

CONFERINȚA INTERNAȚIONALĂ
DEDUCON 70
DEZVOLTARE DURABILĂ ÎN CONSTRUCȚII
Iași, 11 noiembrie 2011
Conferință dedicată aniversării a 70 ani de învățământ superior în construcții la Iași

D10 EXPERIMENTAL STUDY REGARDING CLASS CONCRETE
OPTIMIZATION USED TO CONSOLIDATION OF DAMAGED
STRUCTURAL ELEMENTS

BY

IOAN TUNS*, **MARIUS MANTULESCU** and **FLORIN TAMAS**

University Transilvania of Brasov
Faculty of Civil Engineering

Abstract. Our country built fund is aged, most of the buildings having aged between 10-15 years, some of them present an advanced state of degradation. In this sense, are necessary works of structural rehabilitation for restoring carrying capacity of damaged structural element. Experimental researches results obtained by authors regarding used concrete class optimization for consolidation damaged structural elements, by coating with a rigid concrete reinforcement layer is the major objective.

Key words: concrete reinforcement, short console, crack, concrete class, structural rehabilitation.

1. Introducere

O perioadă lungă de timp s-a considerat că betonul prezintă o mare durabilitate, fiind comparat sub acest aspect, cu „rezistența și durabilitatea pietrei naturale”.

Pe măsură ce nivelul cunoștințelor privind caracteristicile mecanice, fizice și chimice ale betonului au crescut și s-a acumulat o anumită experiență privind performanțele structurilor din beton situate în medii agresive conceptul de durabilitate a căpătat semnificații deosebite.

S-a constatat astfel că, atât elementele din beton simplu cât și cele de beton armat, situate în medii cu agresivitate chimică, precum și cele aflate în condiții normale de exploatare, suferă degradări după o anumită perioadă de timp.

Datorită procesului de deteriorare în timp a betonului, durata de serviciu a unei construcții este limitată. După un anumit număr de ani, starea tehnică a

* Corresponding author: e-mail: ioan.tuns@unitbv.ro

clădirilor trebuie analizată pentru a se stabili măsurile de remediere, consolidare sau în situație extremă, de demolare parțială sau totală.

În funcție de gradul de depreciere a elementului avariata, de condițiile concrete de lucru, de rolul și importanța acestuia în structura, se alege soluția optimă de reabilitare.

Soluția pentru care se optează trebuie să asigure satisfacerea condițiilor de rezistență, rigiditate, stabilitate și durabilitate, atât pentru elementul consolidat cât și pentru construcție în ansamblu.

Lucrările de reabilitare presupun în general atât implicații de ordin tehnic, cât și de ordin economic.

Potrivit unor studii statistice, în majoritatea țărilor dezvoltate se consumă anual peste 40% din fondurile alocate industriei de construcții pentru întreținerea și reabilitarea construcțiilor existente și sub 60% din fonduri sunt folosite pentru realizarea construcțiilor noi.

2. Consolidarea elementelor structurale degradate

2.1. Descrierea modelelor experimentale și a etapelor de lucru

Pentru desfășurarea programului experimental au fost realizate la scară naturală 12 modele de lucru din beton armat obișnuit, clasa C16/20 având forma, dimensiunile geometrice și armarea din fig. 1.

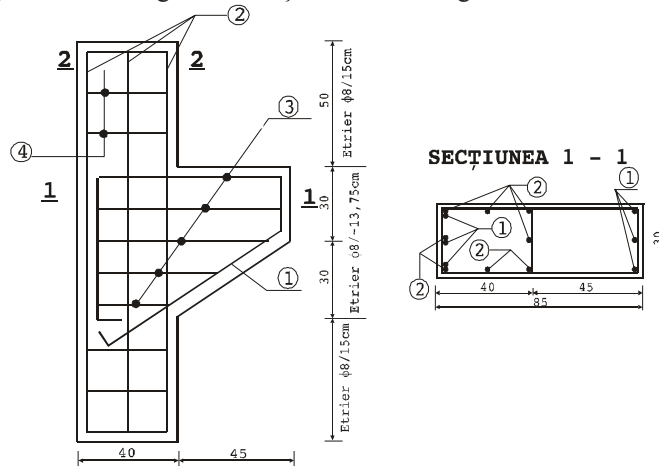


Fig. 1. Forma, dimensiunile geometrice și armarea modelelor experimentale

Programul experimental s-a desfășurat în trei etape de lucru, astfel:

