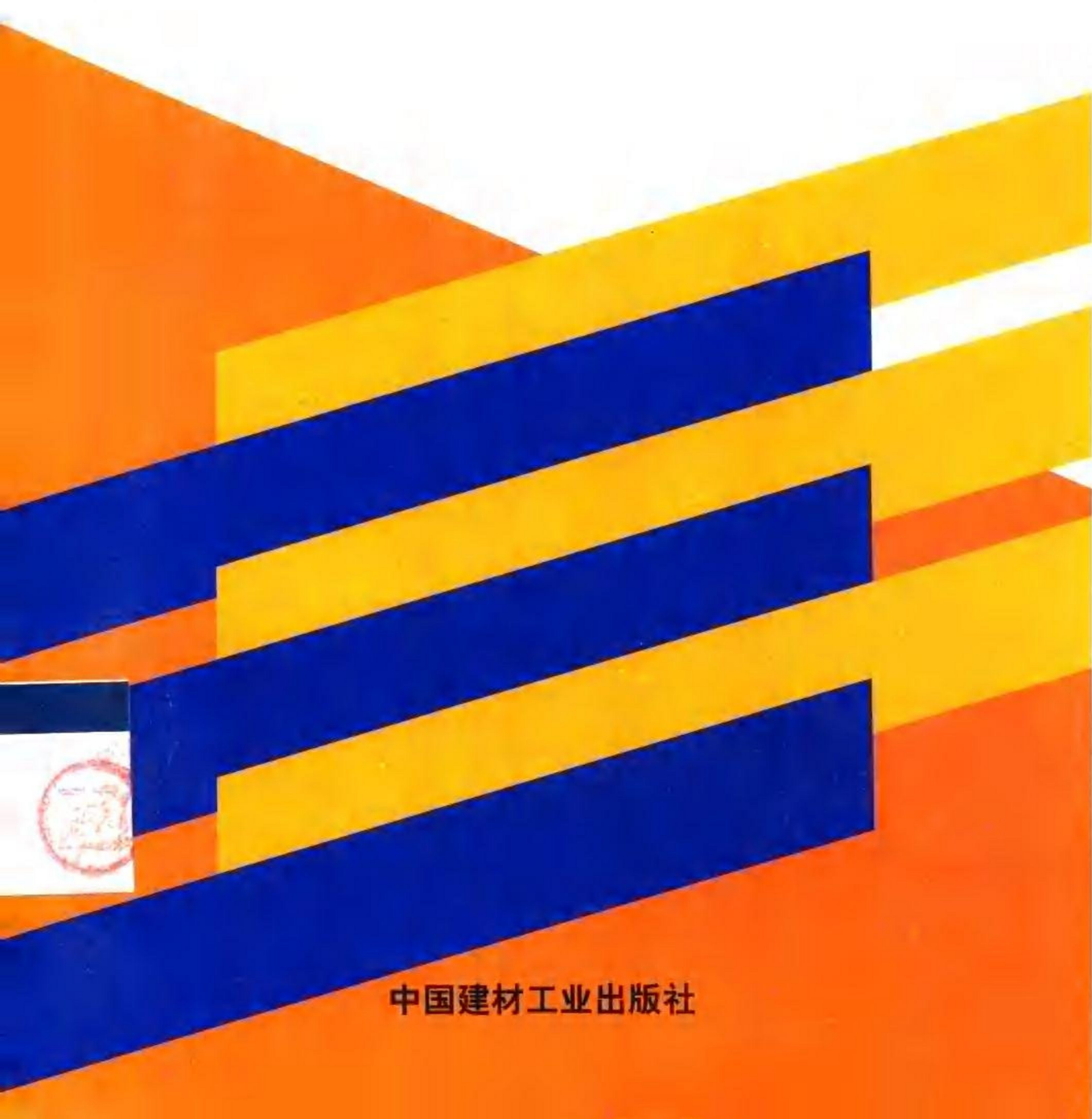


一级注册结构工程师 专业考试习题汇编

(修订本)

袁海军 编 韩继云 审校



中国建材工业出版社

00007670



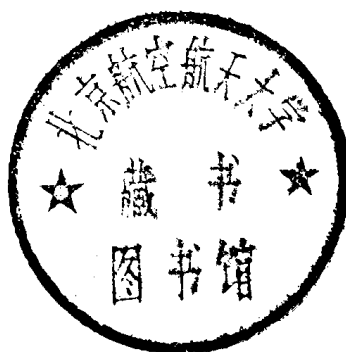
TU3-44
02

一级注册结构工程师专业考试 习 题 汇 编

(修订版)

袁海军 编 韩继云 审校

1481/17



中国建材工业出版社



C0482954

内 容 提 要

本书是根据全国注册建筑师与结构工程师管理委员会颁布的《全国一级注册结构工程师考试大纲》专业考试部分的要求而编写。针对专业考试的命题形式,汇编了计算题和单选题两类复习题。全书共分七章,即钢筋混凝土结构、钢结构、砌体结构与木结构、地基与基础、高层建筑结构高耸结构及横向作用、建筑经济与设计业务管理、专业考试部分试题。所有复习题均附有参考答案,并附有1996年专业考试部分试题。以便于参加专业考试人员进行复习与演练。

本书不仅可作为土建结构人员参加注册结构工程师专业考试的复习资料,也可作为工程设计人员、高等学校有关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

一级注册结构工程师专业考试习题汇编/袁海军,韩继云编.-北京:中国建材工业出版社,1998.6

ISBN 7-80090-738-4

I. —… II. ①袁… ②韩… III. 结构工程-工程师-考试-学习参考资料
IV. TU3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 15685 号

*

中国建材工业出版社出版(北京海淀区三里河路11号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京密云红光印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13.75 字数: 330 千字

