

岩基约束橡胶混凝土溢洪道的温度应力试验

胡廷正¹ 刘玲² 王可良³

- (1. 青州市仁河水库管理局, 山东 青州 262500;
2. 山东大学济南轨道交通集团有限公司, 山东 济南 250100;
3. 山东交通学院, 山东 济南 250357)

【摘要】 为解决岩基约束溢洪道裂缝,在岩基上分别浇筑橡胶混凝土和普通混凝土,并在距离岩基不同位置埋设应变计,测试不同岩基约束混凝土溢洪道的温度应力。结果表明,距岩基0.20m、0.65m、1.00m处,普通混凝土溢洪道的最大温度应力分别为4.7MPa、3.9MPa、3.6MPa,相同位置橡胶混凝土溢洪道的最大温度应力为3.0MPa、2.5MPa、2.3MPa。岩基约束橡胶混凝土的温度应力小于普通混凝土,距离岩基不同位置,橡胶混凝土溢洪道的温度应力梯度降低。

【关键词】 岩基; 橡胶混凝土; 溢洪道; 温度应力; 梯度

中图分类号: TV32

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)08-0038-04

Temperature stress test of Batholith constraint rubber concrete spillway

HU Tingzheng¹, LIU Ling², WANG Keliang³

- (1. Qingzhou Renghe Reservoir Administration, Qingzhou 262500, China;
2. Shandong University Jinan Railway Transportation Group Co., Ltd., Jinan 250100, China;
3. Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China)

Abstract: Rubber concrete and ordinary concrete are respectively poured on the batholith to solve the cracks of batholith constraint spillway. Strain gauges are embedded in positions with different distances from the batholith, and they are used for testing the temperature stress of different batholith constraint concrete spillways. The results show that the maximum temperature stress of ordinary concrete spillways is respectively 4.7MPa, 3.9MPa and 3.6MPa in the positions 0.20m, 0.65m and 1.00m away from the batholith. The maximum temperature stress of rubber concrete spillway in the same position is 3.0MPa, 2.5MPa and 2.3MPa aiming at rubber concrete spillway in the same position. The temperature stress of rubber concrete is less than ordinary concrete. The temperature stress gradient of the concrete spillway is reduced according to positions with different distances to the batholith.

Keywords: batholith; rubber concrete; spillway; temperature stress; gradient

岩基约束混凝土建筑物产生裂缝是一个普遍现象^[1-4]。岩基上水工建筑物受岩基约束,易产生温度应力,比较基上建筑物更易裂缝,裂缝影响建筑物的结构

安全和抗滑稳定性^[5-9]。为解决岩基混凝土裂缝,减少温度应力,国内外很多专家学者致力于这方面的研究。20世纪30年代,美国和欧盟首先进行大坝裂缝的研

究,在对温度场及温度应力系统研究的基础上,对控制温度裂缝提出新的措施^[10-16]。原材料采用低热胶凝材料,通过预冷骨料控制混凝土的出仓温度,在浇筑混凝土过程中采用冷却水降温的方法,以及对浇筑完成后的混凝土表面进行保温,施工中设置温度缝等,这些措施在一定程度上控制了大体积混凝土的裂缝产生,但投入与效果差距较大。因此,研究降低岩基约束建筑物温度应力的新措施,减少混凝土裂缝,对提高建筑物耐久性具有重要意义。

橡胶混凝土韧性和延性大,极限拉应变、压应变是普通混凝土的4~15倍^[17-19],抗剪强度是普通混凝土的1.17~1.24倍^[20],改善了混凝土的韧性,从理论上有利于控制岩基混凝土建筑物的裂缝产生和发展。本文结合山东省青州仁河水库除险加固工程,将橡胶混凝土应用于溢洪道工程,研究了不同龄期混凝土内的温度应力分布。

1 工程概况

仁河水库位于山东省青州庙子镇境内,是一座集防洪、灌溉和城市供水功能于一体的重点中型水库。枢纽工程由大坝、放水洞和溢洪道等组成。水库原设计总库容0.2688亿m³,除险加固水库总库容0.2185亿m³,工程等别为III等。

