

建筑土木译丛



**Design of Modern Highrise
Reinforced Concrete Structures**

现代高层钢筋混凝土结构设计

□ [日] 青山博之 著

□ 张 川 译

重庆大学出版社

建筑土木译丛

ICP

Design of Modern Highrise
Reinforced Concrete Structures

现代高层钢筋混凝土结构设计

□ [日] 青山博之 著

□ 张 川 译

重庆大学出版社

Hiroyuki Aoyama

Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structures

ISBN: 1-86094-239-3

Copyright © 2001 by Imperial College Press. All rights reserved. This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher.

Simplified Chinese translation arranged with Imperial College Press, United Kingdom.

本书中文版由英国帝国理工学院出版社(Imperial College Press, United Kingdom)授权重庆大学出版社出版。版权所有,侵权必究。

版贸核渝字(2004)第54号

图书在版编目(CIP)数据

现代高层钢筋混凝土结构设计/(日)青山博之著;张川译. —重庆:重庆大学出版社,2006.5
(建筑土木译丛)

书名原文: Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structures

ISBN 7-5624-3567-7

I. 现... II. ①青... ②张... III. 高层建筑—钢筋混凝土结构—结构设计 IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 150685 号

现代高层钢筋混凝土结构设计 Xiandai Gaocong Gangjin Hunningtu Jiegou Sheji

Design of Modern Highrise Reinforced Concrete Structures

[日]青山博之 著

张 川 译

出 版 者: 重庆大学出版社

地 址: 重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

网 址: <http://www.cqup.com.cn>

邮 编: 400030

电 话: (023) 65102378 65105781

传 真: (023) 65103686 65105565

出 版 人: 张鸽盛

责任编辑: 袁 江 蒋晓华 刘秀娟

版式设计: 袁 江

责任校对: 任卓惠

责任印制: 赵 晟

印 刷 者: 重庆升光电力印务有限公司

发 行 者: 全国新华书店经销

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 17.25 字数: 431 千 插页: 16 开 2 页

版 次: 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5624-3567-7

印 数: 1—3 000

定 价: 48.00 元

前言(中文版)

日本是一个地震活动频繁的国家,有关地震工程与工程抗震的研究和工程应用水平在国际上名列前茅。本书是由日本建设省建筑研究所组织众多研究机构在1988—1993年之间共同完成的“采用高强度混凝土和钢筋的先进的钢筋混凝土建筑的开发”的全国性研究项目的主要成果总结,概括了这一领域最新的研究进展和应用。这些成果对面临类似情况的我国地震区的高层建筑抗震设计的理论研究与工程应用具有重要的借鉴作用,翻译本书的目的也在于此。本书适用于从事钢筋混凝土高层建筑结构抗震研究与工程设计的广大科研和设计人员,也可以作为建筑结构工程专业研究生课程的参考书使用。

本书由东京大学教授青山博之主编,由参加本项目研究的10位著名学者分章撰写。从专业角度上看,这样做能发挥各位学者的长处,但从翻译的角度来说,则增大了翻译工作的难度,因为每一位作者的英文表达方式不尽相同,使得译者犹如同时聆听十位教师用外语讲课。因此,译者在翻译时,尽量做到前后行文风格和方式一致,从而减少表达方式的影响。尽管如此,由于译者的水平所限,译文中的谬误和不足难免,敬请批评指正。

承蒙重庆大学出版社的大力支持,尤其是国际合作部编辑袁江女士细致入微的辛勤工作,使得本书的翻译工作得以顺利进行。钮忠华翻译了第2章表2.2~表2.9该项目各委员会组成以及各章作者的姓名及单位;来武清翻译了文章中部分日本人名,在此一并表示衷心的感谢。另外,在翻译表9.7时,考虑到日语片假名拼音在翻译时可能带来的歧义,保留了这些建筑的英文名,这样可能更易被读者所理解。

张 川

2005.10

前言(英文版)

由于易于实现建筑造型、建设成本低廉、耐久性优良及便于维护,钢筋混凝土作为建筑材料,在全世界广泛地被应用于建筑结构中。但是,考虑到这一材料本身缺乏抗震安全性,它在地震国家和地区的应用却仅限于较低或中等高度的建筑中。在过去的数十年中,由于对更为先进的钢筋混凝土建筑的社会需求持续高涨,使得钢筋混凝土高层建筑最终在日本出现。这样一种新形式结构的出现,是和在技术上寻求新的高强度材料、新设计方法、新施工方法的巨大努力分不开的,是建立在大量的研究成果之上的。

