Chương 1 MỞ ĐẦU

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Vì sao người ta chọn dùng thép vào trong bê tông mà không chọn các loại vật liệu khác?
2. Phân loại và phạm vi sử dụng của kết cấu bê tông cốt thép?
3. Phân tích ưu nhược điểm của bê tông cốt thép và cách hạn chế những nhược điểm của kết cấu bê tông cốt thép?
4. So sánh ưu nhược điểm của kết cấu bê tông cốt thép so với kết cấu thép?

Chương 2: CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Cách xác định cường độ chịu kéo, nén của bê tông? Phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến cường độ của bê tông?
2. Phân biệt các giá trị cường độ của bê tông: giá trị trung bình, giá trị tiêu chuẩn, giá trị đặc trưng?
3. Trình bày cách xác định mác bê tông theo khả năng chịu nén, kéo, chống thấm (đơn vị, kí hiệu và cách xác định)? Trình bày cách xác định cấp độ bền chịu nén và kéo (đơn vị, kí hiệu và cách xác định)? Sự khác nhau giữa mác bê tông và cấp độ bền? Cách chuyển đổi giữa mác bê tông và cấp độ bền?
4. Co ngót là gì? Các yếu tố ảnh hưởng đến co ngót, từ đó đưa ra biện pháp để hạn chế co ngót?
5. Từ biến là gì? Các nhân tố ảnh hưởng đến từ biến, từ đó đưa ra biện pháp để hạn chế từ biến?
6. Giá trị biến dạng cực hạn của bê tông khi chịu kéo, nén uốn?
7. Chứng minh rằng bê tông là vật liệu đàn hồi dẻo?
8. Trình bày đặc điểm các nhóm thép theo tiêu chuẩn Việt Nam?
9. Trình bày các yêu cầu của thép trong xây dựng?
10. Trình bày các nhân tố tạo nên lực dính? Các nhân tố ảnh hưởng đến lực dính, từ đó đưa ra giải pháp khắc phục để tăng lực dính giữa bê tông và cốt thép?
11. Trình bày sự làm việc chung giữa bê tông và cốt thép?

Chương 3: NGUYÊN LÝ TÍNH TOÁN VÀ CẤU TẠO

Bài 1: *xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ cho cốt thép dọc của cấu kiện bê tông cốt thép biết cấu kiện là dầm sàn có kích thước 250x500, thép trong dầm có đường kính 25mm, dầm làm việc trong môi trường khô ráo.*

Theo quy định cấu tạo đối với dầm trong môi trường khô ráo ta có lớp bê tông bảo vệ được quy định:

$$c_1 \geq \begin{cases} \phi = 25 \\ c_0 = 20 \end{cases} \Rightarrow c_1 \geq 25mm$$

Vậy lớp bê tông bảo vệ tối thiểu là 25mm.

Bài 2: *xác định đoạn neo cốt thép trong bê tông vùng nén biết bê tông có cấp độ bền B20, thép CII, đường kính thép 25.*

Bê tông B20 có R_b = 11,5Mpa;

Thép CII (thép có gờ) có R_s = 280Mpa;

Chiều dài đoạn neo thép được xác định theo công thức:

$$l_{an} = \left(\omega_{an} . \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an} \right) . \phi$$

Với $\omega_{an} = 0,5; \Delta_{an} = 8; \lambda_{an} = 15;$

$$l_{an} = \left(\omega_{an} . \frac{R_s}{R_b} + \Delta_{an} \right) . \phi = \left(0,5 . \frac{280}{11,5} + 8 \right) . \phi = 20 . \phi = 20.25 = 500mm$$

Đồng thời $l_{an} = 500 \geq \begin{cases} l_{\min} = 200 \\ \lambda_{an} . \phi = 15.25 = 375 \end{cases}$

Kết luận: chọn chiều dài đoạn neo tối thiểu l_{an} = 500mm

Bài3: *Phát hiện ra sai sót về cấu tạo cho một cột chịu nén với bê tông được đổ theo phương đứng, cột làm việc trong môi trường khô ráo.*

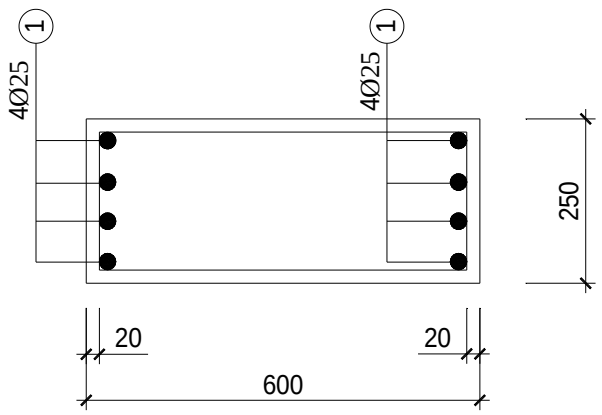
Kiểm tra quy định về lớp bê tông bảo vệ cho cốt dọc $c_1 \geq \begin{cases} \phi = 25 \\ c_0 = 20 \end{cases}$

Ta có c_1 = 20 không thỏa mãn, sửa lại c_1 = 25mm

Kiểm tra khe hở: với cấu kiện chịu nén và bê tông đổ theo phương đứng ke hở được quy định t ≥ 50

Ta có $t = \frac{250 - 2.25 - 4.25}{3} = 33,3mm$ như vậy không đảm bảo yêu cầu về khe hở, có thể sửa lại bằng cách bố trí thép thành 2 lớp.

Kiểm tra khoảng cách: ta thấy theo phương h khoảng cách giữa 2 cốt thép lớn hơn 400, sửa lại bằng cách bố trí thêm 2 thanh thép cấu tạo chính giữa tiết diện.



CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Trình bày nguyên tắc thiết kế kết cấu bê tông cốt thép?
2. Nêu các loại tải trọng tác động lên kết cấu công trình?
3. Trình bày các phương pháp tính toán kết cấu bê tông cốt thép? Phương pháp đang được sử dụng hiện nay? Vì sao?
4. Trình bày nguyên tắc xác định nội lực, tổ hợp nội lực?
5. Cách xác định cường độ tính toán của thép và bê tông?
6. Nêu các nguyên lý cấu tạo trong kết cấu bê tông cốt thép (chọn kích thước tiết diện, khung và lưới cốt thép, cốt thép chịu lực và cốt thép cấu tạo, lớp bê tông bảo vệ, khe hở và khoảng cách của cốt thép, neo và nối cốt thép)?
7. Tính chiều dài đoạn nối chồng cốt thép với các số liệu sau: B20, CII, ϕ = 20mm, nối trong vùng bê tông chịu nén.
8. Tính chiều dài đoạn neo cốt thép với các số liệu sau: B20, CII, ϕ = 25mm, neo trong vùng bê tông chịu kéo.

Chương 4: CẤU KIỆN CHỊU UỐN (TÍNH TOÁN THEO CƯỜNG ĐỘ)

Bài 1: Biết bê tông có cấp độ bền B15, thép nhóm CII, bxh = (20x40)cm, M=7tm. Yêu cầu thiết kế cốt thép đơn (tính A_s)?

Lời giải

- Bước 1: từ cấp độ bền của bê tông B15 và nhóm thép CII tra bảng phụ lục ta có R_b=8,5Mpa; R_s=280Mpa; ξ_R=0,65; α_R=0,439

- Bước 2: giả thiết a= 3cm $\Rightarrow$ h_0= h-a= 40-3= 37cm.

- Bước 3: tính $\alpha_m = \dfrac{M}{R_b.b.h_0^2} = \dfrac{7\times10^7}{8,5\times200\times370^2} = 0,3 < \alpha_R$

Cấu kiện xảy ra phá hoại dẻo

- Bước 4: với $\alpha_m = 0,3$ tra bảng ta có ζ = 0,816

$$A_s = \frac{M}{R_s.\zeta.h_0} = \frac{7\times10^7}{280\times0,816\times370} = 828mm^2 = 8,28cm^2$$

- Bước 5: kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu = \frac{A_s}{b.h_0}.100\% = \frac{8,28}{20\times37}\times100\% = 1,12\%$$

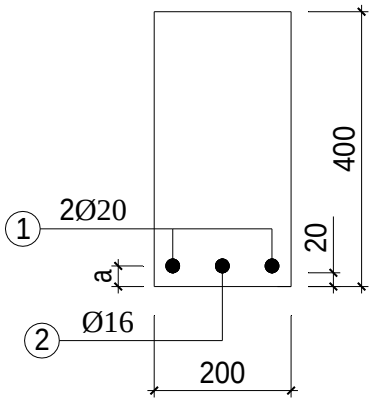
$$\mu_{\min} = 0,05\%; \mu_{max} = \xi_R.\frac{R_b}{R_s}.100\% = 0,65\times\frac{8,5}{280}\times100\% = 1,97\%$$

Hàm lượng cốt thép thỏa mãn $\mu_{\min} \le \mu \le \mu_{max}$

- Bước 6: chọn và bố trí cốt thép

Với A_s= 8,28cm^2 chọn 2ϕ20+ϕ16 (A_s = 8,29cm^2)

Bố trí thép:



- Bước 7: tính a = 20 + 10 = 30mm (đúng với giá trị đã giả thiết), bài toán kết thúc.

Bài 2: Chọn bxh và thiết kế A_s cho một dầm bê tông cốt thép với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B30, thép nhóm CIV, M = 60tm.

Lời giải

- Bước 1: từ cấp độ bền của bê tông B30 và nhóm thép CIV tra bảng phụ lục ta có R_b=17Mpa; R_s= 510Mpa.

Xác định $\xi_R = \dfrac{\omega}{1+\dfrac{R_s}{\sigma_{s.cu}}.\left(1-\dfrac{\omega}{1,1}\right)} = \dfrac{0,714}{1+\dfrac{510}{400}.\left(1-\dfrac{0,714}{1,1}\right)} = 0,493$

Với ω = 0,85-0,008x 17= 0,714

$\Rightarrow \alpha_R = \xi_R.\left(1-\dfrac{\xi_R}{2}\right) = 0,493.\left(1-\dfrac{0,493}{2}\right) = 0,371$

- Bước 2: giả thiết a= 6cm; b= 25cm; ξ= 0,3

- Bước 3: từ ξ = 0,3 tra bảng α_m= 0,255

$h_0 = \sqrt{\dfrac{M}{\alpha_m.R_b.b}} = \sqrt{\dfrac{60\times10^7}{0,255.17.250}} = 686mm \Rightarrow h = h_0 + a = 686 + 60 = 746mm$

Chọn h = 750mm = 75cm.

$\dfrac{h}{b} = \dfrac{75}{25} = 3$ thỏa mãn điều kiện [2÷4]

- Bước 4: tính $\alpha_m = \dfrac{M}{R_b.b.h_0^2} = \dfrac{60\times10^7}{17\times250\times690^2} = 0,297 < \alpha_R$

- Bước 5: với $\alpha_m = 0,297$ tra bảng ta có ζ = 0,82

$A_s = \dfrac{M}{R_s.\zeta.h_0} = \dfrac{60\times10^7}{560\times0,82\times690} = 2079mm^2 = 20,79cm^2$

- Bước 6: kiểm tra hàm lượng cốt thép

$\mu = \dfrac{A_s}{b.h_0}.100\% = \dfrac{20,79}{25\times69}\times100\% = 1,21\%$

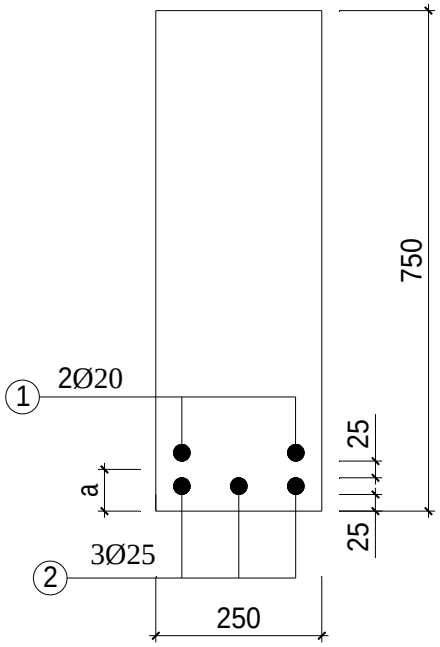
$\mu_{\min} = 0,05\%; \mu_{max} = \xi_R.\dfrac{R_b}{R_s}.100\% = 0,493\times\dfrac{17}{510}\times100\% = 1,643\%$

Hàm lượng cốt thép thỏa mãn $\mu_{\min} \le \mu \le \mu_{max}$

- Bước 7: chọn và bố trí cốt thép

Với A_s= 20,79cm^2 chọn 3ϕ25+2ϕ20 (A_s = 21,01cm^2)

Bố trí thép:

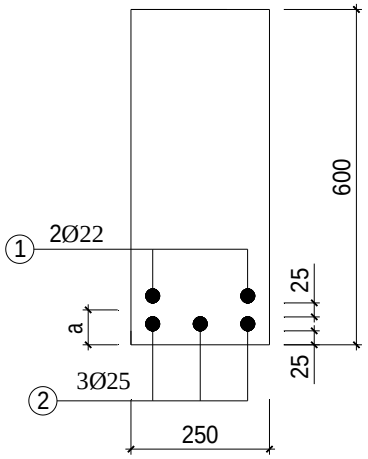


- Kiểm tra: $a = \dfrac{3.4,909.3,75 + 2.3,142.8,5}{21,01} = 5,17cm,$ so với giá trị đã giả thiết có sai lệch nhưng thiên về an toàn do vậy có thể kết thúc bài toán.

