

DOI:10.12170/20191010002

梁甲,王乾峰,张修文,等.水围压下粉煤灰混凝土的含水量及动态力学性能研究[J].水利水运工程学报,2020(6):115-120.  
(LIANG Jia, WANG Qianfeng, ZHANG Xiuwen, et al. Study on water content and dynamic mechanical properties of fly ash concrete under water confining pressure[J]. Hydro-Science and Engineering, 2020(6): 115-120. (in Chinese))

# 水围压下粉煤灰混凝土的含水量及动态力学性能研究

梁甲,王乾峰,张修文,肖洋

(三峡大学土木与建筑学院,湖北宜昌443002)

**摘要:** 为了研究粉煤灰对水围压下混凝土的含水量及其动态力学特性的影响,对粉煤灰掺量为0、20%和40%的混凝土试件(F00、F20和F40)进行了不同水围压(1、3和5 MPa)和不同应变速率( $10^{-5}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-3}$ 和 $10^{-2}$ /s)作用下的动态压缩试验,同时还开展了大气环境中干燥混凝土试件的动态压缩试验。分析了水围压、粉煤灰掺量对混凝土含水量的影响,并结合含水量数据,进一步研究了粉煤灰掺量、水围压和应变速率与混凝土动态强度间的关系。研究结果表明:①相同粉煤灰掺量下,混凝土的含水量随着水围压的增加呈现先增大后减小再增大的趋势;在相同水围压条件下,F00混凝土含水量最大,F40次之,F20最小,说明粉煤灰掺量对混凝土的含水量有显著影响。②可用三次函数描述了不同粉煤灰混凝土的含水量与水围压之间的关系。③不同水围压条件下,粉煤灰混凝土单位体积含水量所对应的混凝土动态强度增加值与应变速率呈二次函数关系,并建立了不同水围压条件下粉煤灰混凝土的动态强度增加值与应变速率之间的关系式。

**关键词:** 粉煤灰混凝土;水围压;含水量;应变速率

中图分类号: TU528

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2020)06-0115-06

近年来国内外学者以孔隙水为切入点,开展了孔隙水压作用和含水量的变化对混凝土力学性能影响的研究。王海龙等<sup>[1]</sup>研究了孔隙水对湿态混凝土抗压强度影响,结果表明孔隙水压力削弱了混凝土的抗压强度和开裂应力;杜守来等<sup>[2]</sup>开展了不同孔隙水压对混凝土抗压强度的影响试验;刘博文等<sup>[3-4]</sup>研究了混凝土在循环孔隙水压力下的力学性能及损伤破坏特性;Chen等<sup>[5]</sup>对干燥和饱水状态的混凝土进行了真实水环境下的加载试验;李庆斌等<sup>[6]</sup>为了研究湿度对混凝土强度的影响,进行了干燥和饱和两种湿度混凝土的三轴压缩试验;Liu等<sup>[7]</sup>研究了混凝土含水量对静态压缩弹性模量的影响;杜修力等<sup>[8]</sup>基于三相球模型理论和最大拉应力准则推导得到了饱和混凝土的有效体积模量与孔隙率间的关系,以及饱和混凝土的有效抗拉强度和峰值应变与孔隙率之间的关系;Rossi<sup>[9]</sup>考虑含水量和应变率因素建立了饱和混凝土拉伸断裂强度的数学模型;汪潇等<sup>[10]</sup>研究了不同粉煤灰掺量对混凝土静态强度的影响,结果表明随着粉煤灰掺量的增加,混凝土强度先增后减;崔正龙等<sup>[11]</sup>研究了粉煤灰掺量对不同骨料混凝土长期强度的影响,结果表明随着粉煤灰掺量的增加,粉煤灰对混凝土的强度贡献不断降低。

混凝土在微观层次上是由骨料、砂浆、孔隙和微裂纹组成的典型多孔多相材料,孔径大小分布跨越了宏观、微观和细观,粉煤灰的加入会使混凝土的孔径细化<sup>[12]</sup>。在水环境中,粉煤灰混凝土受到动荷载作用时,小孔中的孔隙水引起的黏滞应力相比于普通混凝土更加显著<sup>[9]</sup>,更容易产生超孔隙水压力,进而影响混凝土的动态力学性能。

