

层间隔震框架结构地震反应动力分析

王姿琦

(辽宁工程技术大学 建筑工程学院,阜新 123000)

摘要:地震给人们带来的生命安全以及财产的损失是不可估量的。想要减少这种损失,需要发展抗震结构的建筑,减小地震发生时带来的损失。而层间隔震框架结构就是最新发展起来的一种隔震结构。它和普通的抗震结构比起来减震性能比较好,有着较大的优越性。本文通过建立模型,利用 ANSYS 建立起普通的抗震结构以及层间隔震结构然后进行动力特性以及地震相应的分析,通过比较了解层间隔震框架结构相对于普通隔震体系的优越性。

关键词:层间隔震框架结构;地震反应 动力分析

中图分类号:TU352.1+2

文献标志码:A

文章编号:1674-4764(2012)S2-0161-03

Interlayer Seismic Dynamic Analysis of Seismic Responses of Frame Structure

WANG Ziqi

(College of Civil Engineering and Architecture Liaoning Technical University, Fuxin 123000, P. R. China)

Abstract: Earthquakes for the loss of life and property to people is immeasurable. Want to reduce such losses, on the one hand we hope that Government departments can forecast and notify you in a timely manner, on the other hand we need to develop anti-seismic structure of the building, reducing losses when the earthquake happened. Interlayer seismic isolation frame structure is the latest development of a seismic isolation structure. It compared with the ordinary seismic structural damping performance is better, had a large advantage.

Key words: interlayer seismic isolation frame structure; seismic response; dynamic analysis

和普通的抗震结构的设计方案不同,层间隔震框架结构并不是统一的在建筑的某一个部位设置隔震层,它是根据不同建筑的自身结构的不同特点在建筑物不同的位置设置隔震层。一般情况下隔震层设置在建筑物的楼板以及柱子之间。根据建筑物自身的特点的不同,层间隔震框架结构一般分为下面这几种形式:

1)当建筑物是上小下大的时候一般将隔震层设置在建筑物的大小发生变化的部位。

2)当建筑物的上部和下部的结构形式有所不同的时候一般在结构形式发生变化的部位设置隔震层。

3)当整个建筑物的上部和下部的大小或者是结构形式都没有发生变化的时候隔震层一般可以放在整个建筑物一层顶部,建筑物中间层的顶部或者是建筑物顶层。

通过分析这种结构将建筑物分为了3个部分,隔震层上部。隔震层以及隔震层下部。当建筑物的频率和地震频率接近的时候就会发生共振,这时候建筑物的震动幅度就会增大,建筑物也就容易损坏。当隔离层位置在建筑物的比较低的位置的时候,可以通过控制隔离层的建筑物材料来减少隔离层的频率从而减少整个建筑物的频率,使其和地震的频率相差较远,防止共振的发生。当隔离层位置较高的时候可以

是隔离层的频率与整个建筑的频率比较接近,这是为了把震动幅度控制在安全的范围里面,可以采用调谐吸震的方式。

在设置隔离层的时候要同时注意减少上部和下部结构的地震反应,使建筑物更加的安全可靠。

1 层间隔震框架结构的优点及应用

1.1 层间隔震框架结构的优点

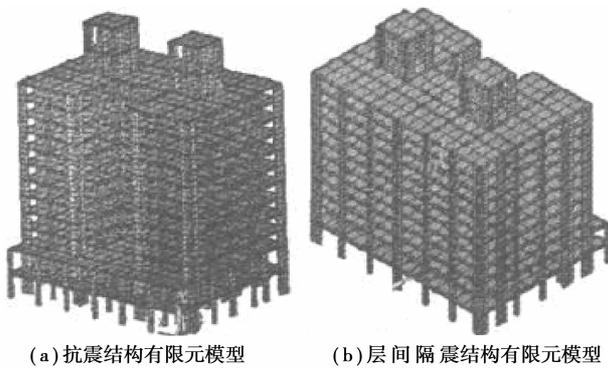
层间隔震框架结构不仅仅在地震时对建筑物有着有效的保护作用,同时在其他方面相对于普通的隔震结构来说也有着不少的有点,这使得层间隔震框架结构的发展更加迅速应用更加广泛。

