

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2024.0116

陶粒泡沫混凝土基本力学性能试验统计分析

饶超敏¹, 梁哲为¹, 朱元臣¹, 吕飞², 王建民^{1,3*}

(1. 宁波大学 土木工程与地理环境学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波普利凯建筑科技有限公司, 浙江 宁海 315600;
3. 宁波大学 压力容器与管道安全浙江省工程研究中心, 浙江 宁波 315211)

摘要: 陶粒泡沫混凝土应用于建筑外墙或预制装配式墙板保温体系时需同时兼顾质轻和相应结构强度要求, 且对材料相关性能的稳定性要求较高. 本文以建筑渣土陶粒为集料, 经过物理发泡制备了多批次陶粒泡沫混凝土, 通过试验统计研究了陶粒泡沫混凝土立方体抗压强度的概率分布、基本力学性能参数及相互关系. 结果表明: 立方体抗压强度整体更服从对数正态分布, 拟合判定系数达 0.997. 轴心抗压强度与立方体抗压强度呈较稳定的线性关系, 换算系数区间在 0.76~0.99, 而劈裂抗拉强度与抗压强度呈幂函数关系. 全体样本数据抗压强度稳定在 5.9~7.6 MPa 范围. 此外, 立方体抗压强度低于 7.5 MPa 的试块样本, 其抗拉强度值的离散性较小.

关键词: 陶粒泡沫混凝土; 力学性能; 统计规律; 抗压强度; 抗拉强度

中图分类号: TU582.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2024) 03-0013-07

相关数据统计显示, 2021 年全球建筑运行能耗占全球能耗的 30%, 建筑运行相关碳排放占全球碳排放的 27%^[1], 2021 年中国建筑运行能耗占中国全社会能耗的 21%^[2]. 为了减轻建筑消耗造成的经济发展负担, 研制新型环保的建筑保温材料已成为建筑节能领域的重点和热点^[3]. 泡沫混凝土作为一种环保友好型的轻型建筑墙材, 是一种轻质多孔混凝土材料, 具有许多令人满意的特性, 其中包括密度较低、隔热性能优异、成本低、原材料可用性好等^[4-5], 近年来已得到了广泛应用. 然而由于普通泡沫混凝土的内部微观结构和成分特性导致泡沫混凝土强度普遍较低, 干缩变形较大^[6-7], 从而使其在工程应用中受到越来越多的限制.

为克服普通泡沫混凝土材料相关性能的局限性, 许多研究者探索了使用轻质骨料来增强泡沫混凝土性能的方法. Wang 等^[8]和 Gencel 等^[9]证明轻质骨料有利于泡沫混凝土内部结构更稳定, 并且不同类型轻质骨料对泡沫混凝土性能有着不同的影响. Schumacher 等^[10]研究了陶粒和膨胀珍珠岩作为

泡沫混凝土轻骨料的应用, 发现其粗糙表面具有良好的嵌固效果, 大大降低了泡沫混凝土的干密度, 同时陶粒可以改善泡沫混凝土干缩的不足. 当陶粒用作轻骨料和填充材料时, 泡沫混凝土的物理力学性能得到了增强和改善, 这是因为水泥水化产物可以进入陶粒内部, 促进陶粒与胶凝材料的紧密结合^[11]. Wang 等^[12]也发现随着陶粒粒径的增大, 泡沫混凝土抗压强度先增大后减小. 综上所述, 泡沫混凝土的性能受到所用轻骨料类型的影响非常显著, 选择陶粒轻骨料可以提高泡沫混凝土整体性能.

有关陶粒泡沫混凝土的研究和应用也已取得一些成果. 秦程^[13]对两种陶粒泡沫混凝土的制备方法进行研究, 一种是利用化学发泡制备泡沫, 另一种是利用物理发泡. 田雨泽等^[14]采用正交设计, 通过综合平衡法确定陶粒泡沫混凝土最优配合比为陶粒掺量 50%、发泡剂掺量 3%、粉煤灰掺量 15%, 此时陶粒泡沫混凝土能够满足非承重结构要求且达到保温节能的效果. 鹿健良等^[15]研究了不同陶

收稿日期: 2024-01-10.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(51878360); 宁波市重点研发计划暨“揭榜挂帅”项目(2023Z075).