从以上分析可知,在大气自然环境中,水环境因素、粉煤灰掺量对混凝土的力学性能影响较大,但目前

收稿日期: 2019-10-10

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51709155, 51579139)

作者简介: 梁甲(1995—),男,湖北黄冈人,硕士研究生,主要从事混凝土材料动力性能方面的研究。

E-mail: jiaenglish@163.com 通信作者: 王乾峰(E-mail: wangqianfeng1208@163.com)

关于水围压环境中粉煤灰混凝土力学特性的研究几乎没有。为此,本文开展了粉煤灰掺量为 0、20% 和 40% 的混凝土试件在恒定水围压(1、3 和 5 MPa)作用下的动态压缩试验。

## 1 试验研究

### 1.1 试件制备

本试验中混凝土试件尺寸  $\Phi 150 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ 。水泥选用宜昌三峡水泥有限公司生产的 P·O 42.5 普通硅酸盐水泥,其性能符合普通硅酸盐水泥标准;细骨料选用天然河砂,细度模数为 2.3;粗骨料是 5~40 mm 连续级配的碎石,包含粒径 5~20 mm 的小石与粒径 20~40 mm 的中石;拌合水为饮用自来水;减水剂选用萘系高效减水剂;粉煤灰采用 I 级灰,其掺量分别为 0、20% 和 40%。混凝土的水胶比为 0.45。

混凝土采用机械搅拌,先干拌后湿拌,搅拌完成后将混凝土倒入钢模,在自然条件下静置 24 h 后拆模编号,并将其放入标准养护室养护 28 d,再放置大气环境中养护 62 d。对于粉煤灰掺量为 0、20% 和 40% 的不同孔隙结构混凝土分别命名为 F00、F20 和 F40。

### 1.2 试验设备

试验采用三峡大学的 10 MN 大型多功能液压伺服静动力三轴仪,对混凝土试件进行水饱和力学加载。利用围压桶使混凝土水饱和,其最大围压和最大孔隙水压力值为 30 MPa,通过加载框架系统对混凝土试件进行力学加载,竖向最大动、静力负荷分别为 5 000 和 10 000 kN。通过电脑系统可以独立控制围压桶的水压力和轴向的加载速率,保证加载水压力变化幅度小于 0.01 MPa,轴向控制的应变速率恒定,其变化范围为  $10^{-5}/\text{s} \sim 10^{-2}/\text{s}$ ,关于设备的更多详细情况见文献 [3-4]。

### 1.3 试验过程

本试验主要分为如下 3 个步骤:

(1) 大气环境下饱水。将打磨后的试件放入容器中注水,每 24 h 注入 3 cm 高的水,直到水面高出整个混凝土顶面 3 cm,消除混凝土内部气泡。

(2) 含水量试验。将大气环境下饱水的混凝土试件安装后密封围压桶,再将围压桶充满水反复开关排水阀排除空气。通过水围压控制系统,使围压到达设定值(1、3 和 5 MPa),并维持恒定 18 h,此时通过伺服电机水泵推送到围压桶内的水体积几乎为 0,可认为水压力使混凝土内部饱和,伺服电机水泵在 18 h 内推送到围压桶内的水体积即混凝土体积含水量。

(3) 力学加载试验。先施加 20 kN 的初始荷载,按目标设定的应变速率( $10^{-5}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-3}$  和  $10^{-2}/\text{s}$ )加载,直至试样完全破坏。加载过程保持围压稳定,其变幅控制在 0.01 MPa 以内;对干燥无水压试验,直接按设定的应变速率对试件单轴加载。

## 2 粉煤灰掺量对混凝土含水量的影响

### 2.1 不同粉煤灰掺量混凝土的含水量分析

采用混凝土在水围压条件下达到饱和状态时所吸收水的体积表示混凝土的含水量特征,并定义混凝土在自然饱水状态下的含水量为 0,通过试验得到 3 种粉煤灰混凝土在不同水围压下(0、1、3 和 5 MPa)的含水量见表 1,由表 1 可以得出以下结论:

