

文章编号:1671-6833(2007)03-0009-03

再生混凝土多孔砖砌体抗压强度试验研究

刘立新¹, 胡新安¹, 谢丽丽², 杨薇薇¹

(1. 郑州大学 土木工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 综合设计研究院, 河南 郑州 450002)

摘要: 通过24个用再生混凝土多孔砖砌筑的标准试件的抗压试验, 讨论再生混凝土多孔砖砌体的裂缝发展特点和破坏特征; 根据24个试件的抗压试验结果, 讨论骨料中碎混凝土的掺量和砌筑砂浆的强度对砌体抗压强度的影响, 最后建立抗压强度建议计算公式。

关键词: 再生混凝土多孔砖; 砌体结构; 抗压强度

中图分类号: TU 362 **文献标识码:** A

0 前言

建筑垃圾的主要成份是废弃的混凝土块和碎砖块, 我国再生骨料混凝土的开发晚于发达国家, 近年来政府对建筑垃圾的循环再利用高度重视, 建设部已将“建筑废渣综合利用”列于1997年科技成果重点推广项目^[1-2]。在参考国内外文献和结合我省实际情况基础上, 提出利用废弃的碎砖、碎混凝土制造再生混凝土多孔砖。这种砖的生产成本低于同型号的黏土砖^[3]。

笔者使用的再生混凝土多孔砖是委托鹤壁市某砖厂生产的KP1型砖, 边长尺寸为240 mm × 115 mm × 90 mm, 设两排共8个孔洞, 孔洞率 > 25%。砖的类别按骨料分为4类, I为100%碎砖, II为100%碎混凝土, III为2/3碎混凝土, 1/3碎砖, IV为1/3碎混凝土, 2/3碎砖。经随机抽样, 测得以上4种砖的强度分别为9.90、10.49、9.92、9.36 MPa。笔者通过对24个用再生混凝土多孔砖砌筑的标准试件进行抗压试验, 分析其受压承载力特点及变化规律, 给出了再生混凝土多孔砖砌体抗压强度的建议公式。

1 试验研究

1.1 试件制作及加载方案

抗压试验的试件共24个, 分为8组(每组3个), 分别采用M5、M7.5、M10的混合砂浆砌筑, 为便于对数据进行对比和分析, 我们测定了各组

试件的砌筑砂浆强度, 得到A、B、C3组砂浆实测抗压强度, 平均值分别为4.94、7.44、9.94 MPa。试件截面尺寸为240 mm × 370 mm, 高度为7皮砖, 加上下各10 mm厚的1:3水泥砂浆抹面, 总厚度710 mm, 高厚比2.95^[4], 如图1所示。抗压试件方案见表1。

表1 再生混凝土多孔砖砌体的抗压试验方案

Tab.1 Experimental scheme of the compressive strength of recycled aggregates concrete perforated bricks masonry

多孔砖 类别	砖强度 /MPa	砂浆编号		
		A(M4.94)	B(M7.44)	C(M9.94)
I	9.90	√	√	—
II	10.49	√	√	—
III	9.92	—	√	√
IV	9.36	—	√	√

在试件2个宽侧面的竖向中心线1/4处和2个窄侧面的中心处布置百分表, 分别测量轴向和横向的变形。试验采用物理对中, 分级加载的方法。每级的荷载, 应为预估荷载值的10%, 并在1~1.5 min内均匀加完; 恒载1~2 min后施加下一级荷载; 加载至预估破坏荷载值的80%后, 应按原定加载速度连续加荷, 直至试件破坏^[5]。

1.2 试件破坏特征

再生混凝土多孔砖砌体受压过程中, 在荷载达到开裂荷载的90%左右时, 在宽侧面的1/4附近处出现裂缝, 同时在窄侧面的中部附近也出现

收稿日期:2007-05-08; 修订日期:2007-06-14

基金项目:河南省墙改基金(2006-12)

作者简介:刘立新(1947-)男, 湖北汉川人, 郑州大学教授, 博士生导师, 主要从事混凝土结构、砌体结构基本理论及应用研究。

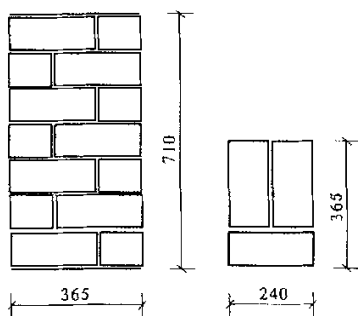


图1 试件侧面及横截面示意
Fig.1 Section details of specimen

裂缝,而后随着荷载的微弱增加,裂缝急剧发展最后贯穿整个试件,达到极限破坏状态。个别试件角部出现鼓起或掉皮现象。典型的破坏形态如图2所示。总体来看,试件表现出明显的脆性,开裂荷载接近破坏荷载。



