

NOTE

Asupra comunicațiunei d-lui M. Considère inginer șef de Poduri și Sosele, membru corespondent al Institutului de Franța prezentată Congresului Asociațiunei internaționale pentru încercarea materialelor la Budapesta 1901.

comunicate de

A. MEYER, inginer-chimist

Contribuțiune la studiul proprietăților betonului armat.

Efectele variațiunilor de volum ale betonului

Contractarea în aer. Mortarele care au făcut priză și au fost conservate în aer, să contractează cu atât mai mult cu cât dozagiul este mai bogat, această contractare variază între 1.5 până la 2 mm. pe metru pentru cimentul curat și de 0.30 până la 0.50 mm. pentru betónele slabe.

Dacă să face o zidărie nouă pe un sol rezistent sau pe o zidărie deja întărită, contractarea zidăriei proaspete este stânjenită, să produc atunci tensiuni paralele cu rosturile.

În prisme de ciment curate, aceste tensiuni au dat naștere la numeroase crăpături verticale, care n'au apărut de cât peste un an, partea A a mortarului fusese executată trei zile înainte de partea B. (fig. 1).

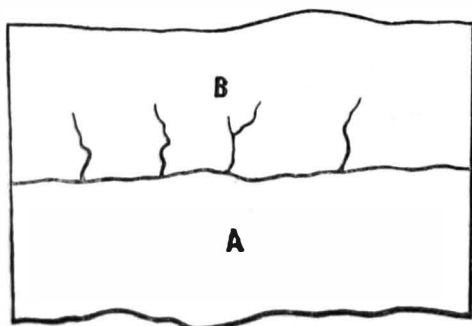


Fig. 1.

Aceste crăpături n'au fost observate în prismele formate de mortare cu un dozagiu mai mic de 800 kgr. ciment pe metru cub de nisip.

În prismele de ciment curat, rosturile pătrunse de teare care împiedecă contractarea în sensul vertical, s'au deschis într'atât încât separațiunea să vedea cu ochiul liber (fig. 2).

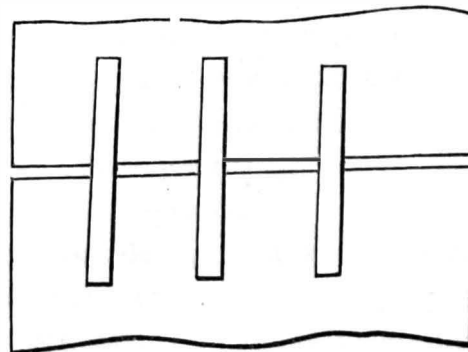


Fig. 2

Când tensiunile interioare nu produc crăpături ele alterează totuși calitățile mortarelor și betoanelor.

Când în loc de a fi produse de piedici esteriore piedicile la contractare provin din cauza armăturilor din masă, tensiunile interioare ce să produc în beton, sunt uniformizate prin acțiunea metalului și nu a rezultat nici o dată crăpături imediate în prismele cu un dozagiu oare care ex-

perimentate de către D. Considère. Când prismele de ciment curat armate sunt păstrate în aer uscat și sunt supuse la flexiune, ele s'au crăpat pentru lungiri de 0.10 mm. până la 0.25 mm. pe când în prisme analoage de mortar sau beton slab (300—600 kgr. de ciment pentru un m. c. nisip) suportau fără crăpături întinderi de 0.3 până la 2 mm. pe metru.

Acest fapt este cu atât mai important cu cât cimentul curat fără armătură, să lungește înainte de a se rupe mult mai mult de cât mortarul slab. Inferioritatea cimentului curat în piesele armate expuse la aer, par a rezulta din tendința de a să contracta de 4 până la 5 ori mai mult de cât betonul slab. Impiedecând în mare parte, armăturile micșorează facultatea de a să lungi pe care o are cimentul.

Când piedicele aduse contractării nu produc crăpături, ca în betoanele slabe, ele produc o micșorare a elasticității, a rezistenței și a facultății de lungire înainte de rupere, care este cu atât mai mare cu cât armăturile opun mai mare rezistență contractării.

Consecințele practice ale acestor fapte să par a fi următoarele:

Intrebuițarea dozajelor bogate pentru zidăriile espuse la aer uscat prezintă primejdii, fie ele armate sau nu.

Or-ce piedecă adusă contractării micșorează calitățile mortarelor și betoanelor cu atât mai mult cu cât dosagiul este mai bogat și contractarea mai împiedecată.

Inconveniente care rezultă au puțină însemnătate pentru mortarele și betoanele slabe; ele sunt foarte grave pentru mortarele bogate păstrate în aer curat.

