

文章编号:1671-6833(2004)02-0032-04

杨家岭溢洪道闸墩混凝土力学性能试验研究

韩菊红<sup>1</sup>, 申来宾<sup>2</sup>, 王德民<sup>3</sup>

(1. 郑州大学环境与水利学院 河南 郑州 450002; 2. 河南省水利水电工程质量监测监督站, 河南 郑州 450003; 3. 河南省第二水利工程局, 河南 信阳 464000)

摘 要: 结合杨家岭溢洪道闸墩实际工程, 对以温度控制指标为主的闸墩混凝土相关力学性能进行了试验研究. 试验结果表明, 掺入适量的聚丙烯纤维(0.9 kg/m<sup>3</sup>) 可较明显地提高闸墩混凝土的抗裂性能; 对于缺乏试验资料的水利工程, 可根据 28d 龄期混凝土抗压弹性模量计算混凝土其它龄期的抗压弹性模量, 也可根据混凝土的立方体抗压强度计算混凝土的抗压弹性模量.

关键词: 混凝土; 闸墩; 力学性能

中图分类号: TU 371 文献标识码: A

0 引言

闸墩混凝土温度裂缝产生的主要原因是温度应力超过了混凝土的抗拉强度或混凝土的温度应变超过了混凝土的极限拉伸值. 因此, 混凝土本身的强度和应变等力学性能是影响混凝土温度裂缝的主要因素之一, 在闸墩混凝土温控实际和计算中应引起足够的重视, 并以此为基础来选择温控计算的相关参数. 为此, 本文结合昭平台水库杨家岭非常溢洪道闸墩混凝土温控进行了混凝土力学性能研究.

1 闸墩混凝土力学性能试验设计

1.1 闸墩混凝土原材料及配合比设计

杨家岭非常溢洪道闸墩混凝土试验原材料如下.  
水泥: 平顶山星峰集团水泥厂生产的 Po 32.5 普通硅酸盐水泥, 实测 28d 抗压强度 56.4 MPa, 比重 3.12.  
粉煤灰: 平顶山姚孟电厂 I 级灰, 比重为 2.05, 等量取代水泥.  
砂: 鲁山县壤河中砂, 比重为 2.62, 吸水率为 1.2%, 细度模数为 2.49.  
石子: 石灰岩碎石, 由鄂式碎石机生产, 面干视比重为 2.72. 粒径分别为 0.5cm~2cm, 2cm~4cm, 4cm~8cm, 相应吸水率分别为 0.8%, 0.7% 和 0.6%.

根据闸墩结构设计要求, 闸墩混凝土强度等级为 C25, 其基准配合比见表 1.

表 1 闸墩混凝土基准配合比  
Tab. 1 The mix ratio of concrete gate frusta

水灰比	配合比	级配	1 m <sup>3</sup> 混凝土中各原材料用量/kg						
			水	水泥	粉煤灰	砂	碎石规格/cm		
							0.5~2	2~4	4~8
0.55	1:2.134:5.222	3	165	255	45	570	281.2	281.2	843.6

1.2 闸墩混凝土力学性能试验内容及方法

主要进行抗压强度、劈拉强度和抗压弹模等闸墩混凝土力学性能指标的试验研究, 试验龄期分别为 3d, 7d, 14d, 28d, 60d 及 90d.

闸墩混凝土各力学性能指标的试验方法按《水工混凝土试验规程》(DL/T 5150-2001)<sup>[1]</sup> 相

应推荐方法施行.

2 闸墩混凝土力学性能试验结果分析

2.1 闸墩混凝土抗压强度

闸墩混凝土抗压强度随龄期的变化如图 1 所示.

收稿日期: 2004-02-10; 修订日期: 2004-03-10

基金项目: 河南省科技攻关项目(0324240013)

作者简介: 韩菊红(1964-), 女, 河南省温县人, 郑州大学教授, 博士, 主要从事混凝土结构基本理论及耐久性研究.

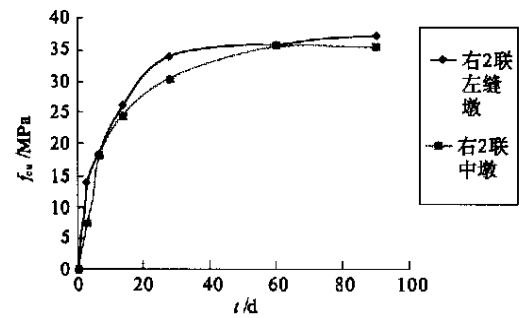


图1 闸墩混凝土抗压强度与龄期的关系

Fig.1 The relationship of compressive strength and age

从图1可以看出:

(1) 闸墩混凝土的抗压强度随龄期的增加而提高. 在相同的养护条件下, 提高的趋势线形状近于相同.