1)使用范围广泛。当使用基础隔震结构的时候会有一定的限制,在这种情况下就只能使用层间隔震框架结构。同时它的使用更加灵活多变,当需要在旧的楼层上面加盖新的楼层时可以首先在上面加一个隔震层,这种做法不但简单方便没有改变原来楼层的结构,同时是建筑的隔震效果有了比较明显的加强。

2)当使用基础隔震结构的时候必须要给建筑物预留一定的控件来填充一定的材料来缓冲发生地震时的力的作用,同时为了防止地震时发生较大的位移也要预留一定的空间。

2.2 建立模型

首先根据实际的框架剪力墙的特点并且进行适当的简化燃油使用 ANSYS 建立普通抗震结构以及层间隔震结构两种模型。使用 Beam4 单元模拟建筑的梁柱等结构,使用 shell63 模拟露面等结构。使用铅芯层叠橡胶支座材料在相应的位置实现隔震层。使用 C40 混凝土实现框架剪力墙,弹性模量为 3.25×10^{10} Pa,密度为 2600 kg/m^3 ,泊松比为 0.20;铅芯层叠橡胶支座的剪切弹性模量为 0.55×10^6 Pa,水平刚度为 1 kN/mm ,等效粘滞阻尼比为 0.23,截面厚度为 120 mm,剪力墙厚为 300 mm。根据如上建立的模型创建的三维有限元模型如下图所示:



(a)抗震结构有限元模型 (b)层间隔震结构有限元模型

图 3 三维有限元模型

2.3 数据表

利用 ANSYS 有限元软件并且使用 Block Lanczos 算法进行求解可以得到这两种模型的前 15 阶频率,见下表 1:

表 1 两种模型前 15 阶频率

阶数	抗震结构	层间隔震框架结构
1	0.726 21	0.334 40
2	0.75423	0.36169
3	0.82744	0.456 78
4	1.038 75	0.674 56
5	1.424 25	0.753 42
6	1.591 73	0.845 61
7	1.724 94	1.136 21
8	2.025 49	1.424 52
9	2.135 49	1.493 42
10	2.356 49	1.631 58
11	2.490 12	1.989 73
12	2.678 34	2.217 95
13	2.956 23	2.371 89
14	3.347 84	2.798 21
15	3.935 64	3.091 87

其变化趋势如图 4 所示:

2.4 模态分析

通过 ANSYS 计算两种模型的一定阶数的频率可以发现层间结构相对于普通抗震结构其两者的周期有着比较大的变化。同时可以发现层间隔震框架结构的频率有了比较明显的减少,也就明显的减少了建筑物有基本频率,是建筑物

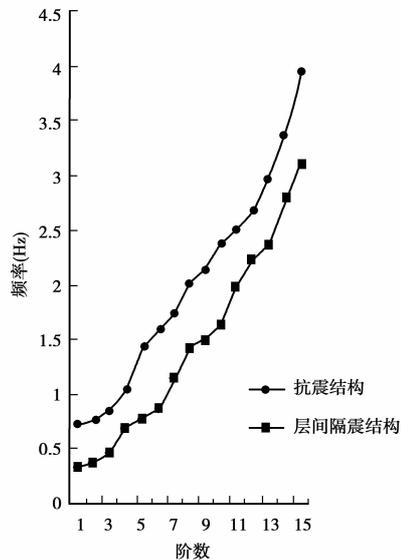


图 4 变化趋势

总体的频率与建筑场地的自身频率有了比较明显的区别。最后也就是建筑物的频率与地震的频率有了比较大的差别,有效地防止了共振的发生。

2.5 地震响应分析

对普通的抗震结构以及层间隔震框架结构同时输入地震波进行分析可以发现在发生地震时层间隔震框架结构的楼层间的位移量相对来说比较小,变形主要集中在了隔震层。隔震层有效的阻止了地震对楼层上部的影响。并且隔震层在地震的作用下可以是隔震层上部的楼层形成一个整体,相互之间几乎不发生位移。有效地减少了地震作用下各楼层之间的拉扯力。

