

〔苏联〕K·B·薩赫諾夫斯基 著

钢筋混凝土结构学

上册

中国工业出版社

~~X2~~
~~13.1~~ TU3/33.1

鋼筋混凝土結構學

上 冊

〔苏联〕K·B·薩赫諾夫斯基 著

哈爾濱建築工程學院 天津大學
華南工學院 同濟大學 合譯

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

中 国 工 业 出 版 社

本书是根据苏联 К. В. Сахновский 著 “Железобетонные конструкции” (钢筋混凝土结构学) 一书第八版修订本译出, 原书系苏联高等学校工业与民用建筑专业的教科书。

本书中译本分上下册出版。上册主要叙述钢筋混凝土结构的材料性能等一般问题, 以及各类基本构件的构造和计算方法, 包括装配式的、整体式的及装配整体式的, 也包括预应力的结构。下册主要讨论工业与民用建筑中广泛采用的钢筋混凝土结构和构筑物的设计问题, 也讨论了地震区房屋结构设计的特点和钢筋混凝土结构加固方法。

书中所述的计算方法和计算例题, 是根据苏联 “混凝土及钢筋混凝土结构设计标准及技术规范” (НСТУ123-55) 和 “预应力钢筋混凝土结构设计规程” (СН10-57) 编制的。

本书可供高等院校土建专业师生以及一般土建工程技术人员参考。

本书由天津大学、华南工学院、同济大学及哈尔滨建筑工程学院四校的钢筋混凝土结构课的教师分工翻译, 由哈尔滨建筑工程学院工程结构教研室负责总校订。

К. В. Сахновский

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

ГОССТРОЙИЗДАТ МОСКВА 1959

钢筋混凝土结构学

上册

哈尔滨建筑工程学院 天津大学 合译
华南工学院 同济大学

建筑工程部图书编辑部编辑(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $19^{1/2}$ ·字数430,000

1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷

印数0001—9,470·定价(科五)2.20元

统一书号: 15165·3520(建工-416)

第八版序言

近年来在我国钢筋混凝土建筑领域中发生了巨大的变化——采用了按极限状态的新计算方法，普遍地推广了装配式结构及工业化的施工方法——高等建筑工程院校中“钢筋混凝土结构”课程的教学内容也有了显著的改变。因而要求重新改编这门课程的教材。

新编教材的特点，首先是装配式结构不作为单独的一章放在书的末尾，而是贯穿于整个课程之中，逐次地在研究单独构件和房屋及构筑物结构时叙述；其次，是将在建筑中作用愈来愈大的预应力结构（构造原则及计算原理部分）从书的下篇移到上篇，紧接在普通钢筋混凝土构件之后。

鉴于现代钢筋混凝土结构式样繁多，故在本书上篇的开头（第二章）即阐述了这些结构的详细分类及各种型式的初步概念。实质上就是研究钢筋混凝土结构的序言。

虽然我国采用的结构计算基本方法是按极限状态的计算方法，但是向大学生介绍其他计算方法还不是完全没有必要的，其中有：按容许应力的计算方法及按破损阶段的计算方法，以及考虑材料的弹塑性质的计算方法（在计算变形时）。对按极限状态计算普通构件和预应力构件的方法，则作详尽的叙述，并按现行的标准、技术规范和规程示例予以巩固。

书的下篇在内容编排上，与本书前几版的下篇大不相同。房屋及专用构筑物的结构——装配式结构、整体式结构及装配整体式结构、普通结构及预应力结构，不象以前那样分散在各章中，而是合在一起，也可以说是综合地按结构型式叙述。例如，楼盖结构或单层房屋结构——装配式的、整体式的及预应力的——是平行地叙述的。

