

CONSTRUCȚIUNI DE CIMENT ARMAT.

(Starea actuală a cestiunei).

Se înțelege sub numele de ciment armat, beton armat, beton de ciment armat, construcțiunile care rezultă din incorporarea în beton a bare de fer sau de oțel a căror loc, dimensiuni și profil sunt riguros determinate.

Resistența betonului la compresiune este foarte mare. (variabilă cu dosagiul: ea atinge 4.50 kgr. cm²). Să poate face să lucreze betonul, pentru un dosagiu mediu, la 25 kgr. pe cm².) Din contră tracțiunea este foarte slabă (pentru un dosagiu ordinar 14 kgr. pe cm²); ferul resistă foarte bine la tracțiune, și va putea complecta lipsa de rezistență a betonului.

În piesele în care aceste două eforturi, estensiune și compresiune, să manifestă, va fi logic a introduce bare de fer în toate părțile betonului unde un efort de tracțiune este de temut. Aceasta este punctul de plecare a construcțiilor de ciment armat în planșuri, cari sunt principala aplicațiune a cimentului armat, dacă să presupune că umplutura și grinzile să sprijinesc pe rezeme simple, eforturile de extensiune se vor exercita numai la partea inferioară; de aceia cea mai mare parte din constructori pun ferul în această parte. Câți va teoreticieni au criticat foarte mult această dispozițiune.

Calitățile ferului și ale betonului se completează așa de bine, în cât idea de ale întrebuița împreună a trebuit să vină la mai mulți de o dată, și e destul de greu a sci cine a avut mai întâi această idee. Printre cele de'ntăiu aplicațiuni, care evident aveau un caracter cu totul empiric, trebuie citate acele datorite lui Monier. Ele datează din 1868. El construi lucrări de dimensiuni mici, rezervorii etc., incorporând în ciment, pentru a reduce

dimensiunile, o rețea metalică. Acest gen de construcțiune se desvoltă repede și la expoziția din 1889 aplicațiunile sale fură foarte numeroase (sistem Monier, Dumesnil, Bordenave, Cottancin, Henebique etc). La început se părea de ajuns pentru planșuri a face umplutura în ciment armat, pe urmă să aplică această metodă și grinzilor. În sfârșit îl aplicară pilaștrilor, zidurilor, și făcură chiar case complete. Wayss în Germania, executa lucrări mai îndrăsnețe, precum bolți de mare deschidere. Aplicațiunile se respîndesc mereu, și procedurile din ce în ce mai numeroase, tind a se libera de empirism, care la început era singura regulă. Și nu putea să fie altfel, căci nu numai calitățile proprii ale celor două materiale constitutive sunt păstrate, dar încă această combinațiune face să se nască altele foarte importante :

Betonul proteje ferul contra intemperiilor și îl împedică de a rugini. E. Letort arată că agrafe de fer care legau între ele pietre de talie într'o pilă de la podul de la Saisons, datând din secolul XIII, au fost găsite intacte la dărămarea podului. Blocuri de ciment așezate în apă au păstrat perfect metalul care fusese încorporat 50 ani mai nainte.

Cimentul armat este neconbustibil. În incendii, temperatura sa se ridică foarte puțin, din cauza mării sale capacități calorifice și micii sale conductibilități.

Face deci pentru fer o învelitoare izolantă. El nu să dilată, și zidurile și coloanele nu sunt expuse a se răsturna. De almintrelea coeficientul de dilatație a fie căruia din aceste materii este în practică acelaș. Betonul aderează perfect de fer; această forță de aderență este considerabilă, ea

atinge 40—47 kgr. pe cm^2 de contact. Betonul mărește coeficientul practic de rezistență a metalului și indiciile de elasticitate.

Introducerea ferului permite micșorarea grosimei și a greutatei moarte.

Cimentul armat rezistă perfect la îngheț. D-l Bourou citează faptul următor: D-sa a observat un-spre-zece zăcători din care două de ciment armat, aceste de pe urmă singurile au resistat la frigul cel mai mare. În sfârșit, punct foarte însemnat, cimentul armat este foarte economic.

Studiul teoretic al construcțiilor eterogene n'a urmat din nefericire îndestul de aproape practica și metodele de calcul întrebuintate sunt încă destul de empirice. Aceasta din cauză că experiențele nu sunt încă destul de numeroase pentru a putea deduce ipoteze destul de sigure pentru a se baza pe ele, și pentru că unii coeficienți susceptibili de a se introduce în formule sunt rău cunoscuți sau variază cu prea multe condițiuni.

D-lui de Mazas sunt datorite primile elemente asupra teoriei rezistenței solidelor eterogene. Alți ingineri au reluat acest studiu; printre aceștia trebuie citați d-nii Durand-Claye, Wayss, Neumann Ed Coignet, Planat, Lefort, Melan, Grut, Tedesco etc. Aceste teorii sunt mai cu seamă relative la planșuri sau aplicațiuni analoage și se ocupă izolat de grinzi, de dale sau umpluturile grinzilor și grinzișoarelor, presupunând că acestea formează nervure sub dală.

