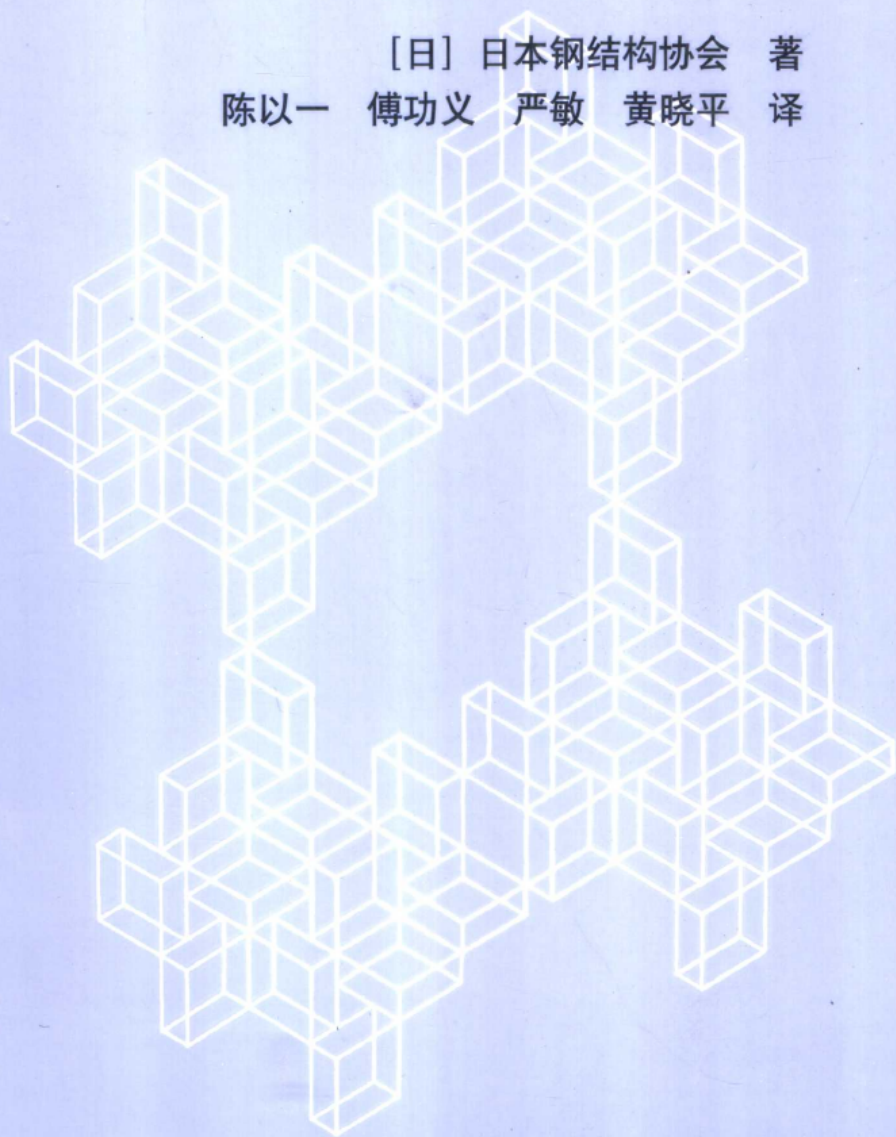


钢结构技术总览

[实例篇]

[日] 日本钢结构协会 著
陈以一 傅功义 严敏 黄晓平 译

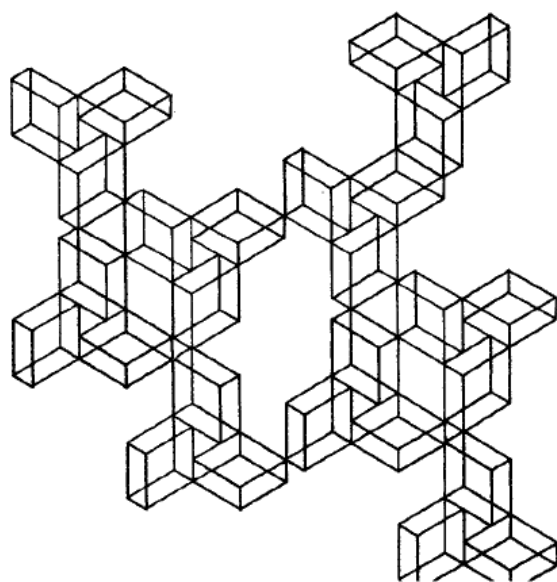


中国建筑工业出版社

钢结构技术总览

[实例篇]

