

湖北某高中教学楼加固设计方案探讨

文 / 周 辉 孝感市城乡规划建筑设计院有限责任公司

马千里 孝感市城乡规划建筑设计院有限责任公司

摘要: 随着时间的推移和使用过程中的各种因素影响, 教学楼可能会出现不同程度的结构问题, 需要进行加固设计以确保其能够继续安全地服务于教育事业。为保证剪力墙与周边构件连接的可靠性, 这篇文章结合实际工程案例, 通过增设剪力墙, 通过采取构造措施, 使加固后的结构达到协调变形一致。从而得出此类情况下该加固方式的可行性。

关键词: 剪力墙; 受力体系; 加固方式

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2025. 02. 109

引言

近年来, 随着地震等自然灾害的频发, 该教学楼的抗震加固设计显得尤为重要。该教学楼的设计标准已难以满足当前抗震设防的要求。加之长期使用带来的结构损伤和老化, 使得其整体抗震性能大幅下降。为了确保师生的安全, 提升教学楼的抗震能力, 学校决定对该教学楼进行加固设计。本研究旨在探讨一套科学、合理、经济可行的加固设计方案, 以提升该教学楼的抗震性能, 保障师生的生命财产安全, 同时也为类似教学楼的加固设计提供参考和借鉴。

一、工程概况

本工程为湖北省孝感市某高中新建的教学楼, 原设计方案: 地下一层, 地上六层局部七层, 结构总高 26. 4m, 室内外高差 0. 6m, 钢筋混凝土框架结构, 框架抗震等级二级。地下室为柱下独立基础+防水板, 主楼

为平板式筏板+下柱墩, 设计使用年限为 50 年, 地上二层结构布置图见下方的图 1:

由于施工单位现场混凝土养护抽样结果未达到混凝土强度等级 C30, 与原设计图纸的设计要求严重不符合, 需开展安全性鉴定, 并给出安全与经济的加固方案。

二、加固方案的比选

结合现场勘查和施工记录情况, 对该工程重新建模复核, 计算结果显示: 基础至地上三层大部分柱轴压比均大于 0. 75, 不满足实际要求^[2], 需采取加固措施。在满足建筑使用功能要求前提下, 兼顾工程造价与施工周期。经比较, 拟采取增设剪力墙的加固手段^[6]。

通过在相应位置增加一道墙体, 形成一种新型的框剪结构, 通过增加的墙体来承受上、下部分竖向荷载, 减少了结构的变形, 改善了它的抗震性能和延度^[5]。此时, 框架柱轴压比限值为 0. 90, 见图 2。

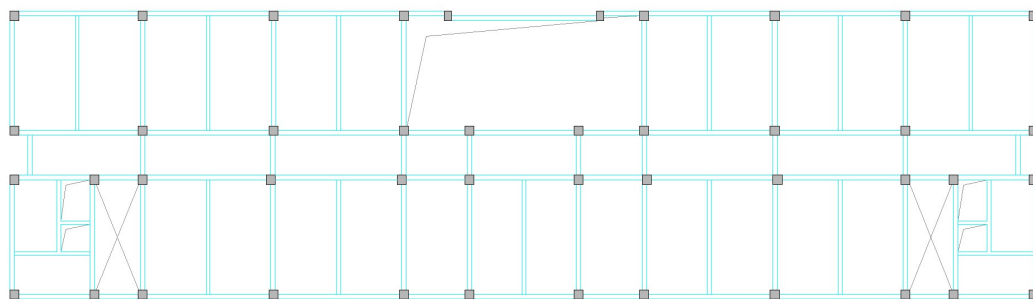


图 1: 地上二层结构布置图

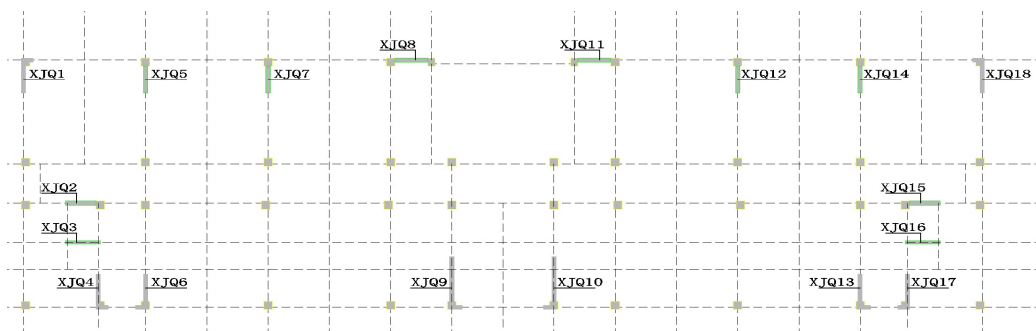


图 2: 新增剪力墙部位

三、新增剪力墙后与原结构动力特性对比

(一) 框架柱倾覆力矩对比

表 1 规定水平力下框架柱倾覆力矩百分比

结构	X 向框架柱倾覆力矩百分比 (%)				
	1	2	3	4	5
原框架结构	90.20	95.20	95.30	95.40	95.50
现框架剪力墙结构	35.40	36.80	41.10	44.70	48.50
结构	Y 向倾覆力矩百分比 (%)				
	1	2	3	4	5
原框架结构	65.80	77.30	81.30	85.20	87.70
现框架剪力墙结构	31.70	33.70	39.20	44.10	49.50

