

文章编号:1001-4888(2016)03-0332-09

## T 形 RAC 短肢剪力墙抗震性能 试验与极限承载力分析<sup>\*</sup>

樊禹江<sup>1</sup>, 余滨杉<sup>2</sup>, 苗晓瑜<sup>1</sup>, 熊二刚<sup>1</sup>

(1. 长安大学, 陕西西安 710061; 2. 西安建筑科技大学, 陕西西安 710065)

**摘要:**通过对 4 个缩尺比例为 1:2 的不同再生粗骨料取代率、不同轴压比的 T 形再生混凝土 (RAC) 短肢剪力墙结构模型进行低周反复荷载作用下的抗震性能试验, 分析试验所得模型破坏形态、滞回曲线、正负向特征荷载的变化规律。结果表明, T 形 RAC 短肢剪力墙具有良好的抗震性能; 同时, 随着再生粗骨料取代率的增加, 滞回性能等指标逐渐增强, 而随着轴压比的增大, 各指标逐渐减小。最后, 通过试验结果分析, 建立了 T 形 RAC 短肢剪力墙正截面极限承载力计算公式, 并在此基础之上推导了其水平极限承载力计算公式。利用所建公式对 4 个模型水平极限承载力进行计算, 所得结果与试验结果基本吻合, 平均误差仅为 9.45%。上述结果表明: 该公式能够应用于实际 T 形 RAC 短肢剪力墙的设计计算之中。

**关键词:** 再生混凝土; T 形短肢剪力墙; 抗震性能; 极限承载力

**中图分类号:** TU317

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.7520/1001-4888-15-159

### 0 引言

随着生活水平的提高, 人们对住宅尤其是高层住宅平面与空间的要求也越来越高。普通框架结构露梁露柱、普通剪力墙结构对建筑空间的严格限制已经不能满足人们对住宅空间上的要求, 因此吸收了普通剪力墙结构和框架结构双重优点以满足人们新的住宅观念的高层住宅结构形式应运而生, 即短肢剪力墙结构<sup>[1]</sup>。短肢剪力墙结构严格的定义是指墙肢截面高度与厚度之比在 5~8 之间的剪力墙<sup>[2,3]</sup>。针对此类结构, 国内外诸多学者对其进行了大量的试验研究和理论分析, 如: 同济大学李杰等<sup>[4]</sup>针对 4 个缩尺比例为 1:3 的相同短肢剪力墙结构模型进行了低周反复荷载作用下的试验研究, 分析了侧向刚度、位移及其非线性行为。西安建筑科技大学李青宁课题组共进行了 12 片异形短肢剪力墙抗震性能试验, 结果表明: 地震作用下 L 形截面短肢剪力墙的抗震性能远差于 T 形截面短肢剪力墙<sup>[5]</sup>。J. H. Thomsen 等人<sup>[6]</sup>则基于位移等性能参数, 针对普通混凝土短肢剪力墙进行了结构抗震设计方法研究, 得出了相关实用计算方法。但目前这些研究主要集中在普通混凝土短肢剪力墙之上, 而针对再生混凝土 (RAC) 剪力墙的研究则多集中于普通剪力墙的抗震性能方面。如: 曹万林等<sup>[7,8]</sup>针对“一字型”RAC 普通剪力墙进行了低周反复荷载作用下的抗震性能试验, 结果表明: 与普通混凝土剪力墙相比, 再生混凝土高/低矮剪力墙的抗震性能略差, 且随着再生骨料掺量的增加, 再生混凝土剪力墙的性能呈下降趋势。然而针对异形 RAC 短肢剪力墙的研究却几乎处于空白。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2015-09-10; 修回日期: 2015-11-18

