

聚丙烯纤维喷射混凝土在龙羊峡水电站码头工程中的应用

张华臣

(中国水利水电第四工程局试验中心 青海西宁 810007)

摘要 文章介绍了龙羊峡水电站码头工程中聚丙烯纤维喷射混凝土的应用,分别对掺入聚丙烯纤维的喷射混凝土和未掺入聚丙烯纤维的喷射混凝土的抗压强度、劈拉强度、抗渗性能、干缩性能、回弹量等性能进行了对比,说明了掺入聚丙烯纤维对改善和提高喷射混凝土性能的作用。

关键词 喷射混凝土 聚丙烯纤维 码头

1 工程简介

龙羊峡水电站码头位于龙羊峡电站的上游左岸G4位置,该码头主要为游船停靠、泊船使用,无货物运输要求。根据多年来水库蓄水的实际情况:水库最低蓄水高程2500m、最大蓄水高程2575m,码头位置最大水位变化范围70m,最小水位变化范围50m。由于该部位岩石较为破碎,属高边坡施工,为了施工安全及确保工程进度,对水位变化区约3000m²地段进行了喷射聚丙烯纤维混凝土支护。

2 原材料

2.1 水泥

采用青海省湟源水泥厂生产的普通硅酸盐水泥,强度等级32.5MPa,28d实测抗压强度达到38.1MPa。

2.2 细骨料

采用龙羊峡水电站当地的天然河砂,经筛分试验,级配良好,其中 $P < 0.315\text{mm}$ 的细颗粒含量达到25.6%,细度模数为 $F.M = 2.64$,为中砂。其饱和面干密度为 2.70g/cm^3 、饱和面干吸水率为1.1%。

2.3 粗骨料

粗骨料为龙羊峡北查纳料厂的天然卵石骨料,最大粒径为15mm。其饱和面干密度为 2.72g/cm^3 、饱和面干吸水率为0.8%。

2.4 聚丙烯纤维

聚丙烯纤维一般分为单丝和网状两种规格,有不吸水,导热性能低,化学稳定性好,和大多数化学物质不发生化学反应,表面疏水性,不易被水泥浆浸湿等特性。

现场施工所用聚丙烯纤维为华神化学建材有限责任公司生产,单丝状、长度为14mm,其物理性能指标(厂家资料)见表1。

表1 聚丙烯纤维技术指标

项目	技术指标
密度(kg/m^3)	956
熔点($^{\circ}\text{C}$)	161
燃点($^{\circ}\text{C}$)	587
抗拉强度(MPa)	672
抗拉弹性模量(GPa)	3.2
断裂伸长率(%)	14.0

3 现场混凝土性能试验

喷射混凝土设计要求为C20F100W6,现场施工用配合比为水泥:速凝剂:砂:石=1:0.03:2.77:2.77(重量比),聚丙烯纤维掺量为 0.9kg/m^3 ,现场分别对两组配比:(1)按照以上配合比配料施工(2)在

收稿日期:2003-03-12

作者简介:张华臣 男(1968-) 工程师 中国水电四局试验中心副主任

同配合比的条件下外掺入 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ 聚丙烯纤维施工,进行了对照试验,其中试验编号:

P01—未掺聚丙烯纤维的混凝土,

P02—掺聚丙烯纤维的混凝土。

现场喷射混凝土施工采用干式喷法,既在喷射管出口处将混合料与水混合。混合料的拌和方式先将水泥、砂石骨料混合搅拌均匀,然后加入聚丙烯纤维、速凝剂混合搅拌均匀。详见聚丙烯纤维喷射混凝土施工流程工艺图 1。