第一作者: 饶超敏, 硕士研究生, 主要研究方向: 混凝土结构. E-mail: 15542496231@163.com

*通信作者: 王建民, 博士/教授, 主要研究方向: 结构抗震和防灾减灾. E-mail: wangjianmin@nbu.edu.cn

粒、陶砂、水泥用量对陶粒泡沫混凝土抗压强度、干密度变化趋势的影响. 孙文博等^[16]发现陶粒掺量、泡沫掺量、砂率会对陶粒泡沫混凝土强度产生明显影响, 存在一个最合理掺量来最大化制备陶粒泡沫混凝土的强度. 易秋等^[17]发现陶粒泡沫混凝土的典型破坏形态为劈裂破坏, 且劈裂破坏面主要为垂直面, 其抗压强度随着泡沫混凝土密度的增大呈指数形式提高, 但文献中样本数量仅有 67 块, 具有代表性的统计意义有待商榷.

本文拟采用试验统计方法, 以水泥、粉煤灰为胶凝材料, 陶粒为轻骨料, 按照一定比例掺入发泡剂, 经过优化调整后的生产工艺制作陶粒泡沫混凝土试块, 通过增大样本数量, 确保试验统计分析具有代表意义. 同时还通过陶粒泡沫混凝土基本力学性能试验及统计分析, 研究了陶粒泡沫混凝土干表观密度与力学性能间的统计变化规律及相互关系.

1 基本力学性能试验及分析

为分析陶粒泡沫混凝土的立方体抗压强度、劈裂抗拉强度、轴心抗压强度相互变化关系与干密度之间的分布规律, 采用相同配合比批次制备试验样本. 陶粒泡沫混凝土主要原材料为陶粒、水泥、粉煤灰、发泡剂、减水剂及玻璃纤维. 水泥基胶凝材料提供主要强度, 陶粒作为内部主要骨架增强减缩. 本文采用建筑渣土陶粒, 粒径 5~10 mm, 含水率在 10.6%~19.5% 范围内, 表观密度范围为 532~578 kg·m⁻³, 筒压强度为 1.67~1.87 MPa. 通过外加发泡剂控制多孔砂浆孔隙含量, 对陶粒泡沫混凝土砌块配比进行研究, 采用表 1 优化后的配合比制备陶粒泡沫混凝土.

表 1 陶粒泡沫混凝土配合量 kg·m ⁻³	
成分	物料配合量
水泥	400
粉煤灰	50
发泡剂	1.5
减水剂	5
水	88
陶粒	370
玻璃纤维	1.5

按照上述配合比首先制备陶粒泡沫混凝土板

材, 蒸压养护条件下养护 12 h 后, 根据《蒸压加气混凝土性能试验方法》(GB/T 11969—2020)^[18]进行电锯切割(图 1), 切割方式从成型板材中沿浇筑发气方向分上、中、下顺序切割试块. 主规格尺寸为 100 mm×100 mm×100 mm 及 100 mm×100 mm×300 mm, 保证切割试块的完整性及尺寸偏差符合相关规范要求. 对切割后试块参照表 2 和表 3 进行密度和强度等级划分, 按照规范进行物理力学性能试验. 本文试验板材采用同配合比分不同时期共制备 180 批次, 每批切割下来的试块包含 24 块立方体试块和 9 块棱柱体试块. 自然条件养护 28 d 后, 对每个试块全部记录其自然质量, 在(105±5) °C 下烘至恒质, 计算含水率. 试块应在含水率(10±2)% 下进行基本力学性能试验.

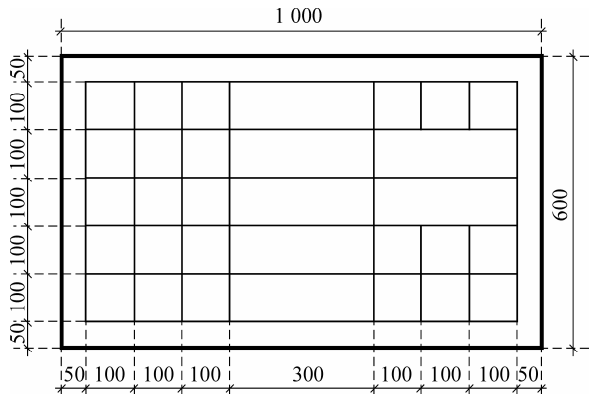


图 1 试块切割示意图(单位: mm)

表 2 立方体试块干密度等级^[18] kg·m⁻³

密度等级	干密度	理论密度
700	650< ρ_0 ≤750	750
800	750< ρ_0 ≤850	850
900	850< ρ_0 ≤950	950

表 3 立方体试块强度等级^[18]

强度等级	抗压强度/MPa	劈裂强度/MPa	密度等级
ACC 5.0	≥5.0	≥0.6	800 级及以下
ACC 7.5	≥7.5	≥1.1	900 级及以下

1.1 立方体抗压和劈裂抗拉试验及破坏特征

依据《蒸压加气混凝土性能试验方法》(GB/T 11969—2020)^[18]规定的试验方案, 采用 100 mm×100 mm×100 mm 立方体试块, 加载方式采用等速率力控, 分别以(2.0±0.5) kN·s⁻¹ 和(0.20±0.05) kN·s⁻¹ 连续均匀进行抗压和劈裂抗拉加荷试验, 直至试块破坏.