**基金项目:** 国家自然科学基金 (51178388), 陕西省教育厅重点实验室科研计划项目 (13JS050), 陕西省博士后科研项目资助, 陕西省工业攻关项目 (2013K07-07)

**通讯作者:** 樊禹江 (1987—), 男, 讲师, 在站博士后, 主要研究方向为混凝土结构基本理论, 新型智能材料及其在结构振动控制中的应用。

本文拟结合 RAC 材料自身性能的特点,针对异形 RAC 短肢剪力墙的抗震性能进行研究,探索相应的实用抗震设计方法,能够在有效节约大量不可再生资源的同时保护城市环境,是实施可持续发展国家战略的重要途径,因而具有重要的理论与实际工程意义<sup>[9]</sup>。本文以 1 个普通混凝土 T 形短肢剪力墙为基准,考虑再生粗骨料取代率及轴压比等因素,设计并制作了 4 个缩尺比例为 1 : 2 的 T 形 RAC 短肢剪力墙,进行了低周反复荷载作用下的抗震性能试验。对比分析各因素对于 T 形 RAC 短肢剪力墙抗震性能的影响,并建立了相应的正截面及水平极限承载力计算公式。

1 T 形 RAC 短肢剪力墙抗震性能试验设计

1.1 模型工况

本次试验共设计 4 个 T 型短肢剪力墙试件模型,缩尺比例均为 1 : 2。模型编号分别为:DT1、DT2、DT3、DT4,对应工况如表 1 所示。

表 1 模型工况  
Tab.1 Model conditions

| 模型编号 | 再生粗骨料取代率 | 轴压比 | 高厚比 |
|------|----------|-----|-----|
| DT1  | 0%       | 0.2 | 5   |
| DT2  | 50%      | 0.2 | 5   |
| DT3  | 50%      | 0.3 | 5   |
| DT4  | 100%     | 0.2 | 5   |

1.2 模型尺寸及配筋

文中 T 形 RAC 短肢剪力墙模型纵向高度 1400mm;地梁的高度为 500mm(主要起固定作用);顶部平台高 200mm,截面厚度为 100mm(方便加载而设置)。模型基本尺寸如图 1 所示。

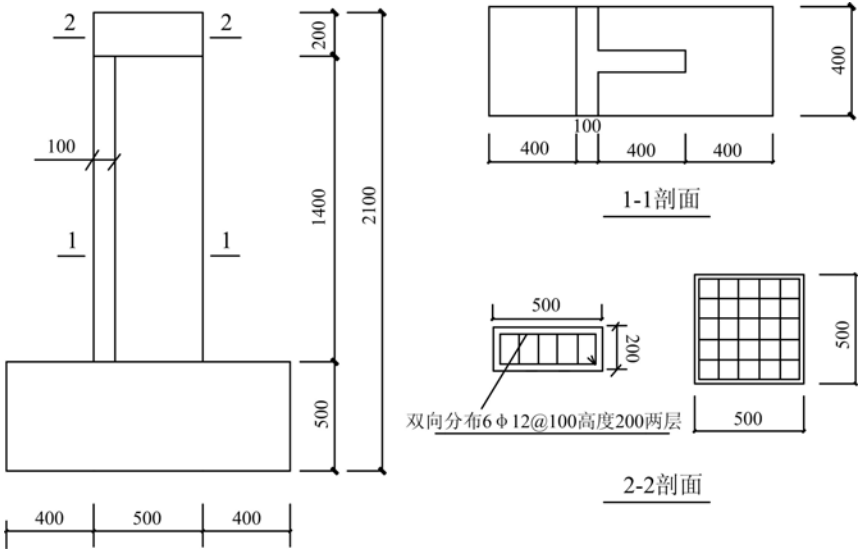


图 1 模型基本尺寸

Fig.1 Basic dimensions of model

T 形 RAC 短肢剪力墙模型截面配筋参照《混凝土结构设计规范》<sup>[10]</sup>和《建筑抗震设计规范》<sup>[11]</sup>等有关条文进行设计。墙肢中竖向钢筋的间距均为 100mm,水平钢筋的间距均为 80mm,竖向钢筋双层布置,模型墙肢竖向钢筋的配筋率均为 1.2%,水平钢筋的配筋率均为 0.6%。同时,模型的箍筋在竖向高度上全部加密,并按照构造要求,在墙端翼缘处、墙肢交叉处加设暗柱,暗柱采用构造配筋,模型配筋图如图 2 所示。模型所配 RAC 设计强度等级 C40,配合比为:水泥 : 砂 : 粗骨料 : 水 = 1 : 1.13 : 1.92 : 0.38。对模型进行浇筑前,分别留置 100mm × 100mm × 100mm、100mm × 100mm × 300mm 的立方体、棱柱体试块,并依据 GB/T 50081—2002《普通混凝土力学性能试验方法标准》<sup>[12]</sup>进行力学性能试

