

SPORIREA IMPERMEABILITĂȚII BETONULUI LA LICHIDE

*prof. univ., dr. hab. Ion RUSU,
lector superior Eduard PROASPĂT*

Universitatea Tehnică a Moldovei

ABSTRACT

Continuity of capillary-porous concrete structure is proven by the permeability of as high pressure fluids can penetrate into the concrete cement highest quality. Experimental research conducted could identify concrete composition influences the porosity and permeability characteristics of concrete. Concrete with added fibers and polymer has a porosity, which reduces concrete permeability to corrosive agents.

1. Introducere

Continuitatea structurii capilar-poroase a betonului este dovedită prin permeabilitatea lui, întrucât la presiuni ridicate fluidele pot pătrunde în betonul de ciment de cea mai bună calitate. Datorită structurii eterogene și caracterului evolutiv al structurii, determinarea permeabilității betonului este una din cele mai complexe încercări [1]. Caracterul hidrofил al betonului îi determină o comportare diferită la difuzia soluțiilor apoase sau a gazelor, iar pentru același fluid, capilare cu diametre diferite se comportă diferit.

Una din cauzele degradării timpurii a betonului construcțiilor este acțiunea ionilor de sulfat și [2]. Între ionii sulfatici și constituenții pietrei de ciment se produc reacții chimice, iar produșii de reacție rezultați cristalizează cu creșteri mari de volum. Acumularea produșilor formați, în stare solidă, în porii pietrei de ciment, generează apariția unor forțe distructive în masa betonului, ceea ce determină fisurarea și ulterior expansiunea acestuia. Un aspect particular al atacului sulfatic asupra betonului este acela că evoluția în timp a procesului presupune trei etape: I - etapa de formare a produșilor de reacție sulfatici (sulfat aluminat tricalcic) în porii betonului, a II-a - în care are loc creșterea rezistențelor mecanice ale betonului ca urmare a acumulării produșilor sulfatici de reacție în masa acestuia și a III-a etapă, de umflare, fisurare și expulzare a betonului sub acțiunea forțelor interioare dezvoltate prin acumularea de sulfat aluminat tricalcic în masa betonului. Ca urmare a acestui mecanism particular, atacul sulfatic asupra betonului este remarcat, în general, abia în etapa a III-a, în care betonul este deja infestat cu ioni sulfat și fisurat [3].

2. Metodologia de cercetare

Determinarea gradului de impermeabilitate a betonului studiat s-a făcut pe epruvete-cuburi cu latura 150 mm, pe serii de 3 cuburi din beton cu compoziția conform tabelului 1 și 3 cuburi conform compoziției din tabelul 2, la vârste de 28, 180 și 365 de zile la masa de impermeabilitate beton tip PROETI (cu 6 posturi) în bazinul căreia s-a turnat soluția de SO_4^{2-} (3000÷6000 mg/l) în vederea studierii atacului chimic sub presiune. Fața expusă presiunii soluției cursive s-a ales în raport cu direcția de turnare a betonului în așa fel încât să corespundă situației în care funcționează elementul de construcție.

Tabelul 1. Compoziția betonului de clasa C20/25

Componente	Cantitatea
Ciment Portland CEM I 32,5R	380 kg/m ³
Granit fracția 5-20 mm	1104 kg/m ³
Nisip cuarțos fracția 0-4 mm	595 kg/m ³
Apă	224 l/m ³
Apă/ciment	0,60

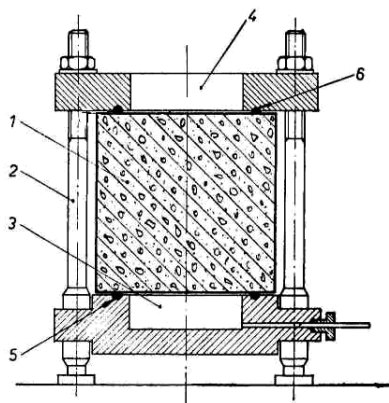


Figura 1. Alcătuirea postului de încercare a betonului la permeabilitate:

1 – epruvetă; 2 – țije de fixare; 3 – bazin de oțel, alimentat cu apă și soluție corozivă sub presiune; 4 – șabă de fixare cu orificiu de control a epruvetei; 5 – inel de etanșare din cauciuc; 6 – garnitură de cauciuc.

În capilare fine, potențialul capilar al soluției este mai mare decât potențialul gravitațional (corp capilar), iar în capilare mai largi și în pori, potențialul capilar al soluției este mai mic decât cel gravitațional (corp poros). Permeabilitatea la lichide este condiționată de compactitatea betonului respectiv de porozitatea sa. Permeabilitatea betonului nu este o funcție simplă a porozității sale; în afara volumului porilor, permeabilitatea betonului mai este influențată și de dimensiunea, distribuția și continuitatea porilor.

Căile de penetrare a lichidului în beton sunt: presiune hidraulică; sorbție capilară; difuziune a vaporilor.

