北京某高层剪力墙结构抗震设计分析

Analysis of Seismic Design of a High-rise Shear Wall Structure in Beijing

王晓可

Xiaoke Wang

华通设计顾问工程有限公司

中国·北京 100035

Walton Design & Consulting Engineering Co., Ltd.,
Beijing, 100035, China

【摘要】北京某高层剪力墙住宅采用装配式剪力墙结构,即竖向尺寸突变、楼板不连续结构,并采用 YJK2.0 进行多遇地震下的结构计算分析。文章针对该工程竖向体型收进位置较高、平面收进尺寸较大的特点提出了有效的加强措施,以供类似工程参考。

【Abstract】The assembled shear wall structure is adopted in a high-rise shear wall residential building in Beijing. It is a discontinuous floor structure with sudden change of vertical dimension. YJK2.0 is used for structural calculation and analysis under multiple earthquakes. Aiming at the characteristics of high vertical receipt position and large plane receipt size in this project, this paper puts forward effective strengthening measures, which can be used as reference for similar projects.

【关键词】竖向体型收进;楼板不连续;地震分析;装配式剪力墙

【Keywords】vertical intake; floor discontinuity; seismic analysis; assembled shear wall

【DOI】10.36012/etr.v1i3.438

1 工程概况

中国北京市某商品房住宅小区位于北京市亦庄经济技术开发区,包括 1#~10# 多层、高层住宅楼及配套工程。1# 楼有 3 个单元,地上分别为 15 层、12 层、8 层,地下 1 层,如图 1 所示;北侧两个单元在首层、二层有局部框架,应建筑功能需要,首层顶板约一半面积开大洞,如图 2 所示。

图 1 1# 楼东立面图

图 2 1# 楼首层平面图

工程场地的地震基本烈度为 8°, 设计基本地震加速度 0.2g, 设计地震分组为第二组, 建筑场地类别 III 类, 场地特征周期为 0.55s, 工程的抗震设防类别为丙类, 剪力墙抗震等级为一级, 框架的抗震等级为二级。

本项目按《北京市人民政府办公厅关于加快发展装配式建筑的实施意见》(京政办发〔2017〕8 号)要求实施装配式住宅, 1# 楼三层及以上墙体、顶板、空调板、楼梯实施产业化。

2 结构计算模型

采用 YJK2.0 对结构进行多遇地震作用和风荷载作用下的内力和位移计算。地震作用和风荷载按两个主轴方向作用。考虑 5% 偶然偏心地震作用下的扭转影响, 周期折减系数 0.95。整体指标计算采用刚性楼板假定, 其余计算采用非刚性楼板假定。

3 设计难点及注意事项

3.1 高宽比

高层建筑的高宽比是对结构刚度、整体稳定、承载能力以及经济性的宏观评价指标。对于装配式剪力墙结构, 预制墙板连接性能受建筑高宽比和体型的影响相对更大; 高宽比较大时, 结构在设防烈度地震作用下, 可能会出现较大的拉应力区, 对预制墙板竖向连接的要求会显著提高, 且对结构抗震性能影响较大。

采用装配式剪力墙结构的建筑, 宜比现浇结构更加严格地控制高宽比, 在建筑规划和单体方案设计中, 应充分重视此条规定。严格控制建筑的高宽比, 保证装配式混凝土剪力墙结构房屋较高的安全性和经济性, 充分发挥结构体系的优点和性能。

依据 DB11/1003—2013《装配式剪力墙结构设计规程》第

5.3.2 条,抗震设防烈度为 7°和 8°、高宽比分别大于 5.0 和 4.0 时,应补充结构在设防烈度水平地震作用下的内力分析,并应避免预制墙构件出现小偏心受拉。分析时,可采用弹性假定进行计算,荷载分项系数可取 1.0,如出现小偏心受拉,预制墙板构件平均拉应力不应大于预制墙构件混凝土抗拉强度标准值。

