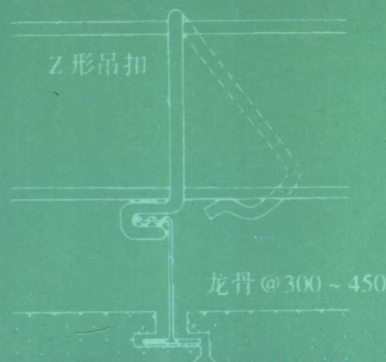


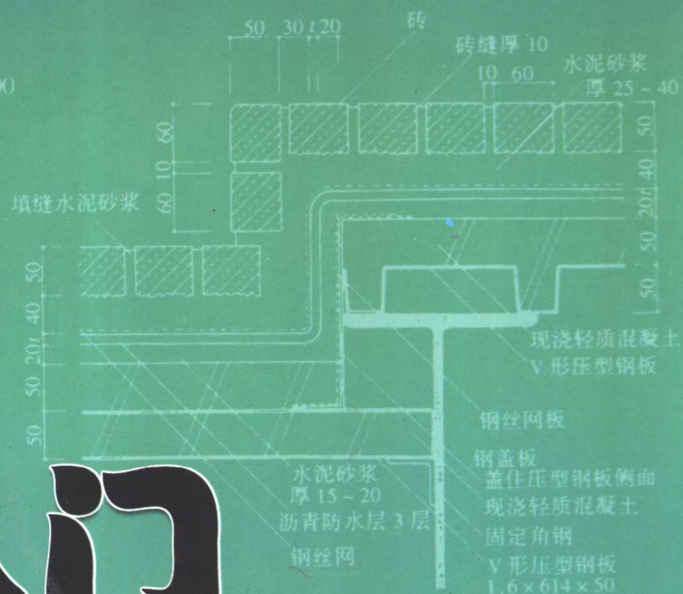
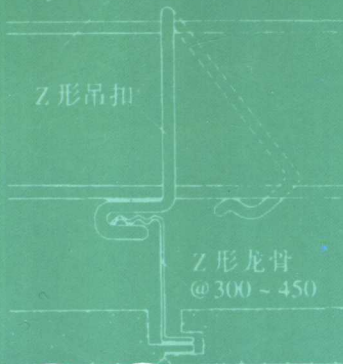
● 面板企口方式

龙骨支撑部件 [-38×12×1.2@900]



● Z形龙骨方式

龙骨支撑部件
[-38×12×1.2@900]~1,200



钢构造入门

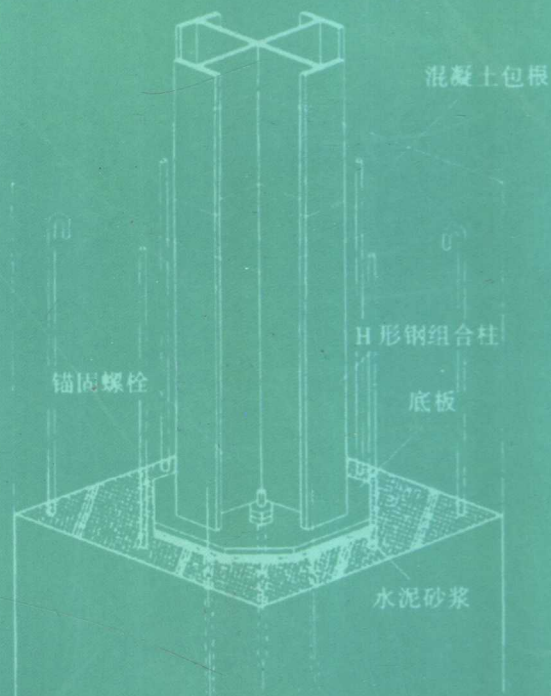
——设计的基本要点和详图

(修订版)

(日) 伊藤高光 著

王英健 译

H形钢组合型柱柱脚 固定型(混凝土包根)



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

钢构造入门

设计的基本要点和详图
(修订版)

(日) 伊藤高光 著
王英健 译



机械工业出版社

本书从设计的角度对钢结构构造进行解说,包括钢结构的概要、各部位详图、钢结构的施工进度三部分内容。它是关于钢结构构造的详细设计的基础入门书。它以一般中小规模的钢结构建筑为例,结合对构造和节点详细的解说,列举建筑主体、构造、内外装修的处理,各个部位的标准详图,力求使读者能对钢结构的细部特征有一定的认识。

本书可供建筑、结构设计人员及建筑院校相关专业师生参考和学习。

鉄骨造入門—設計の基本とディテール 改訂版 1982年7月10日 第1版
発行 1993年6月10日 改訂第1版 発行 2004年4月10日 改訂第1
版第13刷 著者 伊藤高光 発行所 株式会社 彰国社 ISBN 4-395-11073-8
C3052

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号:01-2004-4415

图书在版编目(CIP)数据

钢结构入门:设计的基本要点和详图(修订版)/(日)伊藤高光著;王英健
译. —北京:机械工业出版社,2005.1
ISBN 7-111-15784-2

I. 钢... II. ①伊... ②王... III. 钢结构 IV. TU391

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第128650号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:赵荣

责任编辑:张晶 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年3月第1版第1次印刷

890mm×1240mm A4·8印张·405千字

0001-5000册

定价:25.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

译者序

正如作者在前言中提到的，这本书不涉及结构计算，而是以钢结构的建筑构造为中心内容。

由于日本在建筑工业化方面的水平较高以及地震频发，日本在钢结构的推广和节点处理方面有较丰富的经验和独到之处。现在，日本的主要建筑物基本上是以钢结构和钢筋混凝土为结构形式。在钢结构的计算方面，世界主要国家的方法和计算理论区别不大，但在钢结构建筑的构造处理上却有很大差别。日本的钢构造可以归结为以下几个特点：严谨，细腻，变化多以及对安全性高度重视。

近几年来，我国的建筑行业得到迅猛发展。相对于其他传统结构方式，钢结构正在被大量和广泛地采用。但由于我国的广大设计和施工人员在处理钢构造方面经验还不算多，可借鉴的现实资料少，现实中的钢结构建筑在构造处理和施工方面还有很多值得改进的方面。从这个意义上讲，日本在钢结构及构造设计方面的经验可能会有相当的借鉴价值。

上述事实 and 考虑，是译者向国内设计人员和施工技术人员推荐本书的基本动机。译者衷心希望本书能在提高我国钢结构建筑的设计质量，改进设计方法等方面起积极作用。

王英健
工学博士

前言

《钢构造入门》一书并不是从钢结构的结构力学角度来说起，它是从一般设计的角度对其进行解说。本书由以下3章构成。

第1章 钢结构的概要

本章是对钢构造的结构主体部分的解说。对钢材的材质和结构特性，作为一般结构的各种构架形态、节点的连接方式和有关规定，作为钢结构特征的焊接、标准的构造详图等进行了阐述。在此基础上，加入了以示意平面图为基础的一般图和构造图，作为实际设计的参考。