- etapa nr. 1 – încercarea tuturor modelelor experimentale, dintre care:
 - 3 (trei) până la rupere;

- 9 (nouă) până la valoarea încărcării verticale de 20 tf.
- etapa nr. 2 – consolidarea modelelor încercate până la 30 tf prin îmbrăcarea într-o cămașă rigidă din beton armat, având clasele:
 - C16/20 pentru 3 (trei) modele;
 - C18/22,5 pentru 3 (trei) modele;
 - C20/25 pentru 3 (trei) modele.
- etapa nr. 3 – încercarea până la rupere a modelelor consolidate în etapa de lucru nr. 2.

Consolidarea modelelor experimentale încercate până la rupere, prin îmbrăcarea acestora într-o cămașă rigidă din beton armat de clase diferite a avut ca obiectiv principal evaluarea nivelului de refacere a capacității portante pentru fiecare clasă de beton în parte.

Alcătuirea și dimensionarea modelelor experimentale s-a făcut în concordanță cu normele tehnice în vigoare.

2.2. Încercarea până la rupere a modelelor experimentale

Modele experimentale, notate CE1-1, CE1-2, CE1-3 au fost încercate până la rupere, cedarea fiind înregistrată la valori ale încărcării verticale de 48 tf pentru CE1-1 și 50 tf pentru CE1-2, CE1-3.

Tabloul formării și dezvoltării fisurilor arată că acestea apar în număr de două până la patru, care ulterior se ramifică în fisuri noi de lungime și deschidere mai mică (Tuns, 2003), fig. 2a.

Cedarea consolelor s-a produs prin deschiderea accentuată a fisurilor principale ①, ②, ③, ④, deschiderea și îndesirea ramificațiilor formate din fisurile existente și strivirea prin compresiune a betonului din zona inferioară de racordare a feței înclinată a consolei cu stâlpul, fig. 2b.

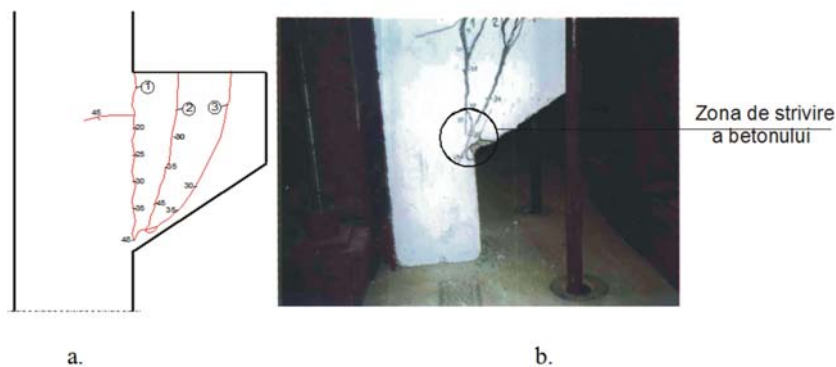


Fig. 2. Releveul fisurilor și cedarea consolelor

2.3. Încercarea modelelor experimentale la valoarea sarcinii de exploatare

Pentru modelele experimentale realizate în seria a doua, a treia și a patra de turnare, notate: CE2-1, CE2-2, CE2-3, CE3-1, CE3-2, CE3-3, CE4-1, CE4-2, CE4-3, sarcina maximă de încărcare s-a limitat la valoarea sarcinii de exploatare de 20 tf, considerată ca reprezentând cca 30% din valoarea sarcinii teoretice de rupere.

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. 3.