3.1.1 如何计算高宽比

计算高度 H :室外地面标高至主要屋面结构板面标高。

计算宽度 B :根据 JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》中条文说明 3.3.2 条,一般情况下,可按所考虑方向的最小宽度计算高宽比,但对突出建筑平面很小的局部结构(如楼梯间、电梯间等),一般不应包含在计算宽度内;对于不宜采用最小宽度计算高宽比的情况,应由设计人员根据实际情况确定合理的计算方法。

3.1.2 1# 楼高宽比的计算

1# 楼建筑高度 43.5m,最窄处 9.8m,最宽处 16.8m。若按最窄处计算高宽比为 $43.5/9.8=4.43>4$,需要验算中震下是否出现小偏心受拉。经过验算,本楼出现小偏心受拉,且预制墙板构件平均拉应力大于预制墙构件混凝土抗拉强度标准值。

计算高宽比时,可采用等效宽度即加权宽度,如下图 3 所示。

图 3 等效宽度计算简图

1# 楼住宅楼标准层等效宽度为 14.63m,高宽比为 $43.5/14.63=2.97<4$,不需要补充计算。

3.2 竖向尺寸突变

1# 楼竖向收进两次,在第 8 层顶和第 12 层顶竖向收进,每次收进一个单元,层高 2.9m,结构正负零楼板标高为 -0.100m,室外地坪 -0.300m。第 1 次竖向收进,收进位置 $(8 \times 2.9 - 0.1 + 0.3)/43.5 = 0.54 > 0.2$,收进尺寸 $11.2/33.2 = 0.34 > 0.25$;第 2 次竖向收进,收进位置 $(12 \times 2.9 - 0.1 + 0.3)/43.5 = 0.8 > 0.2$,收进尺寸 $11.2/22 = 0.51 > 0.25$ 。根据 JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第 3.5.5 条,1# 楼属于尺寸突变,竖向构件

收进位置高出结构高度的 20%且收进大于 25%。

3.3 楼板不连续

如上文图 2 所示,应建筑要求,首层顶开大洞,开洞面积大于 30%,根据 GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》第 3.4.3 条,1# 楼属于楼板不连续,开洞面积大于 30%。根据《超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点》,要求 1# 楼模型调整的要点就是控制扭转位移比在 1.2 以内。

3.4 扭转位移比控制在 1.2 以内

在抗侧力构件布置,优先考虑在楼梯、电梯间布置剪力墙,且剪力墙尽量满足“均匀、分散、周边、对称”的原则。同时,尽量使结构质心与刚心重合,以减少扭转效应。1# 楼竖向内收两次,顶层只有一个单元,为减轻扭转,模型调整的方向是加强南侧单元(15 层)的刚度,外墙上的开窗处做双连梁(窗上口和窗下都做连梁),内部多设置剪力墙、高连梁;减弱内收北侧两个单元的刚度,外墙上的开窗仅窗上口做连梁,内部少设置剪力墙,墙体开大洞口、高洞口,洞口上方设置框连梁。

根据上述原则,1# 楼的规定水平力下各工况位移比可控制在 1.2 以内。

4 抗震加强措施

本工程竖向体型突变,高位收进两次,根据 JGJ 3—2010《高层建筑混凝土结构技术规程》第 10.6.2 条和 10.6.5 条做以下加强措施:①收进部位上下各两层墙体抗震等级由二级提高为一级;②收进部位以下两层结构周边墙体水平筋、竖向筋直径提高一级,收进部位以下两层结构外围边缘构件的纵筋、箍筋直径提高一级;③竖向体型突变部位楼板由预制楼板改为现浇楼板,且楼面板厚为 150mm,双层双向配筋,配筋率不小于 0.25%。

5 结语

对于采用预制墙体的高层剪力墙结构,结构设计人员应提醒方案设计师控制建筑高宽比以满足规范要求,应避免建筑高宽比超过规范要求。对于竖向体型突变、高位收进的高层结构,应充分分析结构体型特点,根据体型进行结构布置和刚度调整,以控制扭转位移比。

参考文献

- [1]JGJ 3—2010 高层建筑混凝土结构技术规程[S].
- [2]GB 50011—2010 建筑抗震设计规范[S].
- [3]DB11/1003—2013 装配式剪力墙结构设计规程[S].
- [4]超限高层建筑工程抗震设防专项审查技术要点[S].