

文章编号: 1674-9057(2014)03-0484-04

doi:10.3969/j.issn.1674-9057.2014.03.012

再生混凝土墙体墙梁受力性能分析

张敏, 邹传龙^b, 周京^b, 李鹏辉^b, 杨惠君^b, 赵胜华

(桂林理工大学 a. 广西岩土力学与工程重点实验室; b. 土木与建筑工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 通过3组不同强度等级的再生碎砖混凝土浇筑上部墙体的墙梁、1组烧结砖和砂浆砌筑上部墙体的墙梁试验, 研究了再生混凝土墙体墙梁的破坏荷载、应力应变、裂缝、挠度等力学特点。试验结果表明: 再生碎砖混凝土墙梁开裂荷载与极限荷载比普通墙梁有所增大; 墙梁上部墙体的强度是影响再生碎砖混凝土开裂荷载的重要因素, 且其对墙梁的极限荷载也有一定影响; 与传统墙梁一样, 再生碎砖混凝土墙梁的托梁也为偏心受拉构件; 再生碎砖混凝土墙梁的刚度比普通砖砌筑墙梁大, 且随上部墙体再生碎砖混凝土强度的增大而增大。

关键词: 再生碎砖混凝土; 力学性能; 墙梁; 刚度

中图分类号: TU375.62

文献标志码: A

国内外专家学者对传统的墙梁已有较多的研究^[1-4], 随着新型建筑材料的出现, 一些新型墙梁结构被提出, 并对其进行了一些研究, 齐甦等研究得出钢纤维能提高墙梁结构的开裂荷载和极限破坏荷载, 也能够增大墙梁的延性, 减小构件裂缝宽度^[5]; 聂维中等指出钢纤维体积率与结构开裂荷载、破坏荷载、钢筋应变、混凝土应变、裂缝形式有相关关系^[6]; 敬登虎等提出钢板-砖砌体组合托梁的抗弯刚度相对上部墙体平面内刚度的系数明显增大^[7]; 丁大钧对混凝土砌块砌筑墙梁及其组合作用进行了研究, 并对国家现行规范中的计算方法提出探讨和建议^[8]。但是对于上部墙体为再生混凝土浇筑的简支墙梁的研究还很少, 尤其是对于用再生碎砖混凝土的墙梁尚无人涉及, 再生碎砖混凝土墙梁指上部墙体由碎砖混凝土浇筑, 下部托梁用普通混凝土浇筑组合而成的结构。由于再生碎砖混凝土墙梁的上部墙体由碎砖混凝土浇筑而成, 其抗压强度比普通烧结砖强度大, 并且上部墙体与托梁的粘结力增强, 必

然会引起结构力学性能的改变。本文通过对再生碎砖混凝土简支墙梁的受力试验, 期望为此再生新型墙梁提供有力的设计依据。

1 试验部分

1.1 试件设计

试验浇筑4组试件, 其尺寸详见图1。其中托梁混凝土设计强度为C25, 托梁纵向钢筋采用4 ϕ 14, 托梁箍筋采用 ϕ 6@200; 上部墙体结构中, 分别采用强度等级C4、C7、C10的再生碎砖混凝土、MU10的粘土砖和强度等级为M10水泥砂浆砌筑。

1.2 试件制作

上部墙体混凝土分别按表1中C4、C7、C10的配合比进行配置, 标准条件养护后, 试验测得其抗压强度平均值为10.2、13.5、17.2 MPa。下部托梁按《普通混凝土配合比设计规程》^[9]中C25标准进行配置。各墙梁详细的材料性能指标如表2所示。

收稿日期: 2013-12-30

基金项目: 广西自然科学基金项目(2012GXNSFGA060001; 2011GXNSFBA118259); 广西岩土力学与工程重点实验室项目(11-cx-04); 广西矿冶与环境科学实验中心项目(KH2013ZD008)

作者简介: 张敏(1980—), 男, 博士, 副教授, 结构工程专业, emailzm@126.com。

引文格式: 张敏, 邹传龙, 周京, 等. 再生混凝土墙体墙梁受力性能分析[J]. 桂林理工大学学报, 2014, 34(3): 484-487.

