



**SEL****C**

**SCHIMBUL DE EXPERIENȚĂ  
A LABORATOARELOR  
DIN CONSTRUCȚII**

**Ediția a XVIII-a**

**SELC 2006 , Neptun 05-07 octombrie**

**Editura "MAN-DELY" București**

**- 2006 -**

# STUDIUL PRIVIND UTILIZAREA BETONULUI DE ÎNALTĂ REZISTENȚĂ LA CONSOLIDAREA ELEMENTELOR STRUCTURALE DEGRADATE

Ioan TUNS<sup>1</sup>, Petru RĂPIȘCĂ<sup>1</sup>, Nicolae FLOREA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea „Transilvania” Brașov, <sup>2</sup> Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași

## DERAȚII GENERALE

Reputul anilor '70 aduc în literatura de specialitate elemente de noutate privind rezultatele experimentale obținute pe betoane preparate inițial cu agregate de concasaj provenite din roci dure, cimenturi de înaltă rezistență mare la compresiune, rapoarte A/C reduse și procedee de punere în operă ce asigură o durabilitate energetică, denumite betoane de înaltă rezistență sau înaltă performanță, notate prescurtat BIR sau

aparitia și extinderea ulterioară a supraplastifiantilor obținuți pe bază de naftalină formaldehidă sulfonată și melamină formaldehidă sulfonată (MFS) au condus la eliminarea dificultăților legate de procedeele de punere în operă și compactare datorită valorilor reduse ale rapoartelor A/C. [1, 3]  
Printr-o dozare și selectare riguroasă a componentilor de bază, însoțită de rapoarte A/C reduse asociate cu prezența superplastifiantilor, a adaosurilor minerale și/sau metalice și prin utilizarea mijloacelor adecvate de punere în operă și compactare s-a ajuns la realizarea betoanelor de foarte înaltă și ultra foarte înaltă performanță.

Caracteristicile fizico-mecanice și de durabilitate deosebite ale betoanelor menționate anterior în comparație cu cele obișnuite, au condus în ultimile decenii la extinderea utilizării acestei game de betoane în structurilor de rezistență a clădirilor de orice gen.

În contextul celor prezentate, studiul experimental conținut în cadrul lucrării, urmărește comportarea în încălzire a unor elemente de rezistență din beton armat, ce au dobândit o anumită stare de degradare și care au fost reabilitate prin îmbrăcarea acestora într-o cămașă rigidă realizată din BIR armat.

## STUDIUL EXPERIMENTAL

Programul experimental s-a desfășurat în trei etape de lucru, după cum urmează:

### Etapa de lucru nr. 1

Încercarea tuturor modelelor experimentale, dintre care 3 elemente până la rupere și 3 elemente până la apariția sarcinii verticale de 30 tf;

### Etapa de lucru nr. 2

Consolidarea elementelor experimentale încercate în prima etapă de lucru până la 30 tf, prin îmbrăcarea acestora într-o cămașă rigidă realizată din BIR armat.

### Etapa de lucru nr. 3

Încercarea până la rupere a modelelor experimentale consolidate în etapa de lucru nr. 2.

## 2.1. Descrierea modelelor experimentale

Modelele experimentale încercate la sarcini verticale în etapa de lucru nr. 1, sunt realizate din beton armat obișnuit, clasa Bc 20, având forma, dimensiunile și armarea din fig. 1.