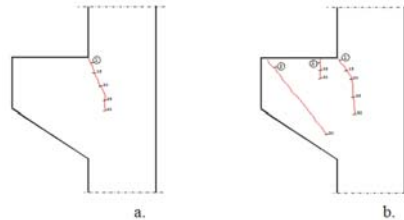


Fig. 3. Releveul fisurilor pentru consolele încercate la valoarea sarcinii de exploatare: a. releveu consolă cu o singură fisură; b. releveu consolă cu trei fisuri

2.4. Comportarea la sarcini verticale a modelelor reabilite prin cămășuire

Modelele experimentale încercate în etapa de lucru nr. 2 la valoarea sarcinii de exploatare au fost consolidate prin îmbrăcarea într-o cămașă din beton armat, clasa:

- C16/20, pentru CE2-1, CE2-2, CE2-3;
- C18/22,5, pentru CE3-1, CE3-2, CE3-3;
- C20/25, pentru CE4-1, CE4-2, CE4-3.

Dimensiunile geometrice și armarea modelelor după consolidare arată ca în fig. 4.

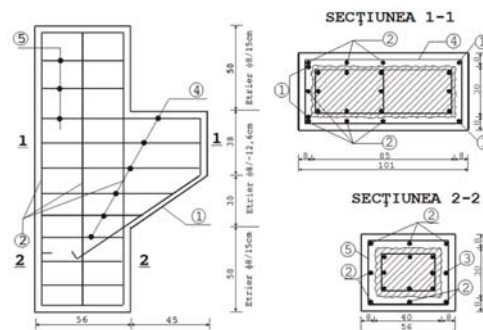


Fig. 4. Forma, dimensiunile geometrice și armarea modelelor consolidate

Rețeta pentru clasele de betoane utilizate la realizarea și consolidarea modelelor experimentale este cuprinsă în Tabelul 1.

Tabel 1

Rețeta de betoane pentru realizarea și consolidarea modelelor experimentale

Clasa beton	Dozaj ciment CEM 1 32,5 R	Dozaj apă (l)	Aditiv Tip BV ₃ l/m ³	Agregate			
				0-4 mm	4-8 mm	8-16 mm	16-31 mm
C16/20	345	138	2,898	655	443	377	434
C18/22,5	365	146	2,898	687	496	377	344
C20/25	405	162	2,898	725	535	344	305

După depășirea perioadei de 28 de zile de la consolidarea prin cămășuire a modelelor experimentale, acestea au fost încercate până la rupere, similar etapei nr. 1 (Tuns 2003).

Din analiza fișelor de încercare a elementelor consolidate privind tabloul formării și dezvoltării fisurilor precum și mecanismul de cedare se desprind următoarele aspecte:

- prezența pe fețele laterale ale consolelor a unui număr de patru până la cinci fisuri principale care în apropierea ruperii se deschid mult și se ramifică în fisuri noi de lungime și deschidere mai mică;
- prima fisură apare pentru toate consolele încercate în zona de legătură consolă-stâlp la o valoare a sarcinii verticale cuprinsă între 25 – 35 tf;
- celelalte fisuri sunt înclinate la aproximativ 45⁰, ce pornesc de sub/sau din vecinătatea plăcii de reazem și se dezvoltă pe înălțimea consolei;
- fisura a doua este observată la valoarea sarcinii verticale cuprinsă între 35 – 55 tf;
- fisura a treia apare la valoarea sarcinii verticale cuprinsă între 45 -60 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C16/20, între 50 – 70 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C18/22,5 și între 50 – 75 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C20/25;
- fisura a patra este observată la valoarea sarcinii verticale cuprinsă între 50 – 60 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C16/20, între 58 – 70 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C18/22,5 și între 55 – 75 tf pentru varianta de consolidare cu beton clasa C20/25;
- fisura a cincea apare la valoarea sarcinii verticale cuprinsă între 60 – 78 tf pentru consolele încercate;
- ordinea apariției fisurilor pentru toate consolele încercate se produc dinspre zona de racordare consolă – stâlp spre capătul consolei, fig. 5.

