

STUDIUL EXPERIMENTAL PRIVIND COMPORTAREA LA SARCINI VERTICALE A CONSOLELOR SCURTE DIN BETON ARMAT

EXPERIMENTAL STUDY OF SHORT REINFORCED CONCRETE CROSS-BEAMS BEHAVIOUR TO VERTICAL STRAIN

Dr. ing. Ioan TUNS
Dr. ing. Petru RĂȘPICĂ

ABSTRACT. The paper is the result of a vast experimental study performed to determine the tear resistance of some short reinforced concrete cross-beams under vertical strain. This type of cross-beams is frequently used in industrial structures. Following the determinations a set of interesting aspects regarding the formation and progress of cracks were recorded as well as the mechanism cross-beams would yield under strain. The results obtained highlighted values in the region of the bearing capacity, experimentally determined and double checked through theoretical calculation formulas.

1. INTRODUCERE

Studiul experimental privind comportarea la sarcini verticale a consolelor scurte din beton armat, s-a efectuat pe epruvete având forma și dimensiunile geometrice din fig. 1.

Pentru stabilirea dimensiunilor geometrice și a ariei de armătură longitudinală și transversală, s-a considerat o sarcină de exploatare pe consolă de 20 tf.

S-a utilizat pentru realizarea modelelor experimentale, beton clasa Bc 20 (C 16/20), oțel beton PC52 în cazul armăturii longitudinale și OB 37 pentru armătura transversală dispusă sub formă de etrieri.

Rezistențele caracteristice și de calcul pentru beton și armătură utilizate în calculul de dimensionare a consolelor, sunt după cum urmează:

• pentru beton Bc 20 (C16/20)

$$R_c = 12,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{R}_c = 21,88 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ct} = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 10,67 \text{ N/mm}^2$$

• pentru armătură

OB 37

$$R_a = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{R}_a = 283,5 \text{ N/mm}^2$$

PC 52

$$R_a = 300 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{R}_a = 405 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 300 \text{ N/mm}^2$$

Dimensiunile geometrice ale consolei (fig. 1), stabilite pe baza regulilor generale de acțiune, încadrează aceste elemente în categoria „consolelor scurte”, asigurând îndeplinirea condițiilor:

$$0,5 \leq \frac{l_c}{h_0} \leq 0,9 \quad (1)$$

$$0,4 h_c \leq a_c \leq h_c \quad (2)$$

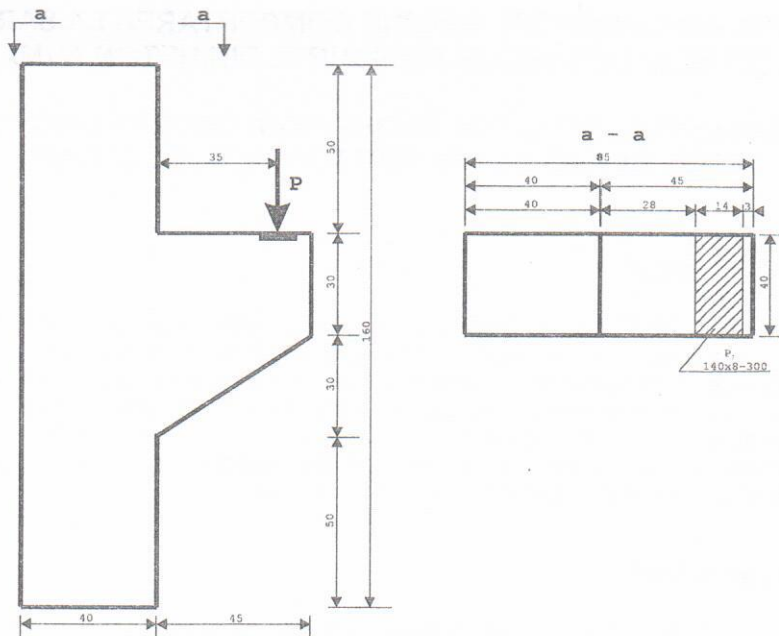


Fig. 1. Forma și dimensiunile geometrice ale modelelor experimentale.

Pe baza relației (3), de dimensionare a armăturii transversale [1], a rezultat un număr de 3 etrieri $\phi 8$ mm, distribuiți pe înălțimea activă a consolei. $\left(\frac{2}{3} h = 40 \text{ cm}\right)$.

