

Indicațiile de față sunt destinate studenților de la specialitatea CIC și specialitățile adiacente.

Programa de studii include 4 lucrări de laborator. Fiecare din ele include: noțiuni generale referitoare la scopul, subiectele examinate; teoria prescurtată a lucrării concrete de laborator, ce contribuie la aprofundarea cunoștințelor; descrierea instalațiilor utilajului și aparatelor necesare pentru efectuarea măsurărilor de rigoare; metodică executării încercării, prelucrării datelor, experimentale, analizei lor, modalității de prezentare și perfectare a raportului, precum și întrebări de control.

Elaboratori: conf. univ. Teodor Sârbu, lectori asistenți
Mihai Ursu și Alexandru Cârlan

Redactor responsabil: conf. univ. Teodor Sârbu

Recenzent: conf. univ. Anatolie Zolotcov

Aprobat

de comisia metodică a facultății C.G.C.

(C) U.T.M. 2012

LUCRAREA DE LABORATOR NR. 1

STUDIAREA PROPRIETĂȚILOR FIZICO-MECANICE ALE BETONULUI LA COMPRESIUNE

1.1. Scopul lucrării

Determinarea experimentală a rezistenței cubice R , prismatice R_c , a deformațiilor specifice ε la compresiune de la acțiunea scurtă de durată a sarcinii, și a modulului de elasticitate a betonului E_c .

1.2. Obiectivele lucrării:

La studierea proprietăților fizico-mecanice ale betonului la compresiune sunt propuse următoarele obiective:

- studierea teoretică a micro-proceselor, care se produc în epruvete sub acțiunea eforturilor de compresiune;
- familiarizarea studenților cu programul de încercare a cuburilor, și/sau prismelor din beton, cu aparatele de măsură și instalațiile de încercare;
- însușirea metodelor de încercare a epruvetelor din beton și măsurare a eforturilor și deformațiilor;
- însușirea și utilizarea metodelor de prelucrare a datelor, de adoptare a deciziilor și de perfectare a raportului.

2. Considerații teoretice

2.1. Rezistența betonului

Prin rezistența betonului la compresiune se subînțelege capacitatea lui de a prelua acțiunea sarcinilor aplicate până la cedare. Ruperea betonului la compresiune monoaxială se produce datorită eforturilor transversale de întindere ce apar și se dezvoltă perpendicular pe direcția forței în dependență de prezența sau lipsa forțelor de frecare dintre platanele preseii și epruvetă (v. fig. 1.1).

Procesul de cedare se începe după atingerea și/sau depășirea alungirilor limită de întindere de la acțiunea compresiunii aplicate. Alungirile principale de întindere sunt ortogonale la alungirile principale de comprimare (v. fig.1).

La atingerea alungirii critice de întindere este inevitabilă apariția primilor micro-fisuri, iar în cazul creșterii sarcinilor aplicate fisurile se

dezvoltă, cresc dimensiunile - deschiderea și lungimea lor. Datorită dezvoltării și propagării lor în element, inclusiv și pe suprafețele de contact dintre agregat și liant, în caz că forțele de coeziune sunt depășite procesele de rupere (cedare – fisurare) locală se vor uni într-un sistem unic, integrat, adică vor fi create condiții de împărțire a elementului în părți separare, care ori își pierde stabilitatea, sau nu au rezistență suficientă, adică se produce cedarea totală a epruvetei încercate. Procesul de cedare descris mai poartă denumirea de „colaps progresiv”.

Rezistența betonului se determină prin încercarea epruvetelor din beton (cuburi, prisme sau cilindri) până la rupere.

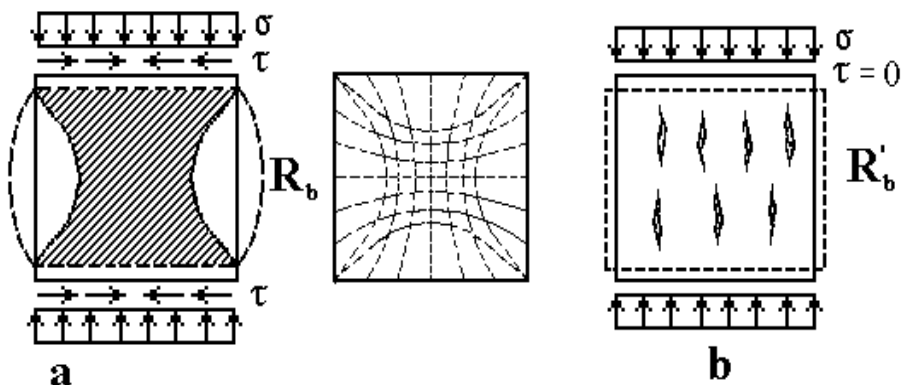


Fig. 1.1. Acțiunea eforturilor și modul de rupere al cuiburilor de beton la compresiune centrică

Mecanismul de rupere, prin care cedează betonul la toate tipurile de solicitări curente, este, pe direcția pe care astfel de deformații pot avea loc. Inițial posibil se inițiază micro-procesele de rupere, pe suprafețele agregat-liant. Ținând seama de compoziția betonului, neomogenitatea lui, de dimensiunile forma suprafețelor și natura agregatului, aceste procese pot apărea în cele mai diferite puncte ale volumului betonului, la diferite valori ale acțiunilor aplicate. De asemenea, propagarea acestor micro procese de cedare locală, în masa betonului este o problemă ce depinde de natura solicitării, de posibilitatea redistribuirii eforturilor după apariția primelor semne de

cedare locală, de distribuția statistică a mărimii și formei granulelor de agregat, de timpul sau viteza de încărcare a elementului.

Prismele și/sau cuburile supuse încercărilor trebuie să fie confecționate din același amestec de beton, precum și betonarea, priza și maturizarea lui de asemenea va fi identică și va corespunde exigențelor expuse în standardele în vigoare.

Rezistența cubică a betonului este considerată caracteristica principală a calității betonului.

Rezistența cubică a betonului R se determină pe cuburi cu latura de 150 mm (sau 100 mm), confecționate și păstrate în condiții standard, prevăzute de standard [1]

Rezistența prismatică a betonului se determină pe prisme cu dimensiunile 150 x 150 x 600 mm (sau 100 x 100 x 400 mm) de asemenea păstrate în condiții standard, prevăzute de [1].

Rezultatele încercării epruvetelor se înregistrează în tabelele 1.1 și 1.2.

Studentii vor încerca în aceleași condiții, o serie din 3-5 epruvete - cuburi și/sau prisme.

Tabelul 1.1

Nr. de ordine	Data încercării	Vârsta epruvetei	Dimensiunile epruvetelor		Lungimea	Secțiunea transversală	Forța de rupere	Rezistența max, Mpa	Valoarea medie a rezistenței	Clasa betonului	Notă
			baza								
			a	b							
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Rezistența cubică a betonului, conform normativelor în vigoare, este folosită drept principala caracteristică a calității lui, însă ea nu este unica caracteristică a rezistenței lui și nici nu se utilizează nemijlocit la calculul elementelor din beton armat.

Rezistența prismatică a betonului este o valoare ce reflectă mai corect (real) rezistența betonului la compresiune și, deci, este folosită la calculul elementelor din beton, beton armat și beton precomprimat.

Betonul este un material compozit cu structura spațială eterogenă, material în care proprietățile fizico-mecanice variază în timp și poziție, în dependență de o mulțime de factori aleatorii, adică este totalmente supus unor procese aleatorii. Prin urmare, caracteristicile de rezistență ale acestuia pot, trebuie și, o să fie tratate prin prisma teoriei probabilității și statisticii matematice, adică caracteristicile lui, de rezistență din relațiile de calcul vor fi determinate utilizând preponderent legea de distribuire normală, legea de repartiție Gauss – Laplase, prezentată grafic pentru rezistența cubică în fig. 1.2.

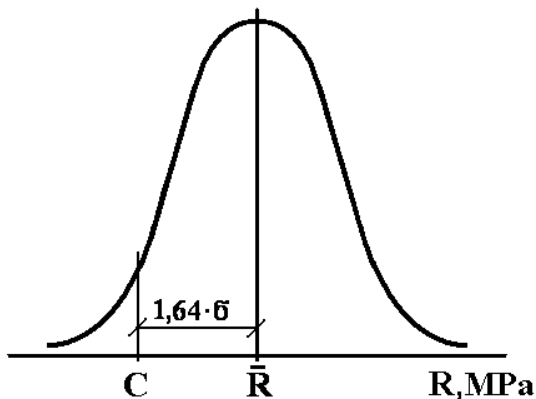


Fig. 1.2. Curba de repartiție normală

Prelucrarea datelor experimentale se începe de la calculul mediei aritmetice și mediei pătratice al acestora. Referindu-ne la rezistență se vor calcula valoarea medie a rezistenței - (\bar{R}) și media pătratică nedeplasată a selecției (eșantionului) - (\bar{S}).

Valoarea medie a rezistenței determină cu relația:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i, \text{ sau } \bar{R} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n n_i \cdot R_i, \quad (1.1)$$

Media pătratică nedeplasată după cum urmează:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{(n-1)}}, \text{ sau } \bar{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot (R_i - \bar{R})^2}{(n-1)}}, \quad (1.2)$$

în formulele (1.1) și (1.2)

n - este numărul total de epruvete în eșantion și, respectiv

n_i - numărul de rezultate al rezistenței grupate - R_i

Coeficientul de variație al rezistenței este raportul respectiv:

$$\nu = \bar{S} / \bar{R} \quad (1.3)$$

Tehnologiile de producere a betonului în majoritatea cazurilor asigură o variație de circa 13,5 % deci, coeficientul de variație ν pentru astfel de tehnologii (normate și în Republica Moldova) este egal cu 0,135.

, folosesc următoarele noțiuni din statistică matematică: , și (ρ) - coeficientul de variație

Ținând cont de proprietățile distribuirii normale Gauss – Laplace valoarea limită asigurată cu 95 % unilateral - a variabilei aleatorii examinate se află la distanța (χ egală cu 1,648) \bar{S} de la media aritmetică a acesteia.

