

Rak-43.2100 Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus I

Tentti 22.12.2008

Merkitse vastauspapereihin selvästi:

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

Suunnittelu- ja mitoitustehtävissä valintojen perusteiden on tultava ilmi vastauksista.

Havainnollista vastauksiasi tarvittaessa taso- ja leikkauspiirroksin.

Tentissä sallittu kirjallisuus on tentissä jaettu kaavakokoelma.

- Vastaa selkeästi ja lyhyesti seuraaviin kysymyksiin. Tarvittaessa voi vastauksia havainnollistaa myös piirustuksin.
 - Miksi kaksiaksiaalisesti taivutetun teräsbetonipoikkileikkauksen mitoitus ei ole varmallalla puolella, jos mitoitus tehdään erikseen yksiakselisesti kummankin pääjäyhyysakselin suhteen? (2 p)
 - Miten taivutetun kuitubetonipoikkileikkauksen (kuidut lyhyitä teräskuituja) murtorajatilassa oletettava jännitysjakautuma usein eroaa vastaavasta vetorausoitettuna teräsbetonipoikkileikkauksen jännitysjakautumasta (2 p)
 - Miksi vääntömomentille mitoitettujen teräsbetonipalkin hakorausoitteiden on oltava umpihakoja? (2 p)
- Teollisuusrakennukseen on suunniteltu yhteensuuntaan raudoitettu laatta hyötykuormalle 5 kN/m^2 . Laatan jännemitta on 5 m ja paksuus 200 mm. Juuri ennen valua rakennuttaja kysyy, voidaanko hyötykuormaa kasvattaa arvoon 20 kN/m^2 muuttamalla ainoastaan vetorausoitusta. Miten vastaat rakennuttajalle? Esitä myös vastauksesi perusteena oleva laskelma. (Laattaa voidaan tarkastella 1 m levyisenä päistään nivellisesti tuettuna palkkina) (6 p)

C35/45-1, A500HW

$E_c = 33541 \text{ MPa}$

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

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

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

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

- teräsbetonin omapaino 25 kN/m^3
- hyötykuorman osavarmuuskerroin 1,6
- oman painon osavarmuuskerroin 1,2

- a) Mikä on oheisen poikkileikkauksen halkeamamomentti? (3 p)

$E_c = 33541 \text{ MPa}$

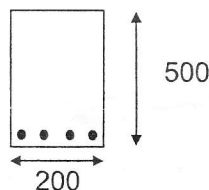
$E_s = 2,0 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 2,53 \text{ MPa}$

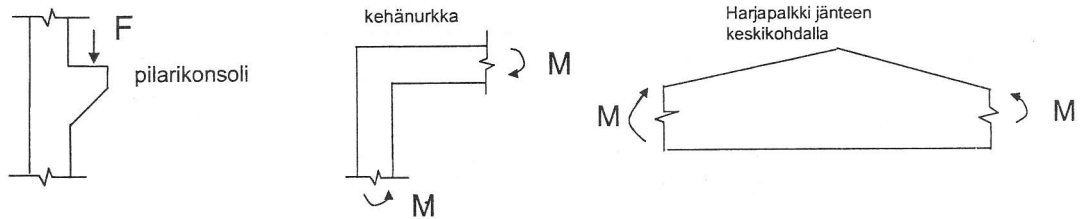
$A_s = 4 \cdot \phi 32 = 3217 \text{ mm}^2$

$c = 20 \text{ mm}$

$n = E_s/E_c = 5,96$

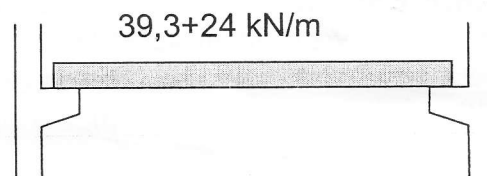


b) Ohessa on kolme taivutusrasitettua rakennetta tai rakenteen yksityiskohtaa. Minkäläisen periaatteellisen raudoituksen sijoittaisit esitettyihin rakenteisiin taivutusmomenttia vastaan. Perustele esittämäsi rauditus. Rakenteiden poikkileikkauksen voi olettaa suorakaiteeksi. (3 p)



4. a) Mitoita oheisen palkin leikkausraudoitus murtorajatilassa. Palkin kokonaispituus on 12380 mm. Palkki tukeutuu molemmista päistään 380 mm matkalla pilarikonsolille. Betonin lujuusluokka on C35/45-1 ja teräs A500HW. Pääraudoituksen painopisteen etäisyydeksi palkin alapinnasta voidaan olettaa 80 mm. Kuormituksen oma paino $g=39,3$ kN/m ja muuttuva kuorma $q=24,0$ kN/m. Palkin korkeus h on 980 mm ja leveys b 380 mm. Leikkausvoiman suhteen kriittinen poikkileikkaus voidaan olettaa tehollisen korkeuden d päähän palkin tukialueen reunasta. Tehtävän ratkaisussa voidaan soveltaa oheisia normeihin perustuvia tietoja, minimiraudoitusta ei tarvitse tarkistaa (4 p)

b) Miksi leikkausvoima kasvattaa palkeissa myös pääraudoitukselle tulevaa kuormitusta? (2 p)



Leikkauskestävyyden yläraja
betonin lujuuden suhteen

$$V_{Rd,max} = \frac{bzv_1 f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$$v_1 = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

$$\cot \theta = 2,5$$

$$z = 0,9d$$

b on poikkileikkauksen leveys

Betoni

$$f_{ck} = 35 \text{ MPa}, \gamma_c = 1,35, \alpha = 0,85, f_{ctk} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$\text{Puristuslujuuden laskenta-arvo } f_{cd} = \alpha f_{ck} / \gamma_c$$

$$\text{Vetolujuuden laskenta-arvo } f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$$

Teräs

$$f_{sk} = 500 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,1$$

$$\text{Laskentalujuus } f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$$

Kuorman osavarmuuskertoimet

Oma paino 1,15

Muuttuva kuorma 1,5

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

$V_{Rd,s}$ = leikkausraudoituksen kapasiteetti

A_{sw} = leikkausraudoituksen pinta-ala

s = hakaväli

F_{ywd} = leikkausraudoituksen myötölujuuden laskenta-arvo