验,具体结果如表 2 所示。

表 2 再生混凝土力学性能指标  
Tab.2 Mechanical performance of RAC

| 模型编号 | 立方体抗压强度(MPa) | 棱柱体抗压强度(MPa) | 弹性模量(GPa) |
|------|--------------|--------------|-----------|
| DT1  | 45.51        | 41.54        | 4.09      |
| DT2  | 47.02        | 40.76        | 3.59      |
| DT3  | 46.88        | 40.62        | 3.55      |
| DT4  | 46.09        | 42.29        | 3.49      |

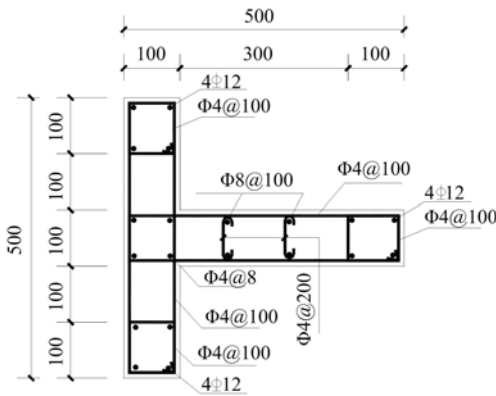


图 2 T 形 RAC 短肢剪力墙配筋图  
Fig.2 Reinforcement of T-shaped  
RAC short-leg shear wall



图 3 试验加载装置图  
Fig.3 Device of test

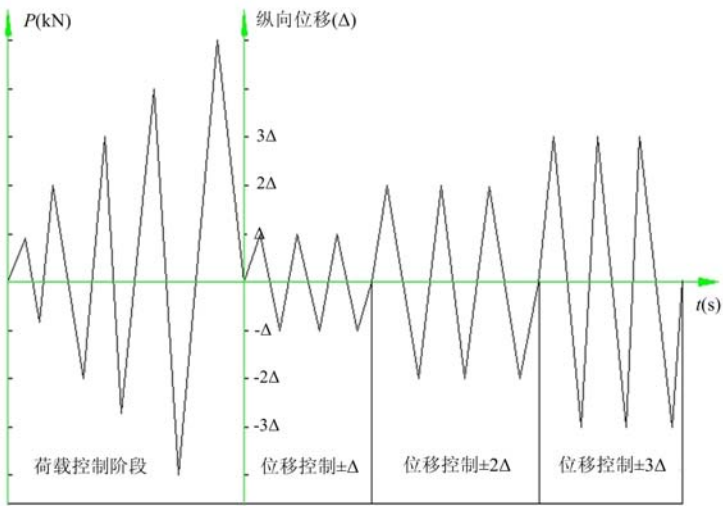


图 4 加载制度  
Fig.4 Diagram for loading history

1.3 加载方案

试验开始后首先在顶部平台施加竖向轴力,达到预定轴压比后保持不变,之后根据《建筑抗震试验方法规程》(JGJ101—96)<sup>[13]</sup>的规定,采用荷载—位移混合控制的方法进行加载(具体加载装置如图 3 所示)。其中,弹性阶段采用力控制加载,以 20kN 为一级逐级加载;弹塑性阶段采用位移控制加载,位移值取屈服位移  $\Delta_y$ ,并以  $\Delta_y$  的整数倍为级差进行位移加载控制。施加反复荷载的次数为:屈服前每级荷载加载一次,屈服后加载三次。当试件所受荷载达到其峰值荷载的 85%时,认为试件破坏。具体加

载制度如图4所示。

试验过程中,各方向的裂缝走向由人工绘制,裂缝宽度由混凝土裂缝观测仪进行量测并记录。轴向和水平向伺服加载作动器的荷载与位移值由 MTS 加载控制电脑实时读取。而位移计、应变片和混凝土应变计均通过编号、贴标签、接线后由 TDS-602 和多通道数据采集仪 ASH-500 进行数据的采集并记录。采集系统如图5所示。