Caracteristica de bază a betonului – clasa lui, sau rezistențele normate (rezistențele de calcul pentru stările limită de serviciu incluse în normativ $R_{c,ser}$, $R_{ct,ser}$) sunt de fapt valorile minime asigurate a rezistențelor cubice R , sau respectiv rezistenței prismatice la comprimare R_c , sau la întindere R_{ct} . Asigurarea inclusă în majoritatea normativelor, inclusiv și în cele din Republica Moldova este de 95 %.

Astfel pentru obținerea valorii normate a caracteristicii examinate, de exemplu a clasei betonului – C se va utiliza relația:

$$C = \bar{R} - \chi \cdot \bar{S}, \quad (1.4)$$

Înlocuind în relația (1.4) valorile coeficientului de variație și cel al siguranței se va obține:

$$C = R \cdot (1 - \chi \times \nu) = R \cdot (1 - 1,648 \times 0,135) = 0,778 \cdot R \quad (1.5)$$

Formula (1.5) permite determinarea clasei betonului dacă este cunoscută valoarea medie a rezistenței cubice – marca de rezistență.

Dacă tehnologia de producere a betonului lasă de dorit, adică există probleme cu disciplina de producție și/sau calitatea materialelor constituante, coeficientul de variație va crește și deci pentru asigurarea aceleiași rezistențe garantate - clasă va fi nevoie de o rezistență medie mai mare – echivalent al unui consum suplimentar de ciment, adică

uzina respectivă va produce un beton mai scump. Adică, coeficientul 0,778 este „de facto” coeficientul normat de omogenitate a betonului.

Valoarea normată a rezistenței prismatice, adică rezistența de serviciu a betonului la compresiune se determină cu relația empirică:

$$R_{c,ser} = C \cdot (0,77 - 0,00125 \cdot C) \geq 0,72 \cdot C \quad (1.6)$$

a betonului

2.2. Deformațiile betonului la acțiunea sarcinilor de scurtă durată.

Betonul încercat cu sarcini de compresiune de scurtă durată (până la o oră) cu viteze lente și stabile de $0,6 \pm 0,2$ MPa pe secundă se comportă ca un material elasto – plastic. Relația dintre tensiunile mecanice (eforturile unitare) σ și deformațiile specifice (relative) ale betonului ε reprezintă o curbă caracteristică a betonului ($\sigma - \varepsilon$), reprezentată în fig. 1.3 cu zonele ascendentă și descendentă.

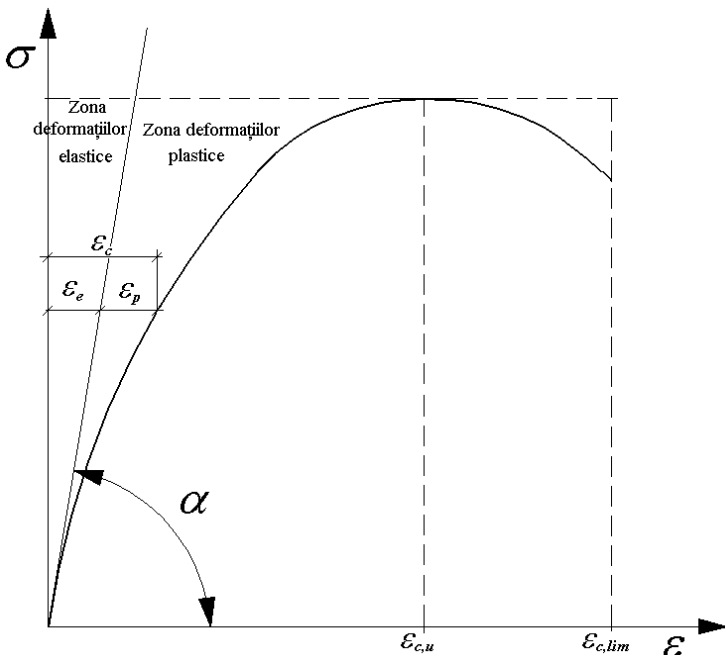


Fig. 1.3. Curba caracteristică a betonului ($\sigma - \varepsilon$) la compresiune.

Gradul de curbură al funcției ($\sigma - \varepsilon$) depinde de clasa betonului, valoarea, durata și caracterul de acțiune al încărcării. Curba se abate de la linia dreaptă (fig. 1.3), tangenta la origine, care coincide cu cea de la

începutul acțiunii sarcinii (admisibile de până la 30 % din cea maximă) datorită structurii lui. Această deviere crește odată cu majorarea sarcinii. După apariția micro-fisurilor ($\sigma \approx 0,4 \cdot R$) deformațiile plastice cresc suficient, și deci relația ($\sigma - \varepsilon$) devine o linie curbă.

Cele menționate ne impune să nu mizăm pe modulul de elasticitate a betonului. După cum se știe pentru beton în dependență de caz, îndeosebi în relațiile teoretice de calcul pot există 3 noțiuni ai modulului de elasticitate a betonului (fig. 1.4):

- modul de elasticitate inițial, se poate admite nominal (E_c)
- modulul deformațiilor totale (E_c^*);
- modul elasto - plastic (E_c') sau modulul secant.

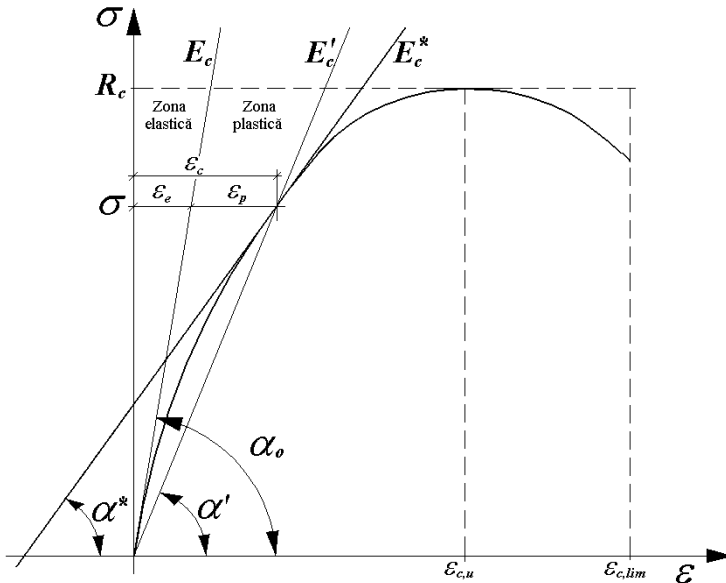


Fig. 1. 4 Definirea modulelor de deformații ale betonului

În prezent în NCM se folosește modulul inițial (modulul nominal) și modulul secant E_c' , care se determină cu relația:

$$E_c' = \nu \cdot E_c, \quad (1.7)$$

unde ν este coeficient ce caracterizează starea elasto - plastică a betonului comprimat; valoarea lui variază de la 1 la 0,15 (comprimarea elastică a betonului – până la 0,15 la cedare; în calculele la starea limită de exploatare sunt normate valorile coeficientului ν la întindere,

care este de 0,45 pentru acțiunea sarcinii de scurtă durată și de 0,1 ... 0,15 pentru acțiunea cvasipermanentă (de lungă durată).

În practica de evaluare a modulului de elasticitate au fost propuse mai multe relații, însă deoarece atât rezistența cât și deformațiile sunt dependente de structura eterogenă a acestui material compozit, valoarea poate servi numai pentru estimări. Una din astfel de formule de evaluare a modulului de elasticitate a betonului în dependență de clasa lui poate fi:

$$E_c = 6000 \cdot \sqrt{C}, \quad (1.8)$$

La calculul deformațiilor elementelor care lucrează fără fisuri se folosește modulul de elasticitate E_c iar pentru cele fisurate modulul secant E'_c preluat de etriere pe unitatea de lungime.

2.3. Epruvete și aparatură:

Examinarea vizuală detaliată a epruvetelor, marcarea și înregistrarea lor. Instalarea elementelor pe platanele preseii cu centrarea lor.

Întrebări de control

1. Numiți caracteristica principală de rezistență a betonului.
2. Ce este rezistența prismatică"?
3. Scrieți relația dintre rezistența cubică și rezistența prismatică a betonului.
4. Numiți legea cu care se asigură prognozarea valorilor normate (caracteristice) ale rezistenței betonului.
5. Dați definiția valorii medii a rezistenței cubice.
6. Dați definiția clasei betonului.
7. Care caracteristică a rezistenței betonului se folosește în calculele capacității portante a elementelor din beton armat?
8. Din ce cauză dependența caracteristică ($\sigma - \varepsilon$) a betonului este neliniară ?
9. Dați definiția modulului de elasticitate, a deformațiilor totale, și a modulului secant.

10. Care din cele trei module de deformații ale betonului se folosește la calculul deformațiilor elementelor din beton armat?

3. Experimentare și observații în timpul încercării.

3.1. Rezistența cubică a betonului.

Înainte de încercare se verifică planeitatea și paralelismul fețelor de încercare cu o riglă metalică și o sondă gradată. Apoi se determină dimensiunile secțiunii medii de calcul.

Cubul se soliciță cu o sarcină care crește cu o viteză de aplicare de $(0,6 \pm 0,2) \text{ MPa/s}$ și este înregistrată la pupitrul de comandă al presei.

Când acul indicator de la pupitrul de comandă va indica o scădere a forței, se notează forța maximă atinsă.

După rupere cubul trebuie să aibă forma a două trunchiuri de piramide, unite cu bazele mai mici (fig. 1.1),

Modul de rupere se indică în tabelul 1.1.(standard, ne standard).

3.1.1. Interpretarea rezultatelor

Rezistența betonului la comprimare $R(\text{MPa})$ pentru fiecare epruvetă aparte se determină cu formula:

$$R_i = \frac{N_i}{A_i} \cdot \alpha \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad (1.10)$$

Unde N este forța de rupere, kN ;

A - aria medie a secțiunii transversale, cm^2 ;

α coeficient de corecție a rezultatelor încercărilor epruvetelor ne standard, adică a influenței fretării care apare de la frecarea dintre platanele presei și suprafețele cuburilor. (pentru cuburile cu latura 100 cm $\alpha = 0,91$);

i - numărul de epruvete.