Este mai avantajos a ține zidăriile umede atât de mult cât e posibil.

Dilatațiunea în apă. — Mortarele care au făcut priză și sunt conservate în apă, tind a să dilata în toate sensurile cu atât mai mult cu cât dosagiul este mai bogat și variind de 1 mm până la 2 mm. pe metru pentru cimentul curat și de 0.2 mm. până la 0.5 mm. pentru betoanele slabe.

Când dilatațiunea nu să poate produce liber, rezultă în zidării presiuni care pot atinge valori mult mai mari de cât acele ale tensiunilor rezultând din contractarea în aer.

D. Considère a măsurat într'o prismă de ciment curat armată pe axa unui fer rotund, după zece luni de ședere în apă, eforturi interioare antagoniste de 1000 kgr. corespunzând la o presiune de 60 kgr., pe centimetru pătrat de ciment și la o tensiune de 12 kgr. pe milimetru pătrat de metal.

Eforturile interioare care produc piedicile făcute dilatațiunii mortarelor și betoanelor sunt în general favorabile rezistenței, ele măresc în adevăr compresiunile și micșorează tensiunile materialelor care resistă de 10 ori mai mult la compresiune de cât la tensiune. Ele au mai cu seamă ca rezultat de a consolida rosturile succesive și toate secțiunile de mai mică rezistență la tracțiune, a căror deschidere o împiedecă.

Este de temut totuși dilatațiunile care tind a se produce în asizele de date diferite, în care dezvoltă eforturi paralele cu rosturile care se pare prejudiciabile aderenței.

Dar aici, contrar de cea ce are loc în cazurile de contractare, zidăria cea mai veche suferă tensiunile și rezistența sa superioară acelei a zidărie superpuse, micșorează primejdiile care pot rezulta și despre care d. Considère n'a putut avea proba experimentală.

În general, totuși trebuie să se înlătore exagerarea eforturilor interioare, or care ar fi sensul, căci efectele lor să combină urmând legi puțin cunoscute, cu acele efecte produse de forțele exterioare și se poate întâmpla ca în unile părți ele să se adune.

Este deci prudent de a nu spori bogăția dozajilor cimentului peste limitele care asigură o impermeabilitate și o durată suficientă mortarelor de sub apă, să pare că nu e nevoie a spori dozagiul de la 800 până la 900 klgr. care dă maximum de rezistență.

Din toate aceste considerațiuni rezultă că zidăriile armate pot să dea rezulte mai bune încă în construcțiunile hidraulice de cât în acele care sunt expuse la aer și în care totuși succesul lor nu mai e pus la îndoială prin experiență.

Efectele variațiunilor hidrometrice. Să știe că toate materialele întrebuițate în zidărie își măresc volumul când absorb apa și că l' scad în cazul contrar.

D. Considère citează experiențele următoare :

O prismă de ciment curat, ne udată care fusese păstrată în aer uscat timp de doi ani s'a lungit de 0.24 mm. pe metru după trei săptămâni imersiune.

O prismă de mortar ne udată dozând 433 kgr. de ciment curat pe metru cub de nisip care stătuse 15 luni în apă, s'a scurtat cu 0.5 mm. pe metru după o ședere de 2 luni în aer uscat.

Din observațiunile făcute de d. Considere să pare că rezultă că schimbarea de volum produsă de variațiunile hidrometrice în mortarele întărite nu sporesc cu bogăția dozagiului, contrarul este mai des constatat.

Este o diferență fundamentală între schimbările de volum produse în piesele armate prin priza cimentului pe de o parte și prin variațiunile hidrometrice pe de altă parte.

În timpul prizei, mortarul are o plasticitate foarte mare la început, care descrește gradat.

Ea face să cedeze, în mare parte, mortarul care face priza, eforturilor pe care armaturile le exercită asupra lui. Mortarul pieselor armate care au făcut priză în aer păstrează definitiv o lungime mai mare de cât dacă ar fi putut liber să și ia contracțiunea sa.

Cristalizațiunile, care să fac în timpul prizei, au loc între molecule depărtate artificial și rezultă o micșorare de densitate, de elasticitate și de rezistență.

Contrariul trebuie să aibă loc în piesele care fac priză în apă.

Efectele variațiunilor hidrometrice asupra mortarelor complet întărite sunt foarte deosebite de acelea care rezultă din priză, e luptă între amândouă materialele asociate a căror coeficienți de elasticitate au ajuns la valoarea lor definitivă și deosebirea între lungimea pe care fie-care tinde a o lua și cea pe care unirea îi impune, este neapărat proporțională coeficientului său de elasticitate. Ar trebui să se prevadă că deosebirea variațiunilor de lungime pe care o ia un mortar, după cum este sau nu, armat, ar fi cu mult mai mare în timpul prizei de cât în timpul variațiunilor hidrometrice care urmează. Experiența l'a confirmat.

