



16

LIK

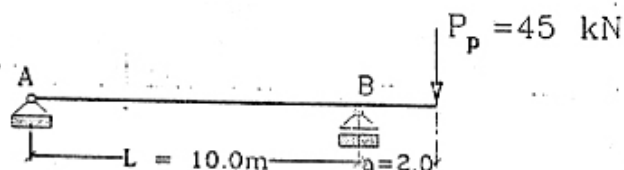
LABORATORIJA ZA  
ISPITIVANJE  
KONSTRUKCIJA

IMK

INSTITUT ZA  
MATERIJALE I  
KONSTRUKCIJE

Ispitivanje konstrukcija - DECEMBAR - 2003. -27.12.2003... pismeni deo ispita

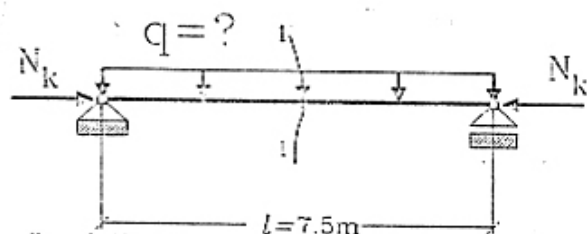
1. Za prototip prema skici odrediti silu na modelu pod uslovom da su ivični naponi na modelu i prototipu isti. Definirati vrstu sličnosti.



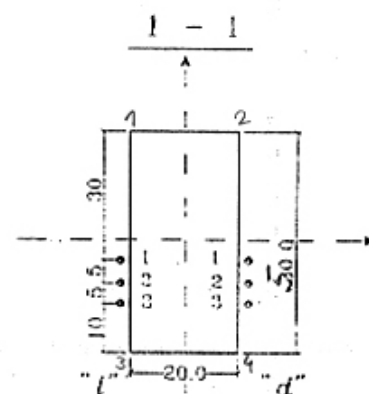
$$E_p = 2.1 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2 \dots I-280 \dots J_p = 29210 \text{ cm}^4$$

$$E_m = 0.7 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2 \dots b_m / h_m = 1.3 / 3.0 \text{ cm}$$

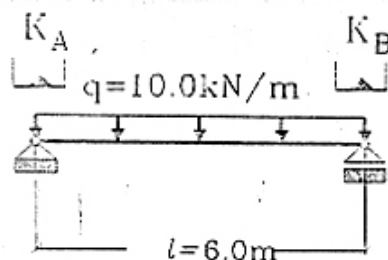
2. Odrediti veličinu korisnog opterećenja za nosač prema skici uz uslov da se na pritisnutoj ivici ne javi veći napon od 12 MPa, niti na zategnutoj ivici veći napon od 0.5 MPa. Nosači su pretodno napregnuti, prema skici sa žicama  $\phi = 7 \text{ mm}$ , a izmerene su frekvencije slobodnog oscilovanja na dužini  $l_i = 100 \text{ cm}$ .



$$f_{i=1,2,3}^l = 145 \text{ Hz} \quad f_{i=1,2,3}^d = 155 \text{ Hz}$$



3. Odrediti uglove obrtanja proste grede sa opterećenjem prema skici iz čitanja na klinometrima. Šta još nedostaje datom merenju?



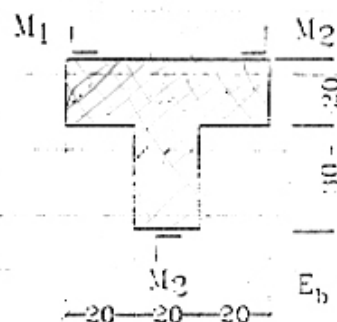
$$E_c = 2.1 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$$

