

钢筋混凝土基本构件配筋的直接计算法

13
1998-1999

张贵寿

(绍兴文理学院 浙江绍兴 312000)

TV332
TV314

摘要 根据SL/T191—96《水工混凝土结构设计规范》，对受弯、大偏心受压、大偏心受拉构件的正截面配筋计算问题，提出了直接计算法，并给出相应的应用实例。结果表明：该方法概念清楚，计算方便，可用于设计。

关键词 钢筋混凝土；受弯构件；大偏心受压构件；大偏心受拉构件；钢筋截面面积；配筋；直接计算法。

对于钢筋混凝土受弯、大偏心受压、大偏心受拉构件的正截面承载力计算，通常采用计算参数 α_s 和 ξ 来进行配筋计算。笔者对此进行研究，摒弃了计算参数，提出了配筋的直接计算公式法。这种方法由基本公式推导出计算公式，可将数据直接代入公式求出钢筋截面面积。该方法概念清楚，推导严密，可用一般计算器计算，既简捷又方便，可在设计中应用。

1 单筋矩形截面受弯构件正截面配筋计算

1.1 计算公式

根据单筋矩形截面受弯构件的计算简图(图1)，按内力平衡条件，可推导出计算公式：

$$\left. \begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - 2\gamma_d M / (f_c b)} \\ A_s &= f_c b x / f_y \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

公式的适用条件： $x \leq \xi_b h_0$ ，其中， ξ_b 为相对界限受压区计算高度。

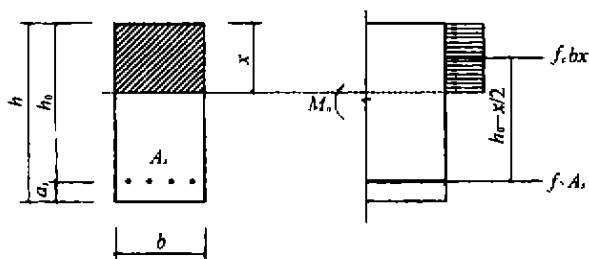


图1 单筋矩形截面受弯构件的计算简图

1.2 应用举例

单筋矩形梁的配筋计算：某抽水站泵房一矩形截面简支梁，截面尺寸为250 mm × 500 mm，混凝土强度等级选用C20，采用Ⅱ级钢筋。①跨中截面弯矩设计值 $M = 142 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，计算该截面所需的钢筋截面面积。

②如弯矩设计值改为 $M = 178 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，设计该截面。

计算步骤如下：①将已知值代入式(1)可得： $x = 204.99 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 237 \text{ mm}$ ， $A_s = 1653 \text{ mm}^2$ 。②将已知值代入式(1)可得： $x = 299.56 \text{ mm} > \xi_b h_0 = 237 \text{ mm}$ ，属超筋。将混凝土等级改为C25，则 $x = 205.83 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 237 \text{ mm}$ ， $A_s = 2075 \text{ mm}^2$ 。

2 双筋矩形截面受弯构件正截面配筋计算

2.1 计算公式

由双筋矩形截面受弯构件的计算简图(图2)，按内力平衡条件，可推导出计算公式：

$$\left. \begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - 2 \frac{\gamma_d M - f_y A_s' (h_0 - a_s')}{f_c b}} \\ A_s &= \frac{f_c b x + f_y A_s'}{f_y} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

公式的适用条件： $2a_s' \leq x \leq \xi_b h_0$ 。

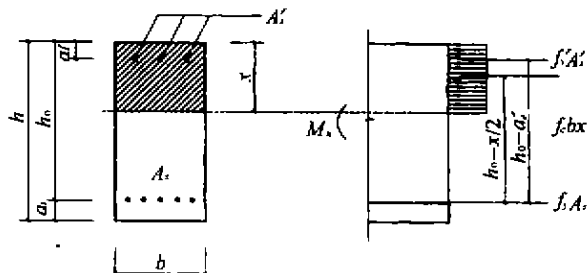


图2 双筋矩形截面受弯构件的计算简图

2.2 应用举例

双筋矩形梁的配筋计算：一矩形截面梁，截面尺寸 $b \times h = 200 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ ，弯矩设计值 $M = 120 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ，已配有 $2\phi 18$ 受压钢筋 ($A_s' = 509 \text{ mm}^2$)，选用C20混凝土及Ⅱ级钢筋，计算受拉钢筋截面面积。

