

冻融循环后引气混凝土双轴受压强度研究

陈飞

大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司

摘要: 采用快速冻融方法,对引气混凝土(设计强度C30)进行100~400次(间隔为100次)的冻融循环,按应力比为0、0.25、0.5、0.75、1进行双轴受压试验,测得了抗压强度。据此,建立了双轴受压的极限强度与冻融循环次数及应力比相关的破坏准则。

关键词: 冻融循环;引气混凝土;双轴受压;破坏准则

现实生活中的常见的混凝土建筑物,如水坝、地下室、道路等,都不是单一的应力状态。但复杂受力状态下的混凝土强度理论研究,受试验技术所限,还不够透彻^{[1][2][3]}。对冻融循环后的引气混凝土,进行双轴受压试验,以研究其强度性能,为寒冷地区的结构加固、设计、分析提供试验与理论依据。

一、试验内容

对初始和经过100次、200次、300次与400次的冻融循环后,引气混凝土C30强度的试块(含气量为5.5~6.5%),双轴方向进行受压加载。

试验中按应力比 α (压力较小侧与较大侧的应力之比,分别取0、0.25、0.5、0.75、1)进行加载。

二、试验成果

不同的应力比与冻融循环的次数下引气混凝土测出的极限抗压强度,如表1所示。

表1 不同应力比与冻融循环次数的极限抗压强度平均值 f_d (MPa)

应力比	冻融循环次数				
	0	100	200	300	400
0	25.64	23.17	20.78	16.67	12.13
0.25	30.97	29.61	27.63	22.90	18.64
0.5	31.69	30.59	28.05	23.74	19.13
0.75	30.04	28.41	26.09	21.98	16.57
1	29.08	26.78	24.18	19.92	16.48

从表1中可见:对应于某一应力比 α ,混凝土试件的极限抗压强度,在冻融循环的次数增加时,降低显著;冻融循环的次数相同时,双轴压相比单轴压的极限强度,有所提高,应力比 α 决定了提高幅度。

从图1可以看出:抗压强度在 $\alpha=0.5$ 左右时,提高幅度最

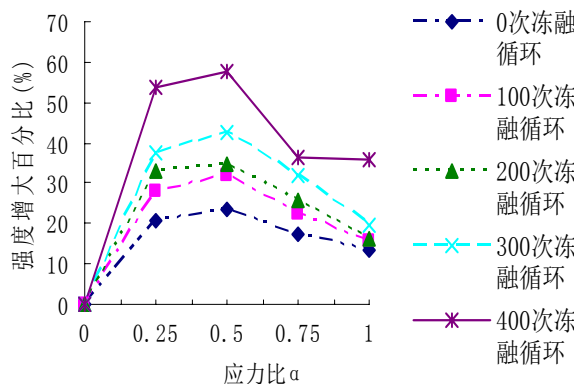


图1 双轴压极限强度提高值与应力比 α 的关系

大;另外,应力比 α 相应的抗压强度的提高幅度,伴随冻融循环的次数增加,逐渐加大。

图2显示:冻融循环的次数对抗压强度的影响,随着冻融循环的次数增多,影响加大,抗压强度的降低幅度也就越大;尤其,200次冻融循环后,抗压强度的降低幅度受其循环次数的影响,显著增大;

另外,以200次为分界点,抗压强度降低与冻融循环的次数,基本成线性变化。

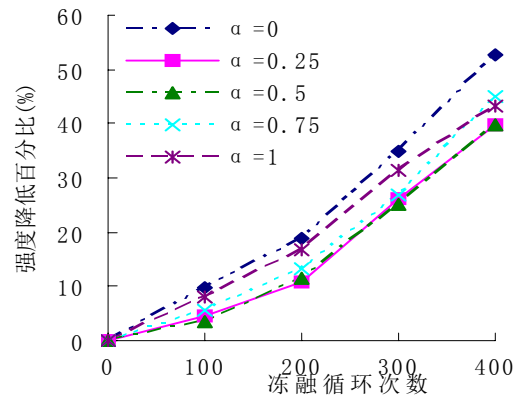


图2 双轴压极限强度降低值与冻融循环的次数关系

三、考虑冻融循环的次数与应力比的破坏准则

采用多元非线性表达式,建立引气混凝土在冻融循环的次数与应力比不同时的双轴抗压强度破坏准则,如下式(1)所示:

$$\frac{f_d}{f_c} = k_1 + k_2 N + k_3 \frac{\alpha}{(1+\alpha)^2} + k_4 \frac{1}{(1+\alpha)^2} \quad (1)$$

以上公式参数含义如下:

N:冻融循环的次数; α 为应力比; k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 为回归系数; f_c 表示初始混凝土的单轴抗压强度; f_d 表示冻融循环不同次数后混凝土的抗压强度。

按表1中测得的数据,通过统计回归方法,得出回归系数如下: $k_1=-0.2967$, $k_2=-0.0013$, $k_3=4.4783$, $k_4=1.3184$;复相关系数 $r=0.9830$ 。同时,试验值与公式(1)计算的数值结果,符合较好。

结论

通过对引气混凝土在不同冻融循环的次数后,双轴受压的试件试验与理论研究,得出以下结论:随冻融循环的次数增加,在应力比相同时,其极限抗压强度降低;在冻融循环的次数相同时,其双轴抗压强度相对单轴压极限强度,会有提高,应力比 α 值决定了提高幅度, $\alpha=0.5$ 左右提高幅度最大。建立了不同冻融循环的次数和应力比相关的双轴受压破坏准则且与试验结果吻合良好,便于实际应用。

参考文献

[1]高怀静,王杰之,陈科.大体积抗冻融混凝土在市政桥梁工程中的应用研究[J].建筑技术,2017,48(10):1036-1038.
 [2]张凯,王起才,王庆石等.引气剂对混凝土性能的研究[J].公路工程,2015,41(6):21-23,50.
 [3]商怀帅,李玉明,王晓明等.冻融后引气再生混凝土与钢筋黏结性能的试验研究[J].混凝土,2015,16(9):27-30.