这样的叙述次序能够帮助学生比较容易地掌握所学的内容，并且能熟知现代各式钢筋混凝土结构，而能在设计时正确地去选择。

叙述现代钢筋混凝土结构设计的一般原则这一章，是放在研究这些结构各章之前。在这一章内涉及了结构方案及构件的定型化和统一化问题，以及考虑结构工业化要求的設計方法。

本书十分详细地介绍了在最近经苏联部长会议国家建设委员会批准作为标准结构的，并且已经在苏联得到大量推广的各种型式结构。

同时还列举了一些在国外已经推广，并且有一定用途的结构。

本书特别注意到通常皆为预应力的大跨度装配式结构及装配整体式结构（梁、桁架、薄壳等），由于这些结构节约了大量的金属，因而愈来愈多地代替了钢结构。

在全书中贯穿了关于采用各种型式钢筋混凝土结构的经济问题，并且提出了一些技术经济指标。

在编写本书时，除了利用一些国内外出版的资料外，还利用了一些我国主要科学机关及设计机关——苏联建筑科学院所属的各研究所（混凝土及钢筋混凝土科学研究所，

中央建筑結構科学研究所等)、苏联建造部全苏建筑科学研究所、苏联国立标准及技术研究
所、苏联工业建筑設計院、列宁格勒工业建筑設計院、列宁格勒設計院、交通部全苏建
筑运输建筑科学研究所、苏联国立火力发电站設計院、苏联建筑設計总局特种建筑結構設
計室、苏联国立冶金工厂設計院、全苏鋼筋混凝土制品及非金属矿物科学研究所、苏联国
立水解工厂設計院等的著作, 以及鋼筋混凝土构件工厂及其他施工单位的实际經驗。

著 者

主要符号

1. 一般符号

- l —— 构件长度, 跨度;
 h —— 截面总高度;
 h_0 —— 截面有效高度;
 h_n —— 当构件按强度计算时, 位于受压区域的T形或工字形截面的翼板厚度(高度); 而当构件按刚度计算时, 则指位于受拉区域的T形或工字形截面的翼板厚度;
 h'_n —— 当构件按刚度计算时, 位于受压区域的T形或工字形截面的翼板厚度;
 b —— 方形截面的边长, 矩形截面的宽度或T形截面的肋宽;
 b_n —— 当构件按强度计算时, 位于受压区域的T形或工字形截面的翼板宽; 而当构件按刚度计算时, 则指位于受拉区域的T形或工字形截面的翼板宽度;
 b'_n —— 当构件按刚度计算时, 位于受压区域的T形或工字形截面的翼板宽度;
 d —— 圆形截面的直径; 钢筋直径;
 d_n —— 配有螺旋钢筋的构件的核心直径;
 d_c —— 螺旋钢筋直径;
 x —— 按强度计算时, 截面受压区域的高度;
 x_c —— 按刚度计算时, 混凝土受压区域的平均高度;
 ξ —— 混凝土受压区域的相对高度 ($\xi = \frac{x}{h_0}$);
 ξ_c —— 混凝土受压区域的平均相对高度 ($\xi = \frac{x_c}{h_0}$);

- z —— 内力偶的力臂;
 s —— 螺距;
 a_x —— 钢箍间距;
 F_θ —— 混凝土受压区域的面积;
 F_{np} —— 横截面的折算面积;
 F_n —— 核心的截面面积;
 F_a —— 纵向钢筋的截面面积, 在受弯构件中为受拉钢筋的截面面积; 在偏心受压构件中为距外力 N 较远一边的钢筋截面面积; 在偏心受拉构件中为靠近外力 N 一边钢筋截面面积; 在中心受压或中心受拉构件中为全部钢筋截面面积;
 F'_a —— 纵向钢筋的截面面积, 在受弯构件中为受压钢筋的截面面积; 在偏心受压构件中为靠近外力 N 一边的钢筋截面面积; 在偏心受拉构件中为距外力 N 较远一边的钢筋截面面积;
 F_0 —— 配置在与构件轴线斜交的一个平面内的全部弯折钢筋截面面积;
 F_x —— 配置在与构件轴线正交的一个平面内的箍筋各肢的全部截面面积;
 f_c, f_x, f_n —— 当构件按受扭计算时, 相应地为螺旋钢筋每一单肢截面面积, 附加箍筋每一单肢截面面积, 及附加纵向钢筋每一根的钢筋截面面积;
 a, a' —— 钢筋 F_a, F'_a 的重心到最近的截面边缘的距离;
 e, e' —— 纵向外力 N 相应地对钢筋 F_a, F'_a 重心的偏心距;
 e_0 —— 纵向外力 N 对截面几何轴线的偏心距;
 S_0, S'_0 —— 混凝土全部受力横截面面积(除去保护层)相应地对钢筋 F_a, F'_a 重心的静力矩;