2000 年 3 月第 2 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 27.80 元

ISBN 7—80090—738—4/TU·164

前 言

为了帮助结构工程师参加全国一级注册结构工程师专业考试,中国建材工业出版社组织有关人员编写了《一级注册结构工程师专业考试习题汇编》。本书是根据全国注册建筑师与结构工程师管理委员会颁布的《全国一级注册结构工程师考试大纲》专业考试部分的要求而编写。针对专业考试的命题形式,从有关设计手册和参考用书中摘选后汇编成计算题和单选题两类复习题,所选习题力求覆盖专业考试大纲要求掌握的内容。这次修订,书中增加了1996年全国统一考试的B卷及1998年试题。(原版本只收入1996年考试A卷)本书不仅可作为土建结构人员参加注册结构工程师专业考试的复习资料,也可作为工程设计人员、高等学校有关专业师生的参考用书。

本书在编写过程中得到了中国航空工业设计院二所结构室主任金来建工程师的大力帮助,同时也得到了王富染主任工程师帮助,在此一并表示衷心感谢。书中引用的有关书籍,在此也特表谢意。

由于水平有限,难免有不足和缺点,恳请广大读者批评指正,并提出宝贵意见。

编者
2000年1月

目 录

1. 钢筋混凝土结构

1.1 受弯构件正截面承载力计算	1
1.2 受弯构件斜截面承载力计算	5
1.3 受扭构件扭曲截面承载力计算	10
1.4 受压构件正截面承载力计算	17
1.5 受拉构件正截面承载力计算	24
1.6 局部受压承载力计算	26
1.7 受冲切承载力计算	27
1.8 钢筋混凝土结构单选题	28

2. 钢结构

2.1 受弯构件的计算	38
2.2 轴心受压构件的计算	40
2.3 拉弯构件的计算	44
2.4 压弯构件的计算	44
2.5 构件的连接计算	50
2.6 疲劳计算	52
2.7 塑性设计	53
2.8 钢结构单选题	53

3. 砌体结构与木结构

3.1 无筋砌体受压构件的承载力计算	58
3.2 无筋砌体局部受压构件的承载力计算	60
3.3 无筋砌体受弯构件的承载力计算	63
3.4 无筋砌体受剪构件的承载力计算	63
3.5 墙梁的计算	64
3.6 挑梁的计算	72
3.7 网状配筋砖砌体构件的承载力计算	74
3.8 组合砖砌体构件的承载力计算	75
3.9 砌体结构的抗震设计	77
3.10 墙、柱的允许高厚比验算	81
3.11 木结构轴心受压构件的承载力计算	84
3.12 砌体结构与木结构单选题	84

4. 地基与基础

4.1 地基承载力计算	96
4.2 地基变形计算	100
4.3 浅基础的计算	103
4.4 桩基础的计算	107
4.5 挡土墙结构的计算	111

4.6 地基与基础单选题	112
5. 高层建筑结构、高耸结构及横向作用	
5.1 风荷载的计算	117
5.2 地震作用的计算	120
5.3 高层建筑结构的近似计算方法	125
5.4 高层建筑结构、高耸结构及横向作用单选题	129
6. 建筑经济与设计业务管理单选题	137
7. 专业考试部分试题	144
1996 年试题 (A 卷)	173
1996 年试题 (B 卷)	173
1998 年试题	189
附件 1. 钢筋混凝土梁、板截面尺寸确定	201
附件 2. 单跨等截面梁的弯矩和挠度	202
附件 3. 建筑面积计算规则	203
附件 4. 民用建筑工程设计收费标准	205
附件 5. 有关注册结构工程师专业考试 (1997 年) 的文件	211
参考文献	217

1. 钢筋混凝土结构

1.1 受弯构件正截面承载力计算

【例 1-1】某三跨连续梁由设计荷载 $q=88.0\text{kN/m}$ (包括梁自重), 产生的弯矩见图 1-1, 梁截面尺寸 $b\times h=200\times 500\text{mm}$, 混凝土强度等级 C20, I 级钢筋, 支座处进行 15% 的弯矩调幅, 求第二跨跨中所需的受拉钢筋面积 A_s 。

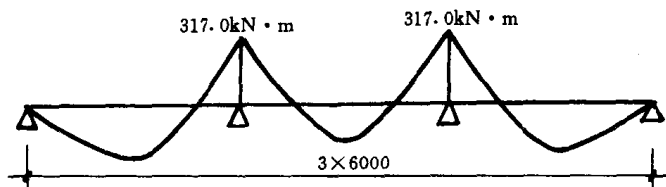


图 1-1 梁的弯矩

【解】 1. 计算跨中设计弯矩

$$M = \frac{1}{8} \times 88.0 \times 6^2 - 0.85 \times 317 \\ = 127.0\text{kN} \cdot \text{m}$$

2. 先假定布置一排钢筋 $h_0 = h - a_s = h - 35\text{mm} = 500 - 35 = 465\text{mm}$

3. 公式法

$$f_{cm} = 11\text{N/mm}^2, f_y = 310\text{N/mm}^2$$

$$\begin{cases} f_{cm}bx = f_yA_s \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} M = f_{cm}bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \end{cases} \quad (2)$$

由 (2) 解得 $x=147.50\text{mm}$ 代入 (1)

$$A_s = \frac{f_{cm}bx}{f_y} = \frac{11 \times 200 \times 147.50}{310} = 1047\text{mm}^2$$

$$\text{验算适用条件 } \xi = \frac{x}{h_0} = \frac{147.50}{465} = 0.317 < \xi_b = 0.544$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{1047}{200 \times 500} = 1.05\% > \rho_{\min} = 0.15\%$$

