



A IV –a Sesiune Științifică

CIB 2008

21 - 22 Noiembrie 2008, Brașov

SINTEZĂ A CUNOAȘTERII CERCETĂRILOR ÎN DOMENIUL BETOANELOR ARMATE CU FIBRE POLIMERICE CU EXEMPLE DE FOLOSIRE LA DIFERITE OBIECTIVE

Christiana CAZACU

UNITBV, Facultatea de Construcții, Brașov, cazacu_christiana@yahoo.com

Abstract: In this article I wish to present the use of fibre reinforced polymer in concrete structures. In our country this field is at the beginning, but worldwide they are already used as reinforcement structures, as well as for their consolidation. To continue, here are a few interesting examples of using this innovative materials for building new structures but also for repair and reconstruction of some old or damaged building.

Key words: Structures, innovative materials, fibre reinforced polymer (FRP), consolidation, reinforcement structures, carbon fibre reinforced polymer (CFRP)

1. INTRODUCERE

Fibrele au fost folosite pentru armarea materialelor friabile, încă din timpuri străvechi, datând din vremea Egiptenilor și a Babiloniei, dacă nu chiar mai devreme de aceste timpuri. Fire de paie erau folosite pentru armarea bucăților de pământ, uscate apoi la soare, dar și pentru fixarea materialelor în pereții caselor. În același fel erau folosite, părul de cal, pentru armarea diverselor forme din ipsos sau ghips dar și fibrele de asbest pentru armarea mortarelor pe baza de ciment Portland.

Cercetările cu privire la armăturile din fibre polimerice (FRP), văzute ca armături pentru structurile de beton, au apărut pe la începutul anilor 1960. De atunci progrese importante în acest domeniu, s-au obținut, pentru cămășuirea tunelelor dar și la ancorarea lor cu ajutorul tiranților din fibră de sticlă. Pe la sfârșitul anilor 1960, cercetătorul E. Nawy, (a cărui carte a stat și la baza acestor informații, "Betoane de înaltă performanță-2001"), alături de echipa sa de cercetători, au realizat un studiu aprofundat, privind aplicarea fibrelor de sticlă în elementele structurale.

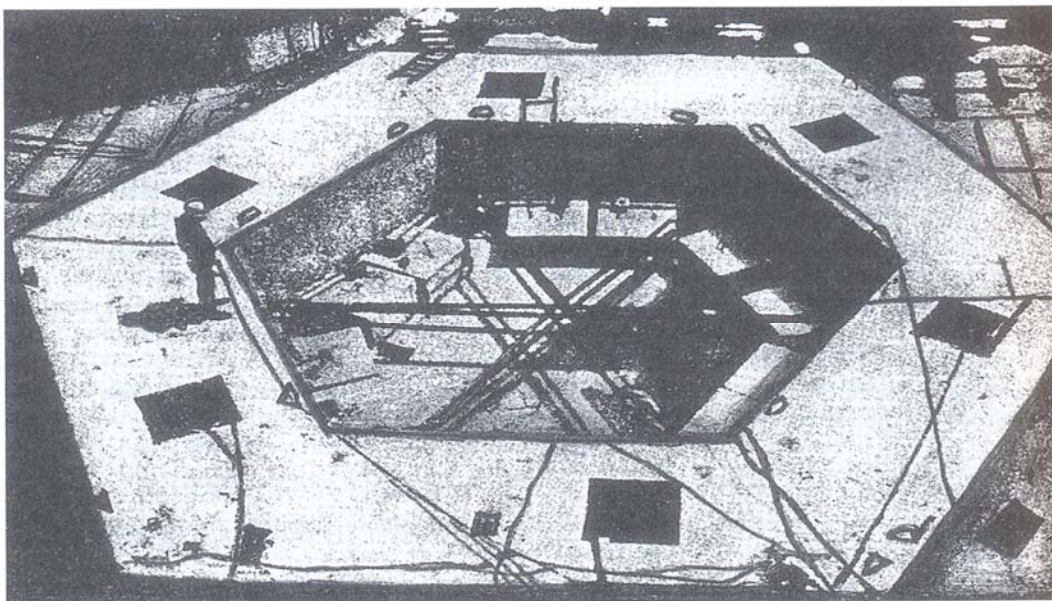
Aceste elemente, la vremea aceea, au fost acceptate datorită proprietăților nonmagnetice, dar și datorită greutateii lor, ele reușind totuși să treacă de la nivel de laborator, abia prin anul 1970. La începutul anilor 1970 s-a extins cercetarea pe plan internațional trecându-se de la nivel de laborator la folosirea lor atât pentru realizarea de structuri noi cât și pentru consolidarea sau reabilitarea unor vechi.