抗压及抗拉强度按下式进行计算:

$$f_c = F / A, \quad (1)$$

$$f_t = 0.637 F / A, \quad (2)$$

式中: f_c 为混凝土立方体抗压强度, MPa; f_t 为混凝土劈裂抗拉强度, MPa; F 为试件破坏荷载, N; A 为试件承压面积, mm^2 .

立方体抗压试验过程中观察到陶粒泡沫混凝土试块主要存在三种破坏形式. 图 2(a)试块整体性较好, 加载过程及破坏时声音清脆, 试块破坏表面出现一条完整连续的主裂纹穿过部分陶粒骨料, 裂纹整体性较好, 试块强度偏高. 图 2(b)试块裂纹发展过程中受到部分陶粒阻碍, 破坏时的试块表面可见多条明显裂纹同时存在, 试块强度中等. 图 2(c)试块裂纹发展随加载沿陶粒骨料轮廓边缘改变走向, 破坏时的试块内部裂纹较分散, 未形成明显主裂纹, 试块强度较低.

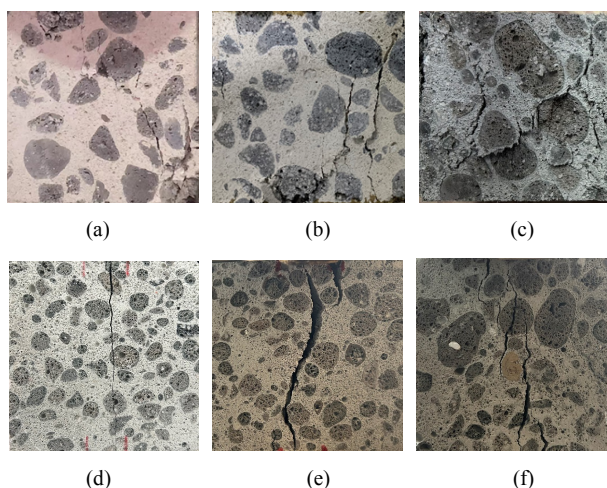
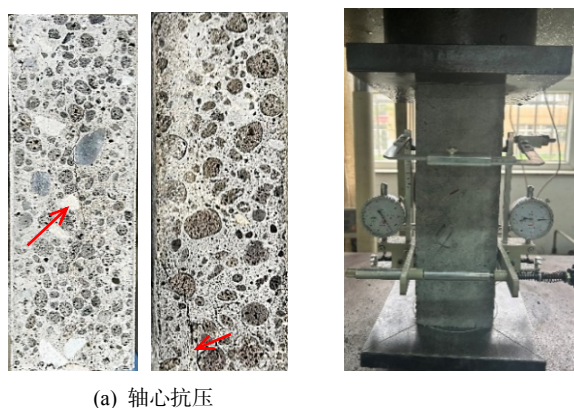
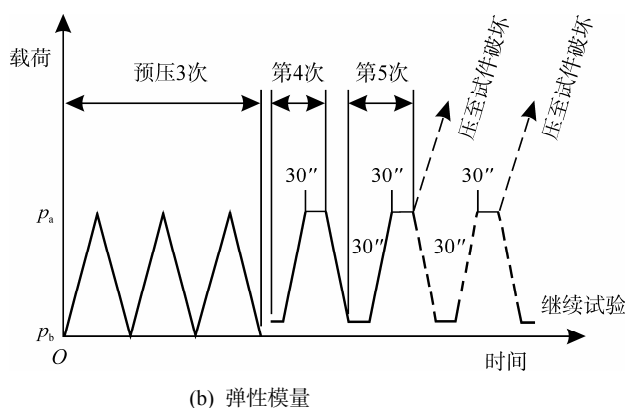


图2 立方体抗压及抗拉强度试验试块

立方体劈裂抗拉试验过程中试块主要存在两



(a) 轴心抗压



(b) 弹性模量

图3 棱柱体轴心抗压强度及弹性模量试验

种破坏形式. 图 2(d)观察到单条主劈裂裂纹始于试块顶部垫条正中心位置, 竖向笔直延伸并贯穿至试块下部, 试块被劈裂成左右两部分. 图 2(e)、2(f)中观察到试块在上下垫条之间的裂纹发展方向发生改变和分叉, 并存在多条分支裂纹, 劈裂抗拉强度相对较低.