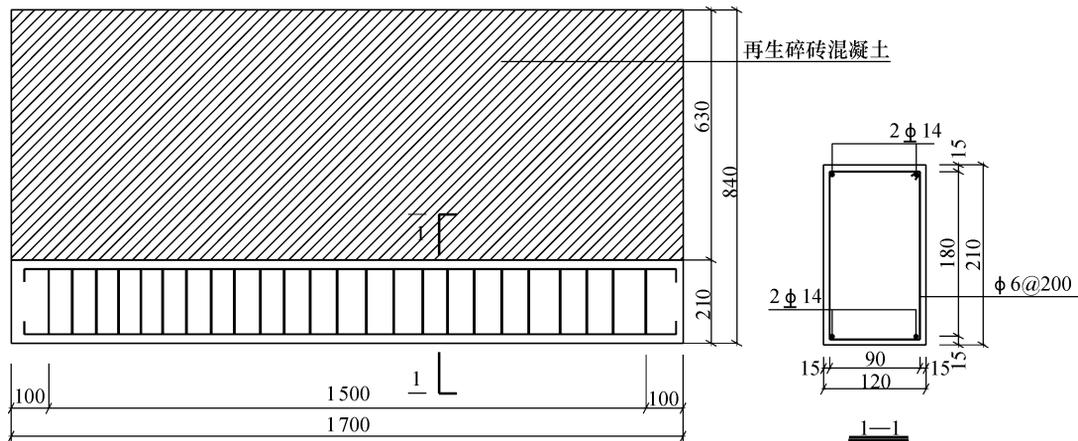


图1 墙梁试件构造

Fig. 1 Structure of wall-beam specimen

表1 墙梁上部墙体混凝土试验配合比

Table 1 Mixing ratio of upper wall aggregate concrete

目标强度等级	水胶比	砂率/%	kg/m ³			
			水泥	碎砖骨料	砂	水
C4	0.63	35	222.3	1 044.85	562.61	257.99
C7	0.54	35	259.3	1 015.18	546.63	256.34
C10	0.48	35	291.7	989.22	532.66	254.9

注：根据文献 [10-12] 进行配合比设计，其中碎砖骨料的粒径 10~40 mm，表观密度为 2 266 kg/m³，吸水率为 5.55%，压碎指标为 23.1。

1.3 试验设备及加载方法

采用 YAW-500 型电液伺服长柱试验机对墙梁构件进行加载试验，并在试件上放置钢梁以形成均布荷载形式进行加载（图 2）。在墙梁底部跨中和试件两端上方（支座位置）各安装一个 10 mm 量程百分表，对墙梁的挠度进行测量；按照《混凝土结构试验方法标准》^[13] 中的试验加载要求进行加载。

1.4 试验现象

4 组试件裂缝产生和发展情况相似（图 3），在跨中部位的托梁底部首先出现垂直裂缝，其分

布较为分散，宽度在 0.2~0.5 mm，且随着上部墙体强度的增大其发展高度增加越靠近托梁与墙体的分界面。接着在托梁的靠近支座部位出现由下至上的斜裂缝，斜裂缝与水平方向呈 70°~80°角，荷载增加，裂缝宽度逐渐增大并向上发展，穿透托梁与墙体的分界面，上部墙体出现裂缝，随着荷载的增加继续向上发展、贯通，整个构件破坏。

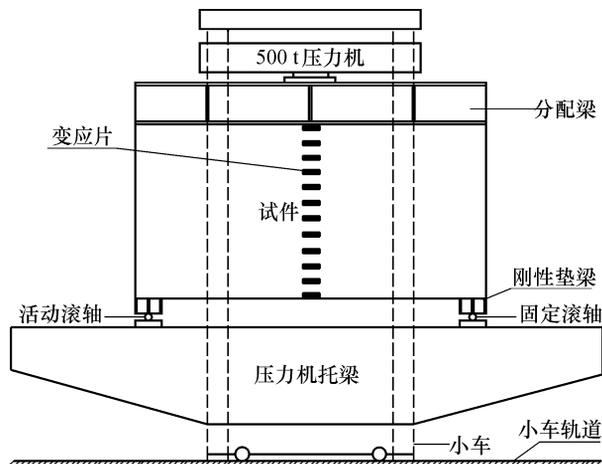


图2 墙梁加载示意图

Fig. 2 Loading chart of wall-beam

表2 各墙梁详细的材料性能指标

Table 2 Material properties of the wall-beam in detail

试件编号	抗压强度				梁钢筋屈服强度	托梁钢筋抗拉强度
	上部墙体再生碎砖混凝土	托梁混凝土	普通砖 (MU10)	砂浆 (M10)		
WB-OB-1	-	27.2	13.5	12.8	370	572
WB-RC-2	10.2	27.2	-	-	370	572
WB-RC-3	13.5	27.2	-	-	370	572
WB-RC-4	17.2	27.2	-	-	370	572



图3 再生碎砖混凝土墙体墙梁试件裂缝
Fig. 3 Cracks of the wall-beam specimen of the recycled brickbat aggregate concrete

