

Semelles superficielles

1 – Extrait du chapitre 9 de l'EC2

9.8.2.2 Ancrage des barres

(1) L'effort de traction dans les armatures est déterminé à partir des conditions d'équilibre, en tenant compte de l'effet des fissures inclinées, voir Figure 9.13. Il convient que l'effort de traction F_s trouvé à l'abscisse x soit ancré dans le béton avant cette même distance x prise à partir du bord de la semelle.

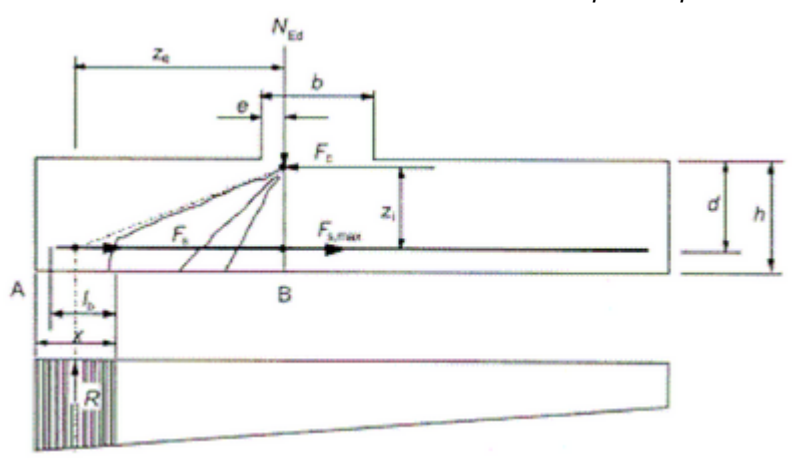


Figure 9.13 : Modèle pour l'effort de traction vis-à-vis des fissures inclinées

(2) L'effort de traction à ancrer est donné par : $F_s = R \cdot z_e / z_i$... (9.13)

où :

- R est la résultante de la pression du sol sur la distance x
- z_e est le bras de levier des forces externes, c.-à-d. la distance entre R et l'effort vertical N_{Ed}
- N_{Ed} est l'effort vertical correspondant à la pression totale du sol entre les sections A et B
- z_i est le bras de levier des forces internes, c.-à-d. la distance entre les armatures et l'effort horizontal F_c
- F_c est l'effort de compression correspondant à l'effort de traction maximal $F_{s,max}$.

(3) Les bras de levier z_e et z_i peuvent être déterminés vis-à-vis des zones comprimées nécessaires pour équilibrer respectivement, N_{Ed} et F_c . Comme simplification, z_e peut être déterminé en supposant que $e = 0,15b$, voir Figure 9.13, et z_i peut être pris égal à $0,9d$.

Remarques.

- Il faut rappeler que cet article a comme titre l'ancrage des barres et se trouve dans le chapitre des dispositions constructives.
- La position du plan de calcul n'est pas imposée, mais proposée comme une solution : " ... peut être déterminé en supposant que $e = 0,15b$ ". De plus, il est indiqué que la valeur $e = 0,15b$ est prise "comme simplification".
- En fait, il s'agit bien d'un calcul de moment car l'équation 9.13 reflète l'égalité *moment agissant = moment résistant*.
- Dans ce chapitre 9, il n'est nulle part fait mention d'un pourcentage minimal d'armatures pour les semelles, contrairement aux autres éléments (poutres, dalles, poteaux, poutres-cloisons, ...).

2 - Pourquoi l'EC2 propose-t-il un moment par rapport à un plan situé à $e = 0,15 b$ à l'intérieur de l'appui ?

2.1 – Calcul du moment par rapport au plan situé à $e = 0,15 b$ du nu du poteau

Pour $x = \frac{B}{2} - (0,5b - 0,15b) = \frac{B - 0,7b}{2}$, on a $R = p \cdot x = \frac{p \cdot (B - 0,7b)}{2}$ et $z_e = 0,5x$ d'où le

$$\text{moment } M = R \cdot z_e = \frac{p \cdot (B - 0,7b)^2}{8} \quad \dots (1)$$

qui est le moment de console dû à une charge répartie uniforme pour une portée $\frac{B - 0,7b}{2}$.