〔日〕日本钢结构协会 著
陈以一 傅功义 严敏 黄晓平 译



中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字: 01-2001-0578 号

图书在版编目(CIP)数据

钢结构技术总览[实例篇]/[日]日本钢结构协会著.陈以一,傅功

义等译. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-05368-4

I. 钢… II. ①日…②陈…③傅… III. 钢结构—
技术 IV. TU391

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第097295号

鋼構造技術總覽[建築編]事例集

Copyright © 1998 by 日本鋼構造協会

Chinese translation rights arranged with Gihodo Shuppan
through Japan UNI Agency, Inc., Tokyo

本书由日本技报堂出版社授权翻译出版

责任编辑: 赵梦梅

责任设计: 郑秋菊

责任校对: 赵明霞

钢结构技术总览

[实例篇]

[日]日本钢结构协会 著

陈以一 傅功义 严敏 黄晓平 译

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京海通创为图文设计有限公司制作

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 24 $\frac{3}{4}$ 字数: 500 千字

2004年4月第一版 2004年4月第一次印刷

定价: 59.00 元

ISBN 7-112-05368-4

TU · 4706(10982)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《钢结构技术总览》是由日本钢结构协会组织、日本钢结构协会钢结构设计体系小委员会主任田中淳夫教授主编，东京大学、京都大学、国立横滨大学、千叶大学近10位教授，新日铁、日建设计、大林组、川崎重工等相关的钢铁、制作、设计、安装企业的10多位技术专家分别执笔。全书分两册，于1998年出版。前册题为“建筑篇”，后册题为“实例篇”。

“实例篇”共收录91件近年完成的钢结构建筑实例，分为高层建筑、大空间建筑、塔楼、开启式屋盖结构、特殊框架、组合结构、使用耐火钢的结构、使用高性能钢材的结构、不锈钢结构、振动控制结构、自动化施工等12大类。除文字介绍外，附有1000多幅结构布置图和节点构造详图。

两册图书反映了日本最近建筑钢结构技术发展的主要脉络，偏重实用技术。本书可供高校结构工程专业的教师、研究生、高年级本科生参考。对从事建筑和结构设计、钢结构制作、安装的技术人员、管理人员都有极大帮助。由于本书包含钢结构理论入门的基本阐述，对钢结构有兴趣的人们，即使没有受过系统的结构知识训练，也能读懂此书的大部分内容。

译者序

本书是《钢结构技术总览》的姊妹篇,分91个独立的短篇介绍了20世纪90年代的日本建筑钢结构(包括部分组合结构和混合结构)的实例。事实上每一个建筑单体都是结构、材料、设备、施工方法等多种技术的集成,将其分类是一件不容易的事。所以本书的原编集者在分章安排各短篇时,有的是按结构物的外在表现区分,如高层、大跨、塔式建筑(高耸结构),有的是按其特种技术分类,如开闭式屋盖结构、采用振动控制的结构、采用全自动施工技术的结构,还有的是按新型材料的类别区分,如使用耐火钢、高性能钢、不锈钢的建筑等。

大体说来,日本的建筑钢结构是处于领跑地位的。虽然近年日本的经济不景气使得其钢结构技术的实际应用受到制约,但已经成熟的一些钢结构技术仍然值得我国的结构技术工作者认真研讨和学习。举例来说,大跨度的开闭式结构,在日本已经有十多年的发展,这对处于场馆建设热潮中的我国来说,不少技术值得引进和消化;有些重要的结构细节,在本书的介绍中多少有涉及,可供结构工程师们参考。再比如对耐火钢的开发、对钢结构耐火性能的认识和利用,特别是在何种条件下可以使用裸露的或较薄防火涂料的钢结构等,日本的结构技术工作者做了细致的研究,并结合建筑物的功能、构件的使用部位等进行了具体的规定,而这些规定又通过技术文件的方式得到政府主管部门的认可,这方面的工作,颇值得我们借鉴。由于国情不同,有的技术在我国得到应用可能还需假以时日,例如全自动的钢结构楼房施工技术,但是知晓国外同行在这方面的进展,对我们也会带来有价值的启发。

