

高层建筑结构抗震设计存在的问题及其对策研究

陈意燃¹, 赵灵雨²

(1.友谊国际工程咨询股份有限公司, 湖南 长沙 410000; 2.湖南省建筑设计院集团有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 在当前的社会发展中, 建筑工程是城市建设中极为重要的内容。目前, 我国城市人口数量大幅增长, 城市空间压力随之不断增加, 为有效节约利用土地资源, 合理配置城市空间资源, 高层混凝土建筑已经成为建筑的主流。随着建筑楼层的增加, 设计人员要调整思路, 提高高层建筑的设计质量, 有效提高建筑的抗震性能。设计过程中, 结构抗震是极为关键的质量管理点, 对建筑使用的安全性以及使用寿命具有极为重要的影响。如果建筑抗震结构的合理性较低, 那么在建筑投入使用过程中会出现许多质量问题, 甚至引发极为严重的安全事故, 对用户生命财产安全造成严重威胁。因此, 要重视混凝土抗震结构设计工作, 不断优化施工技术和施工流程, 促进高层建筑行业健康发展。

关键词: 高层建筑; 抗震设计; 问题; 对策

中图分类号: TU97

文献标识码: A

文章编号: 1674-1064 (2022) 04-010-03

DOI: 10.12310/j.issn.1674-1064.2022.04.004

高层建筑结构抗震设计直接决定了高层建筑的抗震性能和效果, 为保证用户生命财产安全, 必须将高层建筑结构的抗震设计作为关键切入点, 按照高层建筑的建设质量标准要求, 合理落实高层建筑结构抗震设计。同时, 采取有效防范措施, 强化高层建筑结构的抗震性能和整体安全性, 为居住安全提供保证。

1 高层建筑结构设计中抗震概念设计的意义

概念设计理论是理论设计和实验研究的结合。在概念设计的后续发展中, 大量的设计思想被融入到工程实践的实验环节中, 形成了概念设计的基本原则。根据这些基本原则, 进行相关的建筑结构和建筑的总体施工布局。

高层建筑结构的受力情况非常复杂, 动力本身具有不确定性的特点, 在地震发生时更为明显。对地震灾害和建筑结构的理解存在一些局限性。许多建筑材料的性能在安装和施工过程中很容易发生变化。在应用前, 大型模拟地震波试验会出现一些数据偏差, 许多高层建筑的地震数据应用不明确, 许多高层建筑的地震质量令人担忧^[1]。

高层建筑结构的抗震设计理念以数值计算为主, 并增加了实践经验元素。概念设计的结合比固定的分析和计算更重要, 促进了抗震设计概念, 满足不同地理位置和地区的高层建筑的设计需求。在这一原则下, 高层建筑结构设计要注重抗震设计中结构规范和性能标准的应用。更重要的是, 在标准方面, 对结构工程师的设计要求也非常严格, 必须按照结构设计原则, 并结合不同地区相应抗震标准的规范要求, 以确保高层建筑结构抗震性能的应用^[2]。

2 地震对高层混凝土建筑的破坏方式分析

2.1 剪切力破坏分析

当地震发生时, 建筑物会受到剪切力的破坏并产生许多裂缝。剪切裂缝是指建筑结构在剪力和弯矩共同作用下, 由于剪应力过大而产生的裂缝。

剪切裂缝形成的原因主要包括以下几个方面: 第一, 如果建筑结构的弯矩和综合强度超过承载范围, 就会产生裂缝, 建筑截面也会产生相应的水平弯曲裂缝; 第二, 高层混凝土建筑在地震中往往要承受更大水平地震力, 此时, 建筑结构会产生倾斜方向的剪力, 导致裂缝; 第三, 水平钢筋承载力不足时, 高层混凝土建筑的剪切裂缝会大大增加, 同时出现剪切破坏现象。