一个为期5年的“采用高强度混凝土和钢筋的先进钢筋混凝土建筑的开发”的全国性研究项目,在1988—1993年之间进行,由日本建设省建筑研究所为中心与许多研究机构共同完成。项目的主要目的,是为了进一步推进建造钢筋混凝土高层建筑,以及其他先进的钢筋混凝土结构,采用新的高强度材料和适用于这些材料的设计和施工方法,被称为“新钢筋混凝土”项目。

“新钢筋混凝土”项目的完成至今已5年多,显然,这一项目是成功而富有成效的,先进的钢筋混凝土结构设计和施工在实际工程中已经有了许多应用实例。本书的目的是为了传播这一项目的主要成果,以便帮助世界上地震国家和地区发展现代钢筋混凝土建筑。本书包含以下9章内容。

第1章介绍“新钢筋混凝土”项目开始之前钢筋混凝土建筑的发展和结构特征。“新钢筋混凝土”项目的主要目的是为了在地震区建造更高的钢筋混凝土高层建筑。同时还介绍了这一项目开始时主要的抗震设计和动力反应分析方法。

第2章介绍“新钢筋混凝土”项目的开发目标、组织和预期成果的情况。

第3章题为“高强度材料”,介绍高强度混凝土、钢筋以及它们的力学性能。

第4章介绍新钢筋混凝土结构构件如梁、柱、墙等在模拟地震荷载下的结构试验,以及评价新钢筋混凝土构件及组合体结构性能的方法。

第5章题为“有限元分析”,讲述新钢筋混凝土构件的非线性有限元分

析模型的发展,与第4章结构试验对比的分析例子,以及关于非线性有限元分析的指针。

第6章介绍新钢筋混凝土结构设计指针,强调了新钢筋混凝土高层建筑的新抗震设计方法,主要是通过时程反应分析和静力增量加载(推覆)分析评价抗震性能,并介绍了几个例子。

第7章试图给不太熟悉或仅有模态分析或弹性分析经验的读者介绍动力时程反应分析方法。给出了适用于钢筋混凝土结构的计算模型,钢筋混凝土结构地震反应的一般规律以及数值分析方法。

第8章给出了一个足尺寸结构试验及新钢筋混凝土施工标准。施工标准总结了新钢筋混凝土材料标准细则、制作工艺以及施工各阶段的工艺等。

第9章给出了3种采用高强度材料的新形式建筑的可行性研究。并介绍了实际工程中已经被设计、施工或正在施工的新钢筋混凝土材料的高层建筑。

本书大多数章节由担任“新钢筋混凝土”项目相关委员会的秘书撰写,这也是每章引用文献相对少的原因。

作者希望,本书的出版将进一步推进“新钢筋混凝土”项目的研究成果在全世界应用,并促进高强度材料和高性能材料在钢筋混凝土结构中的应用。

青山博之

目 录

1 地震区钢筋混凝土高层建筑	1
1.1 钢筋混凝土高层建筑的演变	1
1.1.1 历史背景	1
1.1.2 日本建筑中心的技术审查	2
1.1.3 钢筋混凝土高层建筑的增多和新钢筋混凝土项目	3
1.2 结构布置	4
1.2.1 建筑平面	4
1.2.2 结构体系	7
1.2.3 建筑立面	7
1.2.4 典型结构构件	8
1.3 材料和施工	9
1.3.1 混凝土	9
1.3.2 钢筋	10
1.3.3 预制构件的应用	10
1.3.4 钢筋笼的预装	11
1.3.5 受力钢筋的搭接和锚固	11
1.3.6 混凝土浇注	12
1.3.7 施工管理	13
1.4 抗震设计	13
1.4.1 基本原理	13
1.4.2 设计标准和方法	14
1.4.3 设计地震荷载	15
1.4.4 要求的极限承载能力	15
1.4.5 第一阶段设计	16
1.4.6 第二阶段设计	16
1.4.6.1 极限承载能力的计算	16
1.4.6.2 主梁的延性	16
1.4.6.3 柱子强度和延性	17
1.4.6.4 梁柱节点	17
1.4.6.5 最低要求	17
1.4.6.6 预期的偶然事件	17
1.4.7 试验验证	18
1.5 地震反应分析	18

