Université Mohamed Khider BISKRA
Faculté des sciences et de la technologie
Département de Génie civil et Hydraulique
3ème année Licence Travaux Publics

Module : BA et BP
Enseignante : Attache Salima
Durée : 01h30

TD N°3 : Flexion composée (1)

Exercice N°1

*Soit une section rectangulaire représentée sur la figure **(a)**, soumise à l'E.L.U à un effort normal de traction N=250 kN et un moment de flexion M=20kNm, rapportés au centre de gravité G de la section du béton seul. Les armatures sont en acier FeE 22* $\gamma_s = 1.15$, $\sigma_s = 187MPa$
- Déterminer les armatures de cette section.

Exercice N°2

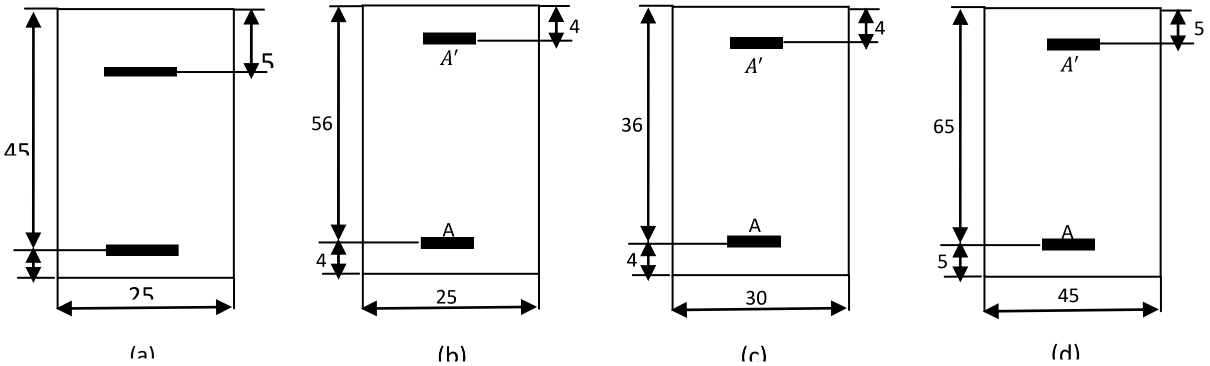
*Soit une section rectangulaire représentée sur la figure **(b)**, soumise à l'E.L.U à un effort normal de traction N=160 kN et un moment de flexion M=125 kNm, rapportés au centre de gravité G de la section du béton seul. Les armatures sont en acier FeE 40 ,* $\sigma_s = 348MPa$ $\sigma_b = 14.2MPa$. *Déterminer les armatures de cette section.*

Exercice N°3

*Soit une section rectangulaire représentée sur la figure **(c)**, soumise à l'E.L.U un effort normal de compression N=500 kN et un moment de flexion M=200 kNm, rapportés au centre de gravité G de la section du béton seul. Les armatures sont en acier FeE 40 ,* $\sigma_s = 348MPa$ $\sigma_b = 14.2MPa$. *Déterminer les armatures de cette section.*

Exercice N°4

*Soit une section rectangulaire représentée sur la figure **(d)**, soumise à l'E.L.U à un effort normal de compression N=3000 kN et un moment de flexion M=500kNm, rapportés au centre de gravité G de la section du béton seul. Les armatures sont en acier FeE 40 ,* $\sigma_s = 348MPa$ $\sigma_b = 14.2MPa$. *Déterminer les armatures de cette section.*



Solutions

Solution Exercice N°1:

Nous avons $e = \frac{\mathrm{M_0}}{\mathrm{N}} = \frac{20}{250} = 0.08\mathrm{m} = 8\mathrm{cm}$

Le centre de pression se trouve au dessous de centre de gravité G :

$e_a = 20 - 8 = 12cm$

D'où $A_1 = \frac{Ne_a}{100(d-d')\sigma_{10}} = 4.01\ cm^2$ $A_2 = \frac{N}{100\sigma_{10}} - A_1 = \ 9.35\ cm^2$

Solution Exercice N°2

Nous avons $e = \frac{\mathrm{M_0}}{\mathrm{N}} = \frac{125}{160} = 0.78\mathrm{m} = 78\mathrm{cm}$

Le centre de pression se trouve en dehors de la zone limitée par les armatures, donc la section est partiellement comprimée.