图5 试验数据采集装置

Fig. 5 Acquisition device of test data

## 2 T形 RAC 短肢剪力墙抗震性能试验结果

### 2.1 破坏形态

限于篇幅,以 DT2 为例,其最终破坏形态如图6所示。

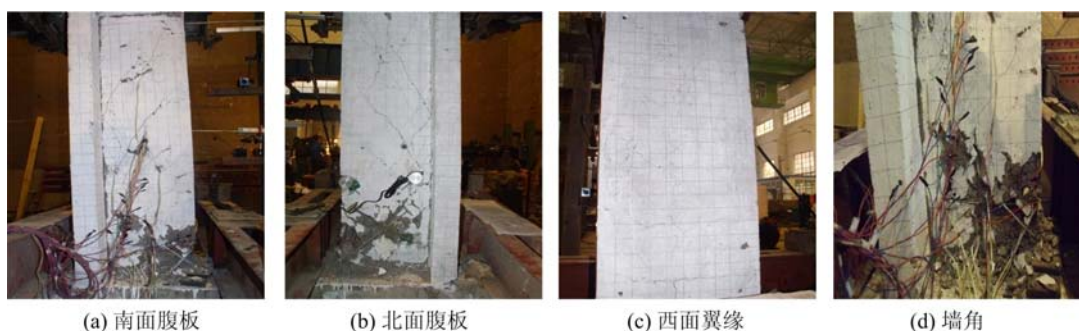


图6 DT2 破坏形态

Fig. 6 Failure modes of DT2

T形 RAC 短肢剪力墙和普通混凝土短肢剪力墙的破坏模式相同,均为弯曲破坏,且经过初裂、裂缝贯通、钢筋屈服、极限状态和最终破坏5个阶段。在荷载控制阶段,当水平荷载较小时,各短肢剪力墙构件均处于弹性状态,此时短肢剪力墙没有裂缝出现;随着荷载的增大,当达到开裂荷载时,水平裂缝首先出现在墙角;此后随着荷载的不断增大,墙身水平裂缝数量不断增多,宽度不断开展,此时短肢剪力墙墙身斜裂缝数量较少;荷载继续增大,短肢剪力墙中受力纵筋屈服,加载进入位移控制阶段,水平裂缝数量迅速增多,裂缝宽度增大,墙身斜裂缝的数量明显增多,墙角混凝土开始出现掉渣现象;随着加载位移的继续增大,墙身斜裂缝大量交汇,墙角混凝土外鼓、压碎并大块掉落,承载力急剧下降,模型最终破坏。

### 2.2 滞回曲线

试验所得各 T形 RAC 短肢剪力墙滞回曲线如图7所示,图中  $P$  表示水平荷载,  $\Delta$  表示加载点处相应的水平位移。

T形 RAC 短肢剪力墙与普通短肢剪力墙(DT1)具有相似的滞回曲线特点。加载初期,模型处于弹性阶段,水平力和水平位移基本呈线性关系,滞回曲线的斜率较大,刚度退化不明显,滞回环呈现出明显的“弓形”;随着水平荷载的增加,模型墙身以水平裂缝为主,随后斜裂缝开始发展,模型的塑形变形逐渐增大,残余变形逐渐增加,对应的滞回曲线斜率逐渐减小,卸载刚度亦逐渐减小。当荷载增大至纵向钢筋屈服后,模型开始按位移加载进行控制,裂缝增加明显,竖向裂缝大量出现,裂缝宽度不断增大,模型的滞回曲线开始呈现“反 S 形”。对应的斜率随着位移的增大而减小,且斜率减小的速度要明显大于力

