

建筑抗震·

设备抗震问答

[日] 建筑抗震研究会 编

陶新中 译

董新生 校



中国建筑工业出版社

建筑抗震· 设备抗震问答

[日] 建筑抗震研究会 编
陶新中 译
董新生 校



中国建筑工业出版社

著作权合同登记图字：01-2008-4307号

图书在版编目(CIP)数据

建筑抗震·设备抗震问答/(日)建筑抗震研究会编;陶新中译. —北京:中国建筑工业出版社,2009
ISBN 978-7-112-10797-1

I.建… II.①建…②陶… III.①建筑结构-抗震设计-问答②房屋建筑设备-建筑安装工程-抗震设计-问答 IV.TU352.104-44 TU894-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第031506号

Original Japanese edition

Kangaekata-Susumekata Kenchiku Taishin-Setsubitaishin

by Norio Andou, Masanori Iwaki, Toshiaki Kiuchi, Hiroshi Koyama, Toshiyuki Suzuki Masao Seya, Masahiro Hirayama, Sakio Horio, Kunio Mizukami

Copyright © 2007 by Norio Andou, Masanori Iwaki, Toshiaki Kiuchi, Hiroshi Koyama, Toshiyuki Suzuki Masao Seya, Masahiro Hirayama, Sakio Horio. Kunio Mizukami Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese Language edition published by China Architecture & Building Press

Copyright © 2009

All rights reserved.

本书由日本欧姆社授权翻译出版

责任编辑:白玉美 刘文昕

责任设计:郑秋菊

责任校对:李志立 陈晶晶

建筑抗震·设备抗震问答

[日]建筑抗震研究会 编

陶新中 译

董新生 校

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京嘉泰利德公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本:880×1230毫米 1/32 印张:7 $\frac{1}{8}$ 字数:230千字

2009年7月第一版 2009年7月第一次印刷

定价:26.00元

ISBN 978-7-112-10797-1

(18030)

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)

编委 · 执笔者

主 编 安藤 纪雄 (N.A 顾问 · 抗震综合安全机构理事)

主 审 木内 俊明 (国土馆大学名誉教授 · 抗震综合安全机构副会长)

副主审 安藤 纪雄 (N.A 顾问 · 抗震综合安全机构理事)

副主审 水上 邦夫 (N·Y·K · 抗震综合安全机构会员)

插 图 濑谷 昌男 (M·S 美术事务所 · 抗震综合安全机构会员)

执笔者

写在出版之际 木内 俊明 (国土馆大学名誉教授 · 抗震综合安全机构副会长)

第 1 章 水上 邦夫 (N·Y·K 株式会社 · 抗震综合安全机构会员)

第 2 章 水上 邦夫 (N·Y·K 株式会社 · 抗震综合安全机构会员)

第 3 章 小山 博司 (东京土壤调查株式会社 · 抗震综合安全机构会员)

第 4 章 濑谷 昌男 (M·S 美术事务所 · 抗震综合安全机构会员)

第 5 章 平山 昌宏 (芝浦工业大学 · 抗震综合安全机构会员)

第 6 章 安藤 纪雄 (N.A 顾问 · 抗震综合安全机构理事)

第 7 章 堀尾佐喜夫 (川崎设备工业株式会社 · 抗震综合安全机构会员)

第 8 章 铃木 俊之 (东光电气设备工程株式会社)

第 9 章 岩城 正规 (三菱电机楼宇技术服务株式会社)

第 10 章 安藤 纪雄 (N.A 顾问 · 抗震综合安全机构理事)

写在出版之际

随着 20 世纪 60 年代日本经济的高速增长,以“东京奥林匹克运动会”的举办为契机,日本迎来了以东京等地为中心的高层建筑设计高峰与超高层建筑建设高峰的繁荣时期,与此同时,城市本身也呈现出空间过于密集的现象。这一期间日本发生了几次不同类型大地震,经过不断的反省,抗震标准的制定从“旧抗震标准”、“新抗震标准”到“最新抗震标准”不断得到补充完善,抗震效能逐渐提高。

