



A IV –a Sesiune Științifică

CIB 2008

21 - 22 Noiembrie 2008, Brașov

## MODELE DE CALCUL PENTRU DETERMINAREA ARMĂTURII LONGITUDINALE ȘI TRANSVERSALE ÎN CONSOLELE SCURTE

Ioan TUNS<sup>1</sup>, Nicolae FLOREA<sup>2</sup>, Petru RĂPIȘCĂ<sup>3</sup>, Florin TAMAS<sup>4</sup>, Paraschiva MIZGAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universitatea TRANSILVANIA Brașov, Facultatea de Construcții

<sup>2</sup>Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Facultatea de Construcții, Iași,

<sup>3</sup>Universitatea TRANSILVANIA Brașov, Facultatea de Construcții

<sup>4</sup>Universitatea TRANSILVANIA Brașov, Facultatea de Construcții

<sup>5</sup>Universitatea TRANSILVANIA Brașov, Facultatea de Construcții

**Abstract** Short corbels made from reinforced concrete are resistance elements frequently met in making industrial structures, having a support role for other structural elements which remove a load on these.

For accomplishing this action, the corbels must be conceived, designed and elaborated according to the special technical provision regarding these elements.

This paper particularizes the calculation pattern and the arrangement of the longitudinal and transversal reinforcement over the corbels section, using various methods which can be found in technical literature and according with EUROCODE 2.

**Key words :** short corbels, reinforced concrete, longitudinal reinforced, transversal reinforced, industrial structures

### 1. INTRODUCERE

Procedeele moderne de calcul în domeniul elastic, pentru diverse tipuri de console scurte din materiale omogene și elastice, efectuate prin metoda elementului finit sau pe modele fotoelastice, au

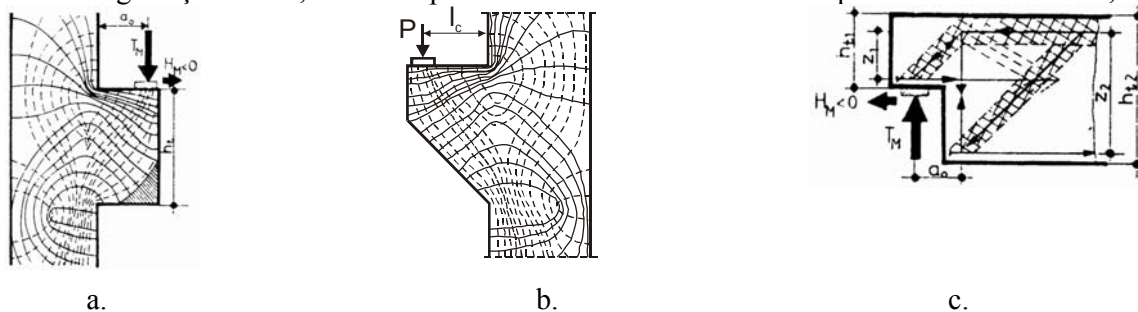


Fig. 1. Traectoriile eforturilor unitare principale pentru diverse tipuri de console din materiale omogene și elastice

**a** - Consolă de susținere de formă dreptunghiulară; **b** - Consolă de susținere de formă trapezoidală; **c** - Consolă de suspendare.

pus în evidență starea de tensiune prin materializarea direcției eforturilor principale, precum și mecanismul de comportare a acestora sub încărcări [1], (fig. 1a, 1b, 1c).

Cunoașterea stării de tensiune pe secțiunea consolei, este importantă deoarece poate furniza informații utile asupra modului de concepție și alcătuire, prin utilizarea cât mai eficientă a proprietăților celor două materiale asociate, betonul și armătura.

Urmărind traiectoriile direcțiilor eforturilor unitare principale (fig. 1a, 1b, 1c), se desprind următoarele aspecte:

- eforturile unitare de întindere (fig. 1a, 1b, linia continuă) se concentrează la partea superioară a consolei, având o distribuție relativ constantă între punctul de aplicare a forței verticale și fața stâlpului [1];
- eforturile unitare de compresiune (fig. 1a, 1b, linia întreruptă) prezintă o distribuție aproximativ constantă între punctul de aplicare a încărcării verticale și punctul inferior de racordare consolă – stâlp [1];
- distribuția eforturilor unitare pe secțiunea consolei, depinde de modul de preluare și de transmitere a încărcării (fig. 1a, 1b, 1c).
- pentru consolele cu același mod de preluare și transmitere a încărcării, starea de eforturi depinde în mică măsură de forma consolei, (fig. 1a, 1b).

