

T A B E L E

PENTRU

VERIFICAREA CONSTRUCȚIUNILOR DE BETON ARMAT

Pentru calcularea construcțiilor de beton armat au apărut în ultimii ani mai multe tabele ajutătoare, cari dau de obicei elemente pentru calcularea dimensiunilor, atunci când se cunoaște maximul eforturilor admisibile; însă de foarte multe ori, mai ales la verificarea proiectelor, avem nevoie de a rezolvi problema inversă, anume de a afla cari sunt eforturile ce se vor produce într'o anumită construcțiune sub influența unor anumite încărcări. De altminterlea chiar pentru determinarea dimensiunilor ce trebuie să dăm pieselor în unele cazuri nu putem procedea de cât prin încercări: luăm anumite dimensiuni și vedem dacă eforturile ce rezultă nu se depărtează prea mult de cele ce voim să admitem; așa sânt spre exemplu grinzile în **T** supuse la încovoiere la cari axa neutră trece sub talpă, grinzi cari în foarte multe cazuri dau o economie însemnată. Lipsa unui mijloc expeditiv de a calcula ast-fel de grinzi face că în general ele sânt evitate și înlocuite prin grinzile în **T**, mai puțin economice, în cari axa neutră trece prin talpă (grinzi cari după cum se știe se calculează ca dalele).

De aceia încă de anul trecut am calculat o serie de tabele, cari permit a verifica grinzile supuse la încovoiere fie că avem aface cu o dală sau grindă **T** în care axa neutră trece prin talpă, fie că avem aface cu o grindă **T** în care axa neutră trece prin inimă.

Formulele cari dau eforturile în grinzile de beton armat supuse la flexiune, se pot pune, în cazul când armatura e simplă sub forma următoare ¹⁾:

¹⁾ Se știe că în general așezarea unei armaturi în partea comprimată modifică foarte puțin eforturile.

Insemnând cu σ_e tensiunea în fier :

$$\sigma_e = \frac{M}{f_e y h}$$

și cu σ_b compresiunea maximă în beton

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{\alpha}$$

în cari M e momentul încovoietor, f_e secțiunea armaturii, h înălțimea secțiunii (fig. 1 și 2) măsurată între centrul de greutate al

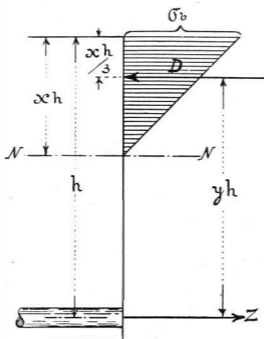


Fig. 1

armaturii și fața superioară a betonului, yh e brațul de pârghie al cuplului eforturilor din secțiunea considerată iar α un coeficient ce se va determina.

Pentru eforturile provenite din puterea tăietoare (pe care o vom însemna cu V) formulele se pot pune sub forma următoare :

Insemnând cu τ_b efortul de forfecare a betonului

$$\tau_b = \frac{V}{f_b + n f_e}$$

înseamnă cu τ_c efortul de forfecare a armăturii

$$\tau_c = n \tau_b$$

și înseamnă cu τ_0 efortul de alunecare longitudinală în beton când nu există scări (etrieri)

$$\tau_0 = \frac{V}{b y h}$$

în aceste formule f_b e secțiunea betonului, b este lățimea dalei sau în cazul grinzilor **T** lățimea inimii și n raportul între coeficientul de elasticitate al fierului și acela al betonului.

