



Departamentul C.C.I.A.



Filiața Timișoara



Grupul Român IABSE

---

**ZILELE ACADEMICE TIMIȘENE**  
Ediția a IX-a, 26-27 mai 2005

**Lucrările Simpozionului Internațional  
MATERIALE, ELEMENTE ȘI STRUCTURI  
COMPOZITE PENTRU CONSTRUCȚII**



**Editori: Corneliu BOB și Valeriu STOIAN**

Publicat de Editura MIRTON  
TIMIȘOARA - 2005



<b>Agneta TUDOR</b>	
O nouă abordare de calcul la forța tăietoare în EC2 .....	173
<b>I. TUNS, P. RĂPIȘCĂ, N. FLOREA, P. MIHAI</b>	
Console prefabricate din beton armat .....	177
<b>Smaranda Maria BICA</b>	
Cupolele ecleziastice ale prezentului românesc - rațiune și simbolism .....	183
<b>A. SECU, Rodica BOAZU</b>	
Utilizarea macromecanicii stratificatelor în determinarea experimentală a caracteristicilor elastice și mecanice ale compozitelor de tip matrice-fibre lungi.....	189
<b>M. BUDESCU, N. ȚĂRANU, Cristina VLĂDOIU, Dorina ISOPESCU</b>	
Răspunsul structural al unor panouri sandwich cu fețe metalice și miez poliuretanic rigid solicitate la încovoiere transversală .....	193
<b>C. G. CHIOREAN, G. M. BÂRSAN</b>	
Nonlinear inelastic analysis of steel space frames with semi-rigid connections.....	199
<b>Marina CINCU, M. VOICULESCU, D. STOICA</b>	
Studiu comparativ privind răspunsurile clădirilor cu sisteme structurale din zidărie simplă, zidărie complexă și zidărie armată cu fibre polimerice .....	205
<b>D. DAN, V. STOIAN, T. NAGY-GYORGY</b>	
Cercetări experimentale privind comportarea nodurilor de cadre compuse oțel-beton .....	211
<b>C. FĂRCAȘ</b>	
Soluții structurale moderne la Centrul regional de afaceri Timișoara .....	219
<b>A. IOANI</b>	
Aplicații structurale ale betonului armat cu fibre metalice .....	225
<b>Z. KISS, T. ONEȚ, K. BALINT</b>	
Aspecte privind proiectarea halelor parter cu suprafață mare .....	231
<b>D. MARUSCIAC</b>	
O nouă variantă constructivă pentru realizarea clădirilor de locuit integral prefabricate.....	237
<b>D. MIHAI, C. BOB</b>	
Pereți din lemn cu învelitoare din plăci de gips armate cu fibre celulozice .....	241
<b>D. MIHAI, C. BOB</b>	
Pereți din lemn cu învelitoare din plăci OSB .....	247
<b>D. MIHAI, C. FURDUI</b>	
Structuri din lemn cu diafragme verticale și orizontale .....	253
<b>B. M. PATRAȘ, M. PATRAȘ, Olimpia BLĂGOI</b>	
Considerații privind proiectarea antiseismică a construcțiilor .....	259
<b>B. M. PATRAȘ, M. PATRAȘ, Ioana VLAD MISIR</b>	
Încadrarea construcțiilor în clase de risc seismic .....	265
<b>C. RUȘANU, R. PASCU</b>	
Nonlinear static analysis for an existing reinforced concrete building.....	271
<b>Andreea ȘERBESCU, N. ȚĂRANU</b>	
Particularități de alcătuire și comportare a îmbinărilor cu adezivi pentru elemente din materiale compozite polimerice armate cu fibre.....	277
<b>Alina TÎRTEA, O. MURĂRAȘU, V. FLOREA</b>	
Încercări experimentale asupra unor panouri tristrat pentru pereți portanți .....	283

## CONSOLE PREFABRICATE DIN BETON ARMAT.

Ioan TUNS<sup>1</sup>, Petre RĂPIȘCĂ<sup>2</sup>, Nicolae FLOREA<sup>3</sup>, Petru MIHAI<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Conf.dr.ing. <sup>2</sup>Conf.dr.ing. UNIVERSITATEA „TRANSILVANIA” BRAȘOV, Facultatea de Construcții

<sup>3</sup>Prof.dr.ing. <sup>4</sup>Ș.I.dr.ing., UNIVERSITATEA TEHNICĂ „GH. ASACHI” IAȘI, Facultatea de Construcții.

