

T形截面RC剪力墙双向抗震性能对比分析

史庆轩, 王 斌, 王 朋, 田建勃

(西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 针对T形截面带翼缘剪力墙在单、双向反复荷载作用下的抗震性能进行了数值模拟, 通过与试验结果比对, 验证了有限元模型的适用性; 进一步研究了双向荷载作用下双向加载路径、轴压比、边缘构件箍筋对T形截面剪力墙抗震性能的影响. 结果表明: 除个别情况外, 双向加载较单向加载均表现出明显的双向耦合效应, 承载力和延性降低, 强度和刚度退化加剧, 且加载路径对抗震性能影响显著; 随着轴压比的增大, 在两个加载方向上的屈服荷载和屈服位移增大, 强度和刚度退化加剧, 位移延性降低, 除腹板端部受压外, 其余方向的峰值荷载均有提高; 减小约束边缘构件箍筋间距使得各项性能指标均有提高, 但在翼缘受压方向影响较小.

关键词: T形截面剪力墙; 双向耦合作用; 数值模拟; 加载路径; 轴压比; 边缘箍筋

中图分类号: TU398⁺.2

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2014)02-0159-07

理论研究与震害经验表明, 地震时的地面运动是一复杂的多维运动, 包括平动分量和转动分量. 另外, 由于结构的几何特征和物理特征的非对称性, 结构的地震反应也呈多维性, 这种多维非对称性引起的扭转振动会加剧结构的变形并进一步导致结构的失稳和倒塌. 震害调查及试验研究均表明, 双向水平地震较单向地震对结构及构件的破坏作用大得多. 这是因为一个方向损伤后对另一方向的抗震能力有较大影响, 两个方向的相互耦合作用严重削弱了结构的抗震能力^[1]. 带翼缘剪力墙是实际工程中一常见截面形式, 国内外对此已有一定的研究, 但研究主要集中在单向循环反复荷载下的抗震性能, 多向荷载作用下带翼缘剪力墙的研究主要集中在核心筒部分^[2-4]. BEYER等^[5-6]对U形截面带翼缘剪力墙的多维抗震性能开展过研究, 但T形截面带翼缘剪力墙多维抗震性能却很少涉足.

本文针对T形截面带翼缘剪力墙, 采用有限元数值模拟的方法研究了其在双向反复荷载作用下的抗震性能, 分析了其与单向荷载作用下各方向的性能差异, 研究了双向加载路径、轴压比、边缘构件配箍率对带翼缘剪力墙各方向抗震性能的影响.

1 模型有效性验证

1.1 试验模型有限元建模

为了验证有限元模型的合理性和可靠性, 本文基于有限元软件Abaqus对文献[7]中RC剪力墙JLQ-3、JLQ-4的拟静力试验进行了模拟. 图1给出了试件配筋及截面尺寸, 剪力墙剪跨比为2.01, 高跨比为9.5, 试验轴压比分别为0.4、0.2. 混凝土采用C40标号, 纵筋以及水平抗剪钢筋采用HRB335级钢筋, 边缘箍筋以及竖向分布钢筋采用HRB235级钢筋,

模拟采用ABAQUS/Standard模块中的塑性损伤模型模拟混凝土的非线性行为^[8]. 混凝土拉、压本构关系采用我国现行《混凝土结构设计规范》GB50010-2010^[9]中给出的曲线, 并在此基础上引入损伤因子, 根据能量等效原理计算出混凝土拉压损伤参数. 混凝土材料进入塑性后, 其应力与非弹性应变关系以及损伤因子与非弹性应变关系见表1. 钢筋的非线性行为采用双线性强化模型, 初始弹性模量为 E_s , 强化段的弹性模量取 $0.01E_s$.

采用分离式微观模型建模, 混凝土采用8节点6面体线性减缩积分形式的三维实体单元-C3D8R, 纵筋和箍筋均采用三维线性Truss桁架单元-T3D2. 钢筋骨架用embedded形式嵌入到混凝土单元中, 使两者变形协调, 同时节省大量计算成本. 在墙体顶部用tie连接一刚性垫梁, 一来保证轴力均匀有效地传递给墙体, 同时便于施加水平荷载, 墙体底部与刚性基础梁相连接, 约束其全部六个自由度.