1.2 棱柱体轴心抗压及破坏特征和弹性模量试验

轴心抗压强度试验和弹性模量试验采用 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ 棱柱体试块, 抗压试验加载方式采用等速率力控, 以 $(2.0 \pm 0.5) \text{ kN} \cdot \text{s}^{-1}$ 连续均匀地加荷, 直至试件破坏.

轴心抗压强度按下式进行计算:

$$f_{cp} = F / A, \quad (3)$$

式中: f_{cp} 为混凝土轴心抗压强度, MPa.

轴心抗压试验过程中观察到陶粒泡沫混凝土试块主要存在两种破坏形式. 图 3(a)左边试块表现为纵向主裂纹劈裂破坏, 荷载接近峰值时, 试块从中部突然出现纵向主裂纹, 随着荷载增大不断向上下两端延伸, 靠近端部时裂纹局部出现分支, 试块整体性较好, 强度相对较高. 图 3(a)右边试块加载时可能由于偶然受到偏心影响, 首先在试块端角出现局部剪切斜裂纹, 并随着荷载的进一步增大, 由于端部挤压和摩擦作用, 试块被压碎而失去承载力^[19], 试块轴心强度低于纵向劈裂破坏试验结果.

弹性模量试验与同组轴心抗压强度试验配合进行, 两侧采用千分表进行变形记录, 如图 3(b)左图所示进行安装. 采用如图 3(b)右图所示加载方案, 以 $(2.0 \pm 0.5) \text{ kN} \cdot \text{s}^{-1}$ 连续均匀地加荷至应力 0.1 MPa , 保持该荷载 30 s ; 再以同样速率加载至 0.4 倍轴压

强度, 并保持 30 s, 如此反复预压 3 次. 分别读取第 4 次以及第 5 次荷载循环时试件两侧的变形读数, 确保两次变形读数的平均值之差不大于 0.003 mm, 则卸除仪表, 将试件加载至破坏; 若变形差值大于 0.003 mm, 继续按上述方法循环加载至相邻两次两侧变形平均值不大于 0.003 mm, 并按最后一次的变形平均值计算弹性模量.

弹性模量按下式计算:

$$E_c = (p_a - p_b)l / (A\delta), \quad (4)$$

式中: E_c 为弹性模量, MPa; p_a 为应力 $0.4f_{cp}$ 时荷载, N; p_b 为应力 0.1 MPa 时荷载, N; l 为测点标距, mm; δ 为第 5 次荷载循环时两侧变形平均值, mm.

1.3 基本力学性能试验结果

陶粒泡沫混凝土试验统计结果按照密度和强度等级进行划分(表 4). 首先将陶粒泡沫混凝土立方体试块干密度按照表 2 划分为 700、800、900 密度等级, 强度等级参照文献[18]中立方体抗压强度标准值确定, 划分为 ACC 5.0(700、800)以及 ACC 7.5(800、900)级. 参照相应文献[20]在混凝土强度质量控制中, 除须考虑所生产的混凝土强度质量的

稳定性之外, 还必须考虑符合设计要求的 95% 强度保证率.

2 基本力学性能相关性规律分析

2.1 强度分布规律统计及分析

分别对陶粒泡沫混凝土的立方体抗压强度和抗拉强度进行概率分布分析. 参考对比 C50 普通混凝土, 图 4(a)直方图包含 301 个普通混凝土样本, 采用正态分布拟合抗压强度, 拟合判定系数 $R^2 = 0.940$, 拟合结果误差相对明显. 图 4(b)立方体抗压强度直方图中共包含 1 048 个陶粒泡沫混凝土样本, 显示强度在 6.0~7.0 MPa 范围内样本占比最高, 小于 6.0 MPa 增长率较陡, 而大于 7.0 MPa 下降趋势较慢. 分别采用 Bigaussian、Gauss 及 LogNormal 曲线对抗压强度概率分布进行数据拟合. 对比分析, LogNormal 拟合曲线判定系数 R^2 高达 0.997, 表明陶粒泡沫混凝土的抗压强度概率分布相对更加服从对数正态分布. 图 4(c)中劈裂抗拉强度直方图中共包含 801 个陶粒泡沫混凝土试块样本, 抗拉强度在 0.8~1.1 MPa 范围内样本占比都较高, 小于 0.8 MPa 后变化率较陡, 而大于 1.0 MPa 下降趋势较缓慢. 根据拟合曲线显示, Bigaussian 拟合曲线判定系数 R^2 值为 0.982, 相比较立方体抗压强度, 陶粒泡沫混凝土抗拉强度概率分布相对更加服从双高斯曲线分布.