### SUMMARY

*The study of the behavior under charges and the determination of the maximum loading of short cantilevers semi-manufactured in reinforced concrete fixed on pillars with metallic screws, which later on become tensed providing, through their screwing, the connection between the two elements represents the main concern of this paper.*

*The calculation relations of the maximum charge are determined on the assembly got as a result of the metallic connection between the two elements for the action of the vertical strength with small and big eccentricity.*

### 1. Considerații generale.

Ansamblul consolă-stâlp, fig. 1a, rezultă în urma prinderii cu ajutorul șuruburilor metalice HV a celor două elemente componente, realizate inițial independent, prin prefabricare. În golurile de trecere lăsate special de la turnare, se introduc în faza de montaj șuruburile metalice de prindere, care ulterior se tensionează, asigurând astfel legătura prin strângere a celor două elemente.

Studiul comportării sub sarcini verticale a ansamblului obținut în urma legăturii metalice [1], [6] s-a făcut pentru două cazuri de excentricitate a forței, respectiv:

- consolă acționată excentric, cu mică excentricitate, fig. 1b;
- consolă acționată excentric, cu mare excentricitate, fig. 1c;

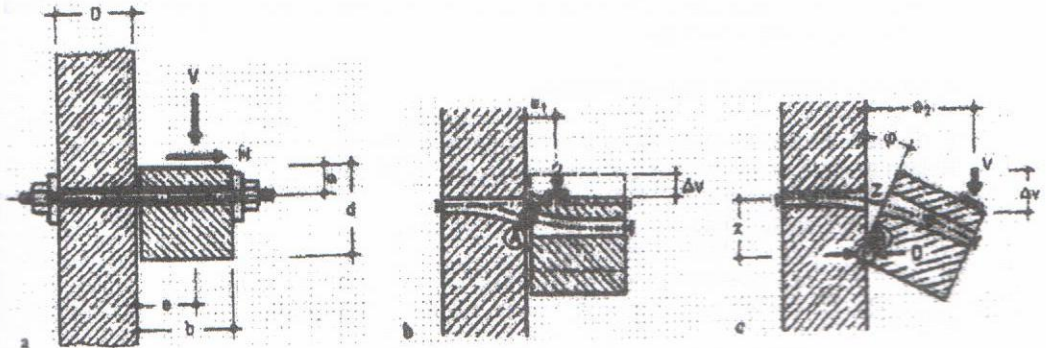


Fig. 1. Console scurte din beton armat prefabricat, legate de stâlp cu șuruburi HV

a – legătura consolă stâlp;

b – consolă acționată excentric, cu mică excentricitate;

c – consolă acționată excentric, cu mare excentricitate.

### 2. Comportarea la sarcini verticale a consolelor prefabricate.

Urmărind diagrama de deformare sub sarcini, fig. 2, pentru consolele prezentate anterior, se desprind următoarele aspecte:

- curba „1b” corespundă-toare unei excentricități mici a sarcinii (fig. 1b), cu spațiul dintre tija și pereții găurii, neumplut, se caracterizează prin-tr-o deformare elastică a șurubului, mică în prima fază, urmată de o creștere accentuată după atingerea sarcinii de alunecare  $V_0$ ;
- capacitatea portantă  $V_{max,1}$ , este atinsă la cedarea betonului din consolă în jurul punctului A (fig. 1b) sau la cedarea șurubului;

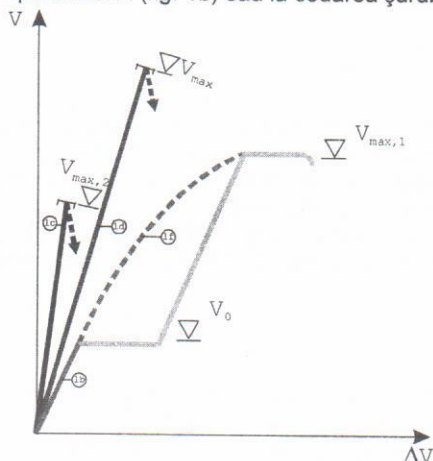


Fig. 2. Caracteristicile de deformare sub sarcină a consolelor scurte prinse de stâlp cu șuruburi HV.