中国的建筑钢结构在突飞猛进的发展,给了国内的工程师和研究者们许多实践的机会。如果本书的翻译,能为国内同行的工程实践多少提供一些帮助,译者们便觉劳有所获了。

本书[1]、[2]、[3]章由黄晓平、陈以一译,[4]、[5]、[7]章由陈以一译,[6]、[8]、[10]章由严敏译,[9]、[11]、[12]章由傅功义译。部分译文参考了陈以一主编的《世界建筑结构设计精品选—日本篇》的有关内容。译文的失当之处,恭听指正。

译者

2003年10月

原 序

日本钢结构协会1995年3月迎来其创建30周年,为纪念这一日子筹办了若干活动。本书的出版即是所计划的活动之一。1994年春天,成立了由七位委员组成的编辑委员会,本书的计划和内容的确定、执笔者的选择和委托、初成原稿的调整等工作渐次完成。其间由于发生了阪神—淡路大地震,编辑工作一度停止,使得预定的完稿时间大大推迟,但现在《钢结构技术总览》终于能够付梓了。

本书编写的基本方针有以下诸项:

- (1) 与钢结构建筑相关的技术作为收录对象。
- (2) 记述建筑钢结构基本技术,尽可能反映最新的技术。
- (3) 大量使用图表,使得技术表达更容易被理解。
- (4) 尽可能多的展示从各种不同技术观点考察的实例。

确定这样的编辑方针后,本书决定由两册组成,即以各种技术问题为对象的技术篇和收集了众多设计项目的实例篇。从完成的书稿看,虽然不能说完全达到预想的要求,但可认为基本实现了上述方针。

本书的构成方法,已经考虑到不必通读全书、而是根据需要选读对应的内容,就可以理解所关心的部分,也即是说本书是关于钢结构建筑技术的辞典性读物。因此书中的各个部分,都按上述基本方针并委托相关的权威执笔。编辑委员会将各执笔者提出的原稿加以阅读、对全书的风格予以调整,至于内容则全部由执笔者负责,避免加注繁琐的注解。因此,各部分所记述的内容,其深度、表现方法等虽仍能看出一些差别,但就全书而言,其风格统一是没有问题的。

我们期望与钢结构建筑有关的技术工作者们能从本书获益,不仅如此,也希望对从今开始深入掌握结构相关技术的年轻人和研究生院的学生们会有很大帮助。作为一本能方便地利用的参考书籍,如果诸多人士能加以应用,则编者幸甚。