第2章 各部位详图

本章是对钢构造的构成要素分部位的解说。对主体部分，构造部分，与装修材料的关系和安装整合的方法，标准化程度较高的详图，钢构造中经常采用的板材安装的细节和有关规范、防火覆盖层等进行了阐述。

第3章 钢结构的施工进程

本章通过照片和示意图，对钢材从加工到构件就位的施工进程以及轻质混凝土板的施工过程进行了解说，同时注意简化内容，尽量使钢结构这一话题更为通俗易懂。

与其他结构形式相比，钢结构从巨大的构架和超高层楼宇到小规模建筑，包含了非常广泛的内容。本书是以中小规模结构体为参照而展开的。

作为现代建筑生产工业化的推行结构类型，钢结构建筑有着显著的发展和普及。特别是由于工厂生产钢材的材质精度的提高，加工作业的划时代的机械化，焊接技术的进步；进一步而言，预制技术所导致的建筑空间合理化和现场作业的高效化；在经济性等方面，钢结构具有独到之处。当然，作为一种结构体系，钢结构并不是完美无缺的。但通过今后不断的技术开发，对钢结构的需求必然会急剧增加。由此断言，钢结构设计将在设计业务中占据很大的比重。

对于初学者来说，钢结构是个比较困难的领域。钢结构的主体不像钢筋混凝土那样一体化，而是由复杂多样的形态来构成；虽然同是构架体系，钢结构却少有木结构那样的标准化详图。这些或许是钢结构比较难学的原因。

本书是为钢结构设计准备的一把钥匙。衷心期待本书在今后对新钢结构节点设计的追求中发挥作用。

此外，本书的一部分内容是在季刊杂志《详图》（日本）的49~56期共8期连载的“钢构造详细入门”的图与解说的基础上，联系实际设计，作了若干修改而成，与此同时增加了新的图样与解说。

修订版说明

本次修订时，将前版本的“制品精度”改为“精度标准”并扩展了范围，在“现场加工及组装”、“高强度螺栓”、“焊接”、“制品”的各项中标注了允许误差。另外，在楼板的项目中追加了最近多用的“组合楼板”以及它的嵌入，与梁的连接，楼板之间的相互连接和其他方式。

作者
1993年

译者序

前言

什么是钢构造——序 4

第1章 钢结构的概要 7

构架的种类 8

基础 12

柱、梁 16

线形墙体构件 29

屋顶 31

连接 33

以图为例的说明 37

第2章 各部位详图 43

细部分类 44

楼地面 45

墙体 58

开洞部位 69

顶棚 77

屋顶 85

楼梯 95

防火覆盖层 102

其他细部 107

第3章 钢结构的施工进度 113

什么是钢构造——序

日本的钢铁生产经历了划时代的高速发展,钢铁产量达到了世界水平。与此同时,技术革新改善了钢材的性能,增加了产品的种类,从而导致了产业界对钢铁产品的需求大幅度增长。特别是钢结构在建筑领域的大量应用和推广以及钢材的生产方式和易于预制化这一特征,与现代社会对建筑工业化的要求是相吻合的。可以预测,今后钢结构将会与其他结构形式分离并继续扩展,钢结构设计将在整个设计业务中占相当大的比例。

本书是关于钢结构构造的详细设计的基础入门书。它以一般中小规模的钢结构建筑为例,结合对构造和节点详细的解说,列举建筑主体、构造、内外装修的处理,各个部位的标准详图,力求使读者能对钢结构的细部特征有一定的认识。

钢结构的细部设计,是从对它的基础知识,即钢结构的性质的掌握而开始的。钢结构的性质基本包含两方面的内容:一是钢材的材料特性;二是它的结构特性。

钢材的材料特性

(1) 由于钢材是在工厂生产的,它的形状和性能有具体规格,材质也是均匀的,所以强度和材料特性等是比较明确的。

(2) 和其他结构材料相比,具有强度高而断面小的特点。

(3) 钢材具有良好的弹性和韧性,强度高,是理想的建筑结构材料。

(4) 钢材虽然是不燃材料,但不是耐火材料,它具有在高温下应力急剧下降的特点。在发生火灾时,钢构架会出现荷载能力下降、变形、屈服等现象,失去其结构能力。这就是为什么必须要设防火覆盖层。

(5) 在大气中的金属会与氧气、水发生化学反应,生成氧化物、氢氧化物、碳酸盐等的混合物,即生锈。钢材的锈有两种:一氧化铁(红锈)和二氧化铁(黑锈),其中红锈可以侵蚀到钢材内部,

引起结构上的缺陷。另外,不同金属相接触同时有水存在,由水作为介质,会发生电解现象。二者中较活跃的金属逐渐溶解,发生电解腐蚀。例如,下列金属从化学性质活跃到不活跃的顺序是:
 $Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Co-Ni-Pb-Cu-Au$ 。

金属生锈的条件是:

①空气腐蚀:原因是雨、雪、结露等的水分。

②氧化、盐类物质腐蚀:原因是工业地带的硫化气体、硫酸,沿海地带的海风、海水等。

③电解腐蚀。

④土腐蚀:原因是土中的水分、细菌等。

以上的种种生锈条件中,仅仅由水和氧气引起的生锈最普遍,属于一般现象。所以,防锈的基本措施是如何避免与水接触。

(6) 钢材对温度所引起的热胀冷缩和结露等比较敏感。

(7) 钢材不容易进行现场加工,和其他结构材料相比,要求较高的施工精度。

(8) 钢材比较难于和其他材料相组合。

钢材的结构特性

(1) 以钢结构的主体钢构件为例。钢材是工业产品,构件的放样、加工和防锈等都在工厂里进行。搬运到施工现场后,实际的工作是将构件组装,所以钢结构体系实际上是一种预制系统。按照这种思路,在以后的结构体系施工中沿用这种方式是很自然的逻辑,是利用了钢结构特点的产物。和其他结构形式相比,钢结构最适合预制工艺。预制,就是现代社会所要求的建筑工业化,有利于减轻现场作业、高效利用施工空间和缩短工期等,是适应过于拥挤的城市建设现状的合理的构成方法。

