

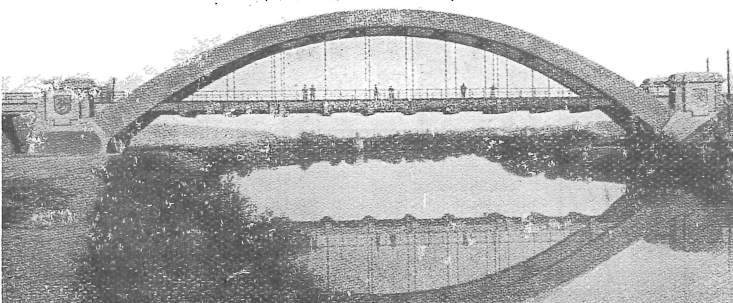
ABONNEMENTS ANNUELS

France et Colonies. 28 fr.
Étranger..... 35 fr.

Le Numéro 3 fr.

LE CONSTRUCTEUR DE CIMENT ARMÉ

(Édition de la REVUE DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION, créée en 1905)



RÉDACTION et ADMINISTRATION :
148, Bd Magenta
PARIS (X^e)

Administrateur :
F. MARGRY
(Reg. Comm. N° 31.925 Seine).

PUBLICATION RÉDIGÉE
AVEC LA COLLABORATION
D'INGÉNIEURS,
D'ARCHITECTES
ET
CONSTRUCTEURS
DE CIMENT ARMÉ
SPÉCIALISTES

CONSTRUCTIONS APPLICATIONS
ÉTUDES · CALCULS
EXPÉRIENCES :
CIMENT, ACIERS
BÉTON ARMÉ
COFFRAGES · OUTILLAGE
APPAREILS DE LEVAGE
:: ET DE FABRICATION ::
COURS DES CEMENTS
ACIERS, BOIS, ETC.

SOMMAIRE :

Calcul approximatif des poutres nervurées en béton armé, par FERNAND CAMPUS, Ingénieur, p. 41. — Calculateurs de dalles et de poutres à section rectangulaire, par HENRY L'ÉVOT, Ingénieur, p. 43. — Tour-réservoir de 250 M³ de capacité utile, par M. BRIANCOURT, Ingénieur (suite), p. 47. — Le calcul des constructions à étages, par F. GRASSI, Ingénieur (suite), p. 50. — Applications de la nouvelle méthode de calcul des grandes constructions continues, par AUGUSTE LIÉVIN, Ingénieur (suite), p. 52. — Traité succinct des méthodes graphostatiques appliquées au calcul des constructions en ciment armé, par M. GABOR-

HOFFNER, Ingénieur (suite), p. 55. — Nouvelles normes russes relatives à la rédaction des projets et la construction des ouvrages en béton armé (suite), p. 57. — Revue des revues : L'incombustibilité des agrégats, p. 58. — Le bambou employé comme armature du béton, p. 58. — Récipients en béton armé pour la conservation des œufs, p. 58. — Rouleaux agricoles en béton armé, p. 58. — Action de l'eau de mer sur le béton, p. 59. — Bibliographie, p. 59. — Brevets d'inventions, p. 60.

CALCUL APPROXIMATIF DES POUTRES NERVURÉES EN BÉTON ARMÉ

Par FERNAND CAMPUS, Ingénieur, Directeur technique adjoint des Travaux publics de la Sarre.

Généralités.

Les notations employées sont celles de la Circulaire ministérielle française de 1906 (voir fig. 1). J'y ajoute les symboles γ désignant le rapport :

$$\frac{h - d'}{\varepsilon},$$

γ désignant le rapport :

$$\frac{\omega}{\omega'}$$

et θ le rapport :

$$\frac{R'_a}{mR_b}.$$

Dans l'état actuel de la question, les problèmes examinés, qui s'étendent de la flexion plane simple des poutres nervurées à armatures étendues jusqu'à la flexion plane composée des poutres nervurées à armatures étendues et comprimées, présentent une gradation sensible de diffi-

cultés. Les derniers de l'échelle paraissent avoir découragé les chercheurs de méthodes pratiques. C'est ainsi que pour la flexion plane composée des poutres nervurées, il n'a guère été publié que le procédé allemand de Spangenberg, Kunze et von Thullie, d'un usage assez compliqué.

