

INCERCĂRI

Pentru determinarea dozajelor la betonul armat întrebuințat pentru construcția magaziiilor cu silozuri, și la alte lucrări, din Portul Constanța

DE

CONSTANTIN MIHALOPOL

INGINER

Șef de secție în Serviciul porturilor maritime.

O chestiune foarte importantă pentru constructorii de beton armat, e fixarea dozajului în așa mod ca betonul rezultat să aibă rezistența la care s'a calculat.

În uvrajele autorilor străini găsim o mulțime de date asupra rezistenței betonurilor de diferite dozaje ; pentru a ne putea însă servi de ele ar trebui să fim siguri că întrebuințăm aceleași materiale pe cari le-a întrebuințat și experimentatorii.

Cum aceasta nu se poate întâmpla, urmează că nu putem să ne servim cu folos de rezultatele experiențelor făcute de autori streini.

Fabricația cimentului s'a perfecționat la noi foarte mult în ultimii ani, așa că cu aceeași proporție de ciment la m³. de amestec, putem obține acum un beton mult mai rezistent ca cel pe care îl obțineam acum câțiva ani.

Pentru aceste motive, D-nul Inspector general *I. Venert*, șeful serviciului porturilor maritime, avînd în vedere că anul acesta aveam de făcut multe lucrări de beton armat, a hotărît să facem încercări pentru a vedea dacă nu cumva am putea reduce dozajul betonului.

Încercările au constat în executarea de cuburi de beton de 30 cm. lature, cu diferite dozaje, cari s'au rupt la compresiune după 28 zile dela confecționare.

Cuburile s'au confecționat cu materiale cari se întrebunțează la noi pentru confecționarea betonului și anume :

1). Nisip din cariera Caratai, spălat bine, așa că să nu mai conție decît urme de argilă. Acest nisip e grăunțos cu densitatea bobului de 2.547 gr./cm. c., golurile sunt de 41.22% :

2). Pietriș silicios tot din cariera dela Caratai, densitatea bobului 2.36 gr./cm. c., iar golurile 43.26%, mărimea boabelor 4 - 8 m/m diametru ;

3). Ciment din fabrica Cerna-Vodă. Acest ciment era de o calitate foarte bună și la încercările speciale făcute asupra lui a dat următoarele rezultate :

a) Inceputul prizei după 3 ore și 40 minute ;

b) Volumul constant ;

c) Cernut printr'o sită cu 900 ochiuri pe cm. p., a rămas un rezidu de 2.75%.

d). Rezistența medie la compresiune a cuburilor făcute cu proporția de 1 parte ciment la 3 părți (în greutate), nisip normal german și păstrate 1 zi în aer umed și 6 în apă a fost de 198 kgr./cm. p. ;

e) Idem a cuburilor păstrate 1 zi în aer umed, 6 în apă și 21 în aer de 15°—20° C., a fost de 341 kgr./cm. p.

Cu aceste materiale s'au făcut 4 serii de câte 3 cuburi de beton cu dozajele de : 500, 600, 700 și 800 kgr. ciment la 1 m. c. nisip, la 1,8 m. c. pietriș ; și 4 serii cu dozaje de : 500, 600, 700 și 800 kgr. ciment la 1 m. c. nisip, la 2 m. c. pietriș.

Pentru ca să avem rezultate comparabile, am căutat ca toate cuburile să fie confecționate și păstrate în aceleași condițiuni.

Măsurarea cantităților de materiale s'a făcut totdeauna în greutate și pentru aceasta s'a determinat în prealabil greutatea unității de volum a nisipului și pietrișului, umplind de citeva ori cu nisip și apoi cu pietriș uscat un vas de 12 litri capacitate, cîntărindu-l și luînd media greutăților obținute.

Cantitatea de apă întrebunțată a fost totdeauna de 7% din greutatea totală a amestecului de ciment, nisip și pietriș.

Cum nisipul și pietrișul aveau în totdeauna o cantitate de apă în ele, se determina exact înainte de a confecționa betonul proporția de apă conținută în ele, luînd 5 kgr. din materialul ud, uscîndu-l la căldură pînă se evaporă toată apa și cîntărindu-l din nou.

