

# 纤维加筋混凝土在深厚软弱地基渠道中应用

冀 超

(山西省水利水电工程建设监理有限公司, 山西 晋中 030002)

**摘要:** 针对混凝土渠道衬砌结构的受水力冲刷引起衬砌结构破坏, 导致混凝土渠道失去输水功能, 尤其是对于深厚软弱地基中渠道, 造成渠道整体坍塌破坏及周围坝体失稳, 提出采用玄武岩纤维加筋混凝土对深厚软弱地基渠道进行衬砌, 对纤维加筋混凝土的力学性质开展试验研究。研究结果表明: 玄武岩纤维掺加能提高混凝土抗压强度、劈裂抗拉强度以及抗折强度, 最大增幅分别可达 4.00 MPa、1.80 MPa、1.50 MPa, 有效提高纤维混凝土的韧性及抗裂性。利用现场监测的玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板裂缝数据资料, 得到纤维加筋混凝土能够提高混凝土抗裂性, 对于深厚软弱地基渠道具有良好的防护能力。

**关键词:** 混凝土渠道; 劈裂抗拉强度; 抗折强度; 衬砌板裂缝

**中图分类号:** TV431      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1007-7839 (2018) 08-0066-03

## Application of fiber reinforced concrete in deep soft foundation channel

Ji Chao

(Shanxi Water Resources and Hydropower Construction Supervision Co., Ltd,  
Jinzhong 030002, Shanxi)

**Abstract:** In view of the failure of lining structure caused by the hydraulic erosion of the concrete channel, leading to the loss of water transfer function of the concrete channels, especially for deep soft foundation channels, resulting in the collapse of the entire channel and instability of surrounding dam body. The basalt fiber reinforced concrete was proposed to lining deep soft foundation channels, and the mechanical properties of fiber reinforced concrete were experimentally studied. The results showed that the addition of basalt fiber could improve the compressive strength, splitting tensile strength and flexural strength of concrete, and the maximum increase could respectively reach 4.00MPa, 1.80MPa and 1.50MPa, which could effectively improve the toughness and crack resistance of the fiber concrete. According to the field monitoring data of lining plate crack in the basalt fiber reinforced concrete, it was found that fiber reinforced concrete could improve the crack resistance of concrete, and had good protection capabilities for deep soft foundation channels.

**Key words:** concrete channel; splitting tensile strength; flexural strength; lining plate crack

## 0 引言

混凝土渠道为重要调水输水水利基础设施, 具

有重要的农业建设及水资源调控意义, 由于水力渗透对混凝土渠道的抗裂性及防渗性提出较高的要求。目前, 常用的水利渠道防护措施主要为混

收稿日期: 2018-04-12

作者简介: 冀超 (1989—), 男, 本科, 主要从事工程建设和监理工作。

凝土衬砌, 通过对水利渠道进行混凝土衬砌, 一方面混凝土衬砌可以减少输水过程中水的渗漏, 确保水利设施正常运营; 另一方面, 混凝土衬砌可以实现对临水面渠道坡体的保护, 降低水流对渠道的冲刷, 同时, 混凝土衬砌渠道底部水生植物较少, 降低泥沙等的淤积, 从而提高渠道的能力<sup>[1-3]</sup>。目前常用的渠道衬砌材料主要包括混凝土类、铺设式薄膜类。石板类以及水泥土等相关材料, 不同渠道衬砌材料对渠道的抗渗及抗裂性能具有不同程度的影响<sup>[4-5]</sup>。无论是从渠道的抗渗性能、抗裂性能方面考虑, 还是渠道的抗浮性以及抗冻性能方面考虑, 混凝土类衬砌对渠道的防渗抗裂及耐久性都具有良好的适应性, 并且混凝土工艺日趋成熟, 也是我国工程领域应用比较广泛的衬砌形式, 传统的混凝土衬砌抗裂性、抵抗水流冲刷的能力较弱。因此, 对于掺加不同材料对混凝土相关力学性质进行改性, 常见的掺加材料主要包括橡胶颗粒、聚丙烯纤维、粉煤灰、玻化微珠颗粒等, 但现有的加筋混凝土的强度性能还需要进一步提高, 尤其是对最优掺量、混凝土的养护方式以及适当的施工方法、施工工艺的选择。由于混凝土渠道的输水及赋存环境的特殊性, 对混凝土的工程应用性质的研究还应通过现场实际检验<sup>[6-10]</sup>。

