

浅谈某中学食堂及学生宿舍楼鉴定与加固设计

连滨畔

(厦门大学建筑设计研究院 福建 厦门 361005)

摘要 汶川大地震后,根据最新标准,中小学教学用房需提高一类设防,故需对原结构按新规范进行全面检测和抗震鉴定。若鉴定结果表明该结构不符合要求,则需进行加固。本文结合工程实例分析,对砌体结构抗震鉴定和加固方法进行分析 and 论述,可供设类似工程抗震加固设计参考。

关键词 汶川大地震 砌体结构 抗震鉴定 加固设计

0 引言

2008 年 5.12 汶川大地震后,根据国标 GB50223-2008《建筑工程抗震设防分类标准》规定^[1],中小学的教学用房以及学生宿舍和食堂的房屋建筑应提高一类进行设防,即由原来的“标准设防类”(简称丙类)提高到“重点设防类”(简称乙类),故须按新标准对早已建此类结构进行检测鉴定、结构分析和抗震加固。

1 工程概况

厦门市某中学食堂及学生宿舍楼于 1997 年竣工并投入使用。该建筑平面长约 9.84m,宽约 17.64m,共 3 层,一层层高为 4.0m,其余层层高为 3.20m,建筑总高为 10.40m。结构形式为砖砌体结构、楼(屋)盖均为现浇钢筋混凝土梁板体系,结构平面见图 1。

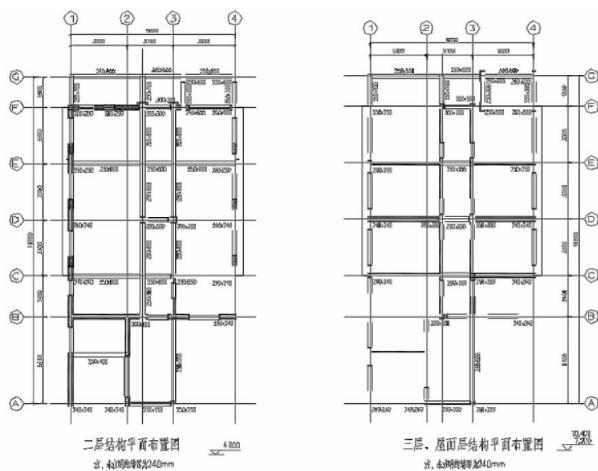


图 1 各层结构平面布置图

2 抗震鉴定

2.1 抗震措施鉴定

本建筑为 20 世纪 90 年代建造,其后续使用年限不应少于 40 年,应采用 GB50023-2009《建筑抗震鉴定标准》规定的 B 类建筑抗震鉴定方法^[2]。具体鉴定内容及结果见表 1。

表 1 构造鉴定表

鉴定项目	规范限值	实际值	鉴定结果
房屋总高度	12m	10.4m	满足要求
房屋层数	四层	三层	满足要求
抗震横墙最大间距	15m	6.6m	满足要求
房屋高宽比	2.0	1.06	满足要求
砖强度等级	MU7.5	MU7.5	满足要求
砂浆强度等级	M2.5	M1.0, M1.5	不满足要求
混凝土强度等级	C20	C20	满足要求

同时,该建筑墙体在平面内闭合,纵横墙的布置基本均匀、沿平面内基本对齐且连接可靠,但部分墙体未落地,沿竖向布置不均匀,不满足抗震鉴定的要求。

2.2 抗震承载力验算

2.2.1 楼层综合抗震能力指数计算

采用 PKPM08 软件中 JDJG 模块,并依据《建筑抗震鉴定标准》第 5.2.13 和 5.2.14 条的有关规定对该建筑进行楼层综合抗震能力指数计算。

楼层综合抗震能力指数按下式计算:

$$\beta_i = A_i / A_{bi} \zeta_{oi} \lambda$$

$$\beta_{ci} = \psi_1 \psi_2 \beta_i$$

式中 β_i : 第 i 楼层纵向或横向墙体平均抗震能力指数; A_i : 第 i 楼层纵向或横向抗震墙在层高 1/2 处净截面积的总面积,其中不包括高宽比大于 4 的墙段截面面积; A_{bi} : 第 i 楼层建筑平面面积; ζ_{oi} : 第 i 楼层纵向或横向抗震墙的基准面积率,应按《建筑抗震鉴定标准》附录 B 采用; λ : 烈度影响系数; 6、7、8、9 度时,分别按 0.7、1.0、2.0 和 4.0 采用,当基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 时,应分别按 1.5 和 3.0 采用; β_{ci} : 第 i 楼层的纵向或横向墙体综合抗震能力指数; ψ_1 : 体系影响系数,该建筑体系影响系数取 0.90; ψ_2 : 局部影响系数,该建筑局部影响系数取 1.00。

