

建筑工程中的抗震设计与结构加固技术

胡攀登

北京益汇达清水建筑工程有限公司 北京 101300

【摘要】为了全面提升建筑的施工建造水平,延长其使用优势,落实好抗震加固设计工作具有很大现实意义。概括建筑结构抗震加固设计的基本要求,列举建筑结构抗震设计中要处理的问题,不仅包括前期设计方案内的抗震设计,还有结构体系、结构平面和立面、抗震材料的选择等,较为详细地介绍了抗震加固技术类型及其应用要点,希望能给同行的实践带来一些帮助。

【关键词】建筑工程结构;抗震设计;加固技术;应用要点

引言

近些年中国内各地城镇化进程持续加速,建筑建设数量及规模均呈逐年增长的趋势,人们对建筑质量安全提出了更高的要求。对既往各地报道的建筑塌方事件进行分析,建筑结构的抗震水平偏低是“罪魁祸首”。结合工程构造特点,根据其功能使用要求,从多个方面提升建筑抗震水平,建造出更加完整的施工作业模式,最大限度地增加建筑结构抗震的稳定性,确保人民生命财产安全,增加整个建筑的使用效益。虽然近些年中越来越多的施工方认识到了建筑抗震设计的必要性,但具体实践中依然暴露出一些问题,本文以增进抗震设计水平为宗旨,总结抗震设计技术方法。

1 建筑结构进行抗震加固设计的基本要求

1.1 有助于减少扭转效应

为了保证被加固后建筑结构重量与刚度都能均匀分布,以防由于局部异常增强而引起结构强度和刚度突变等问题,要根据整体加固部署的真实要求,精心挑选出不仅有助于提升结构整体抗震性能,还能解除不良因素影响的工程设计方案。与此同时,也要保证有关设计环节可靠衔接,进一步优化结构设计的对称性和合理性,以减少风险事件发生的几率。

1.2 有效改善构件的受力状态

抗震加固的设计早期,优先分析结构的真实应用特性,以防因局部结构脆性受损而造成的不良影响,也要严控因局部加固后可能导致的整体承载力和刚度水平的骤然改变。对框架结构采取抗震加固措施后,一定要格外防控出现“强梁弱柱”这种异常状况,通过这种方式确保结构抗震受力的均衡性^[1]。具体实践中也要认真调整参数体系,以有效加固后的建筑能满足安全标准,实现加固效果

的最优化。

1.3 尽可能地减少场地反应

在实施结构加固处理及相关控制方案时,一定要综合分析场地的特定条件及既有建筑物的特性,确保所选用的技术和方案有减轻地震反应、加固结构。以上措施实施的宗旨在于优化整体加固设计,缓解加固后结构的自震周期,增进加固效果的持续性与优质性。

1.4 加强综合化控制

抗震加固施工实践中,针对新增设的抗震墙、柱等纵向构件,一定要严格控制其基础部分,通过这种方式增加其整体结构的可靠场地。同时,对于女儿墙、门窗等非结构构件,要以实际抗震加固的设计要求作为基准作出合理调整。详细地说,对于没有达到鉴定标准要求的非结构构件,要第一时间拆除;而对于有保留必要性的部分,一定要从多方面完善加固设计方案,以确保结构有足够的强度与刚度^[2]。

2 建筑结构抗震设计中要处理的问题

2.1 前期设计方案内的抗震设计

部分设计单位和业主在建筑工程设计阶段,过度关注建筑的外部造型,没有深刻认识到增加结构抗震性设计的必要性,片面地认为达到审美要求即可,以致因建筑物结构性能把关不严而降低自身的抗震性能,后续出现坍塌、开裂等质量病害,不利于安全使用。一些建筑工程的开发周期短暂,部分设计单位为了加快工作进度,部分情景下可能偏离建筑物结构的设计目标,缺乏对建筑的平面、立面以及特殊结构的全面评估和考量。为了改善以上情况,现代建筑建设期间,一定要平衡结构设计与建筑设计,将两者的科学性均维持在较高水平,以在达到建筑质量安全、结构抗震需求的基础上,有针对性地提升审美设计水平、

增加实用性。

2.2 结构体系的选择

建筑结构体系的选择是一门学问，要整体分析抗震烈度、地质条件、建筑高度、施工技术与管理等诸多因素，以确保建筑施工技术可行、各处功能性平衡及造价合理，有助于增加结构设计的实用性。建议在设计初期，详细地运算简图并仿真模拟地震力的传输路径，通过这种方式削弱地震给建筑结构造成的破坏程度，保证其在震灾中依然能维持较强的承载力和变形能力。建筑结构中的薄弱位置要加强设计，综合运用多种技术措施以更好地优化其抗震性能。