加筋混凝土是将玄武岩纤维按照一定的比例掺加到混凝土中, 提高混凝土强度等相关力学特性的一种新型混凝土材料。由于混凝土渠道对混凝土的抗裂性能具有较高要求, 根据室内土工试验对不同掺量的玄武岩纤维加筋混凝土的各项力学指标进行研究, 并将其应用到具体混凝土渠道工程。

## 1 玄武岩纤维加筋混凝土强度试验

### 1.1 玄武岩纤维加筋混凝土强度试验方案

玄武岩纤维加筋混凝土强度试验原材料包括水泥、细骨料河砂、粗骨料碎石、玄武岩纤维以及减水剂等外加剂。水泥选用 PO 42.5 级水泥, 细骨料河砂细度模数为 2.5 的普通河砂, 粗骨料碎石级配为 5 ~ 20 mm, 玄武岩纤维基本指标: 直径 15  $\mu\text{m}$ 、长度 16 mm、弹性模量可达 95.0 GPa、抗拉强度可达 4.50 GPa。试验设计 4 种玄武岩纤维加筋混凝土配合比, 分别为 0.05%、0.10%、0.20%、0.25%、0.30%, 普通混凝土配合比为水泥、

细骨料、粗骨料的比值为 1 : 1.65 : 2.80, 混凝土养护龄期为 28 d。将养护好的混凝土试件按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T50081-2002) 开展试验, 分别得到不同玄武岩纤维掺量条件下抗压强度、抗折强度以及劈裂抗拉强度等力学指标。

### 1.2 玄武岩纤维加筋混凝土强度试验结果

根据玄武岩纤维加筋混凝土强度试验方案, 得到不同玄武岩纤维掺量条件下抗压强度、抗折强度以及劈裂抗拉强度结果, 如表 1 所示。

表 1 玄武岩纤维加筋混凝土强度试验结果

玄武岩纤维 掺量 $w/\%$	力学指标		
	抗压强度 /MPa	抗折强度 /MPa	劈裂抗拉 强度 /MPa
0	45.30	7.20	5.00
0.05	46.50	7.50	5.30
0.10	47.80	7.90	5.60
0.20	48.40	8.40	6.00
0.25	49.30	9.00	6.50
0.30	46.20	7.80	5.40

根据表 1 玄武岩纤维加筋混凝土强度试验结果, 当玄武岩纤维掺量 0.25% 以内, 随着玄武岩纤维掺量的增加, 抗压强度以及劈裂抗拉强度均逐渐增大, 相较于无玄武岩纤维掺量的普通混凝土, 当玄武岩纤维掺量  $w=0.25\%$  时, 抗压强度、抗折强度以及劈裂抗拉强度的增大幅度分别为 8.83%、25.0%、30.0%。抗压强度变化幅度较小, 混凝土抗折强度以及劈裂抗拉强度逐渐增大, 意味着玄武岩纤维掺加能够提高混凝土的韧性及抗裂性, 能够改善和填充混凝土内部孔隙。根据图 1 玄武岩纤维加筋混凝土强度变化规律, 当玄武岩纤维掺量  $w > 0.25\%$  时, 混凝土强度出现降低, 玄武岩纤维掺量越高, 导致混凝土内部连接不连续, 引起混凝土强度的降低。