S_{σ} ——混凝土受压区域截面面积对钢筋 F_a 重心的静力矩;
 $S_{\sigma N}$ ——混凝土受压区域截面面积对外力 N 作用点的静力矩;
 S_a ——全部钢筋的截面面积对钢筋 F_a 重心的静力矩;
 S'_a ——全部钢筋的截面面积对钢筋 F'_a 重心的静力矩;
 N^u 及 N ——标准纵向力及计算纵向力;
 M^u 及 M ——标准弯矩及计算弯矩;
 M_{kp} ——计算扭矩;
 Q ——计算剪力;
 R_{np} ——混凝土受压时的计算强度 (棱柱强度);
 R_u ——混凝土弯曲时的受压计算强度;
 R_p ——混凝土受拉时的计算强度;
 E^u_{σ} 及 E_{σ} ——混凝土受压时的标准弹性模量及计算弹性模量;
 E^u_a 及 E_a ——钢筋的标准弹性模量及计算弹性模量;
 n ——钢筋的弹性模量与混凝土受压时的弹性模量的比值;
 σ_a ——当构件按刚度及按裂缝展开计算时钢筋内的应力;
 μ 及 μ' ——配筋系数 ($\mu = \frac{F_a}{bh_0}$ 及 $\mu' = \frac{F'_a}{bh_0}$);
 $\mu\%$ 及 $\mu'\%$ ——配筋率 ($\mu\% = \mu \cdot 100$ 及 $\mu'\% = \mu' \cdot 100$);
 α ——受弯构件在短期荷载下计算刚度时的截面特征系数 ($\alpha = 3 \frac{F_a}{bh_0} \cdot \frac{E_a}{E_{\sigma}}$);
 ψ ——当构件按刚度计算时考虑裂缝间受拉混凝土工作的系数;
 q^u ——全部标准均布荷载 ($q^H = g^H + p^H$);
 g^u ——长期作用的均布标准荷载;
 p^u ——短期作用的均布标准荷载;
 ϕ ——荷载长期作用时刚度的降低系数;

B_{kp} ——全部标准荷载短期作用时受弯构件的刚度;
 B ——荷载长期作用时受弯构件的刚度;
 f_{kp} ——全部标准荷载短期作用时受弯构件的挠度;
 f ——荷载长期作用时受弯构件的挠度;
 l_T ——裂缝间距;
 a_T ——裂缝展开的宽度。

2. 用于预应力结构的附加符号

M^u_{σ} ——所检查的截面一边的外力对截面核心点的力矩;
 M^u_{σ} ——同上, 对假定核心点的力矩;
 N_0, N_u ——相应为在混凝土预压以前及预压以后, 预应力钢筋 F_H, F'_H 和非预应力钢筋 F_a, F'_a 的合力;
 $M^u_{\sigma\sigma}$ ——截面预压力对核心点的力矩;
 $M^u_{\sigma\sigma}$ ——截面预压力对假定核心点的力矩;
 $R^u_{np}, R_{np,y}$ ——混凝土抗压标准强度和设计计算强度 (极限强度);
 $R^u_u, R_{u,y}$ ——混凝土弯曲时受压标准强度和设计计算强度;
 $R^u_p, R_{p,y}$ ——混凝土抗拉标准强度和设计计算强度;
 $R^u_u, R_{u,y}$ ——预应力钢筋的标准强度和设计计算强度 (强度极限或流限);
 $R^u_a, R_{a,y}$ ——非预应力钢筋的标准强度和设计计算强度 (流限);
 F_u, F_a ——相应为预应力纵向钢筋和非预应力纵向钢筋的截面面积; 在中心受压及中心受拉构件中为全部钢筋的截面面积; 在受弯、偏心受压及偏心受拉构件中为位于混凝土受较大预压区域的受拉钢筋截面面积;
 F'_u, F'_a ——在受弯、偏心受压及偏心受拉构件中位于混凝土受较小预压区域的预应力和非预应力纵向钢筋截面面积;