(2) 钢结构从小规模建筑物到大跨度结构物以及超高层建筑,具有其他结构体系无法具备的规模上、范围上和形

态上的多样性。

(3) 对于中小规模的建筑物,利用钢结构重量轻的特性,可以减少基础荷载,提高桩基等基础工程的经济性。这不仅省钱,在减少施工对相邻建筑的影响方面也是有利的。

(4) 和钢筋混凝土结构相比,钢结构虽然在主体和梁柱等方面施工复杂,但构件断面小,空间的浪费少。

(5) 钢结构与钢筋混凝土结构相比,从构成形态上看,一个是元素构成,一个是体化构成;从结构形态上看,一个是柔性结构,一个是刚性结构。两者相比,一般在材料方面的防火、防腐蚀以及体化结构的防水、隔声方面,钢筋混凝土结构更优越一些。所以钢结构设计要避免在上述构成形态方面的不足,同时注意众多的细部问题。钢结构的节点细部应该以避免复杂和处理简洁为方针,所以对钢结构的设计的综合审查和条理化是非常重要的。

(6) 作为非耐火材料为结构材料的钢结构经常要面对防火覆盖层的问题。

(7) 由于是柔性结构,钢结构的变形较大,在设计中要考虑如何处理变形。

(8) 对于集中荷载的抵抗,钢构件必须锚固在结构系统之内。这一点,在设计阶段必须确认。

以上是钢材或者钢结构的主要特性。至此,应该已经认识到,钢材并不是适应所有条件的建材,它有很多需要妥善处理的问题。

在上述诸方面的基础之上,以下从建筑性能的观点出发,对钢结构的细部设计的要点进行阐述。

细部设计的要点

耐火

从法定防火性能来看,建筑物分成耐火建筑、简易耐火建筑(外墙耐火建筑,不燃建筑)和其他建筑,各类都在结构上有相应的防火规定。钢结构要想被认定为上述类型,就必须经过规定的防火处理,防火覆盖层就是其中之一。耐火结构是根据建筑物的具体层数和部

位在火灾时可以坚持的时间来区分,并由建设大臣(相当于中国的建设部部长)来指定。所以,防火覆盖层的样式和耐火时间是以建设省(相当于中国的建设部)的公告为基准的。

在选择防火覆盖层材料时,要根据建筑整体的设计意图以及顶棚或者柱子的设计等,来决定是用喷涂材料还是用成型的板材。而且需要首先确认材料的指定牌号、指定日期、制品名、所用部分、耐火性能的等级等。防火覆盖层对中小规模建筑的造价影响最大,所以要在事先作充分研究,选择合理的防火结构规模。

在内装修范畴,有根据建筑物的用途、结构、规模而制定的强制规范。可用材料包括“不燃材料”、“准不燃材料”和“难燃材料”。在选择内装修材料时,重要的还是要首先确认材料的指定牌号。从起火到全面燃烧(flashover)的火灾形成过程中,是通过顶棚着火而形成室内充满火焰的。从起火到全面燃烧的时间间隔是制订初期消防和疏散允许时间的依据。因此要特别重视顶棚的防火性能。而且,顶棚的防火效果是由饰面材料的性能和支撑构造的组合效果而定。这就是为什么顶棚普遍用金属支撑构造。

防水

钢结构的构成与钢筋混凝土的一体化连接结构不同,是由各种构件固定在主体结构上而成。所以,钢结构经常伴随着节点,屋顶及外墙也由各种各样形态和安装方式的材料构成,其安装和处理的方式往往很复杂。而且,从柔性结构体的性质来看,变形将是比较大的。所以,在构成简洁化的基本原则下,不允许出现间隙的节点细部处理和对位移的抵抗或者追从性(各种材料在位移方面具有相近的表现)设计,是符合钢结构特点的基本防水措施。

钢结构的屋顶有挂瓦屋顶和平屋顶两种。挂瓦屋顶应该尽量使其形状简单,坡面划分顺畅,屋顶坡度也需要和当地的气候和铺顶材料相匹配,设置足够坡度避免雨水滞留,同时要具有抗风等能力。另外,和平坦部位相比,漏水经常发生在女儿墙周围和雨水口附近等部位,为防止这些部位发生漏水,需要设计上仔细考虑和认真地施工。在防水做法上,应该避免用对钢结构的位移追从性较差的水泥砂浆防水和厚度较薄的涂膜防水。在连接的部位,在钢构件移动以及容易

形成长缝的板材相接处,应该考虑(日本)气温变化大的气候特征,使用高等级的嵌缝密封材料。

防腐蚀

日本现行的法定耐用年限规定,钢筋混凝土结构为75年,暴露的钢结构为45年。中小规模的钢结构经常使用较轻型的钢构件,如何防腐蚀是个重要课题。

如同前面材料特性中所述,钢材的生锈原因有空气腐蚀、氧化和盐类腐蚀、电解以及其他原因,但水和水为介质的腐蚀最常见。在这方面,防锈可以分成:避免钢材与空气中的水和氧气直接接触的防锈处理和建筑物整体的防腐蚀措施两个方面。

防锈处理

包括防锈涂装和表面防锈处理。

防锈涂装

对于金属,特别是钢材防锈,在钢材的表面直接做防锈涂装(刷防锈漆),这是钢结构工程里的最后作业。在使用的防锈涂料中,主要有:红丹、氯化铬酸铅、氰化铅、镉锌等颜料中加入干性调合油,如氟化树脂清漆、合成树脂清漆。

表面处理

①电镀法:镀锌、锌镉合金、镉、铬等。

②化学处理法: parkarizing、bonderizing、metarikon(工艺名称,三者均为磷锰化学药剂浸泡方法)、熔化金属喷涂等。

③金属表面着色法。

建筑物整体的防腐蚀措施

钢结构是包含有很多容易浸水部位的结构体系。为了防止万一发生的浸水,就要在钢结构主体和构造的防腐蚀细部上下工夫。

①在钢构架或者构件的组合中特别容易存水的地方,为预防腐蚀引起的厚度减小而调整材料的厚度。另外,在构件的切口处,防水涂膜容易变薄的部位,要注意防止与水接触。

②在接口、节点等复杂的部位设排水口,或者调整构件的厚度。

③在焊接部位,由于材料表面处理造成的溶解、剥落或者氧化物的混入,腐蚀发生率高,必须进行现场进行二次表面处理或者清除氧化物处理。另外,焊缝上的微小间隙可能造成毛细现象引起的浸水,对此,可以用连续焊接工艺或者用嵌缝材料进行充填密封。

④在金属构件安装作业中,檐口、

挑檐顶棚和天沟的支撑材料用异种金属时,要注意与钢材接触的部位可能发生的电腐蚀。

⑤在女儿墙、檐口和阳台等有凸出的部位,要设“滴水”,以防水的回渗。

⑥在允许的情况下,尽量使钢结构框架露出。这样容易早期发现生锈现象,以便进行再次涂装。

结露

在钢结构中,结露是和腐蚀有直接联系的,对于结露的处理是重要课题。结露是指墙体、顶棚、地板等的表面或者内部的温度降低到结露点温度以下时发生在材料表面的结露现象。一般在外墙附近、室内有温湿度差的室内高温侧,结露现象是很常见的。