(1) 在相同水围压条件下, F00 混凝土含水量最大, F40 混凝土含水量次之, F20 混凝土含水量最小。

表 1 不同水围压下的混凝土含水量

Tab. 1 Water contents of concrete under different confining pressures

P/MPa	混凝土含水量/mL		
	F00	F20	F40
0	0	0	0
1	122.9	50.6	92.9
3	122.5	58.1	105.9
5	147.1	105.9	123.3

注:表中含水量数据为3次试验的平均值。

(2) 当粉煤灰掺量相同时, 含水量随着水围压增加而增加。在水围压较低(1 MPa)时, 混凝土含水量增加显著; 在水围压较高(3 和 5 MPa)时, 混凝土含水量增幅减小。水围压为 3 MPa 时, F00、F20 和 F40 混凝土含水量相比 1 MPa 时, 含水量增长率分别为-0.3%、14.8% 和 14.0%; 而在水围压为 5 MPa 时, F00、F20 和 F40 混凝土含水量相比其在 3 MPa 水围压时分别增长 20.1%、82.3% 和 16.4%。

### 2.2 含水量机理分析

混凝土的含水量与混凝土的孔隙结构密切相关, 根据文献 [12] 可知 3 种粉煤灰混凝土的总孔隙率大小关系为 F00>F20>F40, 但从表 1 可以发现, 在相同水围压条件下, 有 F00>F40>F20, 出现这种情况主要原因是在粉煤灰掺量较高(40%)时, 一部分粉煤灰填充到孔隙中, 另一部分粉煤灰作为混凝土组成的材料, 而粉煤灰自身的吸水率比水泥的吸水率大<sup>[13]</sup>, 即使混凝土的孔隙率下降, 但含水量却不断增加。

依据表 1 中 3 种粉煤灰混凝土在不同围压下的含水量试验数据, 拟合含水量  $w_s$  与水围压  $P$  的关系见式(1)。

$$w_s = a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 \tag{1}$$

式中:  $a_1$ 、 $a_2$  和  $a_3$  均为拟合方程常数。F00 混凝土的参数  $a_1=19.04$ ,  $a_2=-7.64$ ,  $a_3=0.88$ , F20 混凝土的参数  $a_1=7.86$ ,  $a_2=-3.21$ ,  $a_3=0.41$ , F40 混凝土的参数  $a_1=13.93$ ,  $a_2=-5.23$ ,  $a_3=0.59$ 。

图 1 为 3 种粉煤灰混凝土在不同围压下含水量试验数据与拟合曲线。

由图 1 可知, 式(1)计算结果与试验数据吻合良好, 可用于不同粉煤灰混凝土在不同围压下的含水量预测。由图 1 还可知, 当混凝土孔隙结构相同时, 随着水围压的增加, 混凝土的含水量先增加后减小再显著增加。

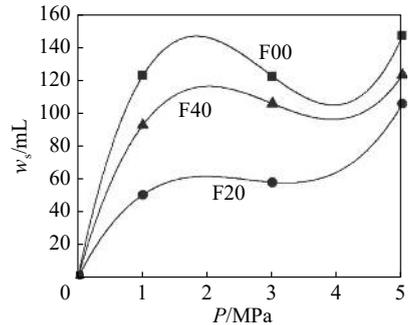


图 1 不同围压下含水量试验数据与拟合曲线

Fig. 1 Experimental data and fitting curves under different confining pressures

## 3 粉煤灰掺量对混凝土动态力学性能影响

### 3.1 不同粉煤灰掺量混凝土的动态力学性能分析

通过试验得到 3 种粉煤灰混凝土在不同应变速率( $10^{-5}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-3}$  和  $10^{-2}/s$ )、不同加载环境(干燥组和水围压 1、3 和 5 MPa)下的抗压强度见表 2。

