

建筑结构加固设计案例分析

刘灿灿

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]我国建筑行业经过一个快速发展的高峰期,既有建筑体量已经形成一个相当大的规模体量,随着社会高速发展的时代需求,人们对建筑物的使用功能提出了更新更高的要求,此时对建筑加固改造设计研究便成为了推动城市更新顺利开展的重要课题之一。文中从建筑结构加固改造要点,加固原则,加固技术等方面出发,结合某建筑结构加固改造设计方案进行阐述,通过软件计算和方案比选确定了最终加固方案,提高了结构承载力,满足了建筑加固改善使用功能的需求。

[关键词]建筑加固;加固原则;加固技术;案例分析

DOI: 10.33142/sca.v9i2.19092

中图分类号: TU746

文献标识码: A

Case Analysis of Building Structure Reinforcement Design

LIU Cancan

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Chinese construction industry has gone through a peak period of rapid development, and the existing building volume has formed a considerable scale. With the rapid development of society, people have put forward higher requirements for the functional use of buildings. At this time, research on building reinforcement and renovation design has become one of the important topics to promote the smooth development of urban renewal. Starting from the key points, principles, and techniques of building structure reinforcement and renovation, this article elaborates on the design scheme of a certain building structure reinforcement and renovation. Through software calculation and scheme comparison, the final reinforcement scheme is determined, which improves the structural bearing capacity and meets the needs of improving the functional use of building reinforcement.

Keywords: building reinforcement; reinforcement principle; reinforcement technology; case study

引言

国务院颁布的关于持续推进城市更新意见的提出,对既有建筑的使用功能提出了更高的要求,同时,建筑设计标准的提高,对建筑结构整体稳定性及抗震性能也提出了更高的要求。随着建筑使用寿命的缩短,在外部环境影响下,建筑材料出现老化,墙体出现裂缝现象;地下水位变化及周边建筑影响引起的建筑地基不均匀沉降,建筑结构构件长期暴露在潮湿和酸性环境下遭到不同程度的腐蚀,构件承载力削弱;使用功能的改变,引起的结构构件承载力不足等问题严重影响着建筑结构安全性,因此,要对建筑加固方案进行深入研究,总结加固经验,提升加固水平,为促进城市更新提供可靠的技术支撑。宋明宇^[1]采用柱包钢、增大混凝土梁截面,增设钢梁,板粘贴碳纤维多种加固方法,提高了建筑结构的承载力,满足了建筑结构使用功能改造加固的需求;张鹏等^[2]通过外包型钢加固法对建筑结构框架梁柱进行加固,型钢间采用缀板连接,高强水泥砂浆促使钢板与结构共同作用,并采用有限元软件对建筑结构的极限承载力、延性和抗震性的提升进行了验证。建筑结构加固时根据实际工况,采用对应有效且便利的加固方案,以达到修复结构损伤,提高结构承载力,提升结构抗震抗灾性能及延长建筑物使用寿命的目的。本文结合

建筑结构加固要点,加固原则,加固技术等多个方面对某框架结构进行加固方案比选,最终采用梁粘贴碳纤维,增大梁截面,增设钢梁,板粘贴碳纤维的加固方案,提高了建筑物结构承载力,满足了甲方改善建筑物使用功能的需求。

1 建筑结构加固的要点

建筑结构加固一般遵循“先鉴定,后设计,再施工,后验收”的流程,主要包括以下几个阶段:现场勘查与初步调查阶段,建筑结构检测与鉴定阶段,加固方案设计与论证阶段,结构加固施工阶段,验收及后期维护阶段。

1.1 现场勘察及鉴定阶段

对于一些使用年限较长的建筑物,存在施工图纸及记录等资料保存不完整的现象,建筑结构主体材料老化开裂,内部钢筋腐蚀等问题,使得结构性能评估变得更为复杂,因此,前期对既有建筑结构进行现场勘测和检测鉴定时,结合先进检测技术手段,现行国家规范及行业标准,对既有建筑结构进行全面的评估与鉴定^[3]。

1.2 加固方案设计及论证阶段

新旧材料能否协同工作是加固设计时的核心难点,原有结构因承受现有荷载作用,存在一定的初始应力,增设的加固材料在初始阶段基本不受力,确保新旧材料结合界面传力可靠,增设材料在结构构件达到极限承载力时能够

充分发挥作用是设计考虑的要点。加固设计时充分评估结构构件的受力状态,考虑原结构材料与增设材料力学性能的匹配性,采用卸载措施或一些必要构造措施来消除新旧材料应力集中和变形不协调的问题,加固材料选择时还应考虑可持续性发展要求,加固材料具备良好的力学性能及耐腐蚀性能等特点。此外,施工操作环境也对加固方式的选择有着重要影响,应尽量避免管道、设备等不利于施工机械及施工人员进入的部位进行加固设计,降低施工难度和安全风险。