2.2 – Moment au nu et moment à l'axe avec écrêtage

- **Rappels.**

Moment au nu :

$$M_{\text{nu}} = \frac{p \cdot C \cdot (B - b)^2}{8} \quad \dots (2)$$

Propriété de la parabole : $DH = HC$, si G est l'intersection de la tangente en D avec l'horizontale de B , sommet de la parabole (Fig. 1).

Le moment écrêté à l'axe (points B et G) est pratiquement le même que celui pris par rapport à un plan situé à $0,25 b$ du nu du poteau (point K sur la parabole au lieu de G sur la tangente) :

$$\text{Moment à l'axe écrêté : } M_{\text{écrêté}} = \frac{p \cdot C \cdot (B - 0,5b)^2}{8} \quad \dots (3)$$

La valeur $e = 0,15$ de l'EC2 est donc une valeur intermédiaire et moyenne entre $e = 0$ pour un moment au nu du poteau et $e = 0,25$ pour un moment écrêté à l'axe. L'EC2 a considéré que cette valeur était valable quelles que soient les dimensions relatives du poteau et de la semelle et quelle que soit la nature du poteau (béton ou métal) ou du mur (béton ou maçonnerie). C'est donc par souci de "simplification" que cette valeur unique $e = 0,15b$ a été retenue.

- **Méthode combinée simplifiée**

Si l'on veut tenir compte de la nature du poteau ou du mur, ainsi que des dimensions relatives poteau-semelle, on peut utiliser la méthode suivante.

Considérons trois bandes : une bande centrale au droit du poteau et deux bandes latérales à l'extérieur du poteau (Fig. 2).

Si la semelle et le poteau forment un ensemble monolithe, nous pouvons prendre le moment de la bande centrale au nu du poteau (conformément à l'art. 5.3.2.2 (3) de l'EC2).

Pour les bandes latérales, on prendra le moment écrêté (art. 5.8.2.2 (4) de l'EC2).

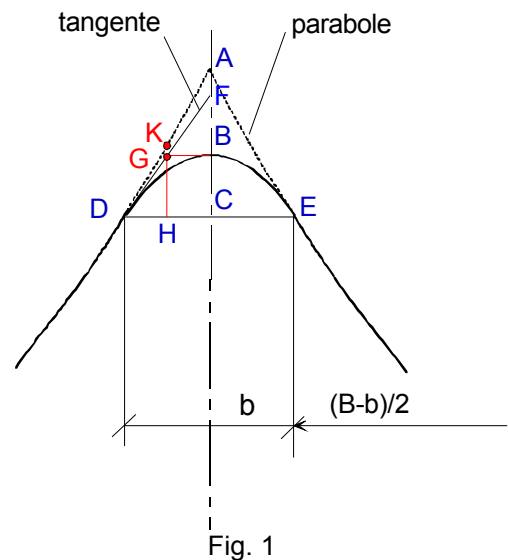


Fig. 1

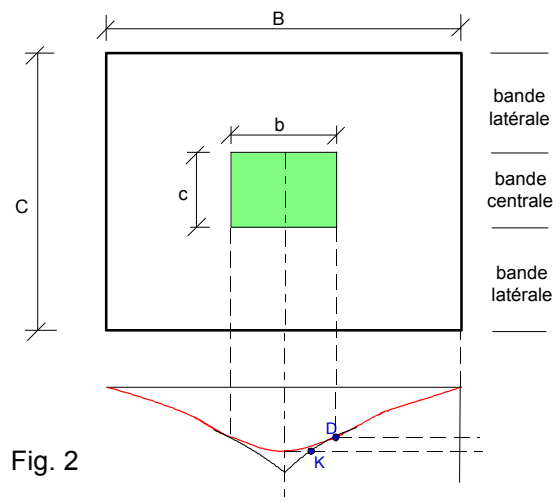


Fig. 2

Le moment total est obtenu en prenant une largeur c avec un moment au nu ($e = 0$) pour la bande centrale et une largeur $(C - c)$ avec un moment par rapport à un plan situé au quart du poteau ($e = 0,25$) pour les deux bandes latérales :

- au nu du poteau : portée $(B - b) / 2$; largeur $c \rightarrow M_1 = \frac{p.c.(B - b)^2}{8}$

- à l'axe écrêté : portée $(B - b/2) / 2$; largeur $(C - c) \rightarrow M_2 = \frac{p.(C - c).(B - b/2)^2}{8}$