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

Din condiția de respectare a distanței maxime între etrieri, impusă de normele tehnice [1] (max. 150 mm), a rezultat pe înălțimea totală a consolei un număr de 5 etrieri $\phi 8$ mm.

Dimensionarea armăturii longitudinale, s-a efectuat la momentul maxim din secțiunea de încadrare a consolei în stâlp, $M_{max} = P \cdot l_c$ (4). Conducând calculele de dimensionare, ca pentru o secțiune dreptunghiulară solicitată la încovoiere, s-a determinat aria necesară de armătură ($A_{a,nec.}$), corespunzător căreia s-au ales 3 $\phi 14$ mm (PC 52), cu aria efectivă $A_{a,ef.} = 4,62 \text{ cm}^2$.

Rezultate similare s-au obținut și în urma dimensionării armăturii longitudinale a consolei după EUROCOD 2 [2], prin „procedeele modelelor de bare”.

De asemenea, prin acest procedeu s-a efectuat calculul de dimensionare și verificare a diagonalei comprimate. S-a verificat astfel, îndeplinirea condiției de limitare a eforturilor de compresiune în beton sub limita f'_{cd} , cu ajutorul inegalității: $\sigma < f'_{cd}$ (5).

2. TABLOUL FORMĂRII ȘI DEZVOLTĂRII FISURILOR. MECANISMUL DE CEDARE.

Modelele experimentale, au fost încercate până la rupere în Laboratorul de beton armat și precomprimat al Facultății de Construcții de la Universitatea Tehnică Cluj-Napoca.

Pentru aceasta, dispozitivul de încercare realizat din module metalice, a fost adaptat formei și dimensiunilor geometrice ale epruvetelor, fig. 2.

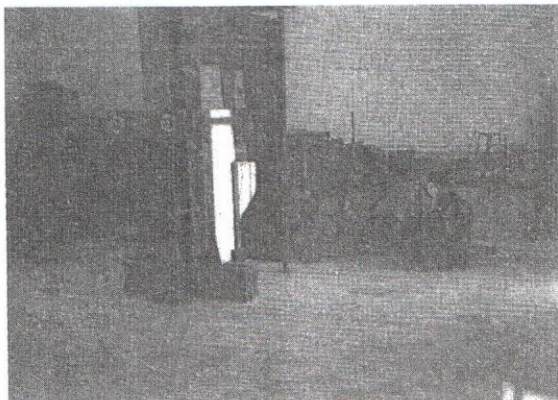


Fig. 2. Vedere de ansamblu stand de încercare.

Transmiterea încărcării pe consolă, a fost asigurată cu ajutorul presei hidraulice cu gol central de 120 tf, acționată de o pompă centrală de înaltă presiune (300 atm), tip INCERC București.

Pentru înregistrarea deformațiilor, s-au montat în patru secțiuni caracteristice ale consolei, comparatoare (fig. 3), iar citirea deschiderii fisurilor s-a efectuat cu ajutorul lupei Binell.

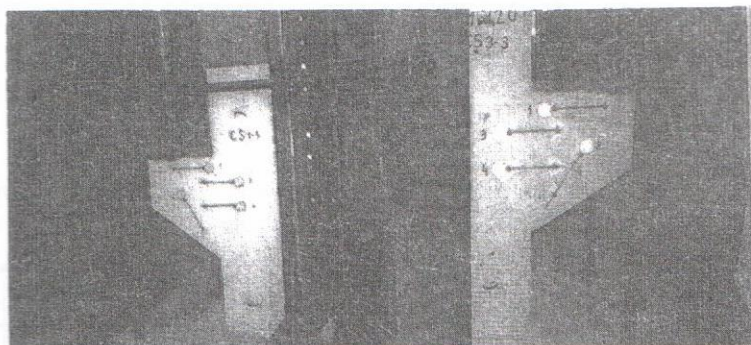


Fig. 3. Poziția comparatoarelor pe fața consolelor.

Au fost supuse studiului experimental un număr de trei elemente, realizate în aceeași serie de turnare și inscripționate CS 1-1; CS 1-2; CS 1-3.

Încărcarea epruvetelor s-a efectuat în trepte de încercare de 1 tf (până la pragul de 5tf), respectiv de 5 tf (de la pragul de 5 tf până la rupere).

Tabloul formării și dezvoltării fisurilor, fig. 4, fig. 5, fig. 6, arată că, acestea apar în număr de două până la trei, care ulterior se ramifică în fisuri noi, de lungime și deschidere mai mică.