2.3 结构平面和立面的选择

关于建筑平面与立面结构的设计，现实中要重点解决由凹凸、扭转及楼板连续性差引起的平面规则性差，及因纵向抗侧力构件和侧向刚度达不到设计要求造成的局部立面不规则等现实问题。如果这些不规则性在现实设计中是无法规避的，则要尽早组织工程技术人员进行集中分析、商议，通过特殊技术或措施予以强化^[3]。

2.4 抗震材料的选择

建筑材料始终是任何建筑工程设计的基础，抗震结构的设计也如此。不同抗震结构设计时对建筑材料性能、功能等提出的要求有差异，理论上讲应将具体要求陈列在工程设计图纸上。在砌体建筑结构内，对砌块材料的使用性能大体会提出如下几点要求：

普通砖和多孔砖的强度等级要达到MU10以上，空心砖的强度水平以MU7.5左右为宜，砂浆强度要契合MS等级要求。在一级抗震的设计要求，建筑物的框梁和混凝土强度均不能低于C30，圈梁和构造柱等构件强度要求略有降低，但均要在C20以上。对于建筑主体钢结构，抗震设计工作中要加强对其屈服强度与抗拉强度两者比值的控制，不可超过0.85。

3 建筑结构中抗震加固技术及应用

3.1 自体加固法

关于常见建筑物结构的认证加固，压力灌注是一种应用频率很高的加固技术，现实中可以将其进一步细分成环氧树脂浆加固法、水泥浆加固法及锯铁加固法。锯铁加固法的应用核心是运用穿墙裂缝进行整体化加固， $\Phi 6\text{mm}$ 钢筋是常用材料，这一直径下的钢筋不仅能对外提供足够大的强度，对建筑墙体厚度与空间限制也表现出了很高的适应性。适度弯折钢筋材料以使其超过左右两侧缝隙，通过这种方式能有效地提供额外的锚固能力，并生成长度为

100mm的直钩，将其用作后期加工用的关键构件，这种加固法能显著地增进结构的抗震性能，特别是在砖混结构或砌结构内表现出高度适用性。既往国内外很多研究指出，锯铁加固法能极为显著地显著提高结构的抗震性，减少地震作用下的应力集中，提升结构的变形能力和整体稳定性，在地震多发地区的建筑物，可以采用其加固墙体、柱子、梁等结构构件，整体抗震效果优良。

3.2 外包加固法

在外包加固工程内，钢筋网水泥砂浆、外包钢筋砼、水泥砂浆面层及钢构件网笼是常用的加固处理技术。

首先，外包钢筋砼面层适用于加固的对象以梁柱和砖柱砖墙部分为主，具体实践中要细致地评估现有建筑结构，进而才能对抗震加固的必要性及加固程度做到心中有数；认真清理被加固区域，去除表层松散物质，确保加固面整洁、坚实可靠；根据设计图纸排布钢筋，保证钢筋的直径、间距和保护层厚度等主要指标均契合项目设计要求；梁柱交接处或砖墙转角位置均是建筑结构加固的主要对象，抗震设计工作中要适度增加锚固钢筋，通过这种方式增进整体的连接能力水平^[4]。

其次，对于抗震要求偏低的砖墙，推荐首选水泥砂浆面层加固法。合理设计加固方案，覆盖水泥砂浆的配比、厚度以及现场加固范围等多项指标，现实中常用的水泥砂浆配比是1:2.5~1:3（水泥：砂），并且要将适量的砌筑砂浆掺拌其中以进一步增加砂浆性能；认真清理砖墙面层，去除灰尘、油污、松散物等，确保整个墙面干净、硬实；对于重度风化或破损的砖墙结构，要先进行局部修复处理后再加固；在打底灰之上均匀涂抹一层较厚的水泥砂浆，抹刀抹平，以有效排出内部空气，确保砂浆层密实合格，抹灰厚度通常以15—20mm为宜。这里需要重点提及的一点内容是，抹平作业要在砂浆初凝之前执行完，通过这种方式减少或规避局部裂缝问题。根据建筑工程实际建设需求，可以选择在加固后的砂浆层之上再做处理，比如进行涂装、贴瓷砖等，能进一步增强整个墙面的耐久性和装饰美观度。

再者，钢筋网水泥砂浆面层加固法在砖柱、砖墙，无需模板支撑的部位体现出了较高的适用性，现场施工操作流程较简单，要严格按照设计要求布置钢筋网，注意钢筋的保护层厚度和锚固长度，后续多次进行均匀抹灰处理。当然，要选择合适的砂浆或混凝土开展灌浆或抹灰作业，确保密实度和强度水平均达标。

最后，对于烟囱及钢筋砼等特殊结构，钢构件网笼加

固后取得的抗震效果基本能达到设计要求,具体施工中要求工程队认真防锈,特别是在潮湿作业工况下使用时一定要做到慎之又慎。按照设计图纸安装好钢网笼后,施工队要对其采取二次防锈处理办法,以涂刷防锈漆和面漆等为主。