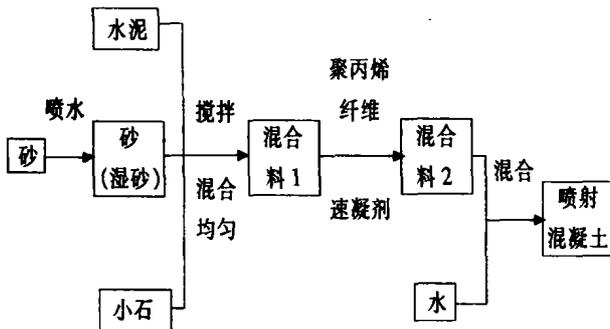


图1 聚丙烯纤维喷射混凝土施工流程工艺图

试验方法依据《水工混凝土试验规程》(SD105-82)、《水利水电地下工程锚喷支护施工技术规范》(SDJ57-1985)有关规定进行。

3.1 试验结果及分析

3.1.1 混凝土抗压强度及劈裂抗拉强度

喷射混凝土成型试件在 28d 标准条件养护后,抗压强度及劈裂抗拉强度试验结果见表 2。

表2 喷射混凝土抗压强度及劈裂强度试验结果

编号	抗压强度(MPa)			劈裂强度(MPa)		劈裂强度/抗压强度(%)	
	3d	7d	28d	7d	28d	7d	28d
P01	8.7	12.4	22.2	0.88	1.54	7.1	6.9
P02	7.2	11.9	23.8	1.12	1.55	9.4	6.5

从上表中可看出,在相同的试验条件下,两种混凝土各龄期的抗压强度无显著变化。

从上表中的混凝土劈裂强度试验结果可看出,未掺聚丙烯纤维混凝土 7d 的劈裂强度远低于同龄期掺聚丙烯纤维混凝土,而 28d 龄期与未掺聚丙烯纤维混凝土的劈裂强度则基本相同,这说明大量的均匀分散在混凝土中的聚丙烯纤维对提高混凝土的早期抗拉强度是有益的,而对 28d 龄期混凝土抗拉

强度影响不大。

从表 2 中混凝土的劈拉强度与抗压强度的比值中可看出:掺聚丙烯纤维时,各龄期混凝土的劈拉强度与抗压强度的比值均大于未掺聚丙烯纤维混凝土,说明掺聚丙烯纤维后对提高混凝土的抗裂性是十分有利的,特别是对早期混凝土提高其早期抗裂性作用更为显著。

3.1.2 抗渗性能

抗渗试验结果见表 3。

表3 抗渗试验结果表

编号	抗渗标号(MPa)	平均渗水高度(cm)
P01	0.6	14.2
P02	0.6	11.5

从上表中可看出掺聚丙烯纤维混凝土平均渗透高度小于未掺聚丙烯纤维混凝土,说明掺入聚丙烯纤维后对提高混凝土的耐久性是有利的。

由于聚丙烯纤维非常微小,直径一般在 $10\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 之间,可以填充水泥颗粒的间隙,从而增加混凝土的密实度,提高混凝土的抗渗性能;增加混凝土的粘聚性,减少回弹量,节约原材料。

3.1.3 混凝土干缩性能

喷射混凝土由于掺入速凝剂使其干缩值比同等条件下的常态混凝土的干缩值要大。但从表 4 干缩试验结果可看出,掺聚丙烯纤维混凝土干缩值小于未掺聚丙烯纤维混凝土。

表4 混凝土干缩试验结果表

编号	干缩值($\times 10^{-6}$)				
	3d	7d	14d	28d	60d
P01	135	287	456	698	755
P02	133	243	374	577	624

在喷射混凝土中,胶凝材的用量要高于同强度等级的常态普通混凝土的胶凝材用量,特别是掺入速凝剂后,其干缩变形要大于普通混凝土的干缩变形,在喷射混凝土中掺入聚丙烯纤维后,由于聚丙烯纤维与水泥基集料有极强的结合力,可以迅速地与水泥(或粉煤灰等其它掺和料)混合,分布细密,呈三维乱向分布,减缓了由于外界条件变化导致混凝土快速失水产生的裂缝;而当裂缝出现后,聚丙烯纤维的存在又使得裂缝的发展受阻,由于聚丙烯纤维在混凝土中起到类似“加筋、(下转 10 页)

集和利用基础性资料,另一方面注意科学化和民主化,充分听取各方面的意见,防止分析者和决策者的片面性。

4.4 西线调水量的综合分析和合理确定是非常复杂的难题,建议有关部门组织各方力量共同协作,优势互补,集体攻关,以尽快获得既有充分科学论据,又具可行性的合理调水量。