Pentru o consolă scurtă solicitată în domeniul elastic, distribuția eforturilor unitare în secțiunea de legătură consolă–stâlp, are forma prezentată în fig. 2. [2].

Se observă la acest tip de console, o distribuție triunghiulară a eforturilor unitare de compresiune în treimea inferioară a zonei de legătură cu stâlpul. Rezultanta eforturilor unitare de compresiune, notată „C” este aproape de punctul de racordare a feței înclinate a consolei cu stâlpul.

Eforturile unitare de întindere sunt distribuite din treimea inferioară a zonei de contact, până la partea superioară, intensitatea maximă fiind la partea de sus.

Această distribuție a eforturilor unitare de întindere pe secțiunea consolei, în zona de legătură cu stâlpul, indică necesitatea poziționării armăturii longitudinale la partea superioară, precum și efectul favorabil a repartizării mai dese a etrierilor pe această zonă [1].

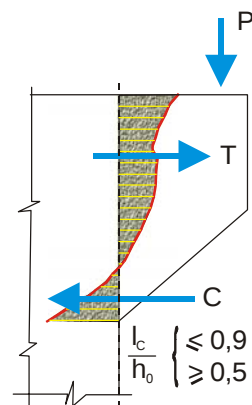


Fig. 2. Starea de eforturi în secțiunea de legătură consolă - stâlp

## 2. DETERMINAREA ARMĂTURII LONGITUDINALE ȘI TRANSVERSALE

### 2.1. Determinarea armăturii longitudinale

Pentru consola scurtă din beton armat acționată ca în fig. 3 [2], cu mecanismul de preluare și de transmitere a încărcărilor din fig. 4 aria totală a armăturii longitudinale [1] va fi:

$$A_a = A_{ai} + A_{at} \quad (1)$$

$A_{ai}$  – aria armăturii longitudinale ce preia eforturile de întindere determinate de acțiunea momentului încovoietor;

$A_{at}$  - aria armăturii longitudinale care preia eforturile de întindere produse de încărcarea orizontală.

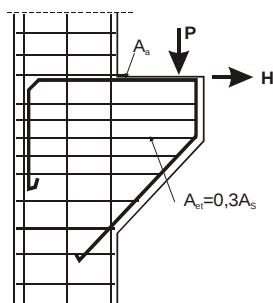


Fig. 3. Schema de încărcare și armare consolă

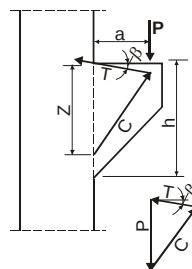


Fig. 4. Schema de calcul tip „grindă cu contrafișă” a consolei scurte

Urmărind în fig. 4, mecanismul de preluare și transmitere a încărcărilor, relația (1) devine [1], [2]:

$$A_a = \frac{P \cdot a}{z \cdot R_a} + \frac{H}{R_a} \quad (2)$$

sau notând brațul de pârghie al forței cu „ $l_c$ ”, se obține aceeași expresie pentru  $A_a$ :

$$A_a = \frac{P \cdot l_c}{z \cdot R_a} + \frac{H}{R_a} \quad (3)$$

unde:

$P$ ;  $P l_c$  - momentul încovoietor pe consolă, în zona de contact cu stâlpul, produs de încărcarea verticală „ $P$ ”, care acționează la distanța „ $a$ ” sau „ $l_c$ ” față de încastrare;

$z$  - brațul de pârghie;

$H$  - încărcarea orizontală de pe consolă;

$R_a$  - rezistența de calcul a armăturii.