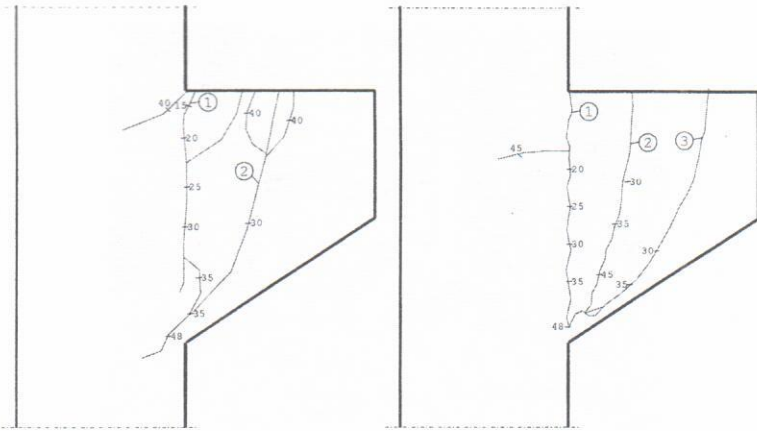


Fig. 4. Relevu fisuri element CS1-1 Fig. 5. Relevu fisuri element CS1-2

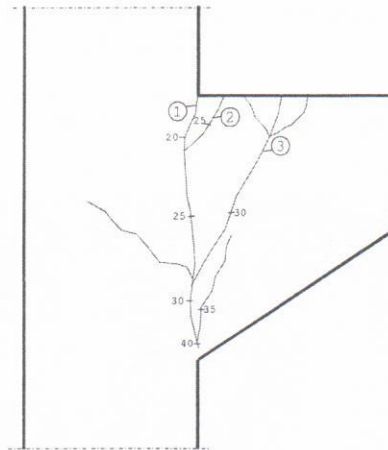
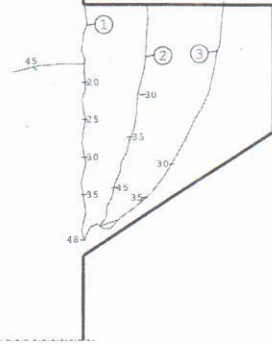


Fig. 6. Relevu fisuri element CS1-3

Prima fisură ○ devine vizibilă la o sarcină verticală de 15 tf pentru CS 1-1 și de 20 tf în cazul consolelor CS 1-2, CS 1-3, în zona de încastrare a consolei în stâlp (fig. 4, 5, 6).

Fisure a doua ○ și a treia ○, sunt observate la o valoare a încărcării verticale de 30 tf, sunt înclinate la un unghi de aproximativ 45° , pornind de sub/sau din vecinătatea plăcuței metalice de reazem (zonă de transmitere a încărcării) și ajung în zona colțului inferior de racordare consolă-stâlp.

Cedarea consolelor s-a produs la o forță de 48 tf pentru CS 1-2, CS 1-3 și de 50 tf în cazul consolei CS 1-1, prin:

- deschiderea pronunțată a fisurilor ○, ○, ○;
- deschiderea și îndesirea ramificațiilor formate din fisurile existente;
- strivirea betonului în zona muchiei de racordare a consolei cu stâlpul, fig. 7.

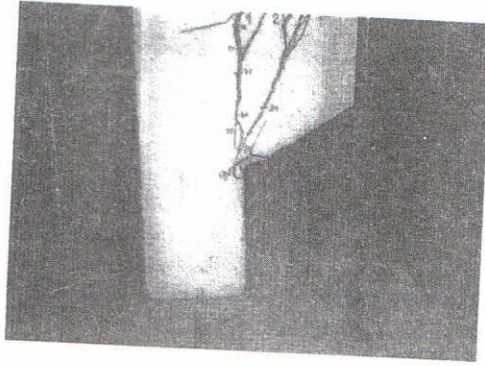


Fig. 7. Strivirea betonului din zona muchiei de racordare consolă-stâlp.

