

CONSIDERAȚII PRIVIND COMPORTAREA CONSOLELOR SCURTE DIN BETON ARMAT SUB ACȚIUNEA ÎNCĂRCĂRILOR

Drd. ing. Tuns Ioan*

1. Introducere

Consolele scurte din beton armat, de regulă intră în alcătuirea structurilor industriale și asigură în majoritatea cazurilor rezemarea altor elemente de construcție, transmitând prin eforturi de compresiune, încărcările preluate, către elementele de care acestea sunt solidar legate, fig. 1a.

Există însă și unele situații în care consolele scurte transmit prin suspendare încărcările elementelor de care sunt legate, fig. 1b.

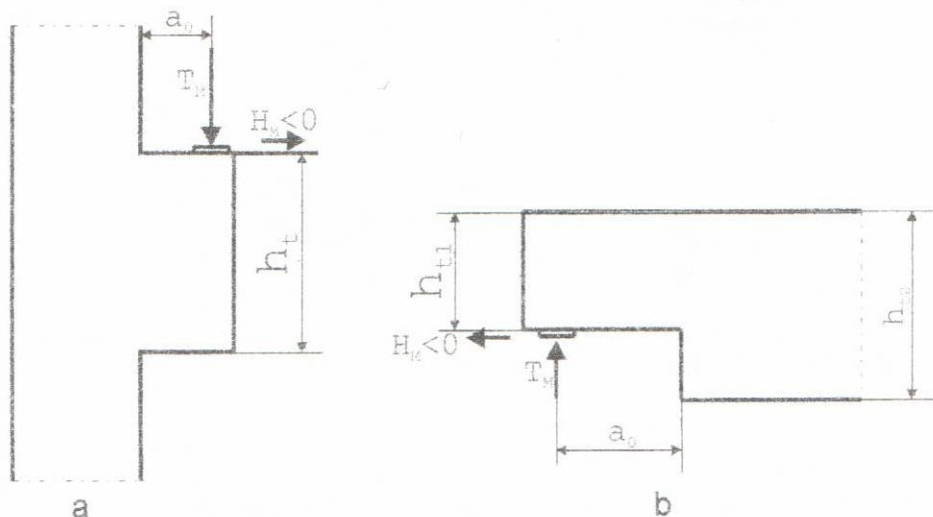


Fig. 1. Moduri de transmitere a încărcării pe consolele scurte.
a. prin compresiune b. prin întindere.

Procesul de preluare și de transmitere a încărcărilor, trebuie să se realizeze în condițiile asigurării cerințelor de rezistență, stabilitate și durabilitate, atât pentru console, cât și pentru construcție în ansamblu.

2. Console scurte supuse acțiunii continue a sarcinii

Pentru a pune în evidență capacitatea portantă a consolelor scurte din beton armat, s-au efectuat o serie de teste experimentale pe un număr suficient de mare de console.

Testele au urmărit cercetarea stării de solicitare în **sprijinul contrafort** și în **armătura** cu care acesta se intersectează [1].

S-au făcut cercetări pe console având forma, dimensiunile, deschiderea de forfecare și modul de armare diferit.

În fig. 2 se prezintă două tipuri de console duble care au fost supuse studiului experimental [1].

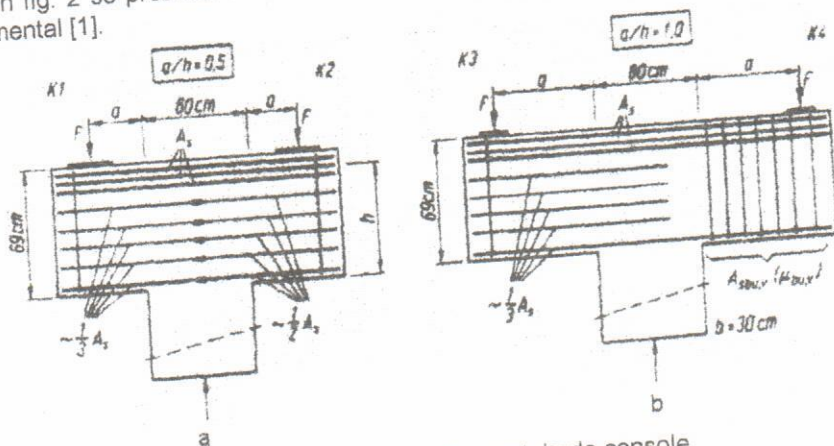


Fig. 2. Modelele experimentale de console
 a - consolă dublă cu raportul $a/h = 0,5$
 b - consolă dublă cu raportul $a/h = 1$

