

文章编号:1673-9469(2013)01-0006-03

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2013.01.002

钢管混凝土框架-剪力墙结构的抗震性能分析

魏翠玲¹,王利云¹,刘永刚²

(1. 河北工程大学 建筑学院,河北 邯郸 056038;2. 昊华工程有限公司,北京 100089)

摘要:针对钢筋混凝土剪力墙对钢管混凝土框架结构的抗震性能影响,采用SAP2000有限元软件对12层钢管混凝土框架-剪力墙结构进行模态分析和地震响应弹塑性时程分析,并结合12层钢筋混凝土框架结构进行分析比较。结果表明:在不同地震波作用下,钢管混凝土框架-剪力墙结构的层间最大位移,层间最大位移角,水平向绝对加速度峰值等数值均小于钢管混凝土框架结构的数值,数值分析表明钢管混凝土框架结构能与钢筋混凝土剪力墙很好地共同作用,表现出较好的抗震性能。

关键词:钢管混凝土框架结构;钢筋混凝土剪力墙;弹塑性时程分析;抗震性能;

中图分类号:TU398+.2

文献标识码:A

Study on seismic behavior of the concrete-filled steel tubular frame-shear wall

WEI Cui-ling¹, WANG Li-yun¹, LIU Yong-gang²

(1. College of Architecture, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China;

2. Haohua Engineering Corporation LTD, Beijing 100089, China)

Abstract: Focusing on seismic behavior of concrete-filled steel tubular frame structure considering reinforced concrete shear wall, the finite element analysis software SAP2000 is used to analyze conduct modal analysis and seismic response elastic-plastic time history analysis of the 12 layers structure of concrete-filled steel tubular frame-shear wall and the results are compared with 12 layers structure of concrete-filled steel tubular frame. The results showed that the maximum displacements, the maximum relative storm displacement angle, the peak horizontal acceleration, and the bottom shear force of the concrete-filled steel tubular frame-shear wall structure were less than those of the concrete-filled steel tube frame structure under the function of the different kinds of seismic waves. The concrete-filled steel tubular frame structure cooperated well with the reinforced concrete shear wall and exhibited excellent seismic performance.

Key words: structure of concrete-filled steel tubular frame; reinforced concrete(RC) shear wall; elastic-plastic time history analysis; seismic behavior

钢管混凝土框架-剪力墙结构兼有框架结构空间布置灵活和剪力墙结构刚度大等特点,目前对该结构的研究大多集中于整体地震模拟试验^[1-4]和梁柱节点抗震性能方面^[5],而对该结构的抗震性能理论数值分析相对较少。本文针对钢管混凝土框架-剪力墙结构的整体抗震性能进行理论研究,采用SAP2000有限元分析软件分别对12层钢管混凝土框架-剪力墙结构和12层钢管混凝土框架结构进行模态分析和地震响应弹塑性

时程分析,并对结构在不同地震波作用下的顶点位移和最大绝对加速度等数值进行比较分析,为该结构的设计提供参考。

1 结构模型的建立

建立12层钢管混凝土框架-剪力墙结构模型(图1),结构层高均为3m,总高度为36m,结构采用方钢管混凝土柱,截面为500mm×500mm,钢管壁厚为20mm,钢梁截面为H500mm×300

收稿日期:2012-10-11

作者简介:魏翠玲(1963-),女,河北衡水人,教授,从事结构与路基路面方面的教学与研究。

mm × 11 mm × 18 mm, 楼板厚 120 mm, 混凝土等级为 C35, 剪力墙厚 180 mm, 结构钢材均采用 Q345, 混凝土强度均为 C40。该结构按 8 度设防, 场地类别为 II 类场地, 设计地震分组为第二组, 场地特征周期为 0.40 s, 设计基本地震加速度为 0.20g。本文地震波采用 EL-Centro 波, 兰州波和唐山波, 记录时间长度取为 30 s, 时间间隔为 0.01 s。在 SAP2000 中框架梁柱采用杆单元模拟, 板和剪力墙采用 shell 壳单元模拟^[10], 并与 12 层钢管混凝土框架结构进行比较分析。

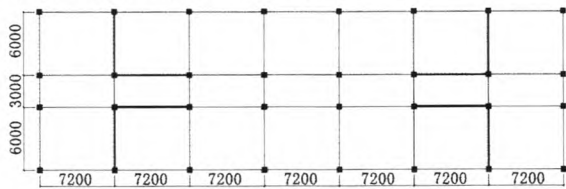


图1 钢管混凝土框架-剪力墙结构平面图

Fig.1 Ichnography of the concrete-filled steel tubular frame-shear wall structure

