; TV6; C39

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2018)04-00 -

0 引言

紫坪铺工程地下泄洪建筑物包括 1 号、2 号泄洪排沙洞和冲沙放空洞, 其中 1 号、2 号泄洪排沙洞互为备用。泄洪排沙洞运用水头高(超过 130 m), 流速高达 45 m/s, 洞内水流空化系数小(0.15~0.20), 属于空化空蚀高度危险区, 且工程地质条件差, 为国内少见的在较差围岩地质条件下建设的高流速泄洪排沙隧洞; 冲沙放空洞设计泄流量 322 m³/s, 汛限水位 850 m 时工作闸门口处流速为 34 m/s。为确保泄洪建筑物混凝土衬砌在泄水中免受冲蚀, 在边墙过流面及底板分别敷设 10 mm 和 15 mm 厚的环氧砂浆面层予以保护, 但在实际运行中, 随着泄流条件的不断变化, 仍会对泄洪设施环氧面层甚至混凝土造成不同程度的破坏。目前, 关于此类破坏的修复方法多种多样, 如改性水泥修复、混凝土修复、砂浆修复、电化学修复等^[1], 而对于泄洪设施通常采用新老混凝土兼容性较好的聚合物以及环氧砂浆。本文以紫坪铺水利枢纽泄洪排沙洞和冲沙放空洞为例, 阐述了在不同泄流条件下, 环氧砂浆和早强型快速修补聚合物在修复过程中的使用范围和条件。

1 泄洪建筑物检查维修现状

泄洪排沙洞每次泄流后, 过流面上的环氧砂浆保护层均会遭受不同程度的冲蚀(图 1), 龙抬头段受损面积约占受损总面积的 57%, 边墙受损

面积约占受损总面积的 66%。冲沙放空洞的冲蚀破坏部位主要集中在无压段和挑流段的环氧砂浆保护层(图 2)。



图 1 泄洪洞边墙环氧砂浆保护层冲蚀



图 2 冲沙放空洞底板环氧砂浆保护层冲蚀

紫坪铺泄流建筑物过流面的受损修复主要采用环氧砂浆, 表 1 统计了泄洪排沙洞、冲沙放空洞单次泄洪冲蚀部位数、破坏面积以及环氧砂浆检

修工期、养护期等数据。鉴于泄洪建筑物每次泄洪后需尽快完成受损部位的修复,而环氧砂浆使用条件要求较高、维修保养时间较长,针对小面积

受损部位的维修,可考虑寻找新材料和新工艺,在较短时间内完成修复。

2 修复材料施工工艺对比分析

表1 泄洪建筑物冲蚀及环氧砂浆修复工期统计表

建筑类型	单次泄洪冲蚀部位数/个	单个部位破坏面积/m ²	单洞单次检修工期/d	修复面养护期/d	总时长/d
泄洪排沙洞	16~36	0.1~18.8	5~7	7	12~14
冲沙放空洞	2~7	0.1~1.3	2~3	7	9~10

2.1 环氧砂浆施工工艺^[2]

采用环氧砂浆修复时,首先要对混凝土基面处理,使用电动角磨机对原环氧砂浆冲蚀区域周边进行切割,形成规则形状,再用钢丝刷和高压风清除表面砂粒、粉尘;基面清理干净后,对局部潮湿的基面进行干燥处理。干燥处理采用喷灯烘干或自然风干,然后拌制并在基面上涂刷底层环氧基液,再在其上拌制和涂抹环氧砂浆,最后对环氧砂浆压实、找平、压光,养护7 d。施工时为了确保施工环境的干燥,还要采取必要的防水措施(搭设临时围堰、雨篷等)。

2.2 早强型快速修补聚合物砂浆施工工艺

修整基面,去除混凝土基面污染物、薄弱层、松散颗粒,至混凝土表面外露新鲜、密实骨料方可;将拌制均匀的修补聚合物砂浆用抹刀按设计要求的厚度涂抹到已处理干净的基面上,涂抹时尽可能同方向连续摊料,并注意衔接处压实排气,边涂抹、边压实找平,表面提浆,待初凝后,再次收面及收边,保证修面与周边环氧砂浆平顺连接,无错台;施工面养护期1天,养护期间,应避免修复

面硬物撞击、刮擦等破坏。

2.3 对比分析

通过上述施工工艺对比,存在着以下几个方面的差别:①快速修补聚合物可在潮湿乃至水下环境进行施工,免除环氧砂浆施工过程中基面干燥、搭设围堰及雨棚等环节,成本低;②快速修补聚合物可快速施工,免除底层基液涂刷等复杂工序;③快速修补聚合物养护时间短,仅需1天,而环氧砂浆养护时间长达7 d。经过综合比选,尝试对早强型快速修补聚合物砂浆进行试验研究。

3 早强型快速修补聚合物砂浆抗压强度及粘接强度试验

选择1号泄洪排沙洞进行早强型快速修补聚合物砂浆拉拔试验,试验位置为0+087 m右边墙(距底板高度1 m,0.23 MPa)、0+335 m左边墙(距底板高度1 m,0.15 MPa)、0+145 m底板(3.93 MPa)三个位置(如图3所示)。其中桩号0+145 m水平底板积水区域,抗拉强度超过C50混凝土本体抗拉强度。