从表 2 可以发现: 随应变速率的增加, 3 种粉煤灰混凝土抗压强度增大, 且在水围压为 5 MPa 时, 混凝土抗压强度随应变速率增加最显著。为了表述水围压、应变速率对不同孔隙结构混凝土动态强度的影响, 将混凝土在动态荷载作用下强度增加值与含水量的比值作为评判标准来研究水围压与不同孔隙结构混凝土率效应之间的关系, 其计算式如式(2)。

$$\Delta V_d = \frac{\Delta \sigma}{w_s} = \frac{\sigma_d - \sigma_s}{w_s} \tag{2}$$

式中:  $\Delta V_d$  为混凝土动态强度增加值与混凝土含水量

表 2 不同围压和应变速率下混凝土的抗压强度

Tab. 2 Compressive strength of three kinds of fly ash concrete under different confining pressures and different strain rates

孔隙结构	水围压/MPa	不同应变速率下的抗压强度/MPa			
		$10^{-5}/s$	$10^{-4}/s$	$10^{-3}/s$	$10^{-2}/s$
F00	干燥	48.3	60.2	64.8	68.2
	1	51.1	61.9	65.4	65.1
	3	51.6	66.8	73.6	84.7
	5	54.2	69.0	80.7	87.6
	干燥	46.1	54.3	62.2	64.7
F20	1	48.1	51.9	53.6	69.8
	3	55.6	59.9	68.9	76.3
	5	50.5	58.6	66.4	80.4
	干燥	43.8	50.6	58.3	59.5
	1	42.6	52.5	58.9	59.5
F40	3	51.6	61.5	65.3	73.7
	5	53.8	65.8	71.3	80.8

的比值,其含义是单位体积含水量所对应的混凝土动态强度增加值;  $\Delta\sigma$  为相同水围压下,混凝土在动态荷载下的强度与准静态下的强度差值;  $\sigma_d$ 、 $\sigma_s$  分别为动态荷载下的强度和准静态强度。

对表 2 和表 1 数据按式(2)处理,得到 3 种粉煤灰混凝土在不同应变速率下的  $\Delta V_d$  值,其变化趋势如图 2。

从图 2 可以看出,在不同围压下,3 种粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值随应变速率的增加而增加;在高水围压(3 和 5 MPa)下,3 种粉煤灰混凝土  $\Delta V_d$  值随应变速率增加成近线性增长,且在水围压 5 MPa 时,3 种粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值随应变速率变化无显著差异。

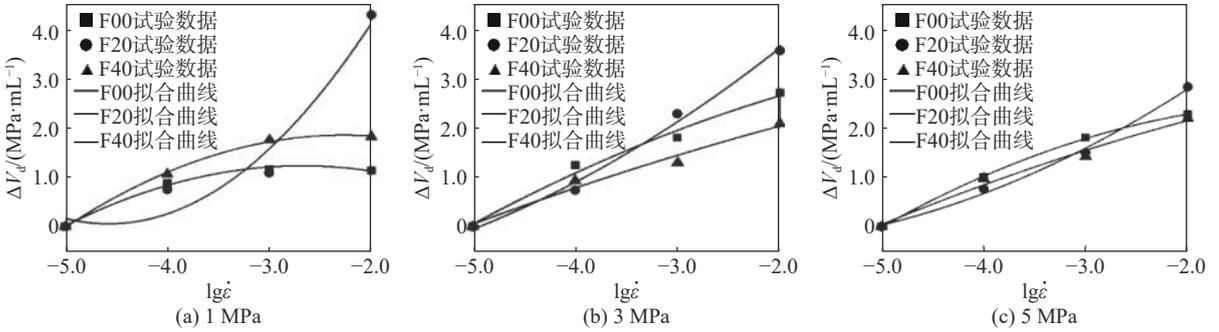


图 2 不同围压下 3 种粉煤灰混凝土  $\Delta V_d$  值试验数据与拟合曲线

Fig. 2 Experimental data and fitting curves of  $\Delta V_d$  values of three kinds of fly ash concrete under different confining pressures