(2) 闸墩混凝土的强度在最初几天提高较快, 3d 时强度即可达 28d 强度的 24%~41%, 7d 时强度可达 28d 强度的 54%~61%, 以后混凝土强度增加速率逐渐减缓, 28d 后增长更慢, 60d 的强度为 28d 强度的 106%~117%.

闸墩各部位混凝土抗压强度对比见图2. 由图2可以看出, 闸墩不同部位的混凝土强度均匀性良好, 右2联左缝墩和右2联中墩各龄期的强度相差1%~11.5%. 但是右2联左缝墩混凝土中加入聚丙烯纤维 ( $0.9\text{kg/m}^3$ ) 后, 其相应的 28d 混凝土强度反而降低 29%, 这种结果与正常的试验结果不符, 造成这种结果的原因可能是这种混凝土的基体强度有较大差别所致, 这也会从直观上削弱聚丙烯纤维对基体混凝土强度的改善作用.

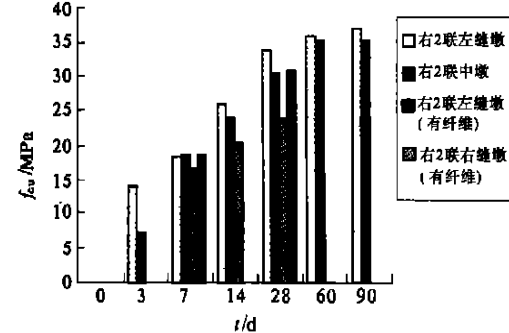


图2 闸墩各部位混凝土抗压强度对比图

Fig.2 Compressive strength in different parts of gate frusta

## 2.2 闸墩混凝土劈拉强度

闸墩混凝土劈拉强度随龄期的变化如图3所示. 从图3可以看出:

(1) 闸墩混凝土的劈拉强度随龄期的增加而提高. 在相同的养护条件下, 不同部位混凝土提高的趋势线形状近于相同.

(2) 闸墩混凝土的劈拉强度在最初几天提高较快, 3d 时劈拉强度即可达 28d 强度的 31%~56%, 7d 时劈拉强度可达 28d 强度的 61%~73%, 14d 时劈拉强度可达 28d 强度的 90% 左右, 以后混凝土劈拉强度增加速率逐渐减缓, 60d 的劈拉强度为 28d 强度的 116%~118%, 90d 的劈拉强度为 28d 强度的 133%~134%.

(3) 闸墩混凝土劈拉强度 28d 后的增长幅度较抗同期压强度的增长幅度大.

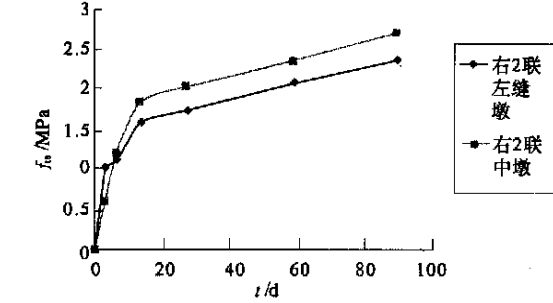


图3 闸墩混凝土劈拉强度与龄期的关系

Fig.3 The relationship of splitting tensile strength and age

## 2.3 聚丙烯纤维对闸墩混凝土劈拉强度的提高

从图4可以看出: 加入聚丙烯纤维 ( $0.9\text{kg/m}^3$ ) 后, 闸墩混凝土 7d 龄期的劈拉强度平均增加了 13%; 14d 龄期的劈拉强度增加了 15.6%; 28d 龄期的劈拉强度增加了 14.7%; 60d 龄期的劈拉强度增加了 12.4%; 90d 龄期的劈拉强度增加了 13%. 聚丙烯纤维使闸墩混凝土不同龄期的劈拉强度平均增加了 13.7%.

该结果表明, 掺入适量的聚丙烯纤维 ( $0.9\text{kg/m}^3$ ) 可较明显地提高闸墩混凝土的劈拉强度, 从而相应地可提高闸墩混凝土的抗裂性能.