- curba „1c”, corespundă-toare unei excentricități mari a sarcinii verticale (fig. 1c), se caracterizează prin deformări elastice destul de mici, datorită torsionării consolei, urmată de distrugerea betonului în jurul punctului „B” și micșorarea brațului de pârghie „z”, până la ruperea șurubului;
- curba „1d” corespundă-toare umplerii rostului dintre tija și pereții găurii, cu rășini epoxidice, se caracterizează prin creșterea pronunțată a sarcinii capabile  $V_{max}$ ;
- curba „1f” este caracteristică excentricității mici a sarcinii verticale, cu

spațiul dintre tija și pereții găurii umplut cu mortar de ciment aplicat prin injectare.

În urma studiilor efectuate, au fost stabilite relațiile de calcul a sarcinii capabile, în cele două situații de încărcare a consolelor.

### 3. Relațiile de calcul a sarcinii capabile

#### a. Console încărcate excentric, cu mică excentricitate

Relația pentru calculul sarcinii capabile  $V_{max,1}$  [1] este de forma:

$$V_{max,1} = Z_u \cdot \mu \cdot \cos \alpha + Z_u \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

Termenii din relația (1) au următoarea semnificație:

- $Z_u$  – forța de rupere a șurubului;
- $\mu$  – coeficient de frecare ( $\mu \cong 0,69$ );
- $\alpha$  – are semnificația din fig. 3b;

$$\cos \alpha \text{ se determină din relația: } \frac{1}{\cos \alpha} = 1 + \sum \Delta \varepsilon_s,$$

unde:

$$\sum \Delta \varepsilon_s \cong \varepsilon_{s,pl} + \delta, \quad (2)$$

iar:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta \varepsilon_s - \text{alungirea suplimentară} \\ \varepsilon_{s,pl} - \text{alungirea plastică} \end{array} \right\} \text{corespundătoare îndoirii plăcii metalice de reazem și comprimării zonei de contact consolă-stâlp}$$

$\delta$  – alungirea specifică.



Unele studii experimentale [2], [3] au urmărit aspectele legate de efectul precompimării asupra capacității portante a consolelor. Rezultatele finale obținute, au arătat că efectul precompimării consolelor asupra sarcinii raportului în mare măsură de mărima raportului între deschiderea de forfecare și înălțimea consolei ( $a/d$ ) [2]. Interpretarea rezultatelor s-a făcut prin comparație între console experimentale cu armătură pasivă și console experimentale cu armătură activă, având aceeași dimensiuni geometrice și aceeași rapoarte între deschiderea de forfecare și înălțimea consolei. Se constată astfel urmărind graficul din fig. 4, că pentru valoarea raportului  $a/d=1$ , valoarea sarcinii ultime crește până la 40% în cazul consolelor

#### 4. Alte studii experimentale.

Relațiile de calcul a sarcinii capabile în cele două cazuri de excentricitate a forței, au fost stabilite în urma unui număr suficient de mare de încercări, efectuate pe console prefabricate legate de stâlp cu șuruburi  $HVM_{20}$ , prin intermediul plăcuțelor de reazem având dimensiunile (75x75) mm și (125x125) mm, și grosimea de 10, 15, 20 mm [1].