- $F_{n \cdot x}, F_{a \cdot x}$ ——位于与构件轴线相垂直的一个平面中全部预应力和非预应力纵向钢筋（钢丝束、钢丝、箍筋的全部肢数）的截面面积；
- $F_{n \cdot o}, F_{a \cdot o}$ ——位于与构件轴线相倾斜的一个平面上全部预应力和非预应力斜钢筋（曲线形钢丝束、弯折钢筋等）的截面面积；
- $F_{y \mu}$ ——截面受拉部分加宽的面积；
- $F_{\delta \cdot n}, J_{\delta \cdot n}, r_{\delta \cdot n}$ ——考虑到钢筋 F_n, F'_n, F_a, F'_a 的构件折算截面的面积、惯性矩和惯性半径；
- W_o, W_δ ——相应为不考虑和考虑受拉区域混凝土塑性的构件折算截面对受拉边缘纤维的抵抗矩；
- r_x, r_y ——从构件折算截面重心到截面最远核心点的距离、该值相应地根据 W_o 和 W_δ 得 $\left(r_x = \frac{W_o}{F_{\delta \cdot n}}; r_y = \frac{W_\delta}{F_{\delta \cdot n}} \right)$ ；
- y_n, y'_n ——相应为钢筋 F_n 和 F'_n 的重心到构件折算截面 $F_{\delta \cdot n}$ 重心的距离；
- σ_o, σ'_o ——在混凝土预压前或在预应力钢筋水平面上的混凝土，由于受预压及受实际的或假定的外力而到达零应力时，相应为钢筋 F_n 和 F'_n 中的应力；
- 1) 在预应力损失出现以前，为钢筋在台座上张拉时的控制应力 (σ_o, σ'_o) ；
 - 2) 在混凝土预压前的预应力损失出现以后 $(\sigma_{o1}, \sigma'_{o1})$ ；
 - 3) 在全部预应力损失出现以后 $(\sigma_{o2}, \sigma'_{o2})$ ；
- σ_n ——在钢筋 F_n 和 F'_n 中预应力损失；
- 1) 发生在混凝土预压完毕以前 (σ_{n1}) ；
 - 2) 发生在混凝土预压完毕以后 (σ_{n2}) ；
 - 3) 总和（全部损失） $(\sigma_{n1} + \sigma_{n2})$ ；

- 4) 在混凝土预压阶段和混凝土到达抗压设计计算强度阶段，当验算构件强度时，在受压区钢筋中预应力的降低数值 (σ_{n3}) ；
- σ_n, σ'_n ——在混凝土预压完毕时，相应为在钢筋 F_n 和 F'_n 中的预应力 $(\sigma_n = \sigma_o - n\sigma_\delta; \sigma'_n = \sigma'_o - n\sigma'_\delta)$ ；
- 1) 在预应力损失出现以前，钢筋在混凝土上张拉时的控制应力 (σ_n, σ'_n) ；
 - 2) 在混凝土预压前的预应力损失出现以后 $(\sigma_{n1}, \sigma'_{n1})$ ；
 - 3) 在全部预应力损失出现以后——建立的预应力 $(\sigma_{n2}, \sigma'_{n2})$ ；
- σ_a, σ'_a ——在非预应力钢筋水平面上的混凝土，受预压及受实际的或假定的外力而到达零应力时，由于混凝土收缩和蠕变而引起的相应为非预应力钢筋 F_a 和 F'_a 中的应力；
- σ'_c ——在混凝土受压破坏的构件的极限状态下，验算强度时钢筋 F'_n 中的应力；
- σ_δ ——当混凝土预压完毕时，在构件法向截面任何纤维中混凝土的预应力；
- 1) 在预应力损失出现以前 (σ_δ) ；
 - 2) 在混凝土预压前的预应力损失出现以后 $(\sigma_{\delta 1})$ ；
 - 3) 在全部损失出现以后（建立的预应力） $(\sigma_{\delta 2})$ ；
- B_{1kp}, B_1 ——在截面受拉边缘混凝土的预压力为外荷载抵消前，相应为在荷载短期和长期作用下预应力构件的刚度；
- B_{okp}, B_o ——工作在使用阶段时，在受拉区混凝土没有裂缝的情况下，相应为在荷载短期和长期作用下预应力构件的刚度；
- B_{kp}, B ——工作在使用阶段时，在受拉区混凝土有裂缝的情况下，相应为在荷载短期和长期作用下预应力构

