

高层建筑抗震计算指针

日本建筑中心 编

徐建年 译

周炳章 校

地震出版社

1989

高层建筑抗震计算指针

日本建筑中心 编

徐建年 译

周炳章 校

地震出版社

1989

高層建築耐震計算指針

日本建築センター

1982

高层建筑抗震计算指针

日本建筑中心 编

徐建年 译 周炳章 校

责任编辑：蒋乃芳

北京出版社出版

北京复兴路63号

朝阳展望印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/32 1.125印张25千字

1983年3月第一版 1983年3月第一次印刷

印数：00001—10000

ISBN 7-5028-0090-5/Tu·1

(492) 定价：0.60元

目 录

第一章 适用范围	(1)
A. 高度	(1)
B. 平面形状	(2)
C. 立面形状	(3)
D. 用途	(5)
E. 结构类别	(5)
第二章 结构设计	(7)
A. 地基	(7)
B. 结构形式	(8)
C. 抗震构件的设置	(8)
D. 楼板结构	(9)
E. 地下室及其基础	(9)
第三章 弹性设计	(10)
A. 设计地震力	(10)
B. 构件设计	(16)
C. 变形	(18)
D. 基础的倾复	(20)
第四章 水平屈服强度	(21)
A. 水平屈服强度的计算法	(22)
B. 地震力的方向性与柱轴压力	(27)
第五章 各类构造	(28)
A. 抗震框架	(28)
B. 钢结构构件	(29)
C. 劲性混凝土结构构件	(30)
D. 制作与施工	(32)

第一章

适用范围

本章规定了本指针的适用性及所考虑建筑物的规模、形状、用途和结构类别。在下章的结构设计里，规定了本指针在可适用时应该考虑的结构设计的基本条件。即根据本指针抗震计算而设计的结构物所具有的抗震性能，必须满足本章和下章的各种条件。本指针以满足这些条件的标准结构物的抗震计算为对象，因为是标准情况，故在某种程度上计算过程可以简化，本指针基于这种考虑而制定。

因此，不适用本章范围的结构物，或者是由于某些理由而不能满足下章结构设计基本条件的结构物，以及结构有超过本指针规定的抗震性能要求时，则应采用对应其具体条件的适当抗震计算方法（如直接动力分析法等），以及确保安全的其他设计算法。

另外，为使设计者自主的判断和能力得到提高，依据本指针进行设计时，也希望尽量与直接动力分析法等其他抗震计算方法并用。

A. 高度

对象为地面高度45—75m的建筑物。

地面高度为45—75m的建筑物为本指针的对象。现在，进入这个范围的高层建筑物的实例并不少，通过(财)日本建

筑中心审定的高层建筑物已达400多栋。通过对这些已有结构的抗震性能进行统计调查，已能对其应该具有的抗震性能的普遍性和特殊性进行定量分析。

近年来的实例表明，这类建筑物在抗震性能方面受到建设大臣的逐个审定。另外，从其规模上看，由于考虑了社会影响较大这一因素，故比以往的建筑物在处理上更为慎重。

另外，1981年6月开始施行有关抗震设计法的新政令，高度60m以下的建筑物已不需要进行个别审定。但是，从政令只规定抗震建筑应具备的抗震性能下限这一点来看，人们期望得到比这更好的，且能与经个别审定的建筑物具有同等抗震性能的简便算法。据此，本指针一方面与已实施的实例很好对应，计算方法上保持原来方法的简便性，另一方面也考虑了根据此指针，计算结果比根据现行法规在某种程度上得到更高的安全性。

政令第81条2规定，高度为60—75m的建筑物的结构计算，需得到建设大臣的个别审定。根据本指针所设计的水准，对于具备第一章、第二章所述条件的建筑物，应该能判断出相应规模建筑物应具备的抗震性能。

B. 平面形状

大体上为长方形、地震时扭转小的平面形状。

本指针以平面不规则或者由于刚度中心与重心（柱轴力的重心）不重合而稍有扭转的结构物为对象，即平面相关关系对振动特性有不可忽略影响的特殊建筑物，应避免选用。为此，对于平面形状，以满足如图1.1所示条件的形状为标准。这里所说的平面形状，当然是指与抗震性能有关的结构物的平面图形。即使图1.1所示条件不能满足，当结构屈服

