

UNELE ASPECTE PRIVIND ARMAREA BETOANELOR CU FIBRE SINTETICE

Ing. Radu MUNTEAN*
Ing. Gavril MUNTEAN**

1. Generalități

Betonul simplu sau armat clasic a revoluționat tehnica executării construcțiilor fie ele civile, industriale sau de artă, însă datorită progresului extraordinar în realizarea de materiale compozite, precum și datorită construcțiilor de o anvergură tot mai îndrăzneată, acesta a început să fie depășit moral. Acest lucru a condus începând cu anii '80 la realizarea de cercetări intense și susținute cu scopul obținerii unor betoane cu performanțe îmbunătățite.

În categoria betoanelor cu performanțe îmbunătățite studiate și obținute în ultimul timp se pot enumera:

- BPR – beton cu ultra înaltă rezistență, care, în funcție de metoda de obținere se poate întâlni sub forma BPR200 obținut cu tratament termic la 90°C ce poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de cca 200N/mm^2 , sau BPR800 obținut prin aplicarea unei presiuni în timpul prizei și un tratament termic la 250°C aplicat după priză și care poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de până la 800N/mm^2 .
- BPS – beton de performanță superioară care poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de cca 160N/mm^2 .
- BIP - beton de înaltă performanță care poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de cca. 100N/mm^2 .
- BSI - beton special industrial asemănător cu BPR dar care nu necesită presare înainte sau în timpul prizei ce poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de până la 150N/mm^2 .
- BCFO – beton compactat cu fibre de oțel, material dezvoltat în Danemarca, cunoscut sub denumirea de Compact Reinforced Composite (CRC), ce poate atinge valori ale rezistenței la compresiune de până la 400N/mm^2 .
- BIFOIP – beton din împâslitură de fibre de oțel injectată cu pastă, este un material studiat în SUA și cunoscut sub denumirea de Slurry Infiltrated Continuous-Fiber-Mat Reinforced Concret (SIMCON) obținut prin introducerea în cofraj a unei împâslituri din fibre lungi de oțel și injectarea rețelei de fibre cu o pastă fluidă pe bază de ciment. Este un material căruia i s-a îmbunătățit mult rezistența la întindere, aceasta ajungând undeva în jurul valorii de 17N/mm^2 .

Pe aceeași linie se înscriu și preocupările mai multor cercetări în direcția îmbunătățirii performanțelor betonului clasic, "convențional" prin armarea cu fibre disperse din diferite materiale.

Aceste soluții urmăresc menținerea competitivității betonului, ca principal material de construcție, prin eliminarea unor neajunsuri printre care:

* S.C. METAN GRUP Brașov

** Universitatea TRANSILVANIA din Brașov

- a) greutate proprie mare, atât în valoare absolută (cca 2500kg/m³), cât și în raport cu rezistența la compresiune, respectiv la întindere, raport ce reprezintă așa numitul indice de calitate I_c;

$$I_c = \frac{R_c}{\rho_a} \quad \text{sau} \quad I_c = \frac{R_t}{\rho_a}$$

În care: I_c – indice de calitate
 R_c - rezistența la compresiune a betonului,
 R_t – rezistența la întindere a betonului,
 ρ_a - densitatea aparentă a betonului.

- b) rezistența mică la întindere comparativ cu rezistența la compresiune (1/10....1/20) exprimată prin așa numitul indice de rezistență relativă (I_r);

$$I_r = \frac{R_t}{R_c}$$

În care: R_c - rezistența la compresiune a betonului,
 R_t – rezistența la întindere a betonului.

- c) rezistență scăzută la îngheț dezgheț;
 d) rezistență mică la șocuri, și altele;

2. Preocupări în domeniul betoanelor armate dispers cu fibre

Pentru înlăturarea sau măcar diminuarea acestor neajunsuri, evident cu costuri rezonabile, s-au făcut și se fac o serie de cercetări și experimentări cu scopul obținerii de betoane cu rezistențe ridicate și densitate scăzută precum și a unor betoane cu rezistență la întindere mare.

Pe această direcție s-au înscris și cercetările întreprinse în țară și în străinătate în domeniul betonului armat dispers cu fibre (fibrat), care au pus în evidență multiple posibilități de utilizare a acestuia în strânsă colaborare cu tehnicile de încorporare a fibrelor.

În cazul armării disperse cu fibre scurte se poate utiliza tehnologia de preamestec sau a pulverizării constituenților iar în cazul utilizării fibrelor lungi sau a țesăturilor se utilizează cu bune rezultate tehnica laminării, tehnica bobinării și altele, eficiența folosirii fibrelor fiind condiționată de ponderea orientării lor pe direcția eforturilor.