Bài 3: Kiểm tra khả năng chịu lực cho một dầm bê tông cốt thép với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B20, thép nhóm CIII, M= 42tm, bxh= 25x60cm, A_s=3ϕ25+2ϕ22.

Lời giải

- Bước 1: tra số liệu R_b=11,5Mpa, R_s=365Mpa, ξ_R=0,59, α_R=0,416.
- Bước 2: bố trí thép và tính a



$$a = \frac{3.4,909.3,75 + 2.3,801.8,6}{3.4,909 + 2.3,801} = 5,774cm$$

$$h_0 = h - a = 60 - 5,774 = 54,266cm$$

- Bước 3: tính ξ

$$\xi = \frac{R_s.A_s}{R_b.b.h_0} = \frac{365.2089}{11,5.250.542,66} = 0,489 < \xi_R$$

$$\alpha_m = \xi.\left(1 - \frac{\xi}{2}\right) = 0,489.\left(1 - \frac{0,489}{2}\right) = 0,369$$

$$M_{gh} = \alpha_m.R_b.b.h_0^2 = 0,369 \times 11,5 \times 250 \times 542,66^2 = 312406338Nmm = 31,24tm$$

- Bước 4: so sánh và kết luận

$M > M_{gh}$: cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

Bài 4: Thiết kế cốt thép kép (A_s, $A_s^{'}$) cho một dầm bê tông cốt thép với số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B15, thép nhóm CII, bxh=20x40cm, M=10tm.

Lời giải

- Bước 1: tra số liệu R_b=8,5Mpa, R_s=R_{sc}=280Mpa, ξ_R=0,65, α_R=0,439.

- Bước 2: giả thiết a=5cm; $a^{'}$=3cm $\Rightarrow$ h_0= 40-5= 35cm

- Bước 3: kiểm tra sự cần thiết phải đặt cốt kép

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b.b.h_0^2} = \frac{10 \times 10^7}{8,5 \times 200 \times 350^2} = 0,48$$

$\alpha_R \le \alpha \le 0,5$: thỏa mãn điều kiện đặt cốt kép.

- Bước 4: tính

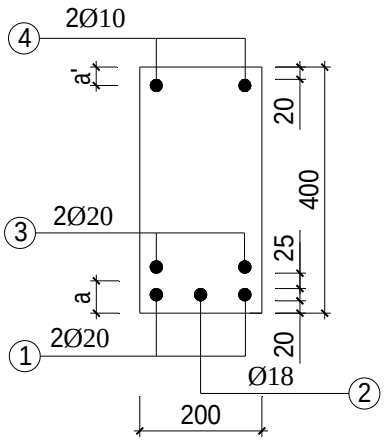
$$A_s^{'} = \frac{M - \alpha_R.R_b.b.h_0^2}{R_{sc}.\left(h_0 - a^{'}\right)} = \frac{10 \times 10^7 - 0,439 \times 8,5 \times 200 \times 350^2}{280 \times (350 - 30)} = 95,74mm^2 = 0,957cm^2$$

$$A_s = \frac{\xi_R.R_b.b.h_0}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s}.A_s^{'} = \frac{0,65 \times 8,5 \times 200 \times 350}{280} + \frac{280}{280} \times 95,74 = 1477mm^2 = 14,77cm^2$$

- Bước 5: chọn và bố trí cốt thép

Với $A_s^{'}$= 0,957cm^2 chọn 2ϕ10 ($A_s^{'}$ = 1,57cm^2)

Với A_s= 14,77cm^2 chọn 4ϕ20+ϕ18 (A_s = 15,105cm^2)



- Bước 6: kiểm tra a

$$a = \frac{2\times 3,142\times 3 + 2,545\times 2,9 + 2\times 3,142\times 7,5}{15,105} = 4,86cm$$

$a' = 2 + 0,5 = 2,5cm$

Các giá trị a và a' có sai lệch nhưng thiên về an toàn, bài toán kết thúc.

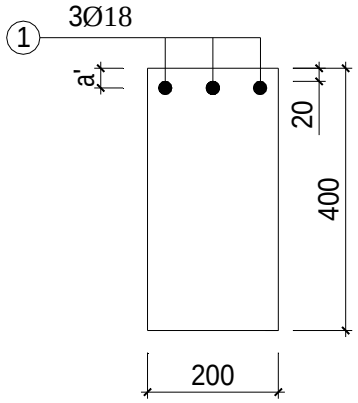
Bài 5: Thiết kế A_s cho một dầm bê tông cốt thép với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B20, thép nhóm CIII, bxh=20x50cm, M= 25Tm, A_s'= 3ϕ18.

Lời giải

- Bước 1: tra số liệu R_b=8,5Mpa, R_s=R_{sc}=280Mpa, ξ_R=0,65, α_R=0,439.

- Bước 2: giả thiết a=5cm$\Rightarrow$ h_0= 40-5= 35cm

a'=3+0,9=2,9cm



- Bước 3: $\alpha_m = \frac{M - R_{sc}.A_s'.\left(h_0 - a'\right)}{R_b.b.h_0^2} = \frac{26\times 10^7 - 365\times 763\times\left(440-29\right)}{11,5\times 200\times 440^2} = 0,304 < \alpha_R$

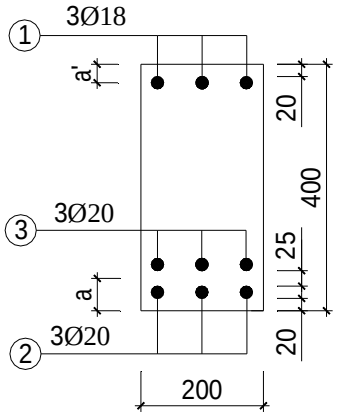
- Bước 4:

$$A_s = \frac{\xi_R.R_b.b.h_0}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s}.A_s' = \frac{0,375\times 11,5\times 200\times 440}{365} + \frac{365}{365}\times 763 = 1803mm^2 = 18,03cm^2$$

- Bước 5: Chọn thép 6ϕ20 (A_s=18,85cm^2)

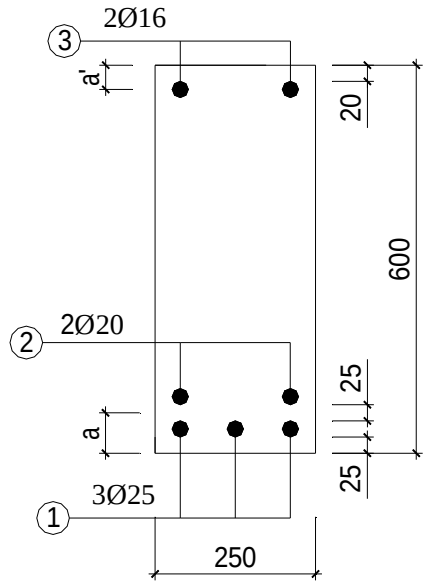
- Bước 6: $a = 20 + 25 + \frac{25}{2} = 57,5mm = 5,75cm$

Giá trị a sai lệch với giả thiết không lớn và thiên về an toàn nên có thể kết thúc bài toán.



Bài 6: Kiểm tra khả năng chịu lực cho một dầm bê tông cốt thép với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B20, thép nhóm AIII, bxh=25x60cm, M=30tm, A_s=3ϕ25+2ϕ20, $A_s^{'}$=2ϕ16.

Lời giải



- Bước 1: tra số liệu R_b=11,5Mpa, R_s=365Mpa, ξ_R=0,59, α_R=0,416.

- Bước 2: tính a và $a^{'}$

$$a = \frac{3 \times 4,909 \times 3,75 + 2 \times 3,14 \times 8,5}{3 \times 4,909 + 2 \times 3,14} = 5,17cm; a^{'} = 20 + \frac{16}{2} = 28mm$$

$$h_0 = h - a = 60 - 5,17 = 54,83cm$$

- Bước 3: tính ξ

$$\xi = \frac{R_s.A_s - R_{sc}.A_s^{'}}{R_b.b.h_0} = \frac{365\times 2101 - 365\times 402}{11,5\times 250\times 548,3} = 0,393 < \xi_R$$

$$\alpha_m = \xi.\left(1-\frac{\xi}{2}\right) = 0,393\times\left(1-\frac{0,393}{2}\right) = 0,316$$

$$M_{gh} = \alpha_m.R_b.b.h_o^2 + R_{sc}.A_s^{'}.(h_o - a') = 0,316\times 11,5\times 250\times 548,3^2 + 365\times 402\times(548,3-28)$$

$$= 349468600 Nmm = 34,95 tm$$

- Bước 4: so sánh và kết luận

$M_{gh} > M$: cấu kiện đủ khả năng chịu lực.

Bài 7: Thiết kế A_s cho một dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ T với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B20, thép nhóm CII, bxh= 25x70cm, $b_f^{'}$ x$h_f^{'}$=100x8cm, nhịp dầm l_d= 6m, khoảng cách thông thủy giữa 2 dầm l_0=4m, M=60tm.

Lời giải

- Bước 1: tra số liệu R_b=11,5Mpa, R_s=280Mpa, ξ_R=0,623, α=0,429.
- Bước 2: giả thiết a= 6,5cm tính được h_0= h-a= 60-6,5= 63,5cm
- Bước 3: kiểm tra độ sải cánh

$$S_c = \frac{b_f^{'} - b}{2} = \frac{100-25}{2} = 37,5cm \le \begin{cases} \frac{1}{6}.l = \frac{1}{6}\times 600 = 100cm \\ \frac{1}{2}.l_0 = \frac{1}{2}\times 400 = 200cm \end{cases}$$

Độ sải cánh đạt yêu cầu

- Bước 4: xác định vị trí trục trung hòa

$$M_f = R_b.b_f^{'}.h_f^{'}.(h_o - 0,5.h_f^{'}) = 11,5\times 1000\times 80\times(635-0,5\times 80) = 547400000 Nmm = 54,74 tm$$

M > M_f: trục trung hòa qua sườn, tính theo tiết diện chữ T.

- Bước 5:

$$\alpha_m = \frac{M - R_b.(b_f^{'}-b).h_f^{'}.(h_o - 0,5.h_f^{'})}{R_b.b.h_o^2} = \frac{60\times 10^7 - 11,5\times(1000-250)\times 80\times(635-0,5\times 80)}{11,5\times 250\times 635^2}$$

$$= 0,163 < \alpha_R$$

ξ= 0,18

- Bước 6:

$$A_s = \frac{R_b}{R_s}\left[b\xi h_o + (b_f^{'}-b)h_f^{'}\right] = \frac{11,5}{280}\times\left[250\times 0,18\times 635 + (1000-250)\times 80\right] = 3638 mm^2$$

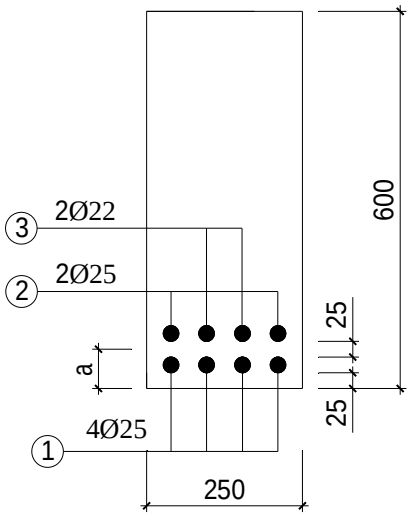
- Bước 7: kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu = \frac{A_s}{b.h_0}.100\% = \frac{36,38}{25\times 63,5}\times 100\% = 2,292\%$$

$$\mu_{\min} = 0,05\%; \mu_{max} = \xi_R.\frac{R_b}{R_s}.100\% = 0,623\times\frac{11,5}{280}\times 100\% = 2,56\%$$

Hàm lượng cốt thép thỏa mãn $\mu_{\min} \le \mu \le \mu_{max}$

- Bước 8: Chọn thép 6ϕ25+2ϕ22 (A_s=36,38cm^2)



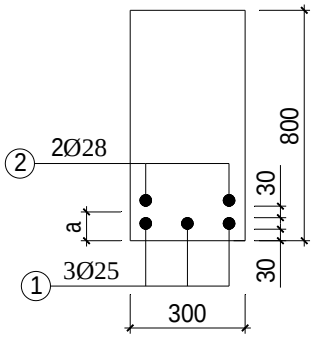
- Bước 9: $a \approx 25 + 25 + \frac{25}{2} = 62,5mm = 6,25cm.$

Giá trị a sai lệch với giả thiết không lớn và thiên về an toàn nên có thể kết thúc bài toán.