Consolele K_1 și K_2 au armătura transversală realizată din etrieri orizontali, cu aria secțiunii egală cu aproximativ $1/3$ și $1/2$ din aria armăturii longitudinale.

Consola K_4 a fost prevăzută cu armătură transversală realizată din etrieri verticali, a căror arie reprezintă circa $1/3$ din aria armăturii longitudinale, iar consola K_3 cu etrieri orizontali a căror arie reprezintă $1/3$ din aria armăturii longitudinale A_s .

Consolele au fost încercate până la rupere, mecanismul de cedare fiind diferit pentru fiecare dintre ele.

▪ **Consola K_1**

Fisurile au apărut și și-au mărit deschiderea în lungul diagonalei comprimate. Cedarea însă s-a produs ca urmare a intrării în curgere a etrierilor orizontali și strivirea betonului din zona inferioară a sprijinului contrafort.

În armătura longitudinală nu s-a atins limita de curgere.

▪ **Consola K₂**

După consolidarea consolei K₁ cu un dispozitiv special și încărcarea cu o sarcină de 1000 KN aceasta a cedat. În consola K₂ eforturile unitare de întindere din etrieri s-au apropiat de limita de curgere, iar în diagonala comprimată deformațiile betonului au depășit valoarea de 4‰.

▪ **Consola K₃**

Betonul din reazemul contrafort a crăpat brusc, urmat de cedarea betonului din întreaga zonă comprimată.

▪ **Consola K₄**

Cedarea s-a produs prin intrarea în curgere a armăturii longitudinale, urmată de cedarea prin strivire a betonului din zona de reazem. Și în etrierii verticali s-a atins limita de curgere în momentul cedării consolei.

Tabloul formării și dezvoltării fisurilor în consolele K₃ și K₄ este prezentat în fig. 3.

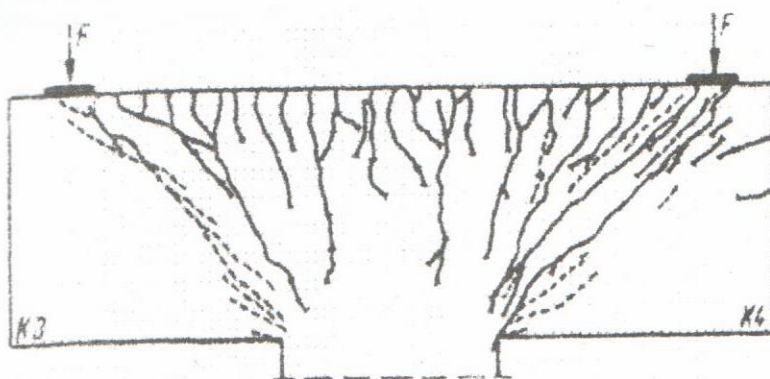


Fig. 3. Diagrama fisurilor în consolele K₃ și K₄

Urmărind diagrama alungirilor suferite de armăturile consolelor încercate, a rezultat că [1]:

- armătura longitudinală din consolele K₁ și K₂ a suferit alungiri aproape constante între punctele de aplicare a sarcinii;
- pentru consolele K₃ și K₄ alungirile armăturilor longitudinale au scăzut spre punctele de aplicare a sarcinii, fig. 4a;
- alungirile maxime ale etrierilor orizontali și verticali s-au produs în zona de intersecție cu fisurile din diagonala comprimată, fig. 4b.

De asemenea s-a constatat că etrierii orizontali așezați în vecinătatea armăturii longitudinale, participă la preluarea eforturilor de întindere din încovoiere. În zona sprijinului contrafort etrierii participă la preluarea eforturilor de întindere din beton, datorită deformării transversale.