最后,向虽然工作繁忙但仍挤出宝贵时间对本书编辑尽力工作的各位编辑委员、以及作为编辑委员会常设机构给本书以大力协助的日本钢结构协会服部三千彦先生,表示由衷的谢意。

编辑委员长 田中 淳夫

钢结构技术总览“实例篇”原执笔者

安 达 守 弘	鹿岛建设(株)设计・工程总事业本部
石 谷 充	(株)粹设计设计本部
矶 田 和 彦	清水建设(株)设计本部
板 垣 胜 善	(株)大林组本店建筑设计第 6 部
伊 藤 源 昭	前田建设工业(株)技术部
伊 藤 优	(株)日本设计结构设计群
鹤 饲 邦 夫	(株)日建设计大阪本社结构部
梅 田 干 夫	(株)日本设计结构设计群
浦 川 智 志	三菱重工业(株)铁构建设事业本部
榎 本 镒 雄	(株)莱蒙德设计事务所工程设计部
大 越 俊 男	(株)日本设计结构设计群
大 岛 基 义	(株)竹中工务店东京本店设计部
太 田 道 彦	(株)竹中工务店东京本店设计部
大 冢 胜 之	(株)大林组建筑生产本部工务部
大和田精一	(株)日建设计大阪本社结构部
冈本隆之祐	(株)山下设计结构设计事务所
奥 茵 敏 文	(株)结构规划研究所结构设计部
小田岛 敦	(株)竹中工务店东京本店设计部
五十殿侑弘	鹿岛建设(株)设计・工程总事业本部
加 瀬 善 弥	鹿岛建设(株)设计・工程总事业本部
加 藤 憲 和	(株)熊谷组建筑本部
川 口 卫	川口卫结构设计事务所
木 原 硕 美	(株)日建设计东京本社结构部
木 村 俊 彦	(株)木村俊彦结构设计事务所
久保田 勤	(株)藤田东京支店设计部
黑 田 英 二	住友建设(株)建筑本部
计良光一郎	(社)钢材俱乐部
越 田 和 憲	清水建设(株)建筑本部技术部
児 岛 一 雄	鹿岛建设(株)A/E 总事业本部
小 寺 正 孝	大成建设(株)设计推进部
今 野 知 则	(株)日总研
坂 井 吉 彦	(株)松田平田结构设计部
榊 间 隆 之	清水建设(株)设计本部
佐 桥 睦 雄	(株)竹中工务店名古屋支店设计部
皿 海 康 行	清水建设(株)电力・能源本部
清 水 敬 三	(株)大林组设计第 12 部
杉 林 秀 夫	(株)竹中工务店东京本店设计部
杉 本 裕 志	清水建设(株)设计本部

铃木孝夫	ORS 事务所
高桥正明	清水建设(株)设计本部
田中耕太郎	(株)大林组设计第6部
田边 惠一	(社)不锈钢结构建筑协会
长 惠祥	(株)大林组建筑生产本部
辻井 刚	大成建设(株)设计本部
津田佳昭	(株)间组建筑本部
筒井 勋	(株)竹中工务店大阪本店生产本部
陶器浩一	(株)日建设计大阪本社结构部
富田幸助	(株)间组建筑本部
内藤龙夫	鹿岛建设(株)建筑技术本部
中井政义	(株)竹中工务店东京本店设计部
长田升次	三菱地所(株)第一建筑部
中本浩二	(株)日本设计结构设计群
西田 致	前田建设工业(株)技术本部
西山正直	(株)竹中工务店名古屋支店技术部
长谷川茂	(株)藤田营业本部
畠山一宏	清水建设(株)关东支店设计部
林 诚	(株)竹中工务店大阪本店技术部
原 克巳	(株)日建设计大阪本社结构部
播 繁	鹿岛建设(株)设计・工程总事业本部
深沢义和	三菱地所(株)第二建筑部
福田昌幸	(株)结构规划研究所结构设计部
福本早苗	(株)大林组本店建筑设计部
福山国夫	(株)竹中工务店大阪本店设计部
堀 富博	清水建设(株)设计本部
前田纯一郎	清水建设(株)机械本部
增子友介	(株)粹设计设计本部
松本敏夫	大成建设(株)技术本部
村上勇治	清水建设(株)设计本部
村瀬忠之	清水建设(株)广岛支店设计部
森冈 洋	清水建设(株)东京支店设计部
山崎 亨	川口卫结构设计事务所
山田作男	(株)熊谷组设计本部
山田周平	三菱地所(株)技术开发室
山田俊一	鹿岛建设(株)抗震结构研究部
渡边邦夫	(株)结构设计集团
渡边左千男	(株)日本设计
渡边诚一	(株)伊藤建筑设计事务所

[按假名顺序排列]

目 录

[1] 高层建筑 1

- 1 日本电气总公司大楼 3
- 2 大阪东京海上保险公司大厦 7
- 3 世纪大厦 11
- 4 东京都新都厅 15
- 5 幕张东京海上保险公司大厦 19
- 6 P&G 日本总公司技术中心大厦 23
- 7 梅田摩天大厦 27
- 8 横滨陆地标志大楼 31
- 9 日本长期信用银行总行大楼 35
- 10 新宿公园大厦 45
- 11 奇爱思大厦 49
- 12 海洋宾馆 53
- 13 浜松 ACT 塔楼 57
- 14 大阪世界贸易中心 61
- 15 DN 大厦 65
- 16 电信中心大楼 69
- 17 临空 GATE 塔楼 73
- 18 JR 中心双塔大楼 79