Dacă se pun scări, eforturile de alunecare longitudinală în beton sînt date de

$$\tau'_0 = \frac{V - V'}{b y h}$$

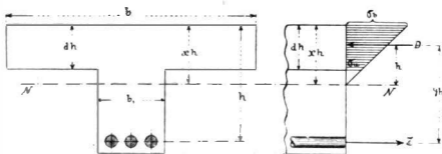


Fig. 2

V' fiind partea din puterea tăietoare, care revine scărilor și pentru determinarea căreia se recurge la una din următoarele ipoteze:

a) Scările rezistă la întreaga putere tăietoare în care caz

$$V' = V$$

efortul de forfecare a scărilor e

$$\tau_1 = \frac{V s}{f y h}$$

și

$$\tau'_0 = 0$$

b) Scările rezistă la jumătate din puterea tăietoare, în care caz

$$V' = \frac{1}{2} V$$

și

$$\tau_1 = \frac{V s}{2 f y h}$$

c) Betonul ia din puterea tăietoare atât cât să nu fie supus la un efort mai mare de cât efortul maximum admisibil (τ''_o), in care caz

$$\tau'_o = \tau''_o$$

și

$$\tau_1 = \frac{V - \tau''_o b y h}{f y h} s.$$

in aceste formule s , e distanța între scări (fig. 3) și secțiunea lor.

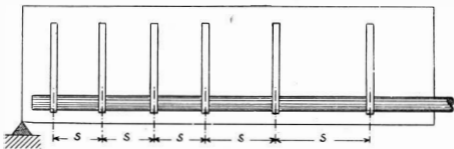


Fig. 3

In fine eforturile de smulgere a fierului din beton sânt date de

$$\tau_1 = \frac{V}{u y h}$$

in care u e perimetrul armaturei.

După cum se vede din aceste formule, determinarea eforturilor se poate face foarte ușor când se cunoaște cantitățile y și u .

Dacă însemnăm cu $x h$ (fig. 1 și 2) distanța de la axa neutră a secțiunii la fața superioară a betonului, ipoteza că secțiunile plane înainte de deformațiune rămân plane și după aceasta ne dă atât in cazul dalelor cât și al grinzilor **T**.

$$\alpha = n \frac{1-x}{x}$$

Mai avem în cazul dalelor și al grinzilor **T** în cari axa neutră trece prin talpă (fig. 1)

$$x = n p \left(\sqrt{1 + \frac{2}{n p}} - 1 \right)$$

și

$$y = 1 - \frac{x}{3}$$

iar în cazul grinzilor **T** în cari axa neutră trece pe sub talpă (fig. 2).

$$x = \frac{n p + \frac{d^2}{2}}{d + n p}$$

și

$$y = 1 - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2 \times - d)}$$

În aceste formule

$$p = \frac{f_c}{b h}$$

adică raportul între secțiunea armăturii și accia a betonului (considerând pe aceasta ca un dreptunghi cu o bază egală cu lățimea grinzii și cu o înălțime egală cu distanța de la centrul de greutate al armăturii până la fața superioară a betonului atât în cazul dalelor cât și al grinzilor **T**): $d h$ este grosimea talpii la grinzile **T**.

Rezultă prin urmare că cele două cantități x și y de cari avem nevoie pentru aflarea eforturilor nu depind de cât de procentul p și de raportul d între grosimea talpii și înălțimea secțiunii și deci putem calcula niște tabele cu intrare simplă, în cazul dalelor și al grinzilor **T** în cari axa neutră trece prin talpă cari să ne dea pe y și x când se cunoaște p și cu intrare dublă, în cazul grinzilor **T** în cari axa neutră trece sub talpă, cari să ne dea pe y și x când se cunoaște p și d .

Acelea, pe cari le-am calculat, dau pentru dale valorile x , y și α în cazul când p variază între 1‰ și 5‰; ele sînt astfel aranjate în cât calcularea eforturilor se poate face cu aproximația obicinuită în practică. În cazul grinzilor **T** la cari axa neutră trece prin inimă p variază între 1‰ și 3‰, iar d între 0.05 și valoarea

de la care grinda se calculează ca o dală. Valoarea coeficientului u a fost luată egală cu 15, conform circulației Prusiene.

Fie spre exemplu a se verifica o grindă a unui pod de șosea având dimensiunile din fig. 4.