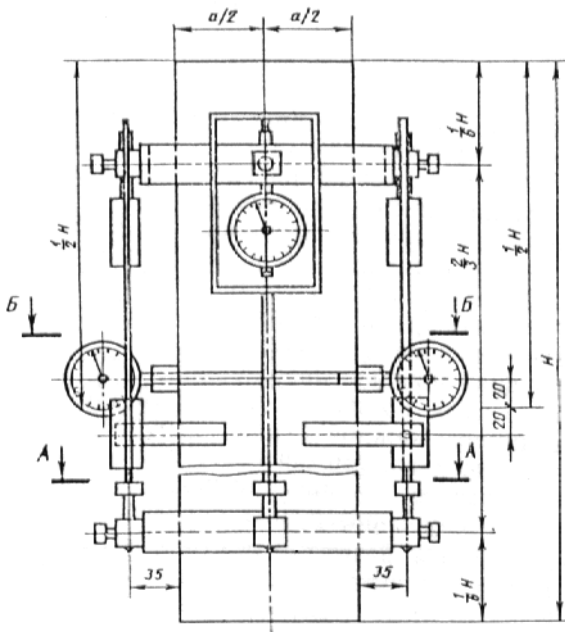
După relația (1.1) determinăm valoarea medie a rezistenței cubice R_m și media pătratică nedeplasată S , apoi se verifică prezența și eliminarea, dacă există a erorilor grave conform [1]. În continuare se determină, coeficientul de variație \mathcal{G} și clasa betonului după relațiile (1.3) (1.4) și (1.5) respectiv.

Rezultatele obținute se înregistrează în tabelul 1.1.

3.2. Rezistența prismatică a betonului

Prismele se pregătesc pentru încercare la fel ca și cuburile
Viteza de creștere a sarcinii rămâne aceeași.

Înainte de încărcare epruvetele se verifică din punct de vedere al planeității și paralelismului fețelor, care urmează să fie încărcate. După măsurarea laturilor celor două suprafețe care vin în contact cu platanele presei și/sau al altor secțiuni paralele acestora, cu precizia de 1 mm, se determină aria medie. Pe epruvete se fixează aparatele de măsurare a deformațiilor pe toate fețele laterale.



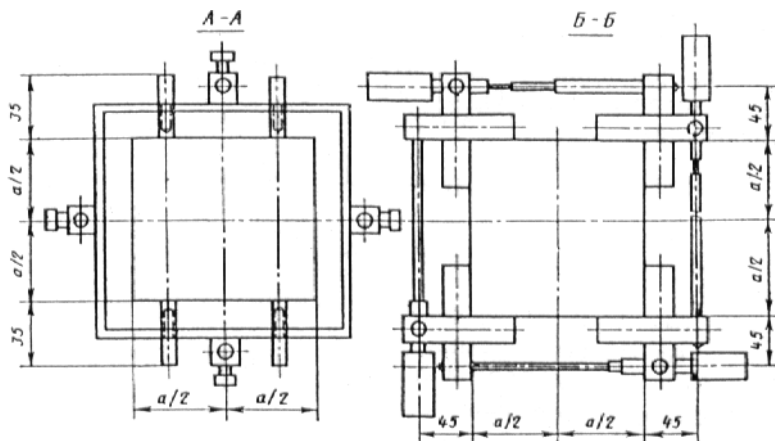


Fig. 1.6. Instalația aparatelor de măsurare a deformațiilor.

Aparatele se instalează în partea mediană a prisme egală cu $1/2$ din înălțimea ei (fig. 1.6). După instalarea prisme pe platanul presei se înfăptuiește centrarea prisme în felul următor:

- se determină valoarea probabilă de rupere a rezistenței prismatice după relația:
- încercăm prisma pică la treapta egală cu $(40 \pm 5 \%) R_c$ și înregistrăm indicațiile aparatelor de măsurare;
- calculăm valoarea medie » deformațiilor înregistrate.

Se consideră că o prisma este corect centrată dacă deformațiile înregistrate de fiecare aparat au diferă față de valoarea medie a deformațiilor mai mult de 15 %. Dacă nu este satisfăcută această condiție schimbăm poziția prisme în direcția de formațiilor maxime și solicităm prisma din nou, repetându-se operația până la obținerea unei centrări corecte, dar nu mai suit de trei ori.

În calitate de treaptă inițială de încercare se ia efortul unitar ia beton

Încercarea epruvetelor până la nivelul sarcinii egale cu $(40 \pm 5 \%) R_c$ se înfăptuiește în trepte, mărimea fiecăreia fiind egală cu 10 % R_c cu o creștere continuă și uniformă a efortului cu viteză $(0,6 \pm 0,2)MPa/s$, care se monitorizează la sistemul de comandă, pe cadranul acestuia. La fiecare treaptă de încărcare păstrăm valoarea sarcinii aplicate pe parcursul de circa (4 ± 1) minute și înregistrăm

indicațiile aparatelor ia tabelele 1.2 la începutul și la sfârșitul fiecărei trepte.

În momentul când acul indicator al pupitrului de aerwindă indică o scădere a sarcinii se notează valoarea $r > \text{aximS}$ - tinaia a ei.

3.2.1. Interpretarea rezultatelor

Rezultatele obținute la „fiecare treaptă de încărcare se înscriu în tabelele 1,2

Rezistența prismatică se calculează pentru f și se care epruvetăi $'$;

c

■, unde $r_{\text{și}}$ este forța de rupere, $J_c > V_j$

jfc - aria medie a secțiunii transversale, $C_m \cdot j$ L - numărul de epruvete. Modulul de elasticitate 0.1 betonului la comprimare sf determină pentru fiecare epruvetă

Tabelul 1.2

Treapta de incarcare		Sarcina treptei corespunzatoare, P kN	Secțiunea medie transversala, A cm ²	Efortul $\sigma = N/A$, MPa	Citiri la puntea tensometrica				Deformatia medie absoluta, Δl_m	Deformatia relativa medie $\varepsilon = (\Delta l_m / 2) \cdot 10^{-6}$	Rezistența prismatica $R_c = N_c / A$, MPa	Modulul de elasticitate $E_c = \sigma_c / \varepsilon_c$, MPa	Note
					1	2	3	4					
					$n =$ $l =$ u Δl	$n =$ $l =$ u Δl	$n =$ $l =$ u Δl	$n =$ $l =$ u Δl					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0												
1	1												
	N												
2	2												
	N												$N_c^r =$

3	3																
	N																
4	4																
	N																
5	5																
	N																
6	6																
	N																
7	7																
	N																
8	8																
	N																
9	9																
	N																
10	10																
	N																

în tabel " -n - valoarea unei divisiuni5

- 1 - basa de măsurare, ..f -

unde G_f este efortul unitar în beton la etapa dată de solicitare;

$$\epsilon_c = \frac{\sigma}{E_c} \cdot 10^5 \quad (1.13)$$

în care P_f - sarcina la etapa dată de solicitare

ϵ_c - deformația relativă elastică longitudinală la nivelul sate inițiale înregistrată la începutul fiecărei trepte.

Bacă valorile reale ale treptelor de solicitare nu sînt mult diferite de cele teoretice atunci valoarea deformației pentru nivelul efortului unitar $0,25 f_{ct}$ se determină prin interpolare.

Deformațiile relative totale ale betonului se determină după relația:

$$\epsilon_c = \frac{\sigma}{E_c} + \epsilon_{sh} \quad (1.15)$$

unde ϵ_{sh} este valoarea medie a deformațiilor absolute (conform tabelul 1.2);

- l - baza de măsurare a deformațiilor;

Rezultatele obținute la încărcarea epruvetelor în trepte pînă la rupere se scriu în tabelele 1.3.

Calculăm valorile medii cîmpătate pe trei prisme încercate și le înregistrăm în tabelul 1.3

tabelul 1.3

Trepte de încărcare	Deformația relativă totală $\epsilon_c \cdot 10^{-5}$ înregistrată la sfîrșitul fiecărei trepte de încercare	Efortul unitar σ, MPa	R_c, MPa	E_c, MPa
1				
2				
3				
4				

5				
6				
7				
8				
9				
10				

Folosind rezultatele din tabelul -1. 3 construim curba caracte-

Trepte de încărcare	Deformația $\varepsilon_c \cdot 10^{-5}$ în sfârșitul fiecărei încărcări	Trepte de încărcare	Trepte de încărcare	Trepte de încărcare
		1	1	1
		2	2	2
		3	3	3
		4	4	4
		5	5	5
		6	6	6
		7	7	7
		8	8	8
		9	9	9
		10	10	10

ristică a betonului cu ajutorul reprezentării grafice a deformațiilor relativ ca funcție de la eforturile unitare (fig. 1.7).

Fig. 1.7". C. ba caracteristică a bet-

Calculul rețetelor și a caracteristicilor fizice ale materialelor componente
 și a efortului unitar = < x >

și cu ajutorul coaputului conform programului "B.-1 mai jos.

PKQ&RAM BCL'TBIF . wms/sw 41 «; V/. PPSfISJ,
 & i ir K~i 99 TYPPffî

iȘ FORMAT ('IPimuCE AL') ^ACCEPT Z0J1

1 TrPE ih '

sfiPbMtrCmwce
 ACCEPT W,/
 tyMMATfIZ) ' TYPE50
 Sf num (wrmvcz pi^l) . . •
 fCCEPT60((BL(K,Ij_t 1*1,fy K- tM) M fom/ i
 /we,?.) ,
 rm 7o/1, n, ((Mki), t= k- < *f) , mm (5tc)ai./.'{(fo
 *,</), k- <#)
 FWIAT(N, 'AL*' P3,I,IX. N/PX, VPS.2))
 DO 1 1*t,H ,
 i\$*S+OLIKjX)- ,
 EPS(K)*S/(f*AL)
 zCWTIWE-
 zwjure (3,3)1 k.£>s(k). khm)

³tte^a*" ^".w.t

tt PMMPT CMWtCBsmWiEMMeV) i Kr)

wenh.p . # Focmuw.i)

*t mmrf'mmucE Am secnumtF) t a &f)

«t F<imfT(F6.Z) TYPE iii

o FtmT (imoiUCE E/s I) ACCEPT
 130, EPSi

WFPXMTtFt.Z)

FMMT nmOME EPSI' kCtm fi0, EPS 2 iSt ffKMAT (F7.1)