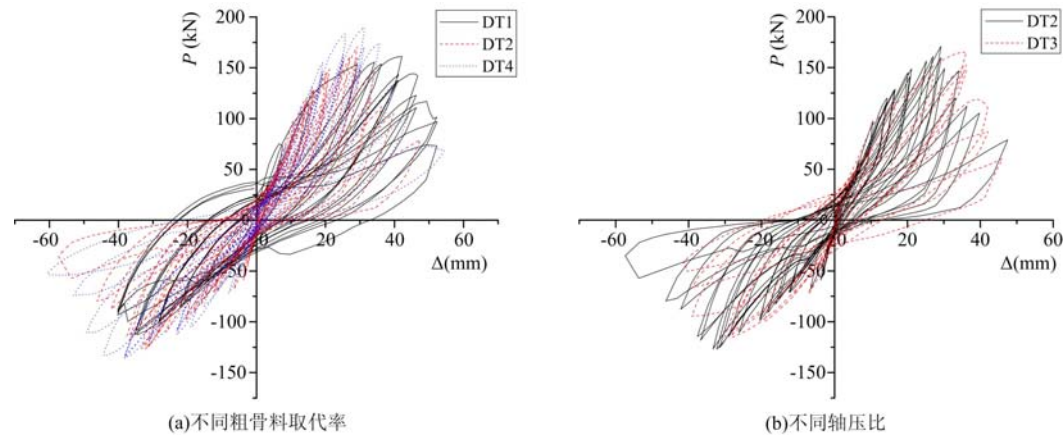


图 7 滞回曲线

Fig. 7 Hysteresis curve

控制阶段,刚度退化速度加快。

由图 7(a)可得:DT2(取代率 50%)、DT4(取代率 100%)与 DT1(取代率 0%)相比,滞回曲线形状基本相同,但滞回环面积明显要大于 DT1,且 DT4 的滞回环面积要略大于 DT2 的滞回环面积。故随着再生粗骨料取代率的增大,T 形 RAC 短肢剪力墙的滞回性能逐渐增强。

由图 7(b)可得:DT2(轴压比 0.2)和 DT3(轴压比 0.3)滞回曲线形状基本相同,DT3 的滞回曲线下降段比 DT2 要陡峭,构件延性明显较差;同时,DT2 的极限荷载比 DT3 大,承载力高,滞回环面积大。故随着轴压比的增大,T 形 RAC 短肢剪力墙的滞回性能逐渐降低。

2.2 特征荷载

由于在本试验中模型截面为 T 形,正向和负向(拉为正,推为负)不对称,故将正向和负向的承载力分开讨论,试验所得结果见表 3 与表 4。

表 3 正向开裂荷载、屈服荷载、极限荷载的实测值(kN)

Tab. 3 Measured forward values of cracking load, yield load, ultimate load(kN)

| 模型编号 | 正向加载       |            |            | $\mu_{yu} = F_y / F_u$ |
|------|------------|------------|------------|------------------------|
|      | $F_c$ (kN) | $F_y$ (kN) | $F_u$ (kN) |                        |
| DT1  | 60.00      | 118.53     | 161.27     | 0.735                  |
| DT2  | 70.00      | 133.02     | 169.36     | 0.785                  |
| DT3  | 60.00      | 120.52     | 165.47     | 0.728                  |
| DT4  | 80.00      | 155.25     | 190.03     | 0.817                  |

表 4 负向开裂荷载、屈服荷载、极限荷载的实测值(kN)

Tab. 4 Measured reverse values of cracking load, yield load, ultimate load(kN)

| 模型编号 | 负向加载       |            |            | $\mu_{yu} = F_y / F_u$ |
|------|------------|------------|------------|------------------------|
|      | $F_c$ (kN) | $F_y$ (kN) | $F_u$ (kN) |                        |
| DT1  | 60.00      | 80.32      | 112.72     | 0.713                  |
| DT2  | 70.00      | 94.73      | 126.44     | 0.749                  |
| DT3  | 60.00      | 85.36      | 115.53     | 0.739                  |
| DT4  | 80.00      | 105.63     | 135.83     | 0.778                  |

注: $F_c$ 为试件的开裂水平荷载; $F_y$ 为试件的屈服水平荷载; $F_u$ 为试件的最大水平荷载; $\mu_{yu}$ 为屈服水平荷载与最大水平荷载的比值,即屈强比。

由表 3、表 4 可得:

(1) 相较于 DT1(取代率 0%), T 形 RAC 短肢剪力墙 DT2(取代率 50%)、DT4(取代率 100%) 的开裂荷载、屈服荷载和极限荷载均有所提高。其中, 正向加载时, 开裂荷载分别提高了 16.67% 和 33.33%, 屈服荷载提高了 12.22% 和 30.98%, 极限荷载提高了 5.02% 和 17.83%; 负向加载时, 开裂荷载分别提高了 16.67% 和 33.33%, 屈服荷载提高了 6.23% 和 31.5%, 极限荷载提高了 12.17% 和 20.51%。即: 随着再生粗骨料取代率的增大, T 形 RAC 短肢剪力墙正向、反向各特征荷载逐渐增大。

(2) 对于不同轴压比的 T 形 RAC 短肢剪力墙 DT2、DT3, 随着轴压比的增大, 正向加载时, 开裂荷载降低了 14.29%, 屈服荷载降低了 9.40%, 极限荷载降低了 2.37%; 负向加载时, 开裂荷载降低了 14.29%, 屈服荷载降低了 9.89%, 极限荷载降低了 8.63%。

### 3 T 形 RAC 短肢剪力墙极限承载力计算分析

#### 3.1 正截面极限承载力计算

由试验结果可知, 本文所采用的模型均以弯曲破坏为主, 属于大偏心受压情况, 故下文按照大偏心受压构件进行正截面极限承载力计算公式的建立<sup>[14]</sup>, 以用来计算 T 形 RAC 短肢剪力墙正截面极限承载力。

建立 T 形 RAC 短肢剪力墙正截面极限承载力时所采用的计算模型如图 8 所示。由于墙肢在大偏心受压时, 受拉区的钢筋屈服, 而靠近中和轴处的纵向钢筋受力较小, 因而不考虑, 只计算  $(h_{w0} - 1.5x)$  范围内的纵向受拉钢筋; 受压区分布钢筋不予考虑。

根据受压区在 T 形翼缘内的分布情况, T 形 RAC 短肢剪力墙正截面极限承载力计算可分为如下三种情况:

(1) 当  $x \leq \xi_b h_{w0}$  且  $x \leq h_f$  时, 短肢剪力墙受压区在 T 形翼缘内, 如图 8(a) 所示, 此时由平衡条件可得:

$$N = f'_y A'_s - f_y A_s - f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - 2a_s) + \alpha_1 f_c b_f x \quad (1)$$

$$N(e_0 - h_c + \frac{x}{2}) = f_y A_s (h_w - a_s - \frac{x}{2}) + f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - 2a_s) (\frac{h_w - 2a_s}{2} + \frac{x}{4}) \quad (2)$$

(2) 当  $x \leq \xi_b h_{w0}$  且  $x > h_f$  时, 受压区扩展至 T 形翼缘一侧的腹板内, 如图 8(b) 所示, 此时由平衡条件可得:

$$N = f'_y A'_s - f_y A_s - f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - 2a_s) + \alpha_1 f_c b_w x + \alpha_1 f_c (b_f - b_w) h_f \quad (3)$$

$$N(e_0 - h_c + \frac{x}{2}) = f_y A_s (h_w - a_s - \frac{x}{2}) + f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - 2a_s) (\frac{h_w - 2a_s}{2} + \frac{x}{4}) + \alpha_1 f_c (b_f - b_w) h_f \frac{x - h_f}{2} \quad (4)$$

(3) 当  $x \leq \xi_b h_{w0}$  且  $x \leq h_w - h_f$  时, 受压区仅位于 T 形 RAC 短肢剪力墙腹板内, 如图 8(c) 所示, 此时由平衡条件可得:

$$N = f'_y A'_s - f_y A_s - f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - h_f) + \alpha_1 f_c b_w x \quad (5)$$

$$N(e_0 - h_c + \frac{x}{2}) = f_y A_s (h_w - a_s - \frac{x}{2}) + f_{yw} b_w \rho_w (h_w - 1.5x - h_f) (\frac{h_w - h_f}{2} + \frac{x}{4}) + f'_y A'_s (\frac{x}{2} - a'_s) \quad (6)$$