积 A_s 。

将已知值代入式(2), 可得: $x = 97.62 \text{ mm} > 2a_s' = 90 \text{ mm}$, 同时 $x < \xi_b h_0 = 248 \text{ mm}$, $A_s' = 1138.8 \text{ mm}^2$ 。

3 T形截面受弯构件正截面配筋计算

3.1 计算公式

a. 第一种 T 形截面. 由第一种 T 形截面受弯构件的计算简图(图 3), 可推导出计算公式:

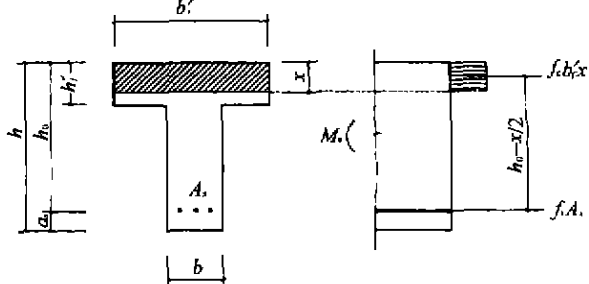
$$\left. \begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{2\gamma_d M}{f_c b_f'}} \\ A_s &= \frac{f_c b_f' x}{f_y} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$


图 3 第一种 T 形截面受弯构件的计算简图

b. 第二种 T 形截面. 由第二种 T 形截面受弯构件的计算简图(图 4), 可推导出计算公式:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - 2 \frac{\gamma_d M - f_c (b_f' - b) h_f' (h_0 - h_f' / 2)}{f_c b}} \\ A_s &= \frac{f_c (b_f' - b) h_f' + f_c b x}{f_y} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

公式的适用条件: $x \leq \xi_b h_0$ 。

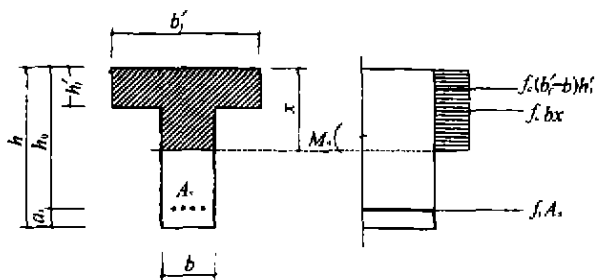


图 4 第二种 T 形截面受弯构件的计算简图

3.2 应用举例

a. 第一种 T 形截面梁的配筋计算. 某水闸启闭机, 支承在 T 形梁上, 梁高 $h = 700 \text{ mm}$ ($h_0 = 630 \text{ mm}$), 翼缘高 $h_f' = 100 \text{ mm}$, 翼缘计算宽度 $b_f' = 640 \text{ mm}$, 腹板宽 $b = 200 \text{ mm}$, 梁跨中承受设计弯矩 $M = 214.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 采用 C25 混凝土 II 级钢筋, 计算梁跨中截面所需钢筋。

计算步骤如下: ①判别 T 形截面类型. $\gamma_d M = 256.9 \text{ kN} \cdot \text{m} < f_c b_f' h_f' (h_0 - \frac{h_f'}{2}) = 464 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 属于第

一种 T 形截面梁. ②将已知值代入式(3), 可得: $x = 300 \text{ mm}$, $A_s = 1373.4 \text{ mm}^2$ 。

b. 第二种 T 形截面梁的配筋计算. — T 形截面吊车梁中截面承受弯矩设计值 $M = 430 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 梁的翼缘计算宽度 $b_f' = 650 \text{ mm}$, 高 $h_f' = 100 \text{ mm}$, 梁高 $h = 800 \text{ mm}$ ($h_0 = 740 \text{ mm}$), 腹板宽 $b = 300 \text{ mm}$, 混凝土为 C20 级, 采用 III 级钢筋, 求钢筋截面面积。