2.2 立方体抗压强度与密度统计规律

陶粒泡沫混凝土试块的干密度与 28 d 立方体抗压强度的样本分布特征如图 5 所示. 试块抗压强度整体随着干密度的增大而提高, 按照陶粒泡沫混凝土的强度和质量等级进行划分, 以 $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 干密度值为竖向分界线, 以 7.5 MPa 抗压强度值为

表 4 试验结果			MPa
试验项目	等级	试验平均值	标准值
立方体抗压强度	ACC 5.0	6.24	5.36(0.14)
	ACC 7.5	8.58	7.45(0.13)
立方体劈裂强度	ACC 5.0	0.88	0.79(0.12)
	ACC 7.5	1.17	1.06(0.12)
轴心抗压强度	ACC 5.0	5.79	4.52(0.23)
	ACC 7.5	7.72	6.27(0.19)
弹性模量	ACC 5.0	7 563	6 150
	ACC 7.5	9 900	7 800

注: 标准值括号内为变异系数(无量纲).

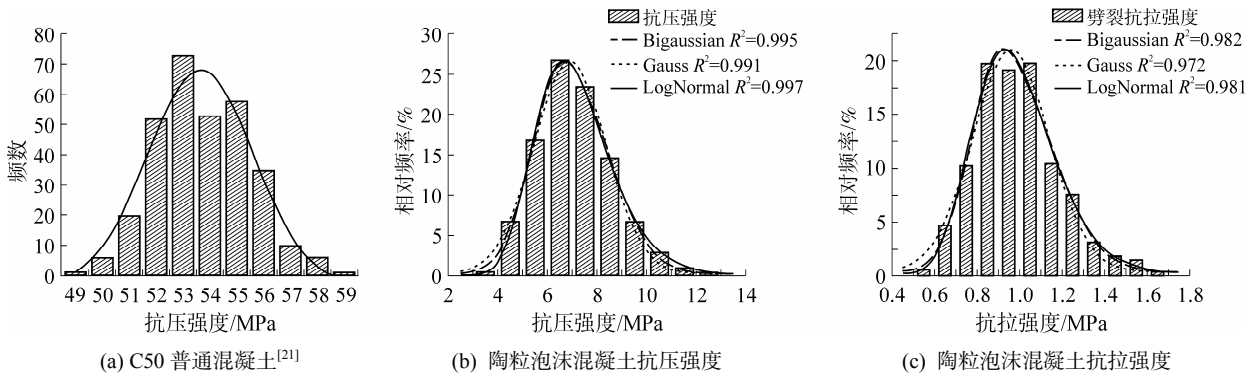


图 4 立方体强度分布规律统计图

横向分界线,图中共1048个试验样本数据。其中,左下侧区域密度小于 $850\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 、抗压强度小于 7.5 MPa 的ACC 5.0(700、800)样本共634个,占总体样本的60.5%,样本集中抗压强度值较为稳定;该区域样本随着干密度的增大,立方体抗压强度的提升较为缓慢。横线上方区域为ACC 7.5(800、900)等级陶粒泡沫混凝土,共364个样本数据,占总体样本的34.7%,其中800等级占比21.6%,900等级占13.1%。图中右下侧存在少部分异常数据,强度低于 7.5 MPa ,但密度大于 $850\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 样本约50个,占总体样本的4.7%。