件的刚度。

鋼筋品种的符号

1. 热轧圆鋼 (ГОСТ380-51及 ГОСТ2590-51) ——沒有专门的符号。

2. 鋼号为Cт.5的热轧规律变截面鋼筋 (ГОСТ 5781-53) ——П。

3. 鋼号为25Г2С的热轧规律变截面鋼筋 (ГОСТ 7314-55及 ЧМТУ4995-55) ——ПЛ。

4. 用于預应力结构的鋼号为30 ХГ2С的低合金热轧规律变截面鋼筋 (ЧМТУ5342-55) ——ПВ。

5. 冷轧规律变截面鋼筋 (ГОСТ6234-52) ——ПС。

6. 冷拔低碳光面圆鋼絲 (ГОСТ6727-53) ——Г。

7. 用于預应力结构的冷拔炭素 (高强) 圆鋼絲 (ГОСТ7348-55) ——ТВ。

8. 用于預应力结构的冷拔炭素 (高强) 规律变截面鋼絲 (ЧМТУ4987-55) ——ТП。

9. 用于預应力结构的由几股冷拔炭素 (高强) 圆鋼絲捻成的鋼絞线——ТС。

10. 鋼号为Cт.0、Cт.3的经过冷拉的热轧圆鋼 ——К。

11. 鋼号为Cт.5的经过冷拉的热轧规律变截面鋼筋 ——КП。

12. 鋼号为25Г2С的经过冷拉的热轧低碳规律变截面鋼筋 ——КП。

鋼筋品种的符号写在表示直径 (截面编号) 的数字后面, 例如5φ16 (第一条)、5φ16П (第二条), 5φ16ПЛ (第三条)、5φ16ПВ (第四条) 等等。

目 录

第八版序言

主要符号

上篇 钢筋混凝土结构的构件

第一章 混凝土、鋼及钢筋混凝土的主要物理力学性能	1
§ 1 混凝土——钢筋混凝土的組成部分	1
1. 混凝土立方强度和混凝土标号	1
2. 混凝土的受压棱柱强度；混凝土龄期的影响	2
3. 混凝土的受拉强度	4
4. 混凝土的受純剪及受切强度	5
5. 混凝土的受弯强度；应力图形	6
6. 混凝土的局部受压（挤压）强度	7
7. 在荷载下混凝土的变形。混凝土的弹塑性能。受压及受拉时的极限变形	7
8. 混凝土的弹性模量	9
9. 混凝土的收縮	11
10. 混凝土的蠕变	12
11. 关于混凝土的构造和强度理論	15
§ 2 鋼筋	16
1. 鋼筋的作用	16
2. 鋼的力学性能。硬化現象	17
3. 柔性鋼筋的型式	18
4. 焊接网及平面骨架	21
5. 承重鋼筋	25
6. 鋼筋的錨固、弯折及接头	26
§ 3 混凝土与鋼筋的結合	29
1. 鋼筋与混凝土的粘着力	29
2. 鋼筋混凝土結構內混凝土的收縮	31
3. 鋼筋混凝土結構中混凝土的蠕变	33
4. 高温对混凝土及鋼筋混凝土的影响	34
5. 混凝土和鋼筋的腐蚀及其防护方法	34
第二章 钢筋混凝土结构的主要类型	37
§ 4 分类	37
§ 5 結構按照应力状态分类的最简单的类型	38
§ 6 結構按照制造方法及材料种类划分的各种类型	42
1. 按制造方法分类	42