强度的均质性可以保证，或者平面形状为矩形等规则明快的情况时，适用范围可有若干扩大。

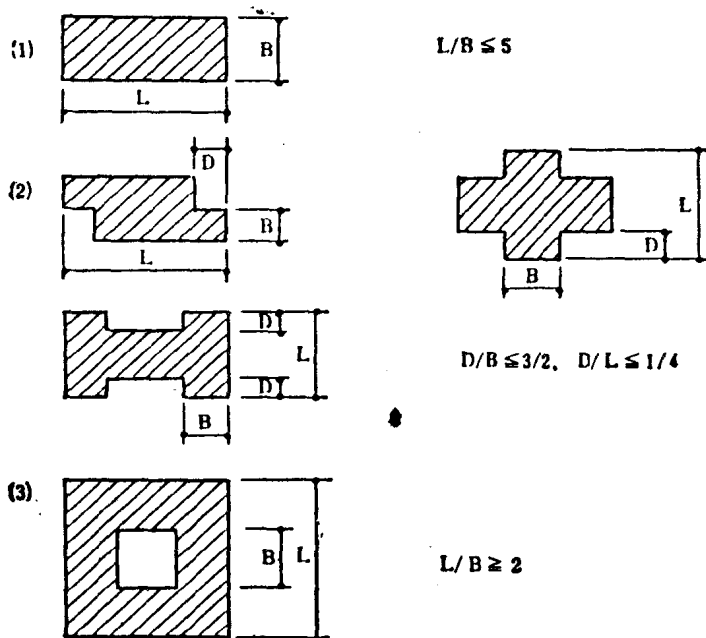


图1.1 本指针的适用范围（平面形状）

C. 立面形状

沿高度方向，各层大体有相同的平面形状。

高层部分的高宽比（高度/短边长度）小于4。

本指针以给出高度方面的水平地震力分布形状来谋求计

算的简化。因此，以振动形态沿高度方面的相关关系作为假定的分布图形，在某种程度上完全适用。即，以高层部分各层的平面形状大体相同，并且有连续性的建筑物作为标准。

由于高层部分的高宽比支配着振动形态的剪切变形与弯曲变形的比值，本指针的适用性又是以以往有代表性的实例作为基本标准，故高宽比也以通常建筑物中常见的范围（小于4）为准。当低层没有扩展部分时，从地面起的高度 H 作为高层部分的高度；当低层有扩展部分时，从扩展部分起的高度 H' 作为此时的“高层部分的高度”（图1.2）。