以上各式中,  $f_y$  为墙肢端部受拉钢筋的屈服强度;  $f'_y$  为墙肢端部受压钢筋的屈服强度;  $f_{yw}$  为墙体竖向分布钢筋的屈服强度;  $A_s$  为墙肢端部受拉钢筋的总面积;  $A'_s$  为墙肢端部受压钢筋的总面积;  $A_{sw}$  为墙体竖向分布钢筋的总面积;  $e_0$  为偏心距, 计算公式为  $e_0 = M/N$ ;  $h_w$  为墙肢截面高度;  $h_{w0}$  为墙肢有效截面高度, 计算公式为  $h_{w0} = h_w - a_s$ ;  $h_c$  为墙肢截面形心至界面边缘的距离;  $a_s$ 、 $a'_s$  为墙肢端部受拉、受压钢筋合力点至截面边缘的距离;  $\rho_w$  为剪力墙竖向分布钢筋配筋率;  $\xi_b$  为界限相对受压区高度, 计算公式为



从表 5 可得:模型的计算值与真实值之间平均误差仅为 9.45%, 总体符合较好, 故上述的计算公式能够应用于 T 形 RAC 短肢剪力墙正截面及水平极限承载力的计算之中。

## 4 结论

本文通过对4个缩尺比例为1:2的T形RAC短肢剪力墙进行低周反复荷载作用下的抗震性能试验,对比分析了再生粗骨料取代率、轴压比对于T形RAC短肢剪力墙抗震性能的影响;结合试验现象,建立了相应的正截面及水平极限承载力计算公式,将所得计算结果与试验结果进行对比,所得结论如下:

(1) 根据课题组前期所做RAC基本材性试验调整所得C40RAC配合比所制作的T形RAC短肢剪力墙和普通混凝土短肢剪力墙的破坏模式基本相同,均为弯曲破坏,且均经过了初裂、裂缝贯通、钢筋屈服、极限状态和最终破坏5个阶段。

(2) 由T形RAC短肢剪力墙抗震性能试验可得:随着再生粗骨料取代率的增大,T形RAC短肢剪力墙的滞回性能逐渐增强,正向、反向各特征荷载逐渐增大;同时,随着轴压比的增大,T形RAC短肢剪力墙的滞回性能、正向、反向各特征荷载逐渐降低。

(3) 试验过程中,模型以弯曲破坏为主,属于大偏心受压情况,按照大偏心受压构件建立了其正截面极限承载力计算公式,并推导了相应的T形RAC短肢剪力墙水平极限承载力计算公式。根据此公式所得计算结果与试验结果平均误差仅为9.45%,总体符合较好,表明文中所建公式能够应用于T形RAC短肢剪力墙正截面及水平极限承载力的设计计算之中。