4. 表格法

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{127.0 \times 10^6}{11 \times 200 \times 465^2} = 0.267$$

相对应的 $\gamma_s = 0.841$

则

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{127.0 \times 10^6}{310 \times 0.841 \times 465} \\ = 1047\text{mm}^2$$

验算适用条件 $\rho = 1.05\% > \rho_{\min} = 0.15\%$

$$\xi = \rho \frac{f_y}{f_{cm}} = 1.05\% \times \frac{310}{11} \\ = 0.296 < \xi_b = 0.544$$

5. 选筋

选 3 $\Phi 22$ ($A_0=1140\text{mm}^2$), 钢筋布置如图 1-2。

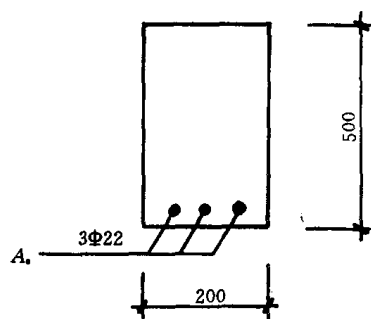


图 1-2 钢筋布置

【例 1-2】已知某教学楼矩形截面简支梁承受均布线荷

载,活荷载标准值 7kN/m ,恒荷载标准值 9kN/m (不包括梁的自重),采用混凝土强度等级 C20,Ⅱ级钢筋,计算跨度 $l_0=6\text{m}$ 。试确定梁的截面尺寸和配筋。

【解】 1. 确定材料强度设计值:

$$f_{\text{cm}} = 11\text{N/mm}^2, f_y = 310\text{N/mm}^2。$$

2. 选择梁的截面尺寸 $h = \frac{l_0}{12} = \frac{6000}{12} = 500\text{mm}$

$$b = \frac{h}{2.5} = \frac{500}{2.5} = 200\text{mm}$$

3. 内力计算:钢筋混凝土重度标准值为 25kN/m^3 ,恒载分项系数 $\gamma_G=1.2$,活载分项系数 $\gamma_Q=1.4$,结构重要性系数 $\gamma_0=1.0$,则作用在梁上的总荷载设计值为

$$q = (9 + 0.2 \times 0.5 \times 25) \times 1.2 + 7 \times 1.4 = 23.6\text{kN/m}$$

$$M = \frac{1}{8} q l_0^2 \gamma_0 = \frac{1}{8} \times 23.6 \times 6^2 \times 1.0 = 106.2\text{kN} \cdot \text{m}$$

4. 配筋计算:假定设一排钢筋 $h_0 = h - 35 = 500 - 35 = 465\text{mm}$

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{\text{cm}} b h_0^2} = \frac{106.2 \times 10^6}{11 \times 200 \times 465^2} = 0.223$$

相对应的 $\gamma_s = 0.872$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{106.2 \times 10^6}{310 \times 0.872 \times 465} = 844.9\text{mm}^2$$

选 1 $\Phi 18 + 2 \Phi 20$ ($254.5 + 628 = 883\text{mm}^2$)

5. 验算适用条件:

$$\rho = \frac{A_s}{b h} = \frac{883}{200 \times 500} = 0.88\% > \rho_{\min} = 0.15\%$$

$$\xi = \rho \frac{f_y}{f_{\text{cm}}} = 0.88\% \times \frac{310}{11} = 0.248 < \xi_b = 0.544$$

【例 1-3】某走廊为单跨简支板,每米宽板所承受的设计弯矩 $M=3.76\text{kN} \cdot \text{m}$,混凝土强度等级为 C20,钢材为Ⅰ级钢筋。

求:板厚及受拉钢筋截面面积

【解】 1. 计算混凝土相对受压区高度

设板厚为 80mm 。

$$f_{\text{cm}} = 11\text{N/mm}^2; f_y = 210\text{N/mm}^2$$

$$a_s = 20\text{mm}; h_0 = 80 - 20 = 60\text{mm}$$

按规范 (GBJ10-89) 公式 (附 3-3):

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{\text{cm}} b h_0^2} = \frac{37.6 \times 10^5}{11 \times 1000 \times 60^2} = 0.095$$

查规范附表 3; $\xi = 0.10$, $\gamma_s = 0.958$

$\xi < \xi_b = 0.614$, 符合要求。

2. 计算受拉钢筋截面面积

按规范 (GBJ10-89) 公式 (附 3-1):

$$A_s = \frac{M}{\gamma_s f_y h_0} = \frac{37.6 \times 10^5}{0.958 \times 210 \times 60} = 311.5\text{mm}^2$$

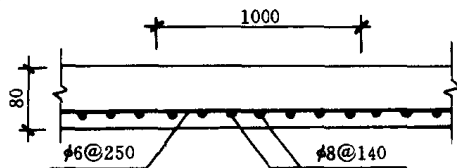


图 1-3 单向简支板

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{311.5}{1000 \times 80} = 0.39\%$$

$\rho > \rho_{\min} = 0.15\%$, 符合规定。

选用 $\phi 8@140\text{mm}$ (每米内 $A_s = 352\text{mm}^2$)。垂直于受力钢筋放置 $\phi 6@250\text{mm}$ 的分布钢筋。

【例 1-4】梁截面尺寸 $b \times h = 200 \times 400\text{mm}$, 承受设计弯矩 $M = 135\text{kN} \cdot \text{m}$, 混凝土强度等级为 C20, 钢材为 II 级钢筋。