计算步骤如下: ①判别 T 形截面类型. $\gamma_d M = 516 \text{ kN} \cdot \text{m} > f_c b_f' h_f' (h_0 - h_f' / 2) = 448.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 属于第二种 T 形截面梁. ②将已知值代入式(4), 可得: $x = 136.18 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 383 \text{ mm}$, $A_s = 2107 \text{ mm}^2$ 。

4 矩形截面大偏心受压构件正截面配筋计算

4.1 计算公式

由矩形截面大偏心受压构件的计算简图(图 5) 按内力平衡条件, 可推导出:

$$\left. \begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - 2 \frac{\gamma_d N e - f_y' A_s' (h_0 - a_s')}{f_c b}} \\ A_s &= \frac{f_c b x + f_y' A_s' - \gamma_d N}{f_y} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

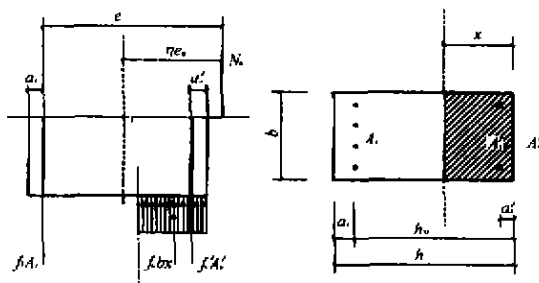


图 5 矩形截面大偏心受压构件计算简图

4.2 应用举例

柱的配筋计算: 已知一单层厂房铰接排架的矩形偏心受压柱, 截面尺寸 $b \times h = 400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ ($h_0 = 560 \text{ mm}$), 采用 C20 混凝土, II 级钢筋, 轴心力设计值 486 kN , 偏心距 $e_0 = 600 \text{ mm}$, 偏心距增大系数 $\eta = 1.08$, 配置该柱钢筋。

计算步骤如下: ① $e_0 = 600 \text{ mm} > 0.3 h_0 = 168 \text{ mm}$, 按大偏心受压设计, $e = 908 \text{ mm}$. ②计算 A_s' . 充分利用混凝土受压, 取 $x = \xi_b h_0 = 304.64 \text{ mm}$,

$$A_s' = \frac{\gamma_d N e - f_c b x (h_0 - x / 2)}{f_y' (h_0 - a_s')} = 203 \text{ mm}^2$$

按最小配筋率配筋 $A_s' = \rho_{\min} b h_0 = 448 \text{ mm}^2$, 实配 $2\Phi 18$, $A_s' = 509 \text{ mm}^2$. ③计算 A_s . 将已知值代入式(5), 可得 $x = 206.2 \text{ mm} < \xi_b h_0 = 305 \text{ mm}$, $A_s = 1985 \text{ mm}^2$ 。

5 矩形截面大偏心受拉构件正截面配筋计算

5.1 计算公式

由矩形截面大偏心受拉构件的计算简图(图

6).按内力平衡条件,可推出计算公式:

$$\left. \begin{aligned} x &= h_0 - \sqrt{h_0^2 - 2 \frac{\gamma_d N e - f_y' A_s' (h_0 - a_s')}{f_c b}} \\ A_s &= \frac{f_c b x + f_y' A_s' + \gamma_d N}{f_y} \end{aligned} \right\} (6)$$

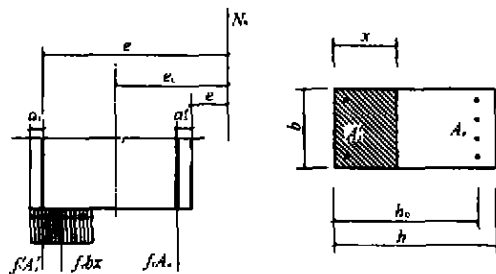
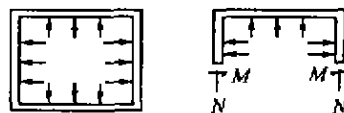


图6 矩形截面大偏心受拉构件的计算简图

5.2 应用举例

大偏心受拉构件配筋计算:已知某矩形水池壁厚为300mm,通过内力分析求得跨中水平方向每米宽度上最大弯矩设计值 $M = 120 \text{ kN}\cdot\text{m}$,轴向拉力设计值 $N = 240 \text{ kN}$ (图7),该水池的混凝土强度等级为C20,Ⅱ级钢筋.求水池在该处需要的 A_s 和 A_s' 值.

