

文章编号:1673-9469(2008)01-0017-04

复合砂浆砌体承载性能试验研究

安新正^{1,2}, 易成², 杜瑞雪¹, 别慧中³

(1. 河北工程大学 土木工程学院, 河北 邯郸 056038; 2. 中国矿业大学 力学与建筑工程学院, 北京 100083; 3. 河南鹤煤集团设计处, 河南 鹤壁 458000)

摘要:利用人工砂、粉煤灰及水泥配制出的不同强度等级的人工复合砂浆和多孔黏土砖砌筑了三组标准抗压试件及三组标准抗剪砌体试件,并对这些标准砌体试件进行了抗压和抗剪试验。分析了人工复合砂浆砌体承载的基本性能,得到了此类砌体设计时,与规范公式中相对应的系数修正的建议值。试验结果表明,人工复合砂浆替代普通砂浆是可行的。

关键词:人工复合砂浆;砌体;修正系数;抗剪强度;抗压强度

中图分类号: TU522.3

文献标识码: A

Research on bearing behavior of masonry structure for artificial composites mortar

AN Xin-zheng^{1,2}, YI Cheng², DU Rui-xue¹, BIE Hui-zhong³

(1. College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China; 2. School of Mechanics & Civil Engineering, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China; 3. Hebi Coal Mine Group, Hebi 458000, China)

Abstract: The compressive and shearing tests of three group specimens, which were made of artificial granulated substance, coal ash and perforated bricks, were carried out. Basic mechanical behaviors of artificial synthetic sand masonry were discussed. The correction coefficient of propositional calculation formula of strength of compression and shearing was established according to the test results. The test shows that traditional mortar is substituted by artificial composites mortar.

Key words: artificial composites mortar; masonry structure; correction coefficient; shearing strength; compressive strength

我国城乡大规模工程建设的进行,推动了建筑用砂较大幅度的增长。然而,由于天然建筑用砂分布极不均衡,有些地方已经砂源枯竭,无砂可用,因此开发人工复合砂浆乃是解决问题的关键。所谓人工复合砂浆,即用人工砂料(大理石粉,粒径 $>0.25\text{mm}$ 的颗粒 $>50\%$)、粉煤灰、水泥和水按一定的比例制成的砂浆胶体。由于磁化水可有效地改善水泥的性能^[1],本文利用邯郸地区的大理石粉(粒径 $>0.25\text{mm}$ 的颗粒 $>50\%$)、粉煤灰、水泥和磁化水经试配研究,已成功配制出M7.5、M5和M2.5且具有较好塌落度的人工复合砂浆。那么,它能否满足砌筑用砂浆的基本要求呢?针对这一问题本文进行了此类砂浆砌筑的标准抗压、

抗剪砌体的试验研究和统计分析,并对文献[2]中相应的计算系数提出了修正建议。

1 试验概况

1.1 试件制备

试验中使用的抗压试件与抗剪试件的几何形状及尺寸均满足文献[3]的要求。抗压试件截面尺寸为 $240\text{mm} \times 370\text{mm} \times 720\text{mm}$,高厚比 β 为3.0,采用多孔黏土砖MU10,人工复合砂浆分别采用M7.5、M5和M2.5三个级别,分别以A-Y-1~3、B-Y-1~3、C-Y-1~3标记。每个标记组共制作3个试件。抗剪试验试件的截面尺寸为

240 mm × 370 mm, 采用多孔黏土砖 MU10, 人工复合砂浆分别采用 M7.5、M5 和 M2.5 三个级别, 全部制作成双剪试验试件, 分别以 D-J-1~6、E-J-1~6 和 F-J-1~6 来标记, 每个标记组制作 6 个试验试件。所有试验试件均依据文献[4]的要求砌筑。试件砌筑完毕后, 在自然条件下养护 28d。M7.5、M5 和 M2.5 的三组人工复合砂浆试块按每组 6 块制作, 并与抗压和抗剪试验试件在相同条件下养护 28d。为了保证人工复合砂浆强度与抗压、抗剪试验试件的同时性, 在进行抗压、抗剪试验时同时进行砂浆强度试验, 并求出砂浆实测强度值, 精确到 0.1MPa。试件的基本情况见表 1。

表 1 试件基本情况

Tab.1 The basic instance of specimens

抗压抗剪 试件编号	砖强度 (MPa)	复合砂浆 强度等级	试件 数量
A-Y-1-3	9.86	试验时确定	3
B-Y-1-3	9.86	试验时确定	3
C-Y-1-3	9.86	试验时确定	3
D-J-1-6	9.86	试验时确定	6
E-J-1-6	9.86	试验时确定	6
F-J-1-6	9.86	试验时确定	6