从图 2(a)可以看出,在水围压为 1 MPa 时,3 种粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值随应变速率的增加而增加,在应变速率小于  $10^{-3}/s$  时,3 种粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值随应变速率变化差异不大,但在应变速率大于  $10^{-3}/s$  时,3 种粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值随应变速率变化差异显著。在水围压为 1 MPa、应变速率为  $10^{-4}/s$ , F00、F20 和 F40 混凝土的  $\Delta V_d$  值增长率分别为 32.4%、44.7% 和 64.6%;在水围压为 1 MPa、应变速率为  $10^{-2}/s$  时,相比于加载速率为  $10^{-3}/s$ , F00、F20 和 F40 混凝土的  $\Delta V_d$  值增长率分别为 -2.1%、294.6% 和 3.7%。

### 3.2 拟合分析

根据试验数据,拟合  $\Delta V_d$  与  $\lg\dot{\epsilon}$  的预测方程见式(3),拟合方程参数见表 3。

$$\Delta V_d = A + B \lg\dot{\epsilon} + C(\lg\dot{\epsilon})^2 \tag{3}$$

式中:  $A$ 、 $B$  和  $C$  均为拟合方程常数。

表 3 不同水围压下 3 种粉煤灰混凝土  $\Delta V_d$  与  $\lg\dot{\epsilon}$  的拟合参数

Tab. 3 Fitting parameters of  $\Delta V_d$  and  $\lg\dot{\epsilon}$  of three kinds of fly ash concrete under different water confining pressures

混凝土种类	水围压为 1 MPa				水围压为 3 MPa				水围压为 5 MPa			
	$A$	$B$	$C$	$R^2$	$A$	$B$	$C$	$R^2$	$A$	$B$	$C$	$R^2$
F00	-0.39	-1.21	-0.23	0.99	3.55	0.28	-0.08	0.96	2.46	-0.18	-0.13	1.00
F20	12.89	5.61	0.61	0.85	7.42	2.17	0.14	0.98	6.03	1.90	0.14	0.99
F40	0.56	-1.14	-0.25	1.00	3.01	0.41	-0.04	0.93	3.04	0.35	-0.05	0.96

图 2 为不同围压下 3 种粉煤灰混凝土  $\Delta V_d$  值试验数据与拟合曲线。由图 2 可知,式(3)计算结果与实验数据吻合良好,可以用于不同水围压下不同粉煤灰混凝土在动态荷载作用下的  $\Delta V_d$  值预测。由图 2 还可知,在不同围压下,粉煤灰混凝土的  $\Delta V_d$  值与  $\lg\dot{\epsilon}$  成二次关系,且随着应变速率的增大, F20 的  $\Delta V_d$  值增长幅度越来越大, F00 和 F40 的  $\Delta V_d$  值增长幅度越来越小。

将式(1)和(3)代入到式(2)中得到混凝土动态强度增加值  $\Delta\sigma$ 、应变速率  $\dot{\epsilon}$ 、水围压  $P$  之间的关系如式(4)。

$$\Delta\sigma = [A + B \lg\dot{\epsilon} + C(\lg\dot{\epsilon})^2](a_1 P + a_2 P^2 + a_3 P^3) \tag{4}$$

### 3.3 力学机理分析

根据表3和图2可知,相比于应变速率为 $10^{-3}/s$ 时的情况,在应变速率为 $10^{-2}/s$ 时,F20混凝土对应的 $\Delta V_d$ 值在水围压为1、3和5 MPa分别提高294.6%、56.8%和88.1%,增长速率远高于同条件下F00和F40混凝土,主要原因是F20混凝土的粗毛细孔和气孔率最低,最密实,含水量也最低。根据Stefan效应<sup>[9]</sup>推导得到的黏滞应力(如式(5)),可知同一单位体积的孔隙水其形态越扁平,高宽比越小,所能产生的动态力学效应越大。当应变速率越高,其孔隙水所能产生的动态力学效应也最大,故在应变速率为 $10^{-2}/s$ 时,F20混凝土强度显著增加。