水库溢洪道位于大坝的桩号B0+057~B0+173段上,原堰顶高程336.00m,堰顶净宽110.0m,溢流堰剖面采用克奥曲线,设计堰上水头2.44m;消能方式采

用挑流消能,挑射角25°,岩基为花岗岩。为防止挑流坎下小流量时岩石冲刷及岩石风化破碎,拟在挑流坎下设置混凝土护坦,顺水流方向长15m,坡降*i*=0.025,厚1.2m,宽95m。该次除险加固中部分采用橡胶混凝土技术。

2 研究方案、原材料与配合比

2.1 研究方案

在岩基上分别浇筑橡胶混凝土和普通混凝土,自岩基接触面沿浇筑混凝土的方向,距离岩基0.20m、0.65m、1.00m处,分别在混凝土内分别埋设应力—应变计和温度传感器,进行现场观测,实时监测混凝土内应变。成型混凝土标准试件,分别测试橡胶混凝土的弹性模量,根据 $\delta = E\varepsilon$,计算混凝土温度应力。

2.2 工程原材料

水泥:山水P.042.5水泥,青州中联水泥;粉煤灰:I级粉煤灰,邹平产;砂:细度模数2.6,泰安产;碎石5~16mm和16~31.5mm两级配;外加剂:聚羧酸减水剂,山东环海产;橡胶粉:40目,邹平产。

2.3 混凝土配合比

溢洪道工程混凝土为C25F150W6,根据混凝土配合比设计方法,将橡胶粉等体积取代部分砂子,橡胶粉密度:砂密度=1:4。橡胶粉在C25混凝土中的掺量为20kg/m³,设计混凝土配合比见下表。

强度等级	水泥	粉煤灰	5~16.5mm 碎石	16.5~31.5mm 碎石	砂	水	外加剂	橡胶粉
C25	280	80	290	730	875	145	6.2	0
	280	80	290	730	795	145	7.9	20.0

3 结果与讨论

3.1 混凝土弹性模量

按照《水工混凝土试验规程》(SL 352—2006)中混凝土弹性模量测试方法,分别测试不同龄期混凝土弹性模量*E*,结果见图1。

从图1可以看出,橡胶混凝土弹性模量随龄期的变化趋势与普通混凝土基本一致。龄期增加,橡胶混凝土弹性模量增大,并趋于—稳定值。28d龄期前,橡胶混凝土的弹性模量增加较快;28d龄期后,橡胶混凝土的弹性模量增加较慢。除3d龄期的橡胶混凝土弹性模量与普通混凝土基本相近外,其他龄期的橡胶橡