3.3 构件增设法

现实中建筑结构抗震设计时,经常会面对抗震横墙间距过大或承载力不足的情形,可通过增设墙体去增强整体加固效果,可选择钢筋混凝土或砌体材料作为墙体的增设件。为了增加墙体的抗倾覆能力,增设柱子同样不失为一种有效办法。考虑到经济—成本因素,一般用钢筋制备柱体,并运用圈梁、拉杆等基础构件和墙体部分实现可靠连接,从而取得最理想的工程加固效果。增设拉杆的宗旨主要是加固建筑体内的受弯构件,并强化纵、横向墙体连接部位的固定效果,能极为显著地增进结构的连续性与整体性。选择在屋盖、天窗或柱间等建筑内部结构内增设支撑,这被认定是当下提高建筑物抗震性能的有效举措之一。如果圈梁技术参数与设计要求之间有偏差时,施工队首选钢筋砼无加固处理内墙圈梁,具体是利用其构造出闭合式环形圈梁,强化对整个建筑物结构的约束能力,抗震性能将会获得显著改善^[5]。在增设构件的过程中,一定要综合考量新加构件可能给整个建筑物带来的影响,这样新增构件方能充分发挥出自身效用,为后续建筑物安全投入使用保驾护航。

3.4 连接增强法

当发生地震灾害时,建筑物各处结构构件之间的连接点是影响其抗震能力水平的主要因素,但现实中很多施工方受工期、技术能力、资金等的限制而没有给予以上区域足够的重视,事实上其直接影响着抗震性能高低。这也就是说,做好以上连接点的加固处理,确保其具备足够强的承载能力,这是优化抗震性能的一种有效举措,现实中通常采用如下方法实现:第一,强化连接位置的承载能力,通过增设钢架或使用化学锚栓加强连接点的固定效果,在碳纤维布或钢板粘贴技术的协助下,增强连接区域的抗拉、抗剪能力水平,当然也可以给连接点采用扩增截面的工法进行加固处理,比如外包砼或增设钢筋砼垫块,能够显著强化其局部承载力。第二,确保拉结钢筋与砖墙与混凝土梁柱两者连接的有效性。现实中在植筋技术的协助下,能够顺利地把拉结钢筋植入砖墙或混凝土梁柱内,从根本上确保了连接的牢固度。第三,墙体连接处合理使用压浆锚杆。实质上就是

用压浆锚杆穿过建筑墙体,左右两端锚固在墙体两侧的砼构件内中,以压浆形式有效固定锚杆,直接增加了连接的稳固度。按照一定间距在锚杆周围布设注浆孔,在高压注浆技术的协助下填充好墙体裂缝,不仅能强化墙体的整体性,还能显著增加连接点的密封程度。

3.5 合理规划数道抗震防线

建筑设计领域,合理规划抗震防线是强化工程整体抗震性能的最直接办法。众所周知,地震及余震可能给建筑带来不同程度的损害,单一层抗震防线很难确保结构整体的高稳固性,强震情景下可能引起倒塌事故。因此,建筑设计时一定要精准辨识并加强建筑的薄弱环节,将多道防线的概念引入建筑设计领域,主动设置级别不同的抗震措施,构建出分级的抗震体系。对于柱、梁、节点等建筑的关键抗震构件,要做到严格加固,确保其在震灾中能够承受更大的荷载。另外,也要重视隔震支座、减震器等隔震技术或减震装置的合理应用,能够直接减少地震能量向上部结构的传递量。

结束语

总之,建筑工程的抗震设计与结构加固是确保建筑安全、提升建筑寿命的一项关键举措。合理规划抗震防线、精心设计结构体系、优化平面与立面结构设计、选用合适的抗震材料以及应用高效化的加固技术,可以显著提高建筑的抗震性能。未来,相关人员要持续深度研讨建筑结构抗震设计理念内涵,不断探索和完善相应的抗震设计方法,整体考量建筑的功能需求、经济性、施工技术以及材料特性,实现建筑设计的最优化,以取得最理想的加固效果。

参考文献:

- [1] 周志锦,罗晓勇,冯欢,等.低烈度区单跨框架结构基于性能的抗震加固设计[J].土木工程与管理学报,2023,40(03):39-45+56.
- [2] 周兰.现有建筑结构抗震鉴定及混凝土结构加固设计研究[J].佛山陶瓷,2023,33(03):22-24+31.
- [3] 孙晋博,黄嘉伟,李倩倩,等.基于BIM技术的建筑结构抗震加固强度自动检测分析[J].现代制造技术与装备,2022,58(12):199-201.
- [4] 任建文.现代建筑结构抗震设计及加固处理探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(3):3.
- [5] 蔡仕铭.抗震加固技术在多层建筑结构中的应用[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(011):000.