WIITS (3, f/J > F, EPSi EPSI

EB'AK/EPSZ Mf =

EPI&EFSi

mm(3.6)E6,XK, Ei, w 6 FftoAtpX 'to*' Ff.S /X/M/fa' PX, 'AK*
 • FS.3 IX, 'HPfi' 2X,

1PX, 'NUMAR * EFORTUL UNITAR * AEFORMATIA RELATIV'
 10X 'IXI2, ZX ;F1Z, * EPS(K) E-PS*

'ijZX. F tv. 3) STOP

end

Tt, FS.\ /x/e*r, h/m/t'

Note la .programul' ""Beton*- .-

ut progrisă î Explicare		în lucrare
r *	Numărul de trepte	A'
Al	Baga de al^urare a ieformațiilor	_ £ _
r	Humărul de deformatoare	' I
Āi	Valoarea aed ie a deforswș.iilor absoluta j	Al
P	Forța d.e rupere	>f
i -	Secțiunea «die transversali	■B
T TM ~ AK	Creșterea sarcinii pînă la nivelul ojfe'&i	Pe
. pp	Heaistența- prismatică.	&
£ B	Modulul de elasticitate	%
	Coefficientul j* ¹	' /
■ %PSt	Creșterea 'de formației relative elastice longitudinale» coresp'm- sîStoars nivelului sare inii P _g ~ A și citită Își începutul fiecărei trepte.	i
BPSi	lbsn,a'deforesației transversale	£je /
EPSfr)	Creșterea 'ăformației relative totale citite la sfîrșitul fiecărei trepte,	. Si
	«fortul'unitar., determinat la sfîrșitul fiecărei trepte.	I 6>

LUCRAREA nr. 2

ÎNCERCAREA GRINZII DIN BETOH ARMAT SOLICITATA LA ÎNCOVOIERE PÎNĂ LA RUPERE PE SECȚIUNE NORMALĂ

Scocul lucrării: analiza modului de comportare a elementului din beton armat solicitat la încovoiere în toate stadiile de lucru, până la pierderea capacității portante.

1. Elemente experimentale, aparatură și utilaj de încărcare

Forma și dimensiunile elementelor experimentale sunt alese astfel încât să fie comod transportate și încercate în condițiile laboratorului didactic.

În acest scop se folosește o grindă din beton armat cu secțiunea transversală de formă dreptunghiulară având dimensiunile de $b \times h = 10 \times 15 \text{ cm}$ și deschiderea între reazeme $l_0 = 96 \text{ cm}$

Lungimea totală a grinzilor este $l = 110 \text{ cm}$, pentru a se asigura prelungirea suficientă a armăturilor longitudinale de rezistență peste reazeme (fig. 2.1).

Grinda este alcătuită din beton clasa C15, armată cu o carcasă plană sudată (fig.2.1). Armătura longitudinală de rezistență este $\varnothing 12A - III$, transversală - $\varnothing 6A - I$ cu distanța între etriere $s = 5 \div 8 \text{ cm}$, cea longitudinală de montare în zona comprimată - $\varnothing 6A - I$. La capetele grinzii cu lungimea $l/3$ se sudează adăugător armătura transversală $4\varnothing 6A - I$ pentru asigurarea ancorării armăturii longitudinale în beton. Înainte de încercare grinzile se vâruiesc pe fețele laterale pentru observarea corectă a momentului apariției fisurilor și a modulului de dezvoltare a acestora pe înălțimea fețelor.

În registrul de laborator studenții alcătuiesc schița grinzii experimentale în corespundere cu fig. 2.1 indicând dimensiunile reale măsurate, diametrele și clasa reală a armăturii.

2. Echiparea grinzii

. înainte de încercare, grinda experimentală este echipată cu aparatură de măsură necesară (fig. 2.2). Pentru măsurarea defor-

mațiilor absolute se montează la mijlocul prizei, în zona de moment constant, un număr de 3 microcomparatoare cu precizie de 0,001 mm, avînd baza de măsurare de 100 și 200 mm. Două microcomparatoare M_{tt} M_t cu baza de măsurare de 200 mm se montează la partea superioară a zonei comprimate, al treilea microcomparator

M_j cu baza de măsurare de "100 mm se montează pe armătura longitudinală de rezistență

Fig. 2.1. Exemplu de armare a grinzii «xperitumtal

Măsurarea săgeții se face cu ajutorul fleximetrului Maximov avînd precizia de 0,01 mm și despus sub grindă la mijlocul îpschiderii ei

Penaru a urmări alunecarea armăturii în beton, pe capetele armăturii longitudinale de rezistență, care -ies în afara grinzii experimentale, se montează microcomparatoarele

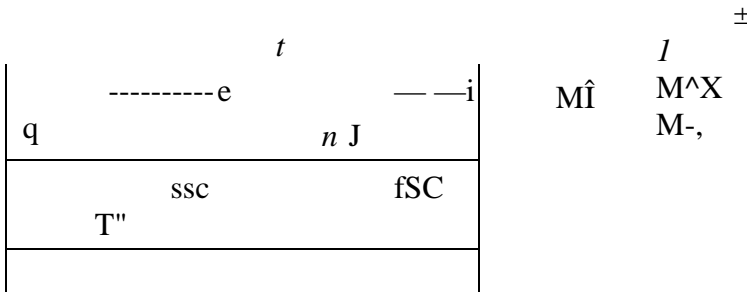


Fig. 2.2. Echiparea grinzii experimentale cu aparatură de măsură

3- Utilaj pentru încărcare încărcarea grinzii se face în laboratorul de beton al cated-

rei ou ajutorul unei prese universale adaptată în mod corespunzător pentru încărcări la încovoiere.

Schema de încercare reprezintă acțiunea a două forțe concentrate și a reacțiilor ce realizează o solicitare de încovoiere pură în treimea mijlocie a grinzii (fig. 2,3). Acțiunea sarcinilor concentrate și reacțiunile se transmit prin intermediul unor plăcuțe metalice «are repartizează local "setul astfsi» înalt betonul să nu se strivească.

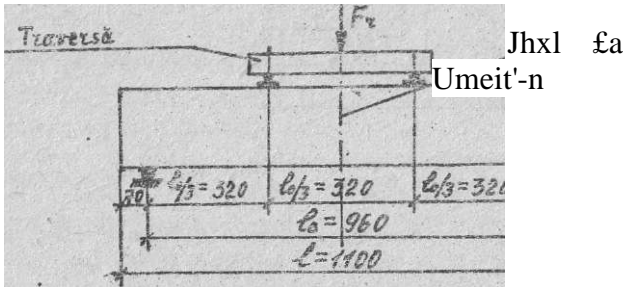


Fig. 2.3- Sistemul de transmitere a sarcinii

Considerații teoretice

Alcătuirea secțiunilor beton - tă asupra stărilor limită' de rezistență, fisurare și de for«ație e elementelor din beton armat.

Pentru asigurarea unui grad.

suficient de avertizare la rupere,

oțel are importanță deosebi»

grinzile sînt proiectate 'astfel,da

cădar.ea lor să înceapă prin intrarea în curgere a armăturii din

EOBB -întinsă și sa se termine prin cedarea betonului din zona

comprimată,

/Urmărind combaterea unui element încovoiat sub acțiunea

încărcărilor statice de scurtă durată, ss'constată modificări cantita-

tive și calitative atît ale stării de eforturi,cit și ale stării de deformații

dintr-o secțiune transversală a elementului, evidenți indu-se cele

fcrei stadii de lucru.

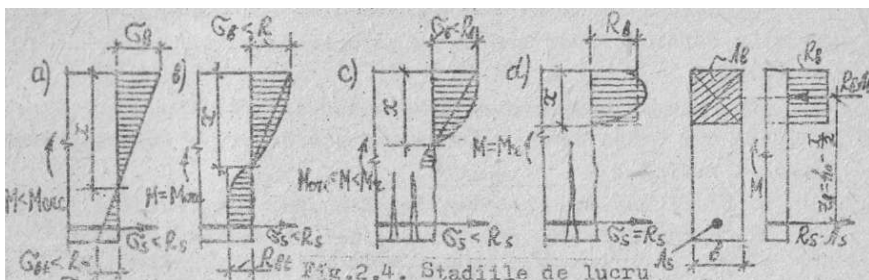
în stadiul I, unde

momentul încovoielor M_i este

comportarea de ansamblu a ele-

sacii sic

decît momentul de fisurare M_{fct} cîm se poate considera liniar - elastic. Armătura din zona întinsă și betonul din soaa comprimată participă la preluarea eforturilor de întindere și respectiv de compresiune (fig. 2.4,a).



La limita acestui stadiu (fig. 2.4.b) se produce o schimbare calitativă în starea de eforturi, aparînd prima fisură în zona întinsă. În stadiul- I_g, de lucru (fig. 2.4.b) se efectuează calculul sarcinii F_{suc} și a momentului de fisurare $M_{cx.e}$.

Stadiul II (fig. 2.4,c) este caracteristic comportării elementului sub acțiunea solicitărilor de exploatare, în care betonul din zona întinsă este fisurat, fiind activ datorită aderenței numai pe aonle dintre fisuri, în timp ce betonul din zona cokrpi- ssată și armătura lin, zona întinsă pot fi considerate ca avînd o corn portare elastica - plastica.

În stadiul II de lucru se efectuează calculul elementelor încovoiate ia starea limită de fisurare si deformatie la acțiunea

$$> r >$$

sarcinilor de exploatare,

în lucrare se efectuează calculul sarcinii și a momentului încovoietor de exploatare M_n și săgeata de încovoiere j și deschiderea fisurilor normali»

Stadiul III (fig. 2.4. d) reprezintă stadiul de rupere gi este atins atunci cînd atît betonul, cît și armătura își epuizează capacitatea portantă. Acest stadiu se utilizează la calculul clementelor încovoiate ia starea limită da rezistență.

În lucrare se efectuează calculul sarcinii și a momentu

lui încovoietor de rupere Mt.

Întrebări de control

1. Explicați noțiunea de secțiune critică a grinzii . 2. Se poe^e de urmărit în ,impui încercării toate cele trei saadii de lu-ru Ja una și aceeași secțiune transversală normală 3.

grinzii experimentale ?

3. Ce configurație obține linia neutră a grinzii în procesul încărcării ?

'K Unde și la ce mărime a momentului încovoietor se pot fixa valorile deformațiilor limite la comprimare și întindere ale betonului î

5. DP ce se mărginește mărimea deschiderii fisurilor în elementele din beton armat î în dependență de ce se stabilește mărimea ei limită ?