求: 受压及受拉钢筋的截面面积

【解】 1. 验算截面条件

$$f_{cm} = 11\text{N/mm}^2; f_y = f'_y = 310\text{N/mm}^2$$

$$a_s = a'_s = 35\text{mm}; h_0 = 400 - 35 = 365\text{mm}$$

按规范公式 (4.1.3-1): $\xi_b = 0.544$

以 $\xi = \xi_b$ 代入规范公式 (4.1.5-1), 则得单筋矩形截面所能承受的最大弯矩:

$$\begin{aligned} M_{\max} &= f_{cm} b \xi_b h_0^2 (1 - \xi_b/2) = 11 \times 200 \times 0.544 \times 365^2 (1 - 0.544/2) \\ &= 1161 \times 10^5 \text{N} \cdot \text{mm} = 119.3 \text{kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

由于 $M_{\max} < M$, 这表明如果采用单筋矩形截面, 将会出现 $\xi > \xi_b$ 的情况, 这不符合规范公式 (4.1.5-3) 的要求。若截面尺寸不能加大, 混凝土强度等级又不能提高, 则应设计成双筋矩形截面。

2. 计算受压及受拉钢筋的截面面积

设计双筋截面时, 为了节约钢材, 应充分利用混凝土的受压承载力, 且仅当 $\xi = \xi_b$, 这时求得的 A'_s 才能最经济。

以 $\xi = \xi_b$ 代入规范公式 (4.1.5-1):

$$\begin{aligned} A'_s &= \frac{M - f_{cm} b \xi_b h_0^2 (1 - \xi_b/2)}{f'_y (h_0 - a'_s)} \\ &= \frac{1350 \times 10^5 + 11 \times 200 \times 0.544 \times 365^2 (1 - 0.544/2)}{310 \times (365 - 30)} \\ &= 182\text{mm}^2 \end{aligned}$$

以 $\xi = \xi_b$ 代入规范公式 (4.1.5-2):

$$A_s = \frac{f_{cm} b \xi_b h_0}{f_y} + A'_s = \frac{11 \times 200 \times 0.544 \times 365}{310} + 182 = 1591\text{mm}^2$$

选用受压钢筋 2 $\Phi 12$ ($A'_s = 226\text{mm}^2$), 受拉钢筋 1 $\Phi 25 + 2 \Phi 28$ ($A_s = 1723\text{mm}^2$)。

验算配筋率: $\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{1723}{200 \times 400} = 2.15\% > \rho_{\min} = 0.15\%$

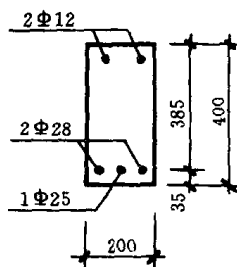


图 1-4 梁截面

【例题 1-5】已知: 单筋 T 形梁截面尺寸 $b'_f = 600\text{mm}$, $b = 300\text{mm}$, $h'_f = 120\text{mm}$, $h = 700\text{mm}$; 设计弯矩 $M = 576\text{kN} \cdot \text{m}$; $a_s = 60\text{mm}$, C20 混凝土, II 级钢筋。

求: 纵向受拉钢筋截面面积 A_s 。

【解】

1. 求相对界限受压区高度 ξ_b :

$$h_0 = 700 - 60 = 640\text{mm}$$

$$\xi_b = \frac{x_b}{h_0} = \frac{0.8}{1 + \frac{f_y}{0.0033E_s}} = \frac{0.8}{1 + \frac{31}{0.0033 \times 2.1 \times 10^4}} = 0.544$$

2. 求受压区高度 x :

$$x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M}{f_{cm}b'_t}} = 640 - \sqrt{640^2 - \frac{2 \times 576 \times 10^6}{11 \times 600}} \\ = 155.2\text{mm} > h'_t = 120\text{mm}$$

中和轴在肋部, 受压区高度 x 应按规范公式 (4.1.6-2) 重新计算。

$$M = f_{cm}bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f_{cm}(h'_t - b) \left(h_0 - \frac{h'_t}{2} \right) h'_t$$

$$\text{得 } x = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2 - \left[M - f_{cm}(b'_t - b) \left(h_0 - \frac{h'_t}{2} \right) h'_t \right]}{f_{cm}b}} \\ = 640 - \sqrt{640^2 - \frac{2}{11 \times 300} \left[576 \times 10^6 - 11(600 - 300) \left(640 - \frac{120}{2} \right) \times 120 \right]} \\ = 193\text{mm} < \xi_b h_0 = 0.544 \times 640 = 348.2\text{mm}$$

3. 求受拉钢筋截面面积 A_s :

按规范公式 (4.1.6-3)

$$f_{cm}[bx + (b'_t - b)h'_t] = f_y A_s$$

$$\text{得 } A_s = \frac{f_{cm}[bx + (b'_t - b)h'_t]}{f_y} = \frac{11[300 \times 193 + (600 - 300) \times 120]}{310} \\ = 3330\text{mm}^2$$

配 3 $\Phi 22$ + 5 $\Phi 25$, $A_s = 3594\text{mm}^2$ 。

$$4. \text{ 验算配筋率: } \rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{3594}{300 \times 700} = 1.71\% > \rho_{\min} = 0.15\%$$

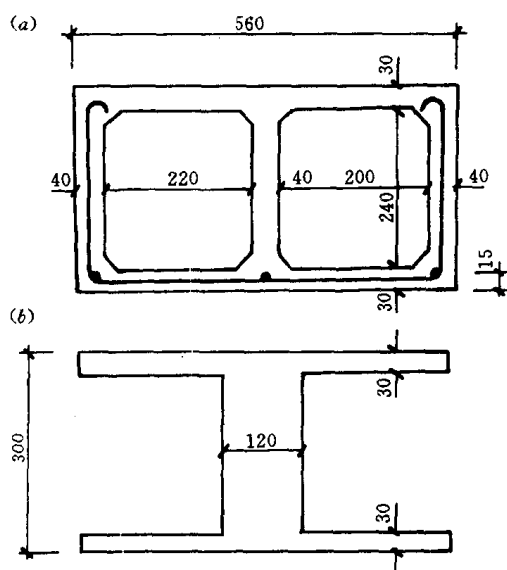


图 1-5 空心板截面

【例 1-6】双孔空心板截面尺寸如图 1-5a 所示, 混凝土为 C20, 纵筋 I 级钢 ($f_y = 250\text{N/mm}^2$)。板承受的弯矩设计值 $M = 16\text{kN} \cdot \text{m}$, 求板的配筋。

