

钢 骨 钢 筋 混 凝 土 结 构

计 算 标 准 及 解 说

日本建筑学会 著

冯乃谦 叶列平 译
陈延年 石云兴

王迎华 杨 静 校

原 子 能 出 版 社

• 北 京 •

钢 骨 钢 筋 混 凝 土 结 构

计 算 标 准 及 解 说

日本建筑学会 著

冯乃谦 叶列平
陈延年 石云兴 译

王迎华 杨 静 校

原 子 能 出 版 社

• 北 京 •

图字 01-96-0077

图书在版编目(CIP)数据

钢筋钢筋混凝土结构计算标准及解说/日本建筑学会著;

冯乃谦译. —北京:原子能出版社,1996.8

ISBN7-5022-1488-7

I. 钢… I. ①日…②冯… III. 钢筋混凝土结构—计算 N. TU528.571

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 03510 号

内 容 简 介

《钢筋钢筋混凝土结构计算标准及解说》是日本建筑学会从 1951 年开始研究修订至 1987 年的第三版。日本几十位专家,耗费了大量的资财和劳力,经过多次的地震考验和试验的验证,反复修改而成。对于高层、超高层及百层以上的建筑,具有重要的指导意义。是当今具有很大实用性、先进性与科学性的标准。不仅在日本得到了广泛的应用,取得了巨大的社会效益、经济效益,并已译成英文在美国出版,得到了国际的重视与参考应用。

本书对于高层、超高层建筑(或桥梁)的设计、施工等具有重要的参考价值。

鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説

© 日本建筑学会

钢筋钢筋混凝土结构计算标准及解说

冯乃谦等 译

©原子能出版社,1997

原子能出版社出版发行

责任编辑:王裕新

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

北京市文星福利印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/16 印张 21.375 字数 535 千字

1998 年 1 月北京第 1 版 1998 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—1000

定价:60.00 元

第三次修订说明

自 1975 年,本标准第二次修订版出版后的约 10 年间,由于本结构研究资料的逐渐积累,有可能对设计方法进行改进了。由于结构设计形式逐渐多样化,设计标准也要与之相适应。另一方面,由于建筑设计基准方法的修订,在抗震设计中,要求验算水平承载力。以上这些,都使本标准修订的机遇不断成熟。在钢骨钢筋混凝土结构管理委员会(当时的分委会)中,一边广泛征求意见,一边进行修订工作,出版了本标准的第三次修订版。

本修订版的特点是:除了以往的容许应力设计法,增加了水平承载力验算的条款,给出了梁柱节点、连接、柱脚、剪力墙等的具体的设计公式,还包含了钢管混凝土结构,等等。

关于水平承载力,需要说明一下必要水平承载力和极限承载力。必要水平承载力是按“建筑抗震设计中承载力和变形性能”中的建议方法,以及与现行建筑基准法相关法规的其它方法进行计算;极限承载力在本标准解说等部分有完整的计算公式。

对于节点,以往只在说明中给出具体的容许应力公式。在这次修订中,将叠加强度公式推广到极限承载力的计算。为了避免构件承载力曲线方程的繁杂计算,本书中将这部分内容汇总于附 A 到附 E 中。

关于钢管混凝土结构,过去有别的标准,但由于其与一般的钢骨混凝土结构有许多共同点,这次也列入本标准中,为避免繁杂,截面和节点承载力计算等条款汇于其他章节中。

在解说中简洁地阐述了标准的宗旨和条文适用的范围等。此外,为了进一步阐明有关的计算方法,在解说后面列出了计算例题。附录中还给出了钢筋混凝土柱的计算图表。对于钢管混凝土柱,材料强度和截面尺寸参数较少,必要情况下,可根据附 A 到附 E 作图计算。最后给出了小型计算机计算柱的容许承载力和极限承载力相关曲线的计算程序,可用于直接进行截面计算。

