

装配式圈梁构造柱砌体结构抗震性能研究

苏传洲 张鹤严

(沈阳安特斯起重机有限公司 辽宁 沈阳 110000)

[摘要] 目前,地震在我国频发,地震灾害是造成人员伤亡和财产损失最严重的自然灾害,而广大村镇房屋历来是抗震防灾的薄弱环节,由于种种原因,传统的抗震措施难以在村镇房屋中实施。以装配式圈梁构造柱结构为研究对象,开展了试验研究与有限元模拟分析,得出了一些有益的结论:对于装配式圈梁构造柱墙体,施加竖向压应力,可显著提高其抗震能力;有限元模拟计算的结果与试验吻合良好,说明采用有限元模型可以较好地模拟圈梁构造柱墙体的力学性能;装配式圈梁构造柱墙体抗震性能与现浇圈梁构造柱墙体差别不大,明显优于无圈梁构造柱墙体,并且其在经济和施工方面具有现浇圈梁构造柱无可媲美的优势,更加适用于村镇建筑中推广应用。

[关键词] 装配式;圈梁;构造柱;试验;有限元分析

引言

我国的结构抗震研究者对唐山大地震中遗留的房屋进行研究,发现,在砌体结构中布置构造柱、圈梁具有很好的抗震性能。此后,把在砌体结构中布置构造柱、圈梁纳入了抗震规范中。当墙体在地震作用下发生水平变形后,构造柱和圈梁能有效约束墙体,提高砌体结构的抗倒塌性能,使砌体墙在遭受大震时做到裂而不倒,这项技术也已得到实际地震的检验,被国内外学者所认同。但由于现浇构造柱及圈梁的造价相对较高、施工工期长等原因,使得现浇构造柱及圈梁在村镇建筑中难以落实。

1 装配式圈梁构造柱砌块

根据目前砌体建筑中存在的问题,作者提出4类新型装配式配筋砌块和改进的墙体砌块,即构造柱砌块、圈梁砌块、清扫砌块和半砖砌块。圈梁砌块和构造柱砌块在孔洞中灌注混凝土,内部孔槽中放置水平钢筋和竖向钢筋,形成砌体的圈梁和构造柱;清扫砌块和半砖砌块不仅规格尺寸与传统砌块不同,其表面设置凹槽用来放置横向钢筋并与圈梁砌块和构造柱砌块配套使用。

2 非线性有限元模型分析

根据试验数据,利用有限元软件 ABAQUS 建立有限元计算模型。

2.1 单元选择

砌体墙、构造柱、圈梁、底梁均选取三维实体单元 Solid,该单元可以合理地描述构件的应力应变和裂缝情况;钢筋选用 Rebar 单元,该单元可以自动生成钢筋单元并且便于设定钢筋的截面特性。

2.2 本构关系

(1) 砌体本构关系。砌体材料采用 plastic-multilinear, 应力与应变关系采用线性强化的两段式直线表达。(2) 混凝土本构关系。混凝土材料未采用 ABAQUS 中嵌入的混凝土材料模型,而是采用 ABAQUS 中提供的 plastic-multilinear, 其应力和应变关系也采用线性强化弹塑性两段式直线表达方式。(3) 钢筋的本构关系。ABAQUS 中提供了一种专门用于模拟钢筋的 Rebar 单元, 它的特点是可以自动生成钢筋单元并且便于设定钢筋的截面特性, 只需添加代表钢筋的 Line 即可完成对钢筋性能的操作。

2.3 创建模型

参照试验数据,采用整体建模,选择 ADINA Struc-ture 模块,指定总体的控制参数,根据试验实际情况在底梁下部施加所有的位移约束和转角约束,按照试验尺寸使用 ABAQUS-AUI 定义几何模型的几何特性,赋予几何模型所选择的单元类型、材料属性和本构关系。对几何模型进行 8 节点六面体单元网格划分,划分长度为 100mm,最终生成有限元模型。

3 计算结果及分析

3.1 水平荷载作用下墙体应变分析

施加在墙体上的水平荷载大小为 100 kN,分 100 个时间步逐级增加。例如 TIME 为 0.400 时,对应的荷载大小为 4 kN。通过观察不同约束形式下的墙体在水平荷载作用下应变

的发展过程,可以间接得出在水平荷载作用下墙体各个构件的受力和破坏特点,从而科学地评价出装配式构造柱及圈梁对砌体墙的抗震性能。不同于无构造柱墙的塑性应变最先出现于墙体外侧边缘,设置构造柱及圈梁的加固墙体的塑性应变都首先出现于砖砌体上边缘中部。这表明设置构造柱及圈梁改变了墙体的受力性能,对墙体起到了约束作用。随着荷载的进一步增加,墙体的塑性应变增长较快。当荷载加载到一定值以后,构造柱及圈梁的塑性应变逐渐增大,说明构造柱及圈梁能够保证整个墙体发挥承载作用,显著提高墙体的变形能力,提高墙体的整体延性。对于 2 种有构造柱加固的墙体,较大的塑性应变都出现在钢筋混凝土构造柱上。但是由于构造柱内存在钢筋,所以即使混凝土受拉开裂,其中的钢筋仍然能起到拉结墙体的作用。相比于现浇构造柱及圈梁加固墙体,装配式构造柱及圈梁加固的墙体塑性应变出现的略早,应变范围较大。现浇式优于装配式的原因在于,装配式构造柱及圈梁是由预制模块及在预留孔洞中浇筑混凝土构成,使得混凝土截面小于现浇构造柱及圈梁的截面面积,而且装配式构造柱及圈梁的配筋是在预留的孔洞中完成,其配筋相对集中,较现浇构造柱及圈梁对砌体的约束作用较弱。

3.2 有限元拓展分析

利用验证可靠后的模型,对比分析装配式圈梁构造柱墙体、无构造柱墙体以及现浇圈梁构造柱墙体的滞回曲线,评价装配式构造柱及圈梁组合墙体在水平往复位移作用下的墙体力学性能。

结语

(1) 通过试验研究发现,对于装配式圈梁构造柱墙体,施加竖向压应力,可显著提高其抗震能力,特别是对于素混凝土圈梁构造柱墙体,施加竖向压应力后,其极限荷载成倍增长。(2) 根据装配式圈梁构造柱结构的特点,选择合适的单元类型和材料属性,建立了有限元计算模型,计算结果与试验结果吻合良好,说明所建模型是可靠的,可以利用本模型开展拓展分析研究。(3) 利用有限元模型,对比分析装配式圈梁构造柱墙体、无构造柱墙体、现浇圈梁构造柱墙体的滞回曲线。得出如下结论:①无论是装配式还是现浇,增设圈梁构造柱后,墙体滞回曲线明显饱满,说明在地震作用下,加设圈梁构造柱的墙体能够吸收更多的能量,使结构拥有更好的抗震性能,因此有条件的地区,所建房屋应该增设圈梁构造柱。②装配式圈梁构造柱组合墙体和现浇圈梁构造柱组合墙体的滞回曲线形状类似,极限荷载和极限位移也较为接近,说明这两种结构形式墙体抗震性能差别不大,而装配式圈梁构造柱在施工以及成本方面有无可比拟的优势,因此适宜在广大农村推广应用。

参考文献

- [1] 周宏宇. 带构造柱混凝土小型空心砌块承重墙抗震性能的试验研究 [D]. 北京:北京工业大学, 2004.
- [2] 刘锡荟,张鸿熙,刘经纬,等. 用钢筋混凝土构造柱加强砖房抗震性能的研究 [J]. 建筑结构学报, 1981, 12(22): 47-55.