Considerând conf. [1],  $z \cong 0,8h_0$ ,  $\cos \beta \cong 1$  sau conf. [2],  $z \cong 0,85h_0$ ,  $z = 0,8h$  și  $\cos \beta \cong 1$  atunci relațiile (2) și (3) devin:

$$A_a = \frac{P \cdot a}{0,8 \cdot h_0 \cdot R_a} + \frac{H}{R_a} \quad (4)$$

$$A_a = \frac{P \cdot l_c}{0,8 \cdot h \cdot R_a} + \frac{H}{R_a} \quad (5)$$

Normele EC2 [3] prevăd modalitatea de proiectare a elementelor din beton structural și prin „**Procedul modelelor de bare**”. Această metodă reprezintă o generalizare a analogiei structurilor din bare, putând fi aplicată sub forma modelelor de bare întinse și comprimate, pentru orice parte din structură.

**Procedul modelelor de bare** pornește de la ipoteza că structurile din beton armat transmit solicitările prin intermediul unui set de bare comprimate, materializate prin beton, legate prin bare întinse, constituite din armături.

Calculul de dimensionare a acestor bare în stare limită de rezistență, reprezintă aplicarea metodei statice a calculului plastic.

Barele comprimate și întinse sunt legate între ele prin noduri, modelul de bare ales apropiindu-se cât mai mult de traiectoriile tensiunilor principale determinate în stadiul elastic de lucru al elementului. Prin aceasta se asigură satisfacerea cerințelor stării limită ale exploatării normale.

Proiectarea elementelor structurale prin acest procedeu presupune parcurgerea următoarelor etape de lucru:

- a - analiza structurală generală pentru determinarea forțelor de legătură ale zonelor de tip D;
- b - calculul câmpului de eforturi unitare în zonele de tip D;
- c - adoptarea unui model de bare întinse și comprimate care să corespundă cât mai bine câmpului de eforturi unitare;
- d - determinarea forțelor din barele modelului adoptat prin ecuații de echilibru static;
- e - dimensionarea barelor și a nodurilor.

### 1. Conceperea modelelor de bare.

După parcurgerea etapelor de lucru a, b din prezentarea generală, pentru o consolă scurtă având forma, dimensiunile geometrice și încărcarea din fig. 5 [4] se stabilesc modele de bare  $M_1$  și  $M_2$ , ca în fig. 6.

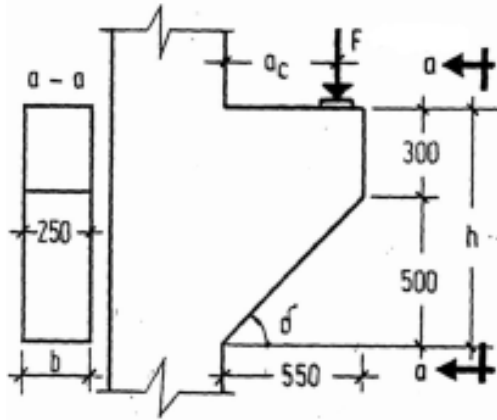


Fig. 5. Formă, dimensiuni geometrice, încărcare consolă.

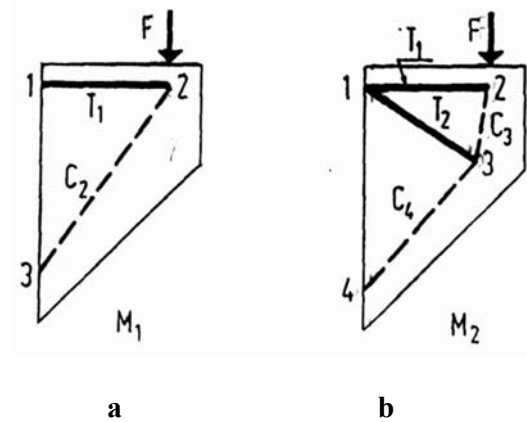


Fig. 6. Modele de bare: **a** – model  $M_1$ ; **b** – model  $M_2$ .

### 2. Determinarea forțelor din barele modelului

Acestea se determină pe baza ecuațiilor de echilibru static pentru modelul de bare considerat.

### 3. Dimensionarea barelor întinse (armătura longitudinală)

După determinarea forței de întindere  $T_1$  din bara întinsă, 1-2, fig. 6a, respectiv din armătură, se dimensionează armătura longitudinală ca pentru un element sollicitat la întindere axială.

Relația generală de verificare este:

$$N_s \leq A_s f_{yd} \quad (6)$$

unde:

$N_s$  – forța de întindere din bara de armătură;

$A_a$  – aria armăturii longitudinale întinse;

$f_{yd}$  – rezistența de calcul a armăturii întinse.