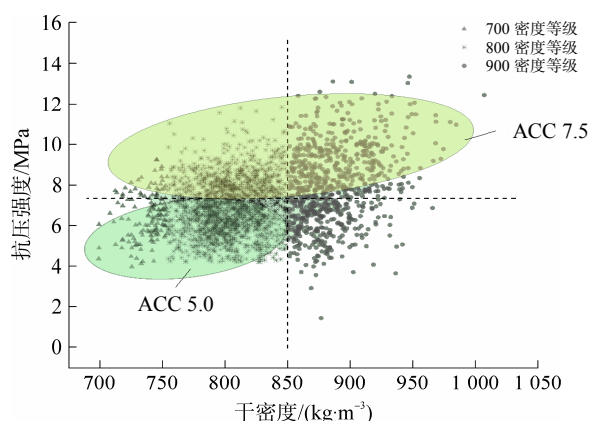


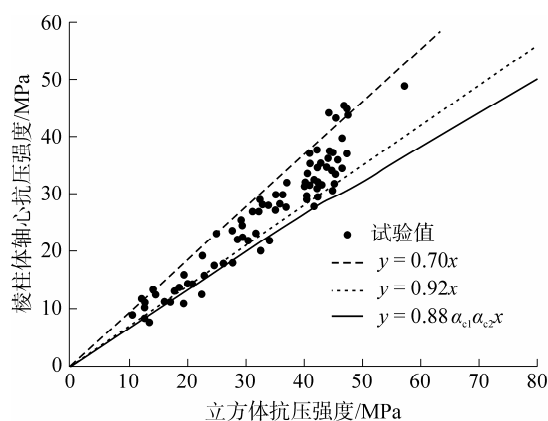
图5 陶粒泡沫混凝土抗压强度—干密度分布

2.3 轴心抗压强度与立方体抗压强度统计规律

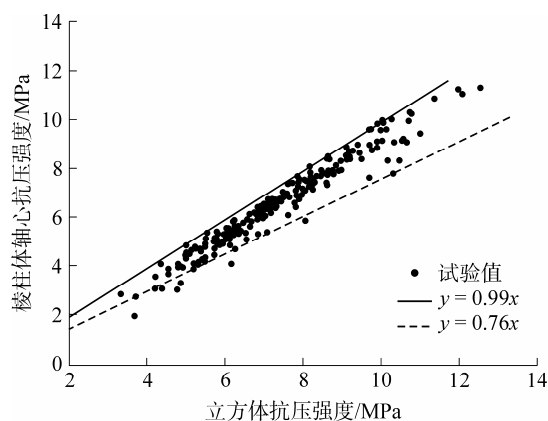
陶粒泡沫混凝土的轴心抗压强度试验过程易受到试样及加载等多种因素影响。因此,棱柱体轴心抗压强度与立方体抗压强度之间的换算关系存在一定的不确定性和不唯一性。根据276块样本多次试验数据得出的关系,结果如图6(b)所示,两者整体表现为典型线性关系,线性关系换算系数在 $0.76\sim 0.99$ 范围,拟合结果 $y = 0.76 - 0.99x$ 。对比普通混凝土的拟合结果 $y = 0.70 - 0.92x$,可见陶粒泡沫混凝土轴心抗压强度与立方体抗压强度相关性跟普通混凝土差别不大,系数基本吻合,但从图6(a)和图6(b)中样本散点分布情况来看,陶粒泡沫混凝土样本分布较为集中。

2.4 立方体抗拉强度与抗压强度关系

分析陶粒泡沫混凝土抗拉强度与抗压强度统计规律的样本共801块,相关换算关系如图7所示,试验数据分布边缘存在个别数据一定程度的离散。参照图7(a)所示普通混凝土的抗拉强度与抗压强度变化关系,对比两种普通混凝土拟合曲线 $y =$



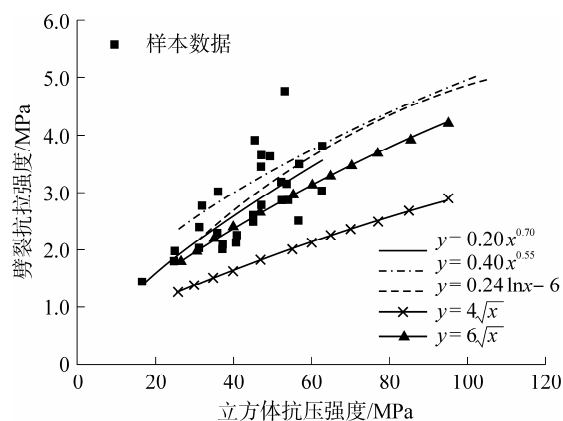
(a) 普通混凝土^[22]



(b) 陶粒泡沫混凝土

图6 棱柱体轴心抗压强度—立方体抗压强度关系

$0.20x^{0.70}$ 及 $y = 0.40x^{0.55}$,同时对比拟合曲线下线斜率为4以及上线斜率为6的拟合区间,拟合曲线均采用幂函数关系,图7(b)显示曲线范围为 $y = 0.24x^{0.61}$ 和 $y = 0.40x^{0.59}$,可见陶粒泡沫混凝土立方体抗拉强度与立方体抗压强度基本跟普通混凝土差别不大。按照陶粒泡沫混凝土等级划分中抗压与抗拉标准值为基础区分图中样本数据,以 7.5



(a) 普通混凝土^[23]