Bài 8: Kiểm tra khả năng chịu lực cho dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ T (cánh ở dạng côngson) với các số liệu sau: B20, CII, bxh= 30x80cm, $b'_f xh'_f$=60x 7cm, nhịp dầm l_d=6m, khoảng cách thông thủy giữa 2 dầm l_0=4m, M=65tm, A_s= 3ϕ25+2ϕ28.

Lời giải

- Bước 1: tra số liệu R_b=11,5Mpa, R_s=280Mpa, ξ_R=0,623, α=0,429.



- Bước 2: bố trí thép và tính a

$$a = \frac{3 \times 4,909 \times 4,25 + 2 \times 6,158 \times 9,9}{3 \times 4,909 + 2 \times 6,158} = 6,82cm$$

$$h_0 = h - a = 80 - 6,82 = 73,18cm$$

- Bước 3: kiểm tra S_c

$$S_c = \frac{b_f^{'} - b}{2} = \frac{60-30}{2} = 15cm \le \begin{cases} \frac{1}{6}.l_d = \frac{1}{6}.600 = 100cm \\ \frac{1}{2}.l_0 = \frac{1}{2}.400 = 200cm \\ 3.h_f^{'} = 3.7 = 21cm \end{cases}$$

S_c đạt yêu cầu

- Bước 4: xác định vị trí trục trung hòa

$$M_f = R_b.(b_f^{'} - b).h_f^{'}.(h_o - 0,5.h_f^{'})$$

$$= 11,5.(600-300).70.(731,8-0,5.70) = 168277200Nmm = 16,83tm$$

$M > M_f$: trục trung hòa qua sườn.

- Bước 5:

$$\xi = \frac{R_s A_s - R_b(b_f^{'} - b)h_f^{'}}{R_b b h_o} = \frac{280.2704 - 11,5.(600-300).70}{11,5.300.731,8} = 0,204 < \xi_R$$

$\rightarrow$ xảy ra phá hoại dẻo

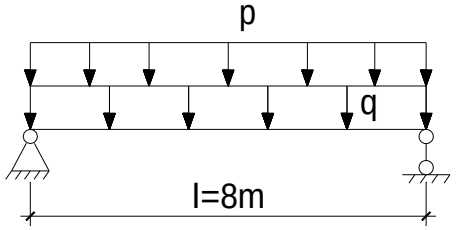
Tra bảng $\alpha_m = 0,183$

$$M_{gh} = \alpha_m R_b b h_o^2 + R_b(b_f^{'} - b)h_f^{'}(h_o - 0,5h_f^{'})$$

$$= 0,183.11,5.300.731,8^2 + 11,5.(600-300).70.(731,8-0,5.70) = 506384848Nmm = 50,64tm$$

- Bước 6: $M > M_{gh}$ cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

Bài9: Thiết kế cốt thép (cốt thép dọc chịu lực và cốt đai) cho dầm với số liệu sau: bê tông B25, thép dọc chịu lực dùng nhóm thép CII, cốt đai dùng nhóm thép CI. Dầm chịu tải trọng phân bố đều với g = 16kN/m; p=24kN/m (g: tính tải, p: hoạt tải), nhịp dầm l=8m.



H 4.1. Sơ đồ tính của dầm

Lời giải

1. Tra số liệu tính toán:

R_b=14,5Mpa, R_{bt}=1,05Mpa, E_b=27.10^{3}Mpa.

Thép CI có $R_s = R_{sc}$ =225Mpa, R_{sw}=175Mpa, E_s=21.10^{4}Mpa.

Thép CII có $R_s = R_{sc}$ =280Mpa, R_{sw}=225Mpa, E_s=21.10^{4}Mpa.

Với B25 và CII tra bảng có $\xi_R = 0,595$; $\alpha_R = 0,418$.

2. Xác định nội lực

$$M_{max} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{40.8^2}{8} = 320kN.m$$

$$Q_{max} = \frac{q.l}{2} = \frac{40.8}{2} = 160kN$$

3. Tính cốt thép dọc chịu lực

(Dùng bài toán thiết kế 2)

Giả thiết: a=6cm; b=25cm; ξ=0,35

Từ ξ=0,35 tra bảng ta có α_m=0,289

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m.R_b.b}} = \sqrt{\frac{320.10^7}{0,289.14,5.250}} = 553mm \Rightarrow h = h_0 + a = 553 + 60 = 613mm$$

Chọn h = 600mm = 60cm.

$\frac{h}{b} = \frac{60}{25} = 2,4$ thỏa mãn điều kiện [2÷4], lúc này h_0=h-a=600-60=540mm

Tính $\alpha_m = \frac{M}{R_b.b.h_0^2} = \frac{320.10^6}{14,5.250.540^2} = 0,302 < \alpha_R$

Với $\alpha_m = 0,302$ tra bảng ta có ζ = 0,815

$$A_s = \frac{M}{R_s.\zeta.h_0} = \frac{320.10^6}{2800.0,815.540} = 2597mm^2 = 25,97cm^2$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu = \frac{A_s}{b.h_0}.100\% = \frac{25,79}{25.54} \times 100\% = 1,924\%$$

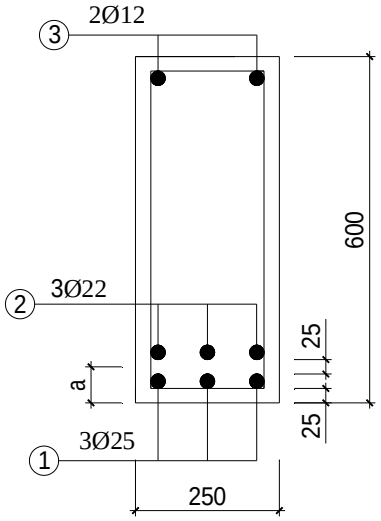
$$\mu_{min} = 0,05\%; \mu_{max} = \xi_R.\frac{R_b}{R_s}.100\% = 0,595.\frac{14,5}{280}.100\% = 3,08\%$$

Hàm lượng cốt thép thỏa mãn $\mu_{min} \le \mu \le \mu_{max}$

Chọn thép

Với A_s= 25,97cm^2 chọn 3ϕ25+3ϕ22 (A_s = 26,13cm^2)

Bố trí thép:



H 4.2. Mặt cắt bố trí thép dầm

$$a = \frac{3.4,909.3,75 + 3.3,801.8,6}{26,13} = 5,87cm$$

Sai lệch không nhiều so với a giả thiết và thiên về an toàn nên có thể kết thúc bài toán.

4. Chọn cốt thép dọc cấu tạo: chọn cốt giá 2ϕ12

5. Thiết kế cốt đai

- Bước 1: chuẩn bị số liệu tính toán

- Bước 2: dự kiến dùng đai ϕ6, số nhánh n=2 ta có

$A_{sw} = n.a_{aw} = 2.0,283 = 0,566cm^2 = 56,6mm^2$

- Bước 3: kiểm tra điều kiện tính toán $Q \le Q_{b.o}$

Với

$Q_{b.o} = 0,5.\varphi_{b4}.(1+\varphi_n).R_{bt}.b.h_0 = 0,5.1,5.1.1,05.250.541,3 = 106568N = 106,57kN$

Q =160kN > $Q_{b.o}$: cần phải tính toán cốt đai.

- Bước 4: tính $q_1 = g + 0,5p = 16 + 0,5.24 = 28kN/m$

$M_b = \varphi_{b2}.(1+\varphi_f+\varphi_n).R_{bt}.b.h_0^2 = 2.1.1,05.250.541,3^2 = 153827987Nmm$

$(\varphi_f = 0; \varphi_n = 0)$

$Q_{b1} = 2.\sqrt{M_b.q_1} = 2.\sqrt{153827987.28} = 131258N$

$Q_{max} = 160kN < \frac{Q_{b1}}{0,6} = \frac{131,258}{0,6} = 218,764kN$

$\rightarrow q_{sw} = \frac{Q_{max}^2 - Q_{b1}^2}{4.M_b} = \frac{(160.10^3)^2 - 131258^2}{4.153827987} = 26,54\frac{N}{mm}$

- Bước 5: khoảng cách tính toán của cốt đai $s = \frac{R_{sw}.A_{sw}}{q_{sw}}$

$s = \frac{175.56,6}{26,55} = 373mm$

Khoảng cách cực đại $s_{max} = \frac{\varphi_{b4}.(1+\varphi_n).R_{bt}.b.h_o^2}{Q_A} = \frac{1,5.1,05.250.550^2}{158000} = 753mm$

Khoảng cách cấu tạo (s_{ct}):

Đai dày $s_{ct} = \min\left(\frac{h}{3}; 300mm\right) = \min(200; 300) = 200mm$

Đai thưa $s_{ct} = \min\left(\frac{3h}{4}; 500mm\right) = \min(450; 500) = 450mm$

Khoảng cách thiết kế: $s_{tk} = \min(s_{tt}; s_{max}; s_{ct}) = 200mm$

Kết luận: đai ϕ6s200

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

1. Nêu đặc điểm cấu tạo của bản và dầm?

2. Các trạng thái ứng suất và biến dạng trên tiết diện thẳng góc của một dầm chịu uốn?

3. Thế nào là phá hoại giòn, phá hoại dẻo?

4. Vì sao hàm lượng cốt thép trong cấu kiện chịu uốn phải thỏa mãn $\mu_{\min} \le \mu \le \mu_{max}$? Nếu không thỏa mãn thì xử lý thế nào?

5. Vẽ sơ đồ ứng suất, thiết lập các công thức cơ bản và điều kiện hạn chế và các bài toán vận dụng cho cấu kiện cơ tiết diện chữ nhật chịu uốn đặt cốt đơn, cốt kép?

6. Cấu tạo, vẽ sơ đồ ứng suất, thiết lập các công thức cơ bản và điều kiện hạn chế và các bài toán vận dụng cho cấu kiện có tiết diện chữ T chịu uốn đặt cốt đơn, cốt kép?

7. Các điều kiện khống chế khi tính toán lực cắt?

8. Nguyên tắc tính toán cường độ trên tiết diện nghiêng?

9. Nguyên tắc tính toán uốn và cắt thép?

10. Nguyên tắc tính toán cốt đai khi không có cốt xiên?

11. Nguyên tắc tính toán cốt xiên?

12. Tính A_s và vẽ mặt cắt bố trí thép với các số liệu sau:

STT	b(cm)	h(cm)	Cấp độ bền của bê tông B	Nhóm cốt thép	M(kNm)
1	20	40	15	CII	90
2	25	50	20	CII	150
3	25	80	25	CIV	240
4	30	90	30	AIII	360
5	25	70	35	AII	260

13. Chọn bxh, tính A_s và vẽ mặt cắt bố trí thép với các số liệu sau:

STT	Cấp độ bền của bê tông B	Nhóm cốt thép	M(kNm)
1	25	CIII	200
2	15	CII	220
3	20	CII	380
4	15	AII	420
5	30	AIII	450

14. Bố trí cốt thép và kiểm tra khả năng chịu lực?

STT	b(cm)	h(cm)	B	Nhóm cốt thép	A_s	M(kNm)
1	20	40	15	CII	3ϕ20+2ϕ22	180
2	25	50	20	CII	3ϕ22+2ϕ25	240
3	25	80	30	CII	5ϕ20	360
4	30	90	20	AIII	3ϕ20+3ϕ22	400
5	25	70	30	AIII	5ϕ25	420

15. Vẽ mặt cắt bố trí cốt thép và xác định khả năng chịu lực?

STT	b(cm)	h(cm)	B	Nhóm cốt thép	A_s
1	22	40	25	CIII	3ϕ18+2ϕ22
2	25	60	15	CII	5ϕ20
3	30	80	30	CIII	5ϕ22
4	25	70	25	AII	3ϕ20+3ϕ25
5	30	90	25	AIII	5ϕ20

16. Tính A_s, A_s' và vẽ mặt cắt bố trí thép với các số liệu sau:

STT	b(cm)	h(cm)	B	Nhóm cốt thép	M(kNm)
1	20	40	15	CII	140
2	25	50	15	AII	260
3	25	80	15	CIII	600
4	30	90	20	AIII	1200
5	25	70	20	CIII	650

17. Tính A_s và vẽ mặt cắt bố trí thép với các số liệu sau:

STT	b(cm)	h(cm)	A_s	B	Nhóm cốt thép	M(kNm)
1	20	40	2ϕ20	20	CII	160
2	25	50	2ϕ22	20	AII	320
3	25	80	3ϕ25	20	CIII	800
4	30	90	3ϕ28	15	AIII	1050
5	25	70	2ϕ20	15	CIII	520

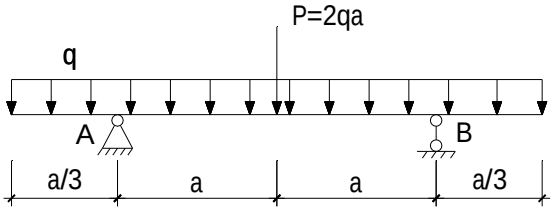
18. Vẽ mặt cắt bố trí cốt thép và xác định khả năng chịu lực?