Nous avons, par rapport au centre de gravité des armatures tendues :

$$M_1 = M_0 + \left(\frac{h}{2} - c\right) N = 83.400kNm$$

D'où

$\mu_u = \frac{M_1}{b.d^2.\sigma_{bc}} = 0.075 < \mu_l = 0.392 \quad \Rightarrow A_1' = 0$

Pour $\mu_u = 0.075$ on a $\beta = 0.961$

Nous obtenons alors : $A_f = \frac{M_1}{\beta d.\sigma_{st}} = 4.45\ \mathrm{cm}^2$

Nous aurons donc pour les armatures de la section étudiée : (N est un effort de traction)

$A = A_f + \frac{N}{100\sigma_s} = \ \ 9.05\ \mathrm{cm}^2$ $A' = A_f' = 0$

Solution Exercice N°3

Nous avons $e = \frac{\mathrm{M_0}}{\mathrm{N}} = \frac{200}{500} = 0.40\mathrm{m} = 40\mathrm{cm}$

Le centre de pression se trouve en dehors de la zone limitée par les armatures. donc la section est partiellement comprimée. La méthode de calcul se fait par assimilation à la flexion simple.
Nous avons, par rapport au centre de gravité des armatures tendues :

$$M_1 = M_0 + \left(\frac{h}{2} - c\right) N = 280\ kNm$$

D'où

$\mu_u = \frac{M_1}{b.d^2.\sigma_{bc}} = 0.507 > \mu_l = 0.392 \quad \Rightarrow$ *des armatures comprimées sont nécessaire* $A'_1 \neq 0$

Pour $\mu_l = 0.392$ on a $\beta_l = 0.733$

$M^f_{rub} = \mu_l . b . d^2 . \sigma_{bc}$=216.421 kNm

$M^f_{res} = M_1 - M_{rub}$=63.579 kNm

Nous obtenons alors : $A'_f = \frac{M^f_{res}}{(d-d')\sigma_{st}}$ =5.71 cm^2 *et* $A_f = \frac{1}{\sigma_{st}}\left[\frac{M_{rub}}{\beta d} + \frac{M_{res}}{d-c'}\right] = 29.28\ cm^2$

Nous aurons donc pour les armatures de la section étudiée : (N est un effort de compression)

$A = A_f - \frac{N}{100\sigma_s} =$ 14.91 cm^2 $\quad A' = A'_f = 5.71\ cm^2$

Solution Exercice N°4

Nous avons $e = \frac{\mathrm{M_0}}{\mathrm{N}} = \frac{500}{3000} = 0.167\mathrm{m} = 16.7\mathrm{cm}$

Le centre de pression se trouve entre les armatures et l'effort N étant un effort de compression, donc il faut vérifier si la section est partiellement comprimée.

Nous avons, par rapport au centre de gravité des armatures tendues :

$$M_1 = M_0 + \left(\frac{h}{2} - c\right)N = 1400\ kNm$$

$(0.337-0.81\frac{c'}{h})\ b.h^2\ \bar{\sigma}_b$ =873.5769kNm

$N(d-c')-M_1$=400kNm

Comme $(0.337-0.81\frac{c'}{h})\ b.h^2\ \bar{\sigma}_b > N(d-c')-M_1 \Rightarrow$ la section est partiellement comprimée.

D'où

$\mu_u = \frac{M_1}{b.d^2.\sigma_{bc}} = 0.518 > \mu_l = 0.392 \quad \Rightarrow$ *des armatures comprimées sont nécessaire* $A'_1 \neq 0$

Pour $\mu_l = 0.392$ on a $\beta_l = 0.733$

$M^f_{rub} = \mu_l . b . d^2 . \sigma_{bc}$=1058.312 kNm

$M^f_{res} = M_1 - M_{rub}$=341.688 kNm

Nous obtenons alors : $A'_f = \frac{M^f_{res}}{(d-d')\sigma_{st}}$ =16.37 cm^2 *et* $A_f = \frac{1}{\sigma_{st}}\left[\frac{M_{rub}}{\beta d} + \frac{M_{res}}{d-c'}\right] = 80.20\ cm^2$

Nous aurons donc pour les armatures de la section étudiée : (N est un effort de compression)

$A = A_f - \frac{N}{100\sigma_s}$ = 80.20 - 86.19 < 0 $\quad A' = A'_f = 16.37\ cm^2$

On trouve $A < 0$, on prévoira pour A la valeur minimale pour que la pièce ne soit pas fragile.