

文章编号: 1009-6825(2012)17-0054-02

## 上海纽约大学教学楼的结构抗震性能分析

夏军<sup>1</sup> 劳佳靓<sup>1</sup> 高永刚<sup>2</sup>

(1. 中国海诚工程科技股份有限公司, 上海 200031; 2. 上海同清科技发展有限公司, 上海 200042)

**摘要:** 以上海纽约大学教学楼结构抗震设计为例, 结合该建筑结构布置极不规则的特点, 运用结构有限元计算软件建立模型, 对结构进行了地震反应分析, 并对计算结果作了比较, 结果表明: 该结构平面布置合理, 且具有较好的抗震性能。

**关键词:** 教学楼 核心筒 抗震性能

**中图分类号:** TU31

**文献标识码:** A

## 0 引言

上海纽约大学教学楼位于上海市陆家嘴竹园商贸区 2-13-4/5 地块, 基地西邻世纪大道, 北邻松林路, 南侧为上海期货大厦及长甲大厦。本工程由主塔楼和裙房组成, 总建筑面积为 58 906 m<sup>2</sup>, 建筑限高 72 m。主塔楼采用钢框架—钢筋混凝土核心筒结构形式, 设两层地下室; 地上共计 15 层, 其中 1 层层高 5.5 m, 2 层~4 层层高 4.8 m, 5 层~14 层层高 4.4 m, 15 层层高 4.9 m。主塔楼呈长方形, 柱网为 12.48 m × 17.25 m, 核心筒与外框架柱的距离为 17.25 m。裙房采用钢框架结构形式。主塔楼与裙房及地下室连为一体, 未设置伸缩缝和沉降缝。结构典型平面见图 1, 图 2, 结构立面图见图 3。

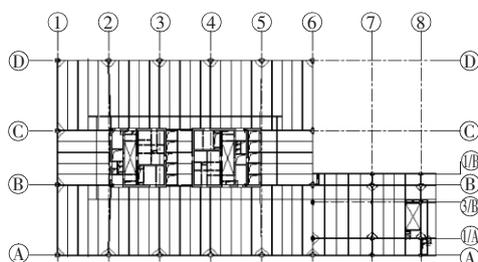


图 1 2 层~7 层结构平面图

连。由于业主及建筑专业要求主塔楼与裙房连为一体, 不允许设置抗震缝、沉降缝和伸缩缝, 从而使本工程形成一个平面及立面均不规则的超限高层建筑。

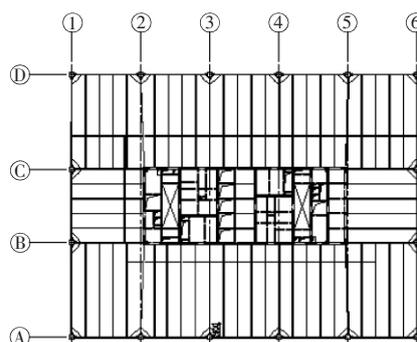


图 2 8 层~13 层结构平面图

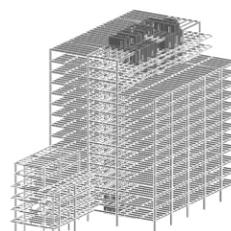


图 3 结构立面图

## 1 结构概念设计及计算模型

本工程主塔楼抗侧力体系由混凝土核心筒和外钢框架两部分组成, 核心筒和钢框架通过各层楼板进行协同工作, 形成核心筒和钢框架两道抗震防线。结构在抵御地震时核心筒剪力墙贡献较大部分的抗侧力, 使整体侧向变形有可能趋向弯曲变形, 同时伴有较小的剪切变形。裙房部分采用钢框架结构体系与主塔楼相

征进行分析, 其次熟悉施工规范要求及节点加密方式, 理顺绑扎工序, 对成品设置保护, 并且要方便下道工序施工。

在房屋建筑主体结构施工中, 严格控制钢筋保护层厚度, 和保证混凝土浇筑质量对房屋建筑抗震能力也是至关重要的。《建筑施工规范》对受力钢筋的混凝土保护层明确规定, 应符合设计

主要超限指标有:

1) 楼层的最大弹性水平位移与该层两端弹性水平位移平均值之比大于 1.2; 2) 结构平面凸出的一侧(从抗力构件截面中心算起)大于相应投影方向总尺寸的 40%; 3) 结构平面凸出部分长度超过连接宽度; 4) 2 层平面过街楼处楼板缺失, 有效楼板宽度小于

要求, 当设计无具体要求时, 保护层厚度不应低于钢筋主筋直径。混凝土在浇筑前, 应严格检查混凝土的配比强度是否符合设计和规范要求, 根据工程实际情况安排好浇灌顺序和振捣方式, 并要安排专人跟踪观察模板和钢筋的位置变化情况, 出现问题及时进行修复。

## Discussion on the requirements of anti-seismic building structure

LIU Xu

(Shandong Jining Luxing Real Estate Development Co., Ltd, Jining 272000, China)

**Abstract:** Integrating with the seismic damage upon buildings, the paper analyzes problems easily occurring in anti-seismic building structure, and discusses how to improve anti-seismic performance of building structures, with a view to ensure the architectural safety.

**Key words:** anti-seismic building structure, wall masonry, structural column, ring beam, frame, joint

收稿日期: 2012-03-06

作者简介: 夏军(1979-)男, 工程师, 一级注册结构工程师

裙房楼板典型宽度的 50%; 5) 主塔楼 14 层局部收进的水平向尺寸大于 12 层的 30%; 6) 主塔楼 14 层、15 层悬挑大于 5 m; 7) 裙房 5 层局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的 30%。

进一步计算分析时,主塔楼混凝土核心筒布置成两个芯筒,两个核心之间通过钢梁连接,既保证了混凝土核心筒的抗侧移刚度,又解决了因为凸出裙房柱网较密框架侧移刚度较大给整体结构造成的刚度中心与质量中心偏移过大问题,使刚度中心与质量中心尽量重合;核心筒四周墙体厚度为 550 mm~400 mm,核心筒四周设置置性工字钢柱,底部加强层取至裙房屋面上一层。

外围框架部分采用方钢管柱,柱截面 $\square 800 \times 50 \sim \square 700 \times 30$ ,箱形钢管柱下端采用劲性十字形截面柱过渡,伸至地下 1 层,计算按固端考虑。框架梁为实腹式 H 型钢梁,两端与框架柱刚接;框架平面外钢梁采用实腹式 H 型钢梁,其中 B 轴、C 轴采用箱形截面钢梁,钢梁一端与钢管混凝土框架柱刚接和另一端与混凝土筒体均采用铰接。楼面次梁为实腹式 H 型钢梁,两端均为铰接,跨度达到了 17.25 m,钢梁用栓钉与楼板进行抗剪连接,按钢-混凝土组合梁进行设计。14 层、15 层楼面收进处,采用从核心筒外墙悬挑钢梁支撑体系,悬挑钢梁伸进核心筒内,用混凝土包裹钢梁形成劲性钢梁。

上部楼板采用闭口压型钢板与混凝土组合楼板,结构计算时采用等弹性模量代换折算成混凝土楼板参与结构整体计算。一般楼面组合楼板板厚 120 mm,屋面及加强层板厚为 150 mm。

该工程的结构布置遵循“受力合理,传力明确”的设计原则,通过调整剪力墙墙肢的数量、长度、厚度以及连梁的高度来满足建筑物强度和刚度要求,同时注意尽量减少不利于抗震的小墙肢与短肢墙的布置,同时对结构的楼板开洞、角部等薄弱部位给予针对性的加强。

## 2 地震反应分析

### 2.1 分析方法

本工程采用振型分解反应谱法和弹性时程分解法进行小震作用下结构的地震反应计算。反应谱法计算时取 15 阶振型,按考虑偶然偏心的 CQC 法组合;弹性时程分析采用振型叠加法,取 15 阶振型。

本工程结构的抗震设防类别为丙类,抗震设防烈度为 7 度,设计地震分组为第一组(设计地震加速度值为 0.1g),场地特征周期为 0.9 s,场地类型为 IV 类(上海地区),水平地震影响系数最大值采用 0.08(多遇地震),结构阻尼比取 0.04。输入地震波取 3 组,其中一条人工波和两条天然波分别为:

1) 上海人工波 RH2TG090; 2) 上海天然波 TH1TG090; 3) 上海天然波 TH3TG090。

### 2.2 分析结果

#### 1) 反应谱分析结果。

本工程的整体计算分析主要采用符合实际情况的空间分析程

序 SATWE 和 PMSAP 进行分析比较,输出数据见表 1。

表 1 SATWE 和 PMSAP 分析结果比较

计算程序	SATWE			PMSAP			
	周期	平动成分	扭转成分	周期	平动成分	扭转成分	
自振周期	$T_1$	1.332 3	0.97	0.03	1.221 6	0.99	0.01
	$T_2$	1.248 8	1.00	0.00	1.193 9	0.93	0.07
	$T_3$	1.074 7	0.06	0.94	1.028 1	0.11	0.89
周期比	$T_3/T_1=0.807 < 0.85$			$T_3/T_1=0.842 < 0.85$			
有效质量系数	第一地震方向 97.13%			第一地震方向 97.4%			
	第二地震方向 95.36%			第二地震方向 96.5%			
地震作用	最大层间位移角	X:1/1 032			X:1/1 267		
		Y:1/1 146			Y:1/1 341		
	位移比值	X:1.31			X:1.26		
		Y:1.39			Y:1.31		
	剪重比/%	$Q_{ax}/G_e=5.22$			$Q_{ax}/G_e=5.62$		
$Q_{ay}/G_e=5.55$			$Q_{ay}/G_e=5.75$				

两种软件的反应谱法计算结果表明,第 1、2 阶振型为 X 和 Y 向平动作用控制,第 3 阶振型为扭转控制, $T_3/T_1$  均小于 0.85。结构的自振特性、基底剪力、层间位移角、位移比等计算结果满足规范要求且具有可比性。

2) 弹性时程分析的结果及与反应谱 CQC 组合结果的比较见表 2。

表 2 弹性时程分析结果与反应谱 CQC 组合结果比较

地震波	结构响应					
	最大层间位移角		基底剪力/kN		基底剪力与 CQC 相比	
	X 向	Y 向	X 向	Y 向	X 向	Y 向
RH2TG090	1/1 281	1/1 652	26 733.6	29 378.0	0.85	0.88
TH1TG090	1/1 192	1/1 297	28 613.2	34 162.2	0.91	1.02
TH3TG090	1/1 317	1/1 269	24 825.6	29 417.6	0.79	0.88
平均值	1/1 261	1/1 387	26 724.1	30 985.9	0.85	0.93
CQC	1/1 032	1/1 146	31 350.2	33 380.2	—	—

时程分析结果表明:对应于每条输入的地震波,每条时程曲线计算得到的结构底部剪力均不小于反应谱计算求得的剪力的 65%,且平均值不小于反应谱计算求得的剪力的 80%,满足《高规》第 4.3.5.1 条要求。因此时程法计算得到的结果与反应谱法计算结果较为接近,符合设计标准要求。

## 3 结语

通过对上海纽约大学反应谱分析和时程分析可以得到以下结论:本工程属于平面、立面特别不规则的超限高层建筑,结构的平面布置合理,结构的薄弱处的构造措施得当,从而减小了平面不规则带来的不利影响,结构在多遇地震作用下的自振特性、基底剪力、层间位移角、位移比等均满足规范在多遇地震下弹性变形的要求,因此结构具有较好的抗震性能。

参考文献:

- [1] JGJ 3-2010, 高层建筑混凝土结构技术规程[S].
- [2] GB 50011-2010, 建筑抗震设计规范[S].
- [3] 吕西林. 超限高层建筑工程抗震设计指南[M]. 第 2 版. 上海: 同济大学出版社, 2010.

## Analysis on structural seismic performance of teaching building of New York University in Shanghai

XIA Jun<sup>1</sup> LAO Jia-liang<sup>1</sup> GAO Yong-gang<sup>2</sup>

(1. China Haisum Engineering Co., Ltd., Shanghai 200031, China; 2. Shanghai Tongtsing Development Co., Ltd., Shanghai 200042, China)

**Abstract:** Taking the structural seismic design of teaching building of New York University in Shanghai as an example, combining with the rather irregular building structure, applying structural finite element calculation software to establish the model, the article carries out the structural seismic reflection analysis, and compares the calculation results. Results show that: the plane layout of the structure is rational and has better seismic performance.

**Key words:** teaching building, tube structure, seismic performance