3 结论

1)通过模态分析可以发现层间隔震框架结构相对于普通的隔震结构来说其频率有了比较明显的减少。从而减少了整个建筑物本身的频率,最终使整个建筑物本身的频率处于地震发生时的频率范围之外,防止了建筑物发生共振的情况的发生,有效地减少了地震对建筑物的损坏。

2)在发生地震时,层间隔震框架结构可以有效的减少各楼层之间的位移量,同时使地震发生时各个楼层之间相对运动的加速度有了比较明显的减小,也就是减少了各楼层在地震发生时相互之间的拉力。

3)综上所述,可以发现层间隔震框架结构具有优异的减震效果,这种结构能保证在地震的时候使隔震层吸收大部分的地震的能量同时通过隔震装置将这些能量小号出去,最终使地震时的变形主要集中在隔震层上,有效地建筑物进行了保护。

防震一直以来都是建筑物设计的重要的指标之一。目前,层间隔震框架结构的研究还不成熟。相对于日本中国的研究还只是起步阶段。安全性毋庸置疑是引导建筑物设计发展的方向的要素之一,层间隔震框架结构在将来也必定是建筑物发展的方向之一。

参考文献:

- [1] 于洪,张德玉. 框架隔震结构简化设计方法研究与应用[J]. 安徽工程科技学院学报:自然科学版,2009(3).
- [2] 唐怀忠,盛宏玉. 层间隔震结构的随机振动响应分析[J]. 安徽建筑工业学院学报:自然科学版,2006(4).
- [3] 李向真,欧海龙,林舒. 层间隔震结构计算模型的简化分[J]. 地震工程与工程振动,2002(1).
- [4] 中华人民共和国建设部. GB50011—2001. 建筑抗震设计规范[S]. 中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 白举科,陈龙珠,赵荣欣. 中间层减震结构地震影响实例分析[J]. 工程抗震与加固改造,2007,29(3):54-58.
- [6] 樊长林,张善元,张文芳. 隔震体系基于双质点模型的参数分析比较[J]. 太原理工大学学报,2008,39(3):320-323.
- [7] 徐庆阳,李爱群,张志强,等. 某大跨网架结构屋盖隔震整体分析[J]. 工程抗震与加固改造,2007,29(6):21-24.
- [8] 郭小宁. 高层框架-剪力墙结构层间隔震的动力时程分析[D]. 合肥工业大学,2006.
- [9] Xiao J, Mu Zaigen, Bu L G. et al. Study on the Performance of Compound Foundation Isolation System in Large Complex Structures[C]// Proceeding of Shanghai International Conference on Technology of Architecture and Structure(ICTAS2009) (I). 2009.
- [10] Shi W X, Liu K Y, Liu Y H, et al. Simulation Analysis of Control Algorithm for Smart Isolated Structure Based on Simulink S-Function[C]// Proceedings of 2009 IEEE the 16th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management(Vol. 2). 2009.
- [11] 祁皓等. 层间隔震技术评述. 地震工程与工程振动[J], 2004, 24(6):114-120.
- [12] 日本建筑学会著,刘文光译. 隔震结构设计[M]. 北京:地震出版社,2006.
- [13] 付伟庆. 智能隔震与高层隔震的理论与试验[M]. 哈尔滨:黑龙江大学出版社.
- [14] Sung W P, Shih M H. Development of Seismic Isolation Techniques For Elevated Roof of Hi-Tech Factory Building[C]// Proceedings of the Third International Conference on Dynamics, Vibration and Control[C]. 2010.
- [15] Xiong Z G, Qin G M, Zhang Z H, et al. The Seismic Response analysis of Damaged sSlip Component of Sliding Isolated Structure[A]. 2011.
- [16] Qiang R, University, China. Inelastic Energy Design Response Spectrum of Parallel Base-Isolated System[C]// Proceedings of the 3rd International Conference on the Concrete Future. 2008.

(编辑 郭飞)