

单跨框架结构抗震加固与改造

连 军

(中船第九设计研究院工程有限公司, 上海 200063)

摘 要:介绍了单跨框架结构抗震加固的主要方法,并以上海某中学单跨教学楼为例,重点探讨了增设抗震墙加固法的具体加固措施,采用PKPM系列软件对所选加固方案进行加固前、后整体结构分析对比。

关键词:单跨框架结构;抗震加固;增设抗震墙加固法

中图分类号:TU352

文献标志码:A

文章编号:1674-4764(2012)SI-0025-03

Seismic Strengthening and Transformation of a Single Cross-Frame Structure

Lian Jun

(China Shipbuilding NRD Engineering Co., Ltd, Shanghai 200063, P. R. China)

Abstract: This article describes the main methods of seismic reinforcement for a single cross-frame structure, and analyze the methods of seismic strengthening and calculation which pouring the shearwall in a school building. PKPM series software is adopted to make contrastive analysis on pre-strengthened and post-strengthened structure of the program.

Key words: single cross-frame structure; seismic strengthening; additional shearwall reinforcement

以往中小学教学楼由于使用功能、采光等方面的要求,大量采用单跨框架结构。单跨框架作为框架结构的特殊形式,仅以框架双柱作为抗震防线,其抗侧移刚度小,耗能能力弱,结构冗余度小,在遭遇强烈地震时,很容易由于单个竖向构件发生破坏继而引发结构连续倒塌。鉴于这类建筑存在很大的安全隐患,在国内外历次的地震中都证明这种结构体系对抗震严重不利,所以在总结经验教训的基础上,对新建筑,“甲、乙类建筑以及高度大于24 m的丙类建筑,不应采用单跨框架结构;高度不大于24 m的丙类建筑不宜采用单跨框架结构”;对于已建建筑,“8、9度时的单向框架,以及乙类设防的框架为单跨结构等,应要求进行加固或提出防震减灾对策”。国务院办公厅于2009年4月8日印发了全国中小

学校舍安全工程实施方案的通知,要求“在全国中小学校开展抗震加固、提高综合防灾能力建设,使学校校舍达到重点设防类抗震设防标准”。本文以某中学单跨教学楼为例,介绍了单跨框架结构抗震加固的主要方法,并重点探讨了增设抗震墙加固法的具体加固措施与计算方法。

1 工程概况

上海市普陀区的某中学教学楼,建于1989年,平面形状近似L形,长30.15 m、宽16.70 m,共5层,层高均3.4 m,室内外高差为0.45 m,建筑物总高度为17.45 m。建筑平面图如图1所示:

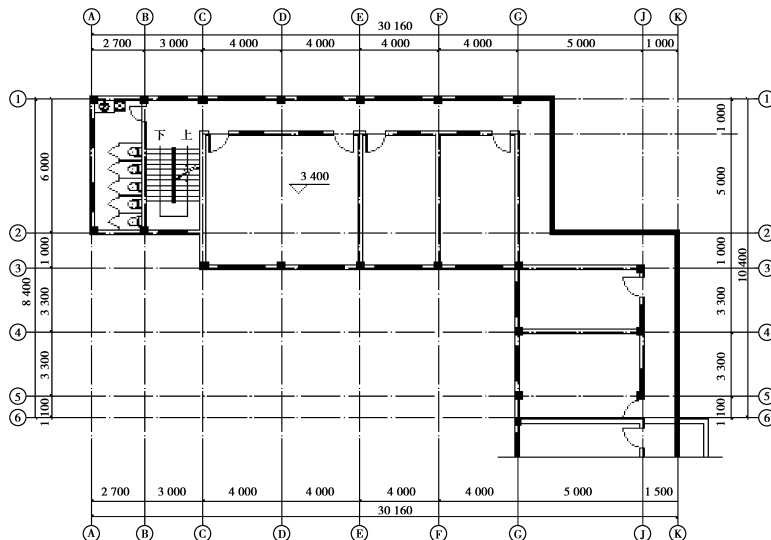


图1 建筑平面图

2 主要鉴定结论

该房屋为乙类建筑,抗震设防烈度为 7 度,基本地震加速度为 0.10 g,地震分组为第一组,场地为 IV 类。

该房屋后续使用年限为 30 年,根据《建筑抗震鉴定标准》(GB/T 50023-2009)第 1.0.4 条规定,在 20 世纪 80 年代(按当时施行的抗震设计规范系列设计)建造的现有建筑,后续使用年限不宜少于 30 年。本工程建于 1989 年,根据实际应用情况,确定其后续使用年限为 30 年。