Se determină apoi cantitatea de apă care mai trebuia adăo-

gată pentru ca cu apa conținută în nisip și pietriș să dea 7% din greutatea totală a materialelor.

Se amestecă totdeauna materialele în așa cantități pentru ca din același amestec să iasă 3 cuburi obținând prin aceasta un beton omogen la toate 3 cuburile.

Amestecul materialelor s'a făcut cu mîna, amestecînd întîiu nisipul cu cimentul pînă ce căpăta o culoare uniformă, turnînd apoi apă și amestecînd din nou și adăogînd apoi pietrișul necesar și amestecînd pînă ce capătă o masă omogenă.

Cuburile s'au confecționat în tipare metalice, iar baterea s'a făcut cu un maiu de 25 kgr. greutate și care era lăsat să cadă dela o înălțime medie de 25 cm. secțiunea maiului fiind de 12×12 cm.

Betonul s'a bătut în forme în 2 straturi egale.

Suprafața de bătut s'a împărțit în 9 părți egale și s'a bătut de 4 ori cite 3 lovituri pe fiecare parte.

Numărul de lovituri pentru un cub a fost deci de:

$$2 \times 9 \times 4 \times 3 = 216.$$

După confecționare, cuburile s'au păstrat în forme 48 ore, iar după acest interval s'au decofrat și s'au așezat pe un strat de nisip, învelindu-se și de jur împrejur cu nisip.

Acest nisip s'a menținut umed tot timpul stropindu-l cu apă.

Atît în timpul confecționării betonului, cît și în tot timpul păstrării cuburilor în nisip, temperatura camerei s'a menținut mereu între $+18^{\circ}$ și $+20^{\circ}$ C.

Ruperea cuburilor s'a făcut în București la Institutul Geologic, singurul care posedă o presă hidraulică destul de puternică.

Pentru transportul dela Constanța la București cuburile s'au impachetat în răzătură de lemn pentru ca să nu se deterioreze de zdruncinături și izbituri.

Rezultatele obținute la ruperea acestor cuburi se văd în tabloul A aci anexat.

Rezistența betonului admisă în calcul pentru betonul armat dela magaziile de silozuri a fost de: 35 kgr./cm. p., așa că conform prescripțiunilor germane, trebuie să întrebuițăm un beton din care cuburile confecționate spre încercare să prezinte după 28 zile o rezistență de: $6 \times 35 = 210$ kgr./cm. p. Vedem din tabloul A, că dozajul potrivit e 700 kgr. ciment la 1 m. c. nisip la 1,8 m. c. pietriș.

Acesta e dozajul care se aplică acuma la portul Constanța la lucrările de beton armat.

Inlocuirea pietrișului prin deșeu calcaros. Una din dificultățile pe care le prezintă întrebuințarea betonului armat la Constanța e procurarea pietrișului.

În adevăr cariere de pietriș silicios, bun pentru beton armat, nu se găsesc în apropierea Constanței, așa că pietrișul întrebuințat pînă acum s'a adus dela Caratai, situat la 32 klm. de Constanța. Pe lîngă că distanța de transport e mare, dar și extracția e grea și debitul mic așa că nu se pot satisface toate nevoile.

Pentru aceste motive, D-I Inginer Inspector General *M. Rîmniceanu*, Directorul General al Porturilor și Cailor de Comunicație pe apă, a decis să facem încercări pentru a vedea dacă nu cumva am putea înlocui pietrișul silicios, prin deșeu calcaros care rămîne, la concasoare, cînd se sfarmă piatra în cariera Canara, care aparține portului Constanța.

Încercările s'au făcut confecționînd în aceleași condițiuni, și cu aceleași dozaje, cuburi de beton cu pietriș și cu deșeu și comparînd rezistențele obținute.

Deșeul are însă 46.45% goluri, pe cînd pietrișul numai 43.26%, așa că pentru a avea betonuri identice ar trebui ca la betonul cu deșeu să sporim mortarul cu 3.19%, adică pentru o cantitate oarecare de deșeu să întrebuințăm cu 3,19% mai mult mortar decît am fi întrebuințat pentru aceeași cantitate de pietriș.

