설계조건

적용기준/사용재료

설 계 기 준 : KDS2021-CONC.
콘크리트 압축강도 : f_{ck}= 30 N/mm²
철근 항복강도 : f_y = 400 N/mm²

부재 단면

보 폭 : b = 1800 mm
보 춤 : h = 1500 mm

처짐 설계 조건

보의 경간 : L =14.00 m
보의 연결 상태 : 양단 연속
활하중의 지속하중 비율 : 100 %

사용 철근

내단부 : 상부철근:15/0-D25 하부철근:15/0-D25
중앙부 : 상부철근:15/0-D25 하부철근:15/0-D25
외단부 : 상부철근:15/0-D25 하부철근:15/0-D25
전단철근 치수 : D13
순피복 두께 : 40 mm

설계 단면력

내단부 : M_d = 1633.0 kN·m M_l = 490.0 kN·m
중앙부 : M_d = 817.0 kN·m M_l = 245.0 kN·m
외단부 : M_d = 1633.0 kN·m M_l = 490.0 kN·m

내단부 유효단면2차모멘트 계산

설계 조건

d = 1435 mm, y_t = 750 mm
A_s = 7601 mm², A'_s = 7601 mm²

M_d = 1633.00 kN·m, M_l = 490.00 kN·m
M_{sus} = $M_d + M_l \times 1.00$ = 2123.00 kN·m

재료의 성질

E_c = 27537 N/mm², E_s = 200000 N/mm²
n = E_s/E_c = 7.2630
f_r = $0.63\sqrt{f_{ck}}$ = 3.45 N/mm²

단면2차모멘트

I_g = $bh^3/12$ = 50625000 cm⁴

균열단면2차모멘트

B = $b/(nA_s)$ = 0.033 mm
r = $(n-1)A'_s/(nA_s)$ = 0.862
kd = $[\sqrt{2dB(1+rd'/d)+(1+r)^2}-(1+r)]/B$ = 251 mm
I_{cr} = $b(kd)^3/3 + nA_s(d-kd)^2 + (n-1)A'_s(kd-d')^2$ = 8846160 cm⁴

유효단면2차모멘트
$M_{cr} = f_r I_g / y_t = 2329.19$ kN·m
$M_{cr}/M_d = 1.43 > 1.00$
$(I_{e1})_d = I_g = 50625000$ cm⁴
$M_{cr}/M_{sus} = 1.10 > 1.00$
$(I_{e1})_{sus} = I_g = 50625000$ cm⁴
$M_{cr}/M_{d+l} = 1.10 > 1.00$
$(I_{e1})_{d+l} = I_g = 50625000$ cm⁴

중앙부 유효단면2차모멘트 계산

설계 조건
$d = 1435$ mm, $y_t = 750$ mm
$A_s = 7601$ mm², $A'_s = 7601$ mm²
$M_d = 817.00$ kN·m, $M_l = 245.00$ kN·m
$M_{sus} = M_d + M_l \times 1.00 = 1062.00$ kN·m

단면2차모멘트
$I_g = bh^3/12 = 50625000$ cm⁴

균열단면2차모멘트
$B = b/(nA_s) = 0.033$ mm
$r = (n-1)A'_s/(nA_s) = 0.862$
$kd = [\sqrt{2dB(1+rd'/d)+(1+r)^2}-(1+r)]/B = 251$ mm
$I_{cr} = b(kd)^3/3 + nA_s(d-kd)^2 + (n-1)A'_s(kd-d')^2 = 8846160$ cm⁴

유효단면2차모멘트
$M_{cr} = f_r I_g / y_t = 2329.19$ kN·m
$M_{cr}/M_d = 2.85 > 1.00$
$(I_{mid})_d = I_g = 50625000$ cm⁴
$M_{cr}/M_{sus} = 2.19 > 1.00$
$(I_{mid})_{sus} = I_g = 50625000$ cm⁴
$M_{cr}/M_{d+l} = 2.19 > 1.00$
$(I_{mid})_{d+l} = I_g = 50625000$ cm⁴

외단부 유효단면2차모멘트 계산

설계 조건
$d = 1435$ mm, $y_t = 750$ mm
$A_s = 7601$ mm², $A'_s = 7601$ mm²
$M_d = 1633.00$ kN·m, $M_l = 490.00$ kN·m
$M_{sus} = M_d + M_l \times 1.00 = 2123.00$ kN·m

단면2차모멘트
$I_g = bh^3/12 = 50625000$ cm⁴

균열단면2차모멘트
$B = b/(nA_s) = 0.033$ mm
$r = (n-1)A'_s/(nA_s) = 0.862$
$kd = [\sqrt{2dB(1+rd'/d)+(1+r)^2}-(1+r)]/B = 251$ mm

I_{cr} = $b(kd)^3/3 + nA_s(d-kd)^2 + (n-1)A'_s(kd-d')^2$ = 8846160 cm^4

유효단면2차모멘트

M_{cr} = $f_r I_g/y_t$ = 2329.19 kN·m
M_{cr}/M_d = 1.43 > 1.00
$(I_{e2})_d$ = I_g = 50625000 cm^4
M_{cr}/M_{sus} = 1.10 > 1.00
$(I_{e2})_{sus}$ = I_g = 50625000 cm^4
M_{cr}/M_{d+l} = 1.10 > 1.00
$(I_{e2})_{d+l}$ = I_g = 50625000 cm^4

평균 유효단면2차모멘트 계산

$(I_e)_d$ = $0.7\times(I_{mid})_d + 0.15\times(I_{e1})_d + 0.15\times(I_{e2})_d$ = 50625000 cm^4
$(I_e)_{sus}$ = $0.7\times(I_{mid})_{sus} + 0.15\times(I_{e1})_{sus} + 0.15\times(I_{e2})_{sus}$ = 50625000 cm^4
$(I_e)_{d+l}$ = $0.7\times(I_{mid})_{d+l} + 0.15\times(I_{e1})_{d+l} + 0.15\times(I_{e2})_{d+l}$ = 50625000 cm^4

처짐 검토

탄성처짐, 단기처짐

K = 0.6000
$(\Delta_i)_d$ = $K\times5M_dL^2/48E_c(I_e)_d$ = 0.72 mm
$(\Delta_i)_{sus}$ = $K\times5M_{sus}L^2/48E_c(I_e)_{sus}$ = 0.93 mm
$(\Delta_i)_{d+l}$ = $K\times5M_{d+l}L^2/48E_c(I_e)_{d+l}$ = 0.93 mm

$(\Delta_i)_l$ = $(\Delta_i)_{d+l} - (\Delta_i)_d$ = 0.22 mm < L/360 = 38.89 mm ---> O.K.

재령 5년에서의 장기처짐

ξ = 2.0000, ρ' = 0.0029
λ = $\xi/(1+50\rho')$ = 1.7434
$\Delta_{cp}+\Delta_{sh}$ = $\lambda\times(\Delta_i)_{sus}$ = 1.63 mm

Δ_{long} = $\Delta_{cp}+\Delta_{sh}+(\Delta_i)_l$ = 1.84 mm < L/480 = 29.17 mm ---> O.K.