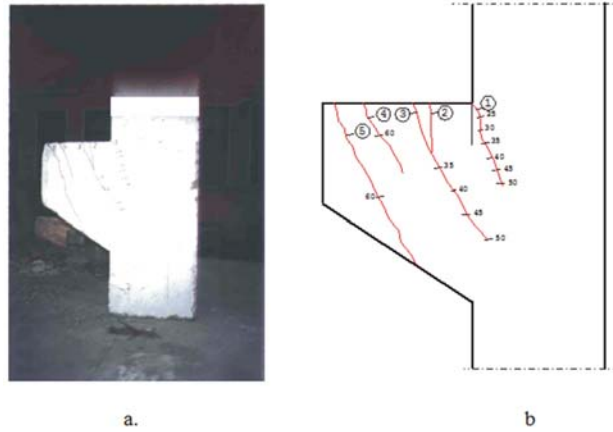


Fig. 5. Relevu fisuri consolă reabilitată: a. vedere element fisurat; b. relevu fisuri

Valorile sarcinii de cedare a elementelor inițiale și consolidate în variantele claselor de beton C16/20, C18/22,5, C20/25 sunt prezentate sugestiv în graficele din fig. 6.

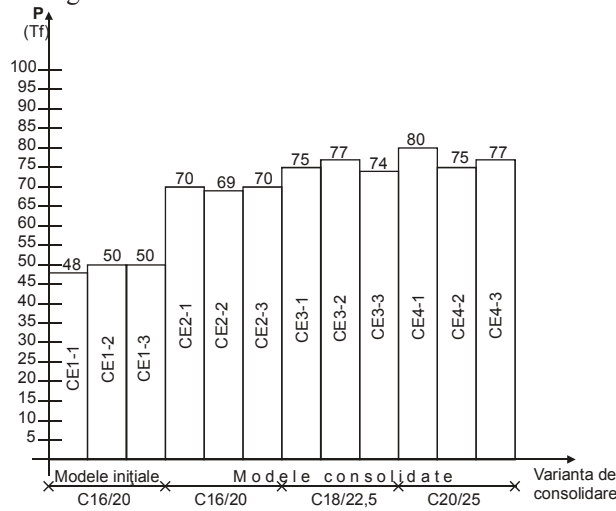


Fig.6 Reprezentarea grafică a valorilor sarcinii de cedare pentru modelele inițiale și consolidate

4. Concluzii

Analiza rezultatelor obținute în urma desfășurării programului experimental pe modelele inițiale și consolidate prin îmbrăcarea acestora într-o

cămașă din beton armat, clasele C16/20, C18/22,5 și C20/25 conduc la formularea următoarelor concluzii:

- ✓ evidențierea rolului benefic al cămașii din beton armat asupra nivelului de refacere a capacității portante și a sporirii ductilității elementelor consolidate prin exercitarea efectului de confinare asupra betonului degradat;
- ✓ tabloul formării și dezvoltării fisurilor este asemănător pentru toate clasele de beton utilizate la realizarea cămașii;
- ✓ nivelul de refacere a capacității portante, notat „ n_{rcp} ” a elementelor degradate și consolidate prin îmbrăcarea acestora într-o cămașă din beton armat de clase diferite se prezintă astfel:

- varianta de consolidare cu beton clasa C16/20

$$n_{\text{rcp}} = \frac{\text{Sarcina(medie) capabilă elem. consolidate}}{\text{Sarcina(medie) capabilă elem. inițiali}} = \frac{69,7 \text{ tf}}{49,3 \text{ tf}} = 1,41$$

- varianta de consolidare cu beton clasa C18/22,5

$$n_{\text{rcp}} = \frac{75,33 \text{ tf}}{49,3 \text{ tf}} = 1,52$$

- varianta de consolidare cu beton clasa C20/25

$$n_{\text{rcp}} = \frac{77,33 \text{ tf}}{49,3 \text{ tf}} = 1,57$$

Analizând din punct de vedere tehnico-economic nivelul de refacere a capacității portante a elementelor degradate și consolidate prin îmbrăcarea acestora într-o cămașă din beton armat de clasă cel puțin egală celei din care este realizat elementul inițial rezultă „clasa optimă a betonului utilizat pentru consolidare ca fiind egală cel mult cu o clasă peste cea din care este realizat elementul degradat”.

BIBLIOGRAFIE

- Ioan Tuns – Teză doctorat „Studiul consolelor scurte din beton armat” Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții și Arhitectură, februarie 2003.
- ***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.
- ***STAS 10107/0-1990: Calculul și alcătuirea elementelor structurale din beton, beton armat și beton precomprimat.