iar:

$$z = 0,8(d-a), \quad (4)$$

unde:

$$V_{max,2} = Z_n \cdot \frac{e}{z}, \quad (3)$$

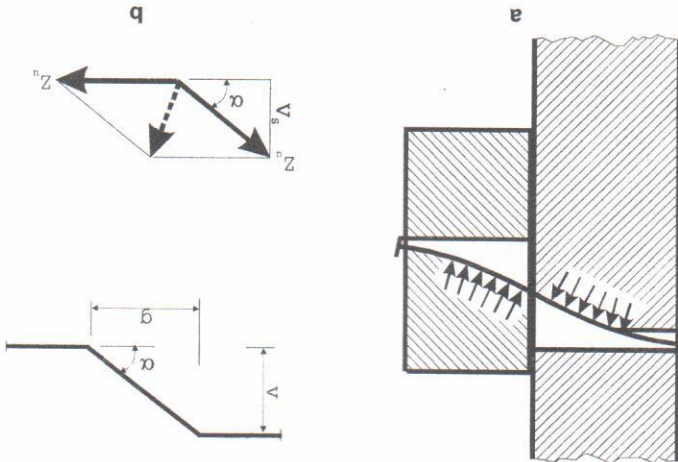
Sarcina maximă capabilă  $V_{max,2}$  [1] se determină cu relația de calcul:

#### b. Console încărcate excentric, cu mare excentricitate

b – forțele din șurub.

a – ansamblu consolă-sâlp.

Fig. 3. Cedarea legăturii de prindere a consolei cu excentricitate mică



$$\text{numai de raportul lor } \frac{V}{g} = tg\alpha.$$

Pentru legăturile studiate [1], respectiv cele realizate cu șuruburi  $HVM_{20}$ , având clasa de rezistență 10,9,  $e_{sp} \approx 9\%$  și măsura unghiului  $\alpha \approx 28^\circ$ , s-a obținut  $\Delta e_s \approx 0,13$ . Examinand figura 3, se constată că forța  $V_{max,1}$  nu este influențată de valorile "V" și "g", ci

precomprimate, iar pentru valori mai mici ale raportului  $a/d$  ( $a/d=0,6$ ,  $a/d=0,3$ ), creșterea înregistrată este de maximum 12%.

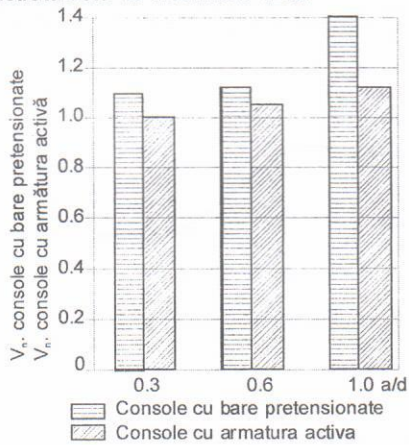


Fig. 4. Efectul pretensionării consolelor în funcție de mărimea raportului ( $a/d$ ).

Testele experimentale [4], [5] au demonstrat și în cazul consolelor realizate cu betoane fibratate o îmbunătățire a rezistențelor mecanice și a ductilității, așa cum rezultă din cele prezentate în continuare.

Experimentele [4] s-au făcut pe console având forma și dimensiunile din fig. 5, cu un conținut variat de fibră de oțel și cu rapoarte diferite între deschiderea de forfecare și înălțimea consolei ( $a/h$ ).

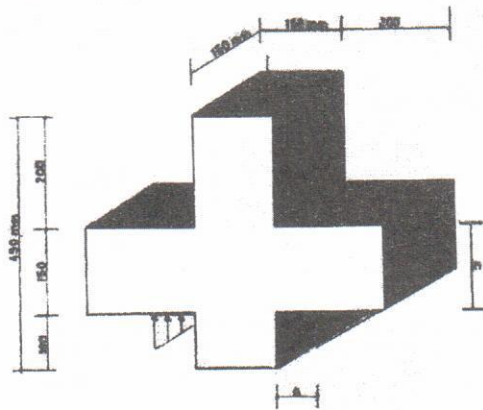


Fig. 5. Forma și dimensiunile consolelor experimentale.

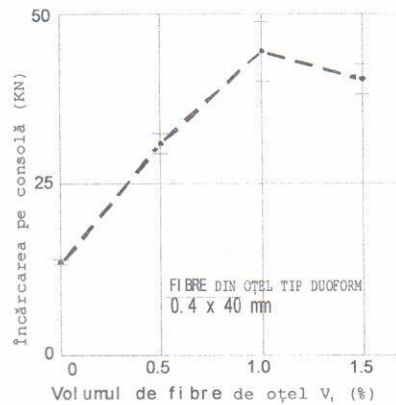


Fig. 6. Variația sarcinii capabile în raport cu conținutul de fibre de oțel.