[2] 大空间建筑 83

- 1 大阪城会堂 85
- 2 多摩动物公园昆虫生态园 89
- 3 东京体育馆(巨蛋形穹顶) 93
- 4 日航成田机场 A 机库 99
- 5 日本会展中心幕张展场 103
- 6 前桥 GREEN 会馆 107
- 7 两国国技馆 113
- 8 晴海 21 世纪展览馆 117
- 9 全日空关西国际空港一号机库 121
- 10 东京国际广场玻璃楼 125
- 11 名古屋体育馆 133

[3] 塔式建筑 137

- 1 福冈高塔 139
- 2 水户艺术馆展望塔 145
- 3 大连电视塔 149
- 4 森林之家展望塔 153
- 5 球状展望塔 157
- 6 双拱架 138 展望塔 161
- 7 千叶港高塔 165

[4] 开闭式屋盖建筑 171

- 1 有明网球观赛场开闭式屋盖 173
- 2 福冈穹顶 177
- 3 海之神穹顶 181
- 4 秋田故乡之村穹顶剧场 185
- 5 小松体育馆 191

[5] 采用特殊结构的建筑 195

- 1 日本 SYSTEM WARE 办公楼 197
- 2 K2 大厦 201
- 3 高知县立坂本龙马纪念馆 205
- 4 松下电器产业信息通信系统中心 209
- 5 兼松大厦 213
- 6 东京都江戸东京博物馆 217
- 7 东京辰巳国际游泳馆 221
- 8 不二窗玻璃幕墙试验中心 225

[6] 采用混合结构的建筑 229

- 1 仓纺公司大楼 231
- 2 米子新街天满屋 235
- 3 大成建设大阪支店大楼 239
- 4 沙比亚饭能购物中心 243
- 5 六本木第一大楼 247
- 6 横浜新时代大楼 251
- 7 狮座广场川口规划 A 栋 255

[7] 使用耐火钢的建筑 259

- 1 SOGO 停车场 263
- 2 日本长期信用银行总行大楼 265
- 3 JR 大井町车站大楼 267
- 4 大林综合大厦 269
- 5 长谷川力大楼 271

[8] 使用高性能 590N/mm² 钢材的建筑 273

- 1 奇爱思大厦 275
- 2 横浜 Queens 广场 B 塔楼 277
- 3 JR 东日本本部办公楼 279
- 4 代代木三丁目共同大厦学园楼 1 281
- 5 武藏浦和站第 2 街区再开发事业 A 栋楼 283

[9] 不锈钢建筑 285

- 1 日新制钢加工技术研究所 (裙房) 289
- 2 住友金属工业小仓制铁所正门卫室 291
- 3 加贺美山法善护国寺不动明王殿 293
- 4 八幡屋室内游泳馆及活动地板装置 295
- 5 明石站前广场巴士站棚 299
- 6 东京国际展览馆美狄亚塔 301
- 7 大同特殊钢知多工厂标志塔 303

[10] 制振结构 305

- 1 SONIC 城办公楼 307
- 2 阪急茶城町大厦 311
- 3 安东锦町大厦 315
- 4 静岡传媒楼 319
- 5 青叶大道广场 323
- 6 神户时尚广场 327
- 7 日生冈山下石井大楼 331

[11] 使用特殊施工法的建筑 335

- 1 东京国际空港西侧机库 337
- 2 福井太阳穹顶 341

3	东京国际展览馆展示大厅	345
4	东京国际展览馆会议塔楼	349
5	浪花穹顶(门真体育中心)	353
6	小田急相模大野车站大楼	357

[12] 使用全自动楼宇建造系统的建筑 361

1	十六银行名古屋大厦	363
2	世界文化社本社大厦	367
3	三菱重工横滨大厦	371
4	河畔墨田单身宿舍	375
5	同和火灾名古屋大厦	379

[1] 高层建筑

1 日本电气总公司大楼

[建筑物概况]

所在地: 东京都港区芝 5-7-15

业 主: 日本电气(株)

建筑设计: 日建设计

结构设计: 日建设计

施 工: 鹿岛建设、大林组联合体

楼层总面积: 145 272.00m²

层 数: 地下4层, 地上43层, 塔顶1层

用 途: 办公楼

高 度: 180m

钢结构加工: 石川岛播磨重工业、片山Stru Tech、
川岸工业、川崎重工业、驹井铁工、
日本车辆制造、横河桥梁

竣工年月: 1990年1月

[结构概况]