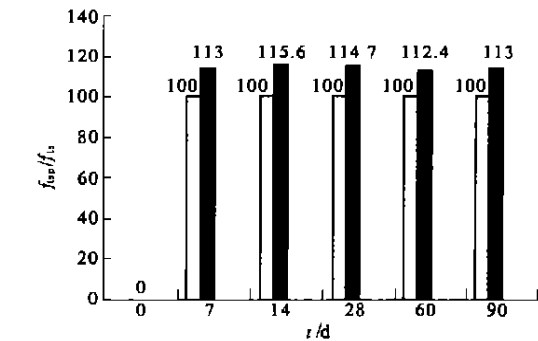


图4 聚丙烯纤维对混凝土劈拉强度的提高

Fig.4 The influence of PP fiber to splitting tensile strength of concrete

## 2.4 闸墩混凝土抗压弹性模量

### 2.4.1 抗压弹性模量随龄期的变化

图5为右2联左缝墩混凝土的抗压弹性模量

试验结果图,从图中可以看出:闸墩混凝土弹性模量随龄期的增大而提高.抗压弹性模量在最初几天提高较快,7d 时抗压弹性模量即可达 28d 抗压弹性模量的 74%,14d 时抗压弹性模量可达 28d 抗压弹性模量的 90%,28d 后混凝土抗压弹性模量增加速率明显减缓,90d 的抗压弹性模量只有 28d 抗压弹性模量的 107%.

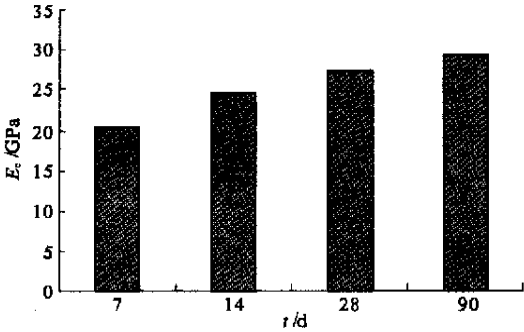


图 5 闸墩混凝土不同龄期的抗压弹模

Fig.5 Elastic modulus of gate frusta concrete in different ages

相关文献资料对混凝土弹性模量与龄期的关系给出了下列表达式<sup>[3]</sup>:

$$E_c(t) = 1.41E_{c(28)}(1 - e^{-0.4t^{0.34}}) \quad (1)$$

式中: $E_c(t)$  为混凝土龄期  $t$  时的弹性模量; $E_{c(28)}$  为混凝土 28d 龄期时的弹性模量; $t$  为混凝土龄期 d.

将右 2 联左缝墩混凝土的 28d 龄期弹性模量试验结果和各龄期代入式 (1),计算出相应地混凝土抗压弹性模量,并与抗压弹性模量试验值进行比较,如图 6 所示.

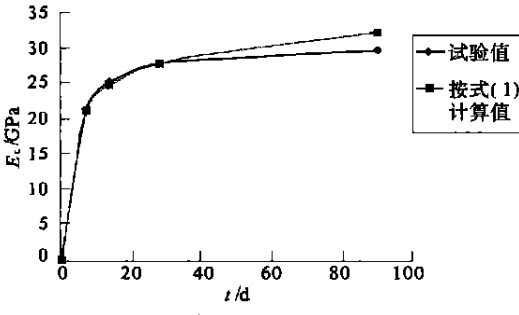


图 6 闸墩混凝土抗压弹模与龄期的关系

Fig.6 Relationship of elastic modulus of concrete and age

从图 6 可知,由 28d 龄期混凝土抗压弹性模量按式 (1) 计算的各龄期抗压弹性模量值与试验值符合性很好,其比值的算术平均为 1.023 2,变异系数为 0.004 7.

对于缺乏试验资料的水利工程,需要时,可根据 28d 龄期混凝土抗压弹性模量,按式 (1) 计算

混凝土其它龄期的抗压弹性模量.

#### 2.4.2 抗压弹性模量与混凝土强度的关系

混凝土的抗压弹性模量与混凝土强度密切相关,强度越高,弹性模量越大.国内常用的 28d 龄期混凝土弹性模量和混凝土强度的相关计算公式为<sup>[3,4]</sup>

$$E_c = \frac{10^5}{2.2 + \frac{34.7}{f_{cu}}} \quad (2)$$

式中  $f_{cu}$  为混凝土立方体抗压强度,MPa; $E_c$  为混凝土抗压弹性模量,MPa.

将右 2 联左缝墩混凝土各龄期的立方体抗压强度试验结果代入式 (2),计算出相应的混凝土抗压弹性模量,并与抗压弹性模量试验值进行比较,如图 7 所示.