În anii 1980, a început să crească interesul pentru armăturile din fibre plastice. Tot în această perioadă, s-a demonstrat că armăturile polimerice au o comportare, mult mai bună la atacul mediului chimic, decât armătura din oțel, dar sunt și mai durabile și mai eficiente pentru armarea betonului.

2. EXEMPLE DE FOLOSIRE LA DIFERITE OBIECTIVE

În 1986 s-a realizat în **Germania** ,primul pod de autostradă ,construit din beton armat cu fibre polimerice.

În **Japonia**(Tokyo) la ora actuală există foarte multe cercetari și lucrări ce susțin dezvoltarea și aplicarea armăturilor polimerice în structurile din beton armat ,realizate de cercetatori și profesori ai Universității din Tokyo,dar și ale instituțiilor publice sau a unor firme private cu capital mare. În imaginea de mai jos este prezentată o structură de fomă hexagonală,platformă marină,realizată din beton armat cu armatură polimerică,pe baza de fibră de sticlă GFRP, din Kanagawa – Japonia.



Hexagonal GFRP

Kanagawa, Japan.

Fig.1-Platformă marină ,din Kanagawa – Japonia.

Primul pod de autostradă fabricat în Europa realizat integral din module sandwich din fibre de carbon și din fibre optice, se află,deasupra noii autostrăzi a aeroportului din Asturia în nordul **Spaniei**. Acesta a fost finanțat de Uniunea Europeană, si se află pe drumul spre aeroportul Oviedo pe Costa Verde.Podul are o întindere de peste 46 m. Eugenio Gutierrez Tenreiro, directorul proiectului „materiale compound” arată că fibrele de carbon se evidențiază ca material de construcție prin două însușiri esențiale: el este ușor, iar construcția are loc cu costuri reduse. Podul de la aeroportul din Oviedo cântărește 200 de tone, mai puțin de jumătate din greutatea unui pod din beton armat construit convențional.

In timpul cutremurului din anul 1997,foarte multe clădiri vechi din **Italia** au avut de suferit. Biserica S.Lucia's,din centrul orașelului Serra S.Quirico,a fost grav avariata în timpul cutremurului cel mai afectat fiind turnul în care se află clopotul. Biserica a fost construită în timpul secolului al XV-lea ,si are o structură foarte înaltă,de 32m,și o greutate de 1100 tone. Arhitectul Enrico Guglielmo, care a fost desemnat să se ocupe de restaurarea și consolidarea clopotniței,a decis să folosească materiale inovatoare,care să nu încarce și mai mult structura .Pentru consolidare s-a folosit un sistem alcătuit din fibre de carbon,dispuse după doua direcții,verticală și orizontală,care a fost aplicat pe pereții turnului.

Întreg procesul s-a realizat fără să se îndepărteze grinzile originale din lemn ce susțineau planșeul. Pereții au fost consolidați în colțuri cu elemente din materiale compozite,pe toată înălțimea lor. Consolidarea a fost finalizată în vara anului 2002 cu succes.