Dans un travail récemment publié (1), j'ai proposé une méthode rigoureuse et générale, qui permet la résolution exacte de tous les problèmes qui font l'objet de la présente note, avec une aisance presque uniforme, car son application atténue fortement les différences de difficulté des divers cas.

Par les mêmes procédés généraux que pour cette méthode rigoureuse, et par le même artifice que celui dont j'ai usé pour l'établissement d'une méthode approximative pour les pièces à sections rectangulaires (2), j'ai cherché

(1) Note sur le calcul organique des pièces fléchies en béton armé. *Annales des Travaux publics de Belgique*, fasc. 1, 2 et 3 de 1924.

(2) *Le Constructeur de Ciment armé*, n° 59 à 63.

une méthode simplifiée permettant une résolution rapide de tous ces problèmes, avec une exactitude suffisante pour les avant-projets. A cet effet, je suppose que l'armature comprimée est concentrée au centre d'action de la résultante des tensions de compression du béton et que celui-ci se trouve invariablement à mi-hauteur de la dalle. Cette dernière hypothèse est irrationnelle, mais elle est fréquemment employée. Elle conduit à des formules très simples et suffisamment précises pour le but proposé. Je n'envise évidemment que les cas où existent des ten-

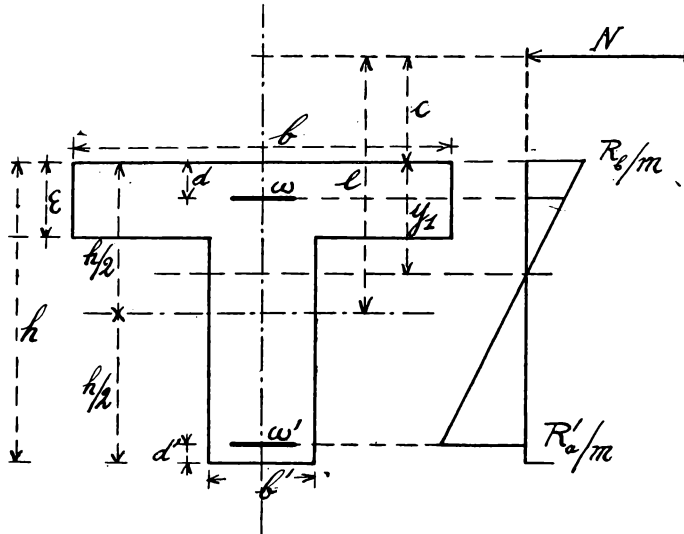


FIG. 1.

sions des deux signes, c'est-à-dire où la résultante des actions normales agit en dehors du noyau central.

Établissement des formules générales.

Examinons d'emblée le cas le plus compliqué de la flexion plane composée d'une pièce doublement armée. Nous supposons qu'il s'agit d'une compression excentrique N (considérée comme positive), dont le centre d'action est excentré d'une longueur e (considérée comme positive) par rapport à l'axe médian de la poutre (c'est-à-dire que :

$$e = c + \frac{h}{2},$$

compte tenu des signes). Si l'effort N est une traction, nous le considérerons comme négatif, ainsi que son excentricité.

Moyennant les hypothèses exposées ci-dessus, l'équation d'équilibre de translation des actions intérieures et extérieures s'écrit :

$$\omega' R'_a = \omega R_a + b \varepsilon R_b \left(1 - \frac{\varepsilon}{2y_1}\right) - N,$$

en négligeant la zone comprimée de la nervure, comme il est fait d'habitude. L'équation d'équilibre de rotation des mêmes forces autour du centre d'action de la résultante des tensions de compression s'écrit :

$$M = N \left(c + \frac{\varepsilon}{2}\right) = N \left(e - \frac{h - \varepsilon}{2}\right) = \omega' R'_a \left(h - d' - \frac{\varepsilon}{2}\right) \quad (1)$$