1.3 施工及验收维护阶段

加固施工和验收质量直接关系到建筑结构整体的安全性。施工过程中严格按照施工图纸施工,严格控制施工工艺,合理安排施工顺序,注重安全防范,及时排除安全隐患,保障施工作业的安全有序进行^[4]。施工完成后,需要对加固效果进行全面的验收和监测,评估项目建筑加固改造的有效性和可靠性,确保结构加固效果达到预期值,后续使用过程中需要进行定期的检查和维护,及时发现并采取有效措施消除安全隐患,确保建筑物安全使用。

2 加固原则

建筑加固设计以相关规范和条例为设计依据,遵循一定的加固原则,主要包括以下几个方面:

2.1 安全性原则

建筑加固设计时,应综合考虑结构的稳定性和完整性,最大限度保持原有结构的存在形式,避免对结构构件造成二次破坏。应充分结合现行相关规范和标准的要求,从结构承载力、稳定性及抗震性能等方面出发,对建筑加固项目采取有效技术手段,确保加固后建筑结构整体满足安全性的要求。

2.2 经济性原则

建筑加固设计时,在满足承载力、稳定性及抗震性的前提下,对采取的加固方案进行比选,从材料成本、施工人员成本、施工质量、施工周期等多方面综合考虑项目加固改造的成本,选择经济合理的加固方案,最大限度节约项目成本和缩短施工工期。

2.3 适用性原则

建筑加固设计时,从加固项目的实际情况出发,考虑建筑加固部位的损坏程度,施工技术的成熟程度,加固材料的适配性,最大化减少对建筑使用环境和相邻建筑结构的影响。

2.4 可持续性原则

建筑加固旨在提升建筑使用功能,修复建筑结构损坏部位,提高结构承载力,提高整体抗震能力,增强建筑抗风性能,提升抗火性能,延长建筑物使用寿命。在满足加固目标的前提下,还应充分考虑环保、节能等因素,优先采用绿色建筑材料,节能设备等,满足建筑物可持续使用的功能。

2.5 既有建筑先鉴定后加固设计、施工与验收原则

根据相关规范和标准要求对建筑物进行检测和鉴定,需要具有相关资质的第三方检测公司出具鉴定报告。鉴定报告主要包括结构安全性鉴定和建筑抗震性能鉴定两个方面。

3 常用加固技术手段

3.1 增大截面加固法

增大截面加固法即外包混凝土法是通过增大原构件混凝土截面尺寸及增加钢筋截面面积的方式,以此提高构件的承载能力和整体刚度的一种常用的直接加固法。增大截面加固法可用于改造加固受压构件和受弯构件,一般适用于梁、板、柱等构件的加固,特别适用于原构件截面尺寸显著偏小及轴压比明显偏高的构件。此加固法的优点:施工经验较为丰富,施工技术相对成熟,加固效果显著;缺点:现场湿作业工作,养护期较长,原构件的界面尺寸增大会影响建筑物的室内空间,影响建筑使用功能及其他构件的受力性能。增大截面法加固对于原构件与新增截面结合界面处理尤为关键,对结构构件能否可靠传力有着重要影响,因此对混凝土结合界面的处理方式和处理质量有着严格的要求,确保新旧混凝土协同工作的可靠性和耐久性。

3.2 外包型钢加固法

外包型钢加固法即在钢筋混凝土结构外表面包裹由型钢和钢板焊接而成的构件,通过约束原构件方式达到协同受力的效果。此加固法可以大幅度提高构件截面承载能力和抗震能力,分为干式外包钢法和湿式外包钢法。适用于梁、柱、桁架、墙及框架节点加固。优点:受力可靠,能显著改善结构承载力、刚度和延性,对建筑使用空间影响小。缺点:施工要求较高,用钢量较大,外露钢件易腐蚀,防火性较差,需要进行有效的防火、防腐处理。

3.3 外粘钢板加固法

外粘钢板加固法是利用高性能环氧胶黏剂将薄钢板粘贴于原构件的混凝土表面,使之形成具有整体性的复合截面,间接提高了构件配筋率,从而达到提高结构构件承载力和刚度的目的。此加固法可以抑制裂缝发育,适用于钢筋混凝土受弯、斜截面受剪、受拉及大偏心受压构件的加固,构件截面内力存在拉压变化时慎用,不宜加固素混凝土构件;优点:施工简便,施工工期较短,固化后即可受力工作,原构件自重增加较小,结构构件截面尺寸基本无变化,不影响建筑使用空间;缺点:耐久性能和防火性较差,钢板较薄,需定期作防锈处理,后期维护成本高,施工时对环境温度和湿度要求较高。

3.4 粘贴碳纤维加固法

碳纤维加固法是利用碳纤维复合材料(CFRP)的高抗拉强度特性,通过环氧树脂将其粘贴在构件表面形成共同工作体系的加固方法,以提高其承载力和延性。适用于钢筋混凝土受弯、受压及受拉构件的加固。优点:施工简便、材质柔软,在构件交错处可曲面或转折粘贴,基本不

增加原构件重量,基本不影响结构的截面尺寸,不影响建筑的使用功能,耐腐蚀性能优良,材料强度高。缺点:有机胶的耐久性和耐火性较差,材料强度利用率低,抗剪强度能力弱。因此,在使用此方法进行结构加固时,应综合考虑构件实际受力情况和施工环境等因素。