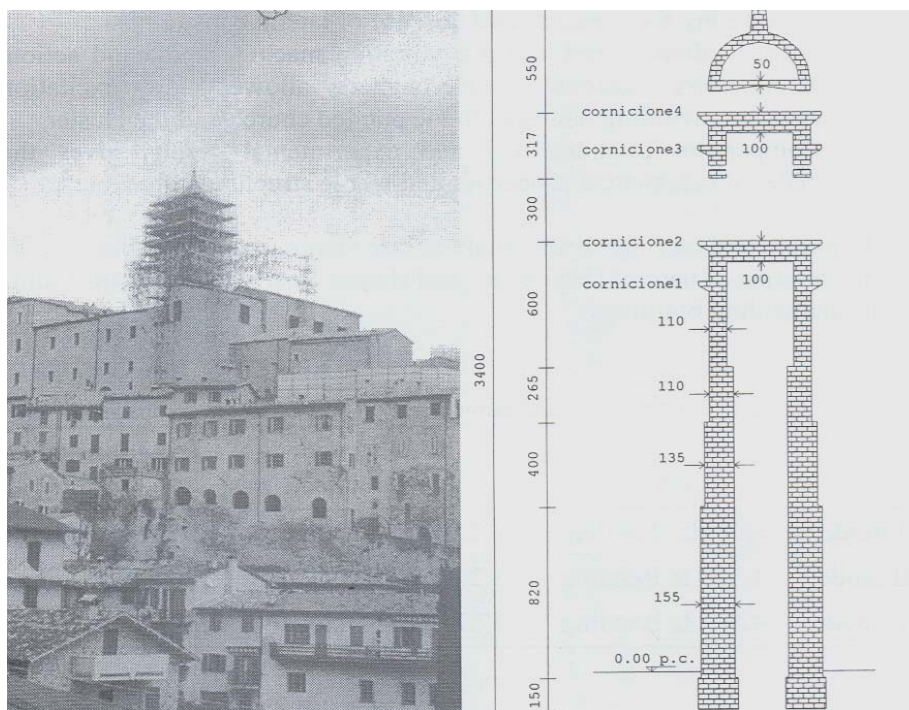


Fig.2 -Turnul Bisericii S.Lucia's

Un alt exemplu interesant ar fi folosirea tendoanelor din fibre polimerice pe bază de carbon ,pentru consolidarea a 6 silozuri circulare, metalice ,din sudul **Italiei**.Silozurile ,construite în anii 1980,aveau 12,75m înălțime si 9 m în diametru.Tendoanele polimerice au fost folosite asemeni unor “centuri”,care consolidau la partea exterioară silozurile.”Centurile” polimerice au fost prinse de silozul metalic la partea inferioară prin intermediul unor elemente de prindere,discrete, speciale ,și tensionarea lor se făcea pe loc,la nivelul de înălțime ales, cu ajutorul unor dispozitive electrice de strângere.

