

某超高层住宅结构关键问题分析

熊会子

江西同济建筑设计咨询有限公司

摘要:某高层住宅初步设计有两个结构体系。甲为剪力墙结构,属B级高度超限建筑;乙为框剪结构,属超B级高度超限建筑。设计采用SATWE程序对两个方案进行小震作用下的弹性计算比较,最终选用框剪结构方案。该项目针对超限结构采取的方案比选方法可供类似超限高层结构设计参考。项目为超高层住宅,地上46层,房屋高度为148.65m。一般而言,板式高层住宅多采用剪力墙结构。初设时,结构方案有两个,甲为剪力墙结构,乙为框-剪结构。根据抗规、高规及建质[2010]109号文的规定,甲属B级高度超限建筑,乙属超B级高度超限建筑。设计采用SATWE程序进行小震反应谱弹性计算对比分析,综合考虑后选用B方案。

关键词:超高层;结构;关键问题

一、工程概述

项目地上46层,上部结构嵌固端取在地下室顶板。主楼竖向规则,无突变。抗震设防类别丙类,设防烈度VI度,设计地震分组第二组,设计基本地震加速度值0.05g,特征周期0.45s,场地类别III类。主楼基础采用旋挖孔灌注桩基础,桩端持力层为中风化花岗岩层。

二、地震作用

(一) 计算分析方法

结构抗震计算采用振型分解反应谱法计算,并考虑扭转对结构的影响,地震作用分别考虑双向地震作用和质量偶然偏心的不利影响,取二者不利值作为结构设计的依据。

(二) 安评与抗规的地震作用比较

小震作用下,当周期小于约3s时,安评提供的地震影响系数较大;反之,规范较大。中震和大震作用下,当周期小于约3.5s时,安评提供的地震影响系数较大;反之,规范较大。

(三) 天然波及人工波的选取

按照《抗规》规定,甲选用2组天然波(T631、T633)、1组人工波(R632),乙选用2组天然波(L0524、S0640)、1组人工波(S745)。

三、结构体系对比分析

甲主体结构采用剪力墙结构,剪力墙抗震等级二级;乙采用框剪结构,剪力墙、框架抗震等级二级;二者主要区别是乙将甲户内的4片Y向长墙调整为4根Y向框架。

由两个结构体系布置情况可知:

(1)甲为剪力墙结构,是板式高层住宅的常用结构选型,布置中规中矩;但剪力墙墙厚偏大,且基本上将主要建筑隔墙布满,造成主体结构自重过大,且结构Y向的抗侧力刚度比X向大。

(2)乙为框-剪结构,剪力墙主要布置在楼电梯间及建筑外墙,且剪力墙端部结合建筑平面设有端框柱;户内大部空间不布置剪力墙,而是结合建筑隔墙轴网布置框柱;主体结构自重较小,结构X、Y向的抗侧力刚度较协调。

从使用功能来看,B方案较理想,也较经济。

四、抗震超限情况对比

根据规定,甲、乙的超限情况基本一致,甲属属B级高度超限建筑,乙属超B级高度超限建筑,均需做抗震设防专项论证。相比较,乙针对超限采取的抗震加强措施应比甲严格。

五、弹性计算结果对比分析

初步设计以SATWE为主要计算分析软件,采用振型分解反应谱法计算地震作用,考虑偶然偏心及双向地震作用;采用

CQC法进行振型组合,采用抗规方法计算双向地震作用。小震下弹性计算结果对比如下:

(一) 周期与有效质量系数对比

从周期计算结果可知:甲、乙的结构周期计算基本正常,满足规范要求;但甲的结构周期比乙小,说明甲的结构刚度较大。

(二) 结构总质量及剪重比对比

由于甲的结构刚度大,自重大,其产生的地震效应较大,造成剪重比偏大,不能有效发挥抗侧力体系的作用,也较不经济。因此,乙较理想。

(三) 层间位移角对比

由于甲的两向结构刚度差别较大,造成二者的位移角极不协调,较不经济。事实上,乙虽然为框剪结构,但其地震作用下的最大位移角基本上可满足高规规定的剪力墙结构限值。因此,乙较理想。

(四) 地震和风作用下的倾覆弯矩对比

风荷载作用下,甲、乙的倾覆弯矩差别不大。地震作用下,甲两向的倾覆弯矩差别较大,Y向是X向的1.24倍;其次,乙的倾覆弯矩远远小于甲,甲X向是乙的1.75倍,Y向是2.15倍。因此,甲较不经济,乙较理想。

经过以上对比分析,最终选择乙。施工图阶段,本项目分别采用ETABS和SATWE两个不同力学模型的空间结构分析程序计算,构件设计经判断分析后采用二者的大值。选取2组天然波及1组人工波,对结构作小震作用下的弹性时程分析,取CQC法计算值、3组地震波计算结果包络值的大者用于设计,使结构各项指标均能满足相关规范的有关要求,达到小震作用下“结构处于弹性状态,各构件无损伤、完好”的抗震性能目标。

六、针对超限情况采取的加强措施

本项目结构布置上通过计算调整抗侧力构件的布置,减少结构的扭转,保证框架、剪力墙协同工作。此外,还采取了抗震加强措施,主要有:

(1)底部加强区的框架、剪力墙以及中震下小偏心受拉的竖向构件抗震等级按特一级,特一级的框架柱、剪力墙端柱加设型钢。

(2)中震作用下,底部加强区的剪力墙承载力按抗剪弹性、抗弯不屈服设计,框架柱按弹性设计。

(3)对重要部位的连梁配置钢板,以加强其抗剪性能,实现“强剪弱弯”。

(4)适当增加剪力墙的配筋,提高剪力墙暗柱及墙身的配筋率,保证剪力墙延性良好。

七、结论

某高层住宅房屋高度148.65m,初步设计采用SATWE对两个结构方案进行小震下的弹性计算及做弹性时程分析,最终选用框剪结构方案,属超B级高度超限建筑。通过计算分析和采取相应的抗震构造加强措施,基本保证了结构具有较好的抗震性能。该项目针对超限结构采取的方案比选方法,可供类似超限高层结构设计参考。

参考文献

- [1]沈晗.厦门某超高层建筑结构抗震设计与性能[J].广东建材,2013,29(07):44~48.
- [2]钱钧珑.某超限建筑结构抗震设计[J].居舍,2017(31):79.