1.2 抗压实验

人工复合砂浆抗压强度试验, 依据标准试验方法在 150kN 的压力试验机进行, 砌体抗压试验在 2000kN 的压力试验机进行。砌体抗压试验具体步骤如下:

1) 试件的处理及就位安装方式

在已完成自然条件下养护 28d 的抗压试件的四个侧面上均画出各自的竖向中心线, 然后用大白粉将抗压系列试件刷白, 以备观察破坏过程之用。安装就位时采用几何对中。

2) 试验加载方式

抗压试验采用分级加载的方法。每级所加荷载值为估计极限荷载值的 10%。并在 1.5min 内加载完毕, 然后恒载 2min, 观察加载后试件的变化情况。观察完毕后施加下一级荷载。当加荷至预估破坏荷载值的 60% 后, 以后每级所加荷载值为估计极限荷载值的 5%, 直到加载到估计极限荷载值的 80%。然后按原定加荷速度连续加荷, 直至试件破坏。

1.3 抗剪实验

砌体抗剪试验在 150kN 的力加载系统上进

行, 其步骤如下:

1) 试件的处理及就位安装方式

对已完成自然条件下养护 28d 的抗剪试件进行剪切面尺寸的测量, 测量结果见表 2。将抗剪试件立放在试验机的下压板上, 画好试件的中心线。安装时试验机的上下压板要和试件的中心线重合, 并用中砂平铺在加载面上作为找平层, 以保持试件与试验机承压板间均匀接触。

2) 试验加载方式

所有抗剪试验均采用匀速连续加载的方法加载, 加荷速度控制在使试件 2~3min 内破坏为宜。

2 试验结果

砌体抗压、抗剪及砂浆强度测试完毕后, 应分别依据文献[2]、[3]的方法对试验中获得的各组试件的实测数据进行计算和统计整理, 在表 2 中给出了所得试验结果。

3 试验结果分析

从本次的砌体抗压实验的过程来看, A 组、B 组和 C 组系列的 9 个试件出现第一条裂缝时的荷载值为破坏荷载的 76.2~80.7%。随着施加荷载量的增加, 在试件的每个侧面的上下均出现了 1~3 条裂缝, 并不断延伸。当施加荷载量达到破坏荷载时, 裂缝贯通整个砌体试件, 并将试件劈裂成几个小立柱而使之丧失承载力, 试件呈脆性破坏。抗剪实验中无论是 D 组、E 组还是 F 组单面沿灰缝剪切破坏的占到 90% 以上, 观察剪切破坏面发现采用 M7.5 的抗剪试件中几乎所有砖体在剪切面上都留有被砂浆黏结撕下碎片的痕迹, 表现为 M5.0 以上的人工复合砂浆具有良好的黏结性, 而较低的 M2.5 的抗剪试件的剪切破坏都发生在砂浆体本身, 没有砖皮被撕下的痕迹发生。

3.1 抗压强度计算公式探讨

从表 2 可以看出 A 组、B 组和 C 组各自的抗压强度变异系数都较小, 这也表明了各组试件的试验数据是较为可靠的。依据文献[2], 对于砌体抗压强度平均值计算公式为

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

式中 f_m - 砌体抗压强度的平均值 (MPa); f_1, f_2 - 分别为砖和砂浆的抗压强度平均值 (MPa); k_1, α -

与砌体类别有关的参数。对于烧结普通砖 $k_1 = 0.78$, $\alpha = 0.5$; k_2 - 砂浆强度影响的修正系数。

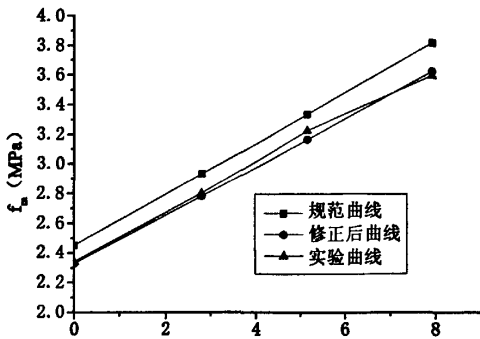
文献[3-9]建议在式(1)中取 $k_2 = 1$, 而从本次实测的砌体抗压强度数据来看, 其试验值是略低于式(1)的计算结果。假设式(1)中除 k_2 外其它系数都保持不变, 对砌体抗压试验数据进行回归分析, 得出 $k_2 = 0.95$ 。经验算与实验结果符合

较好, 计算结果的离散性也较小, 安全储备较好, 因此建议针对人工砂浆复合砌体计算抗压强度时, 应当适当降低式(1)中 k_2 的取值, 可取 $k_2 = 0.95$ 。修改后的结果与试验实测值、规范计算的比较见图1。从图1可以看出修改后的计算结果与试验实测值、规范计算值是比较接近的。