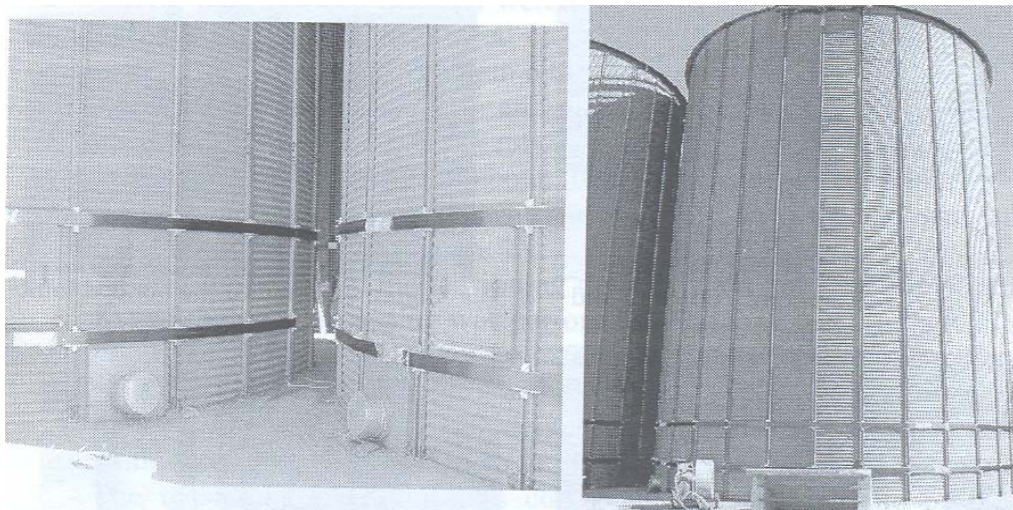


Fig.3-Consolidarea silozurilor metalice

Avantajul folosirii lor a fost usurinta de manevrare și de punere în operă,dar și timpul de execuție mult mai redus.

Elveția are și ea un rol important în dezvoltarea și extinderea folosirii fibrelor din materiale compozite aceste materiale apărând pentru prima oară în anul 1980.In această țară ,până în anul 2001,existau deja mai multe structuri consolidate cu fibre de carbon:

- 1) în 1996 podul Storchen din Winterthur,a fost consolidat cu ajutorul a două cabluri fixe,fiecare

fiind alcătuit din 241 de fibre paralele, de 5 milimetri grosime .Pentru o bună urmarire a comportarii ulterioare fiecare cablu a fost dotat cu un sistem de monitorizare optic.

2) consolidarea podului Verdasio din Intragna, în anul 1999, prin intermediul a patru tendoane din fibre de carbon, dispuse paralel în interiorul podului.



Fig.4 -Podul Verdasio din Intragna ,Elvetia

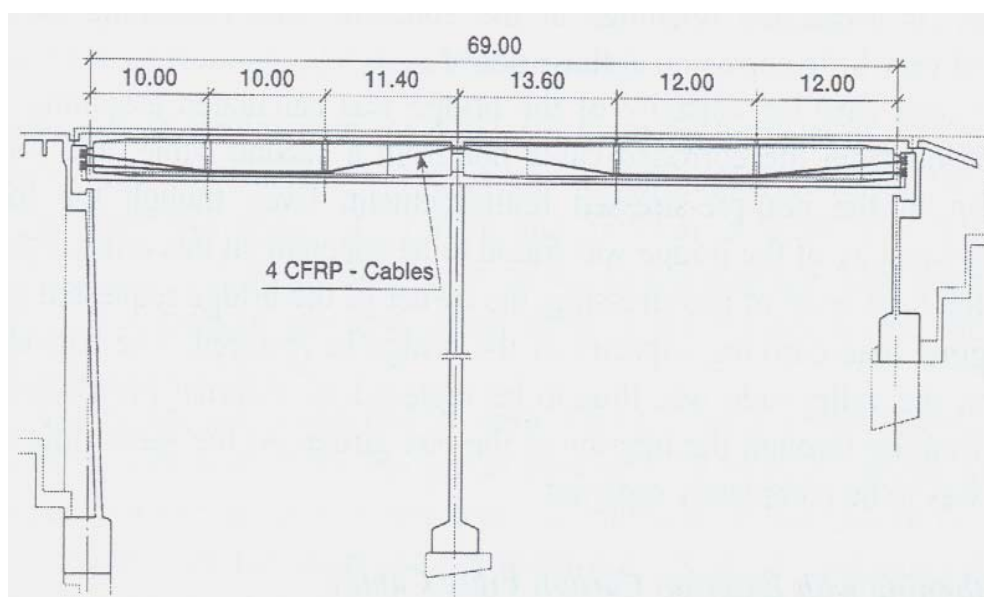


Fig.5-Schemă cu aplicarea cablurilor în interiorul podului

3) consolidarea podului Duttweiler din Zurich ,cu benzi și profile în formă de L din fibre polimerice pe bază de carbon.

Podul Duttweiler din Zurich a fost construit în anul 1969,și este unul dintre cele mai circulante poduri din orașul Zurich.Este un pod cu șase deschideri ,realizat din beton armat,sușținut de 14 coloane.