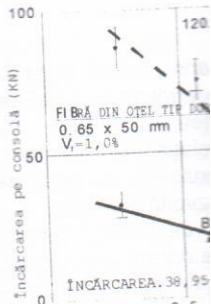
Consolele au fost încercate numai la sarcini verticale.

Pentru armarea consolelor s-au folosit fibre din oțel de tip DUOFORM, cu dimensiunile  $0,4 \times 40$  mm și  $0,65 \times 60$  mm.

Rezultatele încercărilor au pus în evidență o creștere substanțială a capacității portante a consolelor armate cu fibre de oțel în raport cu cele din beton simplu. Capacitatea portantă a consolelor a crescut odată cu sporirea conținutului de fibre de oțel (fig. 6). Această creștere însă, se plafonează la un conținut de fibre de oțel de 1%, fapt ce se explică printr-o distribuție neuniformă a acestuia în masa de beton.

O creștere a capacității de forfecare. Figura 7 prezintă mecanismul de cedare al consolelor realizate din beton. Astfel:

- pentru consolele - se semnalizează apariția unui pa de conținutul de - fisurile se produ - fisurarea pron
- pentru consolele - cedarea se pr - la cedare apa



Pentru consolele se determină cu rel

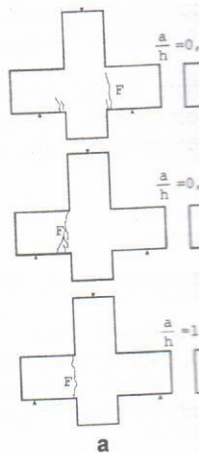


Fig. 8. Fisurarea a - console arma mm,  $V_f = 1,0\%$ ; b

O creștere a capacității portante a consolelor, a rezultat și prin reducerea deschiderii de forfecare. Figura 7 pune în evidență dependența capacității portante, în funcție de valoarea raportului  $a/h$ .

Mecanismul de cedare a fost diferit, de la consolele armate cu fibre de oțel, la cele realizate din beton simplu.

Astfel:

- **pentru consolele armate cu fibre de oțel:**
  - se semnalizează apariția fisurilor ce se deschid prin creșterea încărcărilor (fig. 8a);
  - apariția unui palier de curgere ce precede ruperea, mărimea acestuia fiind dependentă de conținutul de fibre de oțel (fig. 9);
  - fisurile se produc în general pe ambele ramuri ale consolei;
  - fisurarea pronunțată are loc sub o sarcină apropiată de sarcina ultimă.
- **pentru consolele din beton simplu:**
  - cedarea se produce brusc sub sarcina ultimă;
  - la cedare apare o singură fisură (fig. 8b).

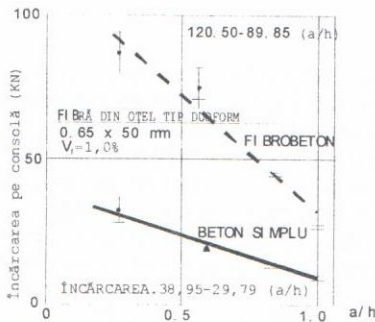


Fig. 7. Variația capacității portante a consolelor armate cu fibre de oțel și beton simplu în funcție de raportul  $a/h$ .

Pentru consolele scurte armate cu fibre de oțel, forța nominală de forfecare-frecare ( $V_n$ ) se determină cu relația:

$$V_n = \eta \cdot A_{vf} \cdot f_{ru} \cdot \mu \quad (5)$$

unde:

$\eta$  - factor global de eficiență a fibrei, funcție de orientarea și forța de legătură dintre fibre;  $A_{vf}$  - aria totală a fibrelor în secțiunea critică (legătura consolă-stâlp);

$f_{ru}$  - rezistența ultimă la întindere a fibrei;  $\mu$  - coeficient de frecare.