Scheme instalației de determinarea a permeabilității betonului este prezentată în figura 1.

Tabelul 2. Compoziția optimă a betonului cu adaos de fibre tip Multi și aditiv acrilic

	Ciment, kg	Apă, l	Aditiv		Fibre Multi, kg
			l/m ³	kg/m ³	
Proba martor	380	224	0,00	0,00	0,00
Șarja 1	380	173	3,04	3,28	1,0
	Nisip, kg	Granit, kg	Total agregate uscate, kg	Total compoziție, kg	Raport A/C
Proba martor	595	1 104	1 699	2 303	0,60
Șarja 1	644	1 196	1 840	2 397	0,46

Încercarea se începe la presiunea de 0,2 N/mm² (2 bari), care se menține constantă timp de 48 h, după care s-a ridicat la intervale de 24 h în trepte, reprezentând dublul valorii treptei anterioare. Încercarea se consideră încheiată după scurgerea duratei de 24 h corespunzătoare presiunii finale, fără a depăși momentul în care pe fața superioară a epruvetei apar primele semne de exfiltrație a apei. După valoarea acestei presiuni, betoanele se clasifică în grade de permeabilitate: p₂, p₄, p₆, p₈, p₁₀ și pentru lucrări speciale p₁₂.

Pentru verificarea înălțimii de pătrundere a soluției în masa betonului, epruvetele se scot din dispozitivul de încercare din care se debitează fâșii subțiri, cu ajutorul mașinii de tăiat tip Manta, pentru a măsura adâncimea de pătrundere a soluției (figura 2).

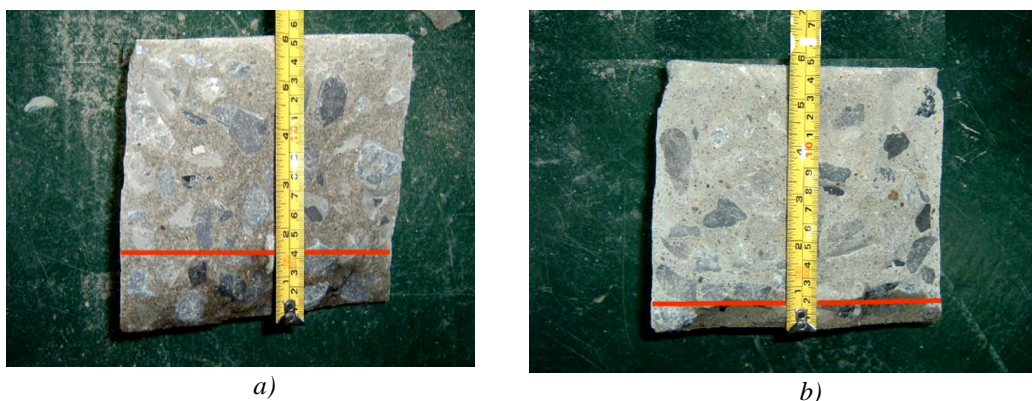


Figura 2. Adâncimea de pătrundere a soluției în betonul simplu (a) și cel cu aditiv și fibre (b).

Ca rezultat se consideră media măsurătorilor efectuate în secțiunile debitate ale epruvetelor unei serii. Cercetările experimentale desfășurate în această fază au putut identifica influențele compoziției betonului asupra caracteristicilor de porozitate și permeabilitate a betonului.

Tabelul 3. Rezultate obținute la 365 de zile pentru valorile adâncimii de pătrundere a soluției la $P = 4, 8$ și 12 bari, pe serii de probe cu compozițiile studiate din beton C20/25.

Probe	Grad de permeabilitate, P_n	Adâncimea de pătrundere a soluției, h (mm)
Proba-etalon	4	46
	8	42
	12	40
Proba cu aditiv și fibre	4	29
	8	27
	12	14

Din tabelul 3 și figura 2 se observă, că betonul cu fibre și adaos de polimer are o porozitate mai mică ceea ce micșorează permeabilitatea betonului la agenți corozivi. Acest lucru este posibil datorită prezenței celor două componente: liantului mineral și substanței organice. Liantul formează cu apa piatra de ciment, care lipește particulele de agregat în monolit. Pe măsura îndepărtării apei din ciment polimerul formează pe suprafața porilor, capilarelor, grăunților de ciment și agregatului o peliculă subțire, care are o aderență bună și ajută la coeziunea dintre agregat și piatra de ciment, îmbunătățește permeabilitatea betonului și funcționalitatea scheletului mineral sub sarcină.

Pentru a investiga structura betonului au fost analizate la microscopul electronic cu baleaj Leica Stereoscan 440 suprafețe debitate din mijlocul cubului (figura 3).