Porțiunea **A B** se poate considera ca dală rezemată în punctele **A** și **B**. Pentru 1 m. de lățime a acestei dale s'a găsit

$$M_{\max} = 147000 \text{ kgr. cm.}$$

$$V_{\max} = 2650 \text{ kgr.}$$

avem

$$f_c = 11.3 \text{ cm.}^2 \text{ (10 fiare de 12 mm.)}$$

$$u = 10 \times \pi \times 1.2 = 45.2 \text{ cm.}$$

$$p = \frac{11.3}{15 \times 100} = 0.0075$$

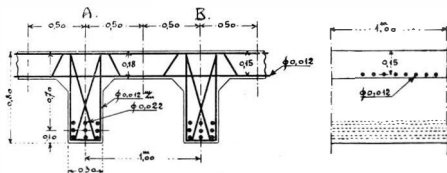


Fig. 4

Prin interpolare între valorile date de table pentru $p = 0.008$ și $p = 0.007$ se găsește

$$y = 0.875$$

și

$$a = 25.0$$

deci

$$yh = 0.875 \times 15 = 13.1 \text{ cm.}$$

atunci

$$\sigma_c = \frac{147000}{11.3 \times 13.1} = 995 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\sigma_b = \frac{995}{25} = 39.7 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_b = \frac{2650}{18 \times 100 + 15 \times 11.3} = 1.3 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_c = 15 \times 1.3 = 20 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_n = \frac{2650}{100 \times 13.1} = 2 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_s = \frac{2650}{45.2 \times 13.1} = 4.4 \text{ kgr./cm.}^2$$

În ceea-ce privește grinda propriu zisă, s'a găsit

$$M_{\max} = 2170000 \text{ kgr. cm.}$$

$$V_{\max} = 16330 \text{ hgr.}$$

avem

$$f_c = 34.2 \text{ cm.}^2$$

$$p = \frac{34.2}{70 \times 100} = 0.005$$

$$d = \frac{18}{70} = 0.26$$

se găsește pentru aceste date

$$y = 0.899$$

și

$$u = 31.1$$

deci

$$yh = 0.899 \times 70 = 63 \text{ cm.}$$

așa că

$$\tau_e = \frac{2170000}{63 \times 34.2} = 1005 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_b = \frac{1005}{31.1} = 32.4 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_n = \frac{16330}{18 \times 100 + 62 \times 30 + 34.2 \times 15} = 3.9 \text{ kgr./cm.}^2$$

$$\tau_c = 15 \times 3.9 = 59 \text{ kgr./cm.}^2$$

De oare-ce pe reazem, unde se produce puterea tăietoare maximă s'a prevăzut a se așeza 3 fiare în regiunea întinsă și 6 fiare în cea comprimată avem pentru calculul celorlalte eforturi:

$$u = 3 \times 7 \times 2.2 = 20.7 \text{ cm.}$$

$$h = 75 \text{ cm.}$$

$$f_c = 11.4 \text{ cm.}^2$$

$$p \doteq \frac{11.4}{75 \times 100} = 0.0015$$

cum $d > 0.191$ urmează că în acea parte grinda se calculează ca și o dală adică

$$y = 0.937$$

și deci

$$yh = 0.937 \times 75 = 70 \text{ cm.}$$

admițând ipoteza de sub c , și luând $\tau_0 = 4.5 \text{ kgr./cm.}$, cum

$$f = 4.52 \text{ cm.}^2 \text{ (4 fiare de 12 mm.)}$$

și

$$S = 25 \text{ cm.}$$

obținem

$$\tau_1 = \frac{16330 - 4.5 \times 30 \times 70}{4.52 \times 70} \times 25 = 545 \text{ kgr./cm.}^2$$

și

$$\tau_2 = \frac{16330}{20.7 \times 70} = 11.2 \text{ kgr./cm.}^2$$

În ceea-ce privește valorile τ_1 și τ_2 , trebuie să mai observăm că formulele nu sânt de loc exacte, de oare-ce pe reazem, unde puterea tăietoare e maximă momentul încovoietor e nul sau aproape nul așa că în acea regiune raportul μ nu mai are valoarea 15 introdusă în calcule.

CRISTEA NICULESCU

Inginer

Șef de Secție serviciul podurilor C. F. R.