该房屋采用框架结构,柱、梁实际达到的混凝土强度等级为 C23,主要柱梁板截面尺寸为:柱主要截面尺寸为 400 mm×400 mm;梁主要截面尺寸为 240 mm×750 mm、240 mm×600 mm 和 240 mm×580 mm 等;楼(屋)面结构层均为预制板(局部为现浇混凝土板)。

该房屋为单跨框架结构,平面局部突出部分的长度大于宽度且大于该方向总长度的 30%,根据《建筑抗震鉴定标准》(GB 50023—2009),评定该房屋综合抗震能力不满足抗震要求,应对房屋采取抗震加固。

3 单跨框架结构的主要加固方法

单跨框架的加固方法主要有 2 类:1)增设多余约束,如将部分单跨改为多跨;2)增设多道抗震防线,如增设抗震墙或耗能支撑。

3.1 增设多余约束加固法

增设多余约束法,是在单跨框架结构的框架平面方向增设一定数量的柱,将单跨框架变为两跨框架或多跨框架,从而可避免单跨框架结构所导致的抗震能力不足的问题。依

据《全国民用建筑工程设计技术措施-结果》(2009 版)第 2.4.3 条注释“对于仅在一个主轴方向的局部范围内为单跨的框架结构,当多跨部分能承担 50% 的总剪力或倾覆力矩,可不作为单跨框架结构对待”。

3.2 增设抗震墙加固法

增设抗震墙加固法,是在单跨框架结构的框架平面方向增设抗震墙,改变单跨结构的受力体系,使之成为框架剪力墙结构,可以有效减少结构在预期地震下的变形,剪力墙在大震作用下成为主要抗侧力构件,从而达到提高抗震能力的目的。

3.3 增设耗能支撑加固法

增设耗能支撑加固法,是在单跨框架结构的框架平面方向增设一定的耗能支撑,以提高结构的抗扭刚度,并和原有框架结构一起形成二道抗震防线,从而更有效的提高结构的整体抗震性能。

4 加固设计

由于建筑平面使用功能的限制,本工程采用增设抗震墙加固法进行加固。在基本不影响使用功能的情况下,在单体内部增设一定数量的剪力墙。在基本振型地震作用下,保证耗能剪力墙和多跨框架所承担的地震倾覆力矩或水平地震剪力占总量的 50% 以上。

由于建筑所处场地条件有限,仅能在单体右上角增设梁柱,通过增设相应框架梁及楼板,使新增构件与原有结构连接为一体,增强结构的整体受力性能,尽量使改造后的结构平面尺寸趋于合理。加固后的结构平面布置见图 2。

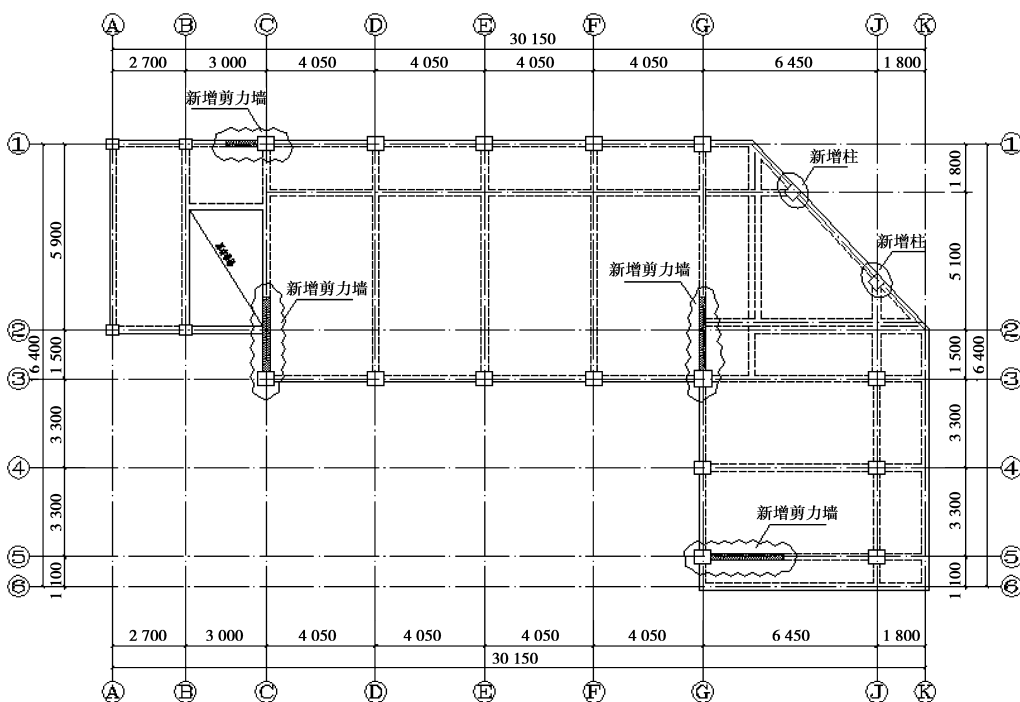


图 2 结构平面布置图(加固后)