结构类别:

基 础:	高层下方	钢筋混凝土筏式基础
	停车场	钢筋混凝土独立基础 现场灌注混凝土桩
结 构:	高层上部	钢结构巨型框架
	高层地下	钢筋混凝土
	停车场	钢筋混凝土

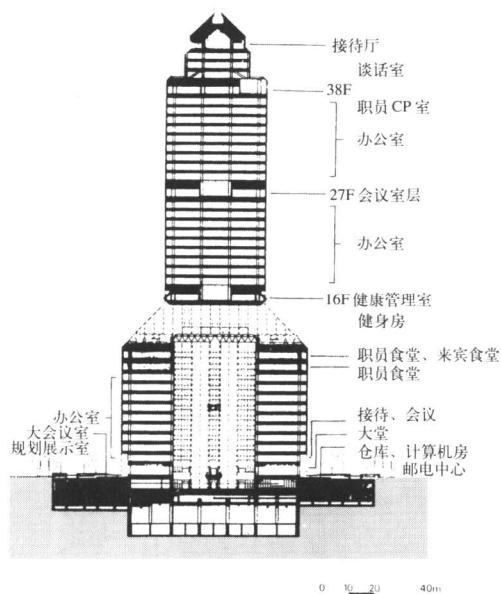


图 1-1-2 剖面图



图 1-1-1 建筑外观

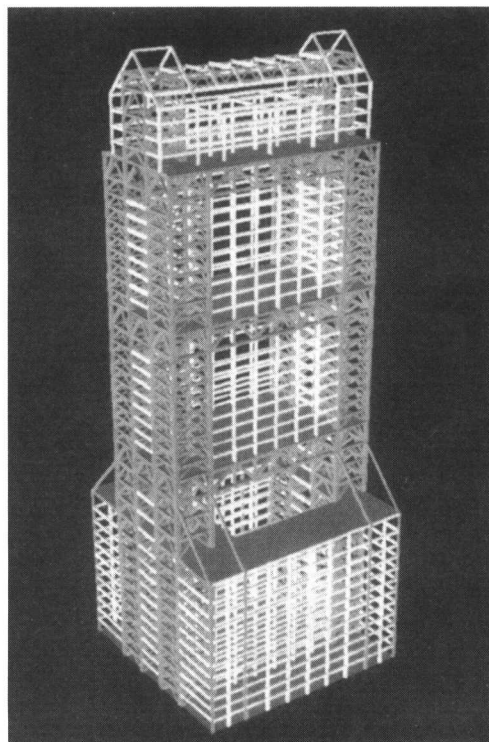


图 1-1-3 框架透视图

1. 前言

日本电气总公司大楼和平时常见的盒子型大楼不同,设计为向上分3段变细的特异形状,主体轮廓即使在远处也很醒目。由于这种向上大幅内缩的形体和中间所设通风孔穴相结合,达到了将大楼局域风对周边地区的影响减为最小限度的目的。

为了缓和大楼风一般采用以下方法:

① 将大楼的低层部扩展变宽,遮住吹到高层部后向下的风,使得步行者高度范围内免除局域风影响。

② 将大楼边角部的角去掉,缩小大楼角隅的强风区域。

③ 用防风网、栽植高树来使得步行者高度范围内免除局域风影响。

④ 在大楼的墙面上开孔作为风的通道,缓和大楼侧面的强风。

为了将这些已知方法在大楼中实际应用,对8种形状模型进行了风洞预备实验(图1-1-4)。其结果,风影响最小的是圆柱型大楼(模型H),影响最大的是常见的盒子型大楼(模型A),另外,在建筑物上设风穴的话,周边的风速增加区域就减少。通过实验确认风穴越集中,效果越明显。根据预备实验结果,最终决定以效果较好的E和F形体为基础,采用类似航天飞机的外形。除采用这种利于环境保护的形体之外,建筑物的周围密集栽植8m左右的高大树木,保持了该区域建设前的风环境。