Ținând cont de notațiile din fig. 6a, relația de verificare (6) devine:

$$T_1 \leq A_s f_{yd} \quad (7)$$

unde:

$T_1$  – forța de întindere din bara 1-2 (armătura longitudinală)

Aria necesară a armăturii longitudinale întinse, rezultă pornind de la relația generală de verificare (6) ca fiind:

$$A_{s, \text{ nec. }} \geq \frac{N_s}{f_{yd}}, \quad (8)$$

respectiv:

$$A_{a, \text{ nec. }} \geq \frac{T_1}{f_{yd}} \text{ - pentru } N_s = T_1 \quad (9)$$

Având determinată aria necesară a armăturii longitudinale ( $A_{a, \text{ nec. }}$ ) se stabilește aria efectivă  $A_{s, \text{ ef. }}$  în

funcție de numărul și diametrul barelor de armătură alese, astfel încât:

$$A_{a, \text{ ef. }} \geq A_{s, \text{ nec. }} \quad (10)$$

### 3.1. Verificarea lungimii de ancoraj.

Relația de verificare este:

$$l_{b,ef} \geq l_{b,net}, \quad (11)$$

unde:

$l_{b,ef}$  – lungimea efectivă de ancoraj;

$l_{b,net}$  – lungimea necesară de ancoraj.

### 3.2. Planul de armare

Acesta presupune distribuirea armăturii longitudinale și transversale pe secțiunea consolei.

## 4. Dimensionarea barei comprimate

Se face pornind de la relația de verificare a eforturilor de compresiune din diagonală comprimată, respectiv:

$$\sigma < f_{cd}^* \quad (12)$$

unde:

$\sigma$  - efortul de compresiune din diagonală comprimată;

$$f_{cd}^* = 1,0 f_{cd}$$

$$\sigma = \frac{C_2}{d \cdot b} \quad (13)$$

unde:

$C_2$  – forța de compresiune din bara 2-3 fig. 6a;

$d$  – lățimea diagonalei comprimate, fig. 6;

$b$  – lățimea consolei.

Din ecuație de echilibru după direcția barei întinse 1-2, fig. 6a și 7, rezultă:

$$T_1 = Z = C = A_{s,ef} \cdot f_{yd}, \quad (14)$$

unde:

$$C = \omega b \cdot h \cdot f_{cd} \quad (15)$$

iar

$$\omega = (\rho \cdot f_{yd}) / f_{cd} \quad (16)$$

$$\rho = A_{s,ef} / b \cdot h \quad (17)$$

Din relațiile 16, 17 se obține:

$$\omega = \frac{A_{s,ef} \cdot f_{yd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \quad (18)$$

sau

$$\omega \cdot h = \frac{A_{s,ef} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} \quad (19)$$

Urmărind notațiile din fig. 7, rezultă:

$$d^2 = (\omega \cdot h)^2 + a^2, \quad (20)$$

iar lățimea diagonalei comprimate „d”, va avea expresia:

$$d = \sqrt{(\omega \cdot h)^2 + a^2} \quad (21)$$

Având determinată lățimea diagonalei comprimate 2-3, se verifică respectarea relației 12, de limitare a eforturilor unitare de compresiune în beton, la valoarea rezistenței de calcul la compresiune a betonului.

Consolele scurte se dimensionează în funcție de încărcarea verticală și acțiunea posibilă a încărcărilor orizontale.

Astfel, normele europene EC2 [3], prevăd dimensionarea consolei scurte la sarcina verticală  $F_v$  și la o forță orizontală  $H_c$ , limitată la valoarea  $H_c \geq 0,2 F_v$ .