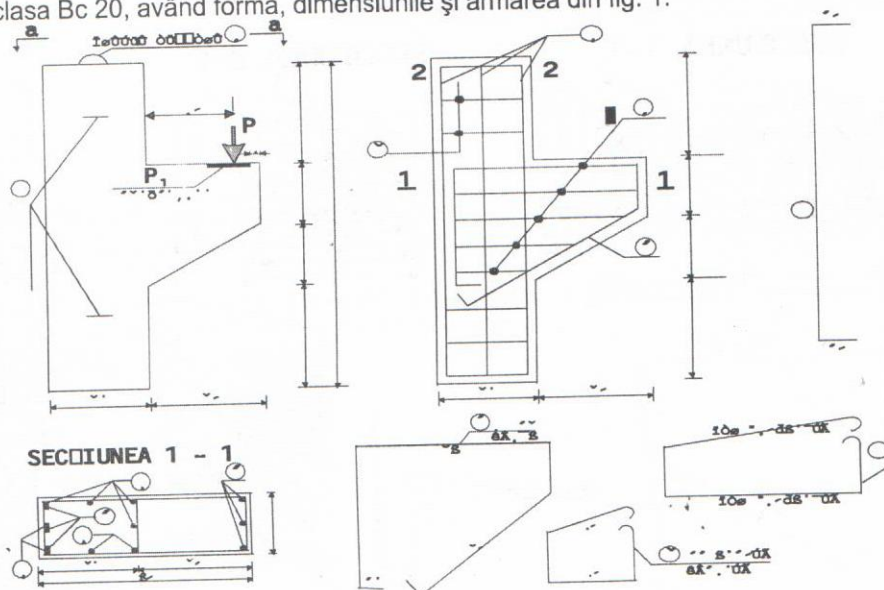


Fig. 1. Plan cofraj și armare elemente experimentale

Compoziția betonului utilizat la realizarea modelelor de lucru este prezentată în tabelul nr. 1.

**Tabelul nr. 1** Rețeta pentru beton clasa Bc 20

Compoziție	Kg/m <sup>3</sup> *l/m <sup>3</sup>
Ciment tip II AM/32,5 R	345
Nisip (0-3) mm, umiditate 4%	655
Pietriș (3-7) mm, umiditate 3%	443
Pietriș (7-16) mm, umiditate 2%	377
Pietriș (16-31) mm, umiditate 1%	434
Apă	138*
Aditiv tip BV 3	2,898*

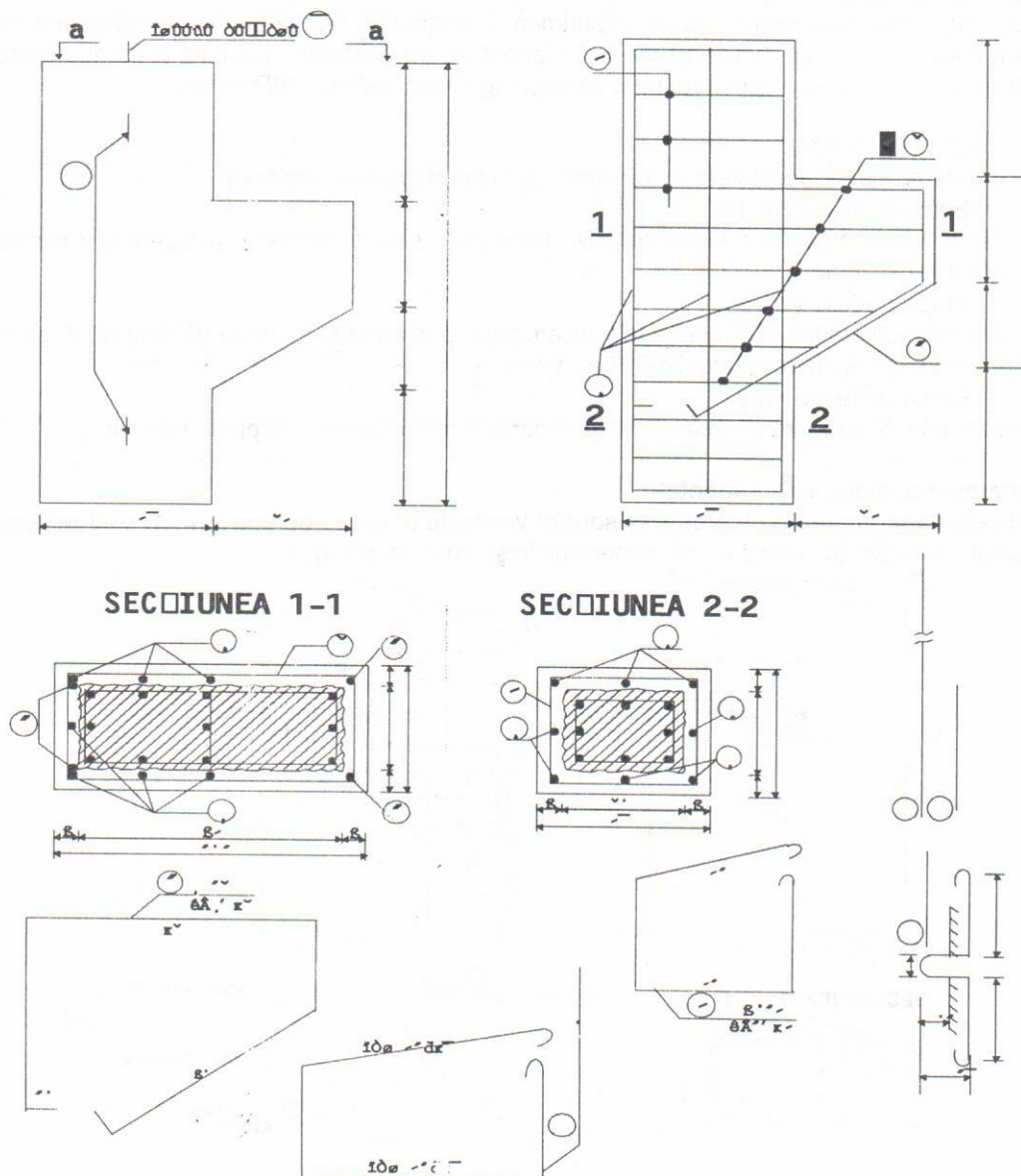
Dimensiunile geometrice ale consolei au fost stabilite pe baza regulilor generale de alcătuire, încadrându-se astfel consola în categoria consolelor scurte. [2], [3].

