

钢筋混凝土受弯构件的近似计算

陈 閼

(福建省建筑设计院)

陈 瀛

(华侨大学)

提要 本文阐述对于钢筋混凝土梁板,直接利用弯矩求解抗弯钢筋的简化计算方法及简化计算公式的来源。

关键词 钢筋混凝土构件,配筋率,简化计算

0 前言

大家都知道梁板是最主要的受弯构件,在钢筋混凝土构件中,梁板数量最大,也是最常因各种因素造成变更的构件。长期以来在工程处理及质量判断中主要是依靠个人经验或查“梁板弯矩钢筋表”;凭经验配筋,往往因人而异或多或少没有一个标准。而查表法又常不能把问题解决于现场。

如何用一种简便而且能满足精度的近似计算来代替查表,这是广大工程设计人员迫切期望的。本文通过对钢筋混凝土受弯构件的计算过程作一些近似的简化,并结合工程中某些条件,对直接从弯矩(M)求解钢筋(A_g)作一些探讨,以供工程设计者参考。

本文是以《混凝土结构设计规范》GBJ10-89为依据进行推导的。

1 公式推导

(1) γ_s - ρ 的关系。因为 $\rho = \xi \frac{f_m}{f_t}$, 所以 $\xi = \rho \frac{f_t}{f_m}$, 并把 $\xi = \rho \frac{f_t}{f_m}$ 代入 $\gamma_s = 1 - 0.5\xi$ (图1)。可得到以下关系

$$\gamma_s = 1 - 0.5\rho \frac{f_t}{f_m} \quad (1)$$

其中 γ_s 为内力臂系数; ρ 为纵向抗弯钢筋配筋率; ξ 为相对受压区高度; f_t 为钢筋设计抗拉强

本文 1991-09-07 收到。

度, f_m 为混凝土设计弯曲受压强度.

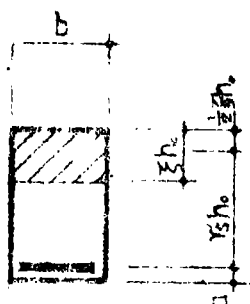


图1 弯曲构件截面图

(2) 为了推导方便, 我们引入第一个条件: 钢筋为 I 级钢 ($f_s = 310 \text{ N/mm}^2$). 根据公式(1)及不同混凝土强度等级, 得出图2中 γ_s - ρ 线性关系. 由于 $\xi_{\max} \leq 0.55$, 从 $\gamma_s = 1 - 0.5\xi$ 的关系即可得出

$$\gamma_s \geq 0.725.$$

《混凝土结构设计规范》GBJ10-89 对受弯构件最小配筋率的限制是: 混凝土强度等级小于 C_{35} 时 $\rho_{\min} = 0.15\%$, 混凝土强度等级大于 C_{40} 时 $\rho_{\min} = 0.2\%$, 从式(1)关系中可知道对于不同的混凝土强度等级在 $\rho = \rho_{\min}$ 时 $\gamma_s \approx 0.9789$, 也就是说在混凝土受弯构件中 γ_s 的变化范围是 $0.725 \leq \gamma_s \leq 0.979$.

(3) 简化公式的推导. 从公式 $A_s = \frac{M}{\gamma_s f_s h_0}$ 中看出, 只要知道 γ_s 即可求出 A_s .

在前面我们已经知道随着配筋率 ρ 的变化, γ_s 的变化并不很大 ($\gamma_s = 0.979 - 0.725$), 也可以说在弯矩不变的情况下作为近似计算的 γ_s 在不作任何修正时, 其计算结果的最大误差为

$$\gamma_{s,\max}/\gamma_{s,\min} = 1.35,$$

即最大误差为 35%.

现在为了使简化计算更好地满足精度, 我们把 γ_s 值分为几段, 在各段中取一定值以替代该区段内的 γ_s 以求解 A_s . 由于工程中最常用 C_{20} 混凝土, 因此以 C_{20} 混凝土为例进行推导.