正面 侧面

图2 破坏形态示意
Fig.2 Destructive form

2 试验结果及对比分析

试件的抗压强度由式(1)计算

$$f = N/A \quad (1)$$

式中: f 为试件的抗压强度, N/mm^2 ; N 为试件的抗压破坏荷载值, N ; A 为试件的截面面积, mm^2 。

表2列出各组试件的实测抗压强度值。由表2得到的A、B、C3组试件的实测抗压强度平均值分别为2.96、3.51和3.74 MPa。

表2 各组试件实测抗压强度

Tab.2 Compressive strength of every specimen

构件编号	破坏荷载 /kN	抗压强度 /MPa
A-I-1	246	2.85
A-I-2	249	2.84
A-I-3	254	2.90
A-II-1	267	3.05
A-II-2	304	3.47
A-II-3	230	2.63
B-I-1	288	3.30
B-I-2	210	2.40
B-I-3	200	2.26
B-II-1	352	4.09
B-II-2	456	5.25
B-II-3	314	3.59
B-III-1	316	3.65
B-III-2	348	4.01
B-III-3	310	3.58
B-IV-1	240	2.75
B-IV-2	338	3.91
B-IV-3	292	3.36
C-III-1	338	3.85
C-III-2	348	4.02
C-III-3	358	4.12
C-IV-1	284	3.25
C-IV-2	326	3.73
C-IV-3	302	3.49

2.1 试验结果分析

对于同组试件而言,各个试件强度分布的离散性决定了试验数据的可靠性。根据表2的数值求得A、B、C3组数据的变异系数分别为0.10、0.23和0.09,可知各组试件的强度具有较好的收敛性。由上述试验结果制得图3和图4。

(1)由于块体的抗压强度是决定砌体抗压强度的最主要因素,而4种再生混凝土多孔砖块体的强度有所差异,为消除这种差异,图3以 f/f_1 为纵坐标,图4以 f/f_1 的平均值为纵坐标,其中 f 为砌体抗压强度实测平均值, f_1 为再生混凝土多孔砖块体强度。

(2)砂浆强度等级也是影响砌体抗压强度的重要因素。图4表明,随着砂浆的强度提高,砌体的抗压强度(f/f_1 平均值)有明显的增长。

(3)骨料的组成对砌体抗压强度的影响。碎砖作为骨料时,配制的混凝土强度等级不是很高,只能做低强度等级的骨料。因此,骨料中碎混凝土和碎砖的比例对砌体抗压强度有较大影响。图3表明,在砂浆强度等级相同的条件下,砌体的抗压强度随着碎混凝土的掺量增加而增大。但是,当砂浆强度较低(4.94MPa)时,骨料的组成对砌体抗压强度影响不大。

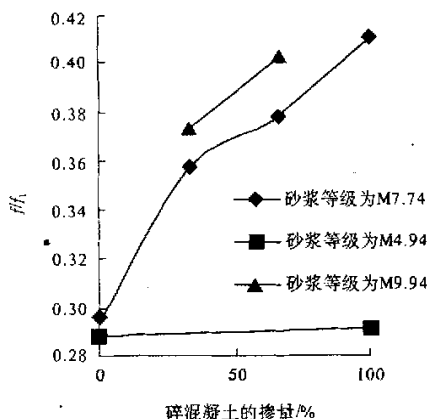


图3 骨料对砌体抗压强度的影响

Fig.3 The influence of aggregate on the compressive strength of masonry

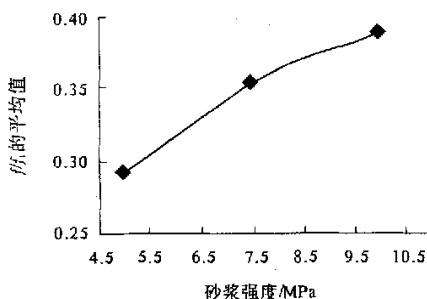


图4 砂浆强度对砌体抗压强度的影响

Fig.4 The influence of mortar on the compressive strength of masonry

2.2 抗压强度建议计算公式

我国现行《砌体结构设计规范》(GBJ3-88)中规定,砌体抗压强度平均值计算公式为:

$$f_m = k_1 f_1 (1 + 0.07 f_2) k_2 \quad (2)$$

式中: f_m 为砌体抗压强度平均值, MPa; f_1 、 f_2 分别为块体、砂浆的抗压强度平均值, MPa; k_1 、 k_2 为与块体类别及砌体类别有关的参数; k_2 为砂浆强度影响的修正系数, $k_2 = 1$ 。