Pornind de la aceasta, forța pe care trebuie să o preia armătura și diagonală comprimată, rezultă din condiția de echilibru static:

$$F_s = F_v \cdot \operatorname{ctg} \theta + H_c \quad (22)$$

$$F_C = F_V / \sin \theta \quad (23)$$

Limitând eforturile unitare din armătura întinsă la valoarea  $f_{yd}$ , iar în diagonală comprimată la valoarea  $f_{cd}^*$  ( $f_{cd}^* = 0,6 f_{cd}$ ), relațiile de verificare la starea limită de rezistență devin:

$$A_s \cdot f_{yd} \geq F_V \operatorname{ctg} \theta + H_C \quad (24)$$

$$0,6 f_{cd} \cdot A_{CW} \geq F_V / \sin \theta \quad (25)$$

unde:

$A_s$  – aria secțiunii armăturii întinse;

$A_{CW}$  – aria secțiunii diagonalei comprimate,

iar

$$A_{CW} = a_1 \cdot b / \sin \theta \quad (26)$$

$a_1$  – lățimea diagonalei comprimate

$b$  – lățimea consolei.

Se obține astfel din relația (24), aria necesară a armăturii longitudinale  $A_{s\text{ nec}}$ , iar din relația (25) lățimea diagonalei comprimate.

Având determinată  $A_{s\text{ nec}}$ , se alege diametrul și numărul barelor longitudinale, rezultând  $A_{s\text{ ef}}$ , astfel încât să fie verificată relația (24).

Aria armăturii longitudinale rezultată din calcul, se recomandă [în majoritatea publicațiilor străine de specialitate] să îndeplinească condiția:

$$A_{\text{amin}} \geq (0,2 \div 0,5) b h \quad (27)$$

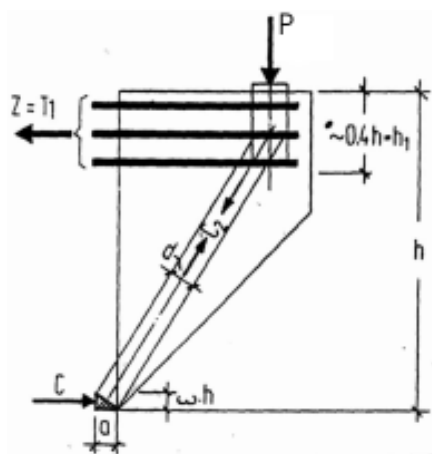


Fig. 7. Elemente de verificare a barei comprimate.

## 2.2. Determinarea armăturii transversale

Urmărind distribuția eforturilor unitare pe secțiunea consolelor scurte, precum și mecanismul de cedare a acestora sub acțiunea încărcărilor, se desprind următoarele:

- armătura transversală dispusă în vecinătatea armăturii longitudinale, participă la preluarea eforturilor de întindere din încovoiere;
- armătura transversală participă la preluarea eforturilor de forfecare, în special în zona de contact consolă-stâlp;
- armătura transversală împiedică dezvoltarea accelerată a fisurilor diagonalei comprimate, datorate cedării la compresiune a betonului.

Pornind de la aceste observații, rezultă rolul important pe care îl are armătura transversală în proiectarea și alcătuirea consolelor scurte.

Normele românești [5], prevăd pentru calculul la starea limită de rezistență în secțiuni înclinate, ca secțiunile de beton să fie astfel dimensionate încât să se respecte condiția de limitare a eforturilor principale de compresiune:

$$\bar{Q} \leq C(C \geq 1), \quad (28)$$

unde:

$\bar{Q}$  - nivelul de solicitare la forța tăietoare ce se caracterizează prin raportul:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{A_{bc} \cdot R_t} \quad (29)$$

$Q$  – forța tăietoare de calcul

$A_{bc}$  – aria secțiunii utile a elementului la forța tăietoare

$R_t$  – rezistența la întindere a betonului

$C = 2$ , în cazul consolelor scurte

În cazul consolelor scurte ce susțin grinzi de rulare pentru poduri rulante cu regim greu de lucru sau mai sever [5], grupele III, IV, trebuie în plus respectată condiția:

$$\bar{Q}_1 = \frac{Q_1}{b \cdot h_0 \cdot R_t} \leq 1, \quad (30)$$

unde:

$Q_1$  – forța tăietoare maximă de verificare la starea limită de oboseală, majorată cu 1,5.

STAS 10107/0 – 90 [5] prevede dispunerea pe înălțimea consolei, a armăturii transversale alcătuită din etrieri orizontali, ai căror arie să reprezinte cel puțin o treime din aria armăturii longitudinale.

$$A_{eo} \geq \frac{1}{3} \cdot \frac{Q \cdot l_c}{z \cdot R_a} = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q \cdot l_c}{0,8 \cdot h_0 \cdot R_a} \cong \frac{Q \cdot l_c}{2,5 \cdot h_0 \cdot R_a} \quad (31)$$

Armătura transversală sub formă de etrieri orizontali, se dispune ca în fig. 8.