本标准的这次修订虽已基本完成,但地震荷载合理的处理方法、荷载、承载力计算中所采用的有关系数等都需今后继续探讨。

1987 年 6 月

日本建筑学会结构委员会
钢骨钢筋混凝土结构管理委员会

钢骨钢筋混凝土结构计算标准的演变

钢骨钢筋混凝土结构,自大正初期用于高层建筑以来,由于当时没有特别的计算规范,设计法是根据设计者的判断进行的。战后的复兴,为制订计算规范,1951年结构标准委员会下设钢骨钢筋混凝土结构分委会开始讨论标准的编制。1958年,出版了《钢骨钢筋混凝土计算标准及其说明》,在这本标准中,最大的特点是在承载力计算方面采用了以容许承载力为基础的叠加强度公式。这个方法至今仍继续沿用。其后,于1963年进行了小小的修订,增加了轻质混凝土。

1968年,在十胜冲地震中,许多钢筋混凝土结构建筑物产生了严重的脆性剪切破坏。因此有必要改进钢骨钢筋混凝土的设计方法。为了改进抗剪设计方法,钢骨钢筋混凝土结构分委会进行了实验研究,并对标准进行了修订,1975年出版了第二次修订版。在这次修订中,对抗剪承载力的计算进行了重大修改,引入了强剪弱弯的计算方法。其后,1978年,宫城县冲地震中,许多钢骨钢筋混凝土高层建筑经受了很大的地震作用,但结构没有遭受特别大的震害,验证了设计标准的可靠性。随后于1980年公布了对建筑基准法施行令进行修订,即从1981年开始必须进行水平承载力的验算,1987年出版了第三次修订版。

关于钢管混凝土结构,由钢骨钢筋混凝土结构分委员会中的钢管混凝土结构分委员会制订标准,1967年出版的《钢管混凝土结构设计规范及说明》中,采用了钢骨钢筋混凝土结构计算标准中的叠加强度设计式。为了使1975年版的钢骨钢筋混凝土计算标准的完整性,在1980年的修订中,引入了矩形钢管,并对长柱的设计也进行了修改。1987年在钢骨钢筋混凝土结构计算标准修订之际,把钢管混凝土结构亦引入了本标准。

1987年6月

日本建筑学会

译者序

《钢筋钢筋混凝土结构计算标准及解说》是日本建筑学会于 1951 年开始讨论编制的,并于 1958 年出版了《钢筋钢筋混凝土结构计算标准及其说明》。此后,在近四十年中,建筑产业发生了很大的飞跃,由普通的多层发展到高层、超高层;至今,百层以上的超高层建筑已不鲜见。在日本的东京、大阪,超高层建筑已是林立。在日本这样多地震的国家,超高层建筑的抗震性与耐久性,成为众所关心的问题。本标准为了适应建筑产业发展的需要,于 1975 年,根据十胜冲地震建筑结构物的破坏情况,以及试验研究的新成果,进行了第二次修订出版。其后,又经受了 1978 年宫城县的地震考验,验证了该标准的可靠性,并于 1987 年第三次修订出版,把钢管混凝土结构也引入了本标准。中文版是根据第三次修订版译成的。

此标准从 1951 年开始研究修订至 1987 年的第三版,日本几十位专家,耗费了大量的资财和劳力,经过多次的地震考验和试验验证,反复修改而成。是当今一本具有很大的实用性、先进性与科学性的标准。不仅在日本得到了广泛的应用,取得了巨大的社会效益、经济效益;并已译成英文在美国出版,得到了国际的重视与参考应用。

我国改革开放以来,建造了大量的高层及超高层建筑,钢筋、钢筋混凝土结构将得到大量的应用。在这种形势下,为了学习与借鉴国外的先进经验与技术,深圳大学建筑设计院傅学怡总工建议翻译此书,并得到了他的大力支持。广东省第四建筑工程公司的黄宗襄副经理,对本书的出版也给予了支持,对此表示衷心感谢。日本的南宏一先生、小林康彦先生,为本书能在中国出版付出了大量的努力和劳动。通过他们的努力,使我们无偿地得到了该书在中国翻译出版的版权。我们表示衷心感谢。