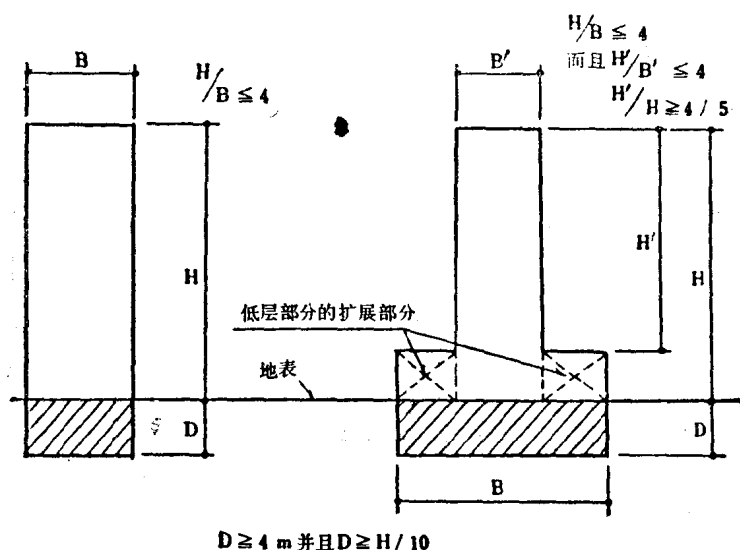


图1.2 本指针的适用范围（立面图形及埋置深度）

对于有斜坡的台阶形，或者上下可分为两段或三段，以大体相同规则重复建造的单纯建筑物，也可使用本指针。

D. 用途

建筑物指办公楼、住宅、商店、机器房、仓库等一般用途的结构。

本指针避开具有特殊用途的建筑物，而以办公楼、住宅、商店、机器房、仓库等，或者是综合兼用的通常建筑物为对象。对办公室、住宅等并存，而且附有医疗设施或会议室等的建筑物也在容许之列。具有特异形状的结构物如烟囱、化学反应塔、电视塔，有吊车的厂房、剧场、体育馆等不在此适用范围之内。

E. 结构类别

结构为钢结构或者劲性钢筋混凝土结构，原则上避免混用。

本指针以钢结构和劲性钢筋混凝土结构为对象，对于后者其初始刚度稍高。若不囿于初始刚度所决定的弹性固有周期而考虑其滞回性质，评价其刚度和阻尼以及两者间的相补性，则可得到结构物的振动特性。对于与本指针所指对象同等规模的结构物，劲性钢筋混凝土结构与钢结构的震度相差不大。但是，鉴于高度的限制，钢筋混凝土结构应除外。这并不是说对于同等规模大小的钢筋混凝土建筑物完全不适合，而是指在本指针所统计的实例中，钢筋混凝土结构的例子基本没有包括在内，故对钢筋混凝土结构适用的合理性不作评论。

钢结构和劲性钢筋混凝土结构在平面上混用没有什么问题（例如柱子是劲性钢筋混凝土，梁为钢梁，支撑为钢支撑等）。另外，低层的扩展部分为劲性钢筋混凝土结构、高层部分为钢结构时也没有问题。

地下层为钢筋混凝土结构也可以，但这时需要十分注意保持两者接合部分强度的连续性。

第二章

结构设计

本指针的抗震计算以本章各节规定的在结构设计时具备其基本条件的标准结构物为对象。

A. 地基

使建筑物的基础直接支承在坚硬的地基上，或者有刚强地基支撑。

所谓坚硬地基，是指1980年建设省告示第1793号第2表中关于 T_c 表里的第一种地基（基岩、硬质砂砾层及以此为主要的，由第三纪以前的地层构成的地基。另外根据对地基固有周期的调查或研究结果，具有同样固有周期的地基也在允许之列），以及与此相近的第二种地基（主要为洪积层，以及厚5 m以上的砂砾层和砂砾的冲积层）。所谓刚强的地基支撑是指直径为1 m以上的桩墩（大直径桩——译注），它必须满足对垂直荷载的承受能力。对于水平力引起的弯曲、剪切、轴向压力也必须能够满足。特别对于水平力，墩子的弯曲刚度和弯曲强度十分重要，因此要求根部有足够的埋置深度，头部用钢筋加强，整个建筑物的基础用连续梁拉结。

B. 结构形式

结构构架的形式为纯框架、有抗震墙的框架、有支撑的框架及其组合，总体上明快的结构形式。

本指针以不论在理论上还是经验上振动特性都很清楚明了的结构形式为对象，避开特殊的结构形式，及由于结构形式复杂因而振动特性也很特异的结构。

C. 抗震构件的设置

抗震构件在平面设置时应尽量避免产生扭转，上下方向设置时应尽量体现均质和连续性，避免产生极端不连续的情况。

这里所说的抗震构件是指框架、抗震墙、支撑等抵抗水平力的结构构件。这些构件在平面设置上应很匀称，使建筑物的重心和刚度中心尽可能一致，而且能提高抗扭刚度而减小扭转振动。当重心和刚度中心有偏心时，偏心距要小于建筑物长边长度的5%，并对应此偏心程度考虑其影响，相应增加设计荷重。对于抗震墙的某些结构，为弥补刚度估计时的误差，设计时取边长的5%作为等效偏心距。

为保持上下方向刚度的连续性，中间层重量弹性比（上层的楼板面重量/计算层的弹性常数）的上下层比率（上层值/下层值）取0.6—1.5。但是，当地下以及某些底部有扩展的低层部分时，下部刚度变大也没有关系。同时，对最上层的刚度变化没有限制。