STT	b(cm)	h(cm)	B	Nhóm cốt thép	A_s	A_s'
1	22	40	25	CIII	3ϕ18+2ϕ22	2ϕ20
2	25	60	15	CII	5ϕ20	2ϕ20
3	30	80	30	CII	5ϕ22	2ϕ22
4	25	70	25	AIII	3ϕ20+3ϕ25	2ϕ25
5	30	90	25	AII	5ϕ20	3ϕ20

19. Cho dầm có mặt cắt chữ T (với cánh ở dạng côngson) với số liệu cho ở bảng sau. Tính A_s vẽ mặt cắt bố trí thép:

STT	b(cm)	h(cm)	h_f'(cm)	b_f'(cm)	l_d(cm)	l_0(cm)	B	Nhóm cốt thép	M(kNm)
1	22	60	8	100	5,6	4,0	15	CII	230
2	25	60	10	90	4,2	4,5	15	CII	250
3	30	80	12	70	4,5	4,2	25	CIII	600
4	25	70	10	110	3,5	4,6	20	AII	450
5	30	90	12	80	3,0	3,6	25	AIII	800

20. Cho sơ đồ kết cấu như hình vẽ, thiết kế cốt thép cho dầm (cốt dọc, cốt đai và cốt xiên nếu có)



STT	b(cm)	h(cm)	q(kN/m)	a(m)	B	Nhóm cốt thép
1	22	60	70	4	15	CII
2	25	60	120	5	15	CII
3	30	80	150	6	25	CIII
4	25	70	160	6,5	20	AII
5	30	90	100	6,2	25	AIII

Chương 5: SÀN BÊTÔNG CỐT THÉP

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG

BẢN DẦM

1. Phân biệt bản dầm và bản kê bốn cạnh?
2. Cách xác định sơ bộ kích thước các bộ phận trong sàn?
3. Nhịp tính toán (nhịp biên và nhịp giữa) của bản? Trình bày cách tính thép chịu lực và thép cấu tạo trong bản?
4. Nêu tên các loại thép cấu tạo trong bản và cách tính toán?
5. Chiều dài vươn ra của cốt mũ chọn phụ thuộc nhân tố nào?
6. Vẽ sơ đồ tính của bản? Các loại tải trọng tác dụng lên bản và cách xác định các loại tải trọng này?
7. Vùng nào trong bản được phép giảm thép? Giảm bao nhiêu? Vì sao các vùng đó lại được giảm?
8. Hàm lượng cốt thép trong bản phải thỏa mãn điều kiện nào? Nếu hàm lượng cốt thép trong bản không nằm trong phạm vi hợp lý thì xử lý như thế nào?
9. Chiều dày của bản được chọn phụ thuộc vào những yếu tố nào? Bản dầm khác với bản kê 4 cạnh ở chỗ nào?
10. Kích thước tiết diện của dầm phụ được chọn phụ thuộc vào những yếu tố nào? Làm thế nào để biết được kích thước tiết diện đã chọn là hợp lý?
11. Vì sao hàm lượng cốt thép trong dầm phải thỏa mãn $\mu_{\min} \le \mu \le \mu_{max}$? Nếu không thỏa mãn thì xử lý như thế nào?
12. Vì sao nhịp tính toán của dầm phụ không được lấy bằng khoảng cách giữa hai trục định vị?
13. Các phương pháp để vẽ biểu đồ bao mômen cho dầm. Trình tự vè biểu đồ bao mômen của dầm phụ?

14. Trong tính toán thép cho dầm vị trí nào tính theo tiết diện chữ nhật vị trí nào tính theo tiết diện chữ T. Vì sao?
15. Cách xác định các loại tải trọng tác dụng lên dầm phụ? Vẽ sơ đồ truyền tĩnh tải của bản lên dầm phụ?
16. Tình bày các phương pháp bố trí thép trong dầm phụ?
17. Trình bày giá trị hàm lượng cốt thép hợp lý của dầm phụ? Người ta đưa ra giá trị này nhằm lục đích gì?
18. Nêu tên, tác dụng các loại thép trong dầm phụ?
19. Cách thống kê thép trong dầm phụ?
20. Trình bày trình tự tính cắt thép? Vì sao phải kéo dài thêm 1 đoạn W (tính từ mặt cắt lý thuyết)?
21. Thế nào là tiết diện trước, tiết diện sau?
22. Nêu các điều kiện khi tính toán cốt đai và ý nghĩa của các điều kiện đó? Cách chọn đường kính và khoảng cách giữa các cốt đai?
23. Nêu các quy định kiểm tra neo thép trong dầm phụ? Đoạn nối chồng thép và đoạn neo cấu tạo của cốt xiên trong dầm phụ được lấy như thế nào? Vì sao?
24. Cách xác định bề rộng cánh khi tính toán dầm phụ theo tiết diện chữ T? Vị trí nào trên dầm phụ được tính toán theo tiết diện chữ T và vị trí nào chữ nhật?
25. Xác định tải trọng tác dụng lên dầm chính?
26. Nhịp tính toán của dầm chính? Sơ đồ tính của dầm chính và hình dáng biểu đồ nội lực của trường hợp tĩnh tải?
27. Có bao nhiêu phương pháp để vẽ được biểu đồ bao mômen cho dầm chính? Trình tự vẽ biểu đồ bao mômen cho dầm chính?
28. Tác dụng của việc vẽ biểu đồ bao mômen trong dầm chính? Ý nghĩa của biểu đồ bao vật liệu?
29. Trình tự tính toán cốt treo? Các cách đặt cốt treo để gia cố cho dầm chính? Tại sao tại vị trí gối tựa lại không có cốt treo?
30. Trình bày trình tự để vẽ được biểu đồ bao vật liệu của dầm chính? Ý nghĩa của biểu đồ bao vật liệu này?
31. Cách thống kê thép trong dầm chính? Tại sao thép trong dầm chính lại không được uốn móc như thép trong bản?
32. Trình bày phương pháp tính toán cốt thép trong dầm chính? Vì sao khi tính toán cốt thép trong dầm chính ta kiểm tra điều kiện $\alpha \le \alpha_m$ chứ không phải $\alpha \le \alpha_{pl}$?
33. Trình bày cách bố trí cốt xiên trong dầm chính? Khi nào cần bố trí cốt xiên? Điều kiện?
34. Tác dụng của cốt dọc cấu tạo trong dầm chính? Khi nào bố trí cốt dọc cấu tạo? Cốt dọc cấu tạo khác cốt giá ở chỗ nào?
35. Hàm lượng cốt thép hợp lý trong dầm chính? Ý nghĩa của hàm lượng này? Khi hàm lượng này không hợp lý thì cần phải xử lý như thế nào?

BẢN KÊ BỐN CẠNH

36. Đặc điểm cấu tạo và sự làm việc của bản kê bốn cạnh?
37. Trình tự thiết kế bản kê bốn cạnh? Sự khác nhau khi thiết kế bản dầm và bản kê bốn cạnh?
38. Trình bày nguyên tắc truyền tải trọng từ sàn xuống dầm phụ và từ dầm phụ sang dầm chính?

SÀN PANELLẮP GHÉP

39. Các loại sàn panel lắp ghép?
40. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của sàn panel lắp ghép?
41. Cấu tạo và sự làm việc của sàn panel lắp ghép?

SÀN NẤM

42. Đặc điểm cấu tạo và sự làm việc của sàn nấm?
43. Nguyên tắc thiết kế sàn nấm?
44. Cấu tạo, sự làm việc và nguyên lý tính toán mũ cột?
45. Các phương pháp tính toán sàn nấm?

Chương 6: CẤU KIỆN CHỊU NÉN

Bài 1: Cho một cột chịu nén đúng tâm với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền chịu nén B20, cốt thép nhóm CIII, bxh= (25x40)cm, chiều dài cột $l = 5,4m$ (cột có liên kết một đầu ngàm – một đầu khớp), hệ số điều kiện làm việc của bê tông lấy bằng 1, N= 1400kN. Yêu cầu thiết kế cốt thép dọc chịu lực, chọn cốt đai theo cấu tạo vẽ mặt cắt bố trí cốt thép.

Lời giải

- Bước 1: Tra số liệu

Với bê tông B20, cốt thép nhóm CII, hệ số điều kiện làm việc của bê tông γ_b=1 tra bảng có R_b=11,5Mpa; R_s=R_{sc}=280Mpa.

- Bước 2: tính $\lambda_{\min} = \frac{l_o}{r_{\min}}$

Với $l_0 = \psi.l = 0,7.540 = 378cm$

$r_{\min} = 0,288b = 0,288.25 = 7,2cm$

$\Rightarrow \lambda = \frac{378}{7,2} = 52,5 > 28$: cần xét đến uốn dọc

$\varphi = 1,028 - 0,0000288\lambda^2 - 0,0016\lambda = 1,028 - 0,0000288.(52,5)^2 - 0,0016.52,5 = 0,865$

- Bước 3: Lấy $A_b = A = b \times h = 250 \times 400 = 100000mm^2$

$$A_{st} = \frac{\frac{N}{\varphi} - R_b A_b}{R_{sc}} = \frac{\frac{1400.10^3}{0,865} - 11,5.100000}{280} = 1673m^2 = 16,73cm^2$$

- Bước 4: $\mu_t = \frac{A_{st}}{A}.100\% = \frac{16,73}{25.40}.100\% = 1,673\%$

Với $\lambda = 52,5 \Rightarrow \mu_{\min} = 0,4\%$

Vậy $2\mu_{\min} \le \mu_t \le 3\%$

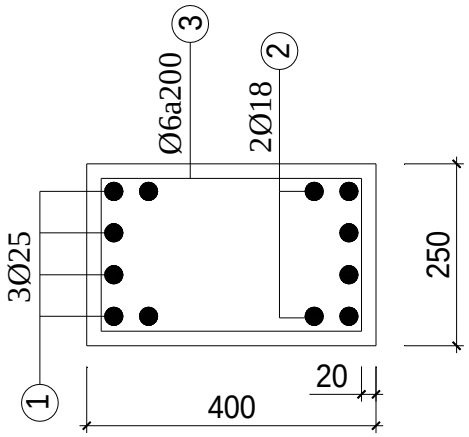
- Bước 5: chọn và bố trí cốt thép. Chọn 4ϕ20+2ϕ18 có diện tích 17,65cm^2. Bố trí như hình vẽ.

- Bước 6: chọn cốt đai theo cấu tạo

Đường kính cốt đai ϕ_{sw}= max(0,25ϕ_{max};5mm)= max(0,25.20;5mm)= 5mm. Chọn đai ϕ6.

Khoảng cách cốt đai: a≤15ϕ_{min} = 15.18=270mm. Chọn khoảng cách đai 200mm

- Bước 7: Bố trí cốt thép như hình vẽ



Bố trí thép trên mặt cắt

<u>Bài 2:</u> Cho một cột chịu nén đúng tâm với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền chịu nén B15 (cột được đổ bê tông theo phương đứng), cốt thép nhóm CII, bxh= (20x25)cm, chiều dài cột $l = 3,9m$ (cột có liên kết hai đầu khớp), cột chịu lực dọc N= 650kN, cốt thép dọc chịu lực 4ϕ20. Yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực.

