



A III –a Sesiune Științifică

CIB 2007

15 - 16 Noiembrie 2007, Brașov

CONSOLIDAREA PEREȚILOR STRUCTURALI DIN ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ PRIN CAMASUIRE CU FEROCIMENT

Gavrilă MUNTEAN¹, Radu MUNTEAN², Traian ONET³

¹⁾ Universitatea Transilvania Brașov, Brașov, radu.m@unitbv.ro

²⁾ Universitatea Transilvania Brașov, Brașov

³⁾ Universitatea Tehnică Cluj Napoca, Cluj Napoca

Abstract: This paper presents, in a succinct way, some aspects regarding the advantages of the bricks masonry walls that make their consolidation, in case of damage, necessary and realistic. Are presented then some various solutions of strengthening, insisting on that made by micro-concrete reinforced with thin wire mesh, also named “ferrocement”, a solution verified by practice in the INCERC Cluj-Napoca laboratory.

Keywords: ferrocement, micro-concrete, consolidation

1. GENERALITATI

Cei mai utilizați pereți structurali au fost, sunt încă și vor fi probabil și în continuarea o bună perioadă de timp, cei din zidărie de cărămidă care prezintă o serie de avantaje între care:

- sunt durabili: o zidărie de cărămidă bine executată și întreținută corespunzător poate rezista câteva sute de ani;
- prezintă o bună izolare termică: au coeficienți de conductivitate termică reduși $\lambda_0=0,80\text{W/mK}$;
- asigură o bună izolare acustică;
- asigură o respirație bună a încăperilor;
- rezistență bună la foc;

Din diferite cauze, zidăriile din cărămidă suferă deteriorări și degradări între care cele mai frecvente sunt fisurile și crăpăturile. De multe ori sub o fisură apărută în tencuială se găsește o crăpătură profundă în zidărie.

Privite din acest punct de vedere avariile zidăriilor sunt de două feluri și anume:

- crăpături pronunțate care indică dislocări masive de zidărie;
- crăpături sau fisuri mici dar numeroase care indică o dezagregare a zidăriei.

2. CAUZELE DETERIORARII ZIDARIILOR

În general, cauzele care produc deteriorarea sau degradarea zidăriilor sunt:

- îmbătrânire în timp a materialului (cărămizile și mortarul);
- lipsa întreținerii construcției și apariția fenomenului de condens;
- degradarea terenului de fundare ca urmare a infiltrațiilor apelor pluviale, a pierderilor din instalațiile de aducțiune sau canalizare, a ridicării nivelului pânzei freatice sau a schimbării traseelor acestora datorită unor construcții noi;
- acțiunea seismică;
- alte acțiuni extraordinare cum ar fi exploziile, incendiile, ș.a.

3. CONCEPTIA ȘI PRINCIPIILE GENERALE DE CONSOLIDARE

Conceptia de consolidare a construcțiilor din zidărie trebuie să urmărească în general următoarele aspecte:

- eliminarea cauzelor care produc degradarea materialelor;
- evitarea schimbării sistemului structural;
- îmbunătățirea transmiterii încărcărilor la fundații;
- legarea elementelor verticale adiacente;
- realizarea conlucrării dintre elementele structurale verticale;

Consolidarea structurilor din zidărie se poate face prin:

- refacerea zidărilor dislocate;
- betonarea parțială în ștrepi ;
- injectarea și matarea fisurilor și crăpăturilor;
- coaserea fisurilor cu scoabe din oțel;
- cămășuirea pereților cu mortar, beton sau materiale compozite;
- bordarea golurilor;
- legarea zonelor de colț;
- introducerea de tiranți și/sau eclise metalice ;
- dispunerea de elemente orizontale și verticale din beton armat.

Conceptul de consolidare a sistemului structural poate impune combinarea procedeelor indicate mai sus, în funcție de cauzele care au produs avaria, mecanismul de cedare și în mod special starea construcției.

La efectuarea oricărei lucrări de reabilitare a structurilor din zidărie de cărămidă o etapă principală este pregătirea zidăriei, care constă în următoarele:

- înlăturarea tencuielilor existente;
- adâncirea rosturilor pe 15-20mm;
- îndepărtarea materialului neaderent prin frecare cu peria de sârmă până la deschiderea porilor pietrei de zidărie;
- suflarea cu aer comprimat a zonelor curățate pentru îndepărtarea prafului.

