Studiu asupra betonului armat

(Urmare)

Legături înclinate.

Am văzut în numărul precedent că rolul legăturilor transversale este de a se opune eforturilor de lunecare longitudinală și de a menține rigiditatea secțiunilor transversale.

De oare-ce unul din principiile betonului armat este de a se pune ferul acolo unde se ivesc eforturi importante de tensiune în beton, ar fi rațional de a se pune legături înclinate în locul scărilor pe porțiunile unde se produc tensiuni în o direcție înclinată pe fibra medie.

Iusemnând cu t tensiunea specifică în direcția fibrei medii, cu f puterea tăetoare specifică, avem pentru tensiunea și compresiunea maximă în un punct al unei grinzi omogene :

$$t_{max} = \frac{t}{2} \pm \sqrt{t^2 + 4f^2} \qquad (1)$$

semnul $+$ corespunde la o tensiune și $-$ la compresiune.

Direcția acelor tensiuni și compresiuni cu fibra medie e dată prin formula

$$tg 2\psi = \mp \frac{2f}{t}. \qquad (2)$$

Ceea ce e greu de determinat în o grindă de beton armat este aaloarea lui f și t în fie ce punt al secțiunei transversale.

Mai naște întrebarea dacă nu cumva, prin prezența legăturilor transversale, nu se schimbă condițiile într'atât, că bazele cari au servit la stabilirea formulelor (1) și (2) să numai fie juste și prin urmare nici formulele însăși.

Să considerăm o suprafaţă de beton ABCD străbătută de un număr oare-care de bare de fer drepte şi înclinate pe suprafaţa considerată, cu un unghiu oare-care. Să presupunem că această suprafaţă o avem în interiorul unui solid de beton armat supus la forţe exterioare. Eforturile interioare ce vor lua naştere pe această suprafaţă le putem grupa în o forţă F perpendiculară pe suprafaţă şi una T tangenţială (suprafaţa ABCD este presupusă foarte mică aşa că F şi T să le putem considera ca repartizate uniform pe dânsa).

Forţele F şi T se vor distribui ferului şi betonului şi această distribuţie se face în raportul $\frac{e\omega}{E\Omega}$ şi $\frac{g\omega}{G\Omega}$; e şi E sunt coeficienţii de elasticitate longitudinală ai ferului şi betonului respectiv, iar g şi G coeficienţii de elasticitate transversală; putem lua de alt-fel $\frac{e}{E} = \frac{g}{G} = 10$; ω şi Ω sunt secţiunile respective ale ferului şi betonului în planul ABCD. Insemnând cu φ raportul $\frac{\omega}{\Omega}$, distribuţia eforturilor pe suprafaţa ABCD se va face deci în fer şi beton după raportal 10 φ.

Această distribuţie nu este exactă de cât dacă betonul lucrează sub limita sa elastică.

In aceste condiţii putem înlocui unitatea de suprafaţă neomogenă din planul ABCD prin una equivalentă omogenă de beton şi egală cu $1 + 10\ \varphi$.

Raportul φ este *aproape independent* de unghiul ce face fâşia de legături de fer cu planul ABCD.

In adevăr fie n numărul barelor de fer pe unitate de secţiune normală pe direcţia lor. Dacă rotim unitatea de secţiune normală cu un unghiu α aşa ca să coincidă cu planul ABCD, ea nu va mai întâlni de cât un număr de bare egal cu $n \cos \alpha$. Dacă ω_1 este secţiunea normală a unei bare, planul ABCD va tăia bara de fer după o secţiune egală cu $\frac{\omega_1}{\cos \alpha}$, aşa că secţiunea totală a ferului coprinsă în unitatea de suprafaţă înclinată cu α pe secţiunea normală va fi

$$n \cos \alpha \, \frac{\omega_1}{\cos \alpha} = n\, \varphi_1$$

adică independentă de unghiul α.

Am zis mai sus „aproape independentă“ de oare-ce demonstrația noastră implică ca numărul barelor să fie infinit de mare cea ce în practică este imposibil. Cu cât numărul barelor va fi mai mare însă cu atât eroarea ce facem e mai mică.

De asemenea demonstrația cade în cazul când barele sunt paralele cu suprafața ABCD.

Dacă ne referim acum la modul cum formulele (1) și (2) se stabilesc la solidele omogene, vedem că ele păstrează aceași formă și în cazul betonului armat; n'avem de cât să înlocuim fețele prismelor elementare ce considerăm în rezistența materialelor, când scrim equilibrul forțelor interioare într'un punct al unei grinzi, prin alte fețe mărite în acelaș raport: $1+10\,\varphi$. Ast-fel factorul $1+10\,\varphi$ va apare la ambii membrii ai aceleași equațiuni și va dispare din calcul, așa că dăm tot peste formulele (1) și (2).

De fapt condițiile impuse mai sus și anume:

1) Limita elastică a betonului să nu fie întrecută,

2) Numărul barelor de fer să fie foarte mare și distribuite după o lege continuă, nu se împlinesc în practică de cât în foarte rare cazuri.

In majoritatea cazurilor betonul în regiunea ce considerăm lucrează peste limita sa elastică, asemenea din motive de construcție numărul fearelor nu poate deveni prea mare căci nu s'ar mai putea bate betonul.

Din acestea se poate conchide că atunci când în o grindă eforturile de forfecare devin importante și întrec limita elastică a betonului, suntem într'un caz pe care analiza singură nu-l mai poate dezlegà și e nevoe să ne adresăm experienței pentru a nu da naștere la erori și confuziuni.

In cazul când eforturile de lunecare nu întrec limita elastică a betonului, formulele (1) (2) sunt aproximative și putem trage câte-va foloase din ele.

Așa spre exemplu, în secțiunile lângă capetele unei grinzi independente, efortul de tensiune în beton este foarte mic și neglijându-l putem pune $t=o$; în acest caz formulele dau:

$$t_{max} = \pm 2f$$

$$tg\,2\psi = \pm \infty$$

de unde deducem $\psi = 45^0$

Adică pe reazemele unei grinzi independente se produc tensiuni în direcția înclinată cu 45^0 pe fibra medie a grindei și intensitatea acestei tensiuni este de 2 ori valoarea forfecărei în acel punt.

Din această cauză am zis în unul din numerele precedente că se poate întâmpla ca tendința de forfecare a betonului să fie admisibilă, spre exemplu 3—4 $^k/_{cm^2}$ și cu toate acestea grinda să nu fie suficient armată prin barele longitudinale numai. In acest caz se impun legături înclinate la 45^0, căci ast-fel betonul va lucra la o tensiune de 6—8 $^k/_{cm^2}$ ceea ce este evident exagerat căci ruptura intervine în general la 10 $^k/_{cm^2}$.

Mă voi mărgini aci cu partea teoretică a studiului ce am făcut până acum și într'unul din numerile viitoare voi face câte-va aplicațiuni numerice pentru a putea trage apoi concluziunile generale.

Gogu Constantinescu