Betonul cu deșeu l-am făcut deci de 2 feluri, și anume :

- 1). O serie de cîte 3 cuburi cu proporția de : 500, 600, 700 și 800 kgr. ciment la 1 m. c. nisip la 1,8 m. c. deșeu ;
- 2). O serie cu proporția de 700 și 800 ciment la 1 m. c. nisip la 1,8 m. c. pietriș.

Cuburile de beton cu pietriș s'au făcut cu proporțiile obișnuite de 500, 600, 700 și 800 kgr. ciment la 1 m. c. nisip la 1,8 m. c. pietriș.

Materialele întrebuințate au fos :

- 1). Nisip de Caratai cu aceleași specificări ca la primele încercări ;
- 2). Pietriș de Caratai cu aceleași specificări ca la primele încercări ;
- 3). Deșeu calcaros cu dimensiunile variînd între 3 10 m/m.
- 4). Ciment de Cerna-Vodă, care la încercările speciale a dat următoarele rezultate :

a) Inceputul prizei după 2 ore și 55 minute ; sfîrșitul prizei după 6 ore ;

b) Volumul constant ;

c) Cernut prin sită de 900 ochiuri pe cm. p., rămîne 2,5% rezidu ;

d) Rezistența la compresiune a cuburilor făcute cu proporția de 1 ciment la 3 nisip normal german (în volum), și păstrate o zi în aer umed și 6 în apă a fost de : 167 kgr./cm. p. ;

e) Idem a cuburilor păstrate o zi în aer umed, 6 în apă și 21 în aer de + 15° pînă la + 20°C., a fost de 370 kgr./cm. p.

Cuburile s'au rupt tot la Institutul Geologic și au dat rezultatele notate în tabloul B aci alăturat.

Se vede din acest tablou că betonul cu deșeu e mai rezistent ca cel cu pietriș, deși pietrișul silicios e mult mai tare ca piatra calcaroasă.

Explicația e în faptul că pe cînd pietrișul e rotund, așa că atunci cînd betonul e supus la compresiune se produce o alunecare între pietriș și mortar. deșeu are muchi neregulate și aderează mai bine mortarul de el făcînd ca secțiunea de rupere să treacă chiar prin deșeu, pe cînd la betouul cu pietriș, secțiunea de rupere ocolea pietrișul.

E posibil însă ca după un interval mai mare de timp, mortarul întărindu-se să crească aderența între el și pietriș așa că rezistența betonului cu pietriș să crească cu timpul mai mult decît a betonului cu deșeu. Pentru a verifica aceasta trebuiesc făcute încercări, rupînd cuburi cu vechime mai mare.

TABLOUL A.