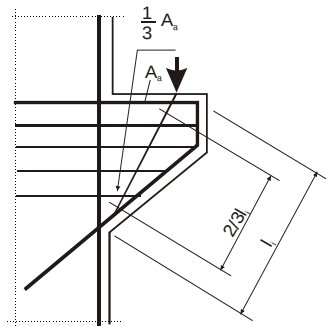


Fig. 8. Zonă activă etrieri.

Etrierii se consideră activi, [5], [1] pe o zonă egală cu 2/3 din lungimea cuprinsă între punctul de aplicare a încărcării verticale și vârful unghiului de racordare a consolei cu stâlpul.

Pentru consolele scurte armate cu etrieri orizontali și bare înclinate, în funcție de semnul inegalității,

$$Q \leq k R_t b h_0 + \frac{M}{z} \operatorname{tg} \gamma \quad (32)$$

armătura transversală se determină conform [6], astfel:

- constructiv, pentru  $K = 1$  și respectarea relației (32);
- cel puțin  $0,002 b h_0$ , dar nu mai puțin decât:

$$A_{ac} = \frac{Q - \frac{0,15 R_t \cdot b \cdot h_0^2}{C_2}}{R_a \sin \alpha}, \quad (33)$$

pentru  $K > 1$  și dacă inegalitatea (32) nu este satisfăcută.

Semnificația termenilor din relația (33) este următoarea:

- $b, h_0, C_1$  – au semnificația din fig. 9;
- $C_2 = C_1 + 0,3 h_0$ ;
- $\alpha$  - unghiul format de armătura înclinată cu orizontala.

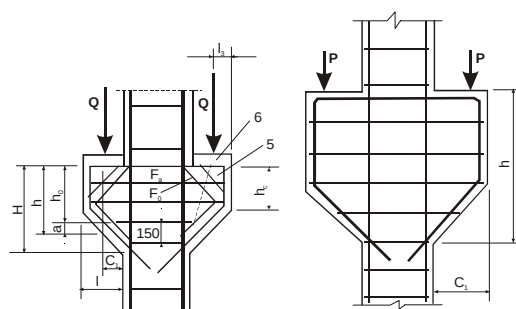


Fig. 8. Armare console intermediare curente cu două ramuri  
**a** – cu armătura transversală din etrieri orizontali și bare înclinate; **b** – cu armătura transversală din etrieri orizontali.

În cazul consolelor scurte cu  $h \geq 300$  mm, pentru care aria primei armături orizontale îndeplinește condiția:  $A_s \geq 0,4 A_{c.fcd./fyd.}$  (34), normele EC2 [3] prevăd etrieri închiși având aria totală egală cu cel puțin  $0,4 A_s$ . Dispunerea etrierilor pe secțiunea consolei se poate face în poziție orizontală (fig. 9a) sau înclinată (fig. 9b), etrierii au rolul de a modera efortul de despicare în diagonală comprimată.

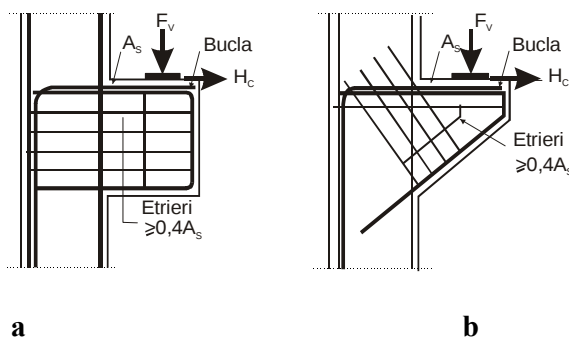


Fig. 9. Armare consolă scurtă  
**a** – cu etrieri dispuși orizontal; **b** – cu etrieri dispuși înclinat.

După dimensionarea prin calcul a ariei necesare de armătură, rezultă aria efectivă, în urma stabilirii diametrului și a numărului de bare.