$$\sigma_v = \frac{3\eta V^2}{2\pi h^5} (dh/dt) \quad (5)$$

式中: $\sigma_v$ 为黏滞应力; $V$ 为流体的体积; $\eta$ 为液体的黏滞系数; $h$ 为裂缝间距离; $dh/dt$ 为裂缝开裂速度。

在水围压为1 MPa时,从图2(a)可以发现,F00和F40混凝土的 $\Delta V_d$ 值随应变速率变化规律一致,但F00混凝土的 $\Delta V_d$ 值低于F40混凝土。主要原因是粉煤灰掺量为40%时,粉煤灰除了填充孔隙外,还要作为混凝土的组成成分,当混凝土在受到动态加载时,粉煤灰自身表现出类似水泥一样的动态力学性能,使得F00和F40混凝土的 $\Delta V_d$ 值的变化趋势一致。

## 4 结 语

本研究对水围压环境下的3种掺量粉煤灰的混凝土进行了含水量试验和动态抗压强度试验,分析了混凝土含水量的变化规律、应变速率和水围压对混凝土动态抗压强度增加值的影响,主要结论如下:

(1)在相同水围压条件下,F00混凝土含水量最大,F40混凝土含水量次之,F20混凝土含水量最小。

(2)在粉煤灰掺量相同时,混凝土的含水量随着水围压的增加呈现出先增加后减小再显著增加的变化规律,二者表现为三次函数关系。

(3)在相同水围压条件下,随着应变速率的提高,F00混凝土和F40混凝土中单位体积含水量所引起的动态抗压强度增加值( $\Delta V_d$ )的增长缓慢,而F20混凝土的 $\Delta V_d$ 增长较快,且水围压条件下粉煤灰混凝土的 $\Delta V_d$ 与应变速率对数( $\lg \dot{\epsilon}$ )之间的关系可以用二次函数表示。

## 参 考 文 献:

- [1] 王海龙,李庆斌. 孔隙水对湿态混凝土抗压强度的影响[J]. 工程力学, 2006, 23(10): 141-144, 179. (WANG Hailong, LI Qingbin. Effect of pore water on the compressive strength of wet concrete[J]. Engineering Mechanics, 2006, 23(10): 141-144, 179. (in Chinese))
- [2] 杜守来,李宗利,金学洋. 孔隙水压对混凝土抗压强度影响的初步研究[J]. 人民长江, 2009, 40(3): 54-55, 65. (DU Shoulai, LI Zongli, JIN Xueyang. Preliminary research on influence of pore water pressure on concrete compressive strength[J]. Yangtze River, 2009, 40(3): 54-55, 65. (in Chinese))
- [3] 刘博文,彭刚,邹三兵,等. 循环孔隙水作用下混凝土动态特性试验研究[J]. 土木建筑与环境工程, 2015, 37(5): 88-94. (LIU Bowen, PENG Gang, ZOU Sanbing, et al. Experimental analysis of dynamic properties of concrete under cyclic pore water effects[J]. Journal of Civil, Architectural & Environmental Engineering, 2015, 37(5): 88-94. (in Chinese))
- [4] 梁辉,彭刚,田为,等. 循环孔隙水压下混凝土常规三轴压缩损伤破坏特性分析[J]. 实验力学, 2015, 30(6): 802-809. (LIANG Hui, PENG Gang, TIAN Wei, et al. Damage property analysis of concrete subjected to conventional tri-axial compression under cyclic pore water pressure[J]. Journal of Experimental Mechanics, 2015, 30(6): 802-809. (in Chinese))
- [5] CHEN Z F S, HU Y, LI Q B, et al. Behavior of concrete in water subjected to dynamic triaxial compression[J]. Journal of Engineering Mechanics, 2010, 136(3): 379-389.
- [6] 李庆斌,陈樟福生,孙满义,等. 真实水荷载对混凝土强度影响的试验研究[J]. 水利学报, 2007, 38(7): 786-791. (LI