表 2 各楼层纵向墙体综合抗震能力指数

层数	砂浆强度等级	A_i	A_{bi}	ζ_{oi}	λ	β_i	$\beta_{ci} = \psi_1 \psi_2 \beta_i$	结论
1	M1.5	5.88	173.03	0.0358	1.5	0.63	0.57	不满足
2	M1.0	10.65	173.03	0.0380	1.5	1.08	0.97	不满足
3	M1.5	10.65	173.03	0.0231	1.5	1.78	1.60	满足

表3 各楼层横向墙体综合抗震能力指数

层数	砂浆强度等级	A_t	A_{kt}	ξ_{0kt}	λ	β	$\beta_{ct} = \eta \rho_2 \beta_2$	结论
1	M1.5	4.66	173.03	0.0358	1.5	0.50	0.45	不满足
2	M1.0	7.72	173.03	0.0380	1.5	0.78	0.70	不满足
3	M1.5	7.72	173.03	0.0231	1.5	1.29	1.16	满足

表2、3数据表明,该建筑一层、二层纵墙和横墙、二层横墙的综合抗震能力指数小于1.0,其抗震能力不足。

2.2.2 砼梁、楼板承载力验算

对该建筑的砼梁、楼板进行承载力验算,并将计算结果进行对比,比较结果表明,该建筑砼梁、楼板的承载力基本满足要求。

3 抗震加固设计

3.1 计算条件

根据检测报告并结合现场实际情况,本工程采用PKPM软件(鉴定加固版)进行计算分析,食堂及学生宿舍楼鉴定分析部分计算参数为设防烈度为7度(0.15g)第一组,场地类别为II类,基本风压为0.80N/m²,恒载取值:依据结构施工图,楼(屋)面活荷载取值:宿舍为2.0kN/m²,走廊、楼梯为2.5和3.5kN/m²;上人屋面为2.0kN/m²;砂浆强度等级为M1.0~1.5,砼强度等级为C20。

3.2 加固原则

加固时因保护建筑物原有风貌,所以尽量在建筑室内进行加固处理。由于该楼所在场地为II类,该房屋建造在对地震有利的地段,符合可不进行场地对建筑影响的抗震鉴定,且周边地基土无对基础产生腐蚀、松散和剥落等不利因素,故该地基基础可评定为无严重静载缺陷,符合可不进行基础的抗震鉴定,并且加固后增加的重量不大,所以加固时应尽量不扰动原有建筑的地基基础,避免截断、开凿主要受力构件,造成对主体结构的“伤筋动骨”。本建筑物为砖混结构,墙体加固方法采用钢筋网砂浆面层法以及板墙法为主,并尽可能减少对外墙面的破坏,同时做到加固施工方便,工程量适度,造价经济。

3.3 加固方案

通过计算,楼层平均抗震能力指数和楼层综合抗震能力指数局部小于1.0,不满足厦门地区的抗震要求,所以对本建筑物采用钢筋网砂浆面层法以及板墙法相结合的方法,对于单侧加固的墙体采用60mm厚的板墙进行加固,对于双侧加固的墙体每侧采用40mm厚的钢筋网砂浆面层法进行加固,加固平面布置图详见图2。

新加板墙或钢筋网砂浆面层与原砖墙设有可靠的连接并共同受力,在墙体单侧增加板墙和双侧增加水泥砂浆钢筋网面层的砖墙,首先必须将原有砖墙的面层清除,用钢刷清洗干净,绑扎完钢筋网后,再将原砖墙充分喷湿,再涂界面粘合剂,最后分层抹上水泥砂浆。板墙或水泥砂浆钢筋网面层与原砖墙的连接见图3。新加板墙或钢筋网砂浆面层还需与