收稿日期: 2013-09-23

修改稿日期: 2014-04-05

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51178380, 51108370)

作者简介: 史庆轩(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事混凝土结构及抗震方面的研究. E-mail: qingxuanshi@sina.com

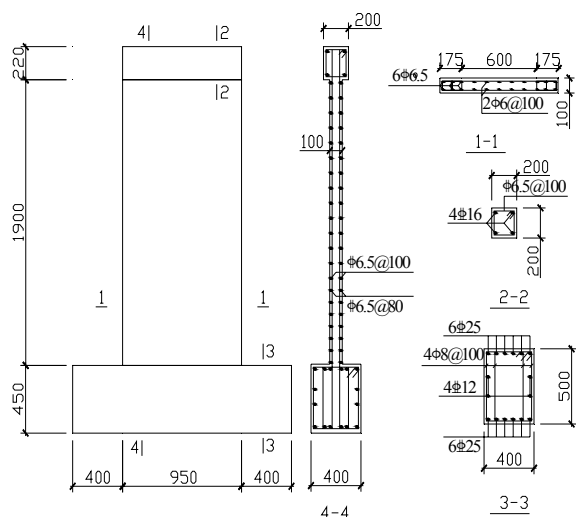


图1 试件截面尺寸和配筋

Fig.1 Detail dimensions and reinforcement of the specimen

采用与试验相同的加载方式进行加载,首先在垫梁顶部施加与试验相对应的均布竖向荷载,接着采用位移控制变幅循环加载方式,试件屈服前每级位移循环一次,达到屈服位移后,每级位移取屈服位移的整数倍,且每一级位移幅值下循环三次.直至试件的承载力下降到最大荷载的80%时为止.

1.2 模拟结果对比分析

图2为试件的模拟荷载-位移骨架曲线与试验骨架曲线对比图.由图可知:模拟结果与试验吻合良好,二者形状相似,峰值荷载及其对应的位移与极限荷载及其对应的位移都与试验结果相近,骨架曲线基本一致.只是模拟曲线的弹性段刚度略大于试验曲线.这主要是因为试验加载时剪力墙底座并非完全固定,会随着荷载的施加产生少许位移,从而低估了构件的实际刚度.而且模拟中将混凝土视为均匀的各向同性材料,同时用来描述混凝土塑性行为的本构模型也是理想化的结果,导致模拟结果与试验有一定的误差,致使有限元计算出的荷载-位移曲线的弹性段刚度稍大于试验值.总体而言,本文建立的有限元模型基本上能模拟出带翼缘剪力墙的宏观性能,可作为后续研究的基础.

图3为试验与有限元模拟的破坏形态对比图.可以看出,有限元模拟结果很好的反映出了构件的受力和破坏形态.进一步验证了有限元模型的有效性.