## 参考文献:

- [1] 朱张峰,郭正兴. 装配式短肢剪力墙低周反复荷载试验[J]. 工程力学, 2013, 30(5):125-130 (ZHU Zhangfeng, GUO Zhengxin. Low-cyclic reversed load test on new precast concrete short-leg shear wall[J]. Engineering Mechanics, 2013, 30(5):125-130 (in Chinese))
- [2] 李青宁,李晓蕾,闫艳伟等. 钢筋混凝土短肢剪力墙抗震性能试验研究[J]. 建筑结构学报, 2011, 32(4):53-62 (LI Qingning, LI Xiaolei, YAN Yanwei. Experimental research on seismic performance of reinforced concrete short-leg shear wall[J]. Journal of Building Structures, 2011, 32(4):53-62 (in Chinese))
- [3] 黄东升,程文襄,彭飞. 对称双肢短肢剪力墙的低周反复荷载试验研究[J]. 建筑结构学报, 2005, 26(3):51-56 (HUANG Dongsheng, CHENG Wenrang, PENG Fei. Low-cycle loading experiment study on symmetric double short-pier shear walls[J]. Journal of Building Structures, 2005, 26(3):51-56 (in Chinese))
- [4] 李杰,李奎明. 钢筋混凝土短肢剪力墙结构试验[J]. 建筑科学与工程学报, 2007, 24(4):12-20 (LI Jie, LI Kuiming. Experiment on RC short-leg shear wall structure[J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2007, 24(4):12-20 (in Chinese))
- [5] 李青宁,张品乐,李晓蕾. 带暗支撑剪力墙损伤累积静力弹塑性分析[J]. 土木工程学报, 2011(6):34-38 (LI Qingning, ZHANG Pinle, LI Xiaolei. Pushover analysis of shear wall with concealed bracing cumulative damage[J]. Journal of Civil Engineering, 2011(6):34-38 (in Chinese))
- [6] Thomsen J H, Wallace J W. Displacement-based design of slender reinforced concrete walls-experiment verification[J]. Journal of Structure Engineer, 2004, 130(4):618-630.
- [7] 曹万林,徐泰强,刘强等. 再生混凝土高剪力墙抗震性能试验研究[J]. 世界地震工程, 2009, 25(2):18-23 (CAO Wanlin, XU Taiqiang, LIU Qiang, et al. Experimental study on seismic performance of high-rise recycled aggregate concrete shear wall[J]. World Earth Quake Engineering, 2009, 25(2):18-23(in Chinese))
- [8] 曹万林,刘强,张建伟等. 再生混凝土低矮剪力墙抗震性能试验研究[J]. 世界地震工程, 2009, 25(1):1-5 (CAO Wanlin, LIU Qiang, ZHANG Jianwei, et al. Experimental study on seismic performance of low-rise recycled aggregate concrete shear wall[J]. World Earth Quake Engineering, 2009, 25(1):1-5 (in Chinese))
- [9] Xiao J, Li W, Poon C. Recent studies on mechanical properties of recycled aggregate concrete in China—a review [J]. Science China Technological Sciences, 2012, 55(6):1463-1480.
- [10] GB50010—2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010 (GB50010—2010 design of concrete structures[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010 (in Chinese))
- [11] GB50011—2010 建筑抗震设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010 (GB50011—2010 code for seismic



- design of buildings[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010(in Chinese))
- [12] GB/T50081—2002 普通混凝土力学性能试验方法标准[S]. 北京:中国建筑工程出版社, 2010 (GB/T50081—2002 standard for test method of mechanical properties on ordinary concrete [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010(in Chinese))
- [13] JGJ101—96 建筑抗震试验方法规程[S]. 北京:中国建筑工程出版社, 1998 (JGJ101—96 specifying of testing methods for earthquake resistant building[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 1998 (in Chinese))
- [14] 梁兴文, 王社良, 李晓文 等. 混凝土结构设计原理[M]. 北京:科学出版社, 2012 (LIANG Xingwen, WANG Sheliang, LI Xiaowen. The design principle of concrete structure[M]. Beijing: Science Press, 2012(in Chinese))

## Experimental Study of Seismic Resistance Performance of T-Shaped Short-Leg Shear Wall and its Ultimate Bearing Capacity Analysis

FAN Yu-jiang<sup>1</sup>, YU Bin-shan<sup>2</sup>, MIAO Xiao-yu<sup>1</sup>, XIONG Er-gang<sup>1</sup>

(1. Chang'an University, Xi'an 710061, China; 2. Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710065, China)

**Abstract:** Low cycle repeated loading experiment was carried out for 4 T-shaped recycled aggregate concrete (RAC) short-leg shear wall models (reduced scale is 1 : 2) with different recycled coarse aggregate replacement ratios and different axial compression ratios, to study their seismic resistance capacity. Experimental results, including model damage pattern, hysteretic curve and the variation of forward and reverse characteristic load were analyzed. Results indicate that T-shaped RAC short-leg shear wall has good seismic resistance capacity; meanwhile, with the increase of recycled coarse aggregate replacement ratio, hysteretic behavior and other indicators gradually increase; while, with the increase of axial compression ratio, all indicators decrease gradually. Finally, through analysis of experimental results, a formula calculating normal ultimate bearing capacity for T-shaped RAC short-leg shear wall was established. Based on which, another formula calculating horizontal ultimate bearing capacity was also derived. Ultimate horizontal bearing capacity for 4 models was calculated by above formula, obtained results are basically consistent with experimental ones with only 9.45% average error. Above mentioned results indicate that the formulas proposed in this paper can be applied to calculate actual design for T-shaped RAC short-leg shear wall.

**Keywords:** Recycled aggregate concrete (RAC); T-shaped short-leg shear wall; seismic resistance capacity; ultimate bearing capacity