案例之一就是 1995 年 1 月 17 日发生的以神户市为中心的“兵库县南部地震(阪神·淡路大地震, M7.3)”。那次“城市直下型”的大地震至今仍令人谈虎色变。该次地震造成罹难者 6433 人(其中死于火灾的 559 人)、倒塌房屋 105000 间、烧毁房屋 7000 间。灾害的罪魁祸首就是地震破坏引起的次生灾害——城市型“混合火灾”。“最新抗震标准”正是以此为鉴出台的。

总之,所谓大地震就是类似于 1923 年 9 月 1 日发生的“关东大地震(M7.9)”,造成罹难者及失踪者 105000 人、倒塌房屋 128000 余间、烧毁房屋 447000 间、海啸冲毁房屋 868 间的前所未有的巨大灾害。那次地震造成的创伤至今尚未愈合,于是就有了每年 9 月 1 日的“防灾日”。我们推测,如果相当于“关东大地震等级”的大地震再次袭击现在的建筑高层化的大城市,也许将会造成不同于关东大地震时的巨大灾害。

东京大学的名誉教授冈田恒男将 1995 年“兵库县南部地震”中建筑的受损情况概括为以下 3 类:

- ① 1981 年(制定“新抗震标准”)后建设的建筑物与之前建设的建筑物相比,地震中遭受破坏的非常少。
- ② 应将已建建筑物的“抗震性能”提高到新建建筑物的水平。
- ③ 如果在地震发生前就进行抗震诊断及抗震加固修复,“地震灾害”就会降至最低。

最后,得出了“加强抗震诊断是不可缺少的一环”这一结论。

本书正是基于这一背景,以从事建筑设计(建筑非结构构件)、建筑结构

以及建筑设备的设计、施工及维修管理等工作的相关人士，物业管理者及居住者对象，采用Q&A（问答）的形式整理而成，是一本通俗易懂的普及读本。

本书主要是以中高层以上的办公楼、公寓楼，以及此类“已建建筑物”为对象编写的。另外，当发生“地震烈度6度强”的地震时，虽然震后建筑、设备的功能很难得到保障，但确保人员安全与防止次生灾害的发生也是本书编写的目的之一。

此外，为能帮助读者理解、掌握那些高深的“专业技术名词”，我们在本书的“目录”中增加了“名词解释”，并对其进行了通俗易懂的说明。若本书能在已建建筑物及建筑设备等采取的“抗震对策”方面对各位读者们有所帮助，将感到不胜荣幸。

木内俊明

2007年2月

目 录

第 1 章 关于地震问题的 Q&A

Q1 为什么会发生地震?	2
Q2 什么叫震源?	4
Q3 地震都包括哪些类型?	5
Q4 什么是地震预测中的“重点观测地区”与 “特定观测地区”?	6
Q5 什么是活动断层?	8
Q6 什么是震级 (M)?	9
Q7 何谓地震烈度?	10
Q8 什么是伽 (加速度)?	12
Q9 什么是砂土液化现象?	14
Q10 发生在日本的大地震都给我们带来了哪些教训?	16
Q11 发生在世界其他国家的地震都给我们带来了哪些教训?	17
Q12 “长周期地震”与“短周期地震”都有哪些不同?	18

第 2 章 关于建筑抗震诊断的 Q&A

Q1 什么是建筑物的抗震诊断?	22
Q2 “建筑抗震诊断”都包括哪些具体的实施方法?	24
Q3 建筑结构的“抗震诊断”都包括哪些要点?	26
Q4 怎样才能灵活地运用抗震诊断的“诊断次数 (等级)?	28
Q5 都有哪些抗震诊断的计算软件? 怎样对计算结果 进行验核?	30
Q6 《抗震修复促进法》与《抗震修复促进法 (修订)》 是什么样的法律?	32