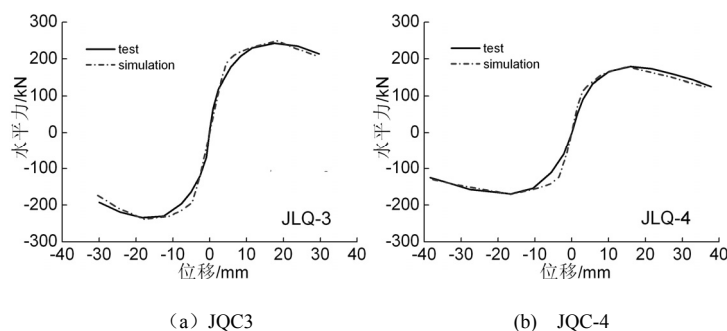


图2 试验及模拟剪力-顶点位移滞回曲线

Fig.2 Experiment and simulation hysteretic curves

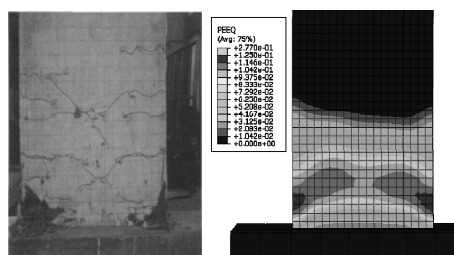


图3 试件破坏形态

Fig.3 Failure mode of the specimen

2 T形截面剪力墙模型设计和建模

2.1 模型设计

根据本课题研究的需要,设计了一T形截面带翼缘剪力墙.其配筋及截面尺寸如图4,墙高2.5m,腹板方向和翼缘方向剪跨比分别为2.5和2.78,所用钢筋及混凝土材料参数均与之前试验相同.

2.2 有限元建模

该带翼缘剪力墙有限元模型的建立与上述试验模型相同,在墙体顶部连接一刚度很大的加载钢板,一

来便于轴力和水平荷载的施加,同时也避免了加载过程中出现平面外扭转,轴压比为 0.3,墙肢底面方约束其全部 6 个自由度,其有限元模型如图 5.

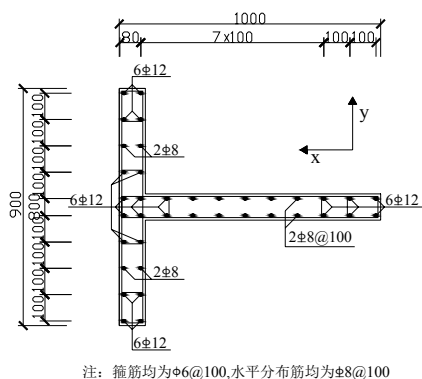


图4 T墙截面尺寸及配筋

Fig.4 Detail section dimensions and reinforcement of the T-shaped wall

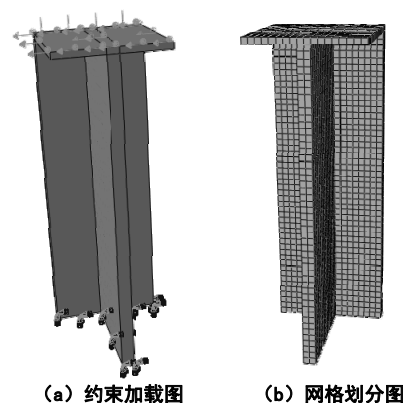


图5 有限元模型

Fig.5 Finite element model

3 双向加载下抗震性能影响因素分析

3.1 加载路径对剪力墙性能的影响

目前,已有的双向加载路径形式有斜向、菱形、矩形、圆形、椭圆形等,本文选取常用的三种双向加载路径,图 6 为其加载路径示意图.对于多维拟静力加载,由于力控制阶段和位移控制阶段所产生的的轨迹是不同的,为了保证加载轨迹在 x - y 平面内的一致性,本文采用位移控制模式加载.

图 7、图 8 分别给出了腹板方向和翼缘方向不同加载路径下有限元计算结果的骨架曲线.其中, a_0 表示单向往复荷载作用, a_1 - a_3 分别表示上述三种双向往复荷载作用.