通过图表数据，框架剪力墙结构底层框架柱承担地震倾覆力矩百分比小于50%，可按框架剪力墙结构设计^[4]。且由上表可知，因剪力墙分担，地震倾覆力矩百分比明显降低，为结构的整体抗震性能提高，提供了数据支持。

(二) 周期对比

剪力墙新增前后，框架剪力墙结构与原框架结构周期对比见表2（只选取前三阶周期）：

表 2 周期对比

结构	周期		
	第一周期 (平动)	第二周期 (平动)	第三周期 (扭转)
原框架结构	1.47	1.30	1.43
现框架剪力墙结构	0.97	0.89	0.86

由上表可知，结构周期比为 $0.86/0.97 = 88.66\%$ ，不超过规范限值 90%，在容许范围内，满足要求。

(三) 层间位移角对比

剪力墙新增前后，框架剪力墙结构与原框架结构层间位移角对比见表3：

表 3 层间位移角对比

结构	各工况下最大层间位移角			
	X 向地震作用	Y 向地震作用	X 向风荷载作用	Y 向风荷载作用
原框架结构	1/2637	1/2335	1/6611	1/1516
现框架剪力墙结构	1/3852	1/4246	1/8191	1/3369

通过图表数据可知，其抗震加固效果非常优异。

四、基础部分验算及加固节点要求

(一) 新增剪力墙与基础的连接

经过计算，在规范的载荷作用下，地基的最大压应力为125kpa；在加剪力墙后，地基的压缩压力为142kpa。经初步勘测，承载力标准值180kpa，符合工程需要。

计算结果表明，增设剪力墙后，局部筏基的冲切强度不能达到设计指标^[3]，拟进行基础加高300mm，同时

需要增设规格为20@150的钢筋网片。此外，新增的混凝土在强度等级方面应提高一个级别，采用C35混凝土。这样的设置旨在增强基础的承载能力和稳定性，通过加高基础和增设钢筋网片，可以更好地分散上部结构传来的荷载，提高基础的抗弯、抗剪性能，具体大样详见图3：

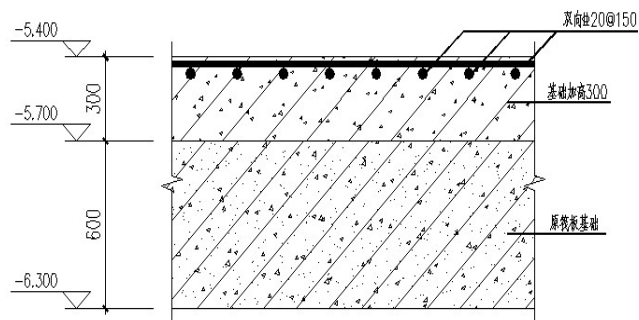


图 3 新增剪力墙与基础的连接

(二) 新增剪力墙与原框架柱的连接

施工时需严格参照 08SG311-2 相关图集大样，确保新增剪力墙与相邻框架柱连接可靠、变形协调。可采用等代连接筋（22@500，至少伸入柱长350mm）避免植筋钻孔对原框架梁柱造成过大损伤。植筋前，对接触表面凿毛处理，以促进新旧混凝土充分粘接，形成整体。具体连接大样详见图4。