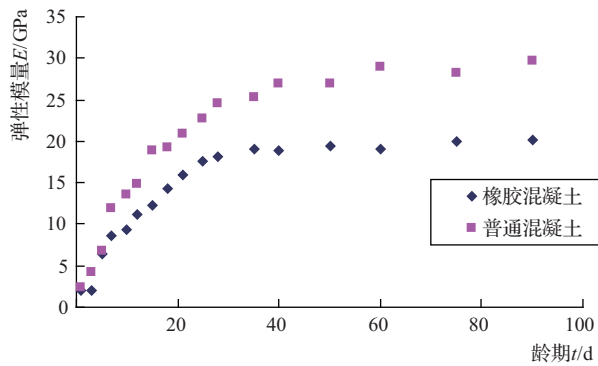


图1 混凝土弹性模量

胶混凝土弹性模量均小于普通混凝土,且随龄期增加,两者的弹性模量相差越大。

3.2 溢洪道温度应力

分别测试橡胶混凝土溢洪道和普通混凝土溢洪道内不同龄期的应变和温度,同时用温度计测试环境温度,计算溢洪道内混凝土的温度应力,结果见图2~图4。

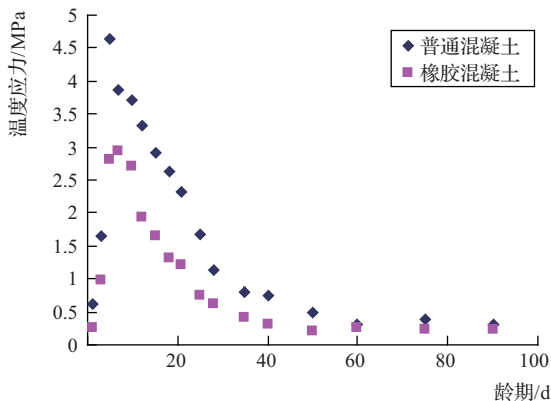


图2 距岩基0.20m溢洪道混凝土内温度应力分布

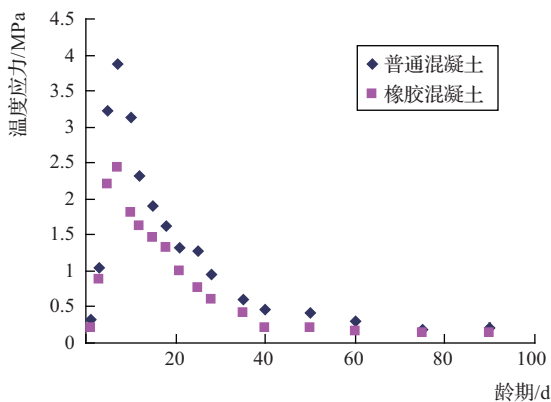


图3 距岩基0.65m溢洪道混凝土内温度应力分布

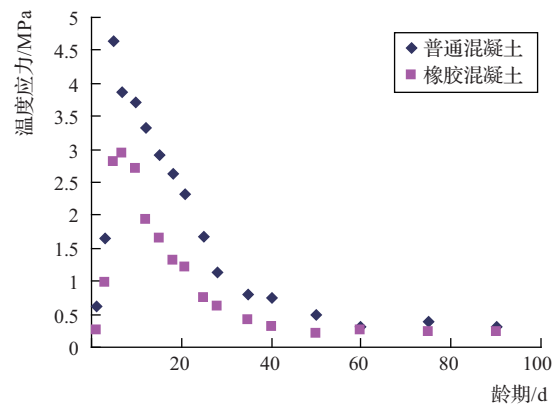


图4 距岩基1.00m溢洪道混凝土内温度应力分布

从图2~图4可以看出,在距离岩基不同位置,由于混凝土受岩基约束,溢洪道混凝土内部存在一定的应力梯度;距离岩基越近,溢洪道混凝土的温度应力越大;距离岩基相同位置,橡胶混凝土溢洪道的温度应力小于普通混凝土,温度应力梯度减小。距岩基0.20m、0.65m、1.00m处,普通混凝土溢洪道的最大温度应力分别为4.7MPa、3.9MPa、3.6MPa,相同位置橡胶混凝土溢洪道的最大温度应力则为3.0MPa、2.5MPa、2.3MPa。同时也可看出,距离岩基越近,橡胶混凝土与普通混凝土的温度应力差越大。

4 结论

岩基约束橡胶混凝土的温度应力小于普通混凝土;在距离岩基不同位置,橡胶混凝土溢洪道的温度应力梯度降低。

参考文献

- [1] NOUSHINI A, SAMALI B, Vessalas K. Effect of polyvinyl alcohol(PVA) fibre on dynamic and material properties of fiber reinforced concrete[J]. Construction and Building Materials, 2013,49(12):374-383.
- [2] SPIZZUOCO M, CALABRESE A, SERINO G. Innovative low-cost recycled rubber-fiber reinforced isolator; Expeimental tests and Finite Element Analyses [J]. Engineering Structures, 2014,76(4):99-111.
- [3] GINER V T, BAEZA F J, IVORRA S, et al. Effect of steel and carbon fiber additions on the dynamic properties of concrete containing silica fume[J]. Materials and Design, 2012,