Rezultă că cu toate că variațiunile de volum pe care variațiunile hidrometrice tind a se face a le ia mortarele întărite, să fie mai mici de

cât acele ce rezultă din priză, să poate să rezulte eforturi interioare și în special tensiuni de armături considerabile care ating 4 până la 6 kgr. pe milimetru patrat de metal.

Efectele variațiunilor hidrometrice par cu atât mai periculoase cu cât dozagele sunt mai puțin bogate, pentru că rezistența este mai mică, pe când eforturile interioare sunt cel puțin tot atât de mari.

Trebue să adăogăm că inconvenientele sunt aproape nule pentru zidăriile expuse tot-d'a-una la aer, a căror variațiuni hidrometrice au efecte neînsemnate. Cestiunea nu are importanță de cât pentru piesele fabricate în aer lăsate să facă priză înainte de a le pune în apă unde ele trebuie să stea pentru tot-d'auna. Acesta etse capul piloților chesoanelor etc. Ținându-le muiate până la întrebuințarea lor, s'ar înlătura crăpăturile care se produc adesea și variațiunile eforturilor interioare, a căror efect nu poate fi de cât vătămător.

Rezistența betonului la tensiune

Supunând prisme simetric armate la tensiuni îndreptate după axele lor sau la flexiune, să poate determina legile la care sunt supuse efectele tensiunii repetate indefinite.

Pentru a face vizibile faptele constatate s'a construit fig. 3 corespunzând cazului celui mai simplu acel al tracțiunii.

Ordonatele sunt încărcările totale impuse succesiv prisme și abscisele lungirile corespunzătoare ale armaturilor.

Lungirile mortarului, care au fost măsurate au fost găsite aproape egale cu acele ale armaturilor în partea mediană a prismelor supuse la tracțiunea simplă, precum și în părțile prismei încovăiate care sunt destul de îndepărtate de încastări și prin urmare sustrase eforturilor tăietoare. Cât timp încărcarea n'a întrecut o valoare oarecare. Oa, lungirile au crescut regulat și au fost foarte mici, apoi progresiunea a devenit de o dată mult mai mare, dar aproape imediat s'a reluat mersul său regulat reprezentat prin partea dreaptă a liniei A'B.

Inercarea a fost limitată de la Ob, apoi redusă cu încetul până la zero și a dat loc la scurtările reprezentate de linia punctată BC care este aproape rectilinia afară de extremități.

O serie de nouă încărcări până la Ob , și de descărcări a produs deformări reprezentate prin CD' , $B'C'$, $C''B''$ etc. adică prin curbe din ce în ce mai îndepărtate de axa verticală Ob și din ce în ce mai puțin înclinată pe orizontală.

În prima perioadă OA , în care lungirea aA nu întrece cu mult lungimea pe care o prismă de acelaș mortar, ne armată, ar lua înainte de a să rupe, tensiunea dată de mortarul care este armat este aceeași ca și cum n'ar fi armat. Cele