Armătura longitudinală a consolei s-a dimensionat la momentul maxim din secțiunea de încastare în stâlp, considerând o sarcină verticală de exploatare pe consolă de 20 tf.

Dimensionarea armăturii transversale a fost efectuată pe baza relațiilor de calcul și a prescripțiilor tehnice specifice acestor elemente scurte [2].

Stâlpul de susținere a consolei a fost dimensionat la solicitarea de compresiune excentrică [2].

**Modelele experimentale din etapa de lucru nr. 2** au rezultat în urma consolidării elementelor inițiale prin îmbrăcarea într-o cămașă din BIR armat obișnuit, forma, dimensiunile geometrice și armarea fiind prezentate în fig. 2.



**Fig. 2.** Planșă cofraj și armare elemente experimentale după consolidare.

Dămașa rigidă pentru consolidare a fost realizată din beton de înaltă rezistență, clasa Bc 60/70 având de preparare din tabelul nr. 2.

Tabelul nr. 2 Rețeta pentru BIR clasa Bc 60/70

Compoziție material	Kg/m <sup>3</sup>
Ciment (CEM I 52,5 R)	450
Silice ultrafină (SUF) 10% C	45
Nisip (0-3) mm	525
Pietriș (3-7) mm	525
Pietriș (7-16) mm	791
Superplastifiant	11,7
Apă	153

Pentru derularea studiului experimental prezentat în lucrare au fost confecționate 6 modele, dintre care: CS1-1; CS1-2; CS1-3 încercate până la rupere și CS2-1; CS2-2; CS2-3 încercate până la valoarea sarcinii nominale de 30 tf, iar ulterior consolidate prin procedeul precizat.

### 2.2. Modelele experimentale încercate până la rupere

Pentru modelele CS1-1; CS1-2; CS1-3 (încercate la sarcini verticale până la rupere) cedarea s-a produs la valoarea forței de 48 tf pentru CS1-2; CS1-3 și de 50 tf pentru CS1-1.

Tabloul formării și dezvoltării fisurilor arată că acestea apar în număr de două până la trei, care ulterior se amplifică în fisuri noi de lungime și deschidere mai mică, fig. 3.a.

Cedarea consolelor s-a produs prin deschiderea pronunțată a fisurilor ①, ②, ③, deschiderea și îndesirea microfisurilor formate din fisurile existente și strivirea betonului din vecinătatea colțului inferior de racordare consolă-stâlp, fig. 3.b.