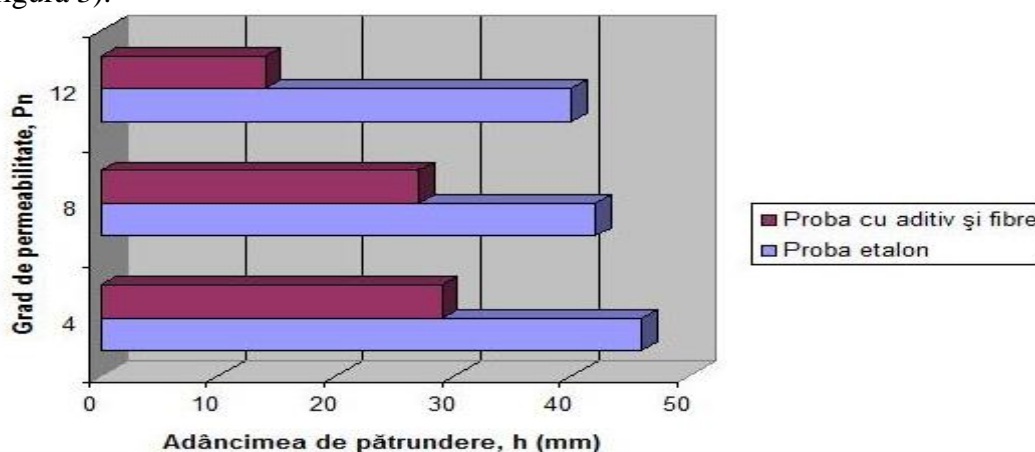
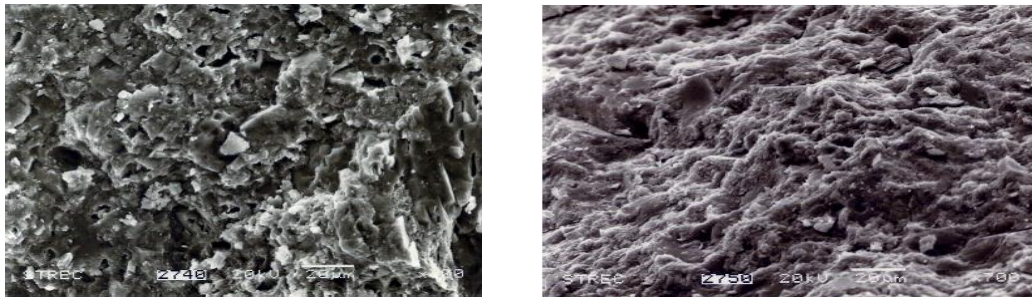


Figura 3. Adâncimea de pătrundere a soluției agresive în probele de beton

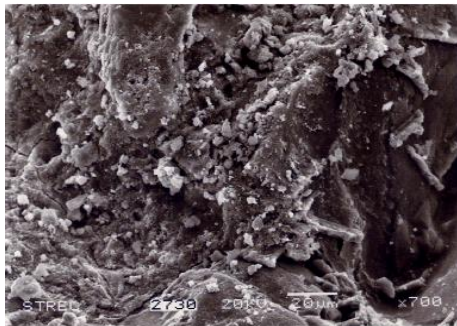
Imaginile mărite de 700 ori (figura 4 a) arată, că microstructura betonului simplu este destul de poroasă și se observă pori de diferite lungimi. Imaginile betonului cu polimer din contra, arată o suprafață mai densă având mai puțini pori, în comparație cu betonul simplu (figura 4 b).



a)

b)

Figura 4. Imagini SEM a betonului simplu (a) și celui cu aditiv și fibre (b) și (c), după încercările la permeabilitate cu soluție de $\text{SO}_4^{2-} \times 700$



c)

Figura 4c. Formarea rețelei de fire din polimer în interiorul porilor structurii betonului $\times 700$

În figura 4c se observă formarea firelor de cristale de polimer. Rezistența împotriva penetrării soluției în beton s-a îmbunătățit semnificativ cu ajutorul polimerului lichid adăugat în beton în procesul de amestecare. Într-o condiție specifică, firele și rețeaua de polimer formate în interiorul porilor și structurii betonului, au fost în stare să micșoreze la jumătate adâncimea de penetrare a soluției.

3. Concluzii

1. Betonul cu aditiv de polimer are o microstructură mai densă în comparație cu cel simplu și posedă o impermeabilitate la lichide mai redusă.
2. Având o porozitate mai mică betonul cu fibre și adaos de polimer micșorează permeabilitatea agenților agresivi și reduce considerabil coroziunea lui interioară.

BIBLIOGRAFIE

1. SM SR EN 12390-8:2011, Încercare pe beton întărit. Partea 8: Adâncimea de pătrundere a apei sub presiune;
2. Georgescu D., Apostu A., Performanța betoanelor preparate cu cimenturi având conținut ridicat de zgură, fabricate în România. Revista Româna de Materiale, ISSN 1583-3186, 2009, vol. 39, nr. 2, pp. 119-134;
3. I. Rusu, I. Colesnic, I. Constantinescu, Coroziunea și protecția construcțiilor rutiere de beton armat. Al XIII-lea Congres National de Drumuri si Poduri. Vol. II, Poiana Brașov, 15-17 septembrie 2010.