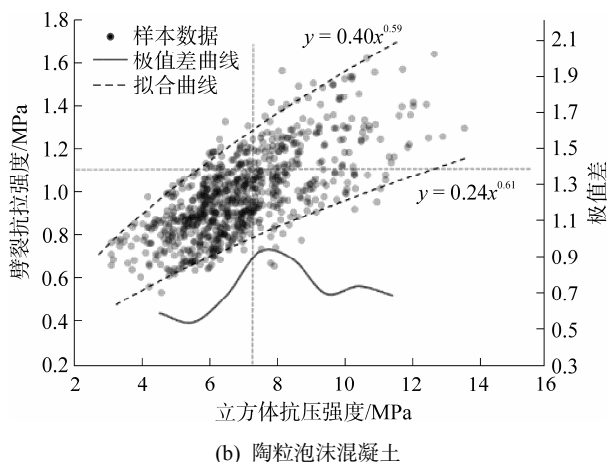


图7 立方体抗拉与抗压强度关系

MPa 抗压强度值为竖向分界线,以 1.1 MPa 抗拉强度值^[18]为横向分界线,并通过指定区间内样本极值差来描述样本的离散性.图 7(b)左下方区域陶粒泡沫混凝土试块的劈裂抗拉强度和抗压强度都较为稳定,样本分布明显集中;立方体抗压强度在 5.0~6.0 MPa 区间内,对应的抗拉强度极值差较小且相对稳定;随着抗压强度的增大,抗拉强度增长趋势较为明显.图 7(b)竖线右侧陶粒泡沫混凝土试块的样本分布离散性相对较大,在指定抗压强度区间内,抗拉强度极值差距较大,且随着立方体抗压强度的提高,抗拉强度增长趋势相对逐渐变缓.

3 结论

陶粒泡沫混凝土兼具良好的轻质、保温和一定程度良好的力学性能,是满足节能环保新型轻质建筑墙板的理想材料.鉴于陶粒泡沫混凝土力学性能统计规律,本文通过陶粒泡沫混凝土基本力学性能的试验统计分析可知:

(1)与普通混凝土相比,陶粒泡沫混凝土的立方体抗压强度更具代表性地服从对数正态统计分布,立方体劈裂抗拉强度则相对较好地服从双高斯统计分布.

(2)陶粒泡沫混凝土的立方体抗压强度值与干密度总体呈现二次曲线变化关系,当立方体抗压强度小于 7.5 MPa、干密度小于 $850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 时,立方体抗压强度随干密度增大而提升,但较为缓慢;当密度超过 $850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 后,立方体抗压强度随干密度的提高而增大且较明显,但样本分布相对分散.

(3)陶粒泡沫混凝土的棱柱体抗压强度与立方体抗压强度值的换算关系相对稳定,且表现为典型的线性变化关系,说明陶粒泡沫混凝土材料可应用于板材进行相关结构设计.

(4)当立方体抗压强度不超过 7.5 MPa 时,劈裂抗拉强度值随抗压强度的增大而稳定提高;其中,当立方体抗压强度在 5.0~6.0 MPa 区间内,抗拉强度极值差较小且相对稳定;当立方体抗压强度超过 7.5 MPa 时,劈裂抗拉强度提高不明显且样本分散不稳定.

参考文献:

- [1] IBRAHIM I A, ÖTVÖS T, GILMANOVA A, et al. International energy agency[C]//WOUTER J. International encyclopaedia of laws. Alphen aan den Rijn, NL: Kluwer Law International, 2021.
- [2] 侯恩哲.《中国建筑节能年度发展研究报告 2022(公共建筑专题)》发行[J]. 建筑节能(中英文), 2022, 50(4):146.
- [3] 胡瑛莉. 粉煤灰页岩陶粒泡沫混凝土物理力学与导热性能研究[J]. 化学与粘合, 2023, 45(2):97-100, 113.
- [4] KEARSLEY E P, WAINWRIGHT P J. Porosity and permeability of foamed concrete[J]. Cement and Concrete Research, 2001, 31(5):805-812.
- [5] MASTALI M, KINNUNEN P, ISOMOISIO H, et al. Mechanical and acoustic properties of fiber-reinforced alkali-activated slag foam concretes containing lightweight structural aggregates[J]. Construction and Building Materials, 2018, 187:371-381.
- [6] ARUN K M, PRASANNA K, CHINNA R C, et al. Bond strength of autoclaved aerated concrete manufactured using partial replacement of flyash with fibers: a review [J]. Materials Today: Proceedings, 2022, 65:581-589.
- [7] QU X L, ZHAO X G. Previous and present investigations on the components, microstructure and main properties of autoclaved aerated concrete: a review[J]. Construction and Building Materials, 2017, 135:505-516.
- [8] WANG Y S, QIU J P, ZENG C. Shrinkage and strength properties of coal gangue ceramsite lightweight aggregate concrete[J]. Advances in Materials Science and Engineering, 2020, 2020:3575709.
- [9] GENCEL O, BALCI B, BAYRAKTAR O Y, et al. The effect of limestone and bottom ash sand with recycled fine aggregate in foam concrete[J]. Journal of Building Engineering, 2022, 54:104689.
- [10] SCHUMACHER K, SAMMANNSHAUSEN N, PRITZEL