6. De ce rezistența betonului din zona comprimată a grinzii pste mai aproape de cea prismatică, dar nu dp cea cubică ?

7. De ce distribuția eforturilor pp SPCțiune în zona comprimată a grinzii se poate dp acceptat dreptunghiulară?

6. Detfrainarea caracteristicilor de rezistență și a deformațiilor grinzii

6.1. Principalele caracteristici ale materialelor, folosite în calcule

Se determină rezistența cubică a betonului Rm prin încercarea a trei cuburi. Cuburile și grinzile se confecționează din unul și același amesfcpc de beton. _ . ____

Se calculează clasa betonului & și valoarea normată Zgn a rezistenței prismatice conform relațiilor:

$$B = ; - S(o, 7? \sim 0^0asB) 9 0, 7Ze.$$

Cu ajutorul tabel. 12, 13, 18 [2]se determină caracteristicile de rezistență ale betonului clasei relativei fy-lei., E

g.

Caracteristicile armăturii clasa A-II se determină din tabel. 19, 22, 29 [2]: Rin) R_S, E_s.

6.2. Calculul momentului și al sarcinii de fisurare

Momentul de fisurare corespunzător apariției primei fisuri normale ;

$$M_{vu} \cdot \alpha \quad (2.1)$$

unde α - valoarea de calcul la starea limită II a rezistenței betonului)

W_{pl} - rezistența momentului elastic - plastic pe zona întinsă a secțiunii înainte de creșterea fisurilor

20

$$W_{PT} \cdot \alpha \cdot [QZGZ-A \cdot TSY-C \& J- / \quad (2.2)$$

$$\alpha \cdot \omega_L \sim - - \text{coeficient de reducere;} \quad (2.3)$$

E_i

$$\sim \text{coeficient de armare,} \quad (2.4)$$

unde - secțiunea transversală a armăturii longitudinale de rezistență .

$$c \cdot \frac{GMCST.C}{3} \cdot f \cdot f_{yc}$$

$$\text{Sarcina de fisurare ct-c.} \sim \frac{c \cdot \frac{GMCST.C}{3} \cdot f \cdot f_{yc}}{y \cdot J_r} \cdot Ct, \quad (2.5)$$

unde q , f_i - sarcina uniform distribuită de la

$$\text{greutatea proprie a grinzii (//*)} \cdot \{3 - 2500 \quad (2.6)$$

6.3. Calculul momentului și al sarcinii normale (de exploatare)

înălțimea relativă a zonei comprimate

unde f_y și f_b - valorile de calcul ale rezistențelor betonului și armăturii respectiv.

Din tabel. 20 [5] se determină respectiv valoarea coeficientului α .

Valoarea de calcul a momentului:

$$M \sim \omega_U \cdot \alpha \cdot f_b \cdot \quad (2.8)$$

Respectiv a sarcinii:

$$\sim \frac{M}{\alpha \cdot f_b} \cdot \quad (2.9)$$

unde este coeficient de fiabilitate la sarcina

uniform distribuite (de la greutatea proprie a grinzii).
 Valoarea normată a sarcinii:

$$F_{rr} = \frac{M}{S} > \quad (2.10)$$

b'j-

und.r bfJtZ - coeficient de fiabilitate la sarcină, Valoarea normată SJ momentului

$$6 + S$$

"S'+. Oal'c'ul'ul' momentului ui și a sarcinii de rupere

înălțimea relativă a zonei comprimate

unde f_{tn} , &J* _ valorile normate ale rezistențelor betonului și armăturii respectiv,

.în dependență de valoarea lui ξ din tabelul universal 20 [5] 39 determină 'respectiv valoarea coeficientului aim. Momentul de rupere'

, i

$$M\% - \quad - \quad S'L \quad , \quad (2.13)$$

Sarcina de rupere

$$A = f \cdot \xi$$

6.Ș. Calculul săgeții de încovoiere & mijlocul grinzii

$$\hat{i}'''ir'^{\bullet} \wedge * jfrS^* \xi^M \gg$$

unde B este modulul de rigiditate, care se determină după

$$\text{relația}^5 / n \quad fU$$

$$\xi \sim W \sim \cdot (ai5)$$

$$Es-J-j' \xi \quad F$$

e

.. ■

I*

aici $/i.fi-oS\hat{i}$ este distanța de la suportul (2,19)

rezultantei eforturilor din zona comprimată la suportul rezultantei eforturilor de întindere din armătură.

Înălțimea relativă a zonei comprimate în secțiunea normală e" fisură

unde $X \sim 0$ } f -? și. oL au fost determinate mai sus (2.3; 2.4) $A-Mr$

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (2.19)$$

aici. $\sigma / \epsilon \sim$ valoarea- de calcul la star-a limită limită II a rezistenței betonului.

γ_s : P.f — coeficient, care » caracterizează neregularita- tea repartizării deformațiilor' fibrelor extreme comprimate pe lungimea sectorului dintre fisuri; ,,

γ_f - coeficient care consideră lucrul betonului întins pe lungimea sectorului dintre fisuri:

$$\gamma_f = \frac{M}{W} \quad (2.20)$$

aici coeficient, care caracterizează influența

acțiunii sarcinii de lungă durată

$$M = \frac{1}{2} q l^2 \quad (\text{£-21})$$

Valorile lui γ_f W_m ; K_n

6.6'. Calculul mărimii -dt- au fost determinate mai sug
 ^chideril fisurilor normale se calculează din relația;

$$\sigma_r \leq \sigma_{cr} \quad (2.22)$$

unde

γ_f -i - coeficient, care caracterizează Influența acțiunii sarcinii de lungă durată; .. .

γ_s - coeficient, care caracterizează profilul armăturii? * ■ ' .

σ_s - diametrul armăturii întinse longitudinale de rezistență (în mm)

$\sigma_s > 5$ - efortul unitar din armătură în secțiunea cu fisură

----- (2.23)

Valorile $j_t - i_t p$, $E - s$ au determinate mai sus,

Rezultatele calculului teoretic se includ în tabelul 2.1, Valorile • $F - V_{tt}$, $F_n \wedge Ft - M$ servesc., la -stabilirea treptelor de încărcare a grinzii la încovoiere.

?, încercarea grinzii sub sarcini de scurtă durată

în timpul încercării se urmăresc și mărirea și distribuția deformațiilor absolute longitudinale în secțiunile transversale normale la axa elementului, valorile momentelor de fisurare și de rupere, nodul de apariție, distribuție și dezvoltare a fisurilor, modul de cedare. Odată cu creșterea încărcării se urmărește variația rigidității elementului determinată de deformațiile plastice și microfisurile din zona întinsă, stadiile de lucru specifice ale elementelor din beton armat, supuse la încovoiere.

Se efectuează o încercare preliminară pînă la sarcina pentru a verifica modul de funcționare a instalației și a aparatelor de măsură. Se fac toate citirile de zero, după care elementul se consideră pregătit pentru încercarea propriu - zisă.

Încărcarea se face în trepte, mărirea fiecăreia fiind egală cu 0,1 Ft. După fiecare treaptă de încărcare se face o pauză de 2...3 min. pentru stabilizarea deformațiilor și citirea deformațiilor.

Pentru determinarea cu mai multă precizie a momentului apariției fisurilor, care are loc într-un interval relativ scurt de creștere a sarcinii exterioare, se recomandă ca după primele două trepte următoarele trepte pînă la crearea primei fisuri, se aplică cu mărirea de încercare 0,05 Ft ■

La începutul și sfîrșitul fiecăreia trepte de încărcare, se fac citiri la toate aparatele de măsură. Valorile obținute pentru deformațiile absolute din beton, cele privind săgețile și eventualele lunecări ale armăturii în beton se înregistrează în tabelul 2.2.

La treapta corespunzătoare solicitării de exploatare se măsoară, cu ajutorul lunetei microscopice cu precizia de 0,01 mm, mărirea deschiderii fisurilor normale, valoarea căreia se notează în tabelul 2.1.

Prin înregistrarea la fiecare treaptă de încărcare a lungimii și deschiderii fisurilor se obține în final relevul complet al fisurilor din grindă (fig. 2.5).

După ce se atinge treapta de încărcare F^* , ori da
 că se observă semne de cedare, se demonstrează aparatura per*ru a nu se deteri^r', după care se continuă încercarea pînă la ruperea elementului.

Se urmărește valoarea încărcării de rupere reală și modul de cedare al elementului, evidențiindu-se semnele caracteristice b" cedare a betonului comprimat sau s armăturii &in«?, ?n\i rr'u cedarea zonelor de reazem ale elementului,.

Tabelul

2.1

Compararea rezultatelor calculului
 teoretic cu valorile experimentale
 corespunzătoare

Sarcina de 1 Săgeata / ^f ^^f^T Momentul

cal-!rea- !devi- cu- ! lă ! erea lată ! ! %			cal- !cu- lată	rea-!devi-!cal-i rea-!devi- !cal- "lă ! erea !cu~ î lă I erea !cu- î % ilată ! ! % llată						reală	devi- erea %

7					.. i				
	I 32e			3 20			•3 2c? "f		
	f t - - -			mo			r -----		

Fig. 2.Ş. Heleveul fisurilor pe grindă încercată

8. Analiza si interpretarea rezultatelor

Toate măsurările înregistrate în timpul încercării se prelucreează obținând rezultatele experimentărilor care se compară cu valorile teoretice calculate (tab 2.1), dând o imagine fidelă asupra comportării grinzii în toate cele trei stadii de lucru.

Folosind rezultatele obținute la încercarea grinzii se desenează diagramele de variație $M_i \sim \xi g \cdot -H\% \sim \wedge s$. (fig. 2.6, a), $M_x \sim \&- <ytc$. (fig. 2.6,b).