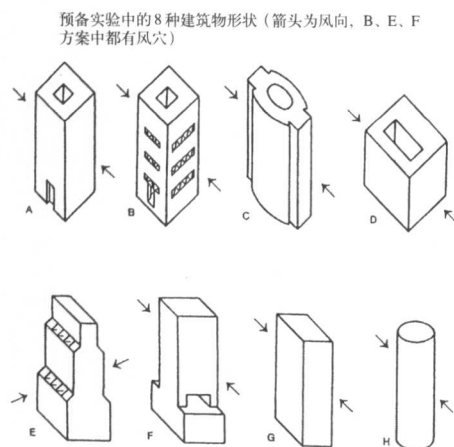


图 1-1-4 预备风洞实验模型

2. 结构方案概要

(1) 高层框架

对于形体分为3段向内缩进,上窄下宽、低层部顶面设有宽44m×高16m风穴的超高层大楼,结构方案的目标是找出能够有效的处理竖向荷载和水平荷载的框架结构。

在研究结构的合理性和钢材的用量等因素后采用了巨型框架。巨型框架是指用通常的柱和梁加上支撑构件形成组合立柱(巨型柱)、组合梁(巨型梁),然后组成更加大型的框架结构。在这幢大楼中每隔11层集中使用桥梁桁架一样的钢结构将大楼两边的组合立柱组成一体,成为能支撑建筑物自重和地震力等的一体化结构。

X方向的框架为4榀(沿I、J、K、L轴)目字型框架,16层以上每隔10层的办公室楼层面板的竖向荷载由桁架梁承受后向核心部分的组合立柱传递,在起支承作用的同时,能够承担地震时的水平力和保持很高的刚度。

Y方向的巨型框架为东西核心部分配置的4榀(沿4、6、12、14轴)框架。在宽度较狭窄的目字型框架上,13~15层处加上了倾角为45°的腰桁架。

组合立柱的间距在X方向为11.2m,在Y方向为10.8m,由支撑件构成腹板。

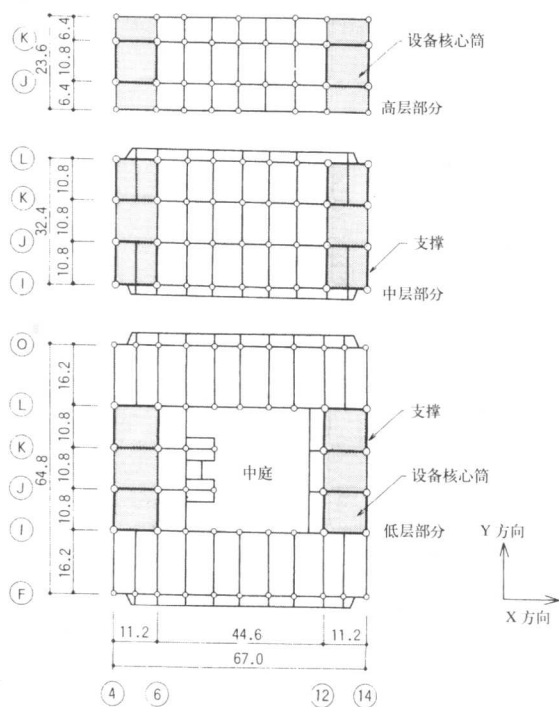


图 1-1-5 标准层结构平面图

为使组合柱整体弯曲时支撑件的受力不受柱子轴向力变化的影响而只负担剪力,采用K型支撑。因为一部分组合立柱的中间为各层出入口,在层高较低的楼层采用了偏心K型支撑。在巨型框架中纵横各4榀框架面的交点处集中配置的16根单柱成为负担建筑物的中高层总重量的大型构件,也是当时日本建筑上未见先例的采用100mm极厚钢板的焊接结构。

桁架梁是由上下弦杆和腹杆构成高6.5m的构件,在X方向框架中每隔7.2m插入辅助框架柱作为约束构件。

巨型框架之间所插入的构件以及周边的框架都称为辅助框架,其骨架均为纯框架结构。

中高层部的辅助框架柱主要是将各层楼面重量传递至桁架梁,为了明确竖向荷载的传递路线,制定了26层及37层的柱(辅助框架柱)在楼层面板混凝土浇注结束后设置的施工计划。