Factorul global de eficiență  $\eta$ , se determină, plecând de la datele din fig. 6, 7 și presupunând  $f_{ru} = 1650$  MPa pentru fibre lungi și  $f_{ru} = 1513$  MPa pentru fibre scurte.

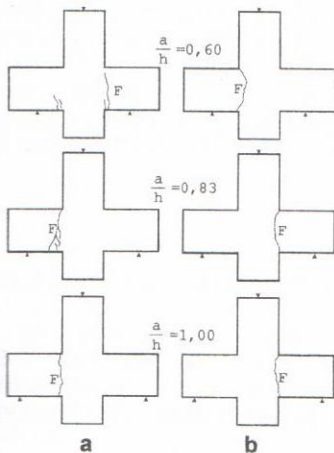


Fig. 8. Fisurarea consolelor

**a** - console armate cu fibre de oțel 0,65 x 60 mm,  $V_f = 1,0\%$ ; **b** - console din beton simplu.



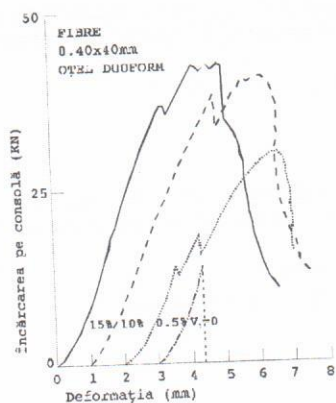


Fig. 9. Curbele încărcare - deformație

## 5. Concluzii.

Mecanismul de comportare și de cedare sub sarcini verticale a ansamblului consolă prefabricată-stâlp, a evidențiat cu pregnanță rolul deosebit pe care îl are legătura metalică de solidarizare a celor două elemente, precum și mărimea excentricității forței.

Astfel, în cazul excentricității mici a sarcinii verticale, se observă din relația (1), că sarcina capabilă a consolei depinde în mod direct de forța de rupere a șurubului, de frecarea consolă-stâlp și de unghiul pe care îl formează direcțiile forțelor ce se dezvoltă în șurub.

În situația aplicării cu excentricitate mare a sarcinii verticale, relația (3) de calcul a sarcinii capabile a consolei, arată că aceasta depinde în mod direct de forța de rupere a șurubului, de brațul de pârghie pe care îl formează componenta orizontală a forței din șurub cu punctul inferior „B” de rotire a consolei și este invers proporțională cu mărimea excentricității.

Se observă în situația a doua de încărcare fig. 1c, tendința accentuată de rotire a consolei în raport cu punctul „B” și neglijarea efectului de frecare consolă-stâlp.

În cazul consolelor cu armătură activă, se constată că efectul precomprimării devine semnificativ pentru valoarea raportului  $a/d=1$ , când se înregistrează o creștere a valorii sarcinii ultime cu până la 40%.

Rezultatele testelor experimentate efectuate pe consolele armate cu fibre de oțel, indica valori ridicate ale capacității portante comparativ cu cele realizate din beton simplu, fapt ce poate constitui un punct solid de plecare în posibilitatea folosirii betoanelor fibratate la realizarea consolelor scurte.

## BIBLIOGRAFIE

1. EIBL J. – Legături cu buloane „HV” la console din beton armat, Bauingenieur, GE, vol. 57, nr. 2, feb. 1982, pag. 61-68.
2. GODYCKA N.K. – „Behavior of Corbels with External Prestressing Bars – Experimental Study” ACI Structural Journal, vol. 96, nr. 6, pag. 1033 – 1039.
3. CHAKRABARTI R.P., FARAHANI J.D., KASHOV I. SHIHADDEH – „Reinforced and Precompressed Concrete Corbels An Experimental Study”, ACI Structural Journal, vol. 86, July-August 1989.
4. FATTUHI I.N. – „SFRC Corbel Tests”, ACI Structural Journal, vol. 84, nr. 2, mar.-apr. 1987, pag. 119-123.
5. FATTUHI I.N. – „Reinforced Corbels Made with High-Strength Concrete and Various Secondary Reinforcements”, ACI Structural Journal, pag. 278, iulie-august 1994.
6. TUNS I. – Studiul consolelor scurte din beton armat, Teza de doctorat, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții și Arhitectură, 2003.