Enfin, la proportionnalité des tensions aux déformations s'exprime par :

$$\theta = \frac{R'_a}{m R_b} = \frac{h - d' - y_1}{y_1},$$

et :

$$\frac{R_a}{m R_b} = \frac{y_1 - \frac{\varepsilon}{2}}{y_1}.$$

En combinant ces équations et en observant que :

$$\frac{h - d'}{\varepsilon} = \eta,$$

et

$$\frac{\omega}{\omega'} = \gamma,$$

on obtient la formule générale :

$$\frac{m \omega'}{b \varepsilon} = \frac{K - \frac{m N}{b \varepsilon R'_a}}{1 - \gamma K}, \quad (2)$$

dans laquelle :

$$K = \frac{2\eta - 1 - \theta}{2\eta\theta}. \quad (3)$$

Par d'autres transformations, on obtient :

$$\frac{M}{b \varepsilon^2 R_b} = \frac{N \left[e + \frac{\alpha'}{2} (h - d') \right]}{b \varepsilon^2 R_b} = \frac{(2\eta - 1)(2\eta - 1 - \theta)}{4\eta} \left(1 + \frac{\gamma m \omega'}{b \varepsilon}\right) \quad (4)$$

expression dans laquelle :

$$\alpha' = \frac{h - 2d'}{h - d'}.$$

Par combinaison de (2) et de (4), on peut enfin établir que :

$$\frac{m \omega'}{b \varepsilon} = \frac{K'}{1 - \gamma K'}, \quad (5)$$

expression dans laquelle :

$$K' = K \left(1 - \frac{1 - \frac{1}{2\eta}}{e \frac{\alpha'}{h - d' + \frac{\varepsilon}{2}}}\right). \quad (6)$$

Les formules (4), (5) et (6) sont certainement intéressantes, mais elles sont moins simples d'application que les formules (1), (2) et (3), que nous utiliserons seules dans la suite.

Formules pratiques et tableaux.

Ces formules s'écrivent :

a) Pour la flexion plane simple des pièces à armatures tendues :

$$\frac{m \omega'}{b \varepsilon} = K, \quad (1)$$

$$M = \omega' R'_a \left(h - d' - \frac{\varepsilon}{2}\right); \quad (II)$$

b) Pour la flexion plane simple des pièces à armatures tendues et comprimées :

$$\frac{m \omega'}{b \varepsilon} = \frac{K}{1 - \gamma K}, \quad (III)$$

$$M = \omega' R'_a \left(h - d' - \frac{\varepsilon}{2}\right); \quad (II)$$

c) Pour la flexion plane composée des pièces à armatures tendues :

$$\frac{m\omega'}{b^2} = K - \frac{mN}{b^2 R'_a}, \quad (IV)$$

$$N\left(c + \frac{\varepsilon}{2}\right) = N\left(e - \frac{h - \varepsilon}{2}\right) = \omega' R'_a \left(h - d' - \frac{\varepsilon}{2}\right); \quad (V)$$

d) Pour la flexion plane composée des pièces à armatures tendues et comprimées :

$$\frac{m\omega'}{b^2} = \frac{K - \frac{mN}{b^2 R'_a}}{1 - \gamma K}, \quad (VI)$$

$$N\left(c + \frac{\varepsilon}{2}\right) = N\left(e - \frac{h - \varepsilon}{2}\right) = \omega' R'_a \left(h - d' - \frac{\varepsilon}{2}\right). \quad (V)$$

Les valeurs de K, d'après la formule (3), sont représentées dans le tableau ci-dessous pour différentes valeurs usuelles de θ et de η ; le graphique cartésien de la figure 2 concrétise l'allure de variation de ce facteur. Le tableau convient pour toutes les valeurs pratiques de m , de R'_a et de