(2) 高层栋的地下结构

为了使地上钢结构部分和钢筋混凝土基础间的应力平滑传递,高层的地下采用型钢钢筋混凝土(SRC)结构,特别是设置在地下1至2层横跨的SRC桁架梁,成为巨型框架的基础梁。

(3) 基础结构

高层底下为筏式基础,计划中以GL-24m深处的地基作为支承地基。高层基础底面的平均压力为 $380\text{kN}/\text{m}^2$,而核心筒部位底下由于巨型框架的特性,载荷集中,最大压力为 $720\text{kN}/\text{m}^2$ 。

停车场的基础深度较浅,现场灌注混凝土桩,GL-22m附近的东京砾石层及以下的土层作为支承地基。

3. 构件设计

(1) 巨型框架

巨型框架中采用的钢构件的外包尺寸,组合立柱中的单柱为 $1000\text{mm} \times 1000\text{mm}$,组合立柱中的支撑构件为 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$,桁架梁的弦杆构件和腹杆构件为 $1000\text{mm} \times (900 \sim 600)\text{mm}$ 的SM50级大型焊接H形截面工字钢。这些构件即使在地震等级为2时($60\text{cm}/\text{s}$),应力也不会达到其设计强度。

因为是大型构件,构件的长细比必然减小,组合立柱中的单柱为20左右,桁架梁的弦杆和腹杆构件为15左右,都在不会产生弹性失稳的范围之内。在强度方面,支撑、腹杆的安全系数比组合立柱、桁架梁的弦杆的安全系数要大,万一支撑、腹杆向失稳模态转换,也不会产生滑移式大变形。

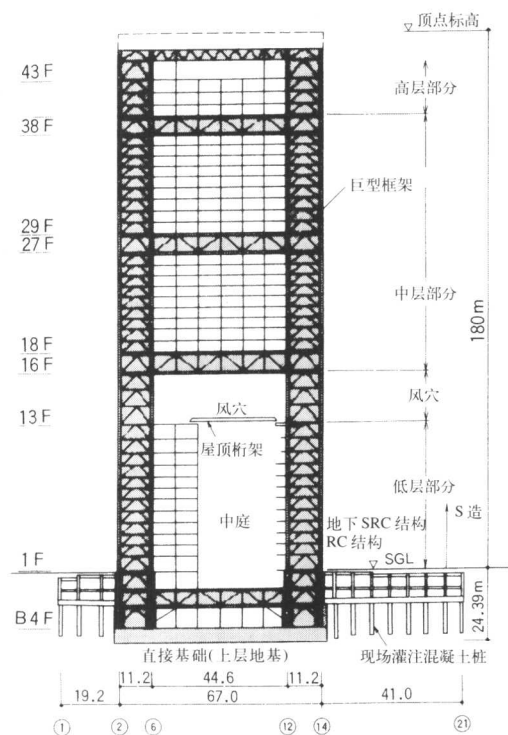


图 1-1-6 X方向框架剖面图

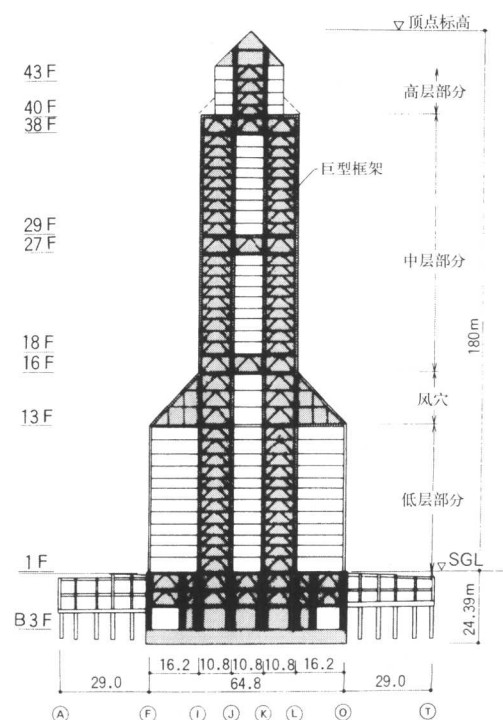


图 1-1-7 Y方向框架剖面图