1.5.1	线性分析	18
1.5.2	非线性集中质量分析	19
1.5.3	非线性框架分析	19
1.5.4	输入地震运动	19
1.5.5	阻尼	19
1.5.6	反应分析结果	20
1.6	今后的发展	21
1.6.1	促进钢筋混凝土高层建筑发展的因素	21
1.6.2	对更高强度材料的需求	22
2	新钢筋混凝土项目	23
2.1	项目背景	23
2.2	项目目标	23
2.3	项目的组织	25
2.4	结果简介	35
2.4.1	为高强钢筋混凝土进行的材料开发	35
2.4.2	建筑标准的发展	36
2.4.3	结构性能评价的发展	36
2.4.4	结构设计的发展	36
2.4.5	新钢筋混凝土建筑的可行性研究	37
2.5	结果的公布	38
3	新钢筋混凝土材料	41
3.1	高强度混凝土	41
3.1.1	高强度混凝土的材料和配合比	41
3.1.1.1	水泥	42
3.1.1.2	骨料	43
3.1.1.3	化学添加剂	44
3.1.1.4	矿物添加剂	45
3.1.1.5	配合比设计	46
3.1.2	高强度混凝土性能	48
3.1.2.1	和易性	48
3.1.2.2	抗压强度的标准试验方法	48
3.1.2.3	力学性能	49
3.1.2.4	干缩和徐变	50
3.1.2.5	耐久性	51
3.1.2.6	防火性能	53
3.2	高强度受力钢筋	54
3.2.1	钢筋委员会	54
3.2.2	高强度钢筋的优点和问题	54

3.2.3	新钢筋与现行 JIS 的关系	55
3.2.4	高强钢筋的建议标准	55
3.2.4.1	简介	55
3.2.4.2	屈服强度	57
3.2.4.3	屈服平台的应变	57
3.2.4.4	屈服比	58
3.2.4.5	伸长率和弯曲性能	58
3.2.5	生产方法和化学组分	58
3.2.6	防火性和耐久性	60
3.2.6.1	高温的影响	60
3.2.6.2	抗腐蚀性	61
3.2.7	钢筋搭接	62
3.3	钢筋混凝土的力学性能	64
3.3.1	粘结与锚固	64
3.3.1.1	梁筋在边节点中的锚固	65
3.3.1.2	中间节点的粘结锚固	67
3.3.1.3	梁筋的受弯粘结抗力	68
3.3.2	横向钢筋	69
3.3.2.1	约束混凝土的应力-应变关系	69
3.3.2.2	横向钢筋应力的上限	72
3.3.2.3	纵向钢筋的压曲	73
3.3.3	平面应力状态下的混凝土受力性能	74
3.3.3.1	素混凝土板的双轴加载试验	74
3.3.3.2	平面剪力作用下钢筋混凝土板的试验	75
4	新钢筋混凝土结构构件	77
4.1	引言	77
4.2	梁和柱	78
4.2.1	屈服后梁的粘结劈裂破坏	78
4.2.2	板对梁抗弯性能的影响	81
4.2.3	屈服后柱子的变形性能	84
4.2.4	双向受弯时的柱子	87
4.2.5	高轴压时柱子的竖向劈裂	90
4.2.6	柱子的抗剪强度	92
4.2.7	梁的抗剪强度	95
4.3	墙	99
4.3.1	剪压破坏型墙的抗弯强度	99
4.3.2	双向加载时墙的变形能力	104
4.3.3	高墙的抗剪切强度	107