防结露措施的基本内容是:采用隔热性能好的材料,遮断湿气和改善通风等。

为防止结露,应考虑以下几个方面问题:

①在选择结构构件和构造材料时,要选择易于排水的断面。要尽力使构造简单化,在不存水上下工夫。要注意在结构构件集中的部位容易发生结露的倾向。

②在墙体和主体结构之间要有间距,避免水分回浸主体结构。

③在估计会发生结露的地方设排水装置。

④一般和室外接触的北侧和西侧的墙体容易发生结露。

⑤在屋顶和楼板下加吊顶,设置适当的空气层。要尽量避免用室外吊顶。

⑥在设备方面,考虑设置除湿和换气设备等。

⑦在钢结构的接地层,通常是在地面上浇筑混凝土,但该部位的湿气还是容易引起柱脚部分的腐蚀。所以,有必要在混凝土上部铺设防潮卷材,防止湿气的渗透。

隔声

隔声的问题越来越多样化和复杂化,建筑物周围的噪声泛滥已经成了亟待解决的社会问题。现在,对建筑物的隔声性能的要求在日益提高。

钢结构是由各种构件组合而成,而且所用的墙板等板材多为轻型。由于用的是干式施工方法,板材制品的误差和现场安装的误差等造成的缝隙以及板材制品重量轻等原因,使得此类墙板无法产生好的隔声效果。所以,和钢筋混凝土

土结构的一体化和重型化结构体系相比, 钢结构属于容易传声(空气和固体内传声)的结构类型。

对声音的控制, 可分成隔断外来声音的隔声性和防止内部声音透过的吸声性两个方面。

从隔声效果来看, 选择材质密度越大的材料, 隔声效果越好。比如混凝土、预制混凝土块、石材等。关于常见材料的透射率、透射衰减、隔声度, 请参考后面的数值。

吸声就是指对声能的吸收作用。吸声材料具备将声能转化成热能而吸收的功能, 主要有多孔型、膜振动型、空腔型等。

根据钢结构的特性, 在考虑隔声问题时, 可根据以下几条原则:

外墙材料选用隔声度大的材料或者和隔声材料并用。

不要将室内隔断停止在吊顶面上, 要考虑将其直达楼板底面。

要仔细考虑内部和外部缝隙处的细部。

下面是一些墙体的平均透射衰减(隔声性能数值):

混凝土厚 100mm, 两面抹灰厚

12mm: 透射衰减 48dB。预制混凝土块厚 100mm, 两面抹灰厚 15mm: 透射衰减 43dB。轻质气泡混凝土板厚 100mm, 两面 SM 抹灰厚 3mm: 透射衰减 43dB。玻璃砌块厚 95mm, 透射衰减 33dB。玻璃厚 3mm, 透射衰减 23dB。玻璃厚 6mm, 透射衰减 25dB。玻璃厚 10mm, 透射衰减 28dB。钢板厚 0.7mm, 透射衰减 20dB。钢板厚 4.5mm, 透射衰减 23dB。

木制支撑构造厚 45mm: 两面石膏板厚 7mm, 玻璃棉充填厚 25mm, 透射衰减 33dB; 两面石膏板厚 7mm, 透射衰减 30dB; 两面合板厚 3mm, 岩棉充填厚 50mm, 透射衰减 27dB。

木制支撑构造厚 100mm: 两面合板厚 4mm, 透射衰减 23dB。

用木制支撑构造的墙体, 由于支撑构造形态的不同, 会在隔声方面产生一些差异。上面的数据证明, 材料自重越小, 声音就越容易透过。

细部设计的意义

建筑工业化, 使包括细部在内的建筑构成元素在大型工厂形成制品, 建筑的施工正向将各个构件组合, 即完全预

制体系方向日益迈进。钢结构具有这方面的特色, 上述进程在钢结构上表现最为明显。这给钢结构的设计及细部的设计带来了很大变化。钢结构的设计正从“如何创造”转向“如何综合各种制品”。细部设计也同样, 设计者思考的成分在减少, 从资料中引用标准图和详图的情况越来越多。这主要是因为部分专业知识的进一步细分, 考虑细部的建筑制品, 定作加工费用昂贵以及售后服务等责任问题的存在, 使得采用现成产品成为必然的选择。这样一来, “不用考虑细部, 只需精通现成产品”就成了高效实用的做法。

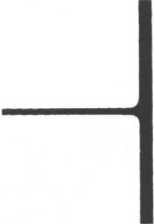
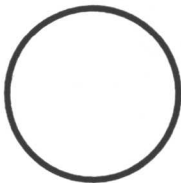
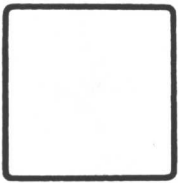
但在另一方面, 上述倾向正在使设计和建筑本身失去个性, 有时甚至发展到了如此地步: 建筑物形态的不同不是因为设计不同, 而是因为选用的构件形式不同。至此, 设计界应该对以求省事为动机而对预制系统的追求进行反省, 要创造地设计, 要重视具有思考性的细部设计, 要为发扬设计个性而努力。

还有一个现象是在钢结构的细部中, 像其他结构体系那样规范化的东西比较少, 这是因为钢结构发展进化得很快以及线形结构构件的多样化而造成的。

第1章

钢结构的概要

型钢的种类

圆钢	方钢	钢缆	基槽边框钢	可缩基槽边框钢（隧道用）
				
等边角钢	不等边角钢	槽钢	工字钢	宽翼缘 H 形钢（柱用）
				
中翼缘 H 形钢（梁用）	狭翼缘 H 形钢（梁用）	CT 形钢	CT 形钢	T 形钢
				
圆钢管	方钢管	轻质槽钢（卷边槽钢）	轻质槽钢	钢轨
				



现在, 结构材料中的铁, 如果 ω_c 在 1.7% 以下, 就叫做“钢”, 超过 1.7% 的叫“铸铁”。在用于钢结构的钢中, 品质规格 SS400, ω_c 为 0.16% ~ 0.25% 的叫“软钢”(日本工业标准)。

和其他建筑结构材料相比, 钢富有弹性, 强度高, 韧性好。从比强度(允许应力度/相对密度)来看, 钢是混凝土的 6 倍以上, 是木材的 2 倍以上。而且, 韧性好意味着到破坏为止消耗的能量大。钢在拉伸破坏时能伸长 20% ~ 30%, 表现出强韧的特性。另外, 钢具有可塑性, 拉伸和压缩强度一样, 不像混凝土那样, 压缩强度高但抗拉伸能力极差。钢的应力度方向是均等的, 不像木材那样, 纤维在各个方向上承受荷载的能力不一样。