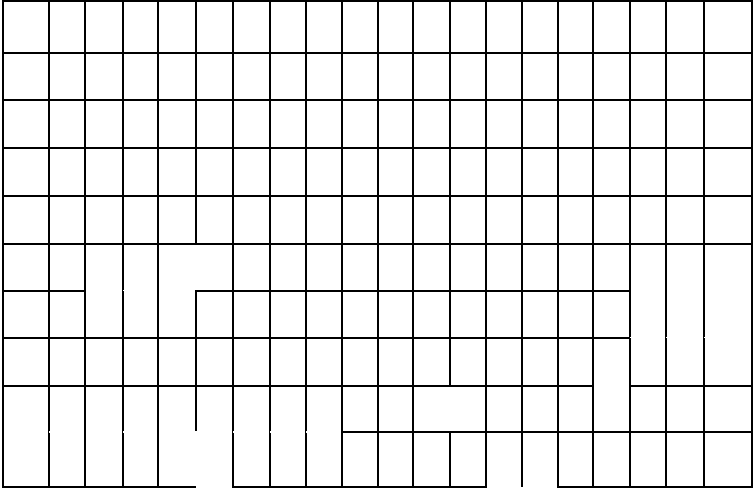
De asemenea se fac aprecieri și concluzii asupra caracterului de pierdere a capacității de rezistență; modului de repartizare a deformațiilor relative $\xi-S$, pe înălțimea secțiunii în fiecare stadiu de lucru; abaterilor dintre valorile calculate și rezultatele experimentale referitoare la momentul încovoietor de fisurare, la momentul încovoietor de rupere, la distribuția și deschiderea fisurilor; creării, formării, și dezvoltării fisurilor normale? reducerii rigidității elementul ui oda-

Tabelul

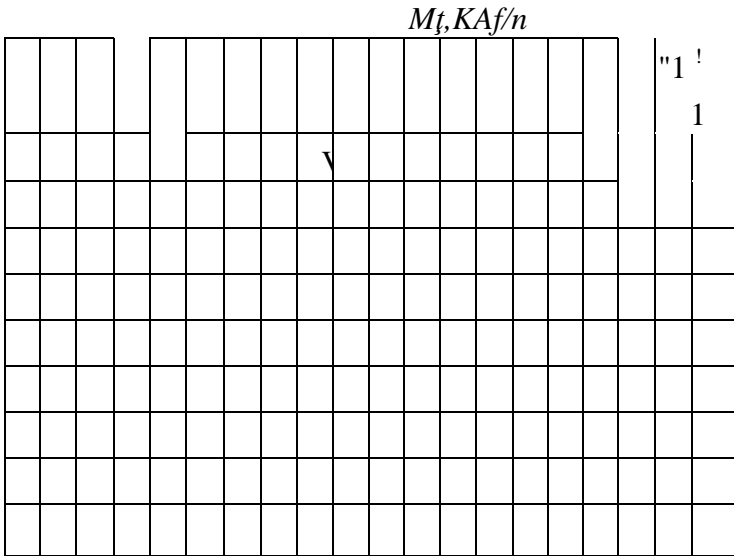
2.2.

cu creșterea încălzirii caracterului stadiilor de lucru

4 -



BS-ic'



flevc, mm.

Fig. 2.6 Diagramele de variații /V/-Ă B_s

LUCRAREA nr., 3
**ÎNCERCAREA GRINZII DIN BETON ARMAT LA
 ACȚIUNEA FORȚEI TĂIETOARE**

Scopul lucrării: analiza nodului de covportare a elementului încovoiat- din beton srmat la acțiunea forței tăietoare pînă la pierderea capacității de rezistență.

1. Elemente experimentale, aparatură și utilaj de încercare
 Anelisa comportării la acțiunea forței tăietoare a elementului încovoiat din beton armat se realizează pe c grindă cu secțiunea transversală dreptunghiulară avînd dimensiunile de ***

și deschiderea de -u— între reazeme. Lungimea totali este de *£. <• 110 cm.

Grinda este alcătuită din beton clasa B_ '5 irmată cu d carcasă plană sudată (fig.3-1.).Armatura longitudinală de rezistență — j <p ■ fV t transversală (etriere) — £ 'jA ~ L fCU pasul.

Sⁿ B cm, longitudinală de montajare — / 0 £JZ-

La capetele grinzii se sudează adăugător armătură transversală(vezi fig. 3-1)- înainte, de încercare grinzile se vâruiesc pe fețele laterale pentru observarea corectă a momentului apariției fisurilor și a modului de dezvoltare a. acestora pe înălțimea fetelor.

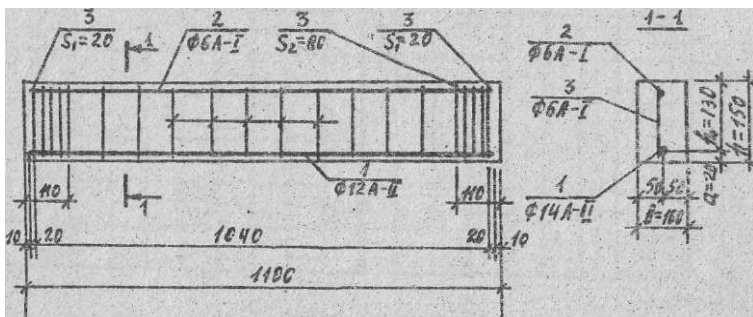


Fig. 3.1. Exemplu de armare a grinzii experimentale

În registrul de laborator studenții alcătuiesc schița grinzii experimentale în corespundență cu fig. 3.1., indicând dimensiunile reale, diametrele și clasele reale ale armăturii.

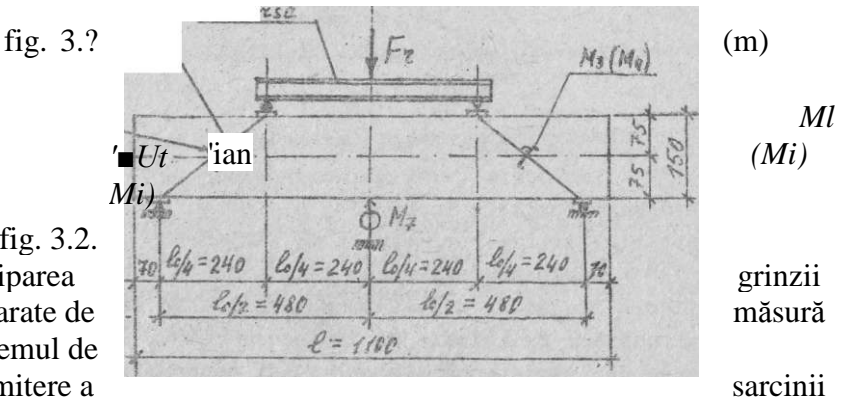
2. Echiparea grinzii

Înainte de încercare grinda experimentală este echipată cu aparatură de măsură necesară.

O atenție deosebită se acordă montării corecte a aparatului pentru măsurarea deformațiilor pe înălțimea fețelor, în zonele în care forța tăietoare are o influență preponderentă.

Pentru măsurarea deformațiilor absolute se montează un număr de 6 microcomparatoare cu precizie de 0,001 mm și cu bază de măsurare de 100...200 μm.

Acestea se amplasează pe grindă după cum este indicat în



Grinda de asemenea este echipată cu un fl-rimetru având precizia de 0,01 mm pentru măsurarea săgeții, și este montat la mijlocul grinzii în partea de jos (fig. 3.2).

3. Utilaj de încercare

Tăcerea grinzii, ou ei *-®-r-ftt simplu reamat, In nc țiu»a forței tăim nrr tf f.:icf !•• pr»:să după cbni est(»-iijdicat în fig;?.

Schema statică de aplicare a încărcărilor se realizează; cu două forțe egale dispuse simetric, ceea ce asigură două aone de studiu situate între forțe și reazeme- la acțiunea forței tăietoare.

4. Considerații teoretice

Eforturile unitare tangețiale, produse de forța tăietoare» în zona în care aceasta devine predominantă, modifică,esențial starea de eforturi și deformații din secțiune.

Freseața tensiunilor unitare normale cit și a tensiunilor tangețiale geaereassa eforturi .uaitbre principale- da întindere și eforturi principale <ie 'comprimare (fig. 5«3)»

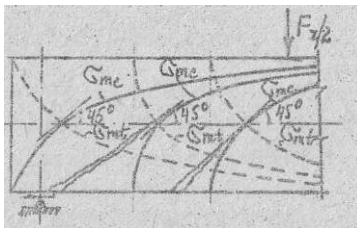


Fig. 5.3. Traiectoriile eforturilor principale de întindere G/w_i și compresiune G_wf

Pentru elementele încovoiate dia'beton armat sînt periculoase eforturile ..uaitare principale de întindere . Oîad eforfcu--i-ile depășesc i'eaistenta la întindere a betoaului, îa bston apar fisuri înclinate orientate perpendicular pe direcțiile efor* tarilor unitare principale de îatJjadere în acest stadiu ca-, pacitatea de' resistehte. a cleaeatului »?ste asigurată de betonul : din zona comprimata ai de «raătura transversală, oare intersecteasi fisurile înclinate.

Pierederea capacității de rezistență în secțiuni înclinate'la acțiunea comună a momentului îacovoielor și a forțelor tăietoare a elementelor din beton armat Solicitate: la încovoiere are loc după una din cele trei scheme de rupere posibile [^Ifle explică profesorul).

îîuperea elementelor încovoiate p<i Secțiuni înclinate de la predominarea acțiunii forței tăietoare are loc atunci cîad reais- tența secțiunilor normale este mai înalți deeît a secțiunilor înclinate , și

armătura longitudinală de rezistență este ancorată de nădejde; în zona reazemelor. Este aceea în grinda dată diametrul armăturii

1-OBgitudinale de rezistență a fost acceptat cu un număr mai mare decât în lucrarea nr. 2,

5- întrebări de control

1, Câte scheme de rupere pe secțiuni înclinate sînt posibile? Oare sînt cauzele

2. Oînd are loc ruperea, elementelor încovoiate pe secțiuni înclinate

3' Care-i relația ceconată crearea fisurilor înclinate ?