4.4 梁柱节点	110
4.4.1 梁柱中间节点的粘结	111
4.4.2 双向加载下三维节点的抗剪强度	115
4.4.3 边柱节点的抗剪性能	119
4.4.4 底层柱和基础混凝土强度的差异	121
4.5 结构性能评价的方法	123
4.5.1 梁的恢复力特性	123
4.5.1.1 初始刚度	124
4.5.1.2 受弯开裂	124
4.5.1.3 屈服变形	124
4.5.1.4 抗弯强度	125
4.5.1.5 位移限值	126
4.5.1.6 等效粘滞阻尼	126
4.5.2 柱子的变形能力	126
4.5.2.1 弯压破坏	126
4.5.2.2 沿纵筋的粘结劈裂	127
4.5.2.3 屈服后塑性铰区的剪切破坏	127
4.5.2.4 梁和柱的剪切强度	128
4.5.3 墙的抗弯强度	129
4.5.4 梁柱节点的抗剪强度	130
4.5.5 第一层柱子与基础的连接	132
4.5.5.1 承载应力	132
4.5.5.2 劈裂应力	132
4.5.5.3 增强	132
4.6 结束语	132
5 有限元分析	135
5.1 有限元方法的基本原理	135
5.2 有限元方法和钢筋混凝土	136
5.2.1 钢筋混凝土有限元分析的历史	136
5.2.2 钢筋混凝土的模型化	138
5.2.2.1 二维分析和三维分析	138
5.2.2.2 混凝土模拟	138
5.2.2.3 钢筋的模拟	138
5.2.2.4 裂缝的模拟	138
5.2.2.5 对钢筋和混凝土粘结的模拟	139
5.3 使用高强度材料的钢筋混凝土构件的有限元法	139
5.4 采用高强度材料的钢筋混凝土构件的对比分析	140
5.4.1 梁、板和剪力墙的对比分析	140

5.4.2 材料本构关系	140
5.4.2.1 混凝土单轴受压应力-应变曲线	140
5.4.2.2 开裂混凝土抗压强度折减系数	141
5.4.2.3 混凝土的约束效应	141
5.4.2.4 混凝土的双轴效应	141
5.4.2.5 混凝土的受拉硬化	141
5.4.2.6 开裂截面的剪切刚度	141
5.4.2.7 开裂强度	142
5.4.2.8 钢筋的应力-应变关系	142
5.4.2.9 钢筋的销栓作用	142
5.4.2.10 粘结特性	142
5.4.3 分析模型和分析结果	142
5.4.3.1 梁试件的分析	142
5.4.3.2 板试件的分析	143
5.4.3.3 剪力墙的分析	143
5.4.3.4 结论	144
5.5 高强度梁的有限元参数分析	145
5.5.1 目的和方法	145
5.5.2 剪切钢筋率的影响	145
5.5.3 $p_w \sigma_{wy}$ 一定时混凝土约束模型的影响	146
5.5.4 结论	147
5.6 高强柱子的有限元参数分析	147
5.6.1 目的和方法	147
5.6.2 分析结果	148
5.6.3 结论	149
5.7 高强梁柱节点的有限元参数分析	149
5.7.1 目的和方法	149
5.7.2 试验和分析结果的比较	150
5.7.3 参数分析的结果	150
5.7.4 结论	152
5.8 高强度墙的有限元参数分析	152
5.8.1 目的和方法	152
5.8.2 研究简介	152
5.8.3 分析结果及讨论	154
5.9 高强度板的有限元参数分析	155
5.9.1 目的和方法	155
5.9.2 分析结果和总结	156

6 结构设计原理	159
6.1 新钢筋混凝土结构设计指针的特点	160
6.1.1 三阶段抗震设计	160
6.1.2 设计地面运动的建议	160
6.1.3 双向和竖向地震运动	160
6.1.4 所需要的安全性的分类	160
6.1.5 材料强度的变化及强度评价的准确性	161
6.1.6 基础的结构设计及土-结构相互作用	161
6.2 抗震设计标准	161
6.2.1 设计地震烈度	161
6.2.2 设计侧移限值	161
6.2.3 设计标准	162
6.3 设计地震运动	163
6.3.1 地震运动的特性	163
6.3.2 新钢筋混凝土设计采用的地震运动	163
6.3.3 与建筑基本法的关系	164
6.4 结构的模型化	164
6.4.1 结构的模型化	164
6.4.2 模型和地震运动的关系	165
6.4.2.1 固定基底模型	165
6.4.2.2 侧移-转动模型	165
6.4.2.3 土-基础-结构相互作用模型	165
6.5 构件的恢复力特性	166
6.5.1 可靠强度和上限强度	166
6.5.2 构件模拟	167
6.5.3 滞回规律	167
6.6 抗震设计的方向	168
6.6.1 任意方向的设计力	168
6.6.2 双向地震输入	169
6.6.3 竖向地震作用的影响	169
6.7 基础结构	170
6.8 设计例子	170
6.8.1 60层框架住宅建筑	171
6.8.2 40层双筒及核心筒办公楼建筑	176
6.8.2.1 双筒结构	176
6.8.2.2 核心筒结构	179
6.8.3 中等高度办公楼(15层墙-框架,15层空间框架,25层空间框架)	183