此书可供结构设计工作者、结构研究工作者及高等院校土木与结构专业的师生参考。

由于外语水平及专业水平所限,难免有错,望批评指正。

译者 1997 年 2 月

致 谢

本书在出版过程中得到了下列单位的热情支持,他们为本书的出版提供了极大的帮助。

首先感谢总部设在伦敦的“利活顾问有限公司香港分公司”(Ready Mixed Concrete(H·K) Limited)。它拥有100MPa以上的高性能混凝土成套技术[100MPa(14500p. s. i)High Performance Concrete is not a product. It's a Technology]。它是专为土木工程及建筑界提供独立雇问服务的“英国顾问局”的注册会员,英国三十大工程顾问公司之一。

同时也要感谢河北省宣化市防腐钢管总厂(厂长乔树军先生)、型材分厂(厂长孙福来先生)和北方钢塑管道(焊接、镀锌、涂塑)厂(厂长郭建军先生)。它们拥有国际先进水平的生产线,在完成国家科委重点推广的科技成果的同时,还分出精力对本书的出版给予了极为热情的支持,并表示一定继续优质地生产书中涉及的各种型材,为建筑界同仁提供优质材料。

对他们热心支持,在此一并表示衷心的感谢。

译者 97年2月

制订本标准(1987)有关的委员

——(按五十音图顺序,敬称略)——

结构委员会

委员长 加藤 勉

干事 狩野芳一 岸田英明 平野道胜

委员 (略)

钢骨钢筋混凝土结构管理委员会

主查 若林 实

干事 福知保长 南 宏一

委员 尾崎昌凡 小谷俊介 加藤 勉 金谷 弘

木村 卫 铃木弘之 滝口克己 谷 资信

别所佐登志 富井政英 松井千秋 森田耕次

守谷一彦 立花正彦 森野捷辅 山田 稔

山内泰之 和田 章

钢骨钢筋混凝土结构计算标准修订分委员会

主查 若林 实

干事 福知保长 南 宏一

委员 松井千秋 山内泰之 和田 章

解说原稿执笔人(1987 年版)

1 条	适用范围	山内泰之	若林	实
2 条	结构计算的顺序	山内泰之	若林	实
3 条	符号	福知保长	南	宏一
4 条	钢骨的材质、形状及尺寸	福知保长	若林	实
5 条	钢筋的材质、形状及尺寸	福知保长	若林	实
6 条	混凝土的种类及材质	福知保长	南	宏一
7 条	构造细则	福知保长	若林	实
8 条	适用范围	山内泰之	福知保长	
9 条	荷载、外力及其组合	和田 章	山内泰之	
10 条	材料常数	和田 章	松井千秋	
11 条	构件的刚度评价	和田 章	松井千秋	
12 条	应力及变形的计算	和田 章	福知保长	
13 条	施工时应力	山内泰之	松井千秋	
14 条	容许应力	若林 实	山内泰之	
15 条	基本假定	松井千秋	福知保长	
16 条	梁的受弯计算	松井千秋	福知保长	
17 条	柱受轴向力和弯矩的计算	松井千秋	若林 实	南 宏一
18 条	构件的受剪及受扭计算		南 宏一	若林 实
19 条	钢筋及钢骨的粘结		南 宏一	若林 实
20 条	梁柱节点		南 宏一	松井千秋
21 条	连接		福知保长	南 宏一
22 条	柱脚		福知保长	南 宏一
23 条	基础		福知保长	南 宏一
24 条	板		福知保长	南 宏一
25 条	剪力墙		南 宏一	若林 实
26 条	适用范围	山内泰之	若林	实
27 条	必要水平承载力	山内泰之	南	宏一
28 条	形状特征系数	山内泰之	南	宏一
29 条	结构特征系数	山内泰之	南	宏一
30 条	基本假定	山内泰之	南	宏一
31 条	材料强度	山内泰之	南	宏一
32 条	构件的极限抗弯承载力	松井千秋	若林	实
33 条	构件的极限抗剪承载力	南 宏一	若林	实
34 条	梁柱节点的极限抗剪承载力	南 宏一	松井千秋	
35 条	连接的极限承载力	福知保长	南	宏一
36 条	柱脚的极限承载力	福知保长	南	宏一
37 条	剪力墙的极限承载力	南 宏一	若林	实