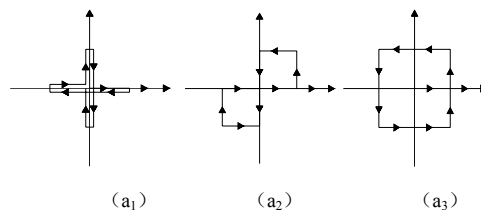


图6 双轴加载路径示意图

Fig.6 Schematic diagram of biaxial loading paths

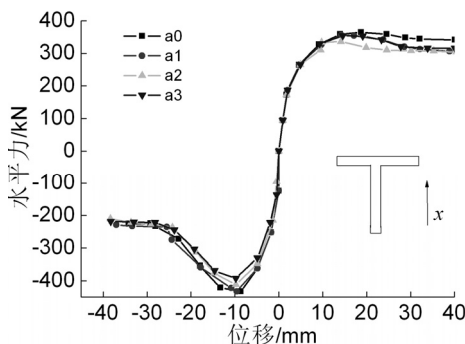


图7 不同加载路径下沿腹板方向骨架曲线

Fig.7 Skeleton curves along web direction under different loading paths

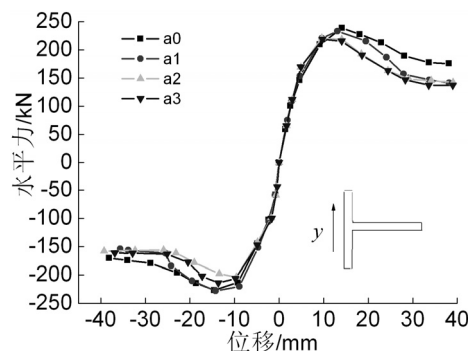


图8 不同加载路径下沿翼缘方向骨架曲线

Fig.8 Skeleton curves along flange direction under different loading paths

由上图中可以看出:剪力墙在双向反复荷载作用下均表现出了明显的双向耦合效应,但 x 轴反向加载即腹板端部受压方向的双向耦合作用不明显,这主要是因为剪力墙在 y 方向即翼缘方向的荷载作用下,腹板位于其中和轴位置,其所承受的 y 方向荷载作用较小,未引起腹板的塑性变形和损伤,而 x 轴反向加载时剪力墙的破坏是由腹板端部受压混凝土控制的,所以该方向没有表现出明显的双向耦合效应.

表 4、表 5 分别计算出了剪力墙在上述四种不同加载路路下 x 轴正向和 y 方向的屈服荷载、屈服位移、峰值荷载、峰值位移、极限荷载、极限位移及位移延性系数.因为 x 轴负向没有表现出明显的双向耦合效应,在此不做对比分析.屈服位移采用能量等值法来确定.极限位移 Δ_u 取最大承载力下降 10%所对应的墙顶位移.

由骨架曲线和表中计算结果可知：在加载初期，上述四种加载路径下构件的骨架曲线几乎重合，未出现双向耦合效应。而在构件屈服后，双向耦合效应开始逐渐增强，剪力墙的屈服荷载、峰值荷载、极限荷载均较单向加载有一定程度的降低；屈服位移、峰值位移、极限位移也均较单向作用有所减小，位移延性减小。剪力墙在达到峰值荷载后，双向反复荷载作用下剪力墙承载力下降更为明显，强度和刚度退化加剧。

对上述三种不同双向加载路径的作用结果对比发现，：剪力墙在“8 字形” (a_2)、“矩形” (a_2) 往复荷载作用下的屈服荷载、峰值荷载、极限位移相比“十字形” (a_1) 荷载作用下较小。说明双向耦合作用按“十字形” (a_1)、“矩形” (a_2)、“8 字形” (a_3) 的顺序依次增强。

表 2 不同加载路径下腹板端部受拉方向的特征点信息

Tab.2 Characteristic points information of the direction with web end in tension under different loading paths

| 加载方式 | 屈服荷载/kN | 屈服位移/mm | 峰值荷载/kN | 峰值位移/mm | 极限荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| a_0 | 301.48 | 7.26 | 364.33 | 18.73 | 341.17 | >40 | >5.5 |
| a_1 | 292.56 | 6.89 | 356.19 | 14.25 | 320.44 | 28.42 | 4.12 |
| a_2 | 277.42 | 6.15 | 336.32 | 14.14 | 304 | 27.44 | 4.46 |
| a_3 | 292.44 | 6.75 | 354.35 | 14.56 | 319.92 | 29.77 | 4.41 |