7 地震反应分析	187
7.1 抗震设计中的地震反应分析	187
7.2 结构模型	189
7.2.1 三维框架模型	189
7.2.2 二维框架模型	190
7.2.3 多质点模型	191
7.2.4 土-结构模型	192
7.3 杆件模型	192
7.3.1 梁的单分量模型	192
7.3.2 柱子的多轴弹簧模型	194
7.3.3 墙模型	196
7.4 单自由度体系的非线性反应	198
7.4.1 基于位移的设计方法	198
7.4.2 非线性反应与线性反应的相关性	200
7.5 数值分析	203
7.5.1 运动方程的数值分析	203
7.5.2 不平衡力的释放	203
8 新钢筋混凝土结构的施工	205
8.1 简介	205
8.2 足尺寸的施工试验	205
8.2.1 目的	205
8.2.2 施工试验梗概	206
8.2.3 混凝土配合比	207
8.2.4 钢筋施工	211
8.2.5 混凝土施工	212
8.2.5.1 新混凝土	212
8.2.5.2 柱子试件的施工	213
8.2.5.3 框架试件的施工	214
8.2.5.4 内部温度的测试	218
8.2.5.5 强度发展	219
8.2.5.6 框架试件的裂缝观测	220
8.2.6 结论	223
8.3 新钢筋混凝土的施工标准	223
8.3.1 一般条文	223
8.3.2 钢筋	224
8.3.3 模板	224
8.3.4 混凝土	224
8.3.4.1 简介	224

8.3.4.2	混凝土质量	225
8.3.4.3	材料	228
8.3.4.4	配合比	229
8.3.4.5	混凝土的制作	230
8.3.4.6	浇注和表面抹灰	230
8.3.4.7	养护	231
8.3.4.8	抗压强度的检测	231
9	可行性分析与建筑物实例	233
9.1	可行性研究	233
9.1.1	高层板柱建筑	233
9.1.1.1	带核心墙体的高层板柱住宅	233
9.1.1.2	带曲线墙体的高层板柱住宅	239
9.1.2	巨型结构	243
9.1.2.1	OP200 直线型	244
9.1.2.2	OP300 直线型	245
9.1.2.3	OP300 锥型	245
9.1.2.4	BR200 K 支撑型	245
9.1.2.5	BR200 D 支撑型	246
9.1.2.6	BR300 X 支撑型	247
9.1.2.7	结束语	248
9.1.3	热力发电站的箱形柱结构	249
9.2	建筑物实例	254

1 地震区钢筋混凝土高层建筑

青山博之

东京大学建筑系

日本东京都文京区本乡 7-3-1, 113—8656

E-mail: aoyama-al@ kozo. co. jp

1.1 钢筋混凝土高层建筑的演变

1.1.1 历史背景

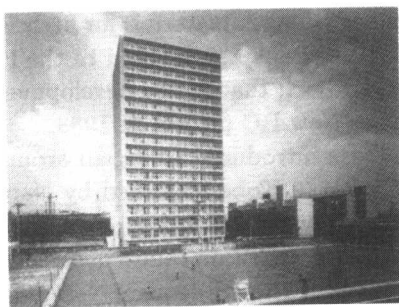
采用高强度混凝土和钢筋开发先进的钢筋混凝土建筑的全国性研究项目,通常被称为“新钢筋混凝土”项目,是 1988—1993 年间,在日本建设省的领导下计划和开展的,这一项目也是本书的基础。这一项目开展的背景是,自 1975 年以来,钢筋混凝土高层建筑的快速发展;需要在高层和其他先进结构形式中采用更高强度的材料,以进一步推进这一发展。本章将介绍“新钢筋混凝土”项目的背景,以及“新钢筋混凝土”项目开始之前高层建筑的发展状况。