4. CONSOLIDAREA PRIN CAMASUIRE

În cele ce urmează ne vom referi la soluția de consolidare prin cămășuirea pereților. Această soluție este indicată în cazul structurilor vechi puternic deteriorate la care capacitatea portantă a pereților structurali este mult diminuată.

În practică se întâlnesc diferite soluții de consolidare prin cămășuire a pereților din zidărie. Astfel, se întâlnesc cămășuieli pe una sau ambele fețe ale pereților structurali cu mortar pe bază de ciment sau cu beton, armarea făcându-se cu plase sudate din sarma de 4-6mm grosime și ochiuri de 100-200mm, bare independente legate sub formă de plase cu grosimi de 6-8mm, grile polimerice sau plase din sârmă subțire de 1-2mm grosime și ochiuri dreptunghiulare sau hexagonale de 20-30mm, așezate pe unul sau mai multe rânduri în grosimea stratului de cămășuială.

Fiecare din aceste soluții au o serie de avantaje și dezavantaje precum și o serie de particularități.

Dacă pentru consolidarea pereților utilizând plase sudate de grosimi mari, sau utilizând grilele polimerice s-au făcut o serie de cercetări și s-au dat soluții concrete [8],[9],[10], pentru consolidarea cu microbeton armat cu plase subțiri denumit ferociment [1],[2],[3],[4],[5], se cunosc mai puține elemente și de aceea prezentăm în continuare câteva aspecte care să pună în evidență această soluție rezultate în urma încercărilor efectuate pe modele experimentale la INCERC Cluj-Napoca.

Pereții din zidărie utilizați de către INCERC Cluj Napoca pentru obținerea de informații în vederea îmbunătățirii metodelor de calcul al structurilor din zidărie la acțiuni seismice [11], au fost utilizați de către noi pentru a verifica eficiența consolidării prin cămășuire cu ferociment și corespondența între modelul teoretic de calcul cu cel experimental.

Pereții din zidărie au fost realizați în doua variante respectiv: din cărămizi ceramice pline de 240x115x63mm și cărămizi ceramice cu goluri verticale GVP 290x240x138mm. Mortarul de zidărie a fost M50. În ambele variante s-a realizat și o înrămare a zidăriei pe contur cu stâlpișori de 24x10cm și centuri de 24x20cm din beton clasa Bc10 (B150) conform normativului P2-85. Armatura verticală din stâlpișori a fost 4φ8 PC52 și a fost ancorată în fundații și centura superioară. Armarea transversală a stâlpișorilor a fost din bare de sarma neagră F5mm având un procent de armare transversal de 0.157%. Dimensiunile finale ale panourilor de zidărie au fost: h=190cm (inclusiv centura de 20cm), l=180cm iar grosimea de 24cm.

Modelele de pereți au fost încercate la încărcări laterale ciclice în prezenta unei încărcări verticale constante ce a produs la baza lor un efort axial de 0.4Mpa (inclusiv greutatea proprie)

Urmare încercărilor efectuate în anii 2001-2002 s-a constatat ca panourile din zidărie confinate cu stâlpișori au cedat la forța tăietoare prin lunecare pe traseul fisurilor înclinate și forfecarea stâlpișorilor.

Pentru consolidarea pereților respectivi care au fost încercați inițial până la rupere, s-a utilizat următoarea tehnologie:

- s-a cioplit cu dalta a suprafețele afectate pentru a se îndepărta materialul deteriorat (exfoliat, zdrobit, etc.);
- s-a curățat suprafața cu un jet de apă și cu peria de sârmă pentru îndepărtarea bucăților mici de material și a prafului;
- pe suprafața curată și rugoasă s-au bătut cuie în rosturile de mortar. Distanța dintre cuie a fost de 20...25cm, iar lungimea liberă rămasă, de 10...15mm. Odată cu cuiele s-au montat discuri (rondele) de plastic, cu rol de distanțier;
- s-a aplicat pe suprafață un strat de amorsaj din lapte de ciment;
- s-au poziționat câte 2 rânduri de plase de sârmă de oțel zincat având diametrul de 1mm și ochiuri de 10x10mm. Pentru fixarea plaselor s-au utilizat cuiele poziționate anterior;
- s-a aplicat mortarul prin torcretare în grosime medie de 3,5cm având grija ca stratul de acoperire să fie cel puțin 0,5cm; mortarul a fost preparat după următoarea rețeta: ciment Pa40 - 500kg/mc, nisip 0-3mm 1700 kg/mc, apă 250kg/mc. Din încercările pe epruvetele confecționate din acest mortar au rezultat valori ale rezistențelor la compresiune de 7,5N/mm² la 7 zile și de 39N/mm² la 28 de zile. Valorile rezistențelor la întindere din încovoiere au fost de 1,12N/mm² la 7 zile și de 7,75N/mm² la 28 de zile.
- s-au finisat fețele elementului prin aplicarea unui glet și vopsirea în alb pentru a fi mai vizibile fisurile;

Încercarea elementelor consolidate s-a făcut în aceleași condiții ca cele neconsolidate, respectiv prin aplicarea unor forte laterale alternante cu ajutorul cricurilor hidraulice în prezenta unei forte verticale ce a creat la baza panoului de zidărie un efort de 0,4N/mm².

Cele doua straturi de mortar torcretat au realizat împreuna cu zidăria ruptă un tot unitar așa de rigid încât la forte laterale egale cu cele care au provocat ruperea panourilor neconsolidate, respectiv 224KN, panoul se rotea ca un solid rigid în raport cu punctul de contact dintre zid și fundație fără să se înregistreze fisuri pe fetele panoului.

Petru a se putea mobiliza mortarul de torcretare a fost necesar să se recurgă la blocarea rotirii prin introducerea unui tirant suplimentar montat la marginea panoului de zidărie consolidat.

În aceasta noua situație s-au aplicat forțele alternante în ritm crescător începând cu valoarea de 40KN în trepte de 40kN. Cedarea s-a produs în jurul valorii forței laterale de 230KN, la ciclul VI, când s-a desprins coaja de mortar de pe zidărie.

În fig.1 și 2 sunt redate diagramele F- Δ (forță - deplasare) pe cicluri de încărcare pentru panoul de zidărie neconsolidată, respectiv al aceluiași panou de zidărie consolidat prin cămășuire.

În fig. 3 și 4 sunt redate releveele fisurilor pentru panoul neconsolidat respectiv pentru același panou consolidat în stadiul de cedare.

În fig.5 și 6 sunt redate schema de încercare și modul de echipare cu aparatură de măsură a elementului încercat.

În fig.7 (foto) este prezentat panoul supus încercării cu echiparea descrisa anterior.

5. CONCLUZII.

În urma încercărilor efectuate la scara naturala descrise mai sus se pot concluziona următoarele.

- prin aplicarea cămășuirii pe 2 fete, cu mortar de ciment și plase de sârmă subțire, elementul și-a recăpătat capacitatea portanta inițial (chiar ușor sporită);

- din analiza diagramelor F- Δ se constata o majorare a rigidității elementului consolidat prin cămășuire, în ciuda faptului ca acesta a fost practic fracturat la încercarea inițială (în stare neconsolidată).

- din analiza releveelor fisurilor se constata ca în timp ce panourile de zidărie neconsolidată prezintă fisuri foarte mari cuprinse între 10 și 30mm, la panourile consolidate aceste fisuri sunt mult mai mici, respectiv între 0.05 și 0,5mm.

6. AVANTAJELE SOLUTIEI

Calitatea ferocimentului de a avea o foarte bună rezistență la fisurare conferă acestuia un mare avantaj față de utilizarea betonului armat. Rezistența la fisurare mărită, combinată cu facilitatea punerii lui în operă, precum și greutatea proprie relativ mică și costul scăzut, fac din ferociment un sistem ideal de reabilitare a structurilor.