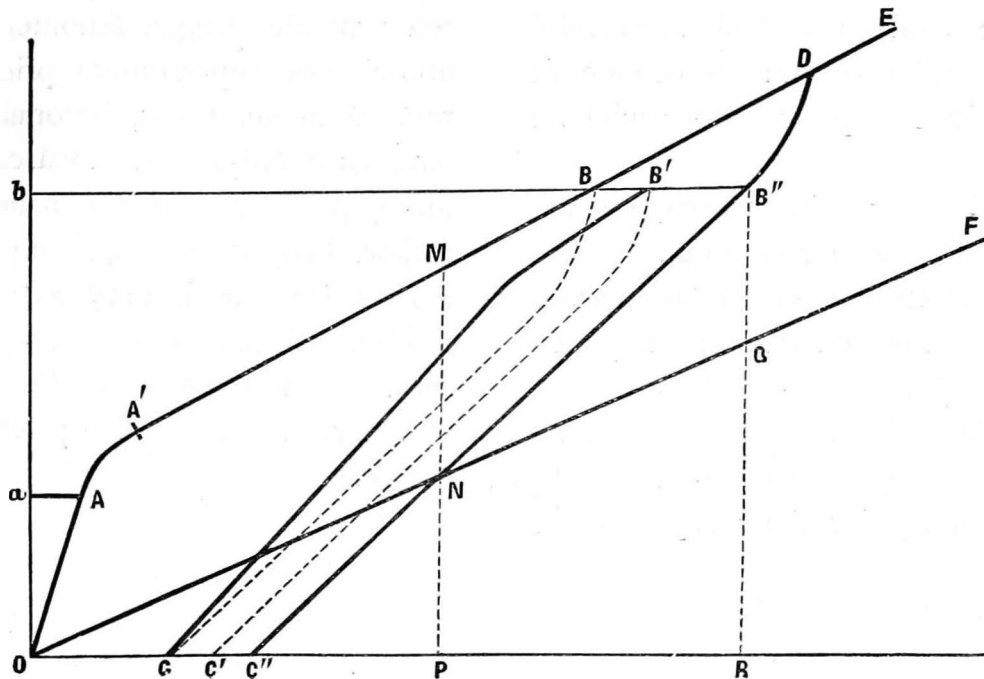


Fig. 3.

Alternativele de încărcare și descărcare au fost continuate până la stabilirea regimului definitiv și s'a observat că puntele B și C să apropiau din ce în ce mai încet de limitele C^n și B^n și că în prismele în care nu erau eforturi interioare prealabile produse de priza în apă sau în aer, valoare finală OC^n a lungime permanente era tot d'a-una inferioară cu $1/5$ și adese ori cu $1/10$ din lungirea totală sub încărcarea bB^n .

Pentru a preciza celelalte caracteristici a rezultatelor obținute, este neapărat a construi curba care represintă tensiunile date, sub diferite încărcări de către armături.

De sigur aceasta este linia dreaptă OF , a cărei înclinare pe orizontala este produsul secțiunii armăturilor prin coeficientul lor de elasticitate M fiind un punct oare care al curbei de formațiune NP , reprezintă tensiunea dată de armatură când priza îndeplinită suportă încărcarea totală PM , și prin urmare tensiunea dezvoltată în mortar era egală cu MN .

Observațiunile la care a fost condus d. Considerare prin studiul rezultatelor sunt următoarele:

două materiale asociate să comportă ca și cum ar fi independente și și împart efortul proporțional cu coeficientul lor de elasticitate.

Dincolo de această limită, lungirea prismei devenind mult mai repede, tensiunea MN a mortarului numai crește de cât foarte încet și prin urmare, coeficientul de elasticitate este foarte mic.

Cea ce interesează din punctul de vedere practic este de a defini, din punctul de vedere al repetirii eforturilor, linia B^nQ , valoarea rezistenței definitive pe care mortarul o produce când încărcările au fost repetate indefinit fără a trece peste limita OB și QR , variațiune de efort încercată de armături în acelaș timp.

În prismele care fuseseră conservate în aer de la fabricarea lor și care suferiseră la încercare o lungime maximum $6 B^n$ de $0,^{mm}90$ pe metru, valoarea finală a tensiunii B^nQ dată de mortar a fost egală cu $70/100$ din tensiunea maximă MN și a ramas sensibil superioară rezistenței aceluiași beton ne armat.

În prismele conservate sub apă, apoi puse în aer timp de câte-va zile înainte de încercare

pentru a anula eforturile interioare produse de priză, tensiunea finală a fost sensibil superioară celor $\frac{70}{100}$ a tensiunii maxime.

Din punctul de vedere al elasticității, fenomenele care să produc în timpul tensiunii betonului armat pot fi definite ast-fel:

Mortarul sau betonul armat conservă un coeficient de elasticitate egal cu acel al mortarului ne armat, atât cât lungirea sa nu întrece cu mult valoarea ce ar produce ruperea mortarului ne armat.

Dacă să duce mai departe încărcarea, coeficientul de elasticitate devine aproape nul.

În descărcare, coeficientul de elasticitate are o valoare cu atât mai redusă cu cât deformațiunea a fost dusă mai departe.

Dacă se repetă încărcările și descărcările au aceeași limită de încărcare, coeficientul de elasticitate să micșorează încă, dar tinde repede către

o limită. Ajunse la acest punct piesele armate și supuse la repetirea aceluiași eforturi să comportă ca corpuri perfect elastice și deformațiunile lor sunt aproape riguros proporționale cu încărcările.

După aceste constatări, era important a căuta cea ce are loc când o piesă armată era încărcată cu o greutate superioară celei din încărcarea repetată. Legea fenomenului care să produc atunci, este reprezentată prin curba BⁿDE, ea arată că în acest caz, betonul regăsește, după o oare care creștere de încărcare, rezistența maximum, pe care a avut-o înainte de repetirea eforturilor. Proprietatea aceasta este demnă de remarcat care ar fi prețioasă în cas de accident.

Legile formulate mai sus pentru prisme armate supuse la tracțiunea simplă să aplică de asemenea fibrelor întinse ale prismelor lucrând la încovăiere.

(Va urma)