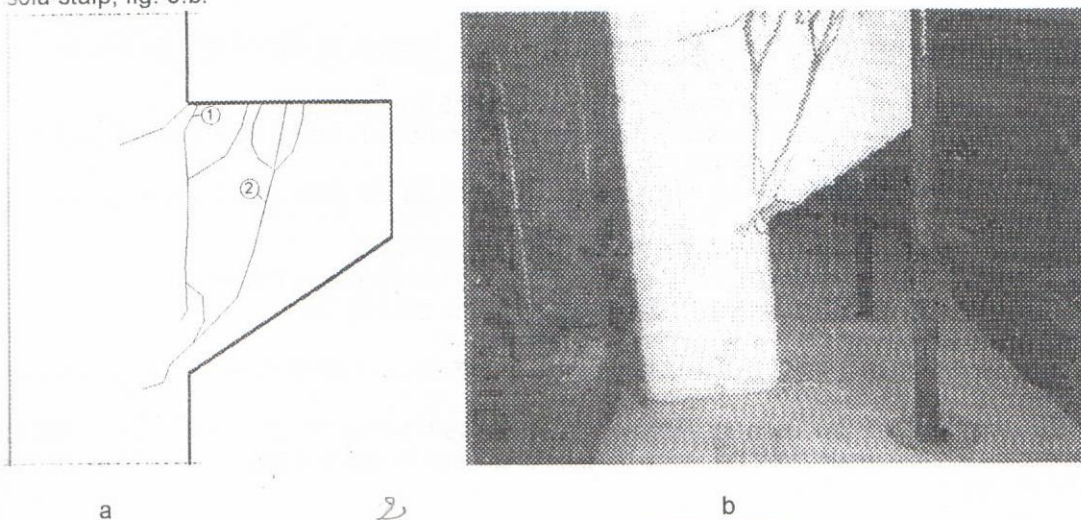


Fig. 3. Releveul fisurilor și cedarea consolei

releveu formare fisuri;  
releveu consolă ruptă.

### 2.3. Modelele experimentale încercate până la 30 tf.

În cazul modelelor realizate în seria a doua de turnare, notate CS2-1; CS2-2; CS2-3, sarcina maximă de încărcare s-a limitat la valoarea de 30 tf.

Se constată și în această variantă de încercare, apariția pe fețele laterale ale consolelor a unui număr de una până la trei fisuri de lungime și deschidere mai mică, fig. 4.



Fig. 4. Releveul fisurilor pentru console încercate până la 30 tf.

**2.4. Comportarea la sarcini verticale a consolelor reabilitate prin cămășuire cu ajutorul BIR**  
 După depășirea perioadei de 28 zile de la consolidare elementele realizate au fost încercate rupere utilizând standul experimental echipat ca în fig. 5.

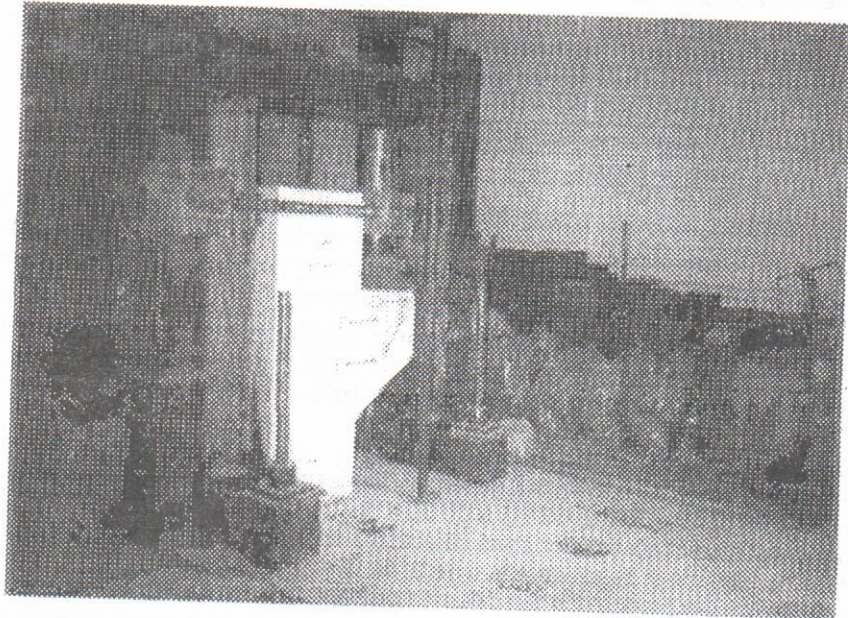


Fig. 5. Stand experimental – Vedere de ansamblu

Din analiza fișelor mde încercare și examinând tabloul formării și dezvoltării fisurilor se desprind următoarele aspecte:

- prezența pe fețele laterale ale consolei a unui număr de 4 până la 5 fisuri principale;
- prima fisură apare în zona de legătură consolă-stâlp pentru toate consolele, la o sarcină verticală de 50 tf pentru CS 2-1; 40 tf pentru CS 2-2 și 45 tf pentru CS 2-3;
- celelalte fisuri sunt înclinate, (aproximativ  $45^\circ$ ), pornesc de sub/sau din vecinătatea plăcii de reazem și se dezvoltă pe înălțimea consolei;
- fisura a doua apare la 60 tf pentru CS 2-1, CS 2-3 și la 70 tf, pentru CS 2-2;
- fisura a treia apare la 75 tf pentru CS 2-1, la 80 tf pentru CS 2-3 și la 85 tf pentru CS 2-2;
- fisura a patra este observată la 85 tf pentru CS 2-1 și la 90 tf pentru CS 2-2, CS 2-3;
- fisura a cincea apare la consola CS 2-3, la sarcina verticală de 90 tf;
- ordinea apariției fisurilor pentru toate elementele este, dinspre zona de racordare cu stâlpul a consolei, capătul acesteia.