Obiectivul major urmărit pentru consolidarea și reabilitarea structurilor din zidărie, constă în refacerea capacității portante a acestora cu costuri cât mai rezonabile. Dintre numeroasele programe de reparare și reabilitare a structurilor la care s-a utilizat ferocimentul, H. Ahmed și L R. Austriaco [5] subliniază următoarele aspecte:

- comportare bună la fisurare;
- capacitatea de a îmbunătăți unele proprietăți mecanice ale structurilor consolidate;
- consolidările realizate permit modificări și reparații ulterioare;
- greutatea relativ redusă ce rezultă din sistemele de consolidare nu impune modificări în sistemul de susținere a structurii;
- facilitatea de a se împotrivi la schimbările de temperatură;
- facilitatea de realizare a unei bune impermeabilități la apă, fără a fi necesare tratamente speciale;
- ușurința de procurare a materialelor necesare;

- nu necesită echipamente tehnologice speciale;
- flexibilitate la modificări ulterioare;
- posibilitatea ca prin consolidare să nu se altereze conceptul arhitectural al structurii și implicit, al clădirii.

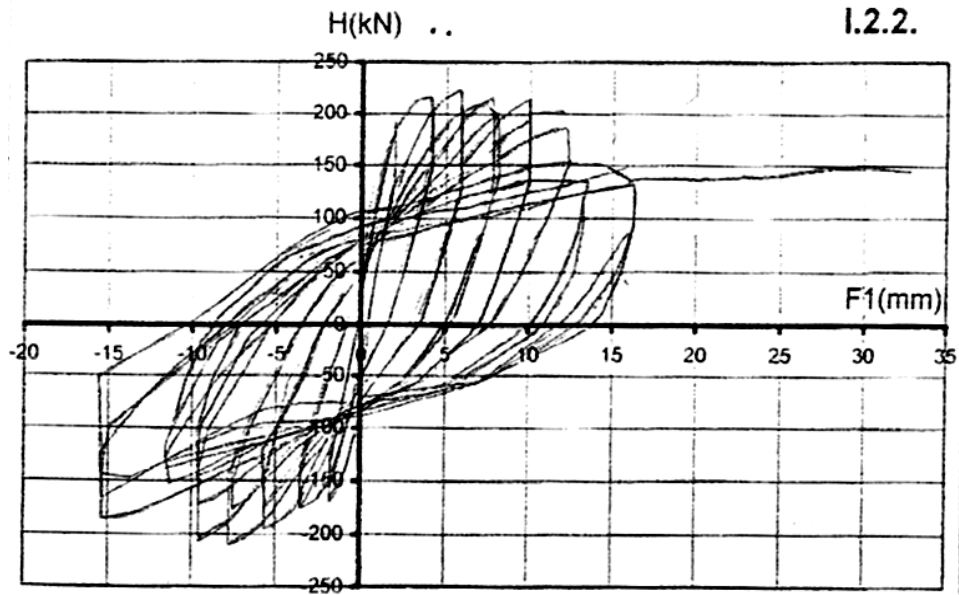


Fig. 1. Diagrama F – Δ pentru elementul de zidărie neconsolidat

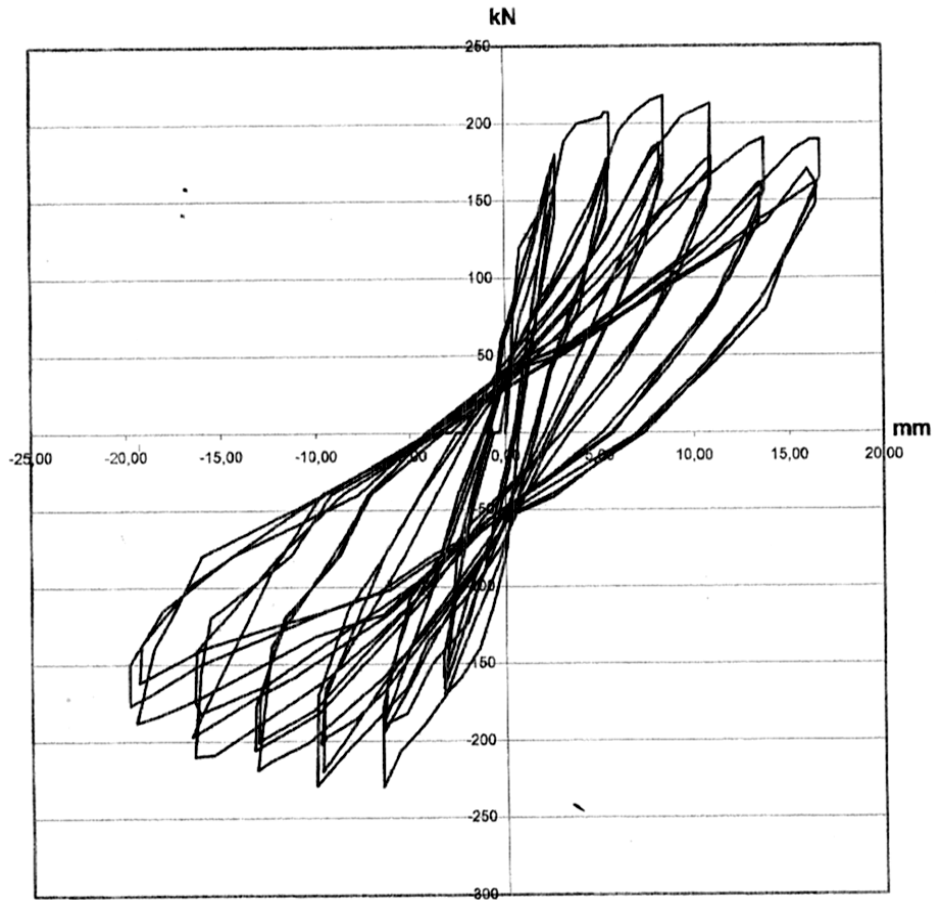


Fig. 2. Diagrama F - Δ pentru același element de zidărie consolidat

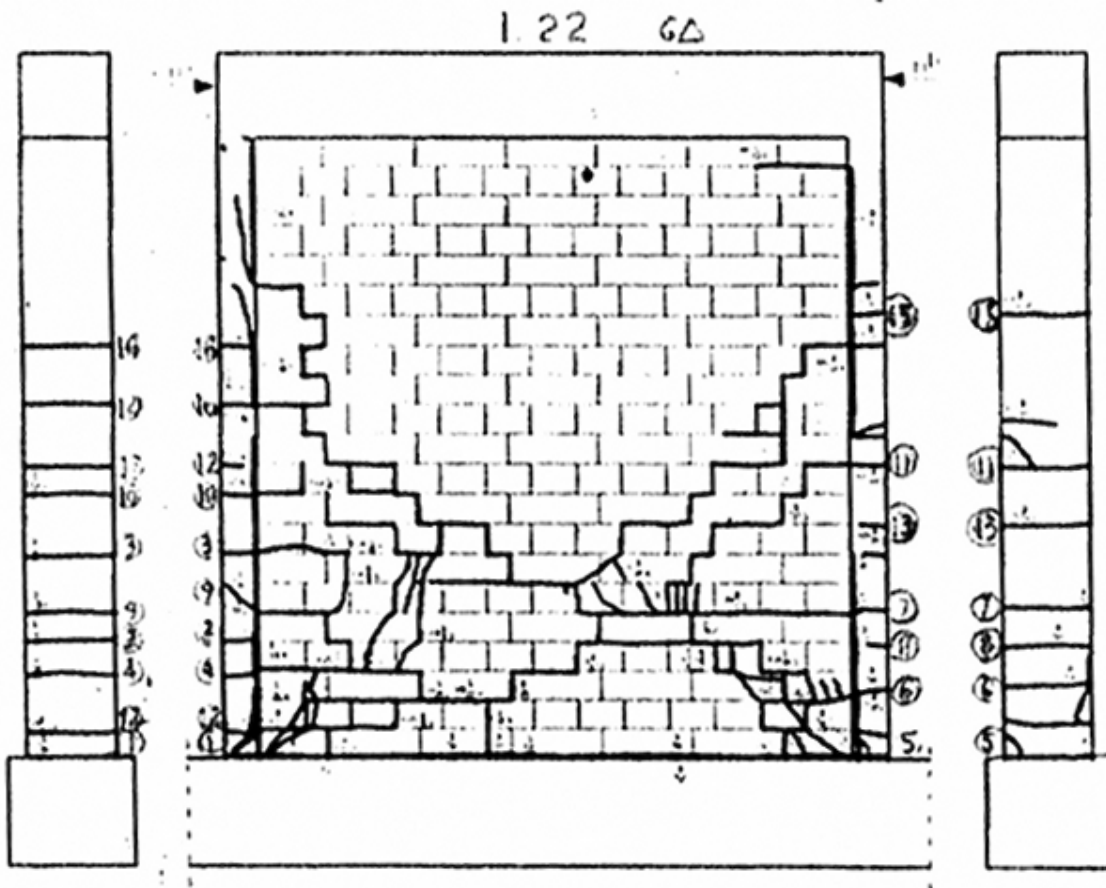


Fig. 3. Releveul fisurilor pentru elementul de zidărie neconsolidat

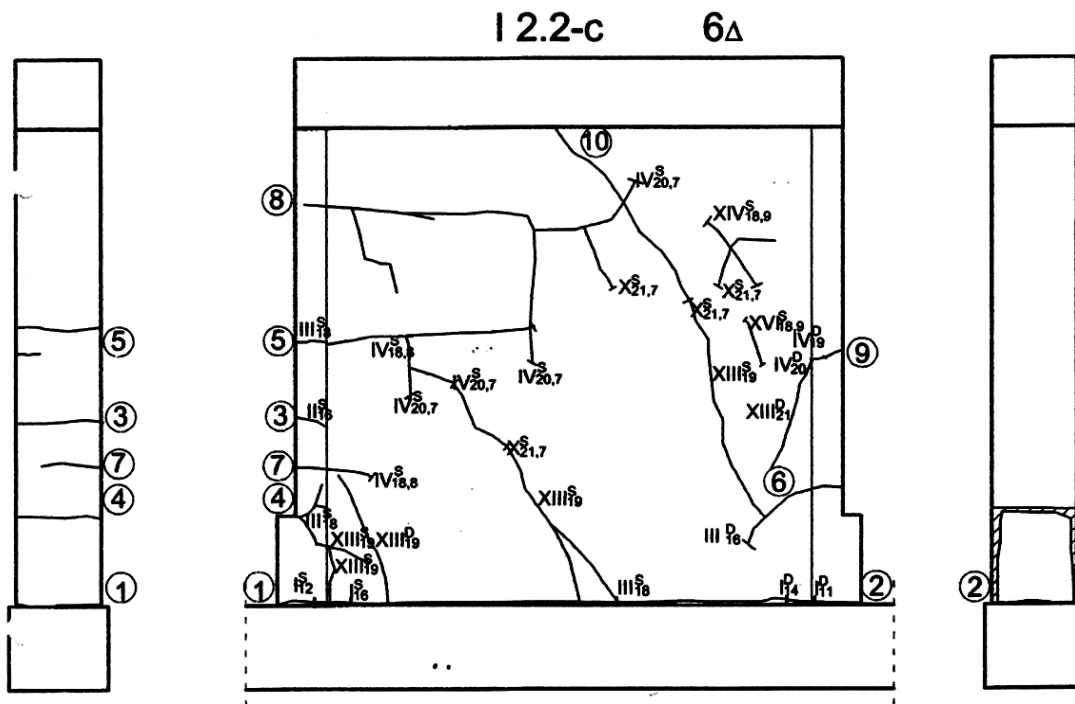