Literature străină de specialitate [7], prezintă diverse studii experimentale privind influența armăturii transversale asupra capacității portante a consolelor și evaluarea prin calcul a acesteia.

Necesitatea perfecționării metodei de calcul privind determinarea armăturii transversale și a distribuirii acesteia pe secțiunea consolei, a apărut ca urmare a constatării consumului sporit de oțel în zona consolelor, cu cca (20 – 40 %) mai mult față de restul zonelor aferente elementelor de susținere a acestora.

S-au făcut încercări pe console având forma și schema de calcul din fig. 9a, b.

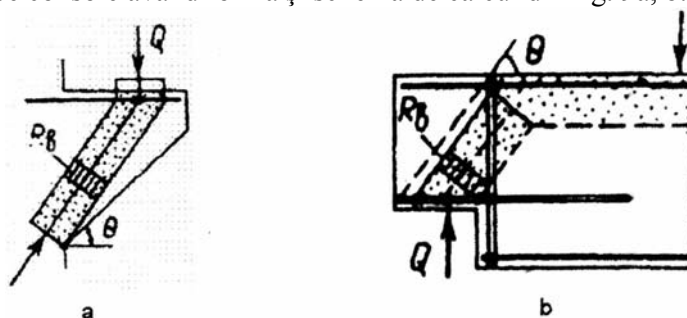


Fig. 9 – Tipuri experimentale de console scurte și scheme de calcul  
**a** – consolă de susținere; **b** – consolă de suspendare.

Condiția de rigiditate se scrie în acest caz sub forma [7]:

$$Q \leq \varphi_1 \cdot \varphi_{\omega 1} \cdot R_b \cdot b \cdot l_b \cdot \sin \theta \quad (35)$$

iar

$$\varphi_1 \cdot \varphi_{\omega 2} \cdot R_b \cdot b \cdot l_b \cdot \sin \theta < 3,5 R_{b1} \cdot b \cdot h_0 \quad (36)$$

unde:

$\varphi_1 = 0,8$  pentru console de suspendare;

$\varphi_1 = 1,0$  pentru console de susținere;

$l_b$  - lățimea zonei comprimate, se determină cu relația:

$$l_b = \varphi_2 \cdot l_{sup} \cdot \sin \theta \quad (37)$$

unde:

$l_{sup}$  - lățimea zonei de transmitere a sarcinii;

$\varphi_2$  - coeficient de transmitere a sarcinii, funcție de schema sprijinului contrafort, astfel:

$\varphi_2 = 0,8$  pentru console de suspendare;

$\varphi_2 = 1,0$  pentru console de susținere.

Influența armăturii transversale asupra rezistenței diagonalei comprimate, se constată prin coeficientul  $\varphi_{\omega 2}$  care se calculează cu relația:

$$\varphi_{\omega 2} = 1 + 5 \alpha \cdot \mu_{\omega 1} \quad (38)$$

unde:

$$\alpha = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_b}; \quad (39)$$

$$\mu_{\omega 1} = \frac{A_{S_w}}{b \cdot S_w} \quad (40)$$

$A_{S_w}$  - aria secțiunii etrierilor orizontali și înclinați cu un unghi sub  $45^\circ$  față de orizontală.

$S_w$  - distanța dintre etrieri.

Procedeul descris permite doar luarea în considerare a influenței armăturii transversale, fără determinarea prin calcul a acesteia [7].

Din acest motiv cercetările în domeniu au continuat, făcându-se studii experimentale pe console, având armătura transversală formată din etrieri orizontali, etrieri verticali, armătură înclinată sau combinat etrierii orizontali cu cei verticali.

În urma încercărilor s-a constatat o creștere a sarcinii capabile a consolelor în toate variantele de armare.

În acest caz, condiția de rigiditate se scrie [10]:

$$Q \leq \varphi \cdot R_b \cdot b \cdot l_{sup} \cdot \sin \theta + Q_{SW}, \quad (41)$$

iar

$$Q_{SW} = T_{SW} + N_{SW}, \quad (42)$$

unde:

$T_{SW}$  - efortul din armătura înclinată, ca urmare a participării acesteia la lucrul diagonalei comprimate;

$N_{SW}$  - efortul din armătura orizontală, ca urmare a participării acesteia la lucrul diagonalei comprimate.