表2 主要实验成果

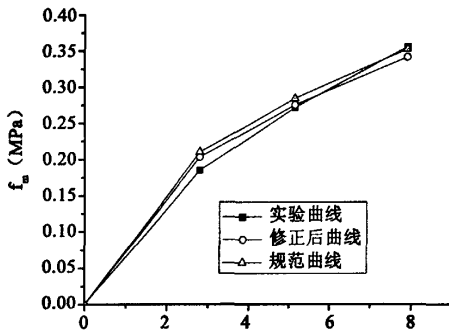
Tab.2 The main experimental results

试件 编号	试验结果			抗压/抗剪强度(MPa)		文献[1] 计算值	结果比较 实验/计算
	截面尺寸 (mm ²)	砂浆强度 (MPa)	破坏荷载 (kN)	文献[2]	平均值 (标准差)		
A-Y-1	238 × 371	2.81	251.3	2.85	2.80 (0.056)	2.93	0.956
A-Y-2	236 × 368	2.81	245.6	2.82			
A-Y-3	239 × 370	2.81	240.9	2.72			
B-Y-1	237 × 365	5.15	280.7	3.24	3.22 (0.016)	3.33	0.967
B-Y-2	236 × 366	5.15	278.1	3.22			
B-Y-3	235 × 366	5.15	275.6	3.20			
C-Y-1	235 × 366	7.92	305.6	3.55	3.59 (0.031)	3.81	0.942
C-Y-2	234 × 368	7.92	311.0	3.61			
C-Y-3	234 × 365	7.92	309.0	3.62			
D-J-1	236 × 372	2.81	33.3	0.190	0.185 (0.0084)	0.210	0.88
D-J-2	236 × 370	2.81	30.6	0.175			
D-J-3	238 × 365	2.81	29.8	0.172			
D-J-4	238 × 366	2.81	31.8	0.183			
D-J-5	236 × 370	2.81	35.0	0.200			
D-J-6	236 × 369	2.81	32.6	0.187			
E-J-1	235 × 370	5.15	45.6	0.262	0.271 (0.0179)	0.284	0.95
E-J-2	237 × 368	5.15	50.2	0.288			
E-J-3	238 × 366	5.15	45.0	0.258			
E-J-4	238 × 370	5.15	47.2	0.268			
E-J-5	240 × 369	5.15	43.9	0.248			
E-J-6	236 × 367	5.15	52.0	0.300			
F-J-1	238 × 368	7.92	71.0	0.405	0.355 (0.0021)	0.352	1.01
F-J-2	236 × 369	7.92	59.1	0.339			
F-J-3	236 × 368	7.92	56.0	0.322			
F-J-4	238 × 368	7.92	53.5	0.305			
F-J-5	236 × 370	7.92	62.2	0.356			
F-J-6	237 × 368	7.92	59.2	0.340			



人工复合砂浆强度 (MPa)

图1 抗压实验曲线与修正后曲线及规范曲线的比较
Fig.1 Comparisons on the curves of compressive test, revision and standard



人工复合砂浆强度 (MPa)

图2 抗剪实验曲线与修正后曲线及规范曲线的比较
Fig.2 Comparisons on the curves of shearing test, revision and standard

3.2 抗剪强度计算公式探讨

关于砌体抗剪强度的试验实测结果见表2。依据文献[2],砌体抗剪强度平均值可按公式(2)计算。

$$f_{v,m} = k_5 \sqrt{f_2} \quad (2)$$

k_5 是与砌筑块体类别有关的参数,当块体为多孔黏土砖时文献[1]建议 $k_5 = 0.125$ 。经对本次实测的砌体抗剪强度数据进行回归分析,得出 $k_5 = 0.121$,这样计算结果的离散性较小,与试验实测结果符合较好,建议针对此类砌体进行抗剪计算时,可取式(2)中的 $k_5 = 0.121$ 。修正后的结果与试验实测值及文献[2]计算比较接近,其结果见图2。

4 结论

1) 配制人工复合砂浆具有较好的可砌性,同时也具有较好的承载性能,完全可以替代普通砂浆应用于砌体结构。

2) 通过对人工复合砂浆抗压和抗剪试件试验数据的统计及回归分析,得到了与试验结果符合较好的修正系数取值,对指导人工复合砂浆砌体结构设计具有现实指导意义。


参考文献:

- [1] 苏胜.磁化水影响水泥性能的研究[J].河北建筑科技学院学报,2000,17(1):21-22.
- [2] GB5003-2001,砌体结构设计规范[S].
- [3] GBJ129-90,砌体基本力学性能试验方法标准[S].
- [4] GBJ203-83,砖石工程施工及验收规范[S].
- [5] 王书祥,杨新磊,任权昌.页岩多孔砖砌体力学性能的试验研究[J].新型建筑材料,2006,(3):13-15.
- [6] 郝彤,刘立新,杨广宁.再生混凝土多孔砖砌体抗压强度试验研究[J].新型建筑材料,2006(9):26-27.
- [7] 刘立新.砌体结构[M].武汉:武汉理工大学出版社,2003.
- [8] 施楚贤.砌体结构理论与设计[M].北京:中国建筑工业出版社,1989.
- [9] 唐岱新.砌体结构设计[M].北京:机械工业出版社,2003.