$$J = 29210 \text{ cm}^4$$

stanje	$K_A$	$K_B$
0	0 + 180	0 + 049
q	2 + 020	0 + 090
0	2 + 181	0 + 051

4. Odrediti presečne sile koje deluju na stub od nabijenog betona na osnovu podataka merenja.

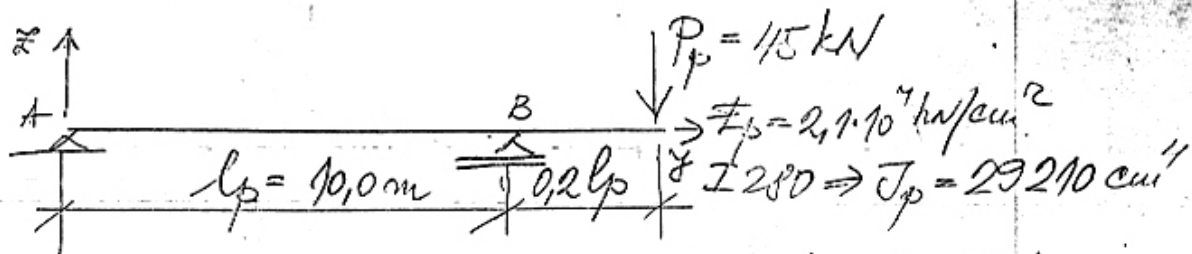
stanje	$M_1$	$M_2$	$M_3$
0	9180	8650	9416
P	9110	8580	9380
0	9175	8645	9410



$$k_1 = 2.00$$

$$k_1 = 2.03$$

$$E_b = 0.30 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$$



$$\max \sigma_p = \sigma_{Bp} = \frac{M_{Bp}}{W_p} = \frac{0,2 P_p l_p}{J_p} \cdot \gamma_p$$

$$\max \sigma_m = \frac{0,2 P_m l_m}{J_m} \cdot \gamma_m = \sigma_{Bm}$$

MODEL:  
 $J_m = 0,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$   
 $b_m/h_m = 1,3/3,0 \text{ cm}$

прямые уравнения:

$$\frac{\sigma_{Bp}}{P_p} = 0,2 \cdot \frac{l_p^3}{J_p} \cdot \gamma_p$$

$$\frac{\sigma_{Bm}}{P_m/h_m^2} = 0,2 \cdot \frac{l_m^3}{J_m} \cdot \gamma_m$$

$$\frac{\frac{\sigma_{Bp}}{P_p/l_p^2}}{\frac{\sigma_{Bm}}{P_m/h_m^2}} = \frac{0,2 \cdot \frac{l_p^3}{J_p} \cdot \gamma_p}{0,2 \cdot \frac{l_m^3}{J_m} \cdot \gamma_m}$$

(1) — уравнение зависимости

$$(1) \Rightarrow \frac{\sigma_{Bp}}{\sigma_{Bm}} \cdot \left( \frac{P_m}{P_p} \right) \cdot \left( \frac{l_p}{l_m} \right)^2 = \left( \frac{l_p}{l_m} \right)^3 \cdot \frac{J_m}{J_p} \cdot \frac{\gamma_p}{\gamma_m}$$

$$r_6 = r_p^{-1} \cdot r_l^2 = r_l^3 \cdot \frac{1}{r_J} \cdot r_\gamma$$

$r_6 = 1$  — условие задачи

$$r_p^{-1} = \frac{r_l \cdot r_\gamma}{r_J}$$

$$r_J = \frac{J_p}{J_m} = \frac{29210}{1,3 \cdot 3,0^3} = \frac{29210}{2,725} = 9986,325$$

$$r_\gamma = \frac{\gamma_p}{\gamma_m} = \frac{l_p/2}{h_m/2} = \frac{28,0}{3,0} = 9,3$$