2 试验结果分析

2.1 竖向承载力分析

试验各墙梁的下部托梁开裂荷载和整个结构的极限荷载试验结果如表3所示,结果显示再生碎砖混凝土墙体墙梁的托梁开裂荷载和整个结构的极限荷载比普通墙体墙梁有所增加,且托梁的开裂荷载增加明显,整个结构的极限荷载增加较小。墙梁上部墙体的强度是影响再生碎砖混凝土墙梁开裂荷载的重要因素:当再生碎砖混凝土强度较低时(C4),其托梁开裂荷载偏低,当上部墙体的混凝土强度较高(C7和C10),结构的托梁开裂荷载增长较小。但是上部墙体的强度对再生碎砖混凝土墙梁的极限荷载影响较小,依然随着墙体强度的增加而增加。

2.2 托梁纵向钢筋应变分析

如图4和图5所示:各组试件下部托梁中的纵向钢筋都发生正应变,在同一荷载作用下托梁下部钢筋应变比上部略大,表明结构下部托梁偏心受拉。4组墙梁构件托梁上、下部纵向钢筋应变的变化规律在整个加载过程中变化相似。在加载初期,钢筋应变呈线性,随上部墙体强度的增加应变增加

的幅度增大;由于混凝土自身承担一定的拉应力,当托梁出现裂缝,混凝土承受的拉应力转移到纵向钢筋,钢筋应变发生突变,钢筋进入弹塑性阶段,由于再生混凝土墙体墙梁的托梁属于偏心受拉构件,上部钢筋和下部钢筋应变相差增大,当荷载增加到结构出现上下贯通的斜裂缝时,荷载不再继续增长,构件发生剪切破坏,钢筋未屈服。

2.3 挠度分析

如图6所示,4组墙梁试件的荷载-跨中挠度曲线走向大致相似,基本可分为加载到构件出现裂缝和试件开裂到构件破坏两个阶段:第1阶段,在加载初期,试件还未开裂,结构处于弹性变形阶段,

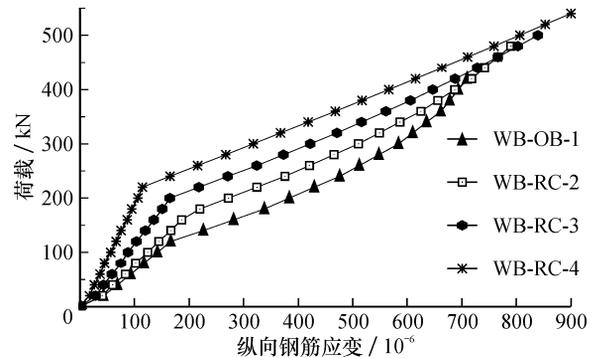


图4 上部钢筋应变对比

Fig. 4 Strain contrast of upper reinforcement

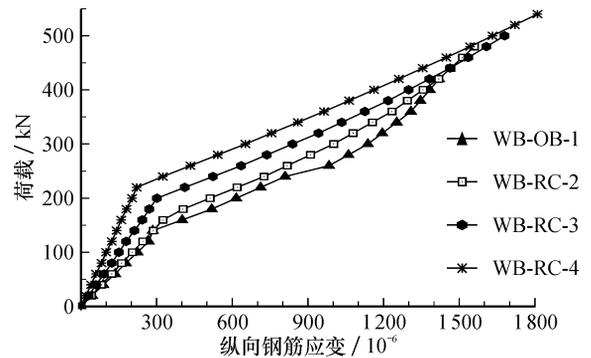


图5 下部钢筋应变对比

Fig. 5 Strain contrast of lower reinforcement

表3 墙梁的下部托梁开裂荷载和整个结构极限荷载试验结果

Table 3 Test results of the cracking load in the lower joist and ultimate load of the entire structure

试件编号	托梁开裂荷载/kN	墙梁极限荷载/kN	较普通墙梁提高比例/%		较C4再生碎砖混凝土墙梁提高比例%	
			托梁	墙梁	托梁	墙梁
WB-OB-1	119	437	0	0	-	-
WB-RC-2	156	488	31.1	11.7	0	0
WB-RC-3	204	515	71.4	17.8	30.7	5.5
WB-RC-4	221	553	85.7	26.5	41.6	13.3