目 录

第1章 总 则	正文页码	解说页码
1 条 适用范围	3	55
2 条 结构计算的顺序	3	56
3 条 符号	3	56
第2章 材 料		
4 条 钢骨的材质、形状及尺寸	4	58
5 条 钢筋的材质、形状及尺寸	5	59
6 条 混凝土的种类及材质	5	59
第3章 构造细则		
7 条 构造细则	5	61
第4章 容许应力设计法		
1 节 总 则	7	
8 条 适用范围	7	70
9 条 荷载、外力及其组合	7	70
10 条 材料常数	8	70
11 条 构件的刚度评价	8	70
12 条 应力及变形的计算	8	71
13 条 施工时应力	8	72
14 条 容许应力	8	73
2 节 结构各部分的计算	11	
15 条 基本假定	11	75
16 条 梁的受弯计算	11	76
17 条 柱受轴向力和弯矩的计算	12	79
18 条 构件的受剪及受扭计算	14	89
19 条 钢筋及钢骨的粘结	17	97
20 条 梁柱节点	17	97
21 条 连 接	18	102
22 条 柱 脚	19	108
23 条 基 础	20	113
24 条 板	20	113
25 条 剪力墙	21	113
第5章 水平承载力的验算		
1 节 总 则	22	
26 条 适用范围	22	123
2 节 必要水平承载力计算	22	
27 条 必要水平承载力	22	123
28 条 形状特征系数	22	123
29 条 结构特征系数	22	123
3 节 构件及节点的极限承载力计算	22	

30 条	基本假定	22	124
31 条	材料强度	23	124
32 条	构件的极限抗弯承载力	23	124
33 条	构件的极限抗剪承载力	24	128
34 条	梁柱节点的极限抗剪承载力	24	133
35 条	连接的极限承载力	24	133
36 条	柱脚的极限承载力	25	133
37 条	剪力墙的极限承载力	25	137
4 节	水平承载力计算	26	
38 条	基本事项	26	138
第 6 章 钢管混凝土结构设计			
1 节	总则	27	
39 条	适用范围	27	141
2 节	容许应力设计法	27	
40 条	柱受轴向力和弯矩的计算	27	141
41 条	构件的受剪计算	29	150
42 条	钢管与混凝土的粘结	30	153
43 条	梁柱节点	30	155
44 条	柱 脚	30	158
3 节	水平承载力的验算	30	
45 条	构件的极限抗弯承载力	30	158
46 条	构件的极限抗剪承载力	31	159
47 条	梁柱节点的极限抗剪承载力	31	161
附 A.	柱脚的容许承载力	32	
附 B.	构件的极限抗弯承载力	33	
附 C.	剪力墙的极限抗弯承载力	36	
附 D.	钢管混凝土的容许弯矩	37	
附 E.	中空对称混凝土截面的极限抗弯承载力	38	
附 F.	符 号	39	

附 录

附 1	计算例题	165
计算例 1	[16 条 梁的受弯计算]	165
计算例 2~8	[17 条 受轴向力和弯矩的计算]	166
计算例 9,10	[18 条 构件的受剪和受扭计算]	175
计算例 11	[20 条 梁柱节点计算]	180
计算例 12~14	[21 条 连接]	182
计算例 15,16	[22 条 柱脚]	188
计算例 17,18	[25 条 剪力墙]	192
计算例 19,20	[32 条 构件的极限抗弯承载力]	196
计算例 21	[33 条 构件的极限抗剪承载力]	198
计算例 22	[34 条 梁柱节点的极限抗剪承载力]	200
计算例 23	[34 条 连接的极限承载力]	200
计算例 24,25	[36 条 柱脚的极限承载力]	201

计算例 26,27	[37 条 剪力墙的极限承载力]	204
计算例 28~32	[40 条 受轴向力和弯矩的计算]	207
计算例 33	[41 条 构件的受剪计算]	213
计算例 34	[42 条 钢管与混凝土的粘结]	217
计算例 35	[43 条 梁柱节点]	219
计算例 36	[45 条 构件的极限抗弯承载力]	220
计算例 37	[46 条 构件的极限抗剪承载力]	222
计算例 38	[47 条 梁柱节点的极限抗剪承载力]	224
附 2 钢筋混凝土截面计算图表		225
1. 矩形截面		225
2. 具有圆形空心的正方形截面		243
3. 具有正方形空心的正方形截面		259
4. 充填混凝土截面的抗弯承载力		275
5. 有空心无筋混凝土截面的极限抗弯承载力		276
附 3 钢骨钢筋混凝土截面承载力相关曲线的求解程序		277