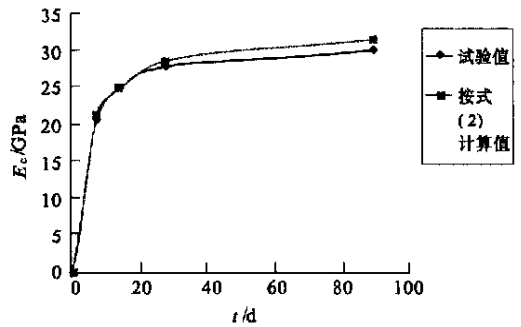


图 7 闸墩混凝土抗压弹模与各龄期抗压强度的关系

Fig.7 Relationship of elastic modulus of concrete and compressive strength in age

从图 7 可得,闸墩混凝土抗压弹性模量按式 (2) 的计算值与试验值符合性很好,其比值的算术平均为 1.023,变异系数为 0.031 3.

对于缺乏试验资料的中小型工程,需要时,可根据混凝土的立方体抗压强度,按式 (2) 计算混凝土的抗压弹性模量.

### 3 结论

(1) 闸墩混凝土的抗压强度和劈拉强度随龄期的增加而提高.在相同的养护条件下,不同部位提高的趋势线形状近于相同.

(2) 掺入适量的聚丙烯纤维 ( $0.9\text{ kg/m}^3$ ),可较明显地提高闸墩混凝土的劈拉强度,从而相应地可提高闸墩混凝土的抗裂性能.

(3) 闸墩混凝土弹性模量随龄期的增大而提高.抗压弹性模量在最初几天提高较快,28d 后增加速率明显减缓.

(4) 对于缺乏试验资料的水利工程,需要时,

可根据 28d 龄期混凝土抗压弹性模量,按式( 1) 计算混凝土其它龄期的抗压弹性模量.也可根据混凝土的立方体抗压强度,按式( 2) 计算混凝土的抗压弹性模量.

参考文献:

[ 1 ] DL/T 5150—2001,水工混凝土试验规程[S].

[ 2 ] 吴胜兴,周 氏.大体积混凝土热力学指标的综述和建议[J].河海科技进展,1992,( 1 ):34~46.  
[ 3 ] 牛光庭,李亚杰.建筑材料[M].北京:水利电力出版社,1996.  
[ 4 ] 韩菊红,温新丽.粗骨料最大粒径对新老混凝土粘结断裂韧度影响机理探讨[J].郑州大学学报( 工学版 ),2003,24( 3 ):33~36.

Experimental Research on the Mechanical Properties of Concrete Gate Frusta in Yangjialing Spill way

HAN Ju -hong<sup>1</sup>, SHEN Lai -bin<sup>2</sup>, WANG De -min<sup>3</sup>

( 1.Department of Environmental & Hydraulic Engineering ,Zhengzhou University ,Zhengzhou 450002,China ;2.Henan Quality Monitoring Station on Hydraulic & Hydroelectric Engineering ,Zhengzhou 450003,China ;3.Henan 2nd Water Conservancy Engineering Bureau ,Xinyang 464000,China)

**Abstract :** With regards to the engineering practice of concrete gate frusta in Yangjialing Spill way ,the mechanical properties of concrete gate frusta have been experi mentally researched .The results showthat :The PP -fiber can in -crease the splitting tensile strength of gate frusta concrete evidently ,and the elastic modulus of gate frusta concrete in any age can be got by using the elastic modulus in 28d or using the concrete compressive strength in same age .

**Key words :** concrete ;gate frusta ;experi mental research

( 上接第 22 页)

Preparation and Characterization of Sodium Sulfate -hydrogen Peroxide Adduct

LI Ben -lin<sup>1</sup>, ZHAO Hong -kun<sup>2</sup>, LIU Guo -ji<sup>2</sup>

( 1.China Shenma Group Nylon 66Salt Co . Ltd . ,Hngdingshan 467013, China ;2.College of Chemical Engineering , Zhengzhou Univer -sity , Zhengzhou 450002, China)

**Abstract :** In this paper ,the ternary phase of Na SO<sub>4</sub> - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O was analyzed , and the proper ratio of raw materials was determined for preparing the adduct Na SO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O•0.5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Based on the ternary phase , Na SO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O•0.5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was prepared using hydrogen peroxide with a concentration of 30%( mass fraction) . Analytical re -sults showed that the hydrogen peroxide content in the adduct was approxi mately 9.48%( mass fraction) which was close to theoretical value 9.6%( mass fraction) . The adduct Na SO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O•0.5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was characterized via infrared fourier spectrometer with the type of Nicolet NEXUS 4704, and X -ray powder diffraction with the type of D/MAX -3B . This research was very i mportant for further investigation on the adduct Na SO<sub>4</sub>•H<sub>2</sub>O•0.5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

**Key words :** sodium sulfate ;hydrogen peroxide ;phase diagram ;infra -red spectrum ;X -ray powder diffraction