B posibilă lipsa fisurilor înclinate în grinda experimentală la treapta de acțiune a forței de exploatare ?

t _____

6. Determinarea caracteristicilor de rezistență a grinsii

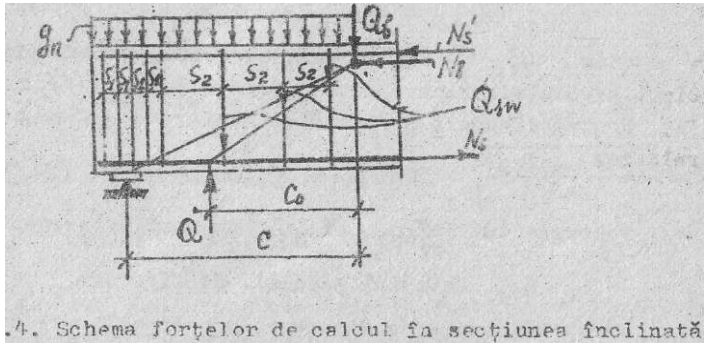
6.1. Principalele caractere ale materialelor, folosite în calcul

Caracteristicile betonului și s armăturii longitudinale se determină asemănător ca în lucrarea nr, 2.

* Caracteristicile armăturii transversale clasa A-I se determină din tab. 22 } •. fim.

6.2, Relațiile de calcul pentru starea limită de rezistență

Calculul starea, limită de rezistență în secțiuni înclinate la acțiunea forțelor tăietoare, pentru elemente din beton armat solicitate la încovoiere, se efectuează în următoarea relație (conform fig. 3.4)s-



unde

— i^{\wedge} orța tăietoare preluată de etriere[^]

Q_g - forța tăietoare preluată de 'betonul zone¹' comprimate la rupere[®] elementului

$$= \dots, \quad (3.2)$$

aici este coeficient, ale cărui valori sînt fui; , ție

de tipul betonului. Pentru beton greu

■ M_f - valoarea de calcul a rezistenții betonului .la întindere la starea limită ξ }

- lățimea secțiunii transversalii; ξ - înălțimea utilă e secțiunii transversale. C-. Ca - lungimea proiecției celei mai periculoasă fisa ri înclinate pe axe longitudinala a elementului

Ce-

'aici f_{yw} - efortul preluat de etriere - unitatea de lungime $n \quad \xi h v \quad \square \quad f_{ew} \quad \square \quad n$

$$\dots \quad \wedge - J - \dots \quad (3,4)$$

unde ($L < yw$ rezistenta de calcul, a armăturii, traș[^]v-ersale - aria secțiunii transversale m unui •- în

tretăiat de secțiunea înciinstăj

jl - numărul de etriere.situate într-o «ocț.lune normală'

ξ - distanța dintre etriere. Valoarea forței tăietoare se admite, nu mai mică decât

$$= \alpha \cdot \alpha \cdot f; \quad (3.5)$$

unde α - coeficient, ale cărui valori sînt funcție de tipul betonului. Pentru betoa grea obișnuit

Forța tăietoare preluată de etriere Q_{tw} se calculează după relația

$$U_{-itv} \sim f_{aw} \cdot C_e'. \quad (i\check{t}.fi)$$

Valoarea lui f_{aw} și C_e au fost determinate razi sus.

6.3. Calculul sarcinii de fisurare Forța tăietoare de fisurare, corespunzător creării primei fisuri înclinate

în H.de /tH, 401. > este rezistența de calcul a betonului \hat{I} întindere la starea limită II

- lățimea secțiunii transversale; «. brațul de pîrgMe și cuplului forțelor interioare;

Sarcina de fisurare

$$Z_{Qc1e} - \#n \cdot \xi, \quad (5-9)$$

unde - sarcina uniform distribuită de greutatea proprie a grinzii (a fost calculată în lucrarea nr. 2, relația 2.6).

6.4. Calculul sarcinii normate (de exploatare)

$$\cdot \& \quad \cdot \quad , \quad (3-10)$$

$$\wedge \quad ' C_e$$

Forța tăietoare de calcul a sarcinii

$$2Q_{U-\&-\&} - \quad (3.11)$$

unde - coeficient de fiabilitate la sarcina uniform distribuită (de greutatea proprie a grinzii),

Valoarea normată a sarcinii

Fig. 3»5- Releveul fisurilor pe grinda încercată

Rezultatele obținute în timpul încercării se trec în tabelul 3.1 (asemănător tabelului 2.2, indicat în lucrarea nr. 2.

8. Analiza și interpretarea rezultatelor Se efectuează asemănător ca în lucrarea nr. 2

$$\sigma = \frac{F}{A} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (3.12)$$

unde η - coeficient de fiabilitate la oarcină.

6.5. Calculul sarcinii de rupere

aici C se calculează după relația: $C = \frac{F_{\text{max}}}{F_{\text{min}}} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (3.13)$

$$\text{Sarcina de rupere } F_{\text{max}} = Z \cdot Q_{\text{tf}} \cdot \sigma_n \cdot C \quad (3.15)$$

Valorile F_{max} și F_{min} servesc în stabilirea treptelor de încărcare pentru încercarea grinzii la încovoiere. Încercarea grinzii sub sarcini de scurtă durată,

Fig. 3-5- Releveul fisurilor pe grinda încercată

Rezultatele obținute în timpul încercării se trec în tabelul 3.1 (asemănător tabelului 2.2, indicat în lucrarea nr. 2.

8. Analiza și Interpretarea rezultatelor Se efectuează asemănător ca în lucrarea nr. 2

Încercarea grinzii se face prin aplicarea încărcării în trepte cu valoarea de 0,1 din sarcina prezumtivă de rupere, calculată cu relațiile teoretice. Înainte de apariția primelor fisuri treptele de aplicare a încărcării se înjumătățesc pentru a permite efectuarea măsurătorilor și a observațiilor.

Măsurarea deschiderii fisurilor înclinate față de axa grinzii după apariția lor se face la fiecare treaptă de încărcare, folosind în acest scop o lunetă microscopică cu precizia de 0,01 mm.

Modul de desfășurare a încercării, parametrii ce se urmăresc și modul de efectuare a măsurărilor sînt indicate în lucrarea nr. 2.

În conformitate cu rezultatele obținute și măsurătorile efectuate se alcătuieste releveul fisurilor din grindă (fig. 3-5)

	ive .				9	«1		tlt .	
	«06								

ÎKOSSCAEEA STÎLPULUI SI!?

BETON ABMAT SOLICITAT LA COMPRESIUNE EXCEHTBIOI

Scopul lucrării: analiza nodului de comportare a stîlpului di«i befoa armat la solicitarea de compresiune excentrică ou excentricitate mare.

1, Elemente experimentale, aparatură și utilaj de încercare

încercarea experimentală se face pe un stîlp cu secțiunea transversală, cu armătură nesimetrică avînd dimensiunile de $h = \sigma f Q^* 15$ om și lungimea totală de cm.

Dimensiunile elementului s~.au ales dă n condiția realizării, lui cu cantități cît mai mici de materiale și a eliminării posibilită rii ajungerii lui la limita capacit? ' de rezistență,

Stîlpul este alcătuit din beton o Lașa B 15, armat cu un earcas plan sudat.

Arma ,ar* longitudinală de rezistență situată în zona întinsă $fZj \sim w_f$ în zona comprimată - /<zS S Jh ~î , armătura transversală - 0 6 J- -7 (fig. 4.1). *

înainte de încercare stîlpul se văruiște pentru observare» corectă a Momentului apariției fisurilor și a modului de dezvoltare a acestora pe îaălțimea fețelor, '

în registrul de laborator studenții alo»tueso eol;! stîlpului in .: spWiere o. :ig. 4.1., indioînd j w asiuniu r» ale mlsu- rște, d. •. s- -Ir sie și. desele reale pile ai-aăfcu rii.

2. Echiparea stîlpului,

înaint-e de încercam stîlpul este echipat cu aparatură de măsură necesară (fig;. 4.2), Pentru măsurarea de?Orfoatșilor absolute se montează la mijlocul stîlpU.iui un r-uto^r de i mi<s froeoaparat oum cu precizie de 0,001 mm svînd baza de măsurare de 100 ...200 mm. Două roicrocomparatoure M< și Mz cu bazo de măsurare de 200 mm be (Pontează la partea superioarS a zonei întinse, tfro.. ton rele două micro- comparatoare H3 și Mtf ou baza de măsură de 100 mm rp monte&ză 1 n partea superioart a zonei

micro-comparatoare H3 și Mtf ou baza de măsură de 100 mm
 rp monte&ză 1 n partea superioart a zonei comprimate.

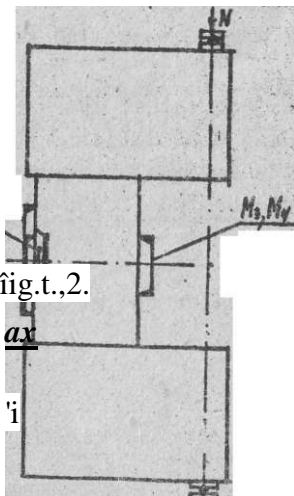
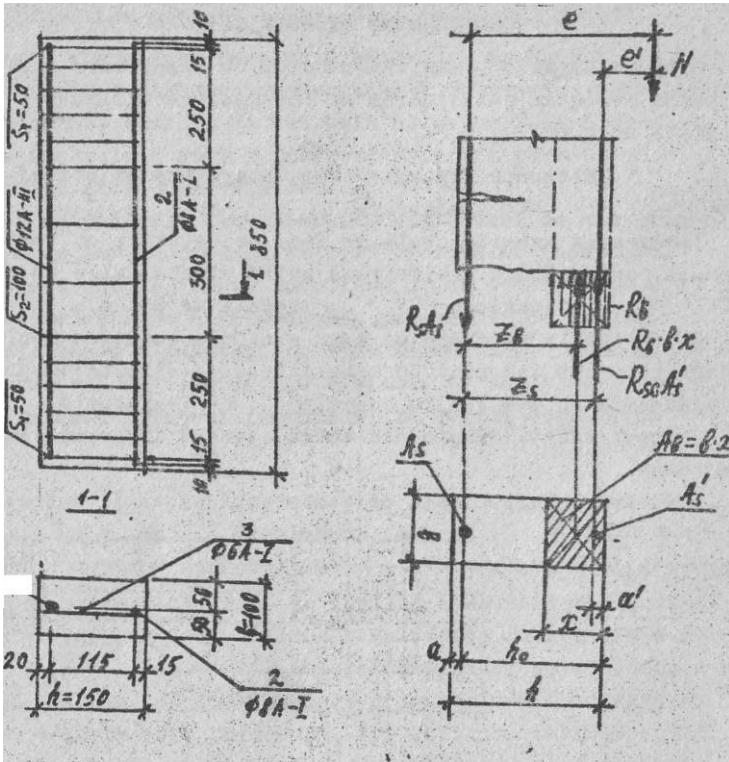


fig.t.,2.

ax

a dt

i
 mita

Exemplu de armare a stîlpului

Echiparea stîlpului cu aparate de măsură și sisteme de transmitere a sarcinii

Schema forțelor de calcul ale stîlpului

Exemplu de armare a stîlpului

Echiparea stîlpului cu aparate de măsură și sisteme de transmis

5. Utilaj pentru încercare

Încărcarea stîlpului se face cu ajutorul unei prese universale adaptată în mod corespunzător pentru încărcări la compresiune.