- C, et al. Lightweight aggregate concrete with an open structure and a porous matrix with an improved ratio of compressive strength to dry density[J]. Construction and Building Materials, 2020, 264:120167.
- [11] WANG Q X, SHI Y X, SHI J B, et al. An experimental study on thermal conductivity of ceramsite cellular concrete[C]//International Conference on Structural, Mechanical and Materials Engineering (ICSMME2015). Paris, France, Atlantis Press, 2015.
- [12] WANG X J, LIU L, ZHOU H Y, et al. Improving the compressive performance of foam concrete with ceramsite: experimental and meso-scale numerical investigation[J]. Materials & Design, 2021, 208:109938.
- [13] 秦程. 陶粒泡沫混凝土的制备与性能研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2018.
- [14] 田雨泽, 耿玲, 李娜. 基于正交设计的陶粒泡沫混凝土配合比试验研究[J]. 混凝土, 2017(12):169-172.
- [15] 鹿健良, 孙晶晶. 陶粒泡沫混凝土配合比试验研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2012(9):60-62.
- [16] 孙文博, 李家和, 张志春. 陶粒泡沫混凝土强度及其影响因素研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 2002, 35:79-83.
- [17] 易秋, 陈红鸟, 曾洲, 等. 陶粒泡沫混凝土力学性能试验研究[J]. 施工技术, 2018, 47(14):114-117.
- [18] GB/T 11969—2020. 蒸压加气混凝土性能试验方法[S].
- [19] 曾欢. 蒸压粉煤灰-砂加气混凝土应力—应变本构关系及其砌体力学性能试验研究[D]. 湖南: 长沙理工大学, 2013.
- [20] GB 55008—2021. 混凝土结构通用规范[S].
- [21] 陆志扬, 沈明燕. C50 混凝土推定抗压强度的概率统计分析[J]. 江西建材, 2015(13):9-10.
- [22] 杨三强, 麻海燕, 余红发, 等. 碱式硫酸镁水泥混凝土力学性能试验研究[J]. 硅酸盐通报, 2016, 35(8):2548-2555.
- [23] 何渐渐, 张延赫. 粉煤灰混凝土轴心抗拉强度与立方体抗压强度关系的试验研究[J]. 工业建筑, 2017, 47(4):130-133.

Statistical analysis on the basic mechanical properties of aerated ceramsite concrete

RAO Chaomin¹, LIANG Zhewei¹, ZHU Yuanchen¹, LÜ Fei², WANG Jianmin^{1,3}

(1.School of Civil & Environmental Engineering and Geography Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Ningbo Prike Construction Technology Co., Ltd., Ninghai 315211, China; 3.Zhejiang Provincial Engineering

Research Center for the Safety of Pressure Vessel and Pipeline, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The requirements on lightweight, structural strength, and high stability on material properties have to be met for aerated ceramsite concrete (ACC) when using as insulation material in building's exterior wall or the prefabricated wall panels. In this paper, several batches of ceramsite foam concrete were prepared by physical foaming with ceramsite from building waste soil as aggregate, the probability distribution of cube compressive strength, basic mechanical property parameters and their relationships of ceramsite foam concrete are studied by test statistics. The results indicate that, the cubic compressive strength preferably follows a logarithmic normal distribution that the coefficient of fitting determination is up to 0.997. A good linear relationship exists between the axial compressive strength and the cubic compressive strength, and the conversion factor is between 0.76–0.99. Comparatively, the splitting tensile strength and cubic compressive strength exhibits a power function relationship. Analyzing from the whole samples, the cubic compressive strength stably remains from 5.9–7.6 MPa. In addition, the dispersion of tensile strength values is relatively smaller for samples that the cubic compressive strength value is not more than 7.5 MPa.

Key words: aerated ceramsite concrete; mechanical property; statistic characteristic; compressive strength; tensile strength

(责任编辑 章践立)