

BETONSKE KONSTRUKCIJE

VJEŽBA 4.

Zadatak1.

Za AB nosač pravogaonog poprečnog presjeka sistema proste grede, zdatog raspona, stalnog i povremenog opterećenja sračunati:

- granične uticaje M_u i T_u ,
- odrediti dimenzije i armaturu nosača prema najvećoj vrijednosti momenta savijanja M_u za slučaj dilatacija $\varepsilon_a/\varepsilon_b = 6.0/3.5 \text{ ‰}$,
- za tako određene dimenzije poprečnog presjeka sračunati potrebnu armaturu na dužini osiguranja λ za granične uticaje od transferzalnih sila T_u .

MB30

GA240/360

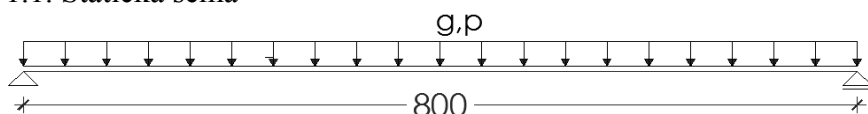
$L = 8.0 \text{ m}$

$g = 25 \text{ kN/m}$ $p = 33 \text{ kN/m}$

Nacrtati plan armature u podužnom i poprečnim presjecima u razmjeri R 1:20.

Rješenje:

1.1. Statička šema



1.2. Statički uticaji

$$q_u = 1.6 \cdot g + 1.8 \cdot p = 1.6 \cdot 25 + 1.8 \cdot 33 = 99.4 \text{ kN/m}$$

$$M_u = \frac{q_u \cdot l^2}{8} = \frac{99.4 \cdot 8^2}{8} = 795.2 \text{ kNm}$$

$$T_u = \frac{q_u \cdot l}{2} = \frac{99.4 \cdot 8}{2} = 397.6 \text{ kN}$$

1.3. Dimenzionsanje

$$\text{Ako je } \varepsilon_a / \varepsilon_b = 6.0 / 3.5 \text{ ‰} \Rightarrow k_b = 1.99, \bar{\mu} = 29.824 \%$$

$$h = k_b \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f_b}} = 1.99 \cdot \sqrt{\frac{795.2}{0.35 \cdot 2.05}} = 63.25 \text{ cm} \approx 63 \text{ cm}$$

$$A_a = \frac{\bar{\mu}_1}{100} \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_b}{\sigma_v} = \frac{29.824}{100} \cdot 35 \cdot 63 \cdot \frac{2.05}{24} = 56.4 \text{ cm}^2 \quad \text{usvaja se: } 9\phi 28 (55.4 \text{ cm}^2)$$

$$a_a = \frac{5}{9} \cdot \left(2.8 + \frac{2.8}{2} \right) + \frac{4}{9} \cdot \left(2.8 + 2.8 + 3.0 + \frac{2.8}{2} \right) = 6.78 \text{ cm} \quad \text{usvaja se gređa dimenzija: } 35/70$$

$$d = 63.25 + 6.78 \approx 70 \text{ cm}$$

1.4. Osiguranje od smicanja

$$\text{Računski napon smicanja } \tau_n = \frac{T_u}{b \cdot z} = \frac{397.6}{35 \cdot 0.9 \cdot 63} = 0.2 \text{ kN/cm}^2 > \tau_r = 0.11 \text{ kN/cm}^2$$

$\tau_r < \tau_n < 3\tau_r$, Dio transferzalne sile koja se povjerava betonu je:

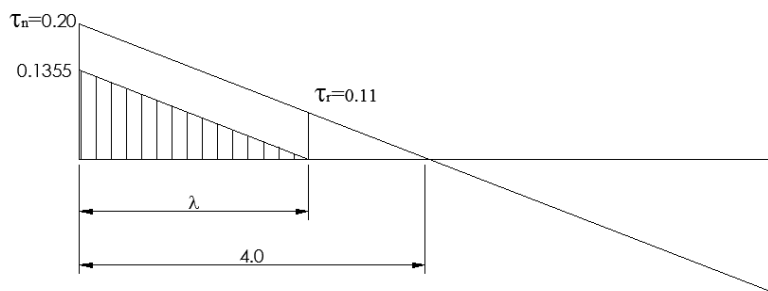
$$T_{bu,1} = \frac{1}{2} \cdot (3 \cdot \tau_r - \tau_n) \cdot b \cdot z = \frac{1}{2} \cdot (3 \cdot 0.11 - 0.20) \cdot 35 \cdot 0.9 \cdot 63 = 129 \text{ kN}$$

pa je redukovana transferzalna sila $T_{ru,1} = T_u - T_{bu,1} = 397.6 - 129 = 268.9 \text{ kN}$

Redukovani napon je:

$$\tau_{ru} = \frac{T_{ru}}{b \cdot z} = \frac{268.9}{35 \cdot 0.9 \cdot 63} = 0.1355 \text{ kN/cm}^2$$

Dužina λ na kojoj se vrši osiguranje je:



$$0.2 : 4.0 = 0.11 : (4 - \lambda) \Rightarrow \lambda = 4 - \frac{0.11 \cdot 4.0}{0.2} = 1.8 \text{ m}$$

1.4.1. Osiguranje vertikalnim uzengijama na dužini $\lambda=1.8\text{m}$

Dio horizontalne sile koju primaju uzengije je: $H_{vu,u} = z \cdot b \cdot \tau_{ru,u}$

$$\tau_{ru,u} = \frac{m \cdot a_u^{(1)}}{b \cdot e_u} \cdot \sigma_v \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \text{ctg} \theta)$$

$\tau_{ru,u}$ - napon smicanja koji se prihvata uzengijama;

m - sječnost uzengija;

$a_u^{(1)}$ - površina presjeka profila uzengije,

b - širina AB presjeka;

e_u - rastojanje uzengija;

σ_v - granica tečenja čelika od kojeg su uzengije;

α - ugao nagiba zategnutih štapova u modelu rešetke ($\alpha=90^\circ$ za vert. uzengije);

θ - ugao nagiba pritisnutih štapova u modelu rešetke, obično $\theta=45^\circ$.

I Ako su uzengije $\phi_u 8/10$

$$\tau_{ru,u} = \frac{2 \cdot 0.5}{35 \cdot 10} \cdot 24 \cdot (\cos 90 + \sin 90 \cdot \operatorname{ctg} 45) = 0.068 \text{ kN/cm}^2 < 0.1355 \text{ kN/cm}^2$$

Uzengije $\phi_u 8/10$ ne bi zadovoljile.

II Ako su uzengije $\phi_u 10/7^5$

$$\tau_{ru,u} = \tau_{ru,u} = \frac{2 \cdot 0.79}{35 \cdot 7.5} \cdot 24 \cdot (\cos 90 + \sin 90 \cdot \operatorname{ctg} 45) = 0.144 \text{ kN/cm}^2 > 0.1355 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{ili } H_{vu,u} = T_{ru,u} = 0.144 \cdot 35 \cdot 0.9 \cdot 63 = 285.77 \text{ kN} > 268 \text{ kN}$$

Usvajaju se uzengije: $\phi_u 10/7^5$ na 1.8 m od oslonca, u polju $\phi_u 10/15$.

Dodatna zategnuta podužna armatura iznosi:

$$\Delta A_{a1,u} = \frac{T_{ru,u} + T_{bu}}{2 \cdot \sigma_v} (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \alpha)$$

$$\Delta A_{a1} = \frac{285.7 + 129}{2 \cdot 24} (\operatorname{ctg} 45^\circ - \operatorname{ctg} 90^\circ) = 8.64 \text{ cm}^2 \quad \text{usvaja se: } +2\phi 28 (12.3 \text{ cm}^2)$$

1.4.2. Osiguranje vertikalnim uznegijama i koso položenim profilima $\alpha=45^\circ$

Koso položeni profili su po pravilu dio povijene podužne zategnute armature A_{a1} .