Eforturile din armătura transversală se determină cu relațiile [7]:

$$N_{SW} = \varphi \cdot \varphi_s \cdot \mu_{SW} \cdot R_b \cdot b \cdot l_{bsup} \cdot \sin \theta \quad (43)$$

$$T_{SW} = \varphi \cdot \mu_{SW} \cdot R_b \cdot b \cdot l_{bsup} \cos \theta \quad (44)$$

unde:

$\varphi = 0,9$  coeficient experimental;

$\varphi_s$  - coeficient ce ține seama de influența armăturii oblice;

$\theta$  - unghiul format de armătura transversală cu diagonală comprimată.

Având determinate valorile eforturilor totale din armătură ca rezultat a participării acesteia la lucrul diagonalei comprimate, se stabilește mărimea rapoartelor  $T_{SW}/T_{SW}^0$ ,  $N_{SW}/N_{SW}^0$  (fig. 10).

Interpretarea grafică a eficienței armăturii transversale în sporirea capacității portante a diagonalei comprimate este prezentată în fig. 10.

Se observă că, pentru valori mici ale unghiului  $\theta$  crește participarea tangențială, iar pentru valori mari ale unghiului  $\theta$  crește participarea directă a armăturii transversale la lucrul diagonalei comprimate.

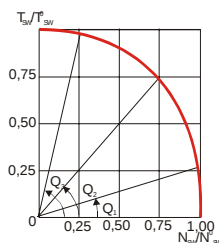


Fig. 10. Evaluarea grafică a participării armăturii transversale la lucrul diagonalei comprimate.

Încercările experimentale au permis stabilirea unor relații de calcul a armăturii transversale, precum și evidențierea a două funcțiuni importante ale acesteia [7]:

1. împiedicarea dezvoltării deformațiilor transversale a betonului de-a lungul diagonalei comprimate și sporirea rigidității acesteia;
2. împiedicarea dezvoltării libere a deformațiilor de scurtare a betonului de-a lungul diagonalei comprimate.

Experimentul a pus în evidență de asemenea, măsura în care tipul de armătură transversală sporește capacitatea portantă a consolelor scurte, permițând astfel o armare rațională a elementelor.

### 3. CONCLUZII

Încercările experimentale au permis stabilirea unor relații de calcul a armăturii transversale, precum și evidențierea a două funcțiuni importante ale acesteia [7]:

3. împiedicarea dezvoltării deformațiilor transversale a betonului de-a lungul diagonalei comprimate și sporirea rigidității acesteia;
4. împiedicarea dezvoltării libere a deformațiilor de scurtare a betonului de-a lungul diagonalei comprimate.

Experimentul a pus în evidență de asemenea, măsura în care tipul de armătură transversală sporește capacitatea portantă a consolelor scurte, permițând astfel o armare rațională a elementelor.

### BIBLIOGRAFIE

- [1] AGENT R., DUMITRESCU D., POSTELNICU T., - Îndrumător pentru calculul și alcătuirea elementelor din beton armat.
- [2] POPESCU HR. - Probleme ale structurilor de beton armat, Editura Academiei 1977.
- [3] \*\*\*EUROCODE No. 2: Design of Concrete Structures. Part 1: General Rules and Rules for Buildings. Prepared for the Commission of the European Communities. Revised Final Draft December 1989.
- [4] BOB C., (cap.2), MÎRȘU O., BOB L. (cap. 3), ..., ONET T., MĂGUREANU C. (cap. 14), IRHASIU A. (cap. 15), ș.a. - Calculul structurilor din beton, beton armat și beton precomprimat, EUROCODE 2. Exemple de calcul. Editat Bob C., Ghersi A., Plumier A., & Trezos C.
- [5] \*\*\*STAS10107/0 - 1990: Calculul și alcătuirea elementelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat.
- [6] MIHUL A. - "Construcții din beton armat", Editura Tehnică, București 1969.
- [7] BARANOVA T. - O nouă metodă de calcul a armăturilor transversale în elementele scurte, Beton Izelebeton, RU, nr. 3, mar. 1987, pag. 22 - 24.
- [8] TUNS I. - Console scurte din beton armat, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții și Arhitectură, februarie 2003.