- moment total : $M_{co} = \frac{p}{8} \cdot [C.(B - b/2)^2 - b.c.(B - 3b/4)] \dots (4)$

▪ **Méthode combinée affinée**

- réaction d'appui répartie uniforme pour une largeur unité : $q = \frac{p.B}{b}$

- charge répartie uniforme sur la longueur b pour une largeur unité : $q - p = \frac{p.(B - b)}{b}$

- variation de moment d'appui pour une largeur unité : $M_{BC} = (q - p) \cdot \frac{b^2}{8} = \frac{p.b}{8} \cdot (B - b)$

- moment au nu pour la largeur c : $M_D = \frac{p.c}{8} \cdot (B - b)^2$

- moment écrêté à l'axe pour la largeur $(C - c)$: $M_B = \frac{p}{8} \cdot (C - c) \cdot [(B - b)^2 + b.(B - b)] = \frac{p}{8} \cdot B \cdot (B - b) \cdot (C - c)$

- moment total : $M = M_B + M_D = \frac{p}{8} \cdot (B - b) \cdot (B.C - b.c)$

$M_{co} = \frac{p}{8} \cdot (B - b) \cdot (B.C - b.c) \dots (5)$

Dans le cas d'une platine métallique ou d'un mur en maçonnerie, on prend le moment écrêté à l'axe :

$M_{écr} = \frac{p}{8} \cdot B.C.(B - b) = \frac{N.(B - b)}{8} \dots (6)$

3 – Comparaison des deux méthodes

• Pour un poteau carré sur une semelle carrée, $b = c$ et $B = C$, en fonction du rapport $\frac{b}{B} = \frac{c}{C}$ on peut comparer les moments obtenus par les deux méthodes : M_{co} avec la méthode combinée et $M_{0,15}$ avec la formule 9.13 (Tab. 1 ci-après), pour les deux cas : poteau béton monolithe avec la semelle et poteau métallique sur platine métallique (non monolithe) .

• Pour un mur sur semelle filante avec $c = C$, en fonction du rapport $\frac{b}{B}$ on peut dresser le tableau comparatif (Tab. 2) pour les deux cas : mur béton monolithe et mur en maçonnerie (non monolithe).

Tab. 1

Semelles carrées	Poteau béton	Platine métallique
$\frac{b}{B} = \frac{c}{C}$	$\frac{M_{0,15}}{M_{co}}$	$\frac{M_{0,15}}{M_{écrété}}$
0	1	1
0,1	0,971	0,961
0,2	0,963	0,925
0,3	0,980	0,892
0,352	1,000	0,876
0,4	1,029	0,864
0,5	1,127	0,845

Tab.2

Semelles filantes	Mur béton	Mur maçonnerie
$\frac{b}{B}$	$\frac{M_{0,15}}{M_{co}}$	$\frac{M_{0,15}}{M_{écrété}}$
0	1	1
0,1	1,068	0,961
0,2	1,156	0,925
0,3	1,274	0,892
0,4	1,440	0,864
0,5	1,690	0,845

Pour le tableau 1, on constate que la différence est faible entre les deux méthodes pour les poteaux monolithes avec leurs semelles, moins de 4 % en plus ou en moins. Par contre, la formule 9.13 de l'EC2 est non sécuritaire pour les poteaux métalliques sur platine métallique : jusqu'à -14 % !

Pour le tableau 2, la formule 9.13 de l'EC2 est très largement surabondante et économiquement injustifiée (jusqu'à +70 % d'armatures en trop !). Par contre, la formule 9.13 de l'EC2 est non sécuritaire pour les murs en maçonnerie : jusqu'à -15 % !

4 – Conclusion

On a supposé une contrainte constante du sol (diagramme de Meyerhof).

- Pour un poteau en béton monolithe avec la semelle : équation (9.13) de l'EC2 (équation (1) ci-dessus) ou bien méthode combinée avec l'équation (5) au choix du projeteur.
- Pour un poteau métallique sur platine métallique : moment écrété à l'axe de l'équation (6).
- Pour un mur en béton monolithe avec la semelle filante : moment au nu du mur suivant l'équation (2).
- Pour un mur en maçonnerie sur semelle béton : moment écrété à l'axe de l'équation (6).