Betonul-fibrat (armat disper cu fibre) este considerat un material compozit și ca atare pentru determinarea teoretică a proprietăților sale sunt necesare o serie de idealizări ale modului de comportare a materialelor constituente și apoi efectuarea unor verificări experimentale.

Proprietățile materialelor compozite pot fi determinate exclusiv pe cale experimentală, dar acestea consumă timp și implică o serie de costuri mari.

Un set de măsurători experimentale determină proprietățile unui material compozit dat, obținut într-un anumit proces de fabricație. Orice modificare în sistemul de variabile necesită noi măsurători.

Pentru aceste considerente, metodele semiempirice asigură calea cea mai avantajoasă de rezolvare a problemei.

În tabelul 1 sunt prezentate câteva proprietăți fizico-mecanice ale fibrelor utilizabile la armarea betonului.

Tabelul 1

Felul fibrei	Diametrul $M\mu$	Densitate ρ_a kg/m ³	Rezistența la întindere KN/mm ²	Modulul de elasticitate KN/mm ²	Alungire la rupere %	R_i/ρ_a MNm/kg
Acbest	0,02-20	3200	0,5-3,00	80-150	0,50-2,0	0,15-0,95
Vată minerală	10	2700	0,5-0,8	70-120	0,6	0,18-0,30
Carbon (grafit)	8-9	1900	1,8-2,6	200-380	0,5-1,0	0,95-1,37
Oțel	5-800	7850	1,0-3,0	210	3-4	0,13-0,39
Sticlă	9-15	2500	1,0-4,0	70-80	1,5-3,5	0,46-1,60
Alumină policristalină	500-770	3900	0,65	245	-	0,17
Bumbac	-	1500	0,4-0,7	5,0	3-10	0,27-0,47
Sisol	10-50	1500	0,8	-	3	0,53
Poliilenă	20-200	950	0,7	0,14-0,42	10	0,77
Polipropilenă	20-200	900	0,5-0,8	3,5-5,0	20-25	0,55-0,90
Poliesteri	20-200	950	0,7-0,9	8,4	11-13	0,74-0,95

În ultima coloană a tabelului 1 este dat indicele de calitate exprimat prin raportul între rezistența la întindere și densitatea aparentă. Cele mai eficiente sunt fibrele de carbon dar acestea au un cost foarte ridicat.

Din această cauză s-au studiat și obținut betoane armate cu fibre polipropilenice care conduc și ele la un indice de calitate destul de bun. În această categorie intră și fibrele FORTATECH-FIBRE produse de FORTATECH AG- Elveția.

FORTATECH-FIBRE se prezintă sub forma unor fibre albe sau bej, simple sau multifilamentare, din polipropilenă inertă (a se vedea fotografia din anexa 1). Fibrele au diametrul de 30-50 μ m și diferite lungimi, cuprinse între 9,3mm și 64mm.

Prin adăugarea lor la prepararea betonului sau mortarului și omogenizarea amestecului, fibrele conduc la realizarea unor legături suplimentare între particulele componente formând un sistem de microarmare ce contribuie la îmbunătățirea sensibilității a principalelor caracteristici fizico-mecanice ale materialelor în care au fost încorporate.

Aceste fibre, datorită rezistențelor ridicate, sunt utilizate ca miez al celor mai pretențioase cabluri folosite la teleferice. În SUA, aceste fibre sunt utilizate la construcțiile înalte, la construcția de poduri precum și la construcția drumurilor.

La noi în țară utilizarea fibrelor FORTATECH-FIBER la armarea dispersă a betoanelor și mortarelor pentru construcții se poate face în baza agrementului tehnic

3. Avantajele utilizării fibrelor

Între avantajele utilizării fibrelor de tip FORTATECH-FIBER se pot enumera următoarele:

- analiza firelor singulare ca punți de legătură între porțiunile separate prin fisuri, arată o dispersie uniformă, tridimensională și optimă realizându-se legături de tip plasă, situație foarte avantajoasă din punct de vedere al comportării elementului de beton în care sunt încorporate;
- suprafața zdrențuroasă a fibrelor asigură legături optime în toate tipurile de amestecuri fără a se crea cocoloașe și fără a exista pericolul de extragere, sedimentare ori ieșirii la suprafață a lor;
- fibrele pot fi utilizate fără restricții în combinație cu orice fel de aditiv pentru beton cunoscut până în prezent;
- utilizarea fibrelor în compoziția betonului mărește rezistența la întindere și la compresiune a acestuia, fapt ce conduce la diminuarea sau eliminarea consumului de oțel beton; Dovadă în acest sens stau cercetările întreprinse la Institutul de Cercetare a Betonului din Elveția, Institutul de Cercetare din Viena și Institutul de Control al Construcțiilor din Ungaria;
- suprafața betonului armat dispers cu fibre este mult mai rezistentă la acțiunea substanțelor corosive, la acțiunea intemperiilor (îngheț în mod deosebit), la acțiunea materialelor degivrante (sare); prin adăugarea de fibre se împiedică erodarea la suprafață a betonului, protejând în acest fel armătura de oțel-beton și contribuind în acest fel la diminuarea cheltuielilor de recondiționare, consolidare, etc;
- pentru realizarea de betoane rezistente la îngheț și la atacul substanțelor corosive, nu mai este necesară utilizarea unor aditivi sau substanțe care să umple porii; în prezența fibrelor, betonul elimină apa mai încet, astfel pe suprafața betonului se formează pori mici care reduc cantitatea de apă ce va pătrunde ulterior în masa de beton;
- adăugarea de fibre mărește rezistența betonului la uzură prin frecare, în acest fel reducându-se costurile realizării unor pardoseli industriale de calitate;
- betoanele armate dispers cu fibre au o rezistență mărită la șocuri;
- utilizarea fibrelor contribuie la eliminarea degradărilor provocate de ruginirea armăturilor și în acest mod la prelungirea duratei de viață a construcțiilor;
- betoanele armate dispers cu fibre corespund normelor PSI, prezența fibrelor reduc în mare măsură exfolierile provocate de foc, gazele rezultate în urma arderii fibrelor nu conțin substanțe toxice sau care să afecteze sănătatea oamenilor;
- adăugarea de fibre în compoziția clasică a betoanelor nu afectează sănătatea celor care prepară betonul și nici pe a celor care îl pun în operă;
- adăugarea de fibre în masa betonului conduce la obținerea unor rezistențe inițiale mari cu efecte imediate asupra timpului necesar până la decofrare; de exemplu în cazul betonării tubbing (coașa tunelelor) se reduce timpul necesar până la decofrare cu cca 70%; în plus, datorită aceluiași aspect, în cazul betoanelor aplicate prin injecție și mai ales prin torcretare se accelerează tot procesul de construcție și se diminuează pierderile cu cca.30% prin îmbunătățirea aderenței; de asemenea se remarcă faptul că în cazul elementelor prefabricate se reduce durata ciclului de utilizare a tiparelor și un fapt deosebit de important se reduc rebuturile datorită ciobirii muchiilor.

În tabelul 2 sunt redată comparativ câteva caracteristici ale betonului armat dispers cu fibre tip FORTATECH-FIBRE, determinate la Institutul pentru Controlul Calității și Inovațiilor din Construcții – EMI Ungaria.

Nr. crt.	Denumire caracteristică	UM	Beton armat cu fibre	Tabelul 2	
				Proba etalon	Raportare la etalon
1	Rezistența la compresiune				
	- la două zile	N/mm ²	14,5-14,8	14,3	1-3%
	- la trei zile	N/mm ²	18,0-18,9	17,3	4-9%
	- la șapte zile	N/mm ²	31,7-32,2	30,4	4-5%
	- la 28 de zile	N/mm ²	50,7-51,6	48,6	4-6%
2	Rezistența la întindere prin încovoiere	N/mm ²			
	- la trei zile	N/mm ²	2,8-2,9	2,4	16,6-20,8%
	- la șapte zile	N/mm ²	4,0-4,3	3,8	5-13%
	- la 28 de zile	N/mm ²	4,7-5,5	4,4	6,8-25%
3	Rezistența la întindere prin despicare	N/mm ²			
	- la trei zile	N/mm ²	0,46-0,76	0,41	12,1-85%
	- la șapte zile	N/mm ²	1,06	0,94	12,7%
	- la 28 de zile	N/mm ²	1,87-1,90	1,55	20,6-22,5%
4	Rezistența la uzură (Bohme)	cm ³ /cm ²	9,38-10,05	11,11	84,4-90%
5	Rezistența la compresiune după 50 cicluri de îngheț-dezghet	N/mm ²	41,2-45,4	38,6	6,7-17%

4. Concluzii

Din datele deținute până în prezent, privind armarea cu fibre disperse din polipropilenă rezultă o îmbunătățire a performanțelor betonului clasic, la care se adaugă o rupere cu preaviz și o bună ancorare a fibrelor în masa de beton (matrice).