2. 按钢筋种类分类	46
3. 按混凝土种类分类	47
第三章 钢筋混凝土结构现有各种计算方法的原理	50
§ 7 计算方法的发展情况及试验研究在制定这些方法中的作用	50
§ 8 受弯时应力状态的工作阶段	51
§ 9 按容许应力计算法的原理	52
1. 概说	52
2. 平面假设, 虎克定律和应力的计算图形	52
3. $n = E_a/E_o$ 的计算值	52
4. 折算截面, 计算公式	53
5. 按容许应力计算法的缺点	54
§ 10 按破损阶段计算法的原理	55
1. 简史	55
2. 计算原理	55
3. 强度安全系数, 混凝土的计算强度极限及钢筋的流限	57
4. 按破损阶段计算法的优缺点	58
§ 11 按计算的极限状态计算法的原理	59
1. 三种极限状态	59
2. 计算系数, 荷载和材料标准的及计算的数值	59
3. 结构的工作条件系数 m 及钢筋的工作条件系数 m_a	62
4. 结构承载能力(强度)的计算特点	63
5. 混凝土的标准及计算弹性模量	64
6. 按极限状态计算方法的优点	65
第四章 受弯构件(板及梁)	66
A 梁及板构造的预备知识	66
§ 12 梁式板	66
1. 整体式钢筋混凝土梁式板	66
2. 装配式钢筋混凝土梁式板	68
§ 13 梁	69
1. 整体式钢筋混凝土梁	69
2. 装配式钢筋混凝土梁	74
B 按承载能力计算受弯构件	77
§ 14 确定梁式板及梁的计算内力	77
1. 概说	77
2. 梁式板	78
3. 梁	79
§ 15 选择板及梁的截面所用的数据	80
§ 16 任意对称截面构件的计算	82
1. 单筋构件	82
2. 双筋构件	83

§ 17 单筋矩形截面构件的计算	34
1. 基本计算公式	84
2. 板和矩形梁截面的选择	86
3. 强度核算	87
4. 计算例题	88
§ 18 双筋矩形截面构件的计算	89
1. 基本计算公式	89
2. 截面的选择	90
3. 强度核算	91
4. 计算例题	91
§ 19 T形截面构件的计算	92
1. 概说	92
2. 基本计算公式	93
3. 截面的选择	95
4. 强度核算	96
5. 计算例题	96
§ 20 劲性钢筋混凝土梁的计算	98
1. 试验结果和计算特点	98
2. 矩形截面梁的计算	99
3. T形截面梁的计算	101
第五章 受弯构件中横向钢筋的计算	103
§ 21 按弹性阶段“剪力”计算的简介	103
1. 切应力	103
2. 主应力	104
3. 弯起钢筋及箍筋的计算	105
§ 22 按极限状态计算横向钢筋(斜截面计算)	107
1. 斜截面的强度条件	107
2. 切力的计算	110
3. 按弯矩计算斜截面; 构造要求	115
4. 斜截面计算的特别情况	119
5. 计算例题	121
第六章 中心受压和中心受拉构件	125
§ 23 有柔性纵向钢筋和箍筋的柱	125
1. 试验结果	125
2. 柱的构造	125
3. 柱的计算	130
4. 计算例题	132
§ 24 有间接(螺旋形)钢筋的柱	133
1. 试验结果	133
2. 柱的构造	134

3. 柱的計算	135
§ 25 有勁性(承重)鋼筋的柱	137
1. 試驗結果	137
2. 柱的構造	138
3. 有勁性鋼筋和組合鋼筋的柱的計算	139
§ 26 中心受拉构件	140
1. 中心受拉构件的兩種類型	140
2. 按承載能力(強度)的計算	140
第七章 偏心受壓及偏心受拉构件	141
A 偏心受壓构件	141
§ 27 偏心受壓构件的類型	141
§ 28 中央工業建築科學研究院的試驗結果	143
§ 29 任意對稱截面构件的計算	145
§ 30 矩形截面构件的計算	147
1. 基本計算公式	147
2. 截面的選擇	148
3. 強度核算	152
4. 双向偏心受壓	153
§ 31 偏心受壓构件考慮長細比的計算	153
1. 基本計算公式	153
2. 計算例題	155
§ 32 T形和工字形截面构件的計算	158
1. 基本計算公式	159
2. 截面的選擇	160
3. 強度核算	161
4. T形截面构件考慮長細比計算的特點	161
§ 33 環形截面构件的計算	163
§ 34 有勁性鋼筋的构件計算	165
1. 概說	165
2. 雙肢鋼筋构件計算	166
3. 型鋼配筋构件的計算(型鋼腹板放在平行於力矩作用的平面)	166
B 偏心受拉构件	168
§ 35 任意對稱截面构件的計算	168
§ 36 矩形截面构件的計算	170
第八章 受扭及彎曲受扭构件	173
§ 37 概說及試驗結果	173
§ 38 矩形截面构件的受扭計算及其構造	174
第九章 鋼筋混凝土构件按變形(剛度)計算	178
§ 39 基本原理	178
§ 40 基本計算公式	182