Q7	抗震诊断及抗震修复的辅助制度都包括哪些内容?	33
Q8	日本都有哪些官方的抗震认定机构?	34
Q9	是否有简单易行的抗震性能判断标准?	35

第 3 章 关于建筑结构的 Q&A

Q1	日本建筑物抗震标准是如何变迁的?	38
Q2	建筑的抗震设计都包括哪些内容?	40
Q3	都有哪些针对抗震设计的建筑物结构?	42
Q4	剪切破坏与弯曲破坏都有哪些不同?	44
Q5	抗震墙(剪力墙)都具有哪些作用?	46
Q6	地震引起的晃动是否因建筑结构的不同而有所差异?	48
Q7	地震时地面运动对建筑物产生的振动是否与地基有关?	50
Q8	构造缝都有哪些作用?	52
Q9	出现裂缝抗震性能还能得到保证吗?	54
Q10	按“新抗震设计法”建造的建筑物真的安全而且 不会有担心吗?	56
Q11	应如何开展抗震加固修复?	58
Q12	抗震加固修复的着眼点都包括哪些内容?	60
Q13	都有哪些加固修复的施工方法?	62
Q14	能否对大地震时建筑物的破坏状况进行预测?	64

第 4 章 关于建筑装修等的 Q&A

Q1	建筑装修等“抗震诊断”方面的着眼点是什么?	68
Q2	对于出入口门的抗震性与顶棚部分应采取哪些措施?	70
Q3	内墙装修材料与地震灾害都具有什么样的关系?	73
Q4	地面装修材料与地震灾害都具有什么样的关系?	75
Q5	大地震时防止书柜及书架倾倒的措施有哪些?	77
Q6	应对大地震时电视机被甩出、钢琴滑动采取 哪些行之有效的措施?	79

Q7 厨房与玻璃的“抗震对策”中都有哪些行之有效的方法?	81
------------------------------------	----

第 5 章 关于设备共同事项的 Q&A

Q1 建筑设备抗震有哪些基本内容?	84
Q2 确保建筑设备功能的着眼点和问题点是什么?	86
Q3 什么是建筑设备抗震的基本元件——固定铁件的必要强度?	90
Q4 超高层集合住宅中都存在哪些抗震问题?	93
Q5 隔震结构的超高层集合住宅在建筑设备的抗震方面都有 哪些注意事项?	97
Q6 为确保建筑设备的功能,设计上应采取哪些对应措施?	99
Q7 位移吸收管接头与挠性管接头有什么不同?	103

第 6 章 关于空调换气设备的 Q&A

Q1 对空调换气设备进行“抗震诊断”的着眼点都包括 哪些内容?	106
Q2 地震对空调换气设备会造成哪些破坏?	108
Q3 “配管抗震措施”中都包括哪些基本的内容?	110
Q4 为什么说滚轧螺纹连接配管的抗震性非常强?	113
Q5 应对设置在屋顶层的冷却塔采取哪些抗震措施?	115
Q6 热泵型空调机组的“室外机”都应采取哪些抗震措施?	117
Q7 怎样才能防止“送风机”倾倒、坠落和 “顶棚送风口”坠落?	119
Q8 在对配管进行抗震支撑时都有哪些注意事项?	121
Q9 在对风道进行抗震支撑时都有哪些注意事项?	123
Q10 在对空调设备等进行安装时,在抗震方面 都应注意哪些内容?	125

第7章 关于给排水卫生设备的 Q&A

- Q1 对给排水卫生设备进行“抗震诊断”的着眼点
都包括哪些内容? 128
- Q2 地震会给给排水卫生设备带来哪些破坏? 130
- Q3 地震都会给“消防设备”带来哪些破坏? 132
- Q4 如何才能确保大地震等非常时期的最低限度的饮用水? 134
- Q5 地震发生时“井水”都会出现哪些变化? 136
- Q6 地震时应应对燃气设备采取哪些措施? 138
- Q7 水槽中的“1.0G型”、“1.5G型”等都表示什么意思? 141
- Q8 大型水槽中的“液面晃动现象”到底是怎么回事? 143
- Q9 对于埋设部位中的“采取抗震措施的配管施工方法”
都有哪些注意事项? 145
- Q10 给排水设备中要求符合“抗震规范”的机器设备是什么? 147