首先, 把 C_{20} 混凝土 γ_s - ρ 线段按 $\rho = 0.15 - 0.8\%$, $\rho = 0.8 - 1.4\%$, $\rho = 1.4 - 2.0\%$ 分为三段, 然后取适筋情况下 ($\rho = 0.8 - 1.4\%$) 的 γ_s (取 $\rho = 1.4\%$ 时 $\gamma_s = 0.803$) 代入 $A_s = \frac{M}{\gamma_s f_s h_0}$ 进行计算, 而对于其它 ρ 情况下的计算值则只作相应的修正. 把 $\gamma_s = 0.803$, 及 $f_s = 310 \text{ N/mm}^2$ (I 级钢) 代入 $A_s = \frac{M}{\gamma_s f_s h_0}$ 得

$$\rho = \frac{M}{250bh_0^2} \times 100\%.$$

式(2)中各量的单位: M 为 $\text{N}\cdot\text{mm}$, b, h, h_0 为 mm , ρ 为 I 级钢配筋率. 而对于 ρ 不在 $0.8 - 1.4\%$ 之间的计算式为

$$\rho = \frac{M}{250bh_0^2} \varphi \times 100\%. \quad (3)$$

当 $\rho \leq 0.8$ 时, $\varphi = 0.9$; 当 $\rho > 1.4$ 时, $\varphi = 1.1$.

(4)公式的使用.把已知的弯矩代入式(2),以判别 ρ 所在区间:若 $\rho \leq 0.8$,则 $A_s = \rho b h_0 \times 0.9 (= \frac{M}{250 b h_0^2} \times 0.9)$;若 $0.8 < \rho \leq 1.4$ 时 $A_s = \rho b h_0 (= \frac{M}{250 b h_0^2})$;若 $\rho > 1.4$,则 $A_s = 1.1 \rho b h_0 (= \frac{M}{250 b h_0^2} \times 1.1)$.

2 推广到其它强度等级的混凝土构件

(1) C_{30} 混凝土($0.15 \leq \rho \leq 2.5\%$). $\rho = 1.4\%$ 时, $\gamma_s = 0.8685$,

$$\rho = \frac{M}{270 b h_0^2} \varphi \times 100\%. \quad (4)$$

式中,当 $\rho \leq 0.8$, $\varphi = 0.95$,当 $0.8 < \rho \leq 1.4\%$, $\varphi = 1.0$,当 $1.4 < \rho \leq 2.0\%$, $\varphi = 1.1$,当 $\rho > 2.0$, $\varphi = 1.15$.

(2) C_{40} 混凝土($0.2 \leq \rho \leq 2.5\%$). $\rho = 1.4\%$ 时, $\gamma_s = 0.8991$,

$$\rho = \frac{M}{280 b h_0^2} \varphi \times 100\%. \quad (5)$$

式中,当 $\rho \leq 0.8$, $\varphi = 0.95$,当 $0.8 < \rho \leq 1.4\%$, $\varphi = 1.0$,当 $1.4 < \rho \leq 2.0$, $\varphi = 1.05$,当 $\rho > 2.0$, $\varphi = 1.1$.

(3) C_{45} 混凝土($0.15 \leq \rho \leq 1.5\%$). $\rho = 1.2\%$ 时, $\gamma_s = 0.7812$,

$$\rho = \frac{M}{240 b h_0^2} \varphi \times 100\%. \quad (6)$$

式中,当 $\rho \leq 0.8$, $\varphi = 0.9$,当 $0.8 < \rho \leq 1.2$, $\varphi = 1.0$,当 $1.2 < \rho \leq 1.5$, $\varphi = 1.1$.

3 误差分析

ρ 为近似计算的配筋率(%), ρ^* 为按规范计算的配筋率(%), $\Delta\%$ 为误差百分比 $\Delta\% = (\frac{\rho}{\rho^*} - 1) \times 100\%$.