1. 受拉区和受压区的截面刚度	182
2. 抵抗矩和受压区高度的确定	182
3. 系数 ψ 的确定	185
§ 41 钢筋混凝土构件按变形(刚度)的实用计算; 关于荷载长期作用的考虑	189
1. 短期和长期荷载作用下受弯构件的刚度计算	189
2. 受弯构件的挠度计算	191
3. 偏心受压和偏心受拉构件的刚度计算	193
4. 计算例题	193
第十章 钢筋混凝土结构构件按裂缝形成和裂缝开展的计算	199
A 构件按裂缝形成的计算	199
§ 42 概说	199
§ 43 中心受拉构件的计算	199
§ 44 受弯构件的计算	202
1. 基本计算原理	202
2. 极限值 M_x 的计算	202
3. 收缩对裂缝形成的影响	205
B 构件按裂缝开展的计算	206
§ 45 受弯构件的计算	206
1. 裂缝的间距	206
2. 裂缝开展的宽度。规范 ННТУ 123-55 的指示	208
§ 46 中心受拉构件的计算	210
第十一章 预应力钢筋混凝土构件	212
§ 47 关于预应力钢筋混凝土结构的概念及其优点	212
§ 48 应用范围	214
§ 49 预应力钢筋混凝土结构的混凝土和钢筋	215
1. 混凝土	215
2. 钢筋和锚固装置	215
§ 50 高强度钢丝的研究结果(蠕变和松弛)	222
§ 51 基本计算原理和一般构造要求	224
1. 计算原理	224
2. 材料的设计计算强度	227
3. 一般构造要求	228
§ 52 计算预应力结构的混凝土和钢筋应力的基本公式	230
§ 53 预应力损失的计算	236
§ 54 中心受拉构件	240
1. 构造特点	240
2. 中心受拉构件的计算	241
§ 55 受弯构件的结构及其制造方法	247
1. 小截面构件	247
2. 大截面(跨度)构件	252

3. 預应力芯件配筋的鋼筋混凝土 (裝配整體式結構)	261
4. 預应力鋼筋混凝土連續梁的概念	262
§ 56 受弯构件的計算	264
1. 試驗研究結果	264
2. 按承載能力的計算	265
3. 按裂縫形成的計算	269
4. 抗裂性計算的近似法	273
5. 主拉应力的驗算	274
6. 按混凝土受压、結構運輸和安裝时产生的內力的强度計算	276
7. 受弯构件按变形的計算	278
8. 受弯构件按裂縫开展的計算	279
9. 疲劳計算	279
§ 57 中心受压、偏心受压及偏心受拉构件	280
1. 中心受压构件	280
2. 偏心受压及偏心受拉构件	281
§ 58 受弯构件計算例題	284

上 篇

鋼筋混凝土結構的构件

第一章 混凝土、鋼及鋼筋混凝土的主要物理力学性能

§ 1 混凝土——鋼筋混凝土的組成部分

混凝土是鋼筋混凝土的組成部分，它在每一个別情況下应当具有完全一定的和預先規定的物理力学性能。

在下文中將扼要地敘述混凝土的物理力学性能。至于混凝土組成材料的挑選、混凝土配合比的选择，混凝土拌合料所需的流动性（稠度），以及混凝土的制造方法、澆灌（搗固）方法和以后的养护方法，即使混凝土取得具有必要质量的方法等問題，則都在《建筑材料》和《建筑施工技术》課程內研究。

1. 混凝土立方强度和混凝土标号

混凝土的力学性能决定于許多因素——所采用的水泥质量、集料的性质、混凝土的組成、水灰比以及混凝土的制造、澆灌和在結構中人工处理的方法。

一般采用所謂立方强度作为混凝土的基本力学标志——即其强度的尺度。立方强度就是用实际成分做成的边长为 20cm 的混凝土立方体^①在28天龄期时的受压极限强度 R 。