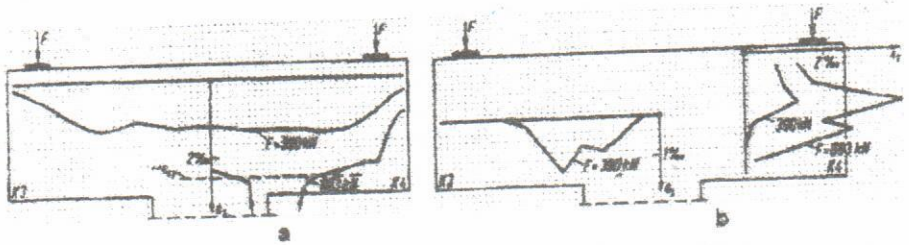


Fig. 4. Distribuția alungirilor în armături
 a - în armătura longitudinală
 b - în etrierii orizontali și verticali

Examinând distribuția eforturilor de compresiune aferente, pe direcția diagonalei comprimate, prezentate în fig. 5, se constată următoarele [1]:

- comprimările cele mai mari ale betonului se produc în colțul inferior de racordare a consolei cu stâlpul;
- betonul din această zonă este solicitat la compresiune biaxială;
- cedarea betonului s-a produs în fața colțului de compresiune, unde solicitarea este monoaxială;
- comprimările betonului în apropierea sau chiar în colțul de compresiune, au fost influențate atât de aria secțiunii etrierilor cât și de înclinajia lor față de sprijinul contrafort.

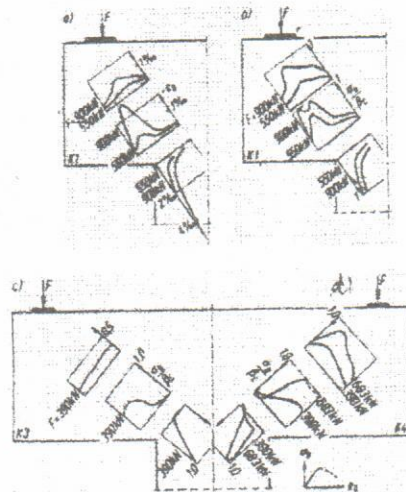


Fig. 5. Distribuția eforturilor de compresiune în beton
 a, b - consola K_1
 c - consola K_3
 d - consola K_4

În toate cazurile analizate, consolele au cedat ca urmare a eforturilor de întindere din beton, datorită solicitărilor la compresiune a sprijinului contrafort.

Cercetările teoretice [1] au arătat că forța de întindere ce determină fisurarea sprijinului contrafort depinde atât de înălțimea zonei de compresiune din colțul inferior de racordare consolă-stâlp, notată „X”, cât și de lățimea „X_a” a contrafortului în zona de aplicare a sarcinii, fig. 6a.

Forța de întindere ce provoacă crăpătura Z_{sp}, crește odată cu creșterea raportului a/h și nu este proporțională cu forța de întindere Z_s, din armătura longitudinală întinsă, fig. 6b.

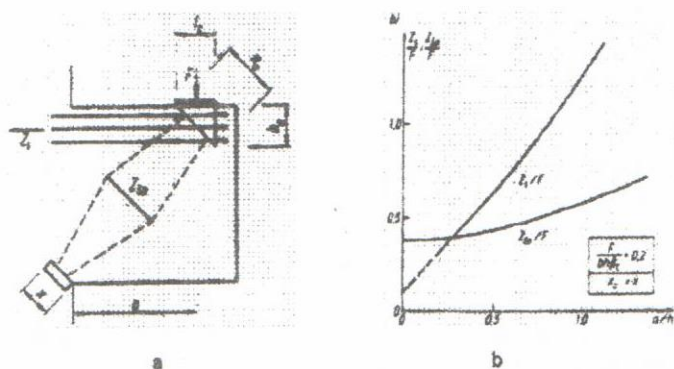


Fig. 6. Dependența forței de întindere din sprijinul – contrafort
 a – de lățimea și înălțimea contrafortului
 b – de deschiderea de forfecare a consolei

Dacă înclinația sprijinului – contrafort β este mai mică de 45° , fig. 7, atunci eforturile de întindere din etrierii verticali sunt mai mici decât cele din etrierii orizontali.