原基础有可靠的连接,见图4。

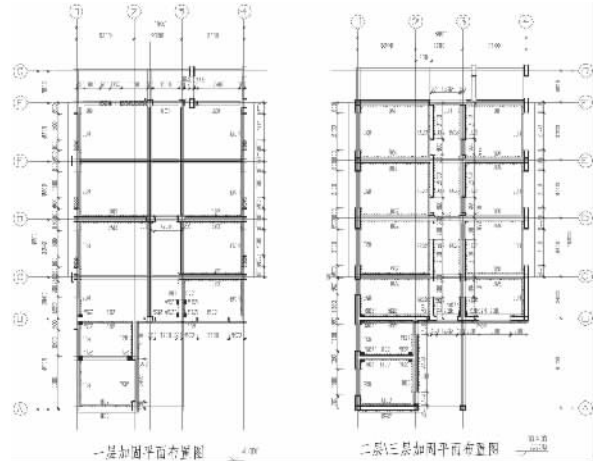


图2 各层结构加固平面布置图

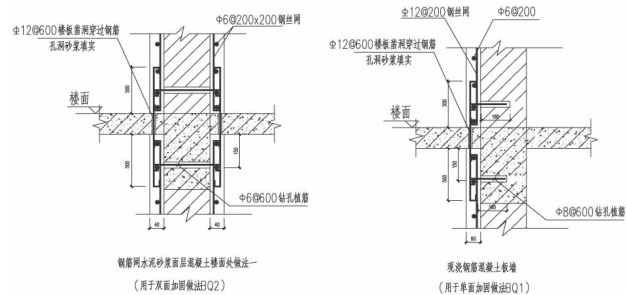


图3 BQ1与BQ2与原砖墙连接大样

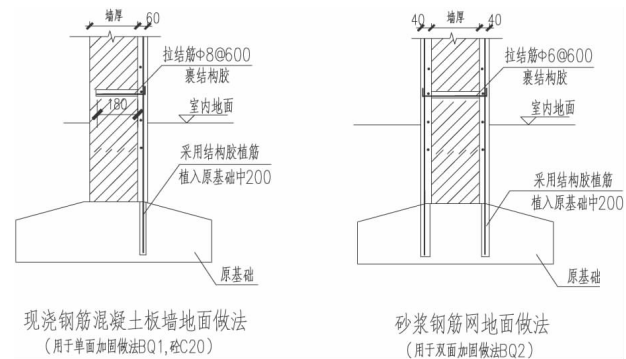


图4 BQ1、BQ2与原基础连接大样

同时,新加板墙或钢筋网砂浆面层与屋面也应有可靠的连接,见图5。

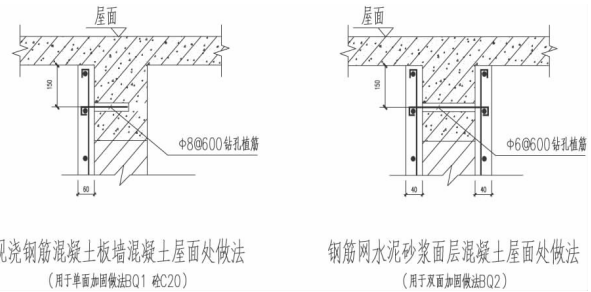


图5 BQ1、BQ2与屋面连接大样

3.4 加固后抗震承载力验算

3.4.1 材料承载力取值

① 钢筋:HPB235 钢筋 $f_y=210\text{N/mm}^2$; 砖:240mm厚烧结

普通粘土实心砖,强度等级 MU7.5,砂浆:原砌体混合砂浆强度等级经检测约为 M1.0,取 $f_t=0$ N/mm²;钢筋网水泥砂浆面层加固采用 M10 水泥砂浆,面层砂浆强度:

$$f_{sv}=0.443\sqrt{M}=0.443\sqrt{10}=1.40\text{N/mm}^2$$

经过验算采用砂浆的强度等级 M7.5 和烧结普通砖的强度等级 MU7.5 能满足要求。砌体抗压强度设计值 $f=1.55\text{N/mm}^2$,抗剪强度设计值 $f_v=0.14\text{N/mm}^2$ 。