(1) C_{20} 混凝土

$$\rho = \frac{M}{250 b h_0^2} \varphi \times 100\%, \quad \rho^* = \frac{M}{\gamma_s f_y b h_0^2} \varphi \times 100\%,$$

$$\Delta\% = (\frac{\rho}{\rho^*} - 1) \times 100\% = (\frac{\gamma_s \varphi}{0.806} - 1) \times 100\%.$$

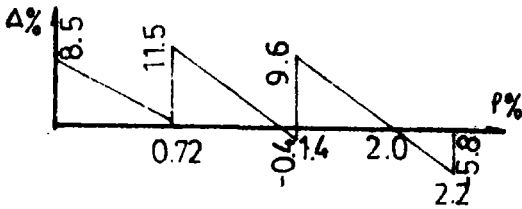
(2)其它强度等级的误差计算参见图3.

4 结束语

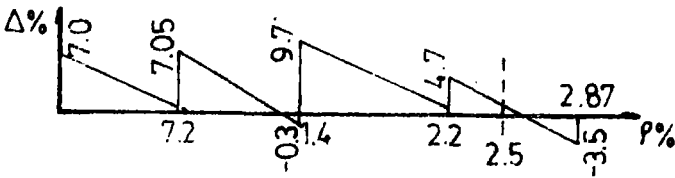
凡从事工业与民用建筑设计的同志,可能都会注意到这样一个情况:在一般情况下板的配

筋率多在 0.15—0.8% 之间,次梁的配筋率多在 0.3—1.4% 之间,主梁及基础梁的配筋率多在 1.0% 以上. 因此在工程实际中我们也可根据构件的受荷性质及重要性,来选定公式中的 φ , 从而使简化公式更为简便. 即: $A_s = \rho b h_0$ 式中的 $b h_0$ 可与 ρ 式中的 $b h_0$ 消去,而得出一个更直接、简便的 A_s-M 关系.

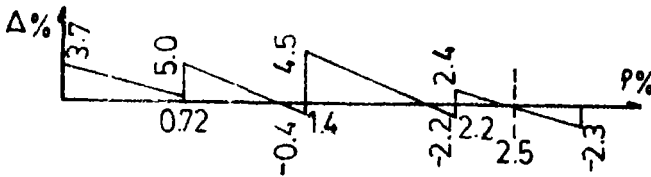
C20
$$\Delta \% = \frac{\varphi \gamma_s}{0.806} \times 100\% - 1$$



C30
$$\Delta \% = \frac{\varphi \gamma_s}{0.871} \times 100\% - 1$$



C40
$$\Delta \% = \frac{\varphi \gamma_s}{0.903} \times 100\% - 1$$



C15
$$\Delta \% = \frac{\varphi \gamma_s}{0.7742} \times 100\% - 1$$

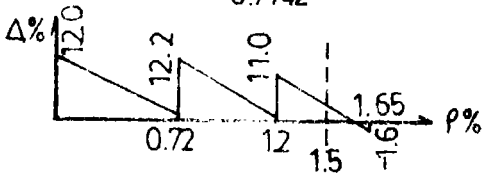


图 3 各种强度等级计算误差示意图

参 考 文 献

- [1] 混凝土结构设计规范, GBJ10-89.
[2] 郭继武主编, 混凝土结构与砌体结构(按新规范), 高等教育出版社, (1990).

Approximate Calculation of Reinforced Concrete Members Subjected to Bending

Chen Kai

(*Architectural Designing Institute of Fujian Province*)

Chen Hao

(*Huaqiao University*)

Abstract For computing the reinforced concrete beams, the authors set forth a short-cut method with which the bending steel bar can be calculated directly by making use of the bending momentum. The discussion covers also the source of the formulae in reference to contracted calculation.

Key words reinforced concrete member, ratio of reinforcement, short-cut calculation