

基于时程分析的消能减震结构设计方法

郝甲森

中建八局第一建设有限公司 250000

【摘要】 现有消能减震结构的设计中,当主体结构基本处于弹性工作阶段时,一般采用线性反应谱分析方法计算,消能部件的耗能通过附加等效阻尼比体现。时程分析方法则是通过在模型中建立消能部件的模拟单元对其耗能减震效果进行分析。以采用黏滞阻尼器的一榀框架为例,对比了线性反应谱分析和时程分析两种方法的计算结果,表明两者对于构件受力的影响存在差异。基于此种差异,提出一种基于时程分析的消能减震结构设计方法,以时程分析下构件受力改变的比例来指导配筋。

【关键词】 消能减震,线性反应谱分析,附加等效阻尼比,时程分析

1、引言

消能减震结构是指在房屋结构中设置消能部件,通过其局部变形提供附加阻尼,消耗输入至上部结构的振动(地震、风振)能量,以达到消能减震目的^[1]。消能减震设计的计算分析中,当主体结构基本处于弹性工作阶段时,可采用线性分析方法作简化估算,总刚度取结构刚度和消能部件有效刚度的总和,总阻尼比取结构阻尼比和消能部件附加有效阻尼比的总和^[2]。在使用过程中,线性分析方法存在下述问题:附加有效阻尼比可以反映消能部件对于整个结构的耗能减震影响,但对于构件受力的影响不能得到体现,从而影响结构构件层面的设计。因此,本文以一榀框架为例,通过对比线性反应谱分析和时程分析两种方法的计算结果,分析附加等效阻尼比和直接建立消能部件单元两者对于结构构件受力影响的差异,并提出以时程分析下构件受力改变的比例来指导配筋的消能减震结构设计方法。

2、分析情况

2、1 算例模型:

算例模型为一榀 4 层 3 跨的混凝土框架,其中梁截面为 300mmx600mm,柱截面为 600mmx600mm,跨度均为 8400mm,层高均为 3900mm。荷载采用均布线荷载,恒荷载 26.4kN/m,活荷载 13.2kN/m。地震烈度为 8 度(0.2g),II类场地,分组为第二组,特征周期 $T_g=0.40g$,固有阻尼比 5%。计算分析采用 SAP2000,消能减震装置选用黏滞阻尼器,只为主体结构提供附加阻尼^{[3][4]},因此可不计入等效刚度的影响。

2、2 时程分析

对算例模型进行原模型、减震模型的时程分析,其中减震模型考虑黏滞阻尼器中跨 1~4 层满布和仅在中跨 1~2 层布置两种工况,时程分析输入地震动^[5]采用在 PKPM 地震波数据库中选取的人工波 RH1TC040,其加速度谱与规范谱示,所选地震波均满足在主要周期点上相差不大于 20%的要求。

与原模型相比,减震模型中构件的受力不再出现基本一致的变化规律:梁、柱的弯矩和剪力均有所减小,当阻尼器由上至下连续布置时,弯矩和剪力的减小率(0.37~0.41)与基底剪力的减小比例(0.37)基本相同,当阻尼器仅部分楼层布置时,布置阻尼器的楼层中弯矩和剪力的减小率(0.41~0.48)均大于基底剪力的减小率(0.40),没有布置阻尼器的楼层中弯矩和剪力的减小率(0.32~0.39)均小于基底剪力的减小率(0.40);柱的轴力并不一定减小,布置阻尼器的跨,两侧柱轴力均有一定程度的增加,未布置阻尼器的跨,不与阻尼器连接的一侧柱轴力则有所减小。结果表明,时程分析中减震模型的构件受力并不是全部减小,其变化规律随着阻尼器的不同布置也出现差异性。

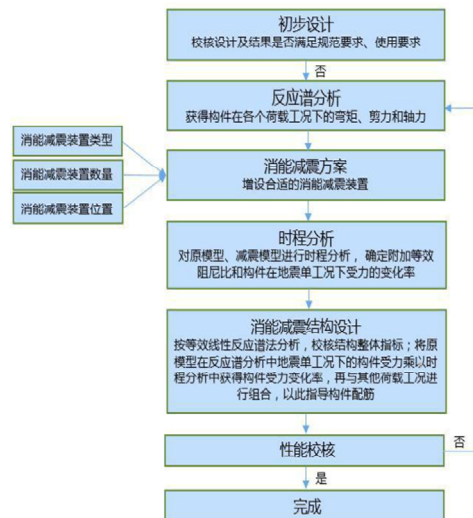
2、3 等效线性反应谱分析

对算例模型进行原模型、减震模型的等效线性反应谱分析,考虑消能部件附加等效阻尼比为 5%,减震模型在原模型基础上修改

其总阻尼比为 10%即可。构件弯矩、剪力和轴力的减小率均为 0.17~0.18,与结构基底剪力的减小率基本相同,结果表明,在等效线性反应谱分析中,减震模型的梁、柱受力均有所减小且减小率呈现一致性。

3 设计方法

基于以上分析,提出基于时程分析的消能减震结构设计方法,考虑实际工作中的阻尼器布置对于结构构件的影响,其步骤如图所示:



4 结论

本文总结了线性反应谱分析与时程分析中构件受力变化的差异,并提出了以时程分析下构件受力改变的比例来指导配筋的消能减震结构设计方法,满足安全和经济的双重要求,可以为后续消能减震结构的设计提供借鉴。

参考文献:

- [1] 日社团法人.日本隔震结构协会.被动减震结构设计.施工手册.2008.
- [2] 建筑抗震设计规范.GB 50011—2010 [S].北京:中国建筑工业出版社.2010
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ 297—2013 建筑消能减震技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社.2013
- [4] 胡峭岩,任晓崧,翁大根,等.附加黏滞阻尼器结构附加等效阻尼比算法研究[J].力学季刊,2013,34(1):114-124
- [5] 王亚勇.结构时程分析输入地震动准则和输出结果解读[J].建筑结构,2017,47(11):1-6