【解】1. 判别属于哪一类 T 形截面, 将双孔空心板截面化为 I 形截面如图 1.5b 所示。 $h_0 = 300 - 15 = 285\text{mm}$, $f_{cm}b'_t h'_t (h_0 - h'_t/2) = 11 \times 560 \times 30 \times (285 - 30/2) = 49.9\text{kN} \cdot \text{m}$ $M = 16\text{kN} \cdot \text{m} < 49.9\text{kN} \cdot \text{m}$ 属第一类 T 形截面

2. 求 α_s

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm}b'_t h_0^2} = \frac{16 \times 10^6}{11 \times 560 \times 285^2} \\ = 0.032$$

3. 求 γ_s 及 A_s

$$\gamma_s = \left(1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s} \right) / 2 = 0.984$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{16 \times 10^6}{250 \times 0.984 \times 285} \\ = 228.2 \text{ mm}^2$$

4. 选用 3φ10 钢筋 $A_s = 236 \text{ mm}^2$ 。

$$\text{验算最小配筋率 } \rho = \frac{A_s}{bh + (b_f - b) h_f} = \frac{236}{120 \times 300 + (560 - 120) \times 30} \\ = 0.48\% > \rho_{\min} = 0.15\%$$

【例 1-7】 已知沿周边均匀配置钢筋的环形截面梁外径 $r_2 = 200 \text{ mm}$ ，内径 $r_1 = 130 \text{ mm}$ ，钢筋位置的半径 $r_s = 165 \text{ mm}$ ，混凝土强度等级为 C25， $f_{cm} = 13.5 \text{ N/mm}^2$ ，钢筋采用 II 级，纵向钢筋配置 8 根 φ16， $A_s = 1608 \text{ mm}^2$ ， $f_y = 310 \text{ N/mm}^2$ ，求此梁所能承受的弯矩 M 。

【解】 1. 确定计算公式。

$r_1/r_2 = 130/200 = 0.65 > 0.5$ ，钢筋数量为 8 根，故符合规范第 4.1.18 条的要求。

2. 求受压区混凝土相对面积 α

$$\text{由 } \begin{cases} \alpha f_{cm} \cdot A + (\alpha - \alpha_t) f_y \cdot A_s = 0 \\ \alpha_t = 1 - 1.5\alpha \end{cases} \text{ 得: } \alpha = \frac{f_y A_s}{f_{cm} A + 2.5 f_y A_s}$$

式中 $A = \pi (r_2^2 - r_1^2)$

$$= \pi (200^2 - 130^2) = 72.57 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\alpha = \frac{310 \times 1608}{13.5 \times 72.57 \times 10^3 + 2.5 \times 310 \times 1608} = 0.2239$$

$$\alpha_t = 1 - 1.5\alpha = 0.6642$$

$$\sin \pi \alpha = \sin(\pi \times 0.2239) = 0.6468 \quad \sin \pi \alpha / \pi = 0.2059$$

$$\sin \pi \alpha_t = \sin(\pi \times 0.6642) = 0.8699 \quad \sin \pi \alpha_t / \pi = 0.2769$$

3. 求能承受的弯矩设计值

$$M = f_{cm} A \frac{r_1 + r_2}{2} \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} + f_y A_s r_s \left(\frac{\sin \pi \alpha}{\pi} + \frac{\sin \pi \alpha_t}{\pi} \right) \\ = 13.5 \times 72.57 \times 10^3 \times \frac{200 + 130}{2} \times 0.2059 \\ + 310 \times 1608 \times 165 \times (0.2059 + 0.2769) \\ = 72.99 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 72.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

1.2 受弯构件斜截面承载力计算

【例题 1-8】 已知：矩形简支梁，截面尺寸 $b = 200 \text{ mm}$ ， $h = 600 \text{ mm}$ ， $a_s = 60 \text{ mm}$ ；跨度 $l = 6.0 \text{ m}$ 。离两边支座 2.0 m 处在梁上部各有一集中荷载，集中荷载作用处的剪力设计值 $V = 150 \text{ kN}$ （其中集中荷载产生的剪力设计值为 $V_1 = 120 \text{ kN}$ ，占总剪力值的 80%）；混凝土强度等级 C20，I 级钢筋。

求：计算箍筋直径和间距。

【解】 由于集中荷载产生的剪力占该截面总剪力的 75% 以上，应该考虑剪跨比的影响，且

计算截面取集中荷载作用点处的截面。

1. 复核截面条件

按规范公式 (4.2.1-1)

$$0.25f_c b h_0 = 0.25 \times 10 \times 200 \times (600 - 60) = 270 \times 10^3 \text{N}$$

$V = 150 \text{kN} < 0.25f_c b h_0$, 截面尺寸满足要求。

2. 验算构造配筋条件:

$$\lambda = \frac{a}{h_0} = \frac{2000}{540} = 3.7 > 3, \text{取 } \lambda = 3$$

$$\frac{0.2}{\lambda + 1.5} f_c b h_0 = \frac{0.2}{3 + 1.5} \times 10 \times 200 \times 540 = 48 \times 10^3 \text{N} < V = 150 \text{kN}$$