Astfel pentru consolele de tip „foarte scurt”, etrierii orizontali sunt mai eficienți.

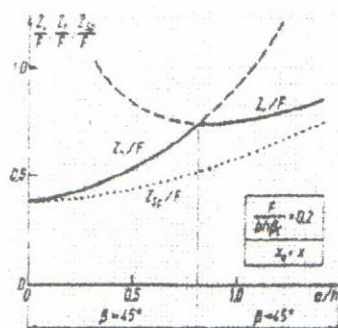


Fig. 7. Dependența eforturilor de întindere din etrierii verticali și orizontali, funcție de înclinația sprijinului – contrafort.

3. Comportarea la acțiunea seismică a consolelor ce aparțin unor structuri industriale.

3.1. Particularități ale degradărilor produse de acțiunea seismică

Se va prezenta în acest sens, comportarea consolelor scurte din beton armat aparținând depozitelor B și C ale unității DRIDU – DGRS, la acțiunea seismică [2]; [3].

Magazia B este o clădire tip parter, de formă dreptunghiulară, având în plan dimensiunile 54 x 132 m, cu rost de dilatație - tasare între axele XI și XII, ca în fig. 8 și o înălțime liberă de 6 m la nivelul tirantului fermei de acoperiș.

Structura de rezistență este formată din cadre transversale prefabricate cu trei deschideri a 18 m fiecare, dispuse în lungul halei la o distanță de 12 m interax, fig. 8, 10.

Cadrele transversale sunt constituite din stâlpi de beton armat cu secțiune constantă și ferme din beton precomprimat tip F18 – 15, ce reazemă pe capul stâlpilor prin intermediul unor console scurte, fig. 11.

În sens longitudinal, cadrele transversale sunt rigidizate cu ajutorul unor grinzi jug cu inimă plină ce reazemă pe șirurile interioare de stâlpi ca în fig. 8.

Grinzile longitudinale sunt prevăzute în câmp cu console dispuse la partea inferioară a grinzii, ce servesc la rezemarea unor ferme precomprimate de același tip (F18 – 15) ca și cele din axul stâlpilor, fig. 8, 9, 12.

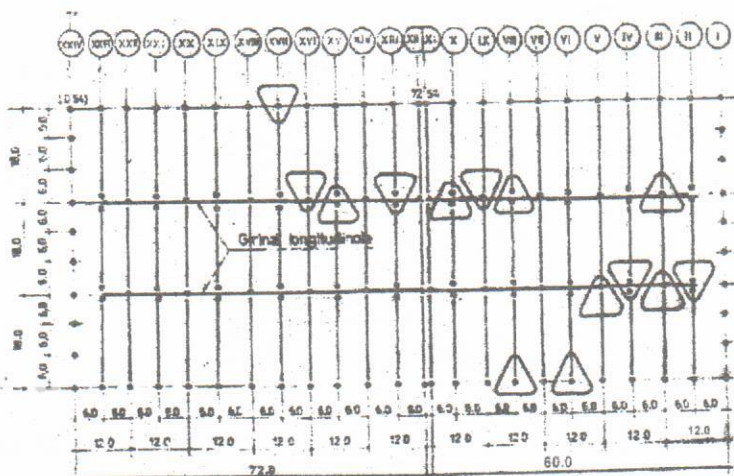


Fig. 8. Magazia "B" – Dispunerea în plan a cadrelor și poziția zonelor degradate.