## 2 渠道衬砌裂缝观测结果

观测渠道东西走向, 渠道长度为 752 m, 周围土体分布为平均厚度 1.50 m 的软弱土层, 选取渠道全长的中间地段为观测点, 渠道横断面如图 2

所示。

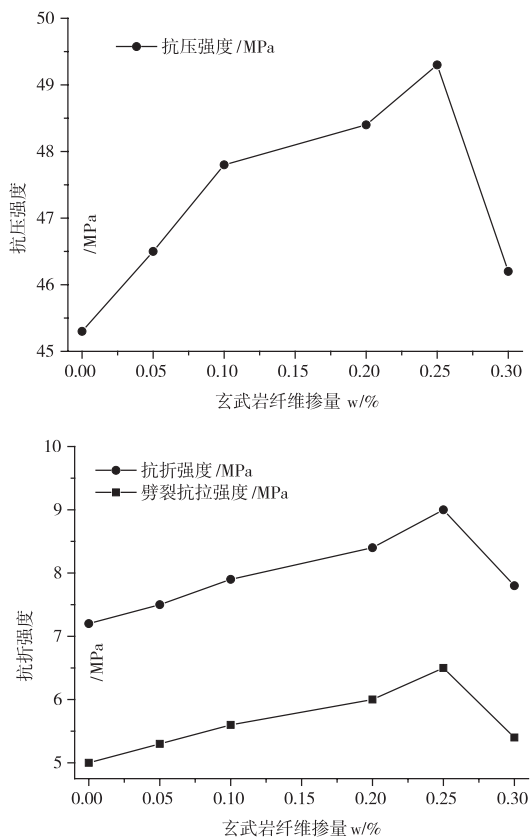


图 1 玄武岩纤维加筋混凝土强度变化规律

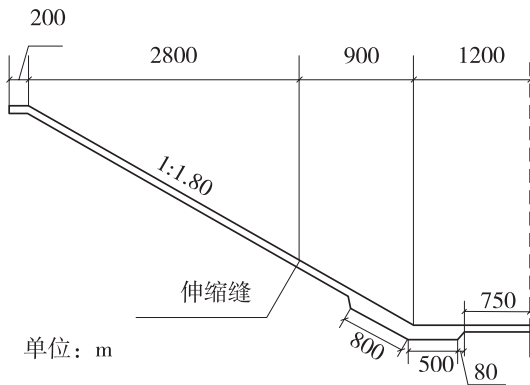


图 2 渠道观测处横断面形状及尺寸

混凝土衬砌渠道采用玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板,厚度为 6 cm,水流方向为板长设置成 3 m,逆水流方向为板宽设置成 3.40 m。为对比玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板的衬砌效果,以原有普通混凝土段的裂缝观测资料为参照,结果如表 2 所示,表中列举 2 组普通混凝土裂缝观测数据 DZ-1、DZ-2 作为对照组,6 组玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板观测组 GC-1、GC-2、GC-3、GC-4、GC-5、GC-6。

表 2 玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板裂缝情况统计

序号	裂缝	裂缝长度		
		$l \geq 50 \text{ cm}$	$50 \text{ cm} > l \geq 20 \text{ cm}$	$L < 20 \text{ cm}$
DZ-1	12	3	5	4
DZ-2	11	3	4	4
GC-1	4	1	2	1
GC-2	3	0	2	1
GC-3	3	0	1	2
GC-4	4	1	1	2
GC-5	0	0	0	0
GC-6	2	0	0	2

根据表 2 玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板裂缝情况统计可以得到,一方面从裂缝总条数角度,玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板裂缝总条数总是小于普通混凝土裂缝总条数,玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板抗裂性较好;另一方面,玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板裂缝长度主要集中于  $L < 20 \text{ cm}$  范围内,裂缝长度较短。通过以上分析,可以得到玄武岩纤维加筋混凝土衬砌板抗裂性能明显优于普通混凝土,对于水利渠道的维护具有良好的意义。

### 3 结论

玄武岩纤维加筋混凝土具有良好的韧性和抗裂性能,作为对水利渠道的衬砌结构能够抵抗水流冲刷等外部作用,主要得到以下研究结论:

(1) 通过掺加玄武岩纤维能够提高混凝土的抗压强度、抗折强度以及劈裂抗拉强度等力学强度,并且存在最优玄武岩纤维掺量,当玄武岩纤维掺量  $w=0.25\%$  时,抗压强度、抗折强度以及劈裂抗拉强度的增大幅度分别为 8.83%、25.0%、30.0% 玄武岩纤维掺加能够有效提高混凝土的韧性和抗裂性;

(2) 根据现场玄武岩纤维混凝土衬砌板裂缝观测情况,得到玄武岩纤维混凝土显著提高深厚软弱地基渠道抗裂性能,减少水流渗漏,具有良好的应用前景。

(下转第 72 页)