<u>Lời giải</u>

Bước 1: tra số liệu

Với bê tông B15 tra bảng ta có cường độ tính toán gốc 8,5Mpa

Thép nhóm CII tra bảng ta có R_s=R_{sc}=280Mpa

Với bê tông đổ thẳng đứng và cạnh tiết diện nhơ hơn 30cm tra bảng ta có hệ số điều kiện làm việc của bê tông γ_b= 0,85x0,85=0,723

Cường độ tính toán của bê tông R_b = 8,5x0,723= 6,146Mpa

Bước 2:

Cột có 2 đầu liên kết khớp do vậy $l_0 = l = 3,9m$

$r_{\min} = 0,288b = 0,288.200 = 57,6mm$

$\lambda = \dfrac{l_0}{r_{\min}} = \dfrac{3900}{57,6} = 67,71$

28 < λ < 120: cột đảm bảo yêu cầu về độ mảnh và cần xét đến ảnh hưởng của uốn dọc

$\varphi = 1,028 - 0,0000288\lambda^2 - 0,0016\lambda = 1,028 - 0,0000288.(67,71)^2 - 0,0016.67,71 = 0,797$

Bước 3: $\mu_t = \frac{A_s}{A_b}.100\% = \frac{1256}{200.250}.100\% = 2,51\% < 3\%$

Lấy $A_b = A = 200 \times 250 = 50000mm^2$

Bước 4:

$N_{gh} = \varphi.(R_b.A_b + R_{sc}.A_{st}) = 0,797.(6,146.50000 + 280.1256) = 525207N = 525,207kN$

N_{gh} < N cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

Bài 2: Cho cột của một khung siêu tĩnh chịu nén lệch tâm với các số liệu sau: Tiết diện cột (bxh)= (250x400)mm; $l = 3,9m$ (cột có 1 đầu ngàm, 1 đầu khớp). Bê tông B20 (cột đổ bê tông theo phương đứng); thép dọc chịu lực nhóm CII; M= 150kNm, N=500kN, M_{dh}=50kNm, N= 300kN

Yêu cầu: thiết kế cốt thép đối xứng và chọn cốt đai theo cấu tạo, vẽ mặt cắt bố trí cốt thép.

Lời giải

- Bước 1: tra các số liệu tính toán

Bê tông B20 có cường độ tính toán gốc 11,5 Mpa; E_b= 27x10^3Mpa

Cột đổ bê tông theo phương đứng, kích thước lớn nhất của tiết diện lớn hơn 300mm tra bảng ta có hệ số điều kiện làm việc γ_b= 0,85x1= 0,85

Cường độ tính toán của bê tông R_b= 11,5x0,85= 9,775Mpa

Thép nhóm CII có R_s=R_{sc}=280Mpa; E_s= 21x10^4 Mpa

B20 và CII có ξ_R= 0,623; α_R= 0,429

Giả thiết $a = a' = 4cm \Rightarrow h_0 = h - a = 400 - 40 = 360mm$

Xác định các độ lệch tâm

Độ lệch tâm tĩnh học $e_1 = \frac{M}{N} = \frac{150}{500} = 0,3m = 300mm$

Độ lệch tâm ngẫu nhiên $e_a \geq \begin{cases} \frac{1}{600}.l = \frac{1}{600}.5200 = 8,66mm \\ \frac{h}{300} = \frac{400}{300} = 13,33mm \end{cases}$

Lấy $e_a = 13,33mm$

Với kết cấu siêu tĩnh do vậy độ lệch tâm ban đầu e_0= max(e_1; e_a)= 300mm

Xét ảnh hưởng của uốn dọc:

Chiều dài tính toán $l_0 = 0,7.l = 0,7.5200 = 3640mm$

Độ mảnh $\lambda_h = \frac{l_0}{h} = \frac{3640}{400} = 9,1 > 8$: cần xét đến uốn dọc

Giả thiết hàm lượng cốt thép μ_t = 1,5%

$$I_s = \mu_t.b.h_0.(0,5.h-a)^2 = 0,015.250.360.(0,5.400-40)^2 = 34,56.10^6 mm^4$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{21.10^4}{27.10^3} = 7,78; I = \frac{b.h^3}{12} = \frac{250.400^3}{12} = 1,333.10^6 mm^4$$

$$\frac{e_0}{h} = \frac{300}{400} = 0,75;$$

$$\delta_{\min} = 0,5 - 0,01\frac{l_o}{h} - 0,01R_b = 0,5 - 0,01.\frac{3640}{400} - 0,01.9,775 = 0,311;$$

$$\delta_e = \max(\frac{e_o}{h}; \delta_{\min}) = 0,75;$$

$$S = \frac{0,11}{0,1+\frac{\delta_e}{\varphi_p}} + 0,1 = \frac{0,11}{0,1+\frac{0,75}{1}} + 0,1 = 0,23$$

$$\varphi_l = 1 + \beta.\frac{M_l + N_l.y}{M + N.y} = 1 + 1.\frac{50 + 300.200}{150 + 500.200} = 1,6 \le 1 + \beta = 2$$

Với $\beta = 1; y = 0,5.y = 0,5.400 = 200mm$

$$N_{cr} = \frac{6,4E_b}{l_o^2}(\frac{SI}{\varphi_l} + \alpha I_s)$$

$$= \frac{6,4.27.10^3}{3640^2}.(\frac{0,23.1333.10^6}{1,6} + 7,78.34,56.10^6) = 6,006.10^3 N = 6,006kN$$

Tính theo công thức của GS. Nguyễn Đình Cống: $N_{cr} = \frac{2,5.\theta.E_b.I}{l_0^2}$

Với $\theta = 1; N_{cr} = \frac{2,5.0,565.27.10^3.1333.10^6}{3640^2} = 6,791.10^3 N = 6,791kN$

Sai lệch giữa 2 giá trị là không lớn, có thể chập nhận được:

Hệ số uốn dọc $\eta = \frac{1}{1-\frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1-\frac{500}{6005,738}} = 1,091$

$$e = \eta.e_0 + \frac{h}{2} - a = 1,091.300 + \frac{400}{2} - 40 = 487,3mm$$

- Bước 2: xác định sơ bộ chiều cao vùng nén x với giả thiết lệch tâm lớn và thép có $R_s=R_{sc}$

$$x = \frac{N}{R_b.b} = \frac{500.10^3}{11,5.250} = 174mm$$

Ta có $\xi_R.h_0 = 0,623.360 = 224,28mm; 2.a' = 2.40 = 80mm$

Vậy $2.a' \le x \le \xi_R.h_0$: thỏa điều kiện đã giả thiết

- Bước 3: tính cốt thép

$$A_s = A_s' = \frac{N.(e + \frac{x}{2} - h_o)}{R_{sc}.(h_0 - a')} = \frac{500.10^3.(487,3 + \frac{174}{2} - 360)}{280.(360-40)} = 1196mm^2$$

- Bước 4: xử lý kết quả tính toán

Kết quả tính toán A_s dương nên chấp nhận

$\mu = \mu' = \frac{A_s}{b.h_o}.100\% = \frac{1196}{250.360}.100\% = 1,32\%$ (so với giả thiết sai lệch không nhiều).

$5 \le \lambda_h \le 10$ nên $\mu_{\min} = 0,2\%; \mu_{max} = 3,5\%$

Thỏa mãn yêu cầu về hàm lượng cốt thép.

- Bước 5: chọn và bố trí cốt thép

$A_s = A_s' = 1196mm^2$: chọn 2ϕ25+ϕ20 ($1296mm^2$)

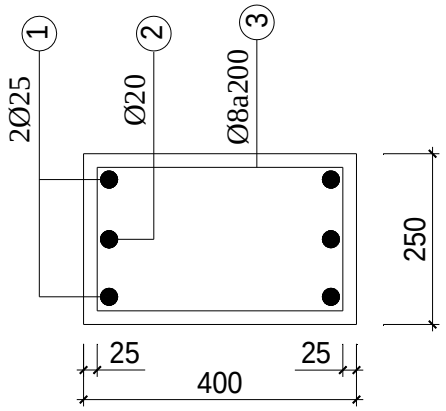
- Bước 6: kiểm tra a, a'

a= a'= 25+25/2= 37,5mm: sai lệch ít và thiên về an toàn nên bài toán kết thúc.

Chọn cốt đai theo yêu cầu cấu tạo:

Đường kính cốt đai: $\phi_{sw} \ge 0,25.\phi_{max} = 0,25.25 = 6,25mm,$ chọn đai ϕ8

Khoảng cách giữa các cốt đai: $a \le 15.\phi_{\min} = 15.20 = 300mm,$ chọn khoảng cách 200mm.



Bố trí cốt thép

<u>Bài 3:</u> số liệu như bài 2, yêu cầu thiết kế cốt thép không đối xứng.

Bước 1: chuẩn bị số liệu tính toán, giống bài 2

Bước 2: xác định trường hợp tính toán

Ta có $\eta.e_0 = 1,091.300 = 327,3mm$

$e_p = 0,4.(1,24h - \xi_R.h_0) = 0,4.(1,24.400 - 0,623.360) = 110,3mm$

Ta có $\eta.e_0 \ge e_p$ rơi vào trường hợp lệch tâm lớn, chuyển sang bước 3.

Bước 3: tính cốt thép

Chọn $x = \frac{h_0 + a'}{2} = \frac{360 + 40}{2} = 200mm$

$$A'_s = \frac{N.e - R_b.b.x.(h_o - \frac{x}{2})}{R_{sc}.(h_0 - a')} = \frac{500.10^3.487,3 - 11,5.250.200.(360 - \frac{200}{2})}{280.(360 - 40)} = 1051mm^2$$

$$A_s = \frac{R_b.b.x + R_{sc}.A'_s - N}{R_s} = \frac{11,5.250.200 + 280.1051 - 500.10^3}{280} = 1319mm^2$$

Bước 5: xử lý kết quả tính toán

$$\mu = \frac{A_s}{b.h_0}.100\% = \frac{1319}{250.400}.100\% = 1,32\%$$

$$\mu' = \frac{A_s'}{b.h_0}.100\% = \frac{1051}{250.400}.100\% = 1,05\%$$

Vậy $\mu, \mu' > \mu_{\min} = 0,2\%$ và $\mu_t < 3,5\%$

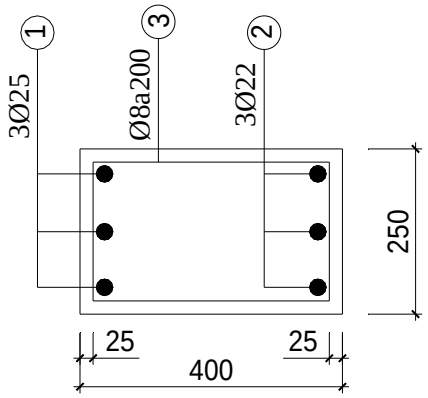
Bước 6: chọn và bố trí cốt thép

$A_s' = 1051mm^2$: chọn 3ϕ22 (1140mm^2)

$A_s = 1319mm^2$: chọn 3ϕ25 (1473mm^2)

Bước 7: kiểm tra a, a', μ_t. Các giá trị này nếu sai lệch nhiều hoặc thiên về nguy hiểm thì giả thiết lại và tính lại.

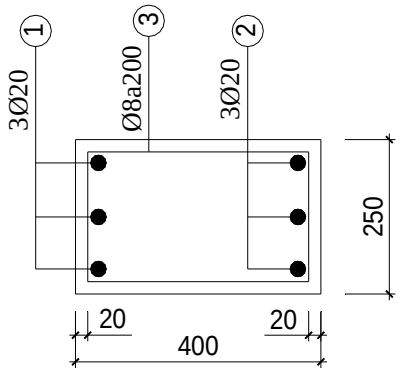
Tương tự bài 2 ta có a, a' sai lệch ít và thiên về an toàn, μ_t có sai lệch nhưng kết quả chấp nhận được.



Bài 4: số liệu như bài 2, cho thêm $A_s = A_s'$ = 3ϕ20, yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực.

Bước 1: tra số liệu, giống bài 2.

Bước 2: bố trí cốt thép để tính a, a', h_0



$a = a' = 30mm; h_0 = 370mm; A_s = A_s' = 942mm^2$

Bước 3: kết quả từ bài 2 ta có

$$e_0 = 300mm; \eta = 1,091; e = 487,3mm; e' = \eta.e_0 - \frac{h}{2} + a' = 1,091.300 - \frac{400}{2} + 30 = 157,3mm$$

Bước 4: kiểm tra khả năng chịu lực

Giả thiết rơi vào trường hợp lệch tâm lớn:

$$x_0 = \frac{N + R_s.A_s\text{-}R_{sc}.A_s^{'}}{R_b.b} = \frac{500.10^3}{11,5.250} = 174mm$$

$2.a^{'} = 60mm; \xi_R.h_0 = 224,28mm$ thỏa điều kiện $2.a^{'} \le x \le \xi_R.h_0$

Kiểm tra khả năng chịu lực theo điều kiện:

$$Ne \le R_b.b.x.(h_o - \frac{x}{2}) + R_{sc}.A_s^{'}.\left(h_0 - a^{'}\right)$$

$$N.e = 500.10^3.487,3 = 243,65.10^6\ Nmm$$

$$R_b.b.x.(h_o - \frac{x}{2}) + R_{sc}.A_s^{'}.\left(h_0 - a^{'}\right) = 11,5.250.174.(370 - \frac{174}{2}) + 280.942.\left(370 - 30\right)$$

$$= 231,25.10^6\ Nmm$$

Cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6

1. Trình bày đặc điểm cấu tạo của cấu kiện chịu nén?
2. Trình bày tác dụng của cốt đai trong cấu kiện chịu nén? Các yêu cầu cấu tạo của cốt đai trong cấu kiện chịu nén?
3. Vẽ sơ đồ ứng suất, thiết lập các công thức cơ bản và điều kiện hạn chế cho cấu kiện chịu nén có tiết diện chữ nhật theo các trường hợp sau: nén lệch tâm lớn, nén lệch tâm bé?
4. Tại sao với nhóm cốt thép CIV hoặc AIV trở đi thì cường độ chịu kéo khi tính toán lớn hơn cường độ chịu nén?
5. Trình bày trình tự thực hiện các bài toán vận dụng của cấu kiện chịu nén đúng tâm, lệch tâm lớn và lệch tâm bé?
6. Ý nghĩa và tác dụng của biểu đồ tương tác? Cách xây dựng biểu đồ tương tác?
7. Cột của khung bê tông cốt thép toàn khối, đổ bê tông theo phương đứng, sàn lắp ghép, chiều cao H, tiết diện cột bxh. Cặp nội lực tính toán gồm M, N trong đó phần do tải trọng dài hạn M_l, N_l, cốt thép về phía chịu nén A_s'. Về phía chịu kéo A_s. Yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực.