在具有上述强度方面的优越性的同时, 钢材易于腐蚀, 热抵抗能力差。也就是说, 在低温环境下钢材会变脆, 而在高温下则变软。钢材在 300℃ 时强度减半, 在 500℃ 以上强度明显下降, 不再具有结构材料的价值。根据钢材在耐热方面的弱点, 作为建筑结构构件的钢材必须要有防火覆盖层。

由于强度高, 钢材的断面面积可以作到其他材料无法比拟的小。这虽然可以使结构体变轻, 但同时容易发生在压缩情况下的挠度和局部变形等现象。

根据上述性质, 只要扬长避短, 就可能造出轻而强韧的结构体。计算机在对过去的地震记录和对建筑物影响的资料收集的同时, 对地震力的实际作用进行解析, 使建筑结构的抗震理论有了今日的进步。有关建筑在地震中的表现的解析, 形成了超出人们实际经验的设计理论, 导致了超高层建筑的实现。

但是, 现实中地震对建筑物的破坏是复杂的, 对《建筑基准法实施令》(日本) 中有关结构抗震规定的更改, 就是《新抗震设计法》(日本) 的内容。它将以前的弹性设计为主导移向塑性设计为主导, 从结构体具有的耐力和变形能力两方面来考虑建筑物的抗震性能。

抗震结构是在受重力的情况下, 具有抵抗地震引起的水平作用力的能力的结构。这种水平作用力和加速度成比例, 如果加速度相同的话, 就与质量成正比。就是说, 建筑越轻, 所受地震力的影响就越小。

建筑物在水平方向和竖直方向的刚性分布均匀, 在地震发生时不会产生应力集中的设计, 可以说是具有抗震性。在《建筑基准法》(日本) 里, 平面的平衡是通过偏心率, 竖直方向是通过刚性率来表达的。如果偏心率在 0.15 以下, 刚性率在 0.6 以上, 作为抗震性能的核对, 在超过以允许应力度为基准的一次设计的范围以外, 通过二次设计来确认最终强度。

地震是地基的振动现象。地基有其固有的振动周期, 而建筑物在地震力的作用下也有自己的固有振动周期。地基的固有振动周期与建筑物的固有振动周期之间的关系, 由建筑物重量的竖向分布和外力的加速度来决定。

一般固有周期短的刚性结构, 在地震时, 受到比基础更大的加速度。而固有周期长的柔性结构, 和基础受到的加速度相比, 它的振动方式比刚性结构承受的加速度要小。和钢筋混凝土结构相比, 钢结构的固有周期长。但固有周期过长会发生较大的摇晃和位移。根据《建筑基准法》(日本), 这种位移用层

间位移角来定义。位移量除以层高应在 1/200 以下, 另外, 如果有特殊措施, 可以在 1/120 以下。层间位移角为 1/200, 相当于层高在 3m 时将位移量控制在 1.5cm 以下。

作为钢结构的特性, 可以实现较轻的自重, 通过固有周期的规律来减弱或者吸收地震力, 通过均衡的设计, 使结构具有充分的抗震能力。另外, 通过控制层间位移角, 可以提高整体的刚性, 减少地震时容易发生的内装修材料、窗间墙、设备等的掉落, 减少损伤, 确保建筑物的安全。虽然层数少但高度较高的钢结构, 有时会受到比地震力更大的风荷载。在其他方面, 特殊的荷载条件, 如积雪、高位水箱、电梯、顶层小屋、广告塔以及吊车的荷载对钢结构的敏感作用也是不能忽视的。

摄影: 彰国社写真部 中川 徹



钢结构的构架种类

钢结构的线状构件结构大体上分为
框架结构、桁架结构、拱结构等平面力

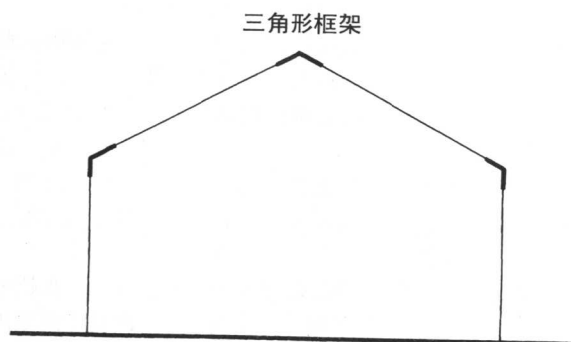
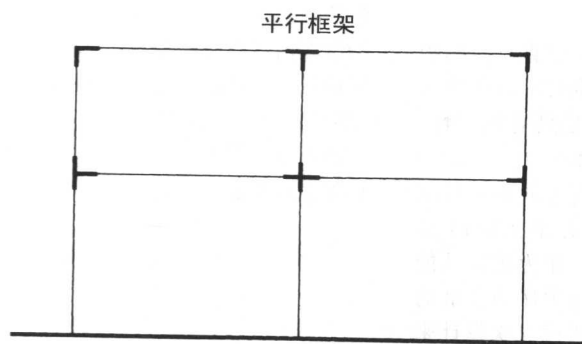
学可以解析的形态和网架结构、壳体结
构、悬挂结构和膜结构等三维形态，即

必须立体对待的结构形式。

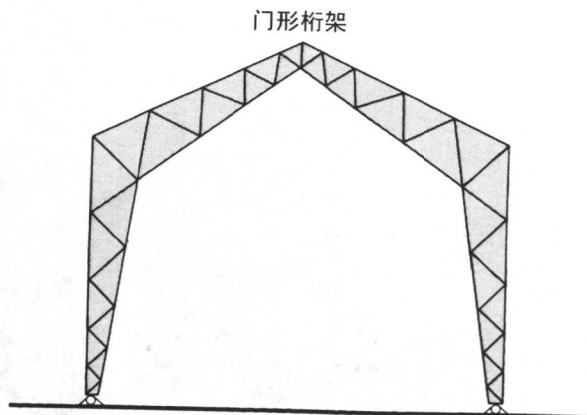
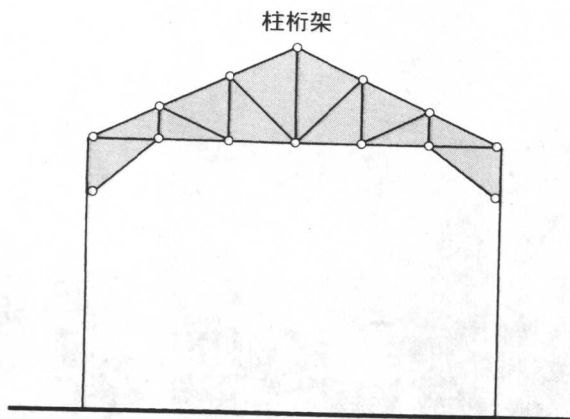
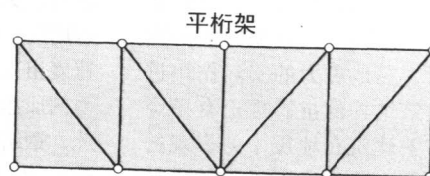
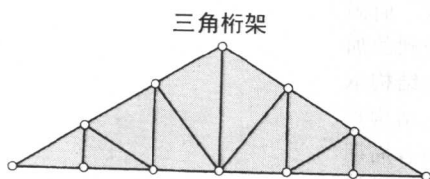
框架结构