对于烧结黏土砖 $k_1 = 0.78$, $\alpha = 0.5$, 由此可得相应砂浆强度等级下, MU10 等级黏土砖砌体试件的抗压强度平均值分别为 3.30、3.73 和 4.17 MPa。黏土砖砌体强度和再生混凝土多孔砖砌体强度平均值对比见表 3。

由表 3 可知, 在 3 种砂浆等级下, 再生混凝土多孔砖砌体的抗压强度均略低于黏土砖砌体, 这是因为前者是直接振动挤压成型的免烧砖。可见再生混凝土多孔砖砌体的抗压强度不能直接套用式(2), 针对本次试验, 把试验数据进行回归, 可得其抗压强度公式(3)。并把式(3)计算所得的万方数据

值列于表 3 与其它数据进行比较。

$$f_m = 0.69 f_1 (1 + 0.07 f_2) k_2 \quad (3)$$

表 4 列出了试验的实测结果与规范公式及建议计算公式比值及分析结果。

表3 砌体抗压强度对比表

Tab.3 Contrast masonry compressive strength

项目	抗压强度平均值/MPa		
	A 组	B 组	C 组
砂浆强度	4.94	7.44	9.94
多孔砖砌体强度试验值	2.94	3.54	3.74
黏土砖砌体强度计算值	3.30	3.73	4.17
多孔砖砌体强度计算值	2.92	3.31	3.69

表4 对比结果分析表

Tab.4 Analysis contrast results

取值类别	平均值	均方差	变异系数
实测值/式(2)计算结果	0.92	0.17	0.19
实测值/式(3)计算结果	1.04	0.12	0.12

由表 4 可知, 笔者的建议计算公式与试验结果符合较好, 计算结果的离散性不大, 安全储备较好, 可确保砌体在正常使用状态下不出现裂缝。

3 结论

(1) 本次试验所得到的各组试验数据是收敛的。笔者根据 24 个试件的试验结果, 讨论骨料中碎混凝土的掺量和砂浆强度对砌体抗压强度的影响: 随着碎混凝土掺量的增加, 砌体抗压强度增大; 随着砂浆等级的提高, 砌体抗压强度增大。

(2) 通过对 24 个试件的统计分析给出再生混凝土多孔砖砌体抗压强度的建议计算公式。

参考文献:

- [1] 陈道普. 废弃混凝土的再生利用 - 再生混凝土[J]. 河南建材, 2003, 2: 1.
- [2] 姚武. 绿色混凝土[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006. 100 - 102.
- [3] HAO T, LIU L, XIE L. A study on the mix design and fundamental properties of concrete perforated bricks made of recycled aggregates[C]. Nanjing: Innovation & sustainability of structures, 2005. 571 - 572.
- [4] GBJ129-90, 砌体基本力学性能试验方法[S].
- [5] GB5003-2001, 砌体结构设计规范[S].
- [6] 侯汝欣. 模数多孔砖砌体力学性能试验[J]. 四川建筑科学研究, 1998, (2): 27 - 32.

(下转第 43 页)

The Influence of Cement and Hydrated Lime on the Performance of Asphalt Mortar

Li Ping, Sun Hong - wei, Zhang Zheng - qi, Wang Bing - gang

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: This paper studies the influence of cement and hydrated lime on performance of asphalt mortar. Through the performance test of mortar in different replacement quantity, it is found that adding cement can increase softening point, viscosity decrease, and low temperature character is improved. But when the displace quantity exceeds by 60%, the improvement extent decreases, so the cement quantity should not exceed by 60%. When adding hydrated lime, the softening point and viscosity of mortar is increased notably, but low temperature performance is deteriorated from the BBR test. But when the quantity of hydrated lime is less than 20%, the influence on low temperature performance is little.

Key words: asphalt; mortar; hydrated lime; cement

(上接第11页)

Experimental Study of the Compressive Strength of Recycled Aggregates Concrete Perforated Bricks Masonry

LIU Li - xin¹, HU Xin - an¹, XIE Li - li², YANG Wei - wei¹

(1. School of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Zhengzhou University Multi Functional Design and Research Academy, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In this paper, based on the compressive tests of 24 specimens which were made of recycled aggregates concrete perforated bricks, the developing feature of crack and transfiguration law of recycled aggregates concrete perforated bricks are discussed. According to the test result, the influences of aggregate and mortar on the compressive strength of masonry are discussed. Finally the propositional calculation formula of strength of compression is established.

Key words: recycled aggregates concrete perforated brick; masonry structure; compressive strength