STT	H (m)	b (cm)	h (cm)	M (kNm)	N (kN)	M_l (kNm)	N_l (kN)	Bê tông có B	Nhóm cốt thép	A_s	A_s'
1	3,2	22	60	200	600	100	350	15	CIII	3ϕ20	3ϕ18
2	3,6	25	60	250	800	150	400	15	CII	3ϕ22	3ϕ20
3	4,2	30	80	400	1200	200	450	25	CIV	3ϕ25	3ϕ20
4	4,5	25	70	600	1500	250	500	20	AII	4ϕ25	3ϕ18
5	5,4	30	90	800	1700	300	550	25	AIV	5ϕ22	3ϕ18

8. Cột lắp ghép có tiết diện bxh, l_0. Cột chịu cặp nội lực tính toán M và N trong đó M_l và N_l. Yêu cầu tính cốt thép đối xứng, vẽ mặt cắt bố trí thép.

STT	l_0 (m)	b (cm)	h (cm)	M (kNm)	N (kN)	M_l (kNm)	N_l (kN)	Bê tông có B	Nhóm cốt thép
1	7	22	60	200	960	100	350	15	CIII
2	8	25	60	250	1000	150	400	15	CII
3	8,2	30	80	400	1200	200	450	25	CIV
4	8,6	25	70	600	1500	250	500	20	AII
5	9	30	90	800	1700	300	550	25	AIV

9. Số liệu như bài trên. Yêu cầu tính cốt thép không đối xứng, vẽ mặt cắt bố trí thép.

Chương 7: CẤU KIỆN CHỊU KÉO VÀ XOẮN

Bài 1: Cho một thanh dàn chịu kéo với cặp nội lực N= 300kN; M= 20kNm, thanh dàn được làm bằng bê tông B20, cốt thép nhóm CII, bxh= (160x300)mm. Yêu cầu thiết kế cốt thép dọc.

Lời giải

Bước 1: tra số liệu tính toán

B20 có R_b= 11,5Mpa; CII có: R_s= R_{sc}= 280Mpa;

B20 và CII có ξ_R= 0,623; α_R= 0,429

Bước 2: giả thiết a, a'

a= a'= 30mm $\Rightarrow$ h_0= h-a= 300-30= 270mm

Bước 3: xác định trường hợp lệch tâm

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{20}{300} = 0,067m = 67mm$$

$$y_a = 0,5.h - a = 0,5.300 - 30 = 120mm$$

$e_0 < y_a$: xảy ra lệch tâm bé

Bước 4: tính A_s; A_s'

$$N.e \le [N.e] = R_s.A_s'.Z_a$$

$$A_s' = \frac{N.e}{R_s.Z_a} = \frac{300.10^3.53}{280.240} = 237mm^2 = 2,37cm^2$$

Với: $e = 0,5h - e_0 - a = 0,5.300 - 67 - 30 = 53mm$

$$Z_a = h_0 - a' = 270 - 30 = 240mm$$

$$A_s = \frac{N.e'}{R_s.Z_a} = \frac{300.10^3.187}{280.240} = 835mm^2 = 8,35cm^2$$

Với: $e' = 0,5h + e_0 - a = 0,5.300 + 67 - 30 = 187mm$

Bước 6: kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$\mu = \frac{A_s}{A}.100\% = \frac{8,35}{16.30}.100\% = 1,74\%; \mu' = \frac{A_s'}{A}.100\% = \frac{2,37}{16.30}.100\% = 0,5\%$$

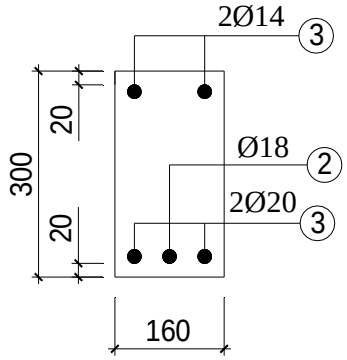
Ta có: $\mu, \mu' \ge \mu_{min} = 0,1\%$

$$\mu_t = \mu + \mu' \ge 2.\mu_{min}$$

Bước 7: chọn và bố trí cốt thép

A_s= 8,35cm^2 : chọn 2ϕ20+ϕ18 (8,82cm^2)

A_s'= 2,37cm^2 : chọn 2ϕ14 (3,07cm^2)



Bước 8: kiểm tra a, a'

a= 20+ 10=30mm; a'= 10+7=17mm

a, a' sai lệch ít và thiên về an toàn nên bài toán kết thúc.

Bài 2: cho một thanh dàn chịu kéo với cặp nội lực N= 500kN; M= 50kNm, thanh dàn được làm bằng bê tông B25, cốt thép nhóm CIII, bxh= (180x300)mm, cốt thép A_s= 3ϕ16; A_s'= 3ϕ14. Yêu cầu kiểm tra khả năng chịu lực.

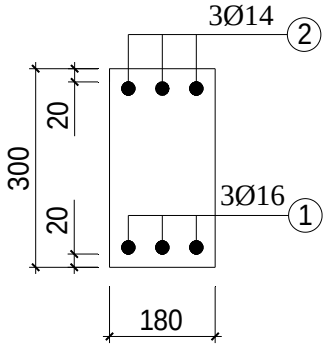
Lời giải

Bước 1: tra số liệu tính toán

B25 có R_b= 14,5Mpa; CII có R_s= R_{sc}= 280Mpa;

3ϕ16 (A_s= 6,03cm^2); 3ϕ14 (A_s'= 4,62cm^2)

Bước 2: bố trí thép, tính a và a'



$a = 20 + 8 = 28mm; a' = 20 + 7 = 27mm; y_a = 0,5h - a = 0,5.300 - 28 = 122mm$

$e_0 > y_a$: xảy ra lệch tâm lớn

Bước 5: kiểm tra khả năng chịu lực

$$x = \frac{R_s.A_s - R_{sc}.A_s' - N}{R_b.b} = \frac{365.603 - 365.462 - 500.10^3}{14,5.180} < 0$$

Kiểm tra khả năng chịu lực theo điều kiện: $N.e' \le R_s.A_s.Z_a$

Với: $e' = 0,5h + e_0 - a' = 0,5.300 + 100 - 27 = 223mm$

$Z_a = h_0 - a' = 272 - 27 = 245mm$

$N.e' = 500.10^3.233 = 116,5.10^6\ Nmm$

$R_s.A_s.Z_a = 365.603.245 = 53,9.10^6\ Nmm$

Kết luận cấu kiện không đủ khả năng chịu lực.

Bài 3: cho một dầm bê tông cốt thép chịu uốn xoắn với các số liệu sau: bê tông có cấp độ bền B20, cốt thép dọc và cốt đai nhóm CII, bxh= 250x500, M= 150kNm, M_t= 12kNm, Q=80kN. Yêu cầu thiết kế cốt thép dọc và cốt đai theo sơ đồ 1.

Lời giải

- *Tra số liệu tính toán:*

B20 có R_b= 11,5Mpa; cốt thép dọc và cốt đai nhóm CII có R_s= R_{sc}= 280Mpa; R_{sw}= 225Mpa, ξ_R= 0,623; α_R= 0,429

- *Giả thiết: $a= a^{'}= 40mm \Rightarrow h_0= h-a= 500-40= 460mm$*

- Tính A_s theo cấu kiện chịu uốn:

$$A_s = \frac{M}{R_s.\gamma.h_0} = \frac{150.10^6}{280.0,8.460} = 1456mm^2 = 14,5cm^2$$

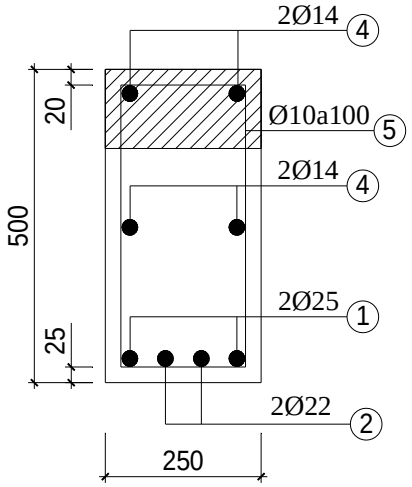
Chọn thép lớn hơn kết quả tính (kể đến ảnh hưởng của xoắn)

Chọn 2ϕ22+2ϕ25 (17,42cm^2) bố trí thành 1 lớp

a = 25+25/2= 37,5mm; h_0= 500-37,5= 462,5mm; $a^{'}$= 20+8= 28mm

Cốt thép trong vùng nén chọn 2ϕ16 (4,02cm^2)

Cốt đai chọn ϕ10a100; ϕ8 (A_{sw}= 78,5mm^2)



- *Xác định các hệ số:*

$$\chi = \frac{M}{M_t} = \frac{150}{12} = 12,5; \varphi_q = 1; \delta = \frac{b}{2h+b} = \frac{250}{2.500+250} = 0,2$$

- *Kiểm tra điều kiện ứng suất nén chính:*

$$M_t = 12kNm = 12.10^6 Nmm < 0,1.R_b.c.d^2 = 0,1.11,5.500.250^2 = 35,94.10^6 Nmm$$

Thỏa mãn điều kiện.

- *Kiểm tra điều kiện trên tiết diện vênh:*

$$x = \frac{R_s.A_s - R_{sc}.A_s^{'}}{b.R_b} = \frac{280.1742 - 280.402}{150.11,5} = 131mm$$

$$2.a^{'} = 2.28 = 56mm; \xi_R.h_0 = 0,623.462,5 = 288mm$$

Xảy ra $2.a^{'} \le x \le \xi_R.h_0$

$$M_u = R_b.b.x.\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R_{sc}.A_s^{'}.\left(h_0 - a^{'}\right)$$

$$= 11,5.250.131.\left(462,5 - \frac{131}{2}\right) + 280.402.\left(462,5 - 28\right) = 198,4.10^6\ Nmm$$

$$\varphi_w = \frac{R_{sw}.A_{sw1}.b}{R_s.A_s.s} = \frac{225.78,5.250}{280.1742.100} = 0,091$$

$$\varphi_{w,min} = \frac{0,5}{1 + \frac{M}{2.\varphi_w.M_u}} = \frac{0,5}{1 + \frac{150.10^6}{2.0,091.198,4.10^6}} = 0,053$$

$$\varphi_{w,max} = 1,5.\left(1 - \frac{M}{M_u}\right) = 1,5.\left(1 - \frac{150.10^6}{198,4.10^6}\right) = 0,366$$

Xảy ra $\varphi_{w,min} \le \varphi \le \varphi_{w,max}$

$\lambda = \frac{c}{b} = \frac{c}{300}$ và $\varphi_q = 1$

$$M_{gh} = \frac{R_s.A_s.(1 + \varphi_w.\delta.\lambda^2).\left(h_0 - 0,5.x\right)}{\varphi_w.\lambda + \chi} = \frac{280.1742.[(1 + 0,091.0,2.\left(\frac{c}{300}\right)^2].\left(462,5 - 0,5.131\right)}{1.\frac{c}{300} + 12,5}$$

$$M_{gh} = \frac{176.10^6 + 35,61.c^2}{\frac{c}{300} + 12,5} = \frac{52800.10^6 + 10683c^2}{c + 3750}$$

Đạo hàm bậc nhất của M_{gh} đối với c bằng không ta có:

$$21366.c.\left(c + 3750\right) - \left(52800.10^6 + 10683.c^2\right) = 0$$

$$10693c^2 + 64,1.10^6.c - 52800.10^6 = 0$$

$$c^2 + 7493c - 4,94.10^6 = 0$$

Giải phương trình bậc hai theo c ta có nghiệm hợp lý: c= 610mm

$$c < 2.h + b = 2.500 + 250 = 1250mm$$

Lúc này ta có: $M_{gh} = \frac{52800.10^6 + 10683.610^2}{610 + 3750} = 13,02.10^6\ Nmm = 13,02kNm$

Ta có $M_t = 12kNm < M_{gh}$ thỏa mãn điều kiện, bài toán kết thúc.