委托中国水电十一局有限公司中心试验室对



图3 1号泄洪洞现场拉拔试验

早强型快速修补聚合物砂浆进行了抗压强度和粘接强度的试验,试验数据如表2。

参照《无机防水堵漏材料》(GB 23440-2009)等相关规范^[4],其凝结时间、抗拉强度、粘接强度均能满足要求,其初凝和终凝时间均短于NE-II型环氧砂浆测试值,特别指出的是粘结强

表2 早强型快速修补聚合物砂浆试块抗压强度及粘接强度检测表^[3]

参数名称	标准值	测试值
凝结时间/min	初凝	≤5
	终凝	≤10
抗压强度/MPa	3 d	≥15
粘接强度/MPa	7 d	≥0.6

度(7 d)测试值1.58 MPa,与C50混凝土设计抗

拉强度(1.89 MPa)接近,基本能够满足小面积环氧砂浆面层修补需要。

4 早强型快速修补聚合物砂浆在修复工作中的应用

表3 早强型快速修补聚合物砂浆现场使用情况历史统计表

序号	泄洪建筑	桩号/m	部位	高度/m	修复面积/m ²	修复后隧洞累计过水时长	修复部位状态
1	1号泄洪排沙洞	0+075	右边墙	4	0.4×0.4=0.16	455小时	破坏
2		0+108	左边墙		0.8×0.8=0.64	50小时06分	破坏
3		0+165	左边墙	4	0.6×0.6=0.36	455小时	未破坏
4		0+220	右边墙		0.5×0.5=0.25	455小时	未破坏
5		0+335	底板		0.6×0.6=0.36	455小时	未破坏
6		0+0555	底板	4	0.2×0.6=0.12	455小时	未破坏
7		0+785	反弧段右边墙		0.4×0.5=0.2	404小时54分	未破坏
8	2号泄洪排沙洞	0+044	左边墙	4	0.6×0.8=0.48	58小时20分	破坏
9		0+119	左边墙	3	0.8×0.4=0.32	455小时	未破坏
10		0+119	右边墙	4	0.7×0.3=0.21	455小时	未破坏
11		0+134	右边墙	7	0.7×0.9+0.3×0.8=0.87	192小时21分	破坏
12		0+156	底板			0.4×0.8=0.32	455小时
13		0+222	底板	4	0.6×0.8=0.48	455小时	未破坏
14		冲沙放空洞	0+0555			底板	0.2×0.6=0.12

通过对现场试验数据分析,当破损位置较高且面积小于0.25 m²时,采用早强型快速修补聚合物砂浆修补效果较好,其施工平台可采用方便实用的拼装式活动脚手架,而不用在隧洞内搭设费事费力的扣件式钢管脚手架。特别是在导泄结合段(平洞段)使用时,效果较好,对于积水区域内的修复,以及在边墙大于4 m高处修复施工时,可缩短施工时间、降低施工成本。

5 结语

紫坪铺工程1号、2号泄洪排沙洞互为备用,成洞条件差,运用水头高,使用十分频繁,每次过流后需对破坏部位进行修复。为缩短修复时间、提高泄洪调度灵活性,对泄流建筑物修复材料的要求较高。

试验证明,在泄洪排沙洞水平段底板积水区域,采用早强型快速修补聚合物砂浆对小面积冲损的环氧面层进行修复,修复部位的拉拔试验值大于C50混凝土本体设计抗拉强度,累计过流20 d后,修复面仍可保持不被冲损,修复效果较好,且施工方便,养护期较环氧砂浆短;洞内高于4 m的边墙部位采用该材料施工,可用拼装式活动脚手架代替扣件式钢管脚手架,降低施工难度,缩短

将早强型快速修补聚合物砂浆应用到1号、2号泄洪排沙洞和冲沙放空洞边墙较高位置和底板积水较多的受损部位的情况详见表3。表中统计了部分使用位置的效果反馈。

施工时间,施工优势明显。

现场试验中,由于修复后过水时间较短,修复效果仍待继续观察。为确保隧洞运行安全,采用早强型快速修补聚合物砂浆替代环氧砂浆进行局部面层修复,以单次单点维修面积不超过0.25 m²,修复部位以底板积水,及4 m以下边墙过流面为宜。

参考文献:

- [1] 路维. 水工混凝土结构修复材料述评[J]. 四川建筑科学研究, 2014, 40(2): 229-231.
- [2] 张涛, 郭双, 黄俊玮. 紫坪铺工程泄洪排沙洞抗高速水流冲刷蚀修补及震后修复[J]. 水利科技与经济, 2011, 17(10): 85-88.
- [3] 中国水电十一局有限公司中心实验室. 材料试验检测报告. 2017
- [4] GB 23440-2009, 无机防水堵漏材料[S]. 2009

作者简介:

- 曾波(1988-),男,四川绵阳人,硕士,助理工程师,从事水利水电工程技术管理工作;
- 秦小茹(1992-),女,四川彭山人,大学,助理工程师,从事水利水电工程技术管理工作;
- 高涛(1982-),女,四川都江堰人,大学,初级经济师,从事水利水电工程技术资料管理工作。

(责任编辑:卓政昌)