

鉄筋コンクリート課題：曲げ終局耐力の算定

吉川弘道(東京都市大学 名誉教授)

参照箇所：

4章曲げモーメントを受ける部材<例題 4.3> 69-71 ページ

<例題4. 3> の計算を単鉄筋長方形断面として算定し、さらに下記の②～⑤のように条件を変更して計算実施せよ。

・まづ、<例題4. 2>も参照して、単鉄筋としての断面諸元を再記/整理する。

断面寸法：幅 $b=30\text{cm}$ 、有効高さ $d=60\text{cm}$ 、(以降、長さ/面積の単位は、 mm , mm^2 とする)

鉄筋量： $A_s = 5D25 = 25.33\text{cm}^2 \Rightarrow p \equiv A_s / bd = 0.01407$

材料条件：コンクリート圧縮強度 $f'_c = 27\text{N/mm}^2$ 、鉄筋の降伏強度 $f_y = 345\text{N/mm}^2$ (SD345)

等価応力ブロックの3係数：

$$\beta_1 = 0.80, k_2 = 0.4, k_3 = 0.85 \Rightarrow \beta_1 k_3 = 0.68, k_2 / \beta_1 k_3 = 1/1.7$$

① 教科書例題の条件にて算定

・ 破壊モードの判定：

予備計算：コンクリート終局ひずみ： $\varepsilon'_{cu} = 0.0035$ ($f'_c < 50\text{N/mm}^2$)

$$\text{鉄筋降伏ひずみ： } \varepsilon_y = (345\text{N/mm}^2) / (200\text{kN/mm}^2) = 0.001725$$

$$\begin{aligned} \text{釣り合い鉄筋比： } p_b &= \beta_1 k_3 \frac{\varepsilon'_{cu}}{\varepsilon'_{cu} + \varepsilon_y} \cdot \frac{f'_c}{f_y} \\ &= 0.68 \frac{0.0035}{0.0035 + 0.001725} \cdot \frac{27}{345} \\ &= 0.68 \cdot 0.6699 \cdot 0.07826 = 0.03565 (3.57\%) \end{aligned}$$

破壊モードの判定： $p (= 0.01407) < p_b (= 0.03565) \Rightarrow$ 鉄筋降伏先行型

従って、曲げ終局耐力の算定式として、次式に示す算定式1、または算定式2 (under-reinforcement の場合の算定式)を用いることができる。

・曲げ終局耐力の算定式：

予備計算： $bd^2 = 300 \cdot 600^2 = 108 \times 10^6 \text{ mm}^3$ 、 $pf_y = 0.01407 \cdot 345 = 4.85 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned} \text{算定式1: } M_u &= bd^2 \cdot pf_y \left(1 - \frac{pf_y}{1.7f_c'}\right) \\ &= 108 \times 10^6 \text{ mm}^3 \cdot 4.85 \text{ N/mm}^2 \left(1 - \frac{1}{1.7} \cdot \frac{4.85 \text{ N/mm}^2}{27 \text{ N/mm}^2}\right) \\ &= 108 \cdot 4.85 (1 - 0.1057) \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 468 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = \underline{468 \text{ kN} \cdot \text{m}} \end{aligned}$$

予備計算： $bd^2 f_c' = 300 \cdot 600^2 \cdot 27 = 2916 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 2916 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$$\varphi \equiv \frac{pf_y}{f_c'} = \frac{0.01407 \cdot 345}{27} = 0.1798 \quad (\varphi : \text{力学的鉄筋係数: 単位なし/無時元})$$

$$\text{算定式2: } \frac{M_u}{bd^2 f_c'} = \varphi \left(1 - \frac{\varphi}{1.7}\right) = 0.1798 \left(1 - \frac{0.1798}{1.7}\right) = 0.1608$$

$$M_u = bd^2 f_c' \times 0.1608 = 2916 \text{ kN} \cdot \text{m} \times 0.1608 = \underline{469 \text{ kN} \cdot \text{m}}$$

②	コンクリート圧縮強度を $f_c' = 40 \text{ N/mm}^2$ に変更
③	鉄筋規格を SD390 に変更
④	鉄筋量を $A_s = 5D29$ に変更
⑤	鉄筋量を $A_s = 8D35$ に変更