2.2 弯曲失效分析

当地震发生时, 高层混凝土建筑不仅会发生剪切破坏, 而且会发生弯曲破坏。弯曲破坏的主要原因是高层混凝土建筑会受到地震的水平力, 建筑结构难以平衡, 从而增加了高层混凝土建筑主体结构的应力。在地震多发地区, 主震和余震都会影响高层混凝土建筑主体结构的稳定性。如果地震持续时间较长, 在地震力的反复作用下, 高层混凝土建筑的主体结构将受到严重破坏。当竖向纵筋屈服时, 高层混凝土建筑结构将受到破坏, 导致弯曲倒塌。

3 高层建筑结构抗震设计中存在的问题分析

3.1 抗震意识不足

高层建筑施工中, 抗震知识是必不可少的, 这就要求施

作者简介: 陈意燃 (1987—), 硕士, 工程师, 研究方向: 结构设计。

工人员、管理人员和技术人员具有一定的抗震意识，可以由具有丰富施工经验和抗震理论知识的人员进行设计，以确保施工效果。

然而，由于从设计蓝图到现场施工的过程中种种原因，很难在现场中将执行抗震性能的相关要求落实到位，例如抗震锚固长度不满足相关抗震等级的要求、箍筋加密区长度不够等^[3]。

3.2 城市建筑规划缺乏科学性

近年来，高层住宅越来越多，在一些危险地区活跃的断层软弱土层中，高层建筑的超前规划和基础选型的科学性和合理性缺乏，对地基造成破坏，严重影响了高层建筑的抗震性能，甚至导致安全问题。

在抗震规划和准备方面，体系建设不完善，对各类特殊建筑结构的规定缺乏更加详细的内容，高层建筑结构抗震性能不理想，难以采取有效的建筑控制措施，这对高层建筑的抗震性能构成了严重威胁。

3.3 缺乏技术资源

高层建筑抗震设施的利用率有限，对高层建筑的整体质量产生了负面影响。因此，有必要考虑现场人员、材料质量和设备水平等因素对施工的影响。但是，在技术资源缺乏、技术水平不足的情况下，很容易出现设计隐患，难以充分发挥高层建筑结构的抗震效果，保证居民生活环境的安全^[4]。

4 高层建筑结构抗震设计的优化对策

4.1 勘察设计是抗震的基础

高层建筑结构的抗震设计中存在的普遍问题亟待改进，有必要采取全过程贯穿的方式，将抗震设计理念落实到施工的各个阶段，采取有效措施，提高抗震设计的有效性。分析和研究可行性方案，按照勘察标准、勘察要求等，在对比分析中选择合适的区域建设高层建筑。

勘察单位要提出合理的选址建议，掌握工程地质的条件要求，包括已建区域内的地貌、地形、地质特点等，全方位分析场地、地层等各项地质条件，关注地质条件中可能影响高层建筑结构抗震设计效果的各项因素。通过细致勘察，分析拟建场地的地层结构、地质构造、岩土工程特性、地下水埋藏条件等，并做好记录，研究和探讨不良地质作用的成因、规模分布情况、发展趋势，根据相关资料评价场地稳定性，掌握高层建筑地基基础的分类，结合水土对建筑材料可能形成的腐蚀性等影响进行分析评价^[5]。

要明确具体的工程项目勘察要求，评价建筑地基的岩土工程，包括分析岩土的性状、地基类型、岩土均匀性、地基的基础形式、地基处理、基坑支护和不良地质作用的防治等。着重查看不良地质的危害程度及作用趋势，采取有效整改方案和措施，将高层建筑结构抗震设计贯穿前期勘察、初步设计和具体施工等各个环节，优

化抗震设计性能。

4.2 优化抗震结构的功能及体系

高层混凝土建筑在当今社会中得到了广泛应用，促进了建筑行业的发展。但是，高层混凝土建筑施工对综合施工效果提出了更加多元化的要求，设计人员要优化建筑结构，在减少工程造价的同时，提高建筑的抗震性能。因此，建筑企业要从优化抗震结构体系入手，改良高层混凝土建筑的抗震结构。