- Qingbin, CHEN Zhangfusheng, SUN Manyi, et al. Effect of water loading on strength of concrete[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2007, 38(7): 786-791. (in Chinese))
- [7] LIU B D, LV W J, LI L, et al. Effect of moisture content on static compressive elasticity modulus of concrete[J]. *Construction and Building Materials*, 2014, 69: 133-142.
- [8] 杜修力, 金浏. 饱和混凝土有效模量及有效抗拉强度研究[J]. 水利学报, 2012, 43(6): 667-674. (DU Xiuli, JIN Liu. Research on the effective modulus and tensile strength of saturated concrete[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2012, 43(6): 667-674. (in Chinese))
- [9] ROSSI P. A physical phenomenon which can explain the mechanical behaviour of concrete under high strain rates[J]. *Materials and Structures*, 1991, 24(6): 422-424.
- [10] 汪潇, 王宇斌, 杨留栓, 等. 高性能大掺量粉煤灰混凝土研究[J]. 硅酸盐通报, 2013, 32(3): 523-527, 532. (WANG Xiao, WANG Yubin, YANG Liushuan, et al. High-performance high-volume fly ash concrete[J]. *Bulletin of the Chinese Ceramic Society*, 2013, 32(3): 523-527, 532. (in Chinese))
- [11] 崔正龙, 李静. 粉煤灰掺量对不同骨料混凝土长期强度的影响[J]. 硅酸盐通报, 2017, 36(7): 2310-2314. (CUI Zhenglong, LI Jing. Effect of fly ash content on the long term strength of different aggregate concrete[J]. *Bulletin of the Chinese Ceramic Society*, 2017, 36(7): 2310-2314. (in Chinese))
- [12] 綦春明, 代明, 刘庆恒. 掺粉煤灰对混凝土孔结构影响的试验研究[J]. 工程建设, 2008, 40(2): 8-11. (QI Chunming, DAI Ming, LIU Qingheng. Experimental research on pore structure of concrete mixed with fly ash[J]. *Engineering Construction*, 2008, 40(2): 8-11. (in Chinese))
- [13] 王建华, 肖佳, 赵金辉. 水泥-粉煤灰浆体吸水率与强度的相关性研究[J]. 粉煤灰, 2009, 21(1): 3-5. (WANG Jianhua, XIAO Jia, ZHAO Jinhui. Study of strength relevance to water absorption of cement mortar-fly ash body[J]. *Coal Ash*, 2009, 21(1): 3-5. (in Chinese))

## Study on water content and dynamic mechanical properties of fly ash concrete under water confining pressure

LIANG Jia, WANG Qianfeng, ZHANG Xiuwen, XIAO Yang

(College of Civil Engineering & Architecture, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

**Abstract:** In order to study the effect of fly ash on the water content and dynamic mechanical properties of concrete under water confining pressure, different concrete test specimens (F00, F20, F40) with fly ash contents of 0%, 20% and 40% were made. The dynamic compression tests under water confining pressure (1, 3 and 5 MPa) and different strain rates ( $10^{-5}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-3}$  and  $10^{-2}$ /s) were conducted. Dynamic compression tests of dry concrete specimens in atmospheric environment were carried out as well. The effects of water confining pressure and fly ash content on concrete moisture content were analyzed, and the relationship between fly ash content, water confining pressure and strain rate and concrete dynamic strength was further studied in combination with water content data. The research results show that: ① Under the same fly ash content, the water content of concrete shows a trend of first increase, then decrease, and then increase with the increase of water confining pressure. Under the same water confining pressure, F00 concrete has the largest water content, followed by F40 concrete. F20 concrete is the smallest, indicating that the amount of fly ash has a significant effect on the water content of concrete. ② A cubic function is used to describe the relationship between the water content of different fly ash concretes and the water confining pressure. ③ Under different water confining pressure conditions, the increase value of concrete dynamic strength corresponding to the unit volume of water content of fly ash concrete is a quadratic function relationship with strain rate, and the relationship between dynamic strength increase value of fly ash concrete and strain rate under different water confining pressure conditions is established.

**Key words:** fly ash concrete; water confining pressure; water content; strain rate