1ª Prova de EDI-38 Concreto Estrutural I

Prof. Flávio Mendes Neto

Agosto de 2008

Sem consulta. A interpretação das questões faz parte da prova.

Justifique cientificamente suas afirmações e comente, criticamente, todos os resultados obtidos.

(duração máxima: 2 h 50 min)

Considere os seguintes dados:

- Coeficiente de ponderação das ações: $\gamma_f = 1,40$.
- Aço CA-60 ($f_{yk} = 600$ MPa; $\gamma_s = 1,15$; $E_s = 210$ GPa).
- Concreto C30, diagrama parabólico-retangular ($f_{ck} = 30$ MPa e lembrar que $\sigma_{cd} = 0,85\, f_{ck}/\gamma_c$ e que $\gamma_c = 1,40$).
- Considere $d_c = d_t = d' = 5$ cm.
- Seção retangular com base $b = 20$ cm e altura total $h = 50$ cm.
- Se precisar transformar unidades de força, use a equivalência de 1 kgf = 10 N.

1ª Questão — Calcule o maior momento fletor (em kN·m) que pode ser aplicado à seção quando for armada inferiormente com $4\phi12,5$ (quatro barras com 12,5 mm de diâmetro).

2ª Questão — Admita que a seção tenha uma armadura superior (A_{sc}) necessariamente igual à armadura inferior (A_{st}). Quantas barras de 12,5 mm de diâmetro seriam necessárias para que pudesse ser aplicado um momento fletor de 39 kN·m? (Faça um esboço!)

3ª Questão — Discuta a afirmação: "Todo dimensionamento tradicional de armadura dupla (utilizando $\kappa_x = k_{x,\mathrm{lim}}$) com o aço CA-60 resulta em escoamento das duas camadas de barras quando $\delta_c > 0,16$".

Questão	1	2	3
Valor	4,0	4,0	2,0

Algumas definições

$$\overline{\mu} = \frac{M_d}{\sigma_{cd}\, b\, d^2} \qquad \overline{\omega}_i = \frac{A_{si}\ f_{yd}}{b\, d\, \sigma_{cd}} \qquad \alpha_i = \frac{\sigma_{si}}{f_{yd}} \qquad \sigma_{cd} = 0,85\ \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \qquad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$\overline{\eta} = \frac{R_{cc}}{\sigma_{cd}\, b\, d} \qquad \overline{\eta}_a = \frac{R_{cc}\, a}{\sigma_{cd}\, b\, d^2} \qquad \kappa_x = \frac{x}{d} \qquad \delta_c = \frac{d_c}{d}$$

Observação: $d = h - d_t$

Equações de equilíbrio

(FNS, Armadura dupla)

$$\overline{\eta} + \overline{\omega}_c\, \alpha_c = \overline{\omega}_t\, \alpha_t$$

$$\overline{\mu} = \overline{\eta} - \overline{\eta}_a + \overline{\omega}_c\, \alpha_c\ (1 - \delta_c)$$

Funções $\overline{\eta}$ e $\overline{\eta}_a$ para seção retangular (Diagrama parabólico-retangular)

Base de referência $\equiv b$

$$\overline{\eta} = \begin{cases} \dfrac{5\kappa_x^2(3 - 8\kappa_x)}{3(1-\kappa_x)^2} & \text{Domínio 2a} \\[2ex] \dfrac{16\kappa_x - 1}{15} & \text{Domínio 2b} \\[2ex] \dfrac{17\kappa_x}{21} & \text{Domínios 3 e 4} \end{cases}$$

$$\overline{\eta}_a = \begin{cases} \dfrac{5\kappa_x^3(4 - 9\kappa_x)}{12\,(1-\kappa_x)^2} & \text{Domínio 2a} \\[2ex] \dfrac{171\kappa_x^2 - 22\kappa_x + 1}{300} & \text{Domínio 2b} \\[2ex] \dfrac{33\kappa_x^2}{98} & \text{Domínios 3 e 4} \end{cases}$$

$/F_M N/$SWP3.5

Alguns resultados principais

$\boxed{1^{\underline{a}}\text{ Questão}}$ Sistema de 2 equações a 2 incógnitas:

$\kappa_x = 0,20897$

Como é Domínio 2 (de fato, 2b) pode-se prosseguir normalmente.

$\overline{\mu} = 0,1433$

$M_k = 75,7$ kN·m

$\boxed{2^{\underline{a}}\text{ Questão}}$ Sistema de 2 equações a 2 incógnitas, com 5 hipóteses possíveis:

$\kappa_x = 0,1287$ (Domínio 2 - de fato 2a)

$\overline{\omega}_c = \overline{\omega}_t = 0,07805$

$A_{sc} = A_{st} = 2,4523$ cm^2

Observa-se que com duas barras em cada camada esta área é atendida. Esperava-se um esboço da seção.

$\boxed{3^{\underline{a}}\text{ Questão}}$

Para o escoamento das duas camadas com $\kappa_x = \kappa_{x\,\mathrm{lim}}$ é necessário que a camada superior escoe, ou seja $\varepsilon_{sc} \geq \varepsilon_{yd}$. Esta condição é atendida no Domínio 3 quando

$$\delta_c \leq \frac{3,5 - \varepsilon_{yd}}{3,5 + \varepsilon_{yd}} \simeq 0,1697,$$

já que

$$\varepsilon_{sc} = 3,5\,\frac{\kappa_x - \delta_c}{\kappa_x}.$$

Ou seja, a afirmação do enunciado **é falsa** tanto pela precisão quanto pelo sentido da desigualdade.