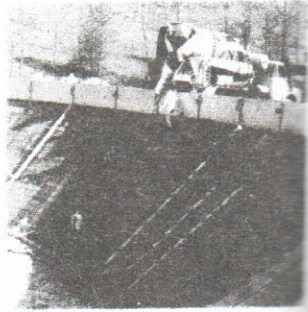
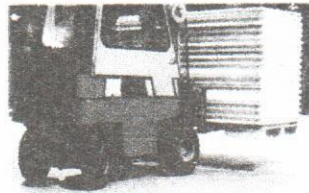
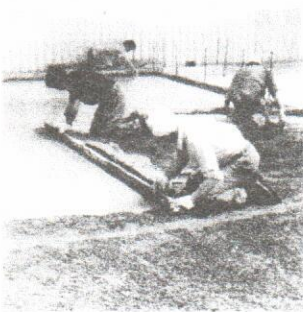
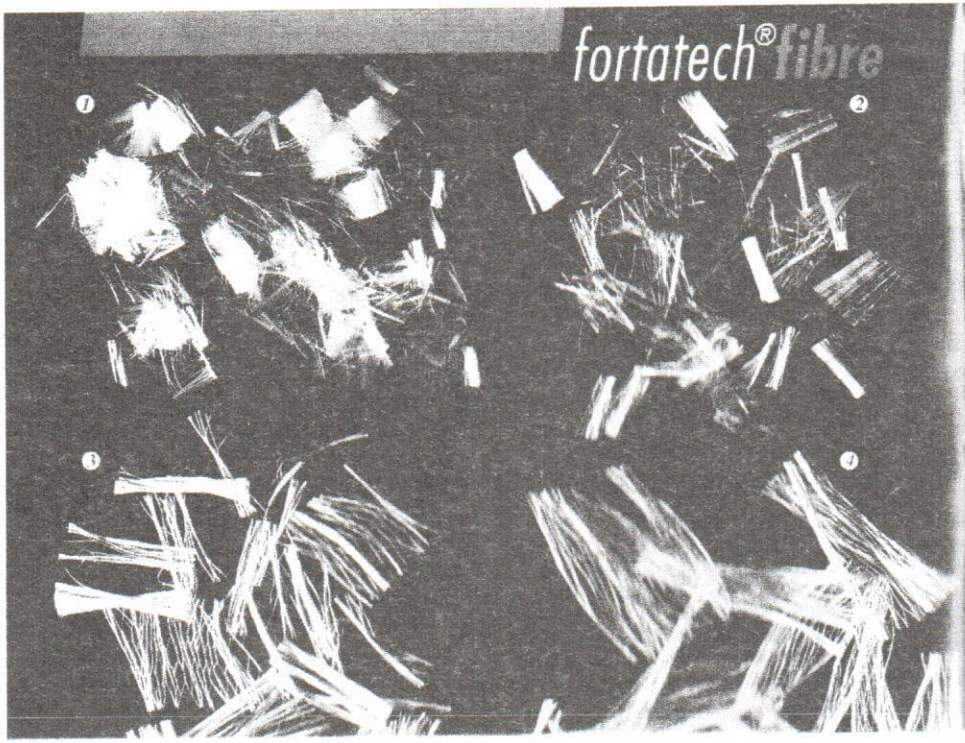
Noul material compozit poate avea multiple utilizări atât în varianta monolită, cât și în cea prefabricată.

În varianta monolită se pot realiza: îmbrăcămînți rutiere, terenuri de aviație, construcții hidraulice, lucrări de îmbunătățiri funciare, consolidări și altele.

În varianta prefabricată se pot realiza: panouri de închidere la clădiri, panouri fonoabsorbante, chesoane pentru planșee, conducte de presiune și tuburi, ghiaburi și dale pentru sisteme de irigații, șarpante pentru acoperișuri, cofraje autoportante și altele.

Cunoașterea și dezvoltarea domeniilor de utilizare a betonului armat dispers cu fibre din polietilenă rămâne o problemă deschisă dependentă de contribuțiile cercetării științifice în domeniu.

fortatech® fibre



5. Bibliografie

- o CADAR I. Mortare și betoane armate cu fibre din sticlă. Teză de doctorat Institutul Politehnic Timișoara, 1980;
- o CADAR I. și alții Posibilități de folosire a fibrelor de fontă amorfă la armarea betoanelor – referat în cadrul Zilelor Academice Timișene, 1999;
- o IANCĂU V. Elemente de construcții eficiente din ferociment. Teză de doctorat Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca 1998.
- o TAMAS NAGY-GYORGY. Utilizarea materialelor compozite în construcții. Referat în cadrul Zilelor Academice Timișene, 2001
- o Acord Tehnic 020-01/006-2002 emis de MLPTL.