第8章 关于电气设备的 Q&A

- Q1 对电气设备进行“抗震诊断”的着眼点
都包括哪些内容? 150
- Q2 更新时应如何对送变电设备进行抗震加固
(抗震修复)? 153
- Q3 在抗震方面应对变压器与配电线的连接部分
做哪些考虑? 155
- Q4 电气配线的抗震支撑应如何进行? 157
- Q5 对干线电缆架进行抗震施工时都有哪些注意事项? 159
- Q6 在地震发生时“备用发电机”都会出现哪些故障? 161
- Q7 自备发电设备抗震设计的指导方针着眼点
都包括哪些内容? 163
- Q8 地震发生时“供电的恢复”及“通信、
网络的恢复”会是什么样的? 165

Q9 防止照明器具坠落的措施都包括哪些内容?	167
------------------------------	-----

第 9 章 关于升降机设备的 Q&A

Q1 对升降机设备进行“抗震诊断”的着眼点 包括哪些内容?	172
Q2 乘坐电梯时发生地震应当怎么办?	174
Q3 电梯以及自动扶梯的抗震对策包括哪些内容?	176
Q4 电梯以及自动扶梯的具体的抗震对策都包括哪些内容?	178
Q5 电梯的地震时运行控制装置到底是怎样的一种装置?	180
Q6 已装电梯都有哪些具体的抗震对策?	184

第 10 章 关于地震防范工作的 Q&A

Q1 平时都应为大地震做些什么样的防范工作(预案)?	190
Q2 公寓中的地震防范工作组织——“公寓管理委员会” 都有哪些任务?	192
Q3 公寓的“损害险”与“地震险”包括哪些内容?	194
Q4 都有哪些针对高层公寓的“防火对策”?	196
Q5 地震引起的“街区火灾”存在哪些问题?	198

附录——相关资料

资料 1——电气设备的抗震诊断标准要点(摘要)	201
资料 2——空调及换气设备的抗震诊断标准要点(摘要)	204
资料 3——给排水设备的抗震诊断标准要点(摘要)	206
资料 4——防灾设备的抗震诊断标准要点(摘要)	208

引用·参考文献	211
---------------	-----

名词解释目录

- 津波 (TSUNAMI, 地震海啸) 3
- 主震与余震 4
- 地震时的墓地飞石现象 13
- 凯恩 (Kine) 13
- 超高层建筑 18
- 固有周期 19
- 特定建筑物 (《建筑基本法》概要) 22
- 超声波探伤检查 27
- 混凝土诊断师 27
- 损伤界限与安全界限 41
- 层间位移与层间位移角 45
- 架空层 47
- 双重顶棚 (吊顶棚) 和露明顶棚 69
- 夹丝 (网) 玻璃 69
- 系统型顶棚 71
- AIC 饰板 (autoclaved lightweight concrete)

73

- 灰浆 74
- 脚轮 80
- 动态分析 90
- 楼面反应 91
- 抗震安全等级 102
- 位移吸收挠性管接头 109
- 隔振装置 129
- 建筑物确认申请 129
- 紧急断流阀 135
- 宏观异常现象 137
- LPG 140
- 设计用标准烈度 141
- 浮起现象 145
- 地震波 (P波与S波) 182
- 电梯的安全对策 186

第1章

关于地震问题的 Q&A



为什么会发生地震?

A nswer

地震是由地球岩石圈板块运动，即地球内部的变动引起的地壳运动造成的。地壳表面覆盖着十几块厚度数十千米至数百千米的板块（岩层），它们形成地表的陆地及海底。正如图 1.1 及图 1.2 中所示，板块自海底上升，一年之内以数厘米的速度运动着。下潜海沟的板块受到其他板块的强烈挤压使地壳产生形变，当板块的边界部分及板块内部的活动断层承受不住这种集中应力时，就会以释放积累应变能的形式使得板块边界错动、破坏而发生地震。伴随岩层的破坏能量释放就叫做地震。地震包括因海底板块错动伴有海啸发生（参见“名词解释”）的地震，以及因板块运动在块体边缘某些构造部位上发生应力集中和应变积累，内陆部分活动断层超过强度限值时所发生的地震。