应按计算配置箍筋。

3. 求箍筋截面面积及间距

按规范公式 (4.2.3-4)

$$V = \frac{0.2}{\lambda + 1.5} f_c b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$

即 $150000 = 48000 + 1.25 \times 210 \frac{A_{sv}}{s} \times 540$

得 $\frac{A_{sv}}{s} = 0.72$

在计算截面至支座之间应均匀配置双肢箍筋 $\phi 8 @ 125 \left(\frac{A_{sv}}{s} = \frac{2 \times 50.3}{125} = 0.8 \right)$ 。

4. 验算箍筋的配筋率

$$\rho_{svmin} = 0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.02 \frac{10}{210} = 0.095\%$$

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b \cdot s} = \frac{2 \times 50.3}{200 \times 125} = 0.402\% > \rho_{svmin}$$

【例 1-9】 一矩形截面简支梁, 计算跨度 $l_0 = 3.9 \text{m}$, 截面尺寸 $b \times h = 200 \text{mm} \times 500 \text{mm}$, 承受恒载标准值及活载标准值分别为 $g_k = 20 \text{kN/m}$ (不含自重), $q_k = 40 \text{kN/m}$, 采用 C20, 箍筋用 I 级钢筋, 在截面受拉区已配 3 根 25 纵向受拉钢筋, 试确定腹筋数量。

【解】 已知 $f_m = 11 \text{N/mm}^2$, $f_c = 10 \text{N/mm}^2$, $f_{yv} = 210 \text{N/mm}^2$, $f_y = 310 \text{N/mm}^2$, $h_0 = h - a_s = 500 - 35 = 465 \text{mm}$ 。

1. 剪力计算

梁中剪力最大值:

$$\begin{aligned} V_{\max} &= \frac{1}{2} (\gamma_G g_k + \gamma_Q q_k) l_0 \\ &= \frac{1}{2} [1.2 \times (20 + 25 \times 0.2 \times 0.5) + 1.4 \times 40] \times 3.9 \\ &= 161.8 \text{kN} \end{aligned}$$

2. 截面尺寸复核

$$h_w = h_0 = 465\text{mm},$$

$$\frac{h_w}{b} = \frac{465}{200} = 2.33 < 4, \text{属一般梁}$$

$$0.25f_c b h_0 = 0.25 \times 10 \times 200 \times 465 = 232.5\text{kN} > V = 161.8\text{kN}$$

截面尺寸满足要求。

3. 是否需计算配筋

$$0.07f_c b h_0 = 0.07 \times 10 \times 200 \times 465 = 65.1\text{kN} < 161.8\text{kN}$$

需计算配筋。

4. 腹筋计算

(1) 仅配箍筋

$$\begin{aligned} \frac{A_{sv}}{s} &= \frac{nA_{sv1}}{s} \geq \frac{V - 0.07f_c b h_0}{1.5f_{yv}h_0} \\ &= \frac{161.85 \times 10^3 - 65.1 \times 10^3}{1.5 \times 210 \times 465} = 0.66 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \end{aligned}$$

选用 $\phi 8$ 双肢箍, $A_{sv} = 2 \times 50.3 = 100.6\text{mm}^2$

$$s \leq \frac{nA_{sv1}}{0.66} = \frac{100.6}{0.66} = 152.3\text{mm}, \text{取 } s = 150\text{mm}$$

故选用 $\phi 8@150$ 双肢箍。

$$\begin{aligned} \rho_{sv} &= \frac{A_{sv}}{bs} = \frac{100.6}{200 \times 150} = 0.34\% > \rho_{sv, \min} \\ &= 0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.095\% \end{aligned}$$

(2) 同时配置箍筋和弯起钢筋

设起弯 1 $\Phi 25$, $A_{sb} = 491\text{mm}^2$, 则

$$\begin{aligned} \frac{A_{sv}}{s} &\geq \frac{V - 0.07f_c b h_0 - 0.8f_y A_{sb} \sin \alpha}{1.5f_{yv}h_0} \\ &= \frac{161.8 \times 10^3 - 65.1 \times 10^3 - 86.1 \times 10^3}{1.5 \times 210 \times 465} = 0.073 \end{aligned}$$

选用 $\phi 6$ 双肢箍, $A_{sv} = 2 \times 28.3 = 56.6\text{mm}^2$, 则

$$s \leq \frac{56.6}{0.073} = 775\text{mm}, \text{选 } s = 180\text{mm}$$

实际选用 $\phi 6@180$ 双肢箍。

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} = \frac{56.6}{100 \times 200} = 0.14\% > \rho_{sv, \min} = 0.095\%$$

弯起点处斜截面承载力验算:

取上弯点至支座边缘距离 $s = 200\text{mm}$, 则弯起钢筋下弯点处截面的剪力设计值为:

$$V_1 = V \left(1 - \frac{0.65}{0.5 \times 3.9} \right) = 107.9\text{kN}$$

该截面处斜截面承载力为:

$$\begin{aligned} V_{cs} &= 0.07f_c b h_0 + 1.5f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \\ &= 65100 + 1.5 \times 210 \times \frac{56.6}{180} \times 465 = 111.1 \text{ kN} > V_1 \end{aligned}$$

【例题 1-10】 已知: T 形梁截面尺寸 $b'_f = 2000\text{mm}$, $b = 250\text{mm}$, $h'_f = 80\text{mm}$, $h = 600\text{mm}$; 弯矩设计值 $M = 210\text{kN} \cdot \text{m}$, 支座截面处的剪力设计值 $V = 160\text{kN}$, 距支座截面 1m 处的剪力设计值 $V_1 = 120\text{kN}$; $a_s = 35\text{mm}$, 混凝土强度等级 C20, 纵筋 II 级, 箍筋 I 级。