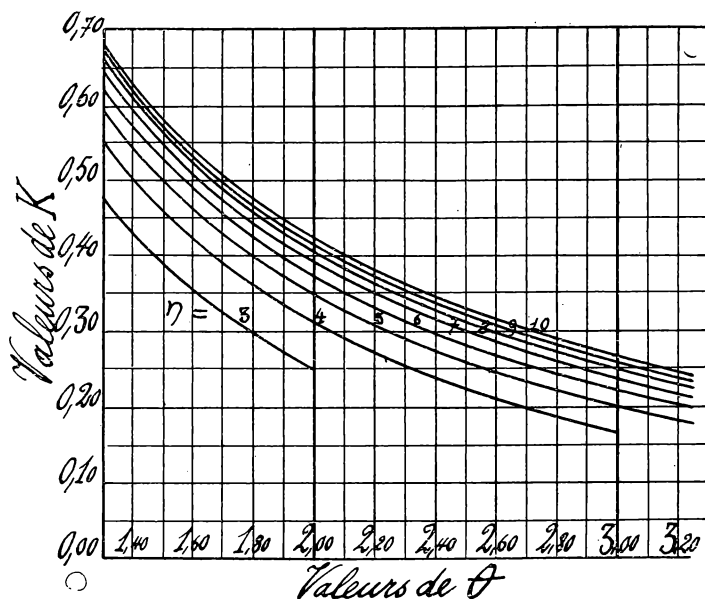


FIG. 2.

TABLEAU NUMÉRIQUE DES VALEURS DE K.

θ	η							
	3	4	5	6	7	8	9	10
3,25			0,177	0,199	0,214	0,226	0,235	0,242
3,00		0,167	0,200	0,222	0,238	0,250	0,259	0,267
2,80		0,1875	0,221	0,244	0,260	0,272	0,282	0,289
2,60		0,212	0,246	0,269	0,286	0,298	0,308	0,315
2,40		0,240	0,275	0,299	0,315	0,328	0,338	0,346
2,20		0,273	0,310	0,333	0,351	0,364	0,374	0,382
2,00	0,250	0,3125	0,350	0,375	0,393	0,406	0,417	0,425
1,90	0,272	0,336	0,374	0,399	0,417	0,431	0,442	0,450
1,80	0,296	0,361	0,400	0,426	0,444	0,458	0,469	0,478
1,70	0,324	0,390	0,429	0,456	0,475	0,489	0,500	0,509
1,60	0,354	0,422	0,4625	0,490	0,509	0,523	0,535	0,544
1,50	0,389	0,458	0,500	0,528	0,548	0,5625	0,574	0,583
1,40	0,429	0,500	0,543	0,571	0,592	0,607	0,619	0,629
1,30	0,474	0,548	0,592	0,622	0,643	0,659	0,671	0,681

(A suivre.)

CALCULATEURS DE DALLES ET DE POUTRES A SECTION RECTANGULAIRE

Par HENRY PRÉVOT, Ingénieur-Architecte.

Dans le numéro 60 du C. C. A., pour éviter dans la détermination de l'épaisseur théorique des dalles les longs calculs auxquels astreint l'ignorance *a priori* de leur poids propre, M. Merciot donne une méthode simple conduisant, après quelques calculs préliminaires, à la résolution d'une équation du second degré.

Comme suite à celle de M. Merciot, la présente note établira qu'on peut aussi très facilement construire, tant pour les dalles que pour les poutres rectangulaires, un calculateur abrégé considérablement la résolution des problèmes et diminuant les chances d'erreur de calcul.

Le moment résistant (M) d'une dalle ou d'une poutre rectangulaire de largeur (b), de section et de hauteur théorique (h), s'écrit :

$$M_r = K. b. h^2 \quad (1)$$

K étant un coefficient fonction des taux de fatigue res-

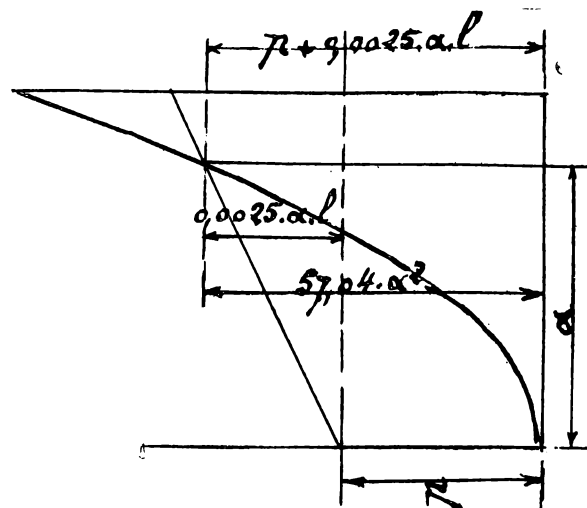


FIG. 1.