(责任编辑 闫纯有)

作者: [安新正](#), [易成](#), [杜瑞雪](#), [别慧中](#), [AN Xin-zheng](#), [YI Cheng](#), [DU Rui-xue](#), [BIE Hui-zhong](#)

作者单位: [安新正, AN Xin-zheng \(河北工程大学, 土木工程学院, 河北, 邯郸, 056038; 中国矿业大学, 力学与建筑工程学院, 北京, 100083\)](#), [易成, YI Cheng \(中国矿业大学, 力学与建筑工程学院, 北京, 100083\)](#), [杜瑞雪, DU Rui-xue \(河北工程大学, 土木工程学院, 河北, 邯郸, 056038\)](#), [别慧中, BIE Hui-zhong \(河南鹤煤集团设计处, 河南, 鹤壁, 458000\)](#)

刊名: [河北工程大学学报\(自然科学版\)](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF HEBEI UNIVERSITY OF ENGINEERING \(NATURAL SCIENCE EDITION\)](#)

年, 卷(期): 2008, 25(1)

参考文献(9条)

1. [苏胜](#) 磁化水影响水泥性能的研究[期刊论文]-[河北建筑科技学院学报](#) 2000(01)
2. GB 5003-2001. 砌体结构设计规范
3. GBJ 129-1990. 砌体基本力学性能试验方法标准
4. GBJ 203-1983. 砖石工程施工及验收规范
5. [王书祥](#); [杨新磊](#); [任权昌](#) 页岩多孔砖砌体力学性能的试验研究[期刊论文]-[新型建筑材料](#) 2006(03)
6. [郝彤](#); [刘立新](#); [杨广宁](#) 再生混凝土多孔砖砌体抗压强度试验研究[期刊论文]-[新型建筑材料](#) 2006(09)
7. [刘立新](#) [砌体结构](#) 2003
8. [施楚贤](#) [砌体结构理论与设计](#) 1989
9. [唐岱新](#) [砌体结构设计](#) 2003

本文读者也读过(10条)

1. [苏涛](#) 砂浆砌体强度现场检测方法的比较和适用范围研究[期刊论文]-[科技资讯](#)2008(23)
2. [祝英杰](#). [孟凡晓](#). [Zhu Yingjie](#). [Meng Fanxiao](#) 低强砂浆高强混凝土砌块砌体力学性能研究[期刊论文]-[工业建筑](#) 2007, 37(z1)
3. [赵伟](#) 砌体结构计算中砌体强度设计值的选用和调整[期刊论文]-[青海科技](#)2009, 16(1)
4. [钱晓倩](#). [程波](#). [詹树林](#) 砌筑砂浆的改性分析和试验研究[期刊论文]-[混凝土](#)2003(3)
5. [李岩](#). [孙建刚](#). [姜艳华](#). [LI Yan](#). [SUN Jian-gang](#). [JIANG Yan-hua](#) 八层大开间砌体模型结构的模态分析[期刊论文]-[大庆石油学院学报](#)2008, 32(6)
6. [孙义刚](#). [周颀](#). [SUN Yigang](#). [ZHOU Jin](#) 砌体墙-钢筋混凝土墙组合结构中两种砌体墙单元模型比较[期刊论文]-[四川建筑科学研究](#)2009, 35(4)
7. [杜永峰](#). [寇佳亮](#). [杨静成](#). [闫力](#). [赵方成](#). [DU Yong-feng](#). [KOU Jia-liang](#). [YANG Jing-cheng](#). [YAN Li](#). [ZHAO Fang-cheng](#) 纤维砂浆加固多孔砖砌体墙片抗震性能试验研究[期刊论文]-[兰州理工大学学报](#)2009, 35(3)
8. [陈大川](#). [尚守平](#). [CHEN Da-chuan](#). [SHANG Shou-ping](#) 竖向荷载差作用下多层砌体房屋顶层裂缝行为研究[期刊论文]-[湖南大学学报\(自然科学版\)](#)2007, 34(3)
9. [李悦杰](#). [李家和](#) 混凝土砖专用砂浆的试验研究[期刊论文]-[低温建筑技术](#)2010, 32(8)
10. [谢丽丽](#). [刘立新](#). [薛鹏飞](#) 改性砂浆砌体抗剪强度的试验研究[会议论文]-2005

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hbjzkjxyxb200801005.aspx