3.4.2 双面钢筋网水泥砂浆面层加固墙体计算

水泥砂浆面层厚度 $t_s=40\text{mm}$, $n=2$;钢筋网采用 $\phi 6@200$ ($A_s=28.3\text{mm}^2$)加固后墙抗剪强度设计值^[4]:

$$f_{sv}=\frac{0.4n t_s}{t_m} f_{sv}+0.26 f_v+\frac{1.108 n A_s}{\sqrt{s t_m}} f_y$$

$$f_{sv}=\frac{0.4 \times 2 \times 40}{240} \times 1.40+0.26 \times 0+\frac{1.108 \times 2 \times 28.3}{\sqrt{200 \times 240}} \times 210$$

$$=4.013\text{N/mm}^2$$

墙体抗剪强度设计值要求:

$$f_v=0.14\text{N/mm}^2$$

墙体抗剪强度设计值提高系数:

$$\eta_v=\frac{f_{sv}}{f_v}=\frac{4.013}{0.14} \geq 1;$$

式中 t_m —砖墙体的厚度; s —钢筋网钢筋的间距(mm)。

原墙体抗压承载力为 $N_0=\varphi f A$;加固后墙体抗压承载力应满足下式:

$$N \leq N_u = \varphi_{com}(f A + f_c A_c + \eta_s f_y A_s)$$

式中 A —砖砌体的面积; f_c —混凝土或面层水泥砂浆的轴心抗压强度设计值; A_c —混凝土或面层砂浆的面积; η_s —受压钢筋的强度系数。

因为加固后墙体厚度变大,高厚比将略为变小,受压构件承载力影响系数将变大,为安全起见取 $\varphi_{com}=\varphi$,故取一米有墙体抗压承载力提高系数:

$$\eta_N = \frac{N_u}{N_0} = \frac{\varphi_{com}(f A + f_c A_c + \eta_s f_y A_s)}{\varphi f A}$$

$$= \frac{1.06 \times 240 + 3.5 \times 80 + 2 \times 0.9 \times 210 \times \frac{28.3 \times 1000}{200}}{1.55 \times 240}$$

$$= 145.2$$

同理单面现浇钢筋混凝土板墙加固墙体也能满足要求。同时,再次利用程序 PKPM 进行鉴定,楼层抗震能力的增强

系数^[5]为 2.1,加固后“楼层平均及综合抗震能力指数计算公式”计算结果见表 4~5。

表 4 加固后楼层纵向平均及综合抗震能力指数

层数	砂浆强度等级	β_i	ψ_1	ψ_2	β_{ci}	η_{wi}	β_{ci} (加固后)	结论
1	M1.5	0.63	0.9	1.0	0.57	2.11	1.20	满足
2	M1.0	1.08	0.9	1.0	0.97	2.13	2.07	满足
3	M1.5	1.78	0.9	1.0	1.60	2.13	3.41	满足

表 5 加固后楼层横向平均及综合抗震能力指数

层数	砂浆强度等级	β_i	ψ_1	ψ_2	β_{ci}	η_{wi}	β_{ci} (加固后)	结论
1	M1.5	0.50	0.9	1.0	0.45	2.39	1.08	满足
2	M1.0	0.78	0.9	1.0	0.70	2.23	1.56	满足
3	M1.5	1.29	0.9	1.0	1.16	2.23	2.58	满足

4 结束语

本文通过对厦门市某中学食堂及学生宿舍楼的抗震鉴定和加固设计,为类似工程的鉴定和加固设计提供以下建议:

(1)在加固设计之前,应对建筑物的结构特征、几何尺寸、材料性能以及使用情况和地震损坏情况进行详细的调查和检测,为加固设计提供可靠的依据。

(2)在加固设计时,应充分考虑原设计规范和目前新规范之间的差异,采用软件计算同时,更注重的是一些概念的设计和构造处理。

(3)加固设计中,应采用可靠的措施保证新老结构之间的互相连接,特别是节点位置的连接,新旧混凝土之间以及新旧砂浆面的结合面的连接,使其共同协调受力。

参考文献

- [1] GB 50223-2008 建筑工程抗震设防分类标准,中国建筑工业出版社
- [2] GB50023-2009 建筑抗震鉴定标准,中国建筑工业出版社
- [3] JGJ 116-2009 建筑抗震加固技术规程,中国建筑工业出版社
- [4] 张熙光,王骏孙,刘惠珊.建筑抗震鉴定加固手册.中国建筑工业出版社

作者简介:连滨晔(1982-),男,本科,工学学士,工程师,研究方向:建筑抗震鉴定加固设计