Consolidarea podului cu fibre pe baza de carbon a adus o serie de avantaje ,față de folosirea metodelor tradiționale de consolidare. Materialele au fost foarte ușor transportate și montate,ancorarea structurii fiind simplificată și ușor de realizat. Elementele folosite la consolidare sunt foarte rezistente în mediul coroziv și nu necesita o protecție deosebită după punerea lor în

operă.

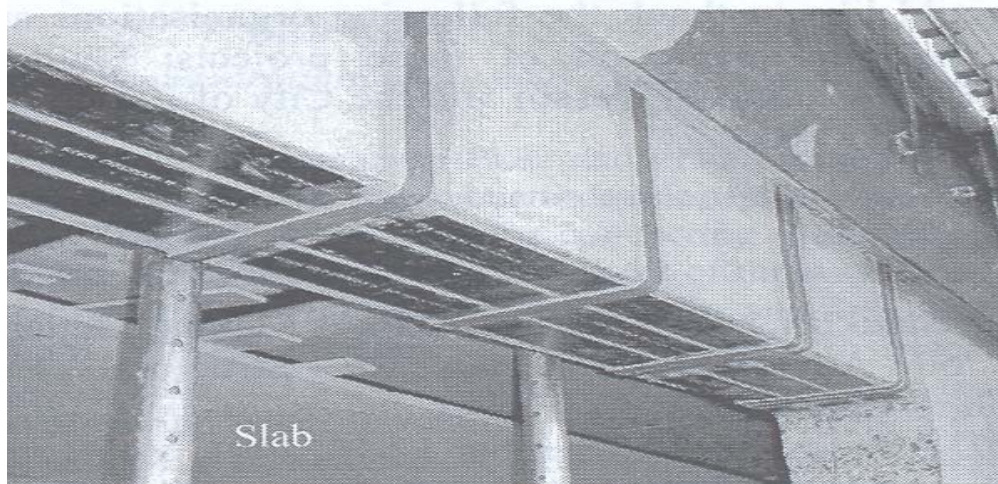


Fig.6-Consolidare cu benzi polimerice, in forma de L



Fig.7-Consolidare cu benzi polimerice

În anul 1993 s-a înființat , și , a și debutat seria Simpozionelor FRPRCS (armături din fibre polimerice pentru armarea structurilor de beton), iar acum se ține la fiecare doi ani prin rotație în America, Europa sau Asia. În trecut s-au ținut la : Vancouver (Canada) în 1993, Ghent (Belgia) în 1995, Sapporo (Japonia) în 1997, Baltimore (Statele Unite ale Americii) în 1999, Cambridge (Anglia) în 2001, și Singapore în 2003.

Cercetările cu privire la armătura FRP au fost extinse în ultimii 15 ani și au fost avansate la cel mai înalt nivel posibil. Ca dovadă la aceste lucruri stau ghidurile de proiectare , ce au apărut în Japonia, Canada, Europa și Statele Unite ale Americii.

În anul 2001 a apărut , pe plan mondial, și un normativ pentru realizarea construcțiilor armate cu fibre din materiale compozite, ACI 440.1R-01, disponibil pe internet, contra cost.

În **Statele Unite ale Americii** s-au produs noi fibre din polimeri cu caracteristici mecanice superioare care se apropie de valorile caracteristicilor mecanice ale oțelului. Acești polimeri sunt alcătuiți din lanțuri de hidrocarburi aromatice, legate prin grupuri neflexibile, așa cum este CO-NH. Modulul de elasticitate al acestor substanțe este de 133 kN/mm² (PRD 49) și 69 kN/mm² (PRD 29), iar rezistența la întindere este de 2,9 kN/mm² la ambele sortimente. Obținem astfel o creștere de aproximativ 4 ori a rezistenței la întindere și de peste 10 ori a modulului de elasticitate, comparativ cu polimerii obișnuiți.

