

2003年10月31日実施『鉄筋コンクリート棒部材の曲げに関する小テスト』の解答

解答は略解を示す。詳細は講義で解いた例題の解答を参照のこと。

(1) 曲げひび割れ発生モーメント $M_{cr}$

曲げひび割れ発生までの鉄筋コンクリートはりは、弾性はりとしてモデル化できるから、

$$M_{cr} = f_b \cdot I \cdot \frac{2}{h} = \frac{f_b \cdot b \cdot h^2}{6} = \frac{6 \times 200 \times 400^2}{6} = 32 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 3.2 \times 10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**答：3.2 × 10kN・m (32kN・m)**

【コメント】もはや説明の必要もない頻出問題。ほとんどの人が正解。

(2) 鉄筋降伏時の中立軸の位置 $z_n$

曲げひび割れ発生後～鉄筋降伏までの鉄筋コンクリートを表現する際の一般的な仮定を方程式で表し、これらを連立し、中立軸の位置 $z_n$ について解くと、

$$z_n = \frac{A_s E_s}{b E_c} \left( -1 + \sqrt{1 + 2 \frac{b d E_c}{A_s E_s}} \right) = \frac{1000 \times 2 \times 10^5}{200 \times 2 \times 10^4} \times \left( -1 + \sqrt{1 + 2 \frac{200 \times 300 \times 2 \times 10^4}{1000 \times 2 \times 10^5}} \right)$$
$$= 50 \times (-1 + \sqrt{1 + 12}) = 50 \times (-1 + 3.61) = 130 \text{ mm}$$

**答：1.3 × 10<sup>2</sup>mm (130mm)**

【コメント】本問題もよくできていた。 $z_n$ の解の式をそのまま憶えるのではなく、計算仮定と解く手順を理解してほしい。

(3) 使用状態における曲げモーメントと鉄筋応力の関係

(2)で求めた $z_n$ を用いて、 $\sigma_s = 300 \text{ N/mm}^2$ となるときモーメントを求めると、

$$M = A_s f_y \cdot \left( d - \frac{z_n}{3} \right) = 1000 \times 300 \times \left( 300 - \frac{130}{3} \right) = 7.7 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm} = 7.7 \times 10^2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**答：7.7 × 10<sup>2</sup>kN・m (77kN・m)**

【コメント】(2)で求めた中立軸の位置 $z_n$ が間違っている場合でも、解き方が正しければ部分点を与えた。

(4) 曲げ耐力 $M_u$

コンクリートの圧縮合力は $C'_c = 0.68 \cdot f'_c \cdot b \cdot z_n$ となることに留意する。

$$z_n = \frac{A_s f_y}{0.85 \times 0.8 f'_c b} = \frac{1000 \times 400}{0.68 \times 40 \times 200} = \frac{50}{0.68} \text{ mm}$$

$$M_u = A_s f_y (d - 0.4 z_n) = 1000 \times 400 \times \left( 300 - 0.4 \frac{50}{0.68} \right) = 108 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**答：1.1 × 10<sup>2</sup>kN・m (108kN・m)**

【コメント】この問題も解き方を丸覚えするのではなく、原理を理解してほしい。

(5) 終局曲げ耐力への各種要因の影響

各ケースの曲げ耐力を求めると、

(a)114kN・m, (b)193kN・m, (c)228kN・m, (d)114kN・mとなる。

**答:(c)**

【コメント】かなりの人ができていた。実際に曲げ耐力の値を計算しなくても、曲げ耐力算定式の形から、答えを見つけ出すこともできる。

**【全体講評】**

- 今回のテストは、予想された基本問題であったので、例年にも増して、かなりの人ができていた。出題する側も、そのことは織り込み済みで出題している。
- 原理(計算仮定)を理解することと、それを運用して答を求める力(計算能力)が必要で、どちらも身につけてください。
- 家でじっくり取り組むレポートを完璧に仕上げる能力も必要ですが、一発試験の限られた時間、限られた条件(ノート参照付加など)のもとで、完全とはいえないまでも、より正解に近い答えを得る能力が必要です。これは、入試や就職試験でもそうですし、就職してからも必要な能力です。
- 「有効数字2桁」は専門の問題ではあまり見かけないかもしれないが、物理や化学でなじみがあるはず。その意味も理解していると思う。この断りを記した理由は、例年試験やレポートで5桁も6桁も数字を書き並べる学生がいるので、有効数字の意味への注意を喚起するためである。鉄筋コンクリートの力学挙動で登場する物理量の有効数字は、測定精度、試験体作製精度等を考えるとせいぜい2桁か3桁である。