本指针规定，偏心距应小于长边长度 L 的5%，而且短边 B 应大于长边长度 L 的 $1/5$ （图1.1），这比修改后的政令里“偏心率15%”的条件一般来说更为严格。在考虑方法方

面，本指针的表现方法也许更容易理解。

本指针中所谓的“重量弹性比的上下层比率为0.6—1.5”的限制，与修改后的政令中“刚度系数（刚性率）大于0.6”的条件实质上几乎没有差异，在保持上下方向刚度连续性的想法上本质相同。至于用哪种方法更易于理解和更容易计算，可以说两者基本相同。

D. 楼板结构

建筑物的楼板在地震时应有足够的刚度和强度。

除了直接作用于楼板的地震力以外，由于构架相互间的强度差异，当楼板间有力产生时，应注意楼板内的应力，设计时要使之具有很好传递这些力的刚度和强度。

E. 地下室及其基础

在设计建筑物的地下室及其基础时，要使之具有足够的刚度和屈服强度。建筑物依靠地下室和基础而在地表下有足够的埋置深度。

建筑物的地下室作为有足够刚度的结构与基础共同受力。不论对垂直力还是水平力，都必须能安全地支撑上部结构。原则上，基础通过坚固的联系梁联结在一起，从而避免不均匀沉降或局部沉降的产生。特别是对于依靠柱墩（大直径桩承台）支承的建筑物，要保证与柱墩的弯曲刚度相平衡的联系梁的刚度。

足够的埋置深度为4 m，或者为建筑物地面高度 H 的十分之一左右（图1.2）。下部有坚固的桩墩（大直径桩）时埋置深度可适当减小。

第三章

弹性设计

A. 设计地震力

作用于钢结构建筑物的地面各层楼板上的设计地震力以表3.1的水平震度表示。

作用于劲性钢筋混凝土建筑物的地上各层的设计地震力为表3.1所示水平震度数值的1.1倍。

用于建筑物附属部分的局部设计震度见表3.2。

表3.1 一般震度 (钢结构)

建筑物层位	水平震度
最上层(包括塔楼)	$0.25[1 - (H/75)a_t] + 0.35$
最上层外的一般层	$0.25[1 - H/75]a_t$
低层的扩展部分	0.20

注: H 为建筑物的地上部高度(m); a_t 为建筑物的无量纲高度,

$$a_t = \frac{\sum_{j=1}^N W_j}{\sum_{j=1}^N W_j}, W_j \text{ 为 } j \text{ 层的建筑物的重量; } N \text{ 为建筑}$$

物的地上层数。

表3.2 局部震度

建筑物部位	震 度
塔楼、塔楼上的水箱	水平震度1.0
屋顶上突出的烟囱	水平震度1.0
女儿墙及装饰物	水平震度1.0
悬臂支承的檐墙	水平震度1.0
上述以外的檐墙, 外墙	水平震度0.6
悬臂梁、悬臂板	上下震度1.0

通常采用把地震力置换成静的水平荷载的方法，本指针也用此法。为此，根据实测的建筑物的振动反应，从工程角度考察分析而得到结论。

地震力是根据与建筑物有关的各种主要因素决定的。若以建筑物的重要性、地域、结构类别、结构物的振动特性作为主要因素来考虑，则地震力 Q 可从下式得到：

$$Q = I \cdot Z \cdot S \cdot F_0.$$

式中， I 为用途系数； Z 为地域系数； S 为结构系数； F_0 为基准函数。

1) 用途系数(I)

根据建筑物社会性的重要程度而设置的安全级别指标。在本指针中考虑此系数为1.0的标准建筑物。

2) 地域系数(Z)

对应各地区的地震活动，对地震力增大或减小。本指针以建筑基准法施行令所定的 Z 来确定。

3) 结构系数(S)