例如，某些与剪力墙平面相交的框架梁纵筋锚固长度在剪力墙宽度范围内不足时，未采取增加梁纵筋锚固长度的施工措施。高层住宅地下室顶板作为嵌固端时，未在顶板与首层结构板高差处做加腋处理，导致抗震时无法传递水平地震力，从而严重影响建筑刚度及承重能力。

4.3 抗震概念设计在建筑结构构造上的有效应用

高层建筑抗震性能的实现必须以每个构件为基础。目前，我国对建筑关键部位构件的抗震构造制定了明确的标准，例如最小配箍率、最小配筋率、最大轴压比等，高层建筑的整体结构呈现出多样化、多层次的超静定结构，抗震结构也要设置多种抗震防线^[6]。

在多重设防情况下，一旦发生地震，部分构件提前受损，其余已安装构件仍能很好地支撑并继续发挥作用，承受地震灾害和竖向荷载造成的压力。因此，控制高层建筑结构体系，将地震能量消耗作为一种防御措施，可以保证抗震结构概念设计的最大应用能力。

4.4 保证建筑材料的质量

建筑材料的质量是决定高层建筑建设质量和性能效果的关键，材料构件的延性耗能始终是抗震性能好坏的关键因素，高层建筑工程的建设施工中，控制结构抗震设计和施工质量，要合理选择建筑材料，保证施工材料符合一定的标准要求。高层建筑工程是一项系统、大规模的项目，其中应用到大量的建筑材料，涉及种类繁多，因此，选择材料时需要考虑多方面因素，达到强化高层建筑结构抗震性能的目的。

施工过程中，要根据现场工程建设状况及环境、地质条件等，选择能够满足抗震需求的可靠质量的施工材料，尤其是在我国的部分区域内存在地震灾害多发的情况，高层建筑结构抗震设计中要选择复合材料，确保高层建筑结构的稳定性能，提高对地震灾害的抵御能力，尽可能地减少建筑整体重量，防范地震灾害。

4.5 重视抗震扭转效应

发生地震时，往往会产生垂直扭转以及水平扭转等作用力，对高层混凝土建筑造成破坏，导致建筑构件开裂，甚至导致建筑倒塌。因此，施工人员要高度重视抗震扭转效应，提高位移部位的质量，确保位移范围与设计标准相符合。

此外，设计人员要解决抗震结构的割裂问题，采取合理措施，大幅提高抗震结构的设计效率及设计质量。

5 工程案例

某建筑工程为某市地标式高层建筑物，其高层建筑为框架—核心筒结构的商业办公楼，高度为115 m，地上26层，地下5层，1~5层楼板局部大开洞，2层存在跃层柱，上部结构楼层位移比 >1.2 ，5层层高11 m，导致刚度突变，为超限结构。

设计单位进行了建筑结构的抗震结构设计超限分析，性能目标定为C级：小震时完好、无损伤，中震时轻度损坏，大震时中度损坏。为确保楼板大开洞处结构的整体性能，适当增加楼层大洞口周边楼板厚度和配筋率，采用双层双向配筋，构造上增设放射筋、角筋等进行加强。

中震弹性分析时，跃层柱接近屈服，为提高跃层柱的变形能力，采用箍筋全高加密等措施，但在施工过程中，由于种种原因，未必能将设计上的构造措施落实到位，导致箍筋未能加密、放射筋布置不合理等问题。