节点为刚性节点，各个构件可传递弯
矩、剪力和轴力。在一般工厂建筑中，三

角形框架最为普及。由铰接的三角形为单
元构成，各个构件在原则上只受轴力。



桁架结构



拱形结构

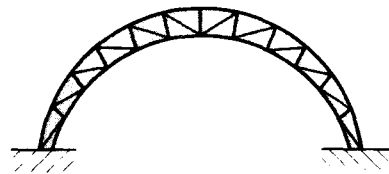
结构构件为曲线，目的是尽量减少

弯矩。荷载主要通过轴力传到基础。

单一构件拱



组合构件拱



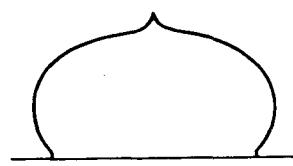
罗马式



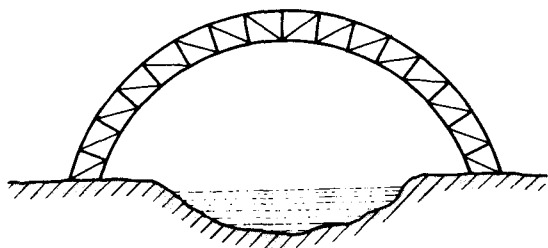
歌特式



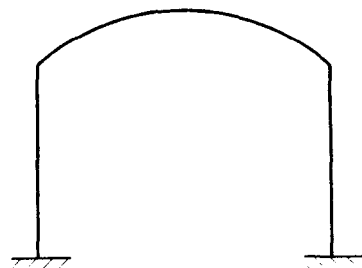
阿拉伯式



钢拱桥



拱形框架

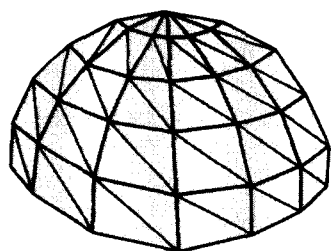


空间结构

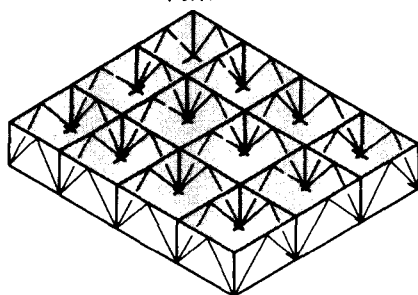
构架整体由同一构件的立体三角为单元构成，在实现三维力学平衡的同时实现整体的刚性，一般称为网架。折板

结构、壳体结构、悬挂结构和膜结构也是立体结构，亦称为空间框架。

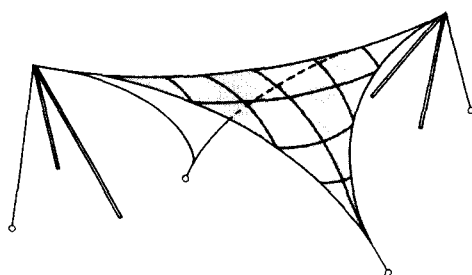
穹顶



网架



悬吊结构



地质

建筑物必须全部建立在良好的支持地基上。如果支持地基浅，在上面设置的基础就叫浅基础；如果支持地基深并在其中打桩，桩上设置的基础就叫桩基础。

地基是地壳的一部分，其年代由下表来表示。大体上，离地表越深的地方，地质年代就越古老。良好的地基是指在建筑物的荷载作用下不发生有害沉降的地质，在大雨或者地震的情况下不发生滑动和崩溃的地质，在地震时砂质土层不发生液化现象的地质等。一般指坚硬平坦的砂砾层、优质黏性土等的洪基层和第三纪以前的古老的沉着地层。冲积层是约1万年前以来堆积而成的最新地基，基本是河流冲刷而来的泥砂，分布

在三角洲、平原以及台地冲沟的表层。虽然和建筑物的规模有关，但冲积层一般不是合适的支持地基。洪基层是100万年以前至冲积层为止堆积的结果，是良好的支持地基，主要包括台地、丘陵，分布在冲击层以下的砂砾层、优质黏土层等，也包括像东京洛姆层那样的洪基层末期的地层。第三纪从100万~7000万年期间，时间漫长，主要是砂岩、页岩、砾岩和凝灰岩等的岩石、是良好的支持地基。但露出地表的风化岩石不适于做支持地基。古生代地层为坚硬的沉积岩，再古老就是花岗石、变成岩等。根据《建筑基本法》（日本）有关地震的条目，地震区域系数 Z 和建筑物与地基的各自的振动周期，决定建筑物的振

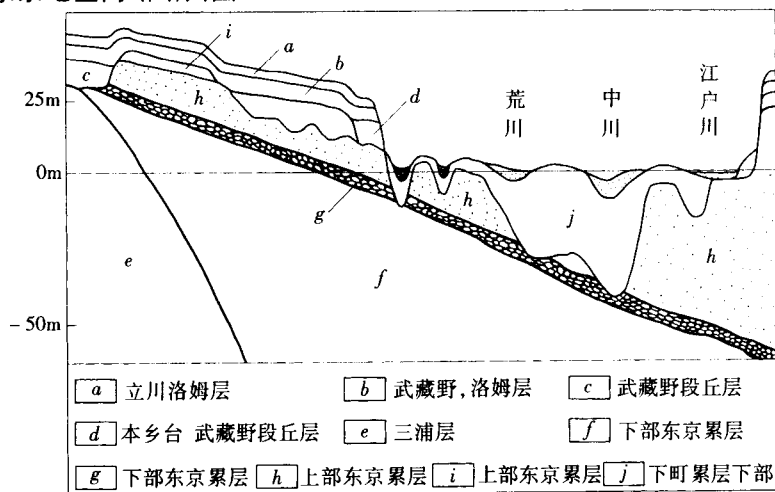
动特性系数 R_i 。建筑和支持地基的关系非常密切，所以要对支持地基进行充分的地质勘察，然后根据其特征选择设计合适的建筑结构。地震区域系数 Z 是根据过去地震的资料数据与预想地震强度的比，在日本各地，从0.7~1.0不等。与决定建筑物的振动特性系数 R_i 有关的支持地基，大体有以下三类。