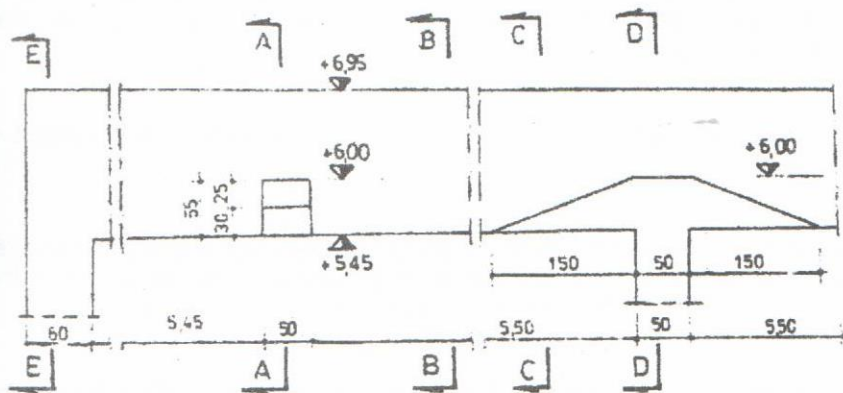


Fig. 9. Secțiune longitudinală prin grinda jug.

În acest fel se obțin travei de 6 m, ce permit utilizarea panoulor de acoperiș tip PB1 (de 6 m lungime).

Rezultă prin acest mod de dispunere a fermelor de acoperiș și prin sistemul de rezemare al acestora, două tipuri de cadre transversale, ca în fig. 10.

În sens longitudinal și transversal, structura de rezistență este rigidizată prin ziduri de cărămidă de 25 cm, care rezolvă și închiderile perimetrice ale halei. La partea superioară a zidurilor sunt dispuse elemente prefabricate de cornișă. Stâlpii cadrelor transversale sunt încastrați la partea inferioară în fundații tip pahar, care sunt legate pe contur prin grinzi de fundație de formă dreptunghiulară cu secțiunea 30 x 45 cm.

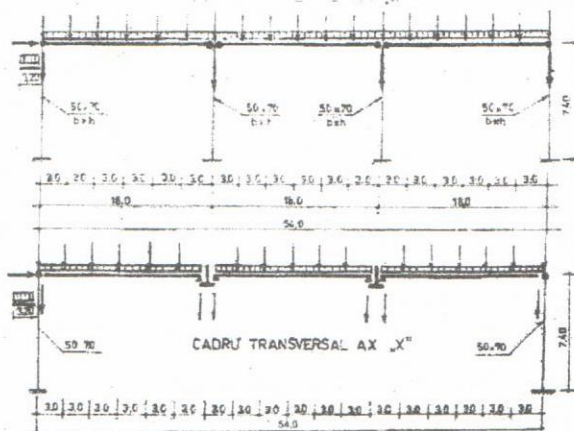


Fig. 10. Magazia "B" - Tipuri de cadre transversale.

În urma cutremurului din august 1986 s-a semnalat fisurarea unor console, dispuse atât pe capul stâlpului cât și pe înălțimea grinzii jug, la partea inferioară a acesteia, ca în fig. 11, 12.

S-au identificat astfel deteriorări la 14 console de reazem din totalul celor 96 existente.

Forma de prezentare a fisurilor pe console este specifică acțiunii forței tăietoare, pornind de la partea superioară a consolei (din zona de reazem a fermei), înclinat la aproximativ 45° și ajungând la partea inferioară a consolei spre exterior.

Acest mod de prezentare a fisurilor este comun pentru toate consolele, indiferent de poziția lor în plan și indiferent dacă consolele sunt poziționate pe capul stâlpilor sau la partea inferioară a grinzii jug.

Fisurile semnalate sunt în număr de una până la trei pe fiecare ramură a consolei, ca în fig. 11 și 12.

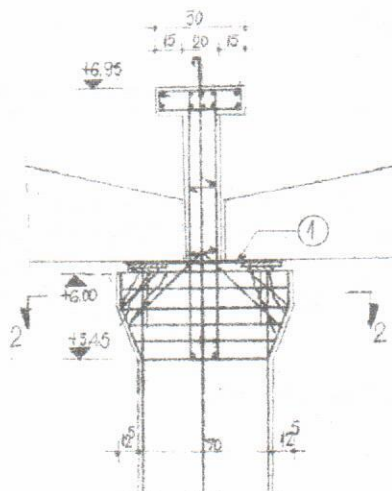


Fig. 11 – Magazia "B" – Consolă de capăt, stâlp curent central. Detaliu alcătuire consolă, poziționare traseu fisură.