求:

- (一) 计算纵向受力钢筋截面积;
- (二) 计算抗剪箍筋。

【解】

- (一) 计算纵向受弯钢筋截面积

- 1. 求相对界限受压区高度 ξ_b :

$$h_0 = h - a_s = 600 - 35 = 565\text{mm}$$

$$\xi_b = 0.544 \quad \xi_b h_0 = 307\text{mm}$$

- 2. 求受压区高度 x :

$$\begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2M}{f_{cm}b'_f}} = 565 - \sqrt{565^2 - \frac{2 \times 210 \times 10^6}{11 \times 2000}} \\ &= 17.2\text{mm} < h'_f = 80\text{mm} \quad \text{且} < \xi_b h_0 \end{aligned}$$

中和轴在翼缘范围内, 故可按宽度为 b'_f 的矩形梁计算。

- 3. 求受拉钢筋截面积 A_s :

按规范公式 (4.1.5-2), $b = b'_f$, $A'_s = 0$

$$f_{cm}b'_f x = f_y A_s$$

得:

$$A_s = \frac{f_{cm}b'_f x}{f_y} = \frac{11 \times 2000 \times 17.2}{310} = 1221\text{mm}^2$$

配 6 Φ 18, $A_s = 1526\text{mm}^2$

- 4. 验算配筋率

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{1526}{250 \times 600} = 1.02\% > \rho_{\min} = 0.15\%$$

- (二) 计算抗剪箍筋

- 1. 支座截面处:

- (1) 复核截面条件:

按规范公式 (4.2.1-1)

$$0.25f_c b h_0 = 0.25 \times 10 \times 250 \times 565 = 353 \times 10^3 \text{ N}$$

$V=160\text{kN}<0.25f_cbh_0$, 满足要求。

(2) 验算构造配筋条件:

$$0.07f_cbh_0 = 0.07 \times 10 \times 250 \times 565 = 98.9 \times 10^3\text{N}$$

$V=160\text{kN}>0.07f_cbh_0$, 应按计算配置箍筋。

(3) 求箍筋截面积及间距:

按规范公式 (4.2.3-2)

$$V = V_{cs} = 0.07f_cbh_0 + 1.5f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$

即

$$160000 = 98900 + 1.5 \times 210 \times 565 \times \frac{A_{sv}}{s}$$

$$\frac{A_{sv}}{s} = 0.343$$

箍筋采用 $\phi 6@150$, 双肢 $\left(\frac{A_{sv}}{s} = \frac{2 \times 28.3}{150} = 0.377 \right)$ 。

(4) 验算配箍率:

$$\rho_{sv,\min} = 0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.02 \frac{10}{210} = 0.0952\%$$

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} = \frac{2 \times 28.3}{250 \times 150} = 0.151\% > \rho_{sv,\min}$$

2. 距支座截面 1m 处截面

$$\frac{A_{sv}}{s} = \frac{(120 - 98.9) \times 10^3}{1.5 \times 210 \times 565} = 0.119$$

箍筋采用 $\phi 6@200$, 双肢 $\left(\frac{A_{sv}}{s} = \frac{2 \times 28.3}{200} = 0.283 \right)$ 。

此时:

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{b \cdot s} = \frac{2 \times 28.3}{250 \times 200} = 0.113\% > \rho_{sv,\min} \quad (\text{可以})$$

【例 1-11】 某一钢筋混凝土 T 形截面简支梁, 跨度、截面尺寸如图 1-6 所示, 承受一集中荷载, 荷载设计值 540kN (因梁自重所占比例较小, 已化为集中荷载考虑), 混凝土采用 C30 ($f_c=15\text{N/mm}^2$), 箍筋采用 I 级钢筋 ($f_y=210\text{N/mm}^2$), 纵筋采用 II 级钢筋 ($f_y=340\text{N/mm}^2$), ($V_A=337.5\text{kN}$, $V_c=202.5\text{kN}$)。

求: 箍筋和弯起钢筋的数量。

【解】 1. 验算截面条件

$$\frac{h_w}{b} = \frac{h_0 - h'_f}{b} = \frac{640 - 200}{250} = 1.76 < 4$$

$$0.25f_cbh_0 = 0.25 \times 15 \times 250 \times 640 = 600000\text{N} > 337500\text{N}, \text{截面符合要求。}$$

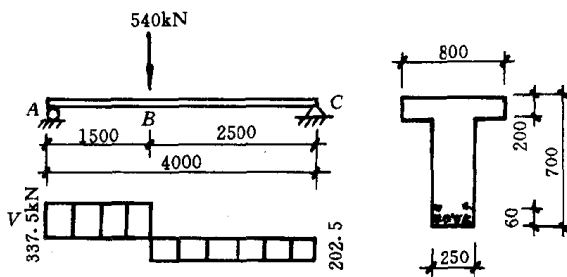


图 1-6 T 形截面简支梁

2. 确定箍筋和弯起钢筋的数量

按规范规定,对集中荷载作用下 T 形截面简支梁不考虑剪跨比的影响,按规范公式(4.2.3-2)计算。

$$0.07f_c b h_0 = 0.07 \times 15 \times 250 \times 640 = 168000 < 337500\text{N}, \text{且} < 202500\text{N},$$

需按计算配箍筋和弯起钢筋。

AB 段: 选用双肢箍 $\phi 6@150\text{mm}$

$$\begin{aligned} V_{cs} &= 0.07f_c b h_0 + 1.5f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \\ &= 168000 + 1.5 \times 210 \times \frac{56.5}{150} \times 640 \\ &= 243936\text{N} \end{aligned}$$