$r_l = 10$  (условие 1)

$$r_p^{-1} = 10 \cdot 9,3 / 9986,325 \Rightarrow r_p = 108 = \frac{J_p}{J_m}$$

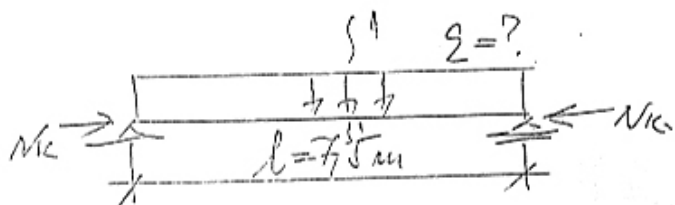
$$P_{\text{ли}} = \frac{P_p}{107} = \frac{45,0}{107} = 0,421 \text{ кН}$$

- и путањом је изабачена смућност  
крива држ:  $\frac{P}{E \cdot l^2}$

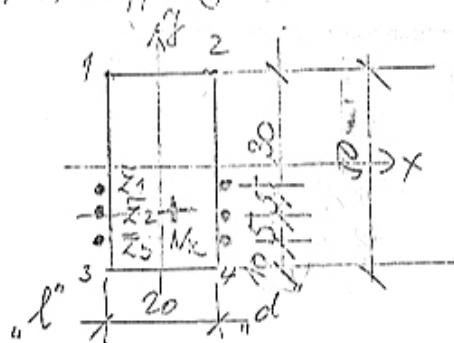
$$\left. \begin{aligned} \frac{P_p}{E_p \cdot l_p^2} &= \frac{45}{21 \cdot 10^4 \cdot 10^4} = 21,43 \cdot 10^{-8} \\ \frac{P_{\text{ли}}}{E_{\text{ли}} \cdot l_{\text{ли}}^2} &= \frac{0,421}{9,4 \cdot 10^4 \cdot 10^2} = 600 \cdot 10^{-8} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_{\text{ли}}}{E_{\text{ли}} \cdot l_{\text{ли}}^2} \neq \frac{P_p}{E_p \cdot l_p^2}$$

изабачено по кривој држ

2.



- ГЕОМЕТРИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРЕСЕКА



$$A_b = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ cm}^2$$

$$J_{b_x} = \frac{20 \cdot 50^3}{12} = \frac{625000}{3}$$

$$W_{b_x} = \frac{25000}{3}$$

$$J_{b_y} = \frac{1}{12} \cdot 20^3 \cdot 50 = \frac{100000}{3}$$

$$W_{b_y} = \frac{10000}{3} \quad (i=1,2,3,4)$$

- Стајајући претходног напрезања:

$$A_z = 0,785 \cdot \pi / 4 = 0,385 \text{ cm}^2$$

$$N_{k1l} = 3,2 \cdot 10^{-7} \cdot 10^4 \cdot 145^2 \cdot 0,385 = 25,903 \text{ кН}$$

$$N_{k1d} = 3,2 \cdot 10^{-7} \cdot 10^4 \cdot 155^2 \cdot 0,385 = 29,599 \text{ кН}$$

$$N_{kl} = 3 \cdot 25,903 = 77,709 \text{ кН} \quad N_{kd} = 3 \cdot 29,599 = 88,797 \text{ кН}$$

$$N_k = 77,709 + 88,797 = 166,506 \text{ кН}$$

$$\eta_{\text{ли}} = \frac{(25,903 + 29,599) \cdot 5 + 55,502 \cdot 10 + 55,502 \cdot 15}{166,506} = 10 \text{ cm}$$

$$\eta_k = \frac{40 \cdot 3 \cdot (29,599 - 25,903)}{166,506} = 0,67 \text{ cm}$$