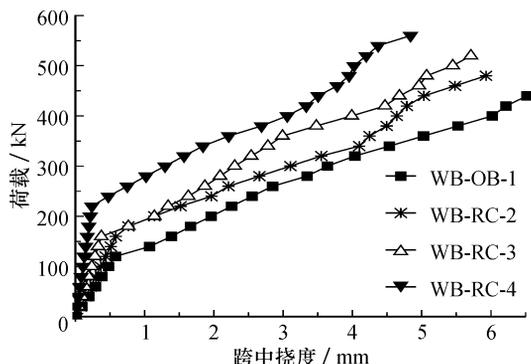


图6 全部墙梁试件荷载-跨中挠度曲线

Fig. 6 Load-middle span deflection curve of all the wall-beam specimens

挠度随着荷载的增加近似呈线性变化,且挠度增长缓慢;第2阶段,在构件开裂之后到构件破坏,由于裂缝的存在,挠度发生了突变,其增长幅度变大,不再为线性变化。在同一级别荷载下,相对于普通砖砌筑的墙梁,再生混凝土墙体墙梁的跨中挠度较小,上部墙体强度较高的再生碎砖混凝土比墙体较低的再生碎砖混凝土的跨中挠度小,说明由于上部墙体材料弹性模量的增大,墙梁的截面抗弯刚度增大,致使挠度相应减小。

3 结论

- (1) 再生碎砖混凝土墙体墙梁中托梁的开裂荷载和整个结构的极限荷载均比普通墙梁的要高;
- (2) 再生碎砖混凝土墙梁的上部墙体强度是影响

下部托梁开裂荷载的重要因素,且其对墙梁的极限荷载也有一定影响;(3)与普通墙梁一样,再生碎砖混凝土墙体墙梁的托梁也为偏心受拉构件;(4)再生碎砖混凝土墙体墙梁刚度比普通砖砌墙梁大,且随上部墙体再生碎砖混凝土强度的增大而提高。

参考文献:

- [1] GB 50003—2001, 砌体结构设计规范 [S].
- [2] 龚绍照. 新砌体结构设计规范关于墙梁设计内容的修订 [J]. 建筑结构, 2003, 33 (6): 62-72.
- [3] 齐良锋. 单跨简支无洞口墙梁内力计算方法 [J]. 西安科技学院学报, 2000, 20 (2): 117-121.
- [4] 齐良锋. 单跨简支开洞墙梁内力计算方法的研究 [J]. 西安科技学院学报, 2000, 20 (4): 311-314.
- [5] 齐胜, 柯婧, 肖凡. 钢纤维混凝土简支墙梁力学性能试验和有限元分析 [J]. 湖南科技大学学报, 2010, 25(4): 69-73.
- [6] 聂维中, 郭声波. 钢纤维混凝土墙梁试验研究 [J]. 国外建材科技, 2008, 29 (6): 74-81.
- [7] 敬登虎, 曹双寅, 吴婷. 钢板-砖砌体组合墙梁的试验研究与分析 [J]. 土木建筑环工程, 2012, 34(5): 33-41.
- [8] 丁大钧. 用混凝土砌块砌筑墙梁的组合作用 [J]. 四川建筑科技研究, 2005, 31 (6): 1-2.
- [9] JGJ 55—2011, 普通混凝土配合比设计规程 [S].
- [10] 邢振贤, 刘利军, 王静, 等. 碎砖骨料再生混凝土配合比研究 [J]. 再生资源研究, 2006 (2): 38-40.
- [11] 赵玉青, 邢振贤. 超细粉煤灰配制碎砖骨料混凝土试验研究 [J]. 混凝土, 2011 (10): 142-144.
- [12] 谢玲君, 翟爱良, 翟文举, 等. 影响烧结砖瓦再生骨料混凝土强度主要因素的试验研究 [J]. 混凝土, 2012 (5): 70-73.
- [13] GB/T 50152—2012, 混凝土结构试验方法标准 [S].

Mechanical behavior of wall-beam with upper recycled aggregate concrete wall

ZHANG Min, ZOU Chuan-long^b, ZHOU Jing^b, LI Peng-hui^b, YANG Hui-jun^b, ZHAO Sheng-hua

(a. Guangxi Key Laboratory of Mechanics and Geotechnical Engineering; b. College of Civil Engineering and Architecture, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The recycled brickbat aggregate concrete and sintered brick and masonry mortar wall-beam experiment are presented. By three groups comparison of upper wall beams with different intensity grades from the experiments, mechanical characteristics of wall-beam as failure load, deflection, stress and strain, crack are investigated. The experiment shows that the cracking load and ultimate load of the recycled brickbat aggregate concrete are greater than that of the normal aggregate concrete. The strength of the upper walls is an important factor which impacts the cracking load of the recycled brickbat aggregate concrete, and influences the ultimate load of the wall-beam. The joist of recycled brickbat aggregate concrete wall-beam is also the eccentric tension member, as well as traditiond wall-beams. The stiffness of the recycled brickbat aggregate concrete wall-beam is stronger than that of the common brick masonry beam and the stiffness increases with the increasing strength of the recycled brickbat aggregate concrete upper wall-beam.

Key words: recycled brickbat aggregate concrete; mechanical property; wall-beam; stiffness