- 34(2):332-339.
- [4] XUE J, SHINOZUKA M. Rubberized concrete; A green structural material with enhanced energy dissipation capability[J]. Construction and Building Materials, 2013, 42(5):196-204.
- [5] ATAHAN A O, YUCEL A O. Crumb rubber in concrete; Static and dynamic evaluation[J]. Construction and Building Materials, 2012, 36(12):617-622.
- [6] 王可良, 隋同波, 许尚杰, 等. 岩基约束橡胶集料混凝土开裂应变试验[J]. 水力发电学报, 2013, 32(4):182-186.
- [7] ZHENG L, HUO X S, Yuan Y. Experimental investigation on dynamic properties of rubberized concrete [J]. Construction and Building Materials, 2008, 22(5):939-947.
- [8] 王可良, 吕兴友, 刘延江, 等. 橡胶集料混凝土的极限拉伸变形试验 [J]. 南水北调与水利科技, 2014, 12(6):103-105.
- [9] YOUSSEF O, ELGAWADY M A, MILLS J E, et al. An experimental investigation of crumb rubber concrete confined by fibre reinforced polymer tubes [J]. Construction and Building Materials, 2014, 53(2):522-532.
- [10] 周洪涛, 彭刚, 胡海周, 等. 循环荷载作用下混凝土塑性变形试验研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2014(3):41-44.
- [11] NADAL GISBERT A, GADEA BORRELL J M, PARRES GARCIA F. Analysis behavior of static and dynamic properties of Ethylene-Propylene-Diene-Methylene crumb rubber mortar [J]. Construction and Building Materials, 2014, 50(1):671-682.
- [12] SADR MONTAZI A, ZARSHIN ZANOOSH R. The effects of polypropylene fibers and rubber particles on mechanical properties of cement composite containing rice husk ash[J]. Procedia Engineering, 2011(10):3608-3615.
- [13] SHU Xiang, GRAHAM R K, HUANG Baoshan, et al. Hybrid effects of carbon fibers on mechanical properties of Portland cement mortar [J]. Materials and Design, 2015, 65(1):1222-1228.
- [14] ALI M, LIU A, HOU, et al. Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete [J]. Construction and Building Materials, 2012, 30(5):814-825.
- [15] HOSSAIN K M A, LACHEMI M, SAMMOUR M, et al. Strength and fracture energy characteristics of self-consolidating concrete incorporating polyvinyl alcohol, steel and hybrid fibres [J]. Construction and Building Materials, 2013, 45(8):20-29.
- [16] IVORRA S, GARCES P, CATALA G. Effect of silica fume particle size on mechanical properties of short carbon fiber reinforced concrete [J]. Materials and Design, 2010, 31(3):1553-1558.
- [17] 刘锋, 张文杰, 何东明, 等. 橡胶粉-纤维改性高强混凝土的高温性能 [J]. 建筑材料学报, 2011, 14(2):124-131.
- [18] 王占飞, 杨阳, 王强, 等. 部分填充圆形钢管混凝土桥墩子结构拟动力试验 [J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2012, 28(3):437-442.
- [19] 丁春林, 张国防, 张骅. 新型棒状聚丙烯纤维混凝土抗剪性能试验与比较 [J]. 同济大学学报(自然科学版), 2011, 39(6):802-806.
- [20] 王可良, 刘玲, 隋同波, 等. 坝体岩基-橡胶粉改性混凝土现场抗剪(断)试验研究 [J]. 岩土力学, 2011, 32(3):753-756.

(上接第33页)泄洪的初步检验,在计算分析中,对大坝基础开挖成向上游倾斜的锯齿状,对软弱坝基在坝踵或坝趾部位开挖成较深、较宽的齿槽,以形成抗力体,增进了有利于大坝抗滑稳定的认识。按照规范的条文说明,设计时应根据工程地质条件选取适当的计算公式。一切从实际出发,不是每一座坝,几种计算方法都要用上。同时,本文介绍了坝体内设简易盲沟替代廊道排水的尝试。通过土地沟水库运行至今对盲沟排水管出流的观察,两根汇流管排水至坝下消力池,小

股水流流量稳定,达到了排除坝下渗水、降低扬压力的目的。对于坝体而言,为了降低工程造价和节省长期的抽排廊道集水的费用,可以取消帷幕灌浆兼作排水廊道,而代之以盲沟排水。特别对于低矮不便于布置廊道的重力坝,更可设置盲沟排水。◆

参考文献

- 潘家铮. 建筑物的抗滑稳定和滑坡分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,1980.