表中 a_0 在 40 mm 时承载力未降到 90%，故其极限位移>40 mm，延性系数>5.5

表 3 不同加载路径下翼缘方向的特征点信息

Tab.3 Characteristic points information of flange direction under different loading paths

| 加载方式 | 屈服荷载/kN | 屈服位移/mm | 峰值荷载/kN | 峰值位移/mm | 极限荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| a_0 | 200.23 | 8.02 | 232.89 | 14.34 | 209.6 | 21.58 | 2.81 |
| a_1 | 195.61 | 7.62 | 230.39 | 13.67 | 207.36 | 20.43 | 2.69 |
| a_2 | 176.92 | 6.65 | 212.32 | 9.57 | 191.08 | 17.45 | 2.63 |
| a_3 | 180.85 | 6.91 | 216.36 | 11.67 | 194.74 | 17.99 | 2.61 |

表中屈服荷载、屈服位移、峰值荷载、峰值位移、极限荷载、极限位移、位移延性系数均为翼缘正负方向绝对值的平均值。

3. 2 轴压比对剪力墙性能的影响

本文对所研究的 T 形截面剪力墙分别选取 0.2、0.3、0.4 的轴压比，采用位移控制模式，进行“正交” (a_1) 形式的双向反复加载模拟，各级位移幅值循环一次，直至剪力墙加载破坏。

图 9、图 10 分别给出了腹板方向和翼缘方向不同轴压比下模拟结果的骨架曲线，表 4、表 5 分别列出了腹板方向和翼缘方向不同轴压比下的屈服荷载，峰值荷载，极限位移及位移延性。可以发现：试件在屈服前，随着轴压比的增加其刚度有所增大，说明增大轴压比可使得试件在初始受力阶段一定程度上变刚；同时其开裂和屈服时间推后，屈服荷载相应增大。除腹板端部受压外，其余方向的峰值荷载均有提高。腹板端部受压方向加载时，随轴压比的增加使其峰值荷载反而降低，这是因为 x 轴负向的承载力是由面积较小的腹板端部受压区混凝土控制的，增大轴压比使混凝土提早达到极限抗压强度而降低了其承载力。同时随着轴压比的增大，剪力墙在达到峰值荷载后强度和刚度退化加剧，极限位移和位移延性减小。

比较剪力墙四个不同受力方向受轴压比的影响发现，翼缘受压时的影响最大，这是因为 x 轴正向加载时，腹板端部受拉区钢筋较少，而翼缘受压区面积较大，增大轴压比可很大程度上分担腹板端部承受的弯曲引起的拉应力，同时使得翼缘受压区的混凝土和受压纵筋得以充分发挥，进而可以很大程度提高剪力墙的屈服荷载和承载力。

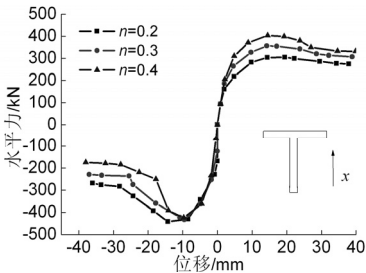


图 9 不同轴压比下沿腹板方向骨架曲线
Fig.9 Skeleton curves along web direction under different axial load ratio

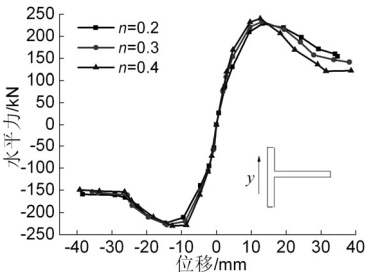


图 10 不同轴压比下沿翼缘方向骨架曲线
Fig.10 Skeleton curves along flange direction under different axial load ratio

表 4 不同轴压比下腹板方向的特征点信息
Tab.4 Characteristic points information of web direction under different axial load ratio

| 轴压比 n | 正向加载 | | | | 负向加载 | | | |
|------------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|----------------|
| | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
| 0.2 | 248.38 | 304.70 | 37.89 | 5.27 | 340.11 | 441.08 | 18.12 | 3.78 |
| 0.3 | 292.56 | 356.19 | 28.42 | 4.12 | 351.25 | 432.59 | 14.41 | 3.14 |
| 0.4 | 339.53 | 403.66 | 25.48 | 3.75 | 366.39 | 403.66 | 14.37 | 2.86 |