- НАПРЯЖЕНО СЪСТОЯНИЕ ОД ПРЕТВОРАЩИ НАПРЕЖАВА:

$$N_k = 166,506 \text{ kN} \quad M_{kx} = 166,506 \cdot 10 = 1665,06 \text{ kNm}$$

$$M_{ky} = 166,506 \cdot 0,67 = 111,559 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{b1k} = -\frac{166,506}{1000} + \frac{1665,06}{25000} \cdot 3 + \frac{111,559}{10000} \cdot 3 = -0,167 + 0,200 + 0,033 = 0,066 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{b2k} = -0,167 + 0,200 - 0,033 = 0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{b3k} = -0,167 - 0,200 + 0,033 = -0,334 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{b4k} = -0,167 - 0,200 - 0,033 = -0,400 \text{ kN/cm}^2$$

● - НАПРЯЖЕНО СЪСТОЯНИЕ ОД ОПТЕРЕЖЕНИЯ:

$$\sigma_{b1,z} = -\frac{2 \cdot 7,5^2}{8} \cdot 100 \cdot \frac{3}{25000} = -0,084 \text{ z} \quad [\text{kN/cm}^2] \quad [z] = \frac{1}{100}$$

$$\sigma_{b3,z} = +0,084 \text{ z}$$

- ОПРЕДЕЛЯНЕ ОПТЕРЕЖЕНИЯ:

$$1. \text{ ycnob: } -1,2 = 0 - 0,084 \cdot z \Rightarrow z_1 = 14,29 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

$$2. \text{ ycnob: } 0,05 = -0,334 + 0,084 z \Rightarrow z_2 = 4,57 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

ПРЕДАВАНО!

3. РЕЗУЛТАТИ МЕРЕНИЯ:

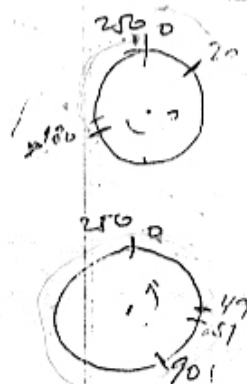
Ст.	K <sub>A</sub>	K <sub>B</sub>
Δ <sub>1</sub>	590	291
Δ <sub>2</sub>	589	289
Δ <sub>SR</sub>	589,5	290
Δ''	624,87''	307,4''
Δ	3,023 · 10 <sup>-3</sup>	1,490 · 10 <sup>-3</sup>

$$\Delta_{A1} = \frac{250 - 180}{2 \cdot 250} \cdot 20$$

$$\Delta_{A2} = \frac{20 + 2 \cdot 250 + (250 - 181)}{2}$$

$$\Delta_{B1} = 250 - 180 + 90$$

$$\Delta_{B2} = 90 + 250 - 51$$



СМЕРОВИ ОФТАВА ПРЕСЕКА:



О'иго построји обртање делот итана збој неједн  
 кој електрична девијација:

$x$  - одржање од обртање

$y$  - " - од неједнакој електрика

$$\alpha_A = x + y = 624,87''$$

$$\alpha_A + \alpha_B = 2y = 932,27''$$

$$\alpha_B = -x + y = 307,40'' \Rightarrow$$

$$y = 466,135''$$

$$x = 158,735''$$

$$x_{\text{гр}} = \alpha_{\text{гр}}^2 = \alpha_{\text{гр}}^2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{21^3}{\text{ЕУ}} = \frac{1}{48} \cdot \frac{10 \cdot 60^3}{21 \cdot 20210} = 0,734 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

$$x_{\text{гр}} = 151,393'' \sim x_{\text{мер}}$$

ПРЕТПОСТАВКА је била тачна

$$\delta_y = \frac{466,135}{3600 \cdot 180} \cdot 3,14 = 0,00226 = \frac{\delta_{\text{rel}}^B}{l} \Rightarrow \delta_{\text{rel}}^B = 13,55 \text{ мм}$$

РЕЛАТИВНО ЕЛЕКТРОНОСКОПСКАЈА  $\delta$  у односу на основна,  $\delta$   
 је 13,55 мм. Да би се згала тачна скала потребно је  
 поставити згала метре испод основна,  $\delta$ .

(20)

4.

