1ª Prova de EDI-49 Concreto Estrutural II

Prof. Flávio Mendes Neto

Abril de 2009

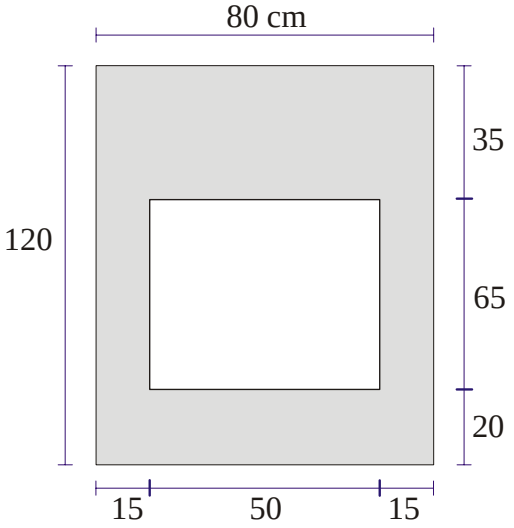
Consulta permitida somente ao Formulário Básico. A interpretação das questões faz parte da prova. Justifique cientificamente suas afirmações e comente, criticamente, todos os resultados obtidos.

(duração máxima: 2 h 0 min)

1ª Questão Considere uma viga de concreto protendido submetida a carregamentos uniformemente distribuídos. Utilize os seguintes dados:

- Seção transversal retangular vazada, conforme figura seguinte.
- Viga isostática bi-apoiada sem balanços ($L = 2.000$ cm).
- Peso específico do conreto: $\gamma_{\text{con}} = 2,5 \times 10^{-8}$ MN/cm^3.
- Distância mínima do CG da armadura à borda mais próxima: $d'_{p,\text{min}} = 10$ cm.
- Armadura pré-tracionada.
- Fases de carregamento (considere, **também**, o peso próprio):

Fase	Limites de tensão		Perdas de protensão (%)	Carregamento de utilização (MN/cm)
	Mínimo (MN/cm^2)	Máximo (MN/cm^2)		
(i) Inicial	-0,0007	0,0045	0	0,0000
(t) Transporte	-0,0006	0,0050	6	0,0004
(f) Final	-0,0010	0,0062	14	0,0009



Pede-se:

a) Calcule a mínima força de protensão inicial necessária (e respectiva excentricidade) para a seção do meio do vão.

b) A trajetória da armadura de protensão, com a força do item anterior, pode ser horizontal? Justifique.

c) Como o transporte desta peça deve ser feito? Há algum cuidado a ser tomado? Justifique.

2ª Questão Como podem ser calculadas as reações de uma laje retangular nas vigas de apoio quando três lados são considerados engastados e um dos lados menores simplesmente apoiado?

3ª Questão Quais os principais passos para a determinação da espessura e para o dimensionamento das áreas de armadura de uma laje?

4ª Questão O que acontece com uma viga contínua protendida quando se efetua uma "Transformação Linear" na trajetória do cabo? Considere, na sua resposta, os casos de cabos concordantes e não-concordantes.

Questão	1a	1b	1c	2	3	4
Valor	3,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0

Observação: a nota máxima da prova é dez (10,0).

/F_MN/SWP3.5

Alguns resultados numéricos e comentários

1ª Questão

a) Lamentavelmente alguns (vários) alunos continuam a errar em coisas absolutamente primárias como CG da seção transversal ou seu momento de inércia.

$A_c = 6.350 \text{ cm}^2$

$I = 7.695.705.625/762 \simeq 10.099.351 \text{ cm}^4$

$y_t = 356.625/6.350 \simeq 56,1614 \text{ cm}$

$y_b = 16.215/254 \simeq 63,8386 \text{ cm}$

Os momentos fletores calculados são

$$M_i = 79,375 \text{ MN} \cdot \text{cm}$$
$$M_t = 279,375 \text{ MN} \cdot \text{cm}$$
$$M_f = 5279,375 \text{ MN} \cdot \text{cm}$$

Inequações (vide notas de aula)

e (cm) $1/F_i$(1/MN)