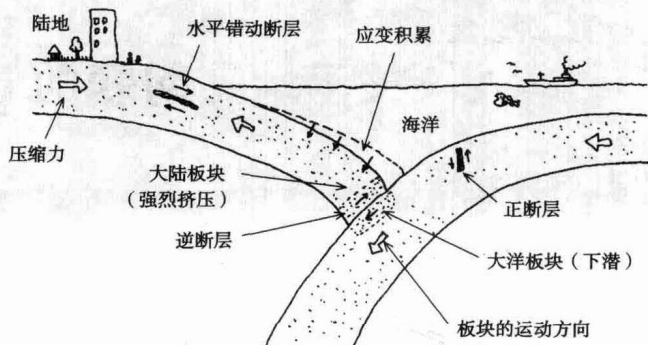


图 1.1 断层的错动现象

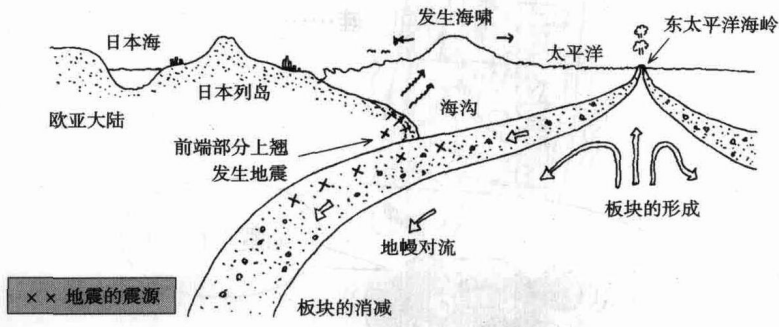


图 1.2 板块的运动

【名词解释】 津波（TSUNAMI，地震海啸）

海洋中由海底地震（板块运动）和火山爆发造成的山体崩塌、海底滑坡，以及陨石落入海底等非气象原因所激起的涌向海岸线的破坏性巨浪，亦称地震海啸。日本人称海啸为“津波（日文汉字）”（意思是涌向湾内和海港的破坏性大浪），现在日文汉字“津波”的日文发音“TSUNAMI”一词已作为国际性的正式用语得到认可，在日本也曾多次发生过伴有海啸灾害发生的地震。

2004 年 12 月 26 日在印度尼西亚苏门答腊岛附近海域发生的“苏门答腊海底大地震”震惊世界。在“苏门答腊海底大地震”中受灾严重的苏门答腊岛北部及安达曼·尼科巴群岛等地虽然遭受海啸灾害已过两年之久（2006 年 12 月），但其经济、社会建设仍未完全恢复到地震前的水平。

正如图 1.3 所示，日本列岛由四个岛屿板块组成，它既是在地球上独一无二的地区，也是地震的多发地区。日本列岛位于内陆侧亚欧大陆板块的东端，与海洋侧太平洋板块及菲律宾海板块两个板块相碰，大洋板块下潜在大陆板块的下面。由于板块的运动而频频发生地震。

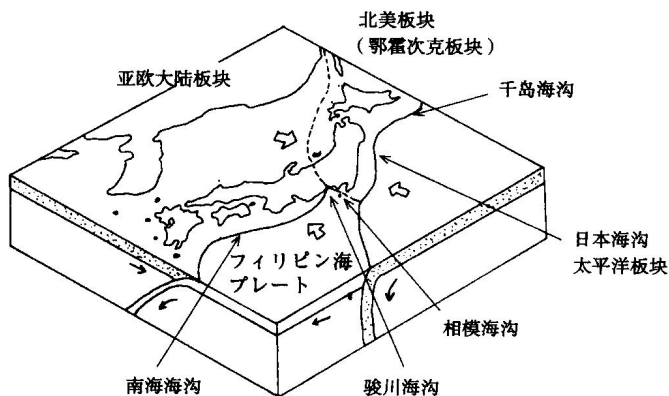


图 1.3 日本周边的板块及其运动

什么叫震源?