<u>Bài 4</u>: thực hiện với số liệu bài 3, kiểm tra theo sơ đồ 2

- Tra số liệu: đã thực hiện ở bài 3
- giả thiết a, $a^{'}$ tính h_0: đã thực hiện ở bài 3
- Tính cốt dọc và cốt đai theo bài toán cấu kiện chịu uốn thông thường: đã thực hiện ở bài 3

$A_s = A_s^{'} = \phi25+\phi14+\phi14$ ($799mm^2$)

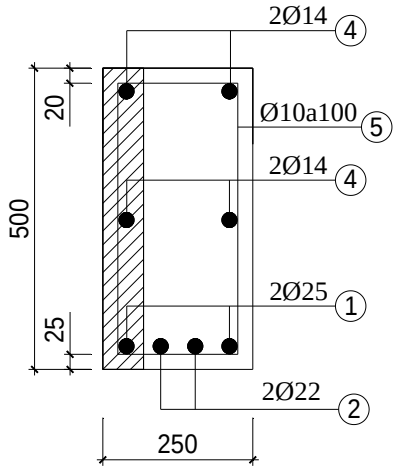
$a = a^{'} = 25+25/2=37,5$; $h_0 = 250-37,5=212,5mm$

- *Kiểm tra điều kiện* $M_t > 0,5.Q.b$

Ta có: $0,5.Q.b = 0,5.80.0,25 = 10kNm < M_t = 12kNm$

Thỏa điều kiện

- *Kiểm tra điều kiện ứng suất nén chính: đã thực hiện ở bài 3*



- *Tính theo tiết diện vênh:*

Từ (7.20) có được: x=0

Tính $x_1 = \frac{R_s.A_s}{h.R_b} = \frac{280.799}{500.11,5} = 39mm$

$2.a' = 2.37,5 = 75mm; \xi_R.h_0 = 0,623.212,5 = 132mm$

$x_1 \le 2.a'$: lấy $x = \min\left(x_1; 2a'\right) = 39mm$.

$\varphi_w = \frac{R_{sw}.A_{sw1}.h}{R_s.A_s.s} = \frac{225.78,5.500}{280.799.100} = 0,395$

Thỏa mãn điều kiện: $0,5 \le \varphi_w \le 1,5$

$\delta = \frac{h}{2.b+h} = \frac{500}{2.250+500} = 0,5; \chi = 0;$

$\varphi_b = 1 + \frac{Q.b}{2.M_t} = 1 + \frac{80.10^3.250}{2.12.10^6} = 1,833$

Tính M_{gh} với $\lambda = \frac{c}{h} = \frac{c}{600}$

$$M_{gh} = \frac{R_s.A_s.(1+\varphi_w.\delta.\lambda^2).\left(h_0 - 0,5.x\right)}{\varphi_w.\lambda + \chi} = \frac{280.1742.[(1+0,091.0,2.\left(\frac{c}{300}\right)^2].\left(462,5-0,5.131\right)}{1.\frac{c}{300}+12,5}$$

$$M_{gh} = \frac{176.10^6 + 35,61.c^2}{\frac{c}{300}+12,5} = \frac{52800.10^6 + 10683c^2}{c+3750}$$

Đạo hàm bậc nhất của M_{gh} đối với c bằng không ta có:

$15108.c.c - \left(13767.10^6 + 7554.c^2\right) = 0$

$7554c^2 - 13767.10^6 = 0$

Giải phương trình bậc hai theo c ta có nghiệm hợp lý: c= 1350mm

$c > 2.b + h = 2.250 + 500 = 1000mm$

Vậy chọn c = 1000mm

Lúc này ta có: $M_{gh} = \frac{13767.10^6 + 7554.1000^2}{1000} = 21,32.10^6 Nmm > M_t = 12kNm$

Không thỏa mãn điều kiện trên tiết diện vênh. Có thể tiếp tục giải quyết bài toán bằng cách tăng A_s và A_s' sau đó kiểm tra lại cho đến khi nào đạt.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7

1. Trình bày đặc điểm cấu tạo của cấu kiện chịu kéo?
2. Vẽ và trình bày: sơ đồ ứng suất, công thức cơ bản, điều kiện hạn chế và các bài toán vận dụng cho cấu kiện chịu kéo đúng tâm và kéo lệch tâm?
3. Trình bày đặc điểm cấu tạo của cấu kiện chịu xoắn?
4. Vẽ và trình bày sơ đồ ứng suất, công thức cơ bản, điều kiện hạn chế và các bài toán vận dụng cho cấu kiện chịu xoắn?
5. Cho cấu kiện chịu kéo có tiết diện chữ nhật bxh. Nội lực tính toán N, M, Q. Yêu cầu tính cốt thép chịu kéo?

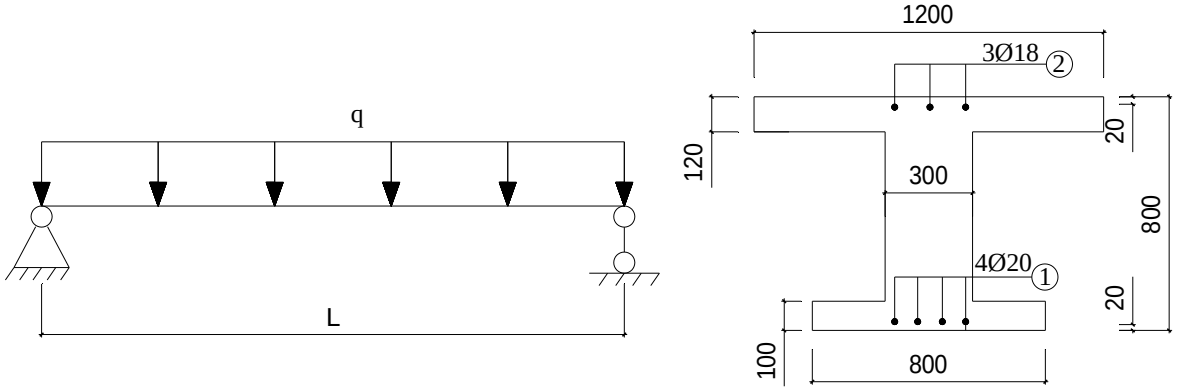
STT	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	b (cm)	h (cm)	Bê tông có B	Nhóm cốt thép
1	40	50	20	20	40	15	CIII
2	60	80	40	25	50	15	CII
3	100	120	60	30	80	25	CIII
4	120	160	100	30	90	20	AII
5	120	150	120	25	80	25	AIII

6. Cho dầm chịu uốn – xoắn với các số liệu theo bảng sau, yêu cầu thiết kế cốt thép và kiểm tra khả năng chịu lực theo sơ đồ 1 và 2?

STT	M (kNm)	M_t (kNm)	Q (kN)	b (cm)	h (cm)	Bê tông có B	Nhóm cốt thép
1	85	20	60	20	40	15	CIII
2	90	30	80	25	50	15	CII
3	100	35	60	30	80	25	CIII
4	120	40	80	30	90	20	AII
5	140	45	70	25	80	25	AIII

Chương 8: TÍNH TOÁN CẤU KIỆN BÊTÔNG CỐT THÉP THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN 2 (VÕNG VÀ NỨT)

Ví dụ: cho một dầm bê tông cốt thép chữ I với các số liệu sau



L= 8m; Bê tông có cấp độ bền nén B25, cốt thép dọc nhóm CIII.

Tải trọng tiêu chuẩn gồm: tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn g_c= 80kN/m; tải trọng tạm thời ngắn hạn p_c= 30kN/m

Yêu cầu tính toán khả năng chống nứt, độ võng và bề rộng khe nứt thẳng góc.

Lời giải:

- *Số liệu tính toán:*

Kích thước tiết diện: (bxh) = (300x800); ($b_f^{'}$x$h_f^{'}$)= (1200x120); (b_f xh_f) = (300x800);

B25 có R_b= 14,5Mpa; $R_{b,ser}$= 18,5Mpa; $R_{bt,ser}$= 1,6Mpa; E_b= 30x10^3 Mpa

Thép CIII có: R_s =R_{sc}= 365Mpa; E_s= 20x10^4 Mpa

4ϕ20 có A_s= 1256mm^2; $A_s^{'}$= 763mm^2; a= 20+10= 30mm; h_0= 800-30= 770mm;

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{20.10^4}{30.10^3} = 6,67; \mu = \frac{A_s}{b.h_0} = \frac{1256}{300.770} = 0,00544 = 0,544\% .$$

Mômen do tải trọng tiêu chuẩn ngắn hạn: $M_1^* = \frac{p_c.l^2}{8} = \frac{30.8^2}{8} = 240kNm$

Mômen do tải trọng tiêu chuẩn dài hạn: $M_2 = M_2^* = \frac{g_c.l^2}{8} = \frac{80.8^2}{8} = 640kNm$

Mômen do toàn bộ tải trọng: $M_1 = 240 + 640 = 880kNm$

- *Xác định các đặc trưng hình học:*

$$A_{red} = b.h + \left(b_f - b\right).h_f + \left(b_f^{'} - b\right).h_f^{'} + \alpha.\left(A_s + A_s^{'}\right)$$

$$= 300.800 + \left(800 - 300\right).100 + \left(1200 - 300\right).120 + 6,67.\left(1256 + 763\right) = 411,467mm^2$$

$$S_{red} = \frac{bh^2}{2} + \frac{\left(b_f^{'} - b\right).h_f^{'2}}{2} + \left(b_f^{'} - b\right).h_f^{'}.\left(h - 0,5.h_f^{'}\right) + \alpha\left(A_s^{'}.\alpha^{'} + A_s.h_0\right)$$

$$= \frac{300.800^2}{2} + \frac{\left(1200 - 300\right).120^2}{2} + \left(1200 - 300\right).120.\left(800 - 0,5.120\right) + 6,67.\left(763.29 + 1256.770\right)$$

$$= 189.10^6 mm^3$$

$$x_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{189.10^6}{441467} = 428mm = 4,28cm$$

Rơi vào trường hợp $h_f^{'} \le x_0 \le \left(h - h_f\right)$ lúc này $I_{red} = I_b + I_b^{'} + \alpha.I_s + \alpha.I_s^{'}$

$$I_b = \frac{b.\left(h - x_0\right)^3}{3} + \frac{\left(b_f - b\right).h_f^3}{12} + \left(b_f - b\right).h_f.\left(h - x_0 - 0,5h_f\right)^2$$

$$= \frac{300.\left(800 - 428\right)^3}{3} + \frac{\left(800 - 300\right).100^3}{12} + \left(800 - 300\right).100.\left(800 - 428 - 0,5.100\right)^2$$

$$= 1,04.10^{10} mm^4$$

$$I_b^{'} = \frac{b.x_0^3}{3} + \frac{\left(b_f^{'} - b\right).h_f^3}{12} + \left(b_f^{'} - b\right).h_f^{'}.\left(x_0 - 0,5h_f^{'}\right)^2$$

$$= \frac{300.428^3}{3} + \frac{\left(1200 - 300\right).120^3}{12} + \left(1200 - 300\right).120.\left(428 - 0,5.120\right)^2 = 2,26.10^{10} mm^4$$

$$I_s = A_s.\left(h_0 - x_0\right)^2 = 1256.\left(770 - 428\right)^2 = 147.10^6 mm^4$$

$$I_s^{'} = A_s^{'}.\left(x_0 - a^{'}\right)^2 = 763.\left(428 - 29\right)^2 = 121,5.10^6 mm^4$$

$$I_{red} = I_b + I_b^{'} + \alpha.I_s + \alpha.I_s^{'} = 1,04.10^{10} + 2,26.10^{10} + 6,67.147.10^6 + 6,67.121,5.10^6 = 3,45.10^{10} mm^4$$

Mômen kháng uốn đàn hồi: $W_{red} = \frac{I_{red}}{h - x_0} = \frac{3,45.10^{10}}{800 - 428} = 92,7.10^6 mm^3$

Bán kính lõi: $r_0 = \frac{W_{red}}{A_{red}} = \frac{92,7.10^6}{411467} = 225,3mm$

Mômen kháng uốn dẻo: $W_{pl} = \gamma.W_{red}$

Tra bảng PL 18 với $\frac{b_f^{'}}{b} = \frac{1200}{300} = 4; \frac{h_f^{'}}{h} = \frac{120}{800} = 0,15$ có $\gamma = 1,25$

$W_{pl} = 1,25.92,7.10^6 = 115,9.10^6 mm^3$

Cấu kiện chịu uốn nên $r_{pl} = r_0 = 225,3mm$

- *Xác định khả năng chống nứt:*

$$M_{rp} = \sigma_{sc}.A_s.\left(h_0 - x_0 - r_{pl}\right) = 40.1256.\left(770 - 428 - 225,3\right) = 5863008Nmm = 5,863kNm$$

Với bê tông đông rắn tự nhiên và B ≤ 35 ta có $\sigma_{sc} = 40MPa$;

$$M_{cr} = R_{bt,ser}.W_{pl} - M_{rp} = 1,6.115,9.10^6 - 5863008 = 179,6.10^6 Nmm = 179,6kNm$$

- *Tính toán độ cong:*

Ta có M_1= 880 kNm > M_{cr} cấu kiện có khe nứt thẳng góc.