$e \geq$-31,365959 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(a)]

$e \leq$791,281163 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(b)]

$e \leq$205,254050 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(c)]

$e \geq$-729,847463 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(d)]

$e \geq$196,227849 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(a')]

$e \leq$1138,704094 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(b')]

$e \leq$411,990775 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(c')]

$e \geq$-659,320287 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(d')]

$e \geq$431,597245 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(a")]

$e \leq$1756,073827 *$1/F_i$-24,913602 [reta II(b")]

$e \leq$824,653737 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(c")]

$e \geq$-680,876427 *$1/F_i$+ 28,319246 [reta II(d")]

$e \geq$-46,161417 [reta III (a)]

$e \leq$+ 53,838583 [reta III (b)]

Região viável (Diagrama de Magnel):

e (cm) $1/F_i$(1/MN)

$1/F_i$ =0,090837 e =46,963874 reta i= II(b) reta j= II(c)

$1/F_i$ =0,036697 e =4,124112 reta i= II(b) reta j= II(d')

$1/F_i$ =0,124330 e =53,838583 reta i= II(c) reta j= III (b)

$1/F_i$ =0,048796 e =-3,853210 reta i= II(d') reta j= II(a")

$1/F_i$ =0,182467 e =53,838583 reta i= II(a") reta j= III (b)

Força mínima de protensão : 5,480448 MN 1/Fmin= 0,182467 1/MN

Excentricidade correspondente : 53,838583 cm

Tensões na seção fornecida:

F= 5,480448 MN e =53,838583 cm

** Fase 1: σ_b =0,002226 MN/cm^2 σ_t =-0,000336 MN/cm^2

** Fase 2: σ_b =0,000799 MN/cm^2 σ_t =0,000823 MN/cm^2

** Fase 3: σ_b =-0,001000 MN/cm^2 σ_t =0,002275 MN/cm^2

b) Analisando a seção da extremidade ($M = 0$), para todas as fases de carregamento, observa-se que

$$-43,3390 \text{ cm} \leq e \leq 49,2634 \text{ cm}$$

o que inviabiliza um cabo horizontal com a excentricidade determinada no item anterior.

c) O transporte da peça deve ser feito de acordo com o carregamento estimado na fase de transporte, ou seja, deve:

- Respeitar a magnitude do carregamento acidental (q_t) e do peso próprio (g)
- Respeitar as condições de apoio, ou seja, içar a peça pelas extremidades
- Respeitar a trajetória do cabo, ou seja, não deixar a peça invertida, de "cabeça para baixo"

2ª Questão Pode-se utilizar a metodologia sugerida em norma, baseada nas charneiras plásticas. No caso específico, usando os ângulos adequados:

Reação no menor lado, engastado: $p\ell_x/4$

Reação no menor lado, simplesmente apoiado: $p\ell_x\sqrt{3}/12$

Reação nos lados maiores, engastados: $p/2\left[\ell_y - \ell_x\left(3+\sqrt{3}\right)/12\right]$

onde p é o carregamento uniformemente distribuído na laje, ℓ_x é a menor dimensão da laje e ℓ_y é a maior dimensão da laje.

3ª Questão Para a determinação da espessura de uma laje deve-se considerar:

Espessura mínima de norma

Limitação de flechas (total e vibracional)

Arredondamento prático da espessura ("precisão")

Para o dimensionamento da área de armadura deve-se considerar os seguintes fatores, que podem fazer com que a espessura precise ser alterada:

Não é prático utilizar-se armadura dupla na flexão (positiva ou negativa)

Não é ptrático utilizar-se armadura de cisalhamento (verificar a dispensa)

Áreas de armadura mínima e máxima

Detalhamento: bitolas comerciais, bitola mínima e espaçamentos mínimo e máximo

4ª Questão Uma Transformação Linear (TL) de uma trajetória, por definição, não altera o momento fletor total do cabo, ou sua excentricidade efetiva. Em cabos concordantes (CC), uma TL faz com que o cabo passe a ser não concordante (CNC). Nada se pode garantir no caso de uma TL em CNC, ou seja, ele pode continuar CNC ou virar um CC.