DE REZULTATELE INCERCĂRILOR BLOCURILOR DE BETON CU

PIETRIȘ ȘI NISIP DE CĂRUȚAȘI CARATAI

No. blocului	Proporția amestecului				DATA confecționării	DATA ruperii	Timpul de la confec la rupere	Modul de păstrare a cuburilor	Rezistența la raptură	Rezistența medie
	Ciment	Nisip	Pietriș	Apă						
1	500 K.	1 m c.	1,8 m c.	7% din greutatea amestecului	18/I/912	15/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 125,00	K/cm p. 126,00
2	"	"	"	"	"	"	"	"	130,00	
3	"	"	"	"	"	"	"	"	123,00	
4	600 K.	1 m c.	1,8 m c.	7% din greutatea amestecului	19/I/912	16/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 176,90	K/cm p. 175,00
5	"	"	"	"	"	"	"	"	172,00	
6	"	"	"	"	"	"	"	"	177,00	
7	700 K.	1 m c.	1,8 m c.	7% din greutatea amestecului	20/I/912	17/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 210,00	K/cm p. 215,00
8	"	"	"	"	"	"	"	"	219,50	
9	"	"	"	"	"	"	"	"	216,00	
10	800 K.	1 m c.	1,8 m c.	7% din greutatea amestecului	21/I/912	18/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 245,00	K/cm p. 242,6
11	"	"	"	"	"	"	"	"	236,00	
12	"	"	"	"	"	"	"	"	247,00	
13	800 K.	1 m c.	2 m c.	7% din greutatea amestecului	23/I/912	20/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 206,00	K/cm p. 204,00
14	"	"	"	"	"	"	"	"	202,00	
15	"	"	"	"	"	"	"	"	204,00	
16	700 K.	1 m c.	2 m c.	7% din greutatea amestecului	25/I/912	22/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 179,00	K/cm p. 178,5
17	"	"	"	"	"	"	"	"	175,50	
18	"	"	"	"	"	"	"	"	181,00	
19	600 K.	1 m c.	2 m c.	7% din greutatea amestecului	26/I/912	23/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 148,5	K/cm p. 145,5
20	"	"	"	"	"	"	"	"	144,00	
21	"	"	"	"	"	"	"	"	144,00	
22	500 K.	1 m c.	2 m c.	7% din greutatea amestecului	27/I/912	24/II/912	28 zile	In nisip umed	K/cm p. 107,00	K/cm p. 104,00
23	"	"	"	"	"	"	"	"	102,00	
24	"	"	"	"	"	"	"	"	103,00	

TABLOUL B.

DE REZULTATELE INCERCĂRILOR BLOCURILOR DE BETON CU
PIETRIȘ ȘI DEȘEU DE PEATRĂ DE CANARA

No. blocului	PROPORȚIA MATERIALELOR					Timpul de confec. la rupere	Modul de păstrare	Rezistența la rupură	Rezistența medie
	Ciment	Nisip	Pietriș	Deșeu	A:ă				
1	500 K.	m. c. 1.000	1,8 mc	— —	7% din greutatea amestecului	29 zile	In nisip umed	132 K/cm c.	136,66 K/cm c.
2	"	"	"	— —	"	"	140 "	"	
3	"	"	"	— —	"	"	138 "	"	
4	500 K.	m. c. 1.000	— —	1,8 mc	7% din greutatea amestecului	29 zile	In nisip umed	164 K/cm c.	164,66 K/cm c.
5	"	"	— —	"	"	"	164 "	"	
6	"	"	— —	"	"	"	168 "	"	
7	600 K.	m. c. 1.000	1,8 mc	— —	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	176 K/cm c.	173,33 K/cm c.
8	"	"	"	— —	"	"	170 "	"	
9	"	"	"	— —	"	"	174 "	"	
10	600 K.	m. c. 1.000	— —	1,8 mc	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	197 K/cm c.	196,66 K/cm c.
11	"	"	— —	"	"	"	196 "	"	
12	"	"	— —	"	"	"	197 "	"	
13	700 K.	m. c. 1.000	1,8 mc	— —	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	208 K/cm c.	208 K/cm c.
14	"	"	"	— —	"	"	206 "	"	
15	"	"	"	— —	"	"	210 "	"	
16	700 K.	m. c. 1.000	— —	1,8 mc	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	203 K/cm c.	220,33 K/cm c.
17	"	"	— —	"	"	"	230 "	"	
18	"	"	— —	"	"	"	228 "	"	
19	800 K.	m. c. 1.000	1,8 mc	— —	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	242 K/cm c.	240,66 K/cm c.
20	"	"	"	— —	"	"	239 "	"	
21	"	"	"	— —	"	"	241 "	"	
22	800 K.	m. c. 1.000	— —	1,8 mc	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	250 K/cm c.	250 K/cm c.
23	"	"	— —	"	"	"	242 "	"	
24	"	"	— —	"	"	"	258 "	"	
25	700 K.	m. c. 1.000	— —	1,74 mc	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	243 K/cm c.	261,66 K/cm c.
26	"	"	— —	"	"	"	262 "	"	
27	"	"	— —	"	"	"	280 "	"	
28	800 K.	m. c. 1.000	— —	1,74 mc	7% din greutatea amestecului	28 zile	In nisip umed	261 K/cm c.	267 K/cm c.
29	"	"	— —	"	"	"	260 "	"	
30	"	"	— —	"	"	"	280 "	"	