钢筋混凝土作为建筑材料被引进到日本是在 1905 年左右。第一幢全钢筋混凝土建筑是神户的一个仓库,由日本东京大学教授、英国土木工程师协会会员白石直二(Naoji Shi-raishi)设计。这一建筑于 1906 年施工。随后,钢筋混凝土结构逐渐变得为众人接受,因为与易燃的木结构或易被震塌的砖结构相比,这种结构是能防火和抗震的。

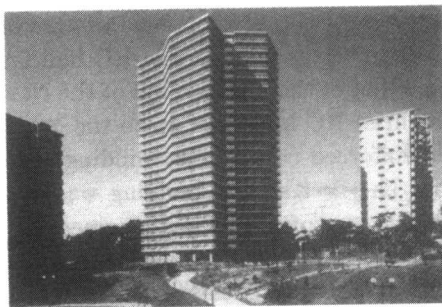
但是,这以后钢筋混凝土结构并没有得到有利的发展,尽管有“永久性”建筑的名声,东京的许多钢筋混凝土建筑在 1923 年的关东大地震中都遭受了严重破坏。钢筋混凝土在这次地震灾难中的表现普遍比外包混凝土或外包砖的钢结构逊色。这导致了钢与钢筋混凝土的组合结构即劲型混凝土结构(SRC)成为日本高层建筑的唯一结构形式。

另一方面,传统钢筋混凝土结构的高度局限在 20 m 之内。建筑规范中并没有直接地规定这一限制,但是在行政法令中被规定下来。任何建筑如果超过 7 层,就必须采用钢结构或劲型混凝土结构。这一行政法令一直使用到战后。1950 年,第二次世界大战后的第 5 年,新的“建筑基本法”生效,代替了旧的“城市建筑法”,但是,有关钢筋混凝土结构的情况基本没有变化。

大约在 1980 年,情况开始有了快速变化。钢筋混凝土结构开始被用于更高的建筑。这一新趋势包括 10~15 层的框架-剪力墙结构,以及 20 层及以上的高层框架结构的应用,两种结构均为住宅建筑。这两种应用更为重要的是后者,1974 年由鹿岛建设公司在东京完成了一幢 18 层的建筑,椎名町(Shiinamachi)公寓,随后,1980 年在东京又完成了一幢 25 层的高层建筑,太阳城 G-Blook 住宅建筑,如图 1.1 所示。必须提到的是,日本所有大的建筑公司内均有设计部,所以,这些建筑的结构设计也均由鹿岛建设公司承担。



(a) 椎名町(Shiinamachi)公寓



(b) Sun City G-Building
太阳城G-Blook住宅

图 1.1 钢筋混凝土高层建筑的早期例子

建筑基本法在 1950 年的第 1 版中,给出了 31 m 以内建筑的设计条文;在 1981 年,将范围扩展到 60 m。如果想建造更高的建筑,这一建筑的结构设计,尤其是抗震设计,则必须由日本建筑中心高层建筑技术评估委员会审查,然后由建设省再发放特许证明。对上述两幢鹿岛建设公司的高层钢筋混凝土建筑,这种审查尤其是具有挑战性的,因为对于设计者和评估委员会的审查者而言,都是第一次处理钢筋混凝土高层建筑抗震的问题。

在设计这些建筑之前,鹿岛建设公司在内部进行了大量的科研。包括在实验室对梁、柱、组合体等进行大型结构试验;开发非线性静力和动力地震反应分析程序;以及相应的施工技术。在大量的试验和分析数据的基础上,鹿岛建设公司获得了对他们的第一幢钢筋混凝土高层建筑的技术评估,从而获得了建设省的特许。随后,1983 年鹿岛建设又呈报了 25 层和 30 层的钢筋混凝土高层住宅建筑方案进行技术评估。其他大型建筑公司不允许鹿岛建设在钢筋混凝土结构方面一枝独秀,其中大成(Taisei)公司和 Konoike-gumi 公司也向建设省呈报了类似的方案。在 1983—1984 年间,各大公司争先恐后地向建设省呈报钢筋混凝土高层建筑方案,而不管工程方案能否实现,这种作法几乎在各大公司之间变成了残酷的竞争。

1.1.2 日本建筑中心的技术审查

钢筋混凝土高层建筑技术审查委员会于 1984 年成立,会长是东京大学教授青山博之博士。1986 年,筑波大学教授菌部安平(Yasuhisa Sonobe)继任。这一委员会的任务是控制各大建筑公司在钢筋混凝土结构方面的自发的、残酷的竞争。