表 5 不同轴压比下翼缘方向的特征点信息
Tab.5 Characteristic points information of flange direction under different axial load ratio

| 轴压比 n | 正向加载 | | | | 负向加载 | | | |
|------------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|----------------|
| | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
| 0.2 | 192.83 | 228.74 | 23.63 | 2.61 | 186.97 | 223.83 | 22.67 | 2.91 |
| 0.3 | 199.5 | 233.08 | 20.38 | 2.53 | 191.71 | 227.69 | 20.48 | 2.86 |
| 0.4 | 204.88 | 240 | 16.75 | 2.12 | 195.45 | 230.5 | 18.61 | 2.76 |

3. 3 边缘构件配箍对剪力墙性能的影响

本文对所研究的 T 形截面剪力墙分别选取 $\Phi 6@200$ 、 $\Phi 6@100$ 、 $\Phi 6@50$ 形式的边缘构件配箍, 轴压比为 0.3, 采用位移控制模式, 进行“正交”(a₁) 形式的双向反复加载模拟, 各级位移幅值循环一次, 直至剪力墙加载破坏。

图 11、图 12 分别给出了腹板方向和翼缘方向不同边缘构件配箍下模拟结果的骨架曲线, 表 6 和表 7 分别列出了腹板和翼缘方向不同边缘配箍下的屈服荷载, 峰值荷载, 极限位移及位移延性。可以发现: 在剪力墙屈服前各骨架曲线基本重合, 但增大边缘配箍率使得剪力墙各方向的屈服荷载增大, 相应的屈服位移增大, 峰值荷载增大。这是因为边缘配箍使得约束区内的受压混凝土形成三向受力状态, 提高了混凝土的作用, 从而提高了承载力。剪力墙在达到峰值荷载后, 减小边缘箍筋间距使得下降段变得平缓, 强度和刚度退化减弱, 极限位移增大, 位移延性较好, 这也是因为三向受力状态显著提高了混凝土的极限压应变。

比较剪力墙四个不同方向受边缘配箍率的影响发现, 翼缘受压时的影响最小。这是因为 x 轴正向加载时, 受压区混凝土的面积本身就较大, 抗压性能较好, 故提高边缘配股对其影响不大。同时发现, 箍筋间距从 100 mm 减小到 50 mm 时各方向抗震性能的提高比从 200 mm 减小到 100 mm 更加明显。这说明, 在一定范围内提高边缘配箍率可有效提高构件的抗震性能。

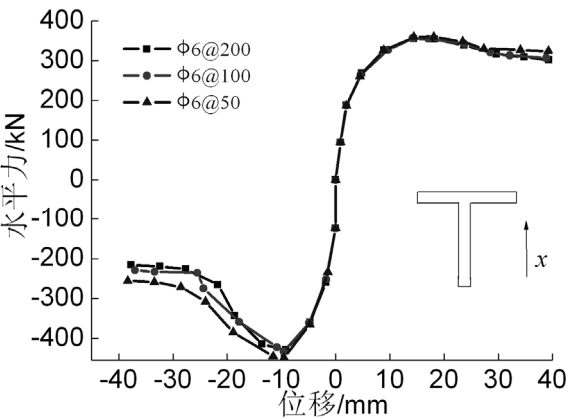


图 11 不同边缘配箍下沿腹板方向骨架曲线
Fig.11 Skeleton curves along web direction under different boundary hooping

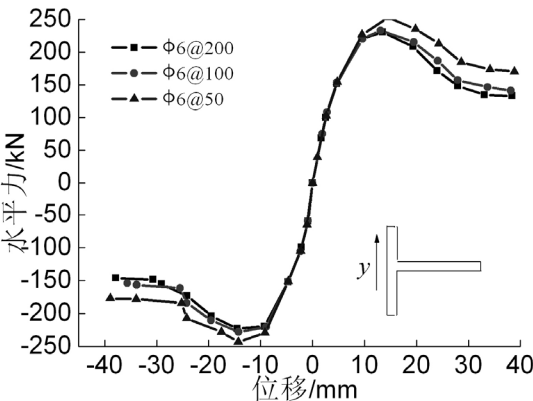


图 12 不同边缘配箍下沿翼缘方向骨架曲线
Fig.12 Skeleton curves along flange direction under different boundary hooping