第1种地基：振动周期最短，是在0.2s以下的坚硬地基。主要是第三纪以前的岩盘和硬质砂砾层等。

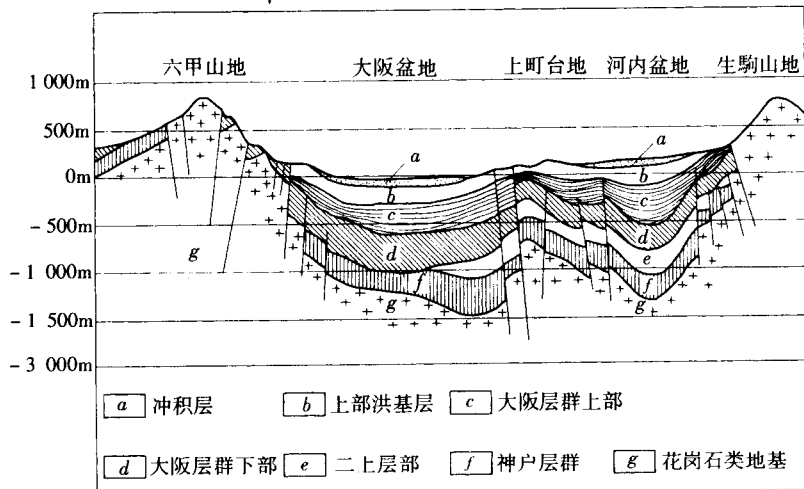
第2种地基：第1种和第3种以外的地基。振动周期在0.2~0.7s。

第3种地基：振动周期最长，是超过0.75s的松弛地基。主要由冲击层构成。厚度约30m以上。

东京地区简略断面图



大阪地区简略断面图



地质时代分区			
1 万年 50 万年 100 万年 1 000 万年 5 000 万年 1 亿年 5 亿年 10 亿年	第四纪	现代	
		冲积世	
		洪基世	四次冰河期
	新第三纪	新第三纪 (造山活动)	
		中新世	
	第三纪		
		古第三纪	
	中生代	中生代 (大陆隆起, 出现山脉, 是热带与寒冷气候生物界的兴衰史)	
	古生代		
		先寒武纪 (水成岩, 地幔活动激烈, 大量熔岩)	

桩

不同施工方法下的桩的特征

①打入桩：即将预制桩在现场打入用地而获得支承力。预制桩包括木桩、钢筋混凝土桩（RC桩）、预应力混凝土桩（PC桩）和钢桩等。在日本，除木桩以外，预制桩为JIS规格制品。从桩获得支承力的方式来看，有从端部获得支承力的端承桩和通过与周围地基的摩擦力来获得支承力的摩擦桩两大类。

优点：在工厂预制，质量有保证。通过打击能量打桩，所以支承力容易计算。工期短。

缺点：打桩时噪声大。打桩时对用地周围有振动影响。

②埋入桩：在用地现场钻孔，然后将桩设置在孔内，最后用水泥砂浆或者水泥浆与周围固结而获得支承力。

是从端部获得支承力还是通过与周围地基的摩擦力来获得支承力，不容易区别。一般如果端部没有支持地基，就算作摩擦桩。

优点：噪声小、无振动。

缺点：支承力小。现场施工质量的影响大。挖掘、灌浆、浇筑、挖掘土运

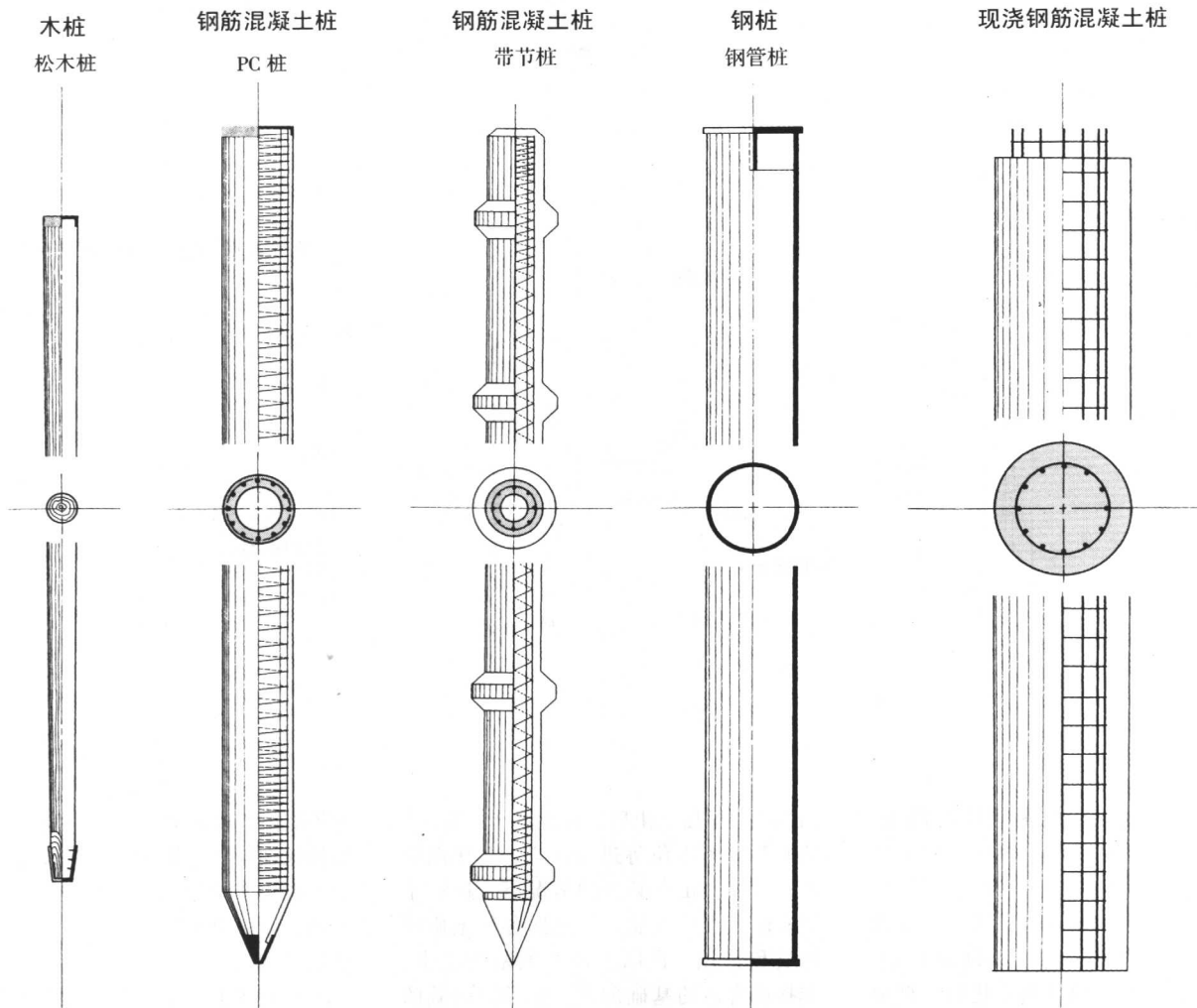
输等设备和车辆等云集现场。工期较长。

③现浇混凝土桩：在用地现场钻孔，然后将钢筋在孔内架设好，最后浇筑混凝土，从端部地基获得支承力，也称为“灌注桩”。其施工方法主要有：贝内特法、钻土法、逆循环法、BH法。