Pe baza relațiilor teoretice de calcul (6), (7), (8), (9), s-au obținut valori ale sarcinii ultime de forfecare cuprinse între 37,7 tf și 51,8 tf.

$$\frac{b \cdot d \cdot f'_c}{V_u} = \frac{4,45}{\beta_1} \sqrt{0,9 + \left(\frac{a}{d}\right)^2}; \quad (6)$$

$$\frac{b \cdot d \cdot f'_c}{V_u} = \frac{2,97}{\beta_1} \left[1 + 0,61 \left(\frac{d}{a}\right)^2 \right] \left(\frac{a}{d}\right); \quad (7)$$

$$\frac{b \cdot d \cdot f'_c}{V_u} = \frac{2,8}{\beta_1} \left(1 + \frac{a}{d} \right); \quad (8)$$

$$\frac{b \cdot d \cdot f'_c}{V_u} = \frac{3,57}{\beta_1} \quad (9)$$

Graficul de variație a deschiderii maxime a fisurilor în funcție de sarcina aplicată pe console, este prezentat în fig. 8.

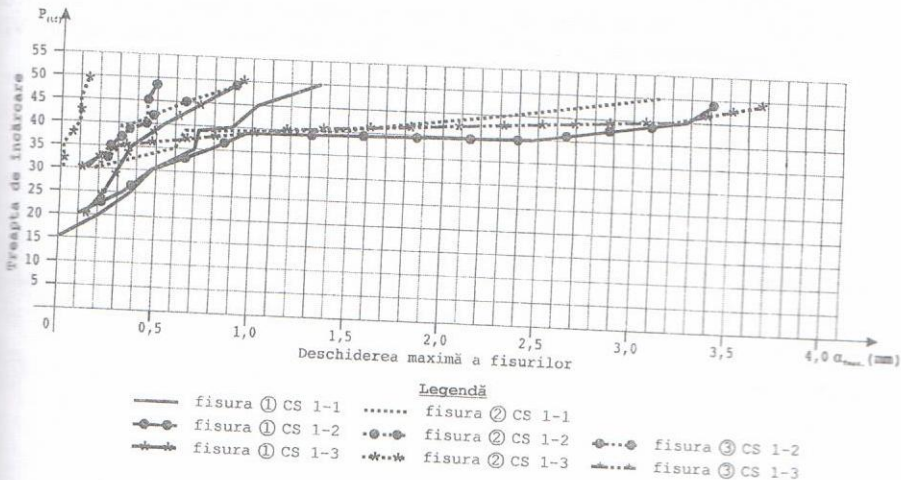


Fig. 8. Graficul de variație $\alpha_{\max} - P$, pentru CS 1-1; CS 1-2; CS 1-3

Din graficul prezentat în fig. 8, se desprind următoarele aspecte:

- până la valori ale sarcinii verticale de 35 tf, nu se înregistrează creșteri accentuate (de la o treaptă la alta) ale deschiderii maxime a fisurilor;
- pentru consolele încercate, deschiderea maximă a fisurilor ($\alpha_{f,max}$), atinge valoarea de 3,67 mm.

3.CONCLUZII

Rezultatele obținute în urma studiului experimental desfășurat pe modelele prezentate, furnizează o serie de informații deosebit de interesante cu privire la, mecanismul de formare și dezvoltare a fisurilor și a modului de cedare a consolelor.

Aplicația experimentală efectuată, simulează situații reale, frecvent întâlnite în cadrul structurilor industriale.

Valorile sarcinii de cedare ale consolelor studiate, sunt apropiate de cele determinate pe baza relațiilor de calcul (6), (7), (8), (9), fapt ce confirmă compatibilitatea între modelul real și cel teoretic, privind comportarea acestora sub sarcini verticale.

BIBLIOGRAFIE

1. ***STAS10107/0 - 1990: Calculul și alcătuirea elementelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat.
2. ***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.
3. SOLANSKI H., SABNIS M. G. - "Reinforced Concrete Corbels", Simplified, ACI Structural Journal, vol. 84, pag. 428-432.
4. NIEDENHOFF H. - "Investigations on the Load Bearing Behavior of Corbels and Short Cantilevers (Untersuchungen über das Tragverhalten von Konsolen und Kurzen Kragarmen)", Dr. ing. Dissertation Technische Hochschule Karlsruhe, 1961.
5. MEHMEL A., BEKER G. - Shear Design of Short Cantilever (Zur Schubbeanspruchung des Kurzen Kragarmes)" Der Bauingenieur, Heidelberg, V40, nr.6, 1965, pag. 224+231.
6. STEINLE A. - The problem of minimum dimensions of Corbels (Zur frage der Mindestabmessungen von Konsolen), Beton und Stahlbetonbau, Berlin, V70, nr.6 1975, pag. 150+153.