因为 $V = 337500\text{N} > 243936\text{N}$, 需配弯起钢筋

$$A_{sb} = \frac{V - V_{cs}}{0.8f_y \sin \alpha} = \frac{337500 - 243936}{0.8 \times 340 \times 0.707} = 486.5\text{mm}^2$$

纵筋弯起 1 $\Phi 25$ ($A_{sb} = 490.9\text{mm}^2$), 在 AB 段内应配置二道弯筋。

BC 段: 按构造配双肢箍筋 $\phi 6@150\text{mm}$

$$\begin{aligned} V_{cs} &= 168000 + 1.5 \times 210 \times \frac{56.5}{150} \times 640 \\ &= 243936\text{N} \\ &> 202500\text{N} \quad \text{已足够, 不需再配弯起钢筋。} \end{aligned}$$

1.3 受扭构件扭曲截面承载力计算

【例 1-12】 某一钢筋混凝土矩形截面剪扭构件, 其截面尺寸 $b \times h = 150 \times 300\text{mm}$, 在均布荷载作用下, 承受剪力设计值 $V = 4 \times 10^4\text{N}$, 扭矩设计值 $T = 0.28 \times 10^4\text{N} \cdot \text{m}$, 混凝土采用 C30 ($f_t = 1.5\text{N/mm}^2$, $f_c = 15\text{N/mm}^2$), 箍筋及纵筋均采用 I 级钢筋 ($f_{yv} = f_y = 210\text{N/mm}^2$)。

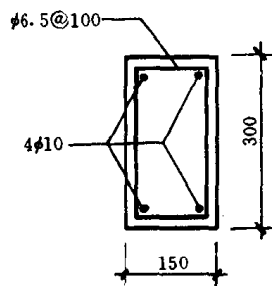


图 1-7 矩形截面
剪扭构件

求: 箍筋及纵筋的数量

【解】 1. 计算 A_{cor} 、 u_{cor} 及 W_t

$$\begin{aligned} A_{cor} &= 100 \times 250 \\ &= 2.5 \times 10^4\text{mm}^2 \\ u_{cor} &= 2 \times (100 + 250) \\ &= 700\text{mm} \\ W_t &= \frac{150^2}{6} \times (3 \times 300 - 150) \\ &= 281 \times 10^4\text{mm}^3 \end{aligned}$$

2. 确定箍筋的数量

剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数 β_t , 按规范公式 (4.3.6-3) 计算:

$$\beta_t = \frac{1.5}{1 + 0.5 \frac{VW_t}{Tbh_0}} = \frac{1.5}{1 + 0.5 \times \frac{4 \times 10^4 \times 281 \times 10^4}{280 \times 10^4 \times 150 \times 265}} = 0.997$$

受剪箍筋由规范公式 (4.3.6-1) 得:

$$\begin{aligned}\frac{nA_{sv1}}{s} &= \frac{A_{sv}}{s} = \frac{V - 0.07(1.5 - \beta_t)f_c b h_0}{1.5f_{yv}h_0} \\ &= \frac{4 \times 10^4 - 0.07 \times (1.5 - 0.997) \times 15 \times 150 \times 265}{1.5 \times 210 \times 265} \\ &= 0.228 \text{mm}^2/\text{mm}\end{aligned}$$

受扭箍筋由规范公式 (4.3.6-2), 取 $\zeta=1.2$, 则得:

$$\begin{aligned}\frac{A_{st1}}{s} &= \frac{T - 0.35\beta_t f_t W_t}{1.2 \sqrt{\zeta} f_{yv} A_{cor}} \\ &= \frac{280 \times 10^4 - 0.35 \times 0.997 \times 1.5 \times 281 \times 10^4}{1.2 \times \sqrt{1.2} \times 210 \times 2.5 \times 10^4} \\ &= 0.193 \text{mm}^2/\text{mm}\end{aligned}$$

受剪及受扭单肢箍筋的总用量:

$$\frac{A_{sv1}}{s} = \frac{1}{2} \times 0.228 + 0.193 = 0.307 \text{mm}^2/\text{mm}$$

选用 $\phi 6.5@100\text{mm}$ $\left(\frac{A_{sv1}}{s} = 0.332 \text{mm}^2/\text{mm}\right)$

3. 箍筋的配筋率验算:

$$\begin{aligned}\alpha &= 1 + 1.75(2\beta_t - 1) \\ &= 1 + 1.75(2 \times 0.997 - 1) \\ &= 2.74 \\ \rho_{sv, \min} &= 0.02\alpha \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.02 \times 2.74 \times \frac{15}{210} = 0.39\% \\ \rho_{sv} &= \frac{A_{sv}}{b \cdot s} = \frac{2 \times 33.2}{150 \times 100} = 0.43\% > \rho_{sv, \min}\end{aligned}$$

4. 确定纵筋的数量

由规范公式 (4.3.3-2) 得:

$$A_{stl} = \frac{\zeta f_{yv} A_{stl} u_{cor}}{f_y s} = 1.2 \times 0.193 \times 700 = 162.1 \text{mm}^2$$

选用 4 $\phi 8$ ($A_{stl} = 201.1 \text{mm}^2$)

5. 纵筋配筋率验算:

$$\begin{aligned}\rho_{stl, \min} &= 0.08(2\beta_t - 1) \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.08(2 \times 0.997 - 1) \frac{15}{210} \\ &= 0.57\% \\ \rho_{stl} &= \frac{A_{stl}}{bh} = \frac{201.1}{150 \times 300} = 0.447\% < \rho_{stl, \min}\end{aligned}$$

应按最小配筋率配筋

$$A_{stl} = 0.0057 \times 112 \times 300 = 256.5 \text{mm}^2$$

选用 4 $\phi 10$ ($A_{stl} = 314 \text{mm}^2$), 对称布置如图 1-7 所示。