Scheme de încercare cu două forțe concentrate, utilizată la încercarea stîlpului, realizează o solicitare de compresiune (fig. 4.2).

Acțiunea sarcinilor concentrate se transmit prin intermediul unor plăcuțe metalice. Pentru măsurarea mărimii deschiderii fisurilor se folosește o lunetă microscopică cu precizia da G,Olm®.

4. Considerații teoretice

La elementele comprimate excentric cu excentricitate mare fisurarea și ruperea lor este foarte asemănătoare, cu cele de la elementele supuse la încovoiere și $r < r_c$.

Secțiunile transversale ale elementelor solicitate la compresiune excentrică se dezvoltă în planul de acțiune a momentului încovoiator.

Se deosebesc două cazuri de compresiune excentrică: cu excentricitate mare (I) și cu excentricitate mică (II). În primul caz distribuția eforturilor unitare pe secțiuni normale este asemănătoare cu cele de la elementele supuse la încovoiere simplă în cazul doi - se deosebește prin aceea, că în armătura situată mai departe de axa de acțiune a sarcinii efortul în ea în limita de rupere este mai mic decît rezistența limită a ei } ■

Existența aceasta înseamnă, că în cazul de excentricitate mică pentru rezolvarea problemei de rezistență în afară de condițiile de echilibru în starea limită de rezistență mai este nevoie de încă o ecuație adăugătoare? legătura dintre r și r_c .

Înainte de a începe calculul, este nevoie de a constata cazul de calcul, criteriu al căruia servește mărimea $| > fg$ - cazul II.

Gazul de calcul se poate as^menea de constatat, folosindu-ne de evaluarea aproximativă! dacă - ca -ui I dacă - cazul II.

5- Întrebări de control

1. Care elemente și construcții lucrează în condițiile de compresiune excentrică ?

2. Care criterii determină cazul de calcul al elementelor solicitate la compresiune excentrică ?

37

3- Oare schemă de calcul se folosește în calculul elementelor solicitate la compresiune excentrică cu excentricitatea mare ?

În care cazuri se poate neglija influența flambajului?

5. Cum se ia în considerație influența flambajului în calculul elementelor solicitate la compresiune excentrică ?

6. De ce în cazul de comprimare excentrică cu excentricitate mare armarea simetrică a elementelor nu este **ecodomă** ?

6. Determinarea caracteristicilor de rezistență a stîlpului

6.1. Principalele caracteristici ale materialului, folosite în calcul

Caracteristicile betonului și a armăturii « determină asemenea și - nător ca în lucrarea nr. 2.

6.2. Relațiile de calcul pentru starea limită de rezistență

Controlăm flexibilitatea stîlpului.

Conform normelor de proiectare, dacă flexibilitatea stîlpului $\frac{\Delta_j}{A} < \Delta$, valoarea coeficientului ξ

unde A este sarcina de acțiune;

- sarcină critică convențională, și deci se poate neglija influența flambajului la valoarea excentricității forței

.....21. _ \ ... ■ ■ ■

Dacă flexibilitatea stîlpului β fi coeficientul de armare $\rho = \frac{A_s}{A_c}$ atunci „sarcina critică N_{cr} se determină după relația: $N_{cr} = \frac{N_{lim}}{\beta - 0,5}$

și deci se ia în considerație influența flambajului la valoarea excentricității forței N înmulțind valoarea excentricității e_0 cu mărirea coeficientului η , determinat după relația de mai sus.

6.2.1. Valoarea de calcul a sarcinii

Valoarea de calcul a sarcinii F , fără luarea în considerație a influenței flambajului, o determinăm luînd proiecția tuturor sarcinilor și a eforturilor pe axa longitudinală a stîlpului (fig.4.3)

Înălțimea zonei comprimate X determinăm luînd suma momentelor tuturor sarcinilor și eforturilor față de axa, normală la suprafața de încovoiere și care trece prin linia de acțiune a sarcinii N .

$$\sum M_{i,j} - N_{i,j} \cdot e_{i,j} = N \cdot X \quad (4.2)$$

de unde

$$X = \frac{\sum M_{i,j} - N_{i,j} \cdot e_{i,j}}{N} \quad (4.3)$$

6.2.2. Valoarea normată a sarcinii

$$F_n \sim F/f_y$$

unde η - coeficient de fiabilitate la sarcină

6.2.3. Valoarea de

rup a sarcinii $\eta \cdot X \cdot f_y$

$$\eta \cdot X \cdot f_y \leq R_{b,td} \quad (6)$$

ici $R_{b,td}$ - valoarea normată a rezistenței betonului, calculată după relația:

$$R_{b,td} = \eta \cdot (1 - \eta) \cdot f_{ct} \cdot \sigma_{td}$$

Valorile η și σ_{td} servesc la stabilirea treptelor de încărcare pe η ; în încercarea stîlpului la compoziție excentrică,

7. Încercarea stîlpului sub sarcini de scurtă durată

Încercarea stîlpului se face prin aplicarea încercării în trei etape cu mărirea de 0,1 din sarcinile prezumtive de rupere, calculată după

relații- teoretice. Pauza dintre trepte este de circa (J.. minute după care se fac citirile ce BÎnt oousemnate în tabelul 4.1. (vezi lucrarea nr. 2, tabelul. 2.2).

Măsurarea deschiderii fisurilor ne fnoe lo fiecare treaptă de încărcare, folosind în acest ac op o lunetă mlcr->sc>r»icS cu precizia de 0,01 mm.

Modul de desfășurare n încercării, parametril ce se urmRre4e și modul de H< ;luare a măsurării or sftnt indicate în i «<• pure» nr.¹

fn con " irifl'! t.nte cu rezultatele' obținute îl mîs'ui-.ltoarele efect un';<■ .ii c* .tui»ște retevniij. fisuri 1 c>r (fi.'";, 't,)

Tabelul 4.1.

încercarea stîlpului din beton
armat la compresiune excentrică

h	os	Microbcompara				is>	Microoo				e>	ț
		toarele					separatoarele					
O	.3										— ----	
(h	u										iw,	
;	?! w										t	
■O											M	
p &		i		z	M						icro-	
i		n -		l =							co	
				Vi '=							mpa-	
											ratorul	
-i				i	M						M	
											s	
A											e*	
											ti -	
											i/ V	
											<tf	

BIBLIOGRAFI®

1. FOCT IQI80-78 , Bbtokh. Meroxiu onpe^iSKRH npotmoeta KS cstsTMe K pacrşiaeHBS. - Eeefl. Ol.Ol. 80.

2. FOCT 2.03.01 -84. "Botohhi® K R-JiesoSsîGsaiHe HOHcrpyKţssK U., 1985,

3. fiaefiH® no npoeîî'ispOBSiîsBo 6<j>*ohhhk a mwieootfeTOHHHx KOHCTpyxjţKR H3 TiwejsHs « aexnîsx 6'îtohob Cţss npsipapjîmabHoro Hanpif,*eH«i8 apiSTypH (s C-'HrH 2.03.01.-84).

4. FOCT 24452-80. ESTOHH, KeTOjţţM onpeftOfiCKKH np»3îi»HKeft npotîMOSTH, tiQpyan ynpyroCTR s icoafŞteqKeHTa njreocoRe."- Bneg, 01.01.82.

Sajîeeos A.C. H kp. Pscue? aşanesofotoHraK KOHCTpyKqHi! no npotiHOSTK, î^35»î0dT0iK0CTH r s^cpMbipuai. M., C'ppoKRasaTs 1988

CUPRINS

Lucrarea nr. 1. Determinarea proprietăților mecanice ale betonului	3 ,
Lucrarea nr. 2. încercarea grinzii din beton armat solicitată la încovoiere pînă la rupere pe aerolune normală	16
Lucrarea nr. 3. încercarea grinzii din beton armat la aeroluna forței tăietoare	28
Lucrarea nr. 4. Încercarea atîlului din beton armat solicitat la compresiune excentrică	35
Bibliografie	42
4.	43

Metodologia de lucru

» JinfiopaTopKHM pa6oT8M no icypcy
"Al M'MOrteTOHMhie H KBM.ÎHHbie
KOHCTpyKLHH"

(Ha pyMbiHCKOM H3HK6)

Elaboratorii J.iiKrrilu Nicolae Livovschi Vitalie Ion
Burciu

Redactor I u /im. ov tn Oh.Onofrei

Bun de tipar '(>.<)',>). Formatul hîrtiei 60x84 1/16.

Hîrtie tipogi-nrinfl. Tipar rotaprint. Coli de tipar 2,75. Tirajul
I<35 ox. Onranda nr. pără plată.

I.P.Ch. "S.I.●/.<•", Chișinău, bd.Ștefan cel Mare nr.168. Sectorul
editorial .1 1.1'.Ch. "S.Loza". Chișinău, r r. ".t n.P ti",. Hor nr.11.

Caracteristicile normate și de calcul pentru -■ p.;xsa

■ Ide lucru pen~S ltru beton.tifa l	B 15	l B 2D	I	î B 25 50	B	: 3 35
J-rrrrfsiune centrică 1,0		11,5		14,	1	19,
v r* r; isrențb prisaa-	11,5	15,0	5	7,0	5	25,
			5	2,0	5	
ttind^re centrică R-44 1<0	0,75	0,90		1,0	1,	' ,30
			5	20	.	
fcili/tlj	1,15	1,40		1,6	1,	'
			0	80	.95	
:iodUl de el-sticitate $\xi i f^3$	23,0	27,0		30,	3	^ -
			0	2,5	/	