2 结构模型的分析

结构地震响应分析一般常用方法为振型分解反应谱法和时程分析法, 由于振型分解反应谱法不能反映地震作用下非线性的反应过程, 尤其是在强烈地震作用下结构进入塑性状态时, 基于弹性分析的反应谱法就不能得到真正的地震反应, 而时程分析法可以跟踪结构在地震时的整个反应过程, 并适用于结构的非线性地震反应分析^[5]。所以本文采用时程分析法^[7]进行地震响应分析。

2.1 结构动力特性分析

对结构进行动力特性分析得出钢管混凝土框架-剪力墙结构与钢管混凝土框架结构的前 10 阶自振周期表 1 所示, 分析结果可以看出, 钢管混凝土框架-剪力墙结构的自振周期明显减小, 由结构刚度大、自振周期小可知在钢筋混凝土剪力墙作用下钢管混凝土框架结构具有较好的整体抗震性能。

2.2 结构地震响应分析

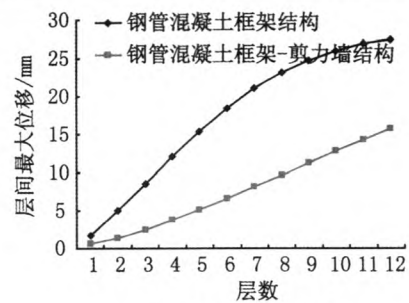
1) 位移分析。图 2 给出了在不同地震波作用下结构的反应层间最大位移值, 可以看出钢管混凝土框架-剪力墙结构最大位移明显小于钢管混凝土框架结构最大位移。根据位移计算得在 El-Centro 波、兰州波、唐山波作用下, 钢管混凝土框架结构层间最大位移角分别为 1/848、1/2 998、1/623, 钢管混凝土框架-剪力墙结构层间最大位移角分别为 1/1 909、1/5 660、1/1 424, 可以看出钢管混

凝土框架-剪力墙结构层间最大位移角明显小于钢管混凝土框架结构的最大位移角, 且均符合规范要求^[6]结构在地震作用下层间位移角限值 1/550。

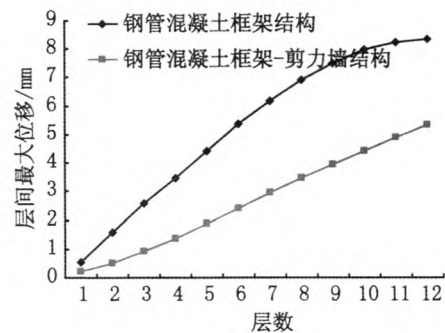
表 1 结构的前 10 阶自振周期

Tab.1 Top 10 order nature periods of the structures s

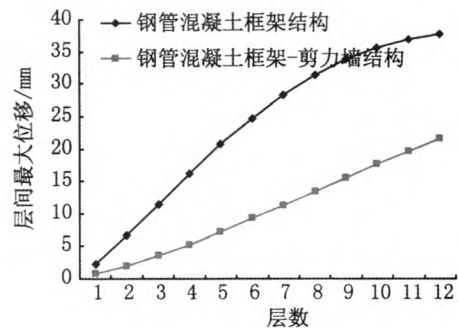
阶数	钢管混凝土框架-剪力墙结构	钢管混凝土框架结构
1	1.181 15	1.233 43
2	1.082 25	1.193 65
3	0.810 37	1.094 17
4	0.333 84	0.398 02
5	0.249 08	0.382 91
6	0.176 44	0.230 39
7	0.121 67	0.225 11
8	0.097 12	0.149 61
9	0.059 76	0.107 49
10	0.043 07	0.081 27



(a) El-Centro 波



(b) 兰州波



(c) 唐山波

图2 不同地震波作用下结构层间最大位移

Fig.2 The maximum displacements of structures under the function of different seismic waves

2) 加速度分析。结构顶层在3种地震波作用下的加速度时程曲线如图3所示。由计算结果可知,在El-Centro波、兰州波、唐山波作用下,钢管混凝土框架-剪力墙结构的顶层最大绝对加速度分别为 $1\ 648\ \text{mm/s}^2$ 、 $769\ \text{mm/s}^2$ 、 $2\ 015\ \text{mm/s}^2$,钢管混凝土框架结构的顶层最大绝对加速度分别为 $1\ 875\ \text{mm/s}^2$ 、 $1\ 612\ \text{mm/s}^2$ 、 $2\ 673\ \text{mm/s}^2$ 。由此可知,在3种地震波作用下,钢管混凝土框架-剪力墙结构的水平向加速度峰值均比钢管混凝土框架结构的水平向加速度峰值有所降低。