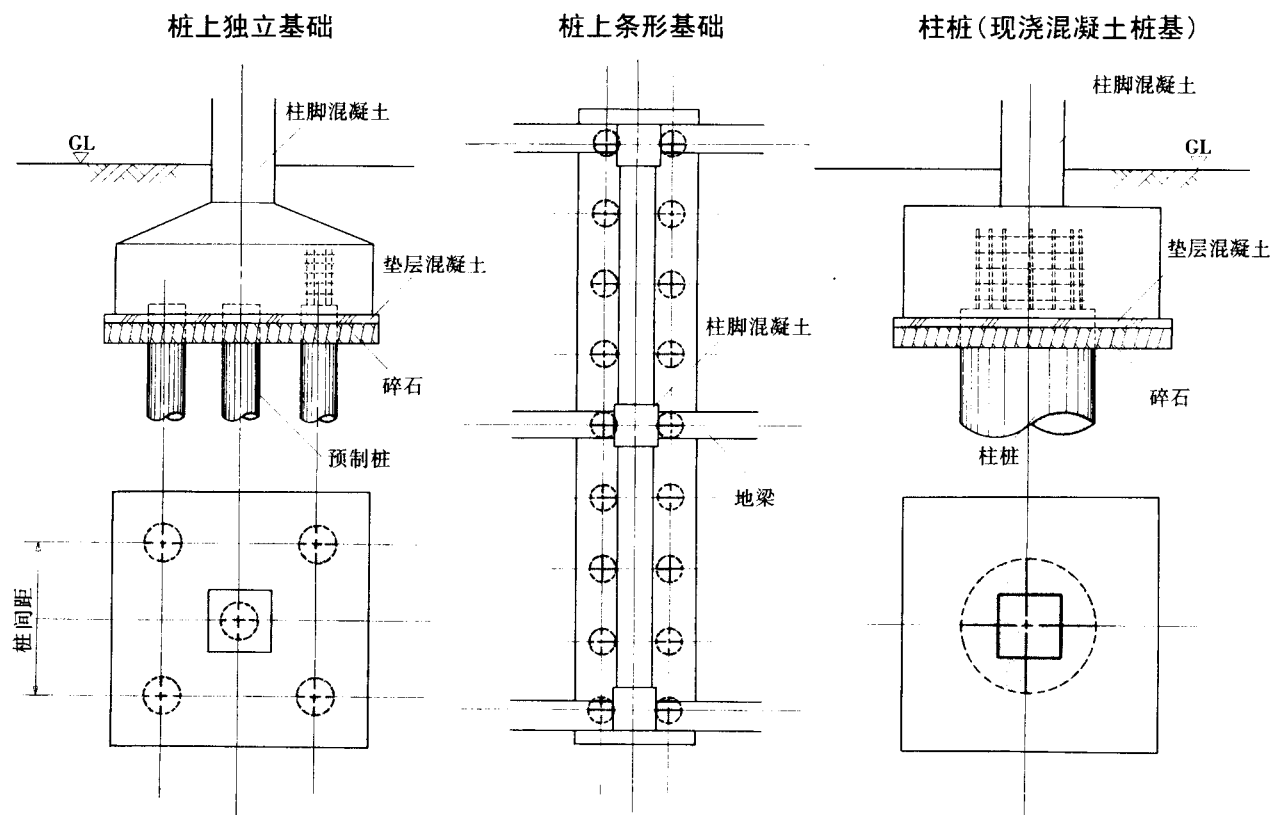
优点：噪声小。无振动。

缺点：现场施工质量对支承力有直接的影响。由于在地下施工，无法目视检查。工期较长。挖掘、水罐、挖掘土运输等设备和车辆等云集现场。

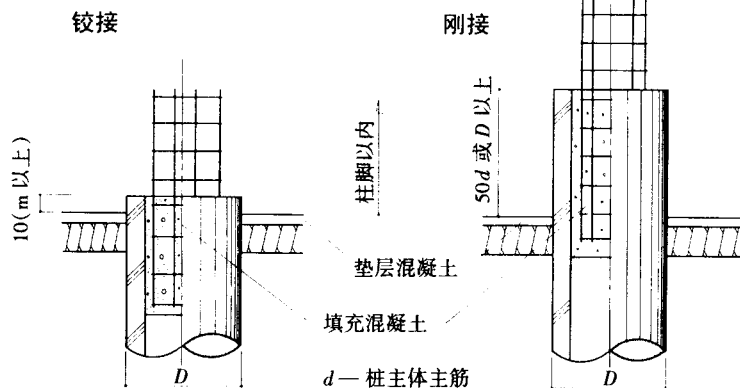
桩的种类



桩基



桩与基础的连接



注: GL——室外地面标高。

桩的设置方法和制造方法分类

设置方法	制造方法	
	打入或埋入	钻孔后设置
预制 ^①	打入桩 ^③	埋入桩
现浇 ^②	柱桩	现浇桩 ^④

①工厂或现场预制。

②现场浇筑。

③统称为桩。

④也称柱桩。

建筑物的基础根据建筑物的用途、规模、周围的环境、地基的性质和工期等条件,从最合适、最佳功能、最安全、最容易施工和最经济的角度进行综合决定。基础的选型首先从地质勘察开始,分概要勘察和详细勘察两步进行。概要勘察对既存的地质图(城市地质图等)上的地质状况,以及近邻建筑的位置、结构、基础状况和施工时应该避免的问题进行调查。详细勘察通过钻孔对地层

的深度、厚度、土质、标准贯入实验(N 值)和地下水位等进行调查,并作成资料。另外,在有必要的情况下,进行土质取样和土质实验,以把握各种土质的性质和特点。在以上调查的基础之上,选择最合适的基础形式。在承担荷载的状态下,基础在抗下沉、倾覆和滑动方面十分安全而且在施工上的确可行是基本条件。为确保上述条件,进一步进行地基荷载实验的做法也有。但基础工程

并不能停留在施工方面的纯技术考虑上,如何处理噪声、振动和交通堵塞等施工公害也是非常重要的。此外,作为基本原则,应避免在同一建筑上采用不同类型的基础。

在大体上,基础分为地基直接支持的“浅基础”和桩上设置的“桩基础”。

浅基础

浅基础的承载力应小于地质勘察或地基荷载实验中得出的地基承载力,不