按照立方强度的数值，混凝土分为各种标号，这个指标被采用为混凝土的基本标准强度。

“建筑法規”（CHHII）規定混凝土的10种基本标号为：35、50、75、100、150、200、300、400、500及600。

此时，容重为 $1800\text{kg}/\text{m}^3$ 以上的重混凝土具有除35号而外的所有标号，而容重小于 $1800\text{kg}/\text{m}^3$ 的輕混凝土——則由35到200号。

用作鋼筋混凝土結構的重混凝土其标号不得低于100号。

随着所采用水泥的种类和結構的实际載荷期限的不同，允許用28天以外的其他龄期决定混凝土标号。

对于主要是受拉的結構，根据建筑法規的特殊規定允許补充規定混凝土的受拉标号。此时，混凝土的組成必須按照指定的受拉强度进行选择。

① 在別的国家里采用其他形状和尺寸的試件，例如美国用圆柱体，直径为6"（ 15.2cm ），高度为12"（ 30.5cm ）。

选择标号要从考虑技术經濟問題出发。

高标号混凝土用在以受压为主的結構构件上特别适宜，因为在这种情况下能取得显著的经济效果。

計算表明，对于一般的受弯构件，不宜采用太高的标号，因为提高混凝土强度，对正常配筋梁的强度相对地来說是增加得很少的（以后将会看到）。

在选择混凝土标号时，还要考虑結構的制造和施工以及它的使用条件等方面的种种要求。

下面在論述各种类型的鋼筋混凝土結構时，都特別注意了这些問題。

2. 混凝土的受压棱柱强度；混凝土龄期的影响

混凝土的受压标准强度值除受前述各种因素的影响外，还受試件的形状和尺寸、試驗的方法和混凝土龄期的影响。

很多試驗証明，棱柱試件的受压极限强度（标准强度） R_{np}^* 小于立方試件的强度 R ，并且試件高度 h 对它的横截面边长 b 的比值愈大，則其强度愈小。譬如用 1:3 砂浆做成横截面 $7 \times 7 \text{ cm}$ 試件，其試驗結果列入表 1。

R_{np}^*/R 比与試件尺寸比例的关系

表 1

h/b	1	2	3	4	6	7.5
R_{np}^*/R	1	0.89	0.8	0.76	0.7	0.68

由上表看出，最初 R_{np}^*/R 比值下降很快，但当 h/b 繼續增加时，則其变动就不大了。試驗指出 R_{np}^*/R 比值和混凝土标号有关。 R_{np}^* 对 R 的关系可以用中央工业建筑科学研究的經驗公式（A.A. 葛渥滋捷夫教授）表示：

$$R_{np}^* = \frac{1300 + R}{1450 + 3R} R. \quad (\text{I.1}) \text{①}$$

此公式对普通标号混凝土（300 号以內）是十分精确的，对更高的标号在沒有得到更精确的資料以前，HиТV 123-55 規定采用 $R_{np}^* = 0.7R$ 。

对于圓柱形的試件，当 $h = d$ 时，其强度約等于 0.9 立方强度；而对于 $h/d = 2$ 的圓柱，其强度約为 0.85 立方强度。

試驗指出，各种不同形状的試件所以具有不同的强度，是因为压力机的压板与試件表面間有摩擦力的影响。在压板附近摩擦力好象形成一道箍，因而增大了試件的受压强度。加涂料（石蜡，硬脂等）减小这个摩擦力，就改变了破坏的性质（图 I.1）：試件不再在側面呈錐形碎裂而是沿着与力作用方向平行的裂縫断裂。在这种情况下，对于各种形状的試件强度都降低而且互相接近。試件的高与底边之比 h/b 愈大，則由于涂料而使极限强

① 在第一章及以后各章中，公式、图及例题都用两个数字来注明：第一个数字（羅馬字）表示章号，第二个数字相应于公式、图或例题（在该章范围内）的号数。

附录的表亦照此法表示（第二个数表示附录的号数）。