主要参考文献

- [1]林一山著.中国西部南水北调工程.中国水利水电出版社,2001.
- [2]刘昌明,何希吾等著.中国21世纪水问题方略.科学出版社,1998.
- [3]丁一汇主编.中国西部环境演变评估.科学出版社,2002.
- [4]王尊相.南水北调西线工程与四川水电支柱产业的关系研究.四川水力发电,Vol.22, No.1, 2003.
- [5]王尊相.水电基地与南水北调西线工程.(本文待发表), 2003, 5.
- [6]徐修惠.西水东调(一).四川水力发电, Vol.20, No.1, 2001.
- [7]徐修惠.西水东调(二).四川水力发电, Vol.20, No.2, 2001.
- [8]李秀云等.川西滇此引水区河流水质特性与治污调水研究.地球信息科学, No.4, 2000.
- [9]成建国主编.水资源规划与水政水务管理.中国环境科学出版社, 2001.
- [10]四川省水力资源复查领导小组办公室.四川水力资源复查基本成果汇报材料. 2003.
- [11]谈英武.南水北调西线工程关键技术问题的分析.人民黄河, Vol.24, No.7, 2002.
- [12]陈昌杰.西南调水大西北的初步设想.人民黄河, Vol.25, No.1, 2003.
- [13]钱亦方,曾肇京.对大西线调水的几点看法.水利规划设计, No.2, 2002.
- [14]温家宝.在考察南水北调东线工程时的讲话.水利规划设计, No.1, 2002.
- [15]刘国伟等著.跨流域调水运行管理.中国水利水电出版社, 1995.
- [16]杨永年.南水北调西线工程和西水北调初探.四川水力发电, Vol.21, No.4, 2002.
- [17]汪恕诚.水环境承载能力分析 with 调控.水利部国际合作与科技司主编,水资源及水环境承载能力,中国水利水电出版社, 2002.
- [18]林超等.海河流域生态环境恢复研究.水利部国际合作与科技司主编,水资源及水环境能力,中国水利水电出版社, 2002.

(上接45页)“骨架”的作用,如果裂缝要继续扩大,就需要克服纤维对裂缝发展的限制作用。

说明均匀掺入大量的聚丙烯微细纤维后可减少混凝土各龄期的干缩变形,有利于减少混凝土干缩引起的裂缝。

3.1.4 混凝土的喷射回弹量试验

对施工现场喷射混凝土回弹量的对照试验,现场采用两种配合比分别在200m²的面积上进行对比试验,结果表明,聚丙烯纤维混凝土回弹量小于未掺聚丙烯纤维混凝土,掺入聚丙烯纤维后可增加混凝土的粘聚性,减少回弹性,节约原材料。

4 掺入聚丙烯纤维喷射混凝土的施工工艺特点

4.1 使用方法

喷射混凝土中掺入聚丙烯纤维现场施工采用干喷法时,所用细骨料应保持一定的含水量,减少拌和时聚丙烯纤维在空中的漂浮现象。

4.2 搅拌时间

掺入聚丙烯纤维后,混凝土的搅拌时间较普通混凝土要延长1~2min,使聚丙烯纤维在混凝土中分布均匀。

5 结束语

在混凝土中掺入聚丙烯纤维能提高混凝土的耐久性,增加混凝土的抗裂性能,随着人们对聚丙烯纤维的研究逐步深入,聚丙烯纤维和钢纤维的复合效应,聚丙烯纤维和粉煤灰、硅粉、活性矿渣粉等活性掺和料复合效应,聚丙烯纤维混凝土中掺入高效减水剂、引气剂等,聚丙烯纤维的应用范围将逐步扩大,在建筑材料中的作用也将越来越受到重视。

参考文献:

- [1]朱江.聚丙烯纤维混凝土的技术性能及其应用.《新型建筑材料》,2000,2.
- [2]戴建国.网状聚丙烯纤维混凝土的试验研究.《混凝土与水泥制品》,1999,(4):36.