SATWE第1振型变形图如图1所示。

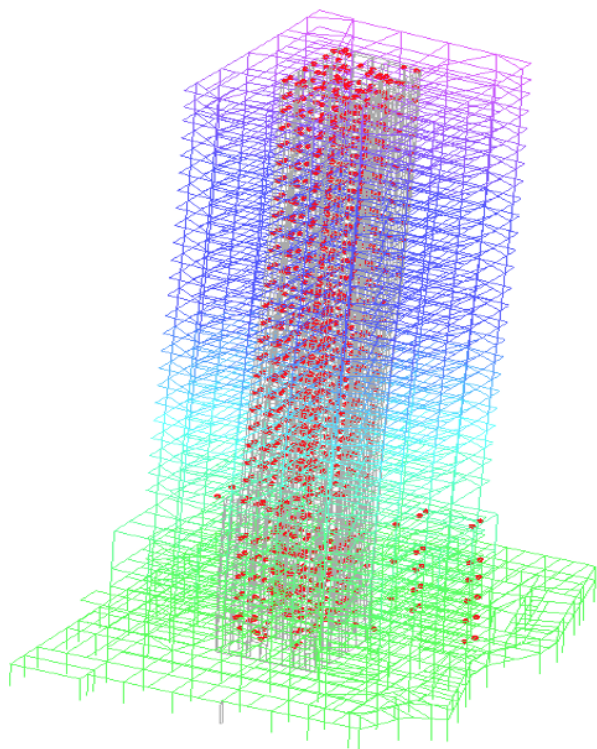


图1 SATWE第1振型变形图

5.1 优化抗震结构的设计方案

高层混凝土建筑的抗震结构的科学性会直接影响建筑的性能。在项目方案阶段，设计人员要优化建筑结构的合理布置，以实现提高抗震性能的目标。在合理优化抗震结构的设计方案的背景下，建筑即使遭受地震外力的影响，也能正常发挥抗震性能，将损害程度降到最低。

现阶段，工程项目施工时间紧张，方案设计师的结构知识浅薄，严重缺乏抗震概念，方案施工图很难落地，后期施工阶段存在各种大跨、超限、异形的不规则建筑。因此，设计人员要针对高层建筑的不足之处进行合理设计，配合结构设计人员调整建筑结构的合理布置，减少超限的情况，尽可能设计合理、规则、安全、适用的建筑。

5.2 抗震性能目标设计

在实际设计过程中，抗震性能设计主要是完成抗震目标设计，通过抗震目标设计完成整个工程设计，即“小震不坏、中震可修、大震不倒”，分析了本工程抗震性能的设计目标。

小震弹性设计：要求建筑物完好无损，无须维修即可使用。在实际设计过程中，关键部件设计为无损设计，不同垂直部件完成无损设计，耗能部件设计为无损设计。

中等地震塑性设计：要求建筑物只受到轻微损坏，经过全面修复后可再次使用。在实际抗震设计中，普通竖向构件的损伤程度较轻，耗能构件的损伤程度较轻。

大震塑性设计：要求建筑物能够承受地震后的严重破坏。

6 结语

综上所述，高层建筑设计施工过程中，方案设计人员要提高结构的基本概念知识，尽可能配合结构专业人员设计规则、合理、有利于抗震的设计方案，坚持以人为本的中心思想，始终将工程的安全性能摆在重要位置。施工阶段应加强与设计单位的沟通，了解工程的重点、难点，提高结构的关键构件的施工质量，提高结构的抗震意识，将设计上的抗震构造措施落实到位，为高层混凝土建筑的安全性及稳定性提供有效保障。

参考文献

- [1] 赵光朋. 高层建筑抗震设计分析[J]. 房地产世界, 2021(5): 32-34.
- [2] 甘昱. 高层住宅建筑结构的抗震优化设计策略[J]. 工程建设与设计, 2021(4): 21-23.
- [3] 景亚磊. 高层建筑抗震设计及相关问题分析[J]. 居舍, 2021(6): 81-82.
- [4] 王雷, 赵国良, 王诚杰, 等. 刍议高层混凝土建筑的抗震结构设计策略[J]. 工程抗震与加固改造, 2021(1): 172.
- [5] 何定国. 高层混凝土建筑抗震结构设计要点分析[J]. 低碳世界, 2021(1): 108-109.
- [6] 陆兴锋. 高层建筑抗震设计问题探讨[J]. 住宅与房地产, 2020(36): 77, 90.