钢 骨 钢 筋 混 凝 土 结 构

计 算 标 准

第 1 章 总 则

1 条 适用范围

本标准适用于一般钢骨钢筋混凝土结构物及钢管混凝土结构物的结构计算。但是,根据特别的调查研究进行设计时,可不受本标准的限制。

2 条 结构计算的顺序

1. 结构计算根据容许应力设计法进行。同时,根据建筑物的规模或形状,还必须验算地震荷载作用时的层间变形角,结构的刚性率^①和偏心率^②,以及水平承载力。另外,根据需要,还要核算构件的变形和振动,以保证不影响建筑物的正常使用。

2. 在容许应力设计法中,根据荷载和外力计算应力,由应力组合,求出在构件上产生的长期应力和短期应力,其值不应超过构件的容许应力。

3. 在验算结构水平承载力时,必须要保证各层的水平承载力大于必要水平承载力。

3 条 符 号

本标准主要符号如下:

A : 全截面面积(cm^2)
 a : 部分截面面积(cm^2)
 B : T形截面宽度(cm)
 b : 构件宽度(cm)
 D : 构件高度、直径(cm)
 d : 部分的高度(cm)
 E : 弹性模量(kg/cm^2)
 F : 承载力或强度(kg/cm^2)
 f : 容许应力(kg/cm^2)
 h : 高度(cm)
 I : 截面二次矩(cm^4)
 j : 应力中心间的距离(cm)
 l : 长度、跨度(cm)
 M : 弯矩($\text{kg} \cdot \text{cm}$)
 N : 轴力,受压为正(kg)
 n : 弹性模量比
 P : 集中力(kg)
 p : 配筋率或钢骨含钢率
 Q : 剪力(kg)

R : 框架构件的抗剪承载力(kg)
 r : 降低系数
 S : 截面一次矩(cm^3)
 T : 拉力(kg)
 t : 板厚(cm)
 V : 体积(cm^3)
 x : 距离或间距(cm)
 Y : 屈强比
 Z : 截面抵抗矩(cm^3)
 α : 由剪跨比 $M/Q \cdot d$ 确定的系数
 β : 修正系数
 γ : 单位容重(t/m^3),配箍率
 δ : 比例增加系数
 η : 高宽比
 θ : 角度
 μ : 限制系数
 ν : 安全系数
 σ : 法向应力(kg/cm^2)
 τ : 剪切应力(kg/cm^2)
 ϕ : 钢筋周长(cm)

① 刚性率是反映层刚度变化程度的指标, $R_s = \frac{r_s}{\bar{r}_s}$, r_s 为层间变形角的倒数, $\bar{r}_s$ 为各层 r_s 的平均值。

② 偏心率是反映结构刚度中心与质量中心偏心程度的指标。

此外,表示主要材料或部分的下标符号规定如下:

- c:混凝土的或混凝土部分的
- m:主筋的或主筋部分的
- r:钢筋混凝土部分的
- s:钢材的或钢骨部分的
- w:腹筋或箍筋的

第 2 章 材 料

4 条 钢骨的材质、形状及尺寸

1. 钢骨材料的材质,除特殊情况下,规格如表 1 所示。

表 1 钢骨材料的材质规格

编 号	名 称
JIS G 3101	一般结构用轧制钢材 SS 41、SS 50
JIS G 3106	焊接结构用轧制钢材 SM 41A、B、C,SM 50A、B、C,SM 50YA、YB,SM 53B、C
JIS G 3114	焊接结构用耐候性热轧钢材 SMA 41、SMA 50
JIS G 3444	一般结构用碳钢钢管 STK 41、STK 50
JIS G 3466	一般结构用矩形钢管 STKR 41、STKR 50
JIS G 5201	焊接结构用离心铸钢管 SCW 50-CF、SCW 53-CF
JIS B 1186	摩擦连接用高强六角螺母、六角螺栓、平座套
JIS Z 3211	软钢用覆盖电弧焊接棒
JIS Z 3212	高拉力钢用覆盖电弧焊接棒
JIS Z 3311	钢埋弧焊材料
JIS G 5101	碳钢铸钢制品
JIS G 3201	碳钢锻钢制品