表 6 不同边缘配箍下腹板方向的特征点信息

Tab.6 Characteristic points information of web direction under different boundary hooping

| 边缘配股 | 正向加载 | | | | 负向加载 | | | |
|--------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|----------------|
| | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
| A6@200 | 290.52 | 355.072 | 26.91 | 4.01 | 346.63 | 428.657 | 13.59 | 3.13 |
| A6@100 | 292.56 | 356.19 | 28.42 | 4.12 | 351.25 | 432.59 | 14.41 | 3.14 |
| A6@50 | 297.31 | 359.981 | 38.59 | 5.57 | 366.31 | 448.887 | 16.59 | 3.41 |

表 7 不同边缘配箍下翼缘方向的特征点信息

Tab.7 Characteristic points information of flange direction under different boundary hooping

| 轴压比 n | 正向加载 | | | | 负向加载 | | | |
|------------|---------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------|----------------|
| | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β | 屈服荷载/kN | 峰值荷载/kN | 极限位移/mm | 位移延性系数 β |
| A6@200 | 197.51 | 230.899 | 19.47 | 2.47 | 185.43 | 222.765 | 19.95 | 2.85 |
| A6@100 | 199.5 | 233.08 | 20.38 | 2.53 | 191.71 | 227.69 | 20.48 | 2.86 |
| A6@50 | 220.68 | 253.161 | 23.98 | 2.63 | 208.33 | 243.316 | 23.44 | 2.95 |

4 结论

经过上述不同参数下 T 形截面剪力墙的抗震性能分析可得出以下结论:

(1) 除 x 轴反向加载即腹板端部受压方向外, 剪力墙在双向反复荷载作用下均表现出了明显的双向耦合效应, 剪力墙各方向的抗震性能指标均有所减小, 强度和刚度退化现象明显, 其中“8 字形”双向加载路径耦合效应最为明显。

(2) 轴压比的增大使得各方向屈服荷载和屈服位移增大, 强度和刚度退化加剧, 极限位移减小, 位移延性较差。除 x 轴负向即腹板端部受压方向外, 其余方向的峰值荷载均有提高。

(3) 减小约束边缘构件箍筋间距使得屈服荷载和屈服位移增大, 峰值荷载增大, 强度和刚度退化减弱, 极限位移增大, 位移延性较好, 但对翼缘受压时的影响较小。

参考文献 References

- [1] 李宏男, 王强, 李兵. 钢筋混凝土框架柱多维恢复力特性的试验研究[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2002, 32(5): 728-732.
LI Hongnan, WANG Qiang, LI Bing. Experiments on characteristics of multi-dimensional restoring forces of reinforced concrete frame columns [J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2002, 32(5): 728-732.
- [2] Habasaki A, Kitada Y, Nishikawa T, et al. Multi-Directional Loading Test for RC Seismic Shear Walls [C]//The 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand: 2000: 454-461.
- [3] Hideo ONO, Kohei SHINTANI, Yoshio KITADA, et al. Restoring Force Characteristics Of Shear Wall Subjected To Horizontal Two Directional Loading [C]// The 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver B.C, Canada: 2000: 2423-2430.
- [4] KITADA Yoshio, NISHIKAWA Takao, TAKIGUCHI Katsuki, et al. Ultimate strength of reinforce concrete shear walls under multi-axes seismic loads [J]. Nuclear Engineering and Design, 2007, 237: 1307-1314.
- [5] ILE N, REYNOUARD J.M.. Behaviour of U-shaped walls subjected to uniaxial and biaxial cyclic lateral loading [J]. Journal of Earthquake Engineering 2005, 9(1): 67-94.
- [6] BEYER Katrin, DAZIO Alessandro, PRIESTLEY M.J. Nigel. Quast-Static cyclic tests on U-shaped RC walls test design and preliminary results [C]//The First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland: 2006: 1-10.
- [7] 郑山锁, 侯丕吉, 李磊, 等. RC 剪力墙地震损伤试验研究[J]. 土木工程学报, 2012, 45(2): 51-59.
ZHENG Shansuo, HOU Jipei, LI Lei, et al. Experimental study of the damage of RC shear walls under low cycle reversed loading [J]. China Civil Engineering Journal, 2012, 45(2): 51-59.
- [8] 马恺泽, 梁兴文, 邓明科等. 基于性能的钢筋混凝土剪力墙变形能力分析研究[J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2010, 42(2): 241-245.
MA Zekai, LIANG Xingwen, DENG Mingke, et al. Deformation-based nonlinear finite element analysis on reinforced concrete structure walls [J]. J. Xi'an Univ. of Arch & Tech.: Natural Science Edition, 2010, 42(2): 241-245.
- [9] GB 50010 混凝土结构设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
GB 50010 Code for design of concrete structures [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2010.