Answer

震源是指因断层错动开始出现破坏的地方,亦即地球内部发生地震的地方。由日本气象厅确定地震的震源位置,并公布地震发生地点与震源深度(km)。正如图 1.4 中所示,震源上方正对着的地面(震源在地面上的投影点)称为“震中”,从震中到地面上任一点的距离(观测点)称为“震中距离”(简称“震中距”);从观测点至震源的距离则称为“震源距离”。

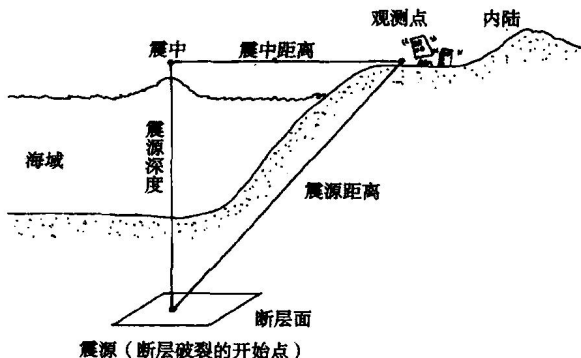


图 1.4 震源、震中与震中距离的关系

【名词解释】主震与余震

* (日本气象厅 [http](http://))

当发生比较强烈的地震时,便会在一定时间内在同一震源区发生一系列大小不等的地震。其中震级最大的地震称为主震,主震后连续发生的一系列小于主震的地震称为余震。余震的英文为“after shock”。我们将这种地震活动的类型称为“主震型地震”(亦称“主震-余震型地震”),震源浅的大地震几乎都伴有余震。

地震活动的类型还有“震群型地震”。这种地震没有明显的主震,其特点是地震频度高,能量的释放有明显的起伏,衰减速度慢,活动的持续时间长。

附近断层因主震的发生即处于不稳定状态,为了消除这种状态就会发生余震。最大余震的震级与主震相比要小,但也发生过不亚于主震的强烈余震,而且也有由主震造成建筑物倒塌和由余震使建筑变成废墟的,所以对于余震也应引起充分的重视。

余震发生的次数在主震刚过时较多,随着时间的流逝逐渐减少。最大余震一般在内陆地区主震过后约 3 日之内、海域地区约 10 日之内发生。

地震都包括哪些类型?



地震是由板块（岩层）错动引起的，而日本列岛就处于多个板块之间，地震发生频繁，类型多样。

(1) 海沟型地震（板块型）

图 1.5 表现了日本附近的地震发生形式，因海洋侧板块俯冲下弯引起的地震称为“海沟型地震”。海沟型地震有两种类型：一种是漂浮在上面的大洋板块前端被拉向下面板块的下潜面并潜没于其下，板块（岩层）在板块错位边缘的反作用下出现弹性回跳后恢复到原来状态时将积累的能量突然释放出来，引起地震。这种类型可以发生震级 8 级（M8）的大地震，其典型的例子为 1923 年发生的日本关东大地震（M7.9）。

另一种类型是发生在下潜板块内侧的地震。这种类型的地震与板块边界发生的地震相比规模较小，多发生在地球较深处，受害也较轻。其典型例子就是 1993 年的日本钏路湾地震（M7.8）。

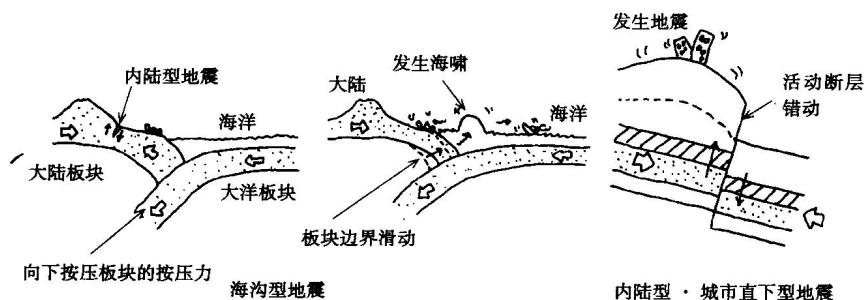


图 1.5 海沟型地震与内陆型地震·城市直下型地震

(2) 内陆型地震·城市直下型地震

板块在运动的过程中，可能会在外力的作用下在极短的数十秒时间内急剧运动而破裂，产生的地震波直达正上方，引起地面上下激烈振动，建筑物瞬间倒塌。这种由活动断层错动引起的地震被称为“内陆型地震”。震源在城市及其周围地下的地震被称为“城市直下型地震”。1995 年发生在日本兵库县南部的阪神·淡路大地震（M7.3）就是典型的内陆型地震。