4.1 加固原则

1) 立足提高整个结构的综合抗震能力、加强薄弱部位的抗震构造,避免因局部加强导致新薄弱部位的产生。

2) 控制因加固产生的结构自重增加量。尽量不拆除、少拆除,尽可能减少地震作用,尽可能不做基础加固。

3) 尽可能减少对原结构构件的损伤。

4.2 具体加固措施

4.2.1 对房屋整体加固措施 在 C 轴、G 轴、1 轴及 5 轴增设 250 mm 厚剪力墙;剪力墙长度约为 1 600~2 000 mm,新增剪力墙施工前,应做好卸载用的支撑平台,保证向上的反力达到设计值,确保楼面荷载能通过新增剪力墙传至基础。新增剪力墙与原有框架柱的连接节点见图 3。

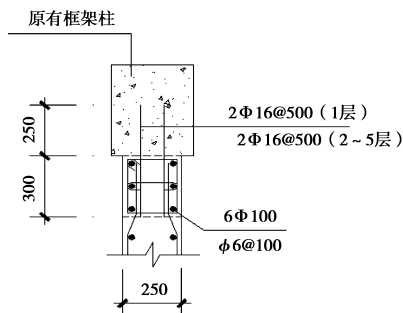


图 3 剪力墙与框架柱连接节点

4.2.2 对柱的加固措施 对原有轴压比不够的柱采用增设钢筋混凝土套进行加固,每边尺寸增大 75 mm,加固后的柱截面为 550×550。对原有纵向钢筋配筋不足的柱,在四角增设所需钢筋,并用短钢筋将新增钢筋与原有钢筋分段焊接。对原有抗剪承载力不够的柱,采用外粘碳纤维箍进行加固。

4.2.3 对梁的加固措施 梁支座处,采用外粘钢法进行加固;跨中处,采用外加钢筋混凝土套法进行加固。对抗剪承载力不够的梁,采用外粘 U 型碳纤维箍进行加固。

4.2.4 对非结构构件的加固 楼梯间及走道砖墙采用双面粉钢筋网砂浆层,防止砖墙在地震作用下倾覆伤人。

4.2.5 平面补板 在单体的右上角增设现浇混凝土楼板,楼板厚度为 120 mm,楼板钢筋双层双向设置,并与原有楼板钢筋焊接在一起。

4.3 加固方案抗震承载力验算

依据拟定的加固方案,采用中国建筑科学研究院开发的 PKPM 系列结构计算软件对加固前、加固后的建筑物进行抗震验算,主要计算结果指标见表 1、表 2 所示:

表 1 加固前后反应谱计算结果

项目		加固前		加固后	
		平动	扭转	平动	扭转
自震周期	T1	0.97	0.03	0.80	0.20
	T2	0.55	0.45	1.00	0
	T3	0.50	0.50	0.22	0.78
最大层间位移角	X	1/389		1/961	
	Y	1/344		1/945	
最大位移比	X	1.26		1.32	
	Y	1.29		1.33	

表 2 加固前后底层弯矩和剪力百分比

项目		加固前		加固后	
		X	Y	X	Y
底层总倾覆力矩/ (kN·m ⁻¹)		15 395	15 331	20 483	22 026
底层倾覆 力矩比	单跨	27%	56%	11%	19%
	非单跨	73%	44%	89%	81%
底层总剪力/kN		1 285	1 249	1 674	1 710
底层剪力比	单跨	29%	57%	4%	13%
	非单跨	71%	43%	96%	87%

通过以上数据分析,改造后电算整体指标结果满足规范要求。

5 结论

1) 地震中建筑物的破坏是造成地震灾害的主要原因。由于新旧规范要求的不同,现有建筑的抗震能力可能并不能完全满足现行规范相应的设防要求。对现有建筑进行抗震鉴定、并对不满足规范要求的建筑采取适当措施进行加固是减轻地震灾害的重要途径。

2) 现有建筑的结构加固改造工程所面临的技术条件、施工现场因素要比新建建筑复杂很多,对现有建筑进行加固改造前应收集施工、竣工图纸等相应资料,对所收集的资料与现场实际情况需核对,并依据鉴定报告综合选择加固方案。

参考文献:

- [1] GB 50367—2006 混凝土结构加固设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [2] GB 50011—2010 建筑抗震设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [3] GB 500023—2009 建筑抗震鉴定标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [4] JGJ 16—2009 建筑抗震加固技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [5] GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.