	M1	M2	M3
$\Delta 1$	-70	-70	-36
$\Delta 2$	-65	-65	-30
$\Delta_{SR}$	-67,5	-67,5	-33
$10^{-6} \times$ $\varepsilon$	-64,904	-64,907	-31,731
$\pm \text{кн/см}^2$ $\sigma$	-0,195	-0,195	-0,095

$$E = \Delta_{SR} \cdot \frac{k_i}{k_t} \cdot \rho$$

$$\rho = 1 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кн/см}}{\text{мм}}$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = 0,3 \cdot 10^{-4} \text{ кн/см}^2$$

$$\frac{k_i}{k_t} = \frac{2,00}{2,08}$$

МЕТОДИЧНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПРЕСЕКА:

$$A_B = 50 \cdot 60 - 2 \cdot 20 \cdot 30 = 1800 \text{ см}^2$$

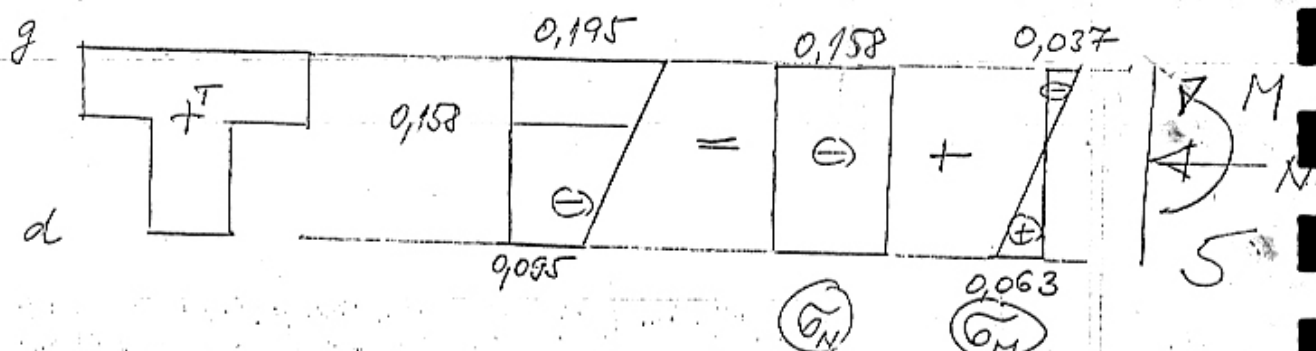
$$y_T = \frac{25 \cdot 50 \cdot 60 - 2 \cdot 15 \cdot 20 \cdot 30}{1800} = 31,67 \text{ см}$$

$$J_B = \frac{1}{12} \cdot 60 \cdot 50^3 + 50 \cdot 60 \cdot (31,67 - 25)^2 + 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot 20 \cdot 30^3 - 2 \cdot 20 \cdot 30 (31,67 - 15) = 625000 + 133466,7 - 30000 - 333466,68 = 335000,02 \text{ см}^4$$

$$W_{bg} = \frac{335000,02}{50 - 31,67} = 18276,05 \text{ cm}^3$$

$$W_{bd} = \frac{335000,02}{31,67} = 10577,83 \text{ cm}^3$$

- ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕСЕЧНЫХ СИЛ:



$$N = \sigma_N \cdot A_b = 0,158 \cdot 1800 = 284,4 \text{ kN}$$

$$M_g = \sigma_g^M \cdot W_g = 0,037 \cdot 18276,05 = 676,21 \text{ kN/cm} = 6,76 \text{ kN/m}$$

$$M_{dl} = \sigma_{dl}^M \cdot W_{dl} = 0,063 \cdot 10577,83 = 666,40 \text{ kN/cm} = 6,66 \text{ kN/m}$$

$$M_g \approx M_{dl}$$

$$M = \frac{1}{2} (M_g + M_{dl}) = \frac{1}{2} (6,76 + 6,66) = 6,71 \text{ kN/m}$$

(25)