(注)除 STK 41, STK 50, STKR 41, STKR 50 及 SCW 50-CF 以外,用本表中 SM 41,SMA 41,SM 50,SM 50Y 及 SMA 50 钢材制作钢管的时候,采用电弧焊接、电阻焊接方法接头,这时要注意避免因过度的塑性加工而损坏其性能。

2. 钢骨材料的形状及尺寸,除特殊情况外,规格如表 2 所示。

表 2 钢骨材料的形状、尺寸标准

编 号	名 称
JIS G 3192	热轧型钢的形状、尺寸、重量及其容许误差
JIS G 3193	热轧钢板及带钢的形状、尺寸、重量及其容许误差
JIS G 3194	热轧钢板的形状、尺寸、重量及其容许误差
JIS G 3191	热轧圆钢及其螺旋形状、尺寸、重量及其容许误差
JIS G 3444	一般结构用碳钢钢管
JIS G 3466	一般结构用矩形钢管
JIS B 1186	摩擦连接用高强六角螺母、六角螺栓、平座套
JIS B 1180	六角螺母
JIS B 1181	六角螺栓

5 条 钢筋的材质、形状及尺寸

除特殊场合外,按 JIS G 3112(钢筋混凝土用钢筋)和 JIS G 3117(钢筋混凝土用再生钢筋)规格采用。最小屈服点的规定值大于 30kg/mm² 的钢筋,用于表 3 所列相应强度的混凝土。

表 3 钢筋和混凝土的组合

钢筋的种类	混凝土设计基准强度(kg/cm ²)
SR 30,SD 30A,SD 30B SRR 40,焊接金属网	150 以上
SD 35,SD 40	180 以上

6 条 混凝土的种类及材质

1. 混凝土根据所用骨料的不同分类,如表 4 所示。

表 4 混凝土的种类、设计基准强度及其气干单位容重

混凝土的种类	使用骨料		设计基准强度	气干单位容重
	粗骨料 ⁽¹⁾	细骨料 ⁽²⁾	(kg/cm ²)	(t/m ³)
普通混凝土	卵石、碎石、破碎高炉矿渣、碎石	砂、碎石砂、高炉矿渣砂	150	作为标准 2.2~2.4
			180	
			210	
			225	
			240	
轻质混凝土	第一种	人工轻质骨料 砂、碎石砂、高炉矿渣砂	150	1.7~2.0
			180	
			210	
			225	
	第二种	人工轻质细骨料或以部分砂、碎石砂、高炉矿渣砂来代替的细骨料	150	1.4~1.7
			180	
			210	
			225	

(注) (1)卵石、碎石及高炉矿渣碎石,包括这些粗骨料混合使用的情况。
(2)砂、碎石砂及高炉矿渣砂包括这些细骨料混合使用的情况。

2. 关于混凝土的材质,根据 JASS 5(钢筋混凝土施工)2 节确定。

第 3 章 构造细则

7 条 构造细则

1. 主 筋

(1)主筋为光圆钢筋时,直径不小于 13mm;为变形钢筋时,直径不小于 D 13。

(2)主筋间净间距不小于粗骨料的最大粒径的 1.25 倍,且不小于 25mm,而且不小于光圆钢筋直径或变形钢筋名义直径的 1.5 倍。主筋与轴向钢骨的间距不小于 25mm,且不小于粗骨料最大粒径 1.25 倍。

2. 箍筋

(1)箍筋采用光圆钢筋时,直径不小于 9mm,采用变形钢筋时,直径不小于 D 10。

(2)箍筋的间距按以下规定:

(i)梁中箍筋用直径 9mm 的光圆钢筋或 D 10 的变形钢筋时,间距不大于梁高的 1/2 以下,且不大于 25cm。但采用比上述直径更大的钢筋时,可适当增大间距,但不能超过梁高的 1/2 及