4 案例分析

4.1 工程概况

某七层框架结构建筑物,占地面积为6391.17m²,建筑面积为31742.80m²,此建筑物地上为7层,无地下室。此建筑物抗震设防烈度为7(0.10g)度,建筑安全等级为一级,结构重要性系数为1.10,抗震等级为一级。建筑主体结构进入封顶阶段时,根据甲方单位要求,对局部房间使用功能进行调整,对原结构局部位置开洞或封板改造。建筑房间功能的改变,导致荷载变化,引起结果构件受力状态的变化。建立新的结构计算模型,通过软件计算结果核算建筑结构构件的承载力及整体受力指标的变化情况,鉴于此次修改仅为小范围局部使用功能修改,对比原设计的计算结果,发现仅部分构件的承载力不满足设计要求,结构整体抗震受力及变形指标满足相关规范和行业标准的要求。

通过与施工、监理及甲方等单位多方沟通,从项目施工现状,施工进度等多方面考量,在加固设计时考虑尽量保持原结构构件不改变原则,最终采用增设钢梁,增加梁截面,梁和板粘贴碳纤维布的加固方案,以提高结构构件的承载力,保障建筑物整体安全性及耐久性。

4.2 加固材料的选用

本项目混凝土采用C35无收缩细石混凝土;钢筋采用HRB400级热轧钢筋与HRB500级热轧钢筋,钢材采用Q355;化学锚栓采用A级,植筋胶植入,化学锚栓螺杆采用Q355钢材制成,化学锚栓胶,A级植筋胶,由厂家提供合格证明,应满足焊接、抗震性能等要求并提供相关测试报告;碳纤维材料选用高强I级碳纤维复合材料单向织物(布)抗拉强度标准值应满足3400MPa,伸长率不小于1.7%,弹性模量不小于230GPa。碳纤维布粘贴胶采用A类胶,与碳纤维布配套使用。裂缝处理采用环氧树脂灌注胶,裂缝处理采用表面封闭法时,可采用环氧胶泥或其他代替材料。修补砂浆采用专业高强修复砂浆,粘结强度不小于2.5MPa,不得采用普通水泥砂浆。

4.3 施工质量控制

严格按照设计图纸及相应施工规范进行作业,必须由具有特种施工资质的专业单位完成。重点关注新旧混凝土结合界面的处理工艺,确保新材料与原构件形成良好的黏

结效果。

增大梁截面法施工时,确保模板工程的支撑体系安全可靠,植筋时考虑钢筋避让原则,施工完成后,进行严格的拉拔力检测,保证植筋效果的可靠性,混凝土浇筑养护满足规范要求,确保混凝土构件满足承载要求。增设钢梁与原结构框架梁铰接设置,严格按照设计图纸施工,确保构件间有效连接,传力连续可靠。

梁与板粘贴碳纤维布施工时,碳纤维下料和粘贴期间要保持碳纤维材料的干净整洁,严防褶皱、破损,粘贴时保证碳纤维胶密实无气泡,厚度合适且均匀;碳纤维布胶能充分浸透碳纤维。保证粘贴平整,应尽量少搭接,无褶皱和扭曲。碳纤维布搭接应满足构造要求,碳纤维胶固化期间应严防受到干扰,按相关要求表面防护处理。

4.4 质量验收及后期维护阶段

建筑加固施工属于隐蔽工程,需要做到分步验收。验收合格后进入下一步施工,做好相关验收记录,所有工序施工完后,由具有相关资质的单位进行全面的检测和验收。建立定期维护和监测的机制,结构应按设计规定的用途使用,并定期检查结构受力状况,进行必要的维护和维修,对可能影响主体结构安全性和耐久性可能造成公众安全风险的事项,应定期检测。

5 结论

本文结合项目实际工况,采用增大梁截面、梁上板黏贴碳纤维、增设钢梁的加固方式,对建筑物进行加固,通过对施工工艺的严格控制,质量验收严格把关,验证了此加固方案的可靠性,满足了建筑物改善使用功能的需要。建筑结构加固是一个复杂的工程,在鉴定评估、方案设计、加固施工、质量验收及后期维护各个阶段,就要严格按照相关规范和条例严格执行,确保建筑结构加固设计方案的有效性。

[参考文献]

- [1]宋明宇.框架结构建筑加固技术应用分析[J].安徽建筑,2022,29(7):70-71.
- [2]张鹏,李昊.建筑混凝土框架结构加固技术的研究与应用[J].工程机械与维修,2025(3):104-106.
- [3]于鹏.城市更新中既有建筑结构加固的技术要点与应用[J].上海建材,2024(6):1-3.
- [4]蔡旭东.建筑结构加固改造技术与方法浅析[J].广州建筑,2025,53(1):45-49.

作者简介:刘灿灿(1993.5—),女,汉族,现就职单位:河北建筑设计研究院有限责任公司,从事建筑工程结构设计方向。