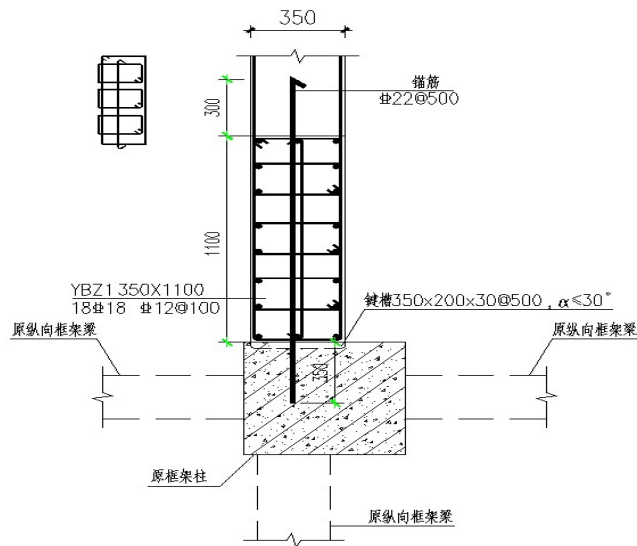


图 4 新增剪力墙与原框架柱连接

(三) 新增剪力墙与原框架梁连接

为避免对原框架梁造成损伤，在二至六层中，原框架梁的截面宽度为250mm。鉴于此情况，考虑到结构的稳定性与合理性，新增剪力墙的厚度确定为350mm。为使其更好地集成和更好地利用其原有的梁，设计了一种新型的抗震墙。这样做有很多好处。本项目提出一种新的抗震设计方法，即：利用剪切层缠绕在框架梁上，对原有结构进行附加防护，降低外界环境对结构的作用，

从而保证结构的安全和稳定。同时，将新建的剪力墙与原有的框架梁形成一个紧凑的组合，提高了整个结构的受力和地震反应，为房屋的长期服役奠定了基础。与此

同时，这样的设计方法还对整个建筑的结构进行了某种程度的优化，使得整个结构更加的紧凑和合理，具体大样详见图5。

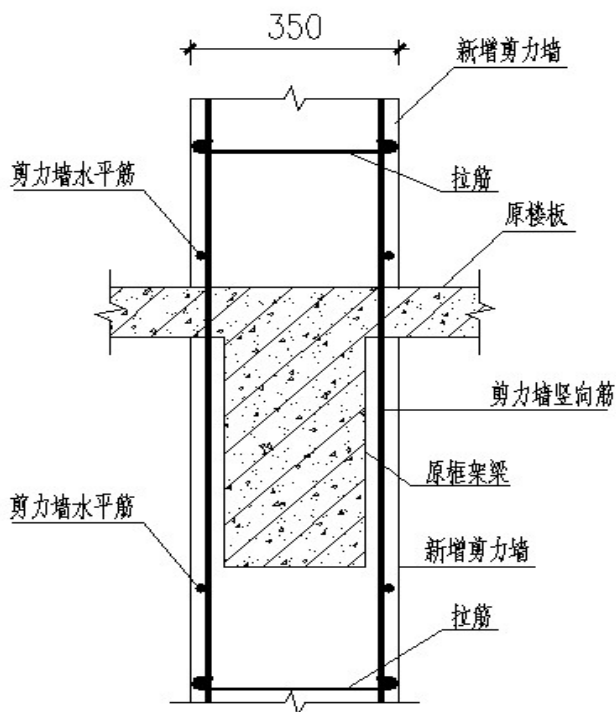


图5 新增剪力墙与原框架梁的连接

结论

简而言之，本文主要通过实施的工程案例，讨论在混凝土强度等级不够的情形，采用了一种既安全又经济的方法，即在原基础上增设一道抗震墙，并将其作为一种新的抗震构造措施。通过这种方法，可以大大提高结构的地震反应能力和延性度，并且可以达到框架柱的轴压比和有关规程的规定，以便在结构安全的前提下，加强教学楼正常使用的可行性，也可为后续类似工程案例，提供可靠的数据参考性。

参考文献

[1] 建筑抗震设计规范 (GB 50011-2010) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
 [2] 高层建筑混凝土结构技术规程 (JGJ3-2010, J186-2010) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
 [3] 建筑地基基础设计规范 (GB50007-2011) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
 [4] 混凝土结构加固构造 (08SG311-2) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
 [5] 黄磊, 朱琳琳, 汤罗生[J]. 新增剪力墙某加固

工程中的应用. 工程结构, 2009, 29: 181-188.

[6] 黄茹蕙, 杨韬, 唐曹明[J]. 某三层框架结构加固方案比较. 建筑结构, 2013, 43 (增刊) 1383-1385.
 [7] 付艳强. 论剪力墙结构设计在建筑设计中的应用[J]. 科技风, 2021, 271: 146-147
 [8] 王小引, 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用分析[J]. 2021, 93: 123-125
 [9] 许晓东, 建筑设计中剪力墙结构设计的应用分析[J]. 黑龙江信息科技, 2021, 1823: 277
 [10] 国家建筑标准设计图集. 建筑物抗震构造详图 (03 G329-1) [S]. 中国建筑标准设计研究院出版, 2003.
 作者简介:
 周辉, 1983.9, 男, 汉, 湖北应城, 工程硕士, 高级工程师、一级注册结构工程师、注册岩土工程师, 孝感市城乡规划建筑设计院有限责任公司, 研究方向: 建筑设计。
 马千里, 1992.8, 男, 汉, 湖北赤壁, 大学本科, 孝感市城乡规划建筑设计院有限责任公司, 研究方向: 建筑设计。