计算步骤如下:① $b \times h = 1000 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$,取 $a_s = a_s' = 45 \text{ mm}$, $h_0 = 255 \text{ mm} > h/2 - a_s = 105 \text{ mm}$,为



7 大偏心受拉构件配筋计算简图

大偏心受拉, $e_0 = 500 \text{ mm}$, $e = 395 \text{ mm}$, $e' = 605 \text{ mm}$.

②计算 A_s' . 充分利用混凝土受压,取 $x = \xi_b h_0 = 138.72 \text{ mm}$ 可推导得 $A_s' < 0$,选用 $\phi 12 @ 200$ ($A_s' = 565 \text{ mm}^2$).③计算 A_s .按已配 $A_s' = 565 \text{ mm}^2$ 计算,将已知值代入式(6),可得 $x = 32.2 \text{ mm} < 2a_s' = 90 \text{ mm}$,取

$x = 2a_s' = 90 \text{ mm}$,则 $A_s = \frac{\gamma_d N e'}{f_y (h_0 - a_s')} = 2676 \text{ mm}^2$.另外,取 $A_s' = 0$,由式(6)重算, $x = 49.4 \text{ mm}$, $A_s = 2523 \text{ mm}^2$,按小者 A_s 配筋,配 $\phi 18 @ 100$ ($A_s = 2545 \text{ mm}^2$).

参考文献

- 1 SL/T191—96 水工混凝土结构设计规范
- 2 刘瑞主编.水工钢筋混凝土结构学.第3版.北京:中国水利水电出版社,1996
- 3 周氏,陈礼和主编.水工混凝土结构设计规范简明讲座.南京:河海大学出版社,1996

(收稿日期:1999-01-12 编辑:张志琴)

·小资料·

建国以来我国小水电的增长状况

按我国现行标准,单站装机容量小于2.5万kW的称为小水电.1949年建国时,我国只有小水电0.36万kW,仅占水电总装机的1%,经过49年的发展,截至1998年,小水电装机达2502万kW,当年小水电的年电量达799亿kW·h,约占全国总量的40%左右(见表1).从年均增长率来看,我国小水电的增长速度远远超过了整个水电的增长速度(水电装机1949~1998年年均增长11.15%,而小水电为19.79%;水电年发电量1975~1998年年均增长6.62%,而小水电为11.39%).

表1 小水电增长数据

年 份	水电总装机 (万 kW)	其中小水电 (万 kW)	小水电占水电 总装机/%	水电年发电量 (亿 kW·h)	其中小水电 (亿 kW·h)	小水电占水电 年发电量/%
1949	36	0.36	1.0			
1955	69.5	0.7	1.0			
1960	194.1	25.14	12.9			
1965	301.9	33.0	10.9			
1970	623.5	101.89	16.3			
1975	1342.8	308.32	22.9	476.3	66.86	14.0
1980	2091.8	692.55	34.1	582.1	127.19	21.9
1985	2641.5	952.10	36.0	923.74	241.34	26.1
1990	3605	1318.0	36.6	1263	392.83	31.1
1995	5218	1664.61	31.9	1869	553.76	29.6
1998	6400	2502	39.1	2080	799.0	38.4

注:表中小水电资料摘自1999年9月30日《中国水利报》.

又从表1中可以看出,1995~1998年这三年增长最快,小水电装机增加了837万kW,平均每年达279万kW,相当于一个葛洲坝.究其原因可能是第三批农村电气化县建设推动的结果,因为第三批是500个县,其规模大于第一批(计划100个县,实际完成109个县)和第二批(计划200个县,实际完成208个县)之和.

(吴冀高供稿)