

Rak-43.2100 Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus I

Tentti 10.03.2008

Merkitse vastauspapereihin:

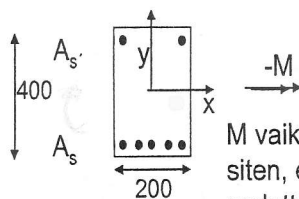
- opintojakson **koodi**, nimi ja tentin päivämäärä
- oma nimi **SELVÄSTI** ja allekirjoitus, opintokirjan numero ja kirjain, sekä osasto
- luentojen kuunteluvuosi ja **monesko yrityskerta**

Suunnittelu- ja mitoitus tehtävissä valintojen perusteiden on tultava ilmi vastauksista. Havainnollista vastauksiasi tarvittaessa taso- ja leikkauspiirroksin. Tentissä sallittu kirjallisuus on tentissä jaettu kaavakokoelma.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä tarkoitetaan teräsbetonipalkin kaarimekanismilla? (2 p)
- Jos palkkiin sijoitetaan hakarautoitus vääntökapasiteetin lisäämiseksi, miten ja miksi näiden hakojen tyyppivaatimus poikkeaa leikkausvoiman edellyttämille haoille asetusta vaatimuksista? (2 p)
- Miksi kaksiaksisesti taivutetun poikkileikkauksen mitoituksessa saadaan yleensä epävarmalla puolelle oleva tulos, jos mitoitus suoritetaan kummassakin suunnassa yksiaksisesti ja saadut teräsmäärät lasketaan yhteen? (2 p)

2. Kuinka suuren taivutusmomentin M oheinen teräsbetonipoikkileikkaus voi kantaa. Betonin kapasiteetin puristetulla alueella voi mallintaa suorakaiteella, jonka korkeus on 0,8 kertaa neutraaliakselin etäisyys puristetusta reunasta. (6 p)



M vaikuttaa x-akselin ympäri siten, että palkin alapinta on vedetty

K45-1, A500HW

$E_c = 33541 \text{ MPa}$

$E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

$f_{yd} = 500/1,1 = 454,5 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 0,7 \cdot 45/1,35 = 23,3 \text{ MPa}$

$A_s = 2 \cdot \phi 16 = 402 \text{ mm}^2$

$A_s = 5 \cdot \phi 16 = 1005 \text{ mm}^2$

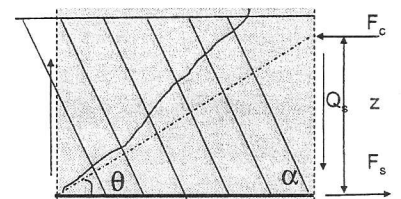
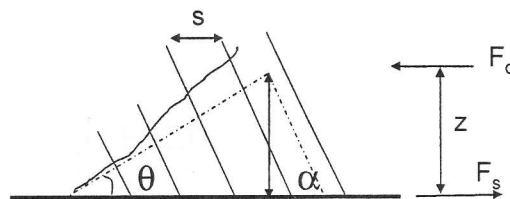
$c = 20 \text{ mm}$ (suojabetonin paksuus)

$\epsilon_s = 500/2,0 \cdot 10^5 = 0,0025$ (teräksen myötövenymä)

$\epsilon_s \leq 0,01$ (sallittu teräsvenymä)

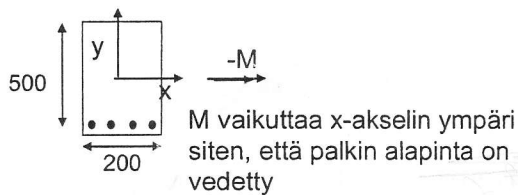
$\epsilon_{cu} = 0,0035$ (betonin murtopuristuma)

3. a) Johda ristikkoanalogiaan perustuva palkin hakaterästen mitoitusyhtälö leikkausvoimalle Q_s hyödyntäen kuvissa esitettyjä merkintöjä. Kuvassa s on hakaväli palkin pituussuunnassa, θ halkeaman ja α hakojen kaltevuuskulma palkin pituusakselin suhteen. (3 p)



b) Määritä oheiselle poikkileikkaukselle suurin taivutusmomentti, jonka poikkileikkauksen voidaan olettaa kestävän halkeamatta. Vihje: Sovella muunnetun

poikkileikkauksen menetelmää, jossa teräspinta-ala korvataan samanarvoisella betonipinta-alalla. (3 p)



$$E_c = 33541 \text{ MPa}$$

$$E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk} = 2,53 \text{ MPa (betonin taivutusvetolujuus)}$$

$$A_s = 4 \cdot \phi 32 = 3217 \text{ mm}^2$$

$$c = 20 \text{ mm (suojabetonin paksuus)}$$

$$n = E_s / E_c = 5,96$$

4. Kuvassa on esitetty maanpaineseinän yläreunaa tukeva palkki. Palkki toimii ulokkeena ja on toisesta päästään jäykästi kiinnitetty rakennusrunkoon. Paineseinän tukireaktio N kohdistuu palkin vapaaseen päähän puristavana normaalivoimana. Palkki tukee myös sen päälle sijoitettua tasoa, jolta palkille kohdistuu hyötykuorma q 10 kN/m ja tason omasta painosta tuleva osuus 15 kN/m. Palkin mitoituksessa normaalivoima N oletetaan pysyväksi kuormaksi. Palkin jännemitta 3 m.

Materiaalit K45-1 ja A500HW (katso myös tehtävä 2 materiaaliominaisuuksien osalta, esim f_{yk} on f_{yd} kerrottuna osavarmuuskertoimella). Kuormituksen osavarmuuskertoimet ovat omalle painolle 1,2 ja hyötykuormalle 1,6. Palkki on sivusiirtävä ja kuorman epäkeskisyyksyys koostuu kuorman todellisesta epäkeskisyydestä, perusepäkeskisyydestä ja lisäepäkeskisyydestä.

Valitse palkille sopiva poikkileikkaus ja mitoita palkin tukipisteessä tarvittavat momenttiteräkset. (6 p)

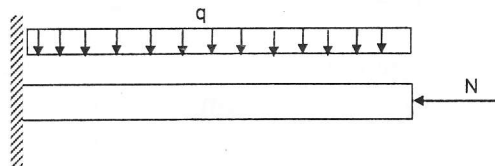
$$N = 450 \text{ kN}$$

$$q = 10 \text{ kN} + 15 \text{ kN}$$

$$\text{K45-1}$$

$$\text{A500HW}$$

$$f_{ctd} = 0,2K^{2/3}/1,35$$



lisäepäkeskisyyksyys
$$e_2 = \left(\frac{\lambda}{145} \right)^2 h$$

perusepäkeskisyyksyys
$$e_a = \frac{h}{20} + \frac{L_0}{500}$$

momenttiterästen vähimmäismäärä A_s :
$$\frac{A_s}{A_c} = 1,5 \frac{f_{ctk}}{f_{yk}}$$

lisäepäkeskisyyksyys voidaan kertoa kertoimella k , jos sen arvo on < 1 .
Kaavassa N_d on normaalivoiman laskenta-arvo

$$k = \frac{0,5 A_c f_{cd}}{N_d}$$

$$\lambda = \frac{L_0}{i}, i = \sqrt{\frac{I_c}{A_c}}, L_0 = kL, \text{ mastopilarille kerroin } k \text{ on } 2,2.$$