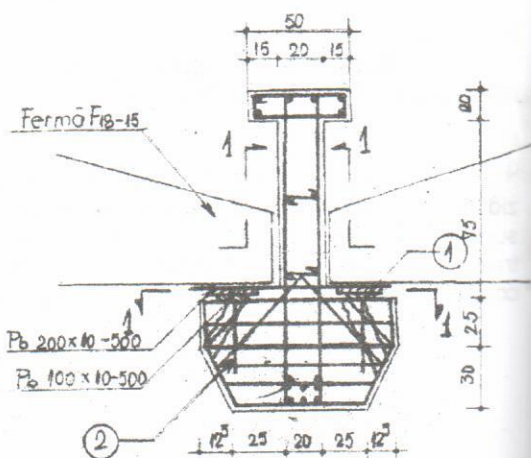


Fig. 12. Magazia "B" – Consolă dispusă pe grinda jug. Detaliu alcătuire consolă, poziționare traseu fisură.

3.2. Factori determinanți ai stării de degradare

Procedeele folosite pentru analiza stării de degradare au constat în:

- examinarea vizuală privind aspectul betonului de protecție a armăturilor;
- examinarea vizuală a stării armăturii și betonului în zonele cu defecțe;
- constatări asupra dimensiunilor geometrice ale consolelor;

- determinarea adâncimii de dezalcalinizare a betonului prin tratare cu soluție de fenolftaleină;
- efectuarea de sondaje în stratul de acoperire cu beton, până la suprafața armăturii în zonele fisurate sau cu defecte.

Rezultatele acestor investigații, au scos în evidență un complex de factori care au favorizat degradarea prin fisurare a consolelor [3], cum ar fi:

- fisurile din contracția betonului, în zona de contact dintre betonul prefabricat din stâlp și betonul nou turnat în consola din capul acestuia;
- starea de solicitare defavorabilă a grinzii jug prin rezemarea pe consola scurtă dispusă la partea inferioară a inimii acesteia, a fermei de acoperiș;
- reducerea suprafeței de contact consolă-fermă, prin amplasarea plăcuțelor metalice de la partea superioară a consolei, neînglobate pe grosimea acestora în beton, ci la suprafața acestuia, fig. 11, 12 ;
- completarea spațiului rămas liber între partea inferioară a capului fermei de acoperiș și partea superioară a consolei, prin folosirea șipcilor din lemn, în locul fâșiilor din cauciuc prevăzute prin proiect;
- carbonatarea betonului, de protecție a armăturii consolelor;

Din cele prezentate, rezultă că, deși starea de degradare a consolelor a fost pusă în evidență de acțiunea seismică, procesul a fost influențat favorabil și de existența unor deficiențe de execuție și alcătuire.

4. Concluzii

În lucrare este prezentat mecanismul de cedare pentru diverse tipuri de console scurte din beton armat, supuse acțiunii continue a încărcării și a sarcinilor produse de seism.

Mecanismul de formare, dezvoltare și distribuție a fisurilor, a condus la formularea unor concluzii cu privire la aportul armăturii transversale în preluarea eforturilor unitare de întindere ce produc fisurarea sprijinului contrafort și a cauzelor ce au favorizat fisurarea în cazul acțiunii seismice.

BIBLIOGRAFIE

1. Eibl J. ș.a. – Cercetări asupra sarcinii portante a diagonalelor comprimate în console, Beton Undstahlbetonbau, GE, vol. 88, nr. 1, 1993, pag. 23+26.
2. Florea N., Tuns I. – "Aspecte privind deteriorarea unor console scurte din beton armat. Soluții practice de reabilitare", Conferința națională pentru comportarea în situ a construcțiilor, Buziaș 1998.
3. Mihul A., Florea N. – Expertiza tehnică și soluții de recondiționare a structurii de rezistență a depozitelor B și C afectate de seism la Unitatea DRIDU – I.P.Iași, Fac. de Construcții, 1998.