Usvojena je poprečna armatura $\phi_u 8/10$. Dio napona smicanja koji primaju uzengije je:

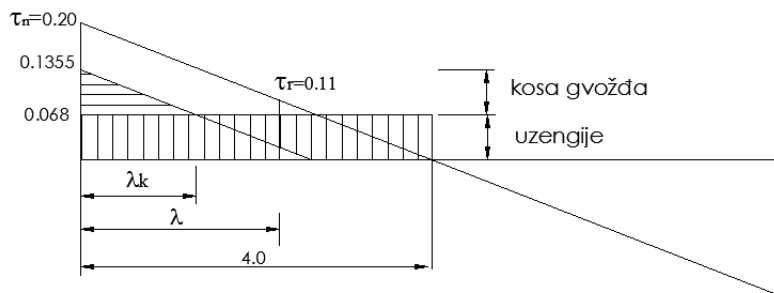
$$\tau_{ru,u} = \frac{2 \cdot 0.5}{35 \cdot 10} \cdot 24 \cdot (\cos 90 + \sin 90 \cdot \operatorname{ctg} 45) = 0.068 \text{ kN/cm}^2$$

$$T_{ru,u} = \tau_{ru,u} \cdot b \cdot z = 0.068 \cdot 35 \cdot 0.9 \cdot 63 = 134.95 \text{ kN}$$

$$T_{bu,u} = 129 \text{ kN}$$

$$\Delta A_{a1} = \frac{134.94 + 129}{2 \cdot 24} \cdot (\operatorname{ctg} 45 - \operatorname{ctg} 90) = 5.5 \text{ cm}^2 \text{ dodatna zategnuta armatura}$$

$$\mu_u = \frac{m \cdot a_u^{(1)}}{b \cdot e_u} = \frac{2 \cdot 0.5}{35 \cdot 10} \cdot 100 = 0.268\% > \min \mu = 0.2\%$$



$$0.2 : 4.0 = 0.11 : (4 - \lambda) \Rightarrow \lambda = 4 - \frac{0.11 \cdot 4.0}{0.2} = 1.8 \text{ m}$$

$$0.136 : \lambda = (0.136 - 0.068) : \lambda_k \Rightarrow \lambda_k = \frac{(0.136 - 0.068) \cdot 1.8}{0.136} = 0.9 \text{ m}$$

Horizontalna sila koju prima koso položena armatura, pod uglom od 45° .

$$A_{a1s} = \frac{554.6 \cdot 100}{0.9 \cdot 63 \cdot 24 H_{vu,k}} = 40.7 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A_{a1,k} = \frac{107.1}{\sigma_v \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \text{ctg} \theta)} = \frac{107.1}{24 \cdot (\cos 45^{\circ} + \sin 45^{\circ} \cdot \text{ctg} 45^{\circ})} = 3.16 \text{ cm}^2$$

usvaja se iz konstruktivnih razloga: $1\phi 28 (6.15 \text{ cm}^2)$

Armatura koja prima uticaje savijanja na 1.8 m od oslonca

$$M_u = 397.6 \cdot 1.8 - \frac{99.4 \cdot 1.8^2}{2} = 554.6 \text{ kNm}$$

$$A_{a1\lambda} = \frac{554.6 \cdot 100}{0.9 \cdot 63 \cdot 24} = 40.7 \text{ cm}^2$$

Ukupna podužna armatura: $A_{a1} = A_{a1s} + \Delta A_{a1} = 40.7 + 5.5 = 46.2 \text{ cm}^2$

usvaja se: $8\phi 28 (49.26 \text{ cm}^2)$