Comparison and analysis for bidirectional seismic behavior of T-shaped RC shear walls

SHI Qingxuan, WANG Bin, WANG Peng, TIAN Jianbo

(School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: Seismic behavior of T-shaped shear wall with flange under the unilateral and bidirectional cyclic loading was simulated using the finite element (FE) method in this study. The performance and validation of the proposed FE model was firstly verified by comparison with the experimental results. The effects of the bidirectional loading path, the axial compression ratio and the stirrups in the boundary elements on the seismic behavior of the T-shaped shear walls under the bidirectional load were then investigated. Compared with the results from the unilateral load, the bidirectional load leads to an obvious bidirectional coupling effects, and they decrease in the bearing capacity and the ductility, and dramatical degradation in the strength and stiffness. It is also shown that the loading path has the critical effects on the seismic behavior of the T-shaped shear walls. In addition, the greater axial compression ratio results in the increases of the yield strength and yield displacement, the development of the strength and stiffness degradation, as well as the reduction of the displacement ductility in both loading directions. Meanwhile, the peak load is improved due to the greater axial compression ratio except when the web end is under compression. Shortening the stirrup spacing of the confined boundary elements can make a positive contribution to the behaviour of the T shaped shear walls, which affect less when the flange is under compression.

Key words: T-shaped shear wall; bidirectional coupling effect; numerical simulation; loading paths; axial compression ratio; boundary stirrup

(本文编辑 沈波)

(上接第 158 页)

The out-of-plane shaking table test of the shale fired heat-insulation block masonry infill wall

BAI Guoliang¹, YU Qing¹, WANG Qi¹, FU Guangming¹, WANG Hui²

(1. School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;

2. Xinjiang Kaile New Materials Co., Ltd, Urumqi 830009, China)

Abstract: The shale fired heat-insulation block masonry wall is a type of new energy-saving and environment-friendly building wall. Shaking table tests were conducted, considering the following three factors: the vertical spacing of the horizontal tension belt, the connection mode of infill wall and frame beam; the connection way between infill wall and frame column. Four pieces of full scale shale fired heat-insulation block masonry infill wall with four different kinds of connection ways were designed using the orthogonal experimental method to study the out-of-plane anti-seismic performance of the wall. Results show that the walls with four different kinds of connection ways can meet the requirements of "no damage under frequent earthquake, repairable damage under basic earthquake and no collapse under rare earthquake", and the wall's anti-seismic behavior of the out-of-plane are affected meaningfully by the vertical spacing of the horizontal tension belt and the connection mode between the top of the wall filled with frame beam, the connection mode between the wall filled with frame column affects lightly. In order to meet the requirement of the structural deformation in the plane, flexible connection wall with reliable steel tie bars in the top of the wall and horizontal tensile belt arranged reasonably should be adopted in the actual construction.

Key words: the shale fired heat-insulation block masonry; the horizontal tension belt; out-of-plane; anti-seismic performance

(本文编辑 吴海西)