

Rak-43.2100 Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus I

Tentti 7.5.2009

Merkitse vastauspapereihin selvästi:

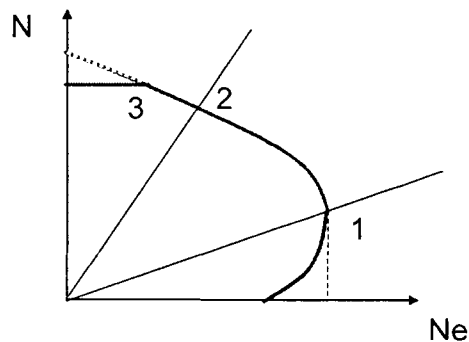
- opintojakson koodi, nimi ja tentin päivämäärä
- oma nimi ja allekirjoitus, opintokirjan numero ja kirjain, sekä koulutusohjelma
- luentojen kuunteluvuosi

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.
 - Teräsbetonirakenteen mitoitus perustuu usein plastisuusteorian alarajalauseeseen. Miten mitoitus silloin tehdään ja miksi voidaan mitoituksen katsoa olevan varmallalla puolella? (2 p)
 - Miksi palkin varmuuden leikkausvoiman aiheuttaman murtuman suhteen on hyvä olla suurempi kuin taivutusmomentin aiheuttaman murtuman suhteen? (2 p)
 - Oheisissa kuvissa on esitetty yksiakσιαalisesti taivutetun teräsbetonipoikkileikkauksen yhteisvaikutusdiagrammin periaatekuva. Selosta kuvassa esiintyvien symbolien N ja e merkitys sekä numeroiden 1, 2 ja 3 yhteys poikkileikkauksen toimintaan ja mitoitukseen? (2 p)



- ✘ Vapaasti tuetun palkin ($L=12$ m) korkeus on 980 mm ja leveys 380 mm. Kuormituksenä on palkin oma paino $g = 39,3$ kN/m ja muuttuva kuorma $q = 24,0$ kN/m. Suunnittelijan mukaan palkkiin vaadittava momenttirauδοitus on suurimmillaan 3000 mm². Onko teräsmäärä riittävä? Perustele vastaus mitoituslaskelmalla. (6 p)

C35/45-1, A500HW

$E_c = 33541$ MPa

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

$f_{yd} = f_{yk} / 1,1 = 454,5$ MPa

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

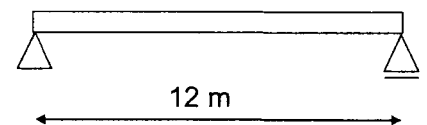
$f_{cd} = 0,7 \cdot 45 / 1,35 = 23,3$ MPa

$c = 20$ mm (suojabetonin paksuus)

$\epsilon_{yk} = 500 / 2,0 \cdot 10^5 = 0,0025$ (teräksen myötövenymä)

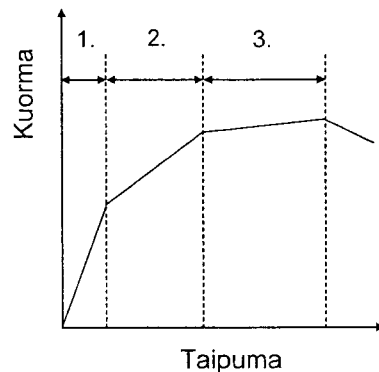
$\epsilon_s \leq 0,01$ (sallittu teräsvenymä)

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

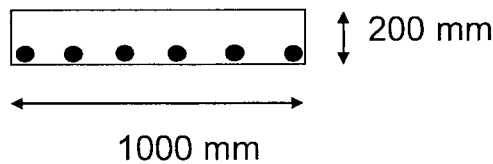


- hyötykuorman osavarmuuskerroin 1,6
- oman painon osavarmuuskerroin 1,2

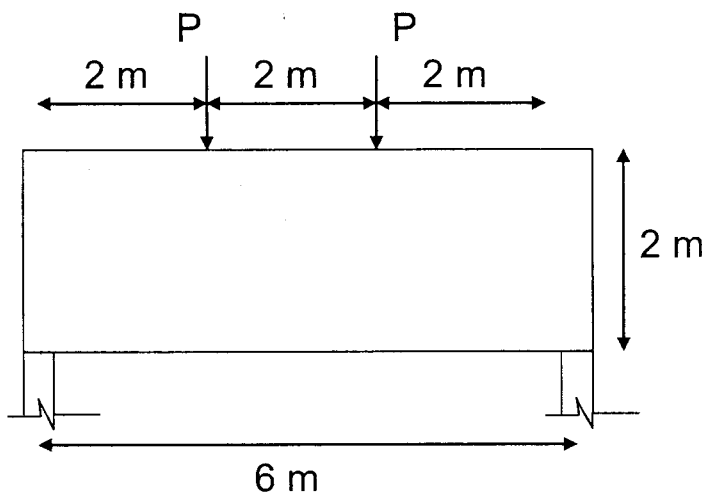
- a) Teräsbetonipalkin taipuman ja kuormituksen välistä riippuvuutta voidaan kuvata oheisella periaatekuvaajalla. Miten kuvassa esitetyt alueet 1, 2 ja 3 voidaan yhdistää palkin poikkileikkauksen toimintaan. Miten sijoittaisit käyttörajatilan ja murtorajatilan kuvaan. (3 p)



- b) Laske muunnetun poikkileikkauksen menetelmällä oheisen poikkileikkauksen halkeamamomentti. Materiaaliominaisuudet ja suojabetonipaksuudet ovat kuten tehtävässä 2. Raudoitteen halkaisija 10 mm. (3 p)



4. Määritä ristikkoanalogiolla oheiselle korkealle palkille vaadittava vetoteräsmäärä. Palkin leveys on 500 mm. Pistekuormassa P pysyvän kuorman osuus on $P_g = 800$ kN ja hyötykuorman osuus $P_q = 400$ kN. Pysyvän kuorman osavarmuuskerroin on 1,15 ja muuttuvan kuorman 1,5. Esitä ja perustele tehtävässä käyttämäsi ristikkomalli. (6 p)



Betoni
 $f_{ck} = 35$ MPa, $\gamma_c = 1,35$, $\alpha = 0,85$, $f_{ctk} = 2,2$ MPa
 Puristuslujuuden laskenta-arvo $f_{cd} = \alpha f_{ck} / \gamma_c$
 Vetolujuuden laskenta-arvo $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$

Teräs
 $f_{sk} = 500$ MPa, $\gamma_s = 1,1$
 Laskentalujuus $f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$

Puristussauvalle sallittava lujuus
 f_{cd1} tai f_{cd2} voidaan laskea kaavasta

$$f_{cdi} = k \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) f_{cd}$$

$k = 0,85$, jos solmuun liittyy vain puristussauvoja
 $k = 0,60$ jos solmuun liittyy puristettuja ja vedettyjä sauvoja