Fig. 4. Releveul fisurilor pentru același element de zidărie consolidat

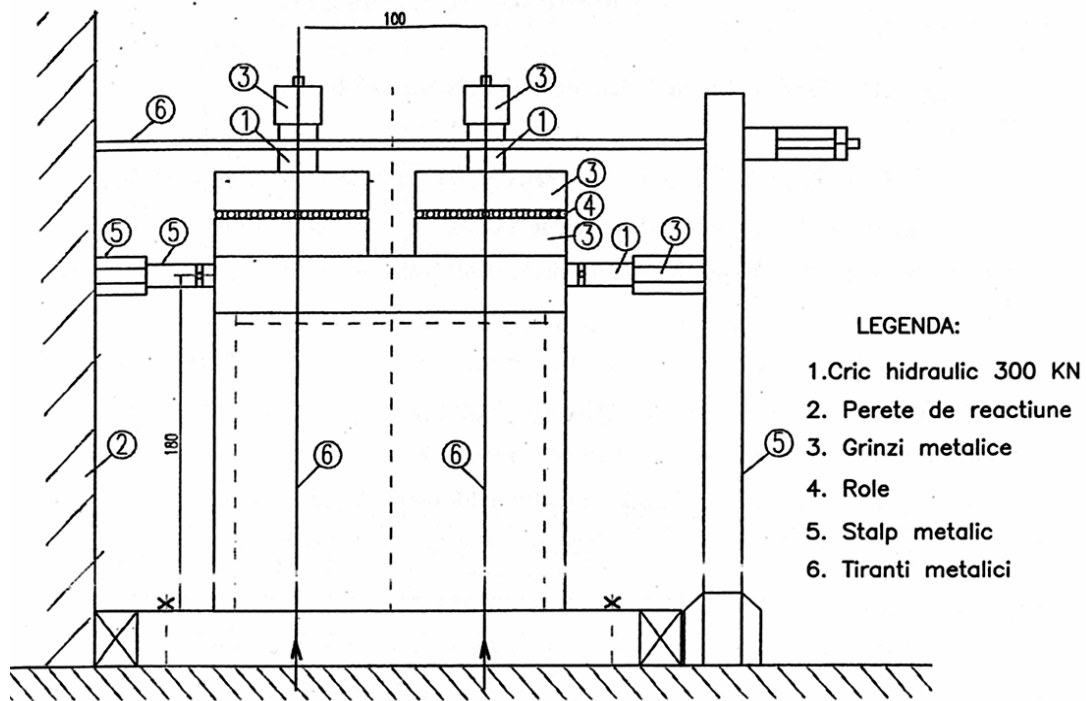


Fig. 5. Schema de încercare

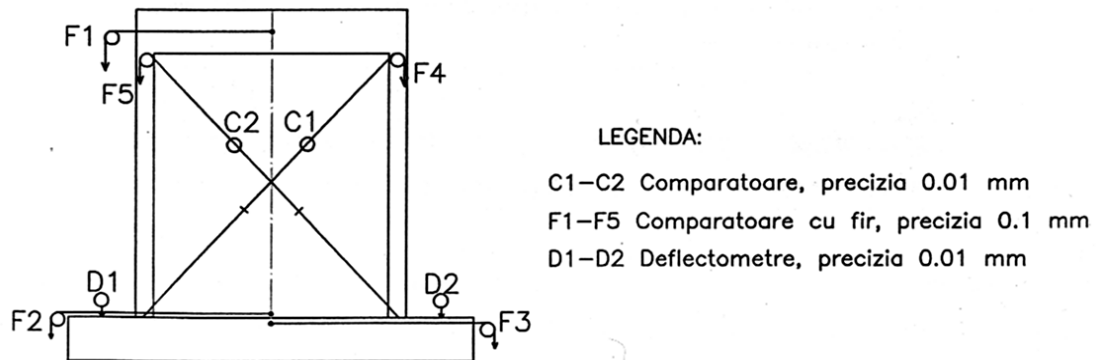


Fig. 6. Schema de echipare cu aparate de masurat



Fig. 7. Echiparea standului de incercare a elementului de zidărie consolidat

BIBLIOGRAFIE

- [1]. A.C.I. – 549R – 93: State of the Art Report on Ferrocement
- [2]. A.C.I. – 549 –1R-93: Guide for the Design, Construction and Repair of Ferrocement
- [3]. B.K.Paul, R.P. Pama: Ferrocement – ITIC Publication, Bangkok, Thailand 1978
- [4]. Oneț T., Vescan V., Szigeti L.: Realizări și perspective privind utilizarea ferocimentului în construcții. Revista de construcții 2-3/1991
- [5]. H.I.Ahmed, L.R.Austriaco: State of the Art Report on Rehabilitation and Restrething of Structures Using Ferrocement – Journal of Ferrocement, vol.21, No.3/1991
- [6]. Mihai Budescu, ș.a.: Reabilitarea construcțiilor. Editura Vesper-2001
- [7]. Tolegea S.: Probleme privind patologia și terapeutică construcțiilor. Editura Tehnică-1975
- [8]. Ramiro A. Sofronie: Manual RichterGard. Total Publishing-București 2004
- [9]. Berar T. : Teză de doctorat-2004, Universitatea „Politehnica” Timișoara
- [10]. Secula S.: Teză de doctorat-2003, Universitatea „Politehnica” Timișoara
- [11]. INCERC Filiala Cluj-Napoca: Îmbunătățirea metodelor de calcul al structurilor din zidărie la acțiuni seismice. Faza 2/2001. Incercare elemente.