Cedarea consolelor s-a produs la o sarcină verticală de 105 tf pentru CS 2-2 și de 118 tf pentru CS 2-3, prin deschiderea și ramificarea fisurilor principale și strivirea betonului de la baza stâlpului de susținere a consolei, fig. 6.

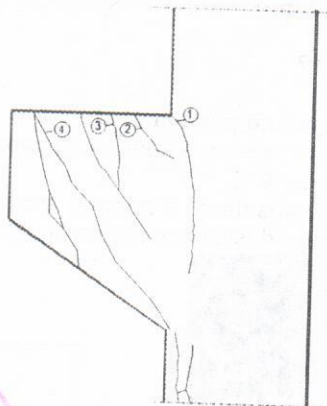
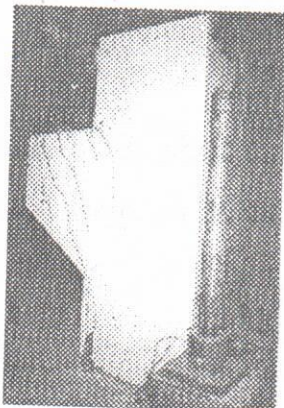


Fig. 6. Relevu fisuri consolă reabilitată

Graficele de variație ale deschiderii maxime a fisurilor în raport cu forța verticală aplicată pe console  
 că:

deschiderea maximă a fisurilor atinge valoarea de 0,1 mm, la valoarea sarcinii verticale de 80 tf pentru CS 2-1 și 80 tf pentru CS 2-2, CS 2-3;  
la valori ale sarcinii verticale, de 110 tf, nu se înregistrează creșteri accentuate (de la o treaptă la alta) ale deschiderii maxime a fisurilor;  
deschiderea consolelor, deschiderea maximă a fisurilor atinge valoarea de 1,20 mm.  
Rezultatele experimentale obținute pe elementele consolidate în varianta „cămașă rigidă de beton armat”, indică o creștere a capacității portante cu cca. 41% și o îmbunătățire a ductilității acestora, în comparație cu rezultatele înregistrate pe elementele experimentale neconsolidate.  
Aceste creșteri se datorează efectului de confinare pe care îl exercită cămașa rigidă de beton armat asupra elementului degradat.

## CONCLUZII

Pe baza observațiilor și a interpretării rezultatelor obținute în urma studiului experimental, se desprind următoarele aspecte principale:  
consolidarea elementelor experimentale (realizate inițial din beton obișnuit) prin îmbrăcare într-o cămașă rigidă de beton armat clasa Bc 60/70 conduce la refacerea capacității portante cu cca. 130% peste valoarea corespunzătoare elementului nedegradat;  
refacerea elementelor consolidate s-a produs la o sarcină verticală mai mare decât cea estimată teoretic cu aproximativ 35%;  
efectul benefic al cămășii realizate din BIR armat, asupra refacerii capacității portante și a sporirii ductilității elementelor consolidate, prin efectul de confinare exercitat asupra betonului degradat;  
ritmul formării și dezvoltării fisurilor este apropiat elementelor de acest tip realizate din beton obișnuit, diferențierile constând în principal în sporirea numărului fisurilor și al ramificațiilor ce pornesc din acestea;  
deschiderea consolelor, deschiderea maximă a fisurilor atinge valoarea de 0,20 mm, inferioară elementelor realizate din beton armat;  
ritmul de prelucrare a suprafeței betonului înainte de consolidare nu influențează asupra capacității de rezistență obținută.  
Cercetările experimentale pe aceste tipuri de elemente vor continua și pentru alte procedee de reabilitare.

## BIBLIOGRAFIE.

- Ion Ionescu, Traian Ispas, Augustin Popăescu – Betoane de înaltă performanță, Editura Tehnică, București 1999;  
\*\*\*STAS 10107/0-1990: Calculul și alcătuirea elementelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat.  
\*\*\*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.  
Ioan Tuns – Teză doctorat „Studiul consolelor scurte din beton armat”  
Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții și Arhitectură, februarie 2003.