Độ cong của cấu kiện: $\frac{1}{r}=(\frac{1}{r})_1-(\frac{1}{r})_2+(\frac{1}{r})_3$

1. Tính độ cong do tác dụng ngắn hạn của M_1= 880kNm gây ra

Có các hệ số $\beta=1,8;\nu=0,45;\varphi_{ls}=1,1$

$$\varphi_f=\frac{(b'_f-b)h'_f+\frac{\alpha}{2\nu}A'_s}{bh_o}=\frac{(1200-300).120+\frac{6,67}{2.0,45}.763}{300.770}=0,492$$

$$\lambda=\varphi_f.\left(1-\frac{h'_f}{2h_o}\right)=0,492.\left(1-\frac{1200}{2.770}\right)=0,109$$

$$\delta=\frac{M}{b.h_o^2.R_{b,ser}}=\frac{880.10^6}{300.770^2.18,5}=0,267$$

$$\xi_1=\frac{1}{\beta+\frac{1+5(\delta+\lambda)}{10\mu\alpha}}=\frac{1}{1,8+\frac{1+5.(0,267+0,109)}{10.0,00544.6,67}}=0,103<\frac{h'_f}{h_0}=\frac{120}{770}=0,156$$

Trục trung hòa nằm trong cánh, tính lại với tiết diện chữ nhật $b=b'_f=1200mm;h'_f=0$

$$\varphi_f=\frac{(b'_f-b)h'_f+\frac{\alpha}{2\nu}A'_s}{bh_o}=\frac{0+\frac{6,67}{2.0,45}.763}{1200.770}=0,00673$$

Tính λ với $h'_f=2.a'=2.29=58mm$

$$\lambda=\varphi_f.\left(1-\frac{h'_f}{2h_o}\right)=0,00673.\left(1-\frac{58}{2.770}\right)=0,00648$$

$$\delta=\frac{M}{b.h_o^2.R_{b,ser}}=\frac{880.10^6}{1200.770^2.18,5}=0,067$$

$$\mu=\frac{A_s}{b.h_0}=0,0015$$

$$\xi_1=\frac{1}{\beta+\frac{1+5(\delta+\lambda)}{10\mu\alpha}}=\frac{1}{1,8+\frac{1+5.(0,067+0,00648)}{10.0,0015.6,67}}=0,065<\frac{h'_f}{h_0}=\frac{120}{770}=0,156$$

Tính Z_1 với $h'_f=2.a'=2.29=58mm$

$$Z_1=\left[1-\frac{\frac{h'_f}{h_o}\varphi_f+\xi^2}{2(\varphi_f+\xi)}\right]h_o=\left[1-\frac{\frac{58}{770}.0,00673+0,065^2}{2.(0,00673+0,065)}\right].770=745mm$$

Diện tích bê tông vùng nén: $A_b=\xi.b.h_0=0,065.1200.70=60060mm^2$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser}.W_{pl}}{M_r + M_{rp}} = \frac{1,6.115,9.10^6}{880.10^6 + 5,863.10^6} = 0,21 < 1$$

(với $M_r = M_1 = 800kNm$)

$\psi_{s1} = 1,25 - \varphi_{ls}.\varphi_m = 1,25 - 1,1.0,21 = 1,02 \le 1,$ lấy $\psi_{s1} = 1$

Độ cứng:

$$B_1 = \frac{h_o.Z_1}{\frac{\psi_{s1}}{A_s.E_s} + \frac{\psi_b}{A_b.E_b.\nu}} = \frac{770.745}{\frac{1}{1256.20.10^4} + \frac{0,9}{60060.30.10^3.0,45}} = 1,13.10^{14}\ Nmm^2$$

Độ cong: $(\frac{1}{r})_1 = \frac{M_1}{B_1} = \frac{880.10^6}{1,13.10^{14}} = 7,78.10^{-6}(\frac{1}{mm})$

2. Tính độ cong do tác dụng ngắn hạn của M_2= 640kNm gây ra

Trục trung hòa nằm trong cánh, tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có b= 1200mm $\lambda = 0,00648; \mu = 0,0015;$

$$\delta = \frac{M}{b.h_o^2.R_{b,ser}} = \frac{640.10^6}{1200.770^2.18,5} = 0,049$$

$$\xi_2 = \frac{1}{\beta + \frac{1+5(\delta+\lambda)}{10\mu\alpha}} = \frac{1}{1,8 + \frac{1+5.(0,049+0,00648)}{10.0,0015.6,67}} = 0,069 < \frac{h_f^{'}}{h_0} = \frac{120}{770} = 0,156$$

$$Z_2 = \left[1 - \frac{\frac{h'_f}{h_o}\varphi_f + \xi^2}{2(\varphi_f + \xi)}\right] h_o = \left[1 - \frac{\frac{58}{770}.0,00673 + 0,069^2}{2.(0,00673 + 0,069)}\right].770 = 743mm$$

$A_b = \xi.b.h_0 = 0,069.1200.770 = 63756mm^2$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser}.W_{pl}}{M_r + M_{rp}} = \frac{1,6.115,9.10^6}{640.10^6 + 5,863.10^6} = 0,287 < 1$$

$\psi_{s2} = 1,25 - \varphi_{ls}.\varphi_m = 1,25 - 1,1.0,287 = 0,934 \le 1$

$$B_2 = \frac{h_o.Z_2}{\frac{\psi_{s2}}{A_s.E_s} + \frac{\psi_b}{A_b.E_b.\nu}} = \frac{770.743}{\frac{0,934}{1256.20.10^4} + \frac{0,9}{63756.30.10^3.0,45}} = 1,244.10^{14}\ Nmm^2$$

Độ cong: $(\frac{1}{r})_2 = \frac{M_2}{B_2} = \frac{640.10^6}{1,244.10^{14}} = 5,145.10^{-6}(\frac{1}{mm})$

3. Tính độ cong do tác dụng dài hạn của M_2= 640kNm gây ra

Có các hệ số $\beta = 1,8; \nu = 0,15; \varphi_{ls} = 0,8$

Trục trung hòa nằm trong cánh, tính toán theo tiết diện hình chữ nhật có b= 1200mm

$$\lambda = 0,00648; \mu = 0,0015; \delta = 0,049; \xi_3 = 0,069 < \frac{h_f^{'}}{h_0} = \frac{120}{770} = 0,156; Z_3 = 743mm$$

$$A_b = 63756mm^2$$

$$\varphi_m = \frac{R_{bt,ser}.W_{pl}}{M_r + M_{rp}} = \frac{1,6.115,9.10^6}{640.10^6 + 5,863.10^6} = 0,287 < 1$$

$$\psi_{s3} = 1,25 - \varphi_{ls}.\varphi_m = 1,25 - 0,8.0,287 = 1,02 \le 1, \text{ lấy } \psi_{s3} = 1$$

$$B_3 = \frac{h_o.Z_3}{\frac{\psi_{s3}}{A_s.E_s} + \frac{\psi_b}{A_b.E_b.\nu}} = \frac{770.743}{\frac{1}{1256.20.10^4} + \frac{0,9}{63756.30.10^3.0,15}} = 8,33.10^{13} Nmm^2$$

Độ cong: $(\frac{1}{r})_3 = \frac{M_3}{B_3} = \frac{640.10^6}{8,33.10^{14}} = 7,68.10^{-6}(\frac{1}{mm})$

Độ cong toàn phần:

$$\frac{1}{r} = (\frac{1}{r})_1 - (\frac{1}{r})_2 + (\frac{1}{r})_3 = (7,78 - 5,145 + 7,68).10^6 = 10,315.10^{-6}(1/mm)$$

Độ võng: $f_m = \frac{1}{r}.\beta_m.l^2 = 10,315.10^{-6}.\frac{5}{48}.8000^2 = 68,7mm$

- Tính bề rộng khe nứt thẳng góc:

1. Bề rộng khe nứt dài hạn a_{cr} do M= 880kNm

Ứng suất trong cốt thép: $\sigma_s = \frac{M}{A_s.Z_b} = \frac{880.10^6}{1256.743} = 943MPa$

$$\delta_c = 1; \mu = 0,00544 = 0,544\%$$

$$\varphi_l = 1,6 - 15.\mu = 1,6 - 15.0,0054 = 1,52$$

$$\eta = 1$$

$$a_{crc} = \delta_c.\varphi_l.\eta.\frac{\sigma_s}{E_s}.20.(3,5 - 100.\mu).\sqrt[3]{d} = 1.1,52.1.\frac{943}{20.10^4}.20.(3,5 - 100.0,00544).\sqrt[3]{20} = 1,15mm$$

2. Tính số gia Δa_{cr} do tác dụng của tải trọng ngắn hạn $M_1^* = 24kNm, \varphi_l = 1$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s.Z_b} = \frac{240.10^6}{1256.743} = 257MPa$$

$$a_{crc} = \delta_c.\varphi_l.\eta.\frac{\sigma_s}{E_s}.20.(3,5 - 100.\mu).\sqrt[3]{d} = 1.1.1.\frac{257}{20.10^4}.20.(3,5 - 100.0,00544).\sqrt[3]{20} = 0,206mm$$

Bề rộng khe nứt ngắn hạn toàn phần: $a_{cr} = a_{cr} + \Delta a_{cr} = 1,15 + 0,206 = 1,356mm$

CÂU HỎI ÔN TẬP

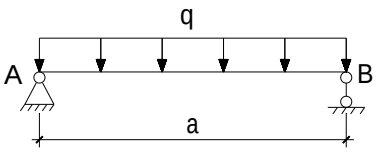
1. Các nội dung cần tính toán kết cấu bê tông cốt thép theo trạng thái giới hạn 2?
2. Nguyên lý tính toán về sự hình thành và mở rộng khe nứt?
3. Độ cứng của cấu kiện bê tông cốt thép? Các nhân tố ảnh hưởng đến độ cứng?
4. Nguyên lý tính toán độ võng của kết cấu bê tông cốt thép?
5. Kiểm tra võng và bề rộng khe nứt của dầm đơn giản bằng bê tông cốt thép có tiết diện chữ I, nhịp L, tải trọng chuẩn phân bố đều gồm phần tải trọng ngắn hạn và tải trọng dài hạn.

STT	g_c (kNm)	p_c (kNm)	L (m)	bxh (cm)	$b_f'xh_f'$ (cm)	b_fxh_f (cm)	B	Nhóm cốt thép	A_s	A_s'
1	20	20	60	20	20	20	15	CIII	6ϕ18	2ϕ14
2	30	30	80	30	30	30	15	CII	3ϕ18+2ϕ20	2ϕ20
3	35	35	60	35	35	35	25	CIII	5ϕ20	3ϕ18
4	40	40	80	40	40	40	20	AII	6ϕ22	3ϕ20
5	45	45	70	45	45	45	25	AIII	6ϕ25	3ϕ22

Chương 9: BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG LỰC TRƯỚC

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 9

1. Tại sao người ta sử dụng kết cấu BTCT ƯLT?
2. So sánh kết cấu BTCT thường và kết cấu BTCT ƯLT?
3. Các loại BTCT ƯLT? Ưu nhược điểm của kết cấu BTCT ƯLT?
4. Nêu và phân tích các phương pháp tính toán kết cấu BTCT ƯLT?
5. Các chỉ dẫn cơ bản về vật liệu và cách tính toán kết cấu BTCT ƯLT?
6. Các ứng suất hao trong kết cấu BTCT ƯLT?
7. Vẽ sơ đồ ứng suất, thiết lập công thức cơ bản cho cấu kiện chịu kéo đúng tâm và cấu kiện chịu uốn ứng suất trước?
8. Nguyên tắc tính toán cấu kiện chịu uốn bằng BTCT ƯLT?
9. Thiết kế dầm BTCT ƯLT (căng trước) lắp ghép có tiết diện không đổi bxh, nhịp dầm a theo sơ đồ như hình vẽ:



STT	Vật liệu	a (m)	q (kN/m)	b (cm)	h (cm)
1	Tự chọn	8	60	400	800
2	Tự chọn	10	50	450	900
3	Tự chọn	12	70	400	850
4	Tự chọn	14	80	450	1000
5	Tự chọn	16	65	400	900