3) 基底最大剪力分析。表2给出了两类结构在不同地震波作用下基底剪力最大值。

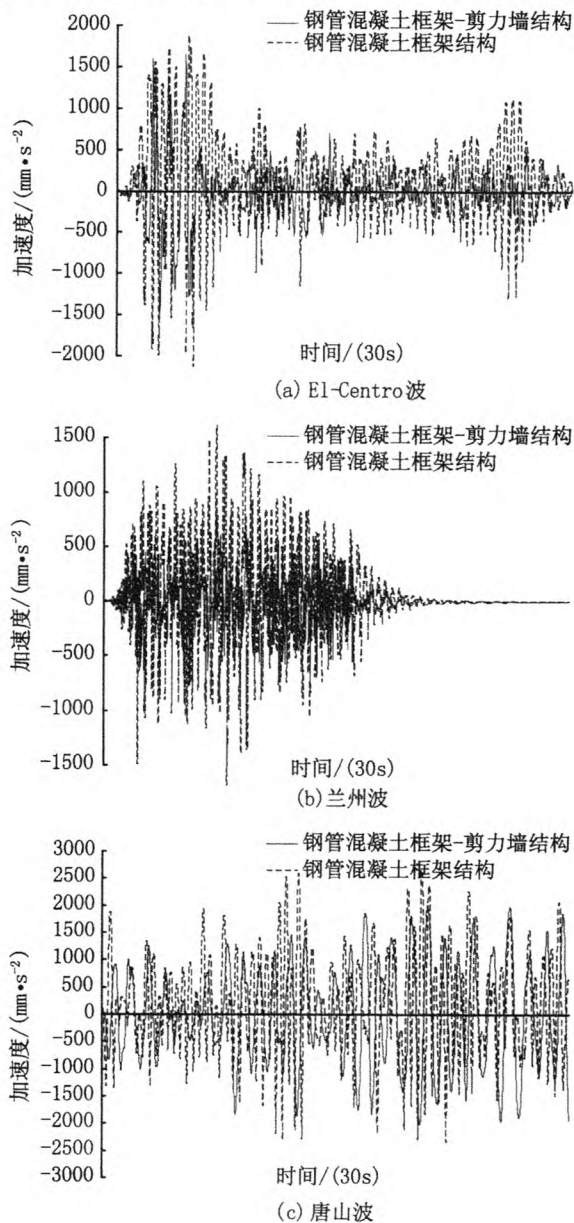


图3 不同地震波作用下结构顶层加速度时程曲线

Fig.3 The top acceleration time history curve diagram of structures under the function of different seismic waves

表2 两类结构基底剪力最大值

Tab.2 Maximum shear force of the bottom of two kinds of structures kN

地震波	钢管混凝土框架-剪力墙结构	钢管混凝土框架结构
El-Centro波	3 462.2	5 225.6
兰州波	1 494.5	3 640.3
唐山波	5 307.6	7 492.8

3 结论

1) 在不同地震波作用下钢管混凝土框架-剪力墙结构的自振周期明显小于钢管混凝土框架结构的自振周期,结构刚度较钢管混凝土框架结构有所增加,表现出较好的抗震性能。

2) 与钢管混凝土框架结构相比,钢管混凝土框架-剪力墙结构的层间位移最大值分别降低40%、38%、41%,顶层加速度峰值分别降低18%、47%、25%,基底剪力最大值分别降低35%、45%、32%,说明钢管混凝土框架-剪力墙结构抵抗水平地震作用能力、结构屈服强度、极限变形能力均有提高,抗震效果好于钢管混凝土框架结构的抗震效果。

参考文献:

- [1] 韩林海. 钢管混凝土结构[M]. 北京: 科学技术出版社, 2000.
- [2] 黄囊云, 周福霖, 徐忠根. 钢管混凝土结构抗震性能的比较研究[J]. 世界地震工程, 2001, 17(2): 86-89.
- [3] 赵蕴林. 5·12大地震后砖混结构房屋抗震加固技术探讨[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2011, 24(2): 25-28.
- [4] 王涛, 孟丽岩, 孙景江, 等. 框架-剪力墙结构三维弹塑性地震反应[J]. 黑龙江科技学院学报, 2009, 19(1): 30-33.
- [5] 韩林海, 钟善桐. 高层钢管混凝土框架结构分析方法的初步探讨[J]. 工业建筑, 1995(1): 22-25.
- [6] 胡潇. 钢管混凝土框架-剪力墙结构的地震响应分析[J]. 四川建筑科学研究, 2009, 35(4): 166-170.
- [7] 魏翠玲, 周立朋, 张晓欣. 基于有限元分析的空斗墙砌体结构抗震性能研究[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2011, 28(2): 1-4.
- [8] 建筑结构荷载规范 GB50009-2001[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [9] 杜国锋, 徐礼华, 许成祥, 等. 钢管混凝土框架结构抗震性能[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2009, 41(10): 123-128.
- [10] SAP2000 中文版使用指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [11] 谭燕秋, 韩旭飞, 史三元, 张宏磊. 钢管-钢管混凝土框架结构抗震性能比较[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2011, 28(3): 1-4.

(责任编辑 马立)