

钢筋混凝土高层建筑的结构设计

摘要:介绍了高层建筑结构方案的选择原则,阐述了高层建筑超限判定及结构计算的方法,并从楼板应力集中、板裂缝、大跨度和长悬臂结构设计等方面,分析了高层建筑设计中常见的问题,以供参考。

关键词:高层建筑, 结构设计, 楼板, 应力

引言

在社会发展的漫漫长河中,建筑技术的变革日新月异。而在各个不同的历史时期,结构技术在建筑发展中的作用十分重要,影响了建筑发展的历史文化价值。近些年来,随着经济发展和人们物质文化生活水平的不断提高,现代建筑作为人们工作、生活的重要场所,不但要满足实用性,更要具有地区性和多样性的特征。这就对结构设计人员提出了更高的要求。同时,随着高层建筑的日益增多,不规则平面、建筑特殊的立面造型以及大空间的使用要求,使得结构设计无论在抗震构件的布局、结构分析、节点构造方面都面临着诸多挑战和创新。而钢筋混凝土高层建筑作为最常见的一种结构形式,如何在满足安全适用、经济合理的基本原则下优化计算,精益求精是一个值得探讨和思考的话题。

1 结构方案的选择

高层建筑结构的结构体系,应根据建筑的不同使用功能、房屋荷载、层数、高度、跨度,同时考虑建筑物所在地区的抗震设防烈度,建筑工程抗震设计的设防类别和相应的抗震设防标准确定。目前高层建筑的钢筋混凝土结构常用的结构体系有框架、框架—剪力墙、剪力墙、框架—核心筒、底部带有转换的部分框支剪力墙结构等。根据建筑专业提供的设计方案与技术条件,在尽量满足使用功能的前提下,与建筑和设备专业充分沟通,仔细推敲,合理布置抗侧力构件,选择适用的结构体系,使结构具有合理的刚度和承载能力,避免产生软弱层或薄弱层。随着高层建筑的不断增多,概念设计在结构方案的选择与确定中的作用越来越重要。这就要求结构工程师具有丰富的实践经验,掌握相应的法律法规、施工技术,收集分析资料,对建筑工程进行宏观控制,在特定的建筑空间中,用整体的概念完成结构总体方案的设计。结构方案的选择会直接影响到房屋的造价高低、施工的进展速度。

2 超限高层建筑界定

在高层建筑方案和初步设计阶段,对超限类型的准确判别,是进行结构设计,确保结构安全的前提条件。所以在拿到建筑方案的第一步,应该仔细研究现行规范的适用范围,针对不同方面对工程项目进行仔细核对,分析研究本结构工程是否为超限工程。结构工程设计中,这一步至关重要,否则不但会耽误设计工期,还会对结构安全造成严重影响。判断超限高层建筑工程主要有以下几个方面:1)对于不同抗震设防烈度、不同结构类型和结构体系,规范规定了房屋的最大适用高度,超过此高度则属超限。这一类超限判别时应注意,平面和竖向均不规则的,适用高度宜适当降低,同时应考虑房屋的抗震设防类别。2)房屋高度在规范允许范围之内,但建筑结构布置属于特别不规则的高层建筑:a. 扭转不规则或抗扭刚度弱。考虑偶然偏心的扭转位移比大于 1.4(扭转偏大)或大于 1.2(扭转不规则),扭转周期比大于 0.9(B

级高度)或大于 0.8(A 级高度)。b. 平面不规则。平面凹凸尺寸与相应尺寸比值超限,细腰形或角部重叠形。c. 竖向不规则。竖向构件收进尺寸过大或外挑尺寸大于限值要求。d. 楼板不连续。楼板开洞面积过大,有效楼板宽度过小或楼板错层大于梁高。e. 局部的穿层柱、斜柱、夹层,个别构件错层或转换。3)特殊类型的高层建筑:a. 加层结构。加层部分的结构与原主体结构形式不同。b. 采用新型结构材料或新型抗震体系。c. 规范中未列入的其他高层建筑结构,特殊形式的大型公共建筑及悬挑结构,特大跨度的连体结构等。

3 结构计算及变形分析

在高层建筑的结构设计中,对于高度小于 40m,且质量、刚度沿高度分布比较均匀,以剪切变形为主的结构,可采用底部剪力法进行简化计算。先确定结构总地震力,然后按照高度呈倒三角形分布特征进行各楼层分配,同时在顶部增加附加集中力,考虑顶部鞭梢效应。随着反应谱理论的不断成熟,大多数建筑结构体系采用振型分解反应谱法进行计算。考虑不同振型在地震反应中的参与程度,先确定在各质点的水平地震作用标准值,再综合计算整体水平地震作用效应;同时考虑扭转耦联影响,确定各振型在两水平方向和转角方向的地震作用标准值。同时,对于特别不规则的建筑、甲类建筑和一些特殊高度的高层建筑,采用弹性时程分析法进行多遇地震下的补充计算。根据时程分析和振型分解反应谱法的不同结果,对比分析后进行包络设计。结构抗震变形验算分两阶段进行:第一阶段是多遇地震下的承载力验算,主体结构不受损,保证建筑物正常使用功能。此阶段以弹性变形为主,保证结构及非结构构件不开裂或开裂不明显;第二阶段是罕遇地震作用下建筑主体结构遭遇破坏,但不倒塌。此阶段以弹塑性变形为主,根据震害经验和实验分析提出了极限变形时的层间极限位移角,防止薄弱层弹塑性变形过大引起结构倒塌。

4 高层建筑设计中常见问题解析

4.1 楼板应力集中问题

建筑结构中楼板作为水平抗侧力体系,在承受和传递竖向力作用的同时,把水平力传递和分配给竖向抗侧力构件,协调同一楼层中竖向构件的变形,使建筑物形成一个完整的抗侧力体系。建筑平面布置中,由于存在凹凸布置,楼板尺寸和刚度的急剧变化都可能在角点局部位置及楼层凹角处产生应力集中。结构设计中应当提高此区域刚度,适当增加楼板厚度及配筋率,楼板配筋双层双向拉通布置。

4.2 板裂缝及挠度问题

近年来高层建筑设计中,由于使用功能的要求,大跨度板越来越多。同时随着地板采暖的不断普及,上部荷载增加,对板裂缝和挠度要求日益提高。结构设计中,虽然现浇板承载力均能满足要求,但是使用中大跨度板往往是由裂缝和挠度控制,所以,在设计中应注意对大跨度板的变形验算。满足强度计算的情况下尽量采用中低强度混凝土,在易裂的边缘部位设置暗梁,提高该部位的配筋率,提高混凝土的极限拉伸,同时在屋面板顶部增设温度钢筋。

4.3 大跨度和长悬臂结构的设计

抗震设防烈度 8 度、9 度时的大跨度和长悬臂结构应计算竖向地震作用。由于大跨度、

长悬臂结构对竖向地震较为敏感，仅仅考虑水平地震作用存在一定的安全隐患。所以，在设计中应引起足够的重视，尽量选用高强度混凝土，增大配筋率，严格控制构件裂缝和挠度。在满足使用功能的前提下，可采用劲性混凝土和轻钢结构，并加强周边的连接构造，有效提高整体结构的承载力和延性。

5 结语

钢筋混凝土高层建筑的结构设计是一项复杂、系统的工程。工程设计人员要严把规范、规程，并深刻理解，同时要灵活运用，善于创新，在工作中精益求精，不断总结和反思，使建筑工程达到安全适用、经济合理，实现房屋建筑工程的科学化发展。