在许多地震不是建筑物结构安全潜在危险的国家,高于 30 层的钢筋混凝土结构并不少见。日本的情况与这些国家的情况截然相反,不仅仅因为其具有高地震危险性,而且还因为

社会对防止地震破坏的设防要求较高。在这样的情况下,任何人在面对发展钢筋混凝土高层建筑时都必须很谨慎。采用钢结构或劲型混凝土高层建筑的经验是不够的,而且有必要解决钢筋混凝土高层建筑结构自身的新问题。

为此,在特殊建筑设计方案的技术评估过程中,上述各大建筑公司建立了与钢筋混凝土高层建筑设计 and 施工相关的新技术。这就意味着进行技术评估有两个目的。钢筋混凝土高层建筑的申请者——建筑公司的设计部门——除了提供待评估的建筑物的设计和分析之外,还必须通过提供试验数据、进行非线性静力和动力分析的计算机程序以及现场施工指针等,来证明其设计能力,除非这个建筑公司能像鹿岛建设那样,已经不是第一次建造钢筋混凝土高层建筑了。技术评估委员会必须既要检查有关一般性质的材料,又要检查那些仅适用于这一报建建筑相关的材料。一些公司想获得钢筋混凝土高层建筑的技术评估,仅仅是为了被记录在案。不管能否实现这一项目,他们向技术评估委员会呈报上证明具有能够设计钢筋混凝土高层建筑能力的材料。这一举动无疑给委员会增加了不合适的负担。

钢筋混凝土高层建筑技术审查委员会,如前所述,成立于1984年,是为了控制各建筑公司的竞争。它也帮助技术评估委员会从上述不公平的负担中解脱出来。1992年,技术评估委员会被重组为钢筋混凝土高层建筑技术指导委员会,会长是藁部安平博士。这一委员会从1994年至今,由东京大学教授小谷俊介担任会长。

技术审查委员会的工作和技术评估委员会的工作的不同之处在于:没有具体的工程项目被设计和建造。取而代之的是,申请者递交有关材料证明他们设计和建造钢筋混凝土高层建筑的能力。这些材料通常包括结构设计的细则;相应地设计一个假想的结构;以及强调质量控制的施工细则。通常这些材料还包括关于钢筋混凝土构件的结构试验报告,高强度钢筋混凝土的现场和实验室测试结果,以及施工各阶段的运行检测报告。审查的最重要的一个方面是结构足尺寸模型施工的运行检测,通常是1或2层,在两个方向1~2跨的框架。这样的运行测试对申请者来说几乎是强制性的,而且必须在委员会委员在场的情况下进行。施工运行测试必须十分有效地展示结构和施工工程师们考虑钢筋混凝土新特性的能力,比如,高强度钢筋混凝土的高粘滞性,高强度受力钢筋笼的预拼装,承包商对混凝土和模板的质量控制,对柱和楼板分别浇注混凝土,合理使用混凝土运输车、混凝土泵、振捣棒等。

1.1.3 钢筋混凝土高层建筑的增多和新钢筋混凝土项目

1985年以来,钢筋混凝土高层建筑的数量稳步上升。图1.2表示每年通过日本建筑中心技术评估的高层建筑的数量,以及分为钢、劲型混凝土和钢筋混凝土等3种结构类型的情况。从图中可以看出,这个数量波动很大,大致上与建筑行业的波动相对应,但是每年钢筋混凝土高层建筑的数量自1987年以来一直是增加的。可以推断,自1987年以来的增加归结于通过日本建筑中心技术审查的建筑公司的增加,同时得到经济繁荣的支持。在1990年经济繁荣的高峰后,混凝土结构,包括劲型钢筋混凝土和钢筋混凝土结构在高层建筑中的比例占得更大了。就最近10年的平均情况来看,钢、劲型钢筋混凝土和钢筋混凝土分别占总高层数量的75%、15%和15%。1997年底总高层的数量超过了200幢。

1987年,建设省建筑研究所提出了“新钢筋混凝土”项目,随之而来的高层建筑的繁荣发展是显而易见的。高层建筑快速发展归结于许多因素,比如大型结构试验,先进的结构分析技术以及施工技术的发展。但最重要和最有影响的因素是高达42 MPa的高强度混凝土