有关结构物的抗震性能，仅仅在弹性范围内处理是不够的。组成结构物的构件进入塑性阶段时的屈服应力、变形容许限度是重要问题。此时根据结构构件的材料类别和结构形式，评价结构物的延性，从而定出结构系数。本指针在其适用范围内限定了结构的类别，考虑了水平屈服强度，并对各结构部位的构造进行了限制。因为考虑了即使对于超过弹性限度的荷载结构也能具有必要的屈服强度和变形能力，故在本指针中由于各结构构件种类不同等原因而附加的差异可不必考虑。

4) 基准函数(F_0)

由于建筑物自身的振动特性而承受的力，也必须考虑支

承建筑物的地基在内。本指针在结构设计中规定了以坚硬地基来承受而使考虑方法简单化了。

建筑物的振动特性以第一固有周期为指标，由此确定输入的地震力。根据各种地震波的反应谱（图3.1）可以得到适当的算式和图形。这种方法具有可明确确定输入加速度和建筑物振动特性的优点。

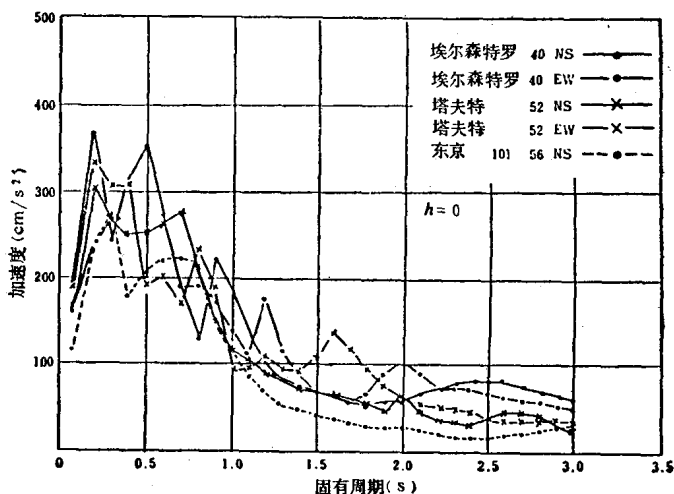


图3.1 反应谱例

但是，由于计算方法不同，固有周期的计算结果不可避免地会出现离散性。特别对于有抗震墙的某些结构，初期刚度相当高，随着部分墙体的破裂或屈服而承受荷载的情况有很大变化。有抗震墙的柱子的伸缩或基础的拔出等也成为刚度降低的重要因素。当使用弹性设计荷载时也考虑其刚度比初期刚度小得多（通常的设计中对抗震墙的分担率也由考虑

这种状态而定)。为求得设计地震力所需要的第一固有周期并非初期刚度，应根据相应的刚度来计算地震力，但要正确地求得它有种困难。

在本指针中，以对于建筑物第一固有周期有极大影响的高层建筑物的“高度”为指标来计算设计地震力。即以实际设计出的，向(财)日本建筑中心提出而接受评定的很多实例为基础，从而得到本项所定出的设计地震力(图3.2)。

一般说来，劲性钢筋混凝土结构与钢结构相比，当应力在短期容许应力附近时前者的固有周期要短一些，而阻尼常数较大，因此，计算地震反应时，以考虑这种差异的效果为好。根据对实例的考察结果，定出劲性钢筋混凝土结构的地震力比钢结构的增加10%。

地震力的计算方法有震度法和剪力系数法两种，本指针采用震度法。

本指针中给出的地震力用底层的剪力系数来表示，它与建筑基准法施行令方法的比较见图3.3。本指针在底层的剪力系数与建筑基准法施行令相比，前者数值大于后者，在这里可看清。

设计地震力取 $I=1.0$ ， $S=1.0$ 时，

则

$$Q = Z \cdot F_0.$$

对表3.1所说低层部分的扩展部分参见图1.2。

通常地震动的水平振动比竖向振动更为突出，但不是说可以无视竖向振动对建筑物的影响，只是由于历来均根据长期荷载应力和水平荷载应力进行抗震计算而进行设计，从而认为这种竖向振动的影响已得到考虑。本指针也取历来的做法，仅对水平振动进行处理。但是对于大的悬臂梁、悬臂板以及特别长的梁等，在设计时应该再考虑竖向振动的影响。