Conform Asociației Inginerilor Constructori, din Statele Unite, aceste armături din fibre sunt foarte bune pentru armarea barajelor , a pereților realizați în apă, a acoperișurilor construcțiilor

industriale ,dar și a pardoselilor din beton realizate în fabrici ,în interiorul cărora există medii chimice foarte corozive.

3. CONCLUZII

Betonul armat cu fibre din materiale compozite nu poate înlocui betonul armat obisnuit. Există însă domenii de utilizare, în care betonul armat cu fibre polimerice poate fi folosit alternativ sau în completare, la cel cu armatură din oțel-beton, oferind avantaje constructive și economice. Fibrele îmbunătățesc proprietățile betonului simplu. Calitățile și defectele lor sunt studiate și prezentate în numeroase cărți și articole din întreaga lume. Aproape în toate Universitațile din lume există câte un profesor ,cercetător care le studiază și le prezintă în cadrul unui curs al facultăților de profil.

După cum am arătat domeniile de utilizare a betonului armat cu fibre au o arie extinsă, din care mai menționăm: conducte din beton, ziduri de sprijin, elemente subțiri de fatadă, trepte prefabricate, piste pentru aeroporturi, cofraje pierdute, alte lucrari de consolidare , tuneluri cu beton torcretat etc.

Utilizatorii pe scară largă a acestui material sunt SUA, Japonia, Norvegia, Suedia, Germania la care se adaugă țările din Europa de Est.

4.BIBLIOGRAFIE

- [1]. “Fibre-Reinforced Polymer”-Reinforcement for Concrete Structures,(“Armături din fibre polimerice”- Armături pentru structuri din beton), autor Kiang Hwee Tan, din cadrul celui de al VI-lea simpozion cu privire la armarea structurilor de beton din Singapore ,2003 (FRPRCS-6 ,Singapore2003),volumul I si II
- [2]. “Strengthening of concrete bridges with carbon cables and strips”-(“Consolidarea podurilor cu ajutorul cablurilor și a benzilor din carbon”),T.Keller,CCLab,Institutul Tehnologic din Elvetia
- [3]. “ Betonul armat cu fibre “-articol internet,Facultatea de Construcții Iași
prof. univ. dr. ing. Al. Ciornei
drd. ing. Liviu Gherman
- [4]. “ Noi tipuri de betoane speciale” – Buc.1980, Ed. Tehnica.
prof.emerit ing.Constantin Avram
Conf.dr.ing. Corneliu Bob
Facultatea de Construcții Timisoara
- [5]. “ Fundamentals of High-Performance Concrete”,(Beton de înaltă performanță)
Dr. Edward G.Nawy,P.E.,C.Eng.
Universitatea de Stat din New Jersey , ediția II,2001
- [6]. “ Structural dynamic investigations on the bell tower from the S.Lucia's church-Serra S. Quirico,Ancona ”(Cercetări cu privire la structura turnului clopotnița a bisericii S.Lucia's din Serra S. Quirico,Ancona), T.Peella,G.Mannara,E.Cosenza,I.Iervolino ,L.Lecce ,Seminarul seismic privind Disiparea energiei și controlul vibrațiilor în structuri din Assisi,Italia oct .2001.
- [7]. “ Proceedings of the Fifth International Symposium on Fibre Reinforced Plastics for Reinforced Concrete Structures ”,(Cercetări ,din cadrul celui de al V-lea Simpozion Internațional al folosirii fibrelor plastice pentru structurile de beton),Cambridge ,U.K.,iulie 2001.
- [8]. “ Making Better Use of the Strengh of Advanced Materials in Structural Engineering ”,(Îmbunătățirii cu privire la folosirea noilor materiale pentru consolidări,în ingineria structurală),Conferința internațională a Fibrelor Polimerice Compozite ,Hong Kong,Decembrie 2001.
- [9]. “ Strengthening of steel silos with post-tensioned CFRP laminates”,(“Consolidarea unor silozuri metalice cu ajutorul bandelor CFRP post-tensionate”),L.DE LORENZIS, F.MICELLI, A.LA TEGOLA.