Toți pleacă de la aceiași idee și încep a căuta poziția axei neutre într'o grindă (sau dală) eterogenă compusă dintr'un paralelipiped de beton în care se găsesc tiranți longitudinali de fer, sau oțel. Din cauza aderenței cimentului de fer, să pare că e logic a presupune că aceste două materiale formează un corp și sufer aceleași deformațiuni. Rezistența betonului la tracțiune fiind foarte mică ea este neglijată.

Fie atunci F forța care s'ar exercita asupra unui tirant cu secțiunea Ω ; E_f coeficientul de elasticitate al ferului, a lungirea.

$$(1) F = f \times \Omega = E_f \times a \times \Omega$$

Putem înlocui din punctul de vedere al rezistenței această secțiune printr'o secțiune Ω de beton.

Fie E_c coeficientul de elasticitate al betonului. Lungirea a fiind aceeași

$$(2) F = f \times \Omega' = E_c \times a \times \Omega'$$

Din (1) și (2) deducem

$$(3) \frac{E_f}{E_c} = \frac{\Omega'}{\Omega} = m$$

Adică din punctul de vedere al calculului să poate înlocui secțiunea Ω a ferului printr'o secțiune de m ori mai mare de beton, m fiind raportul coeficienților de elasticitate.

Grinda eterogenă ar fi înlocuită printr'o grindă omogenă, în t , de exemplu, dacă n'ar fi tiranți de cât la partea inferioară. Atunci e cu puțință a determina pozițiunea axei neutre și momentul de inerți;

$$I = I_b \times m \quad I_f$$

însemnând cu

I , momentul de inerție total

I_b acel al betonului.

I_f acel al ferului.

D-l Grut are un punct de plecare puțin diferit.

Calculul său, să referă mai mult la dale. El face să intervie rezistența cimentului la estensiune în determinarea pozițiunei exacte a axei neutre. El caută care sunt eforturile dezvoltate în diferitele părți constitutive ale dalei care echilibrează momentul încovăetor. Calculul său este de asemenea bazat pe raportul coeficienților de elasticitate pentru a determina secțiunea ferului el neglige de o cam dată rezistența betonului la estensiune, și presupune axa neutră la mijlocul dalei El găsește atunci:

$$\Omega = 0.01 h$$

Ω fiind secțiunea ferului, h înălțimea dalei (luând pentru fer $R = 15$ kgr. în medie). Reluând apoi calculul riguros, cu această secțiune a ferului, deduce pozițiunea exactă a fibrei neutre și valoarea eforturilor elementari.

Toate aceste deduceri sunt bazate pe cunoștința exactă a coeficienților de elasticitate; însă numai acel al ferului este cunoscut cu precizie. Incercări pentru determinarea celui al betonului au fost făcute de d-nii Durand-Claye, Bauchinger, Grut, Hartig, Ed. Coignet etc...

Ei l'au găsit variabil cu natura cimentului întrebuintat, dosagiul, fabricarea și din nefericire cu timpul, crescând cu el.

D-l Hartig a dedus din experiențele sale formulele următoare care indică această variațiune.

$$E_c = \left(4,556 - \frac{183,5}{79 + t} \right) 10^5$$

pentru cimentul pur,

$$E_c = \left(5.35 - \frac{4.21}{200 + t} \right) 10^5$$

pentru dosagiul 1 la 3 (t fiind numărul de Zile). Grut a determinat coeficientul de elasticitate la es-tensiune pe care la găsit aproape acelaș ca și la compresiune.

D-l Durand-Claye și Coignet au obținut pentru valoarea lui $m = \frac{E_p}{E_c}$

$m = 20$ pentru un ciment Portland și un dosagiu de 1 la 3,

$m = 40$ pentru cimentul dela Porte de France și acelaș dosagiu.

Trebuia evident a verifica rezultatele teorie prin încercări practice.

D-l Planat a găsit că deducțiunile trase din calcul în ipoteza solidarității complete a ferului și a betonului nu concordau cu experiențele în cazul de eforturi importante. El deduce că ipoteza era greșită cel puțin pentru încărcările mari, că în acest cas solidaritatea era necompletă și că barele de fer se comportau ca tiranți de fer încastrați la ambele capete. D-l Wayss, din contră admite a priori această solidaritate, și considerând variațiunea lui m și nesiguranța pozițiunei axei neutre o așează în mijlocul grinzei (cea ce nu e justificat).

D-nii Coignet și Tedesco nu îndepărtează această ipoteză și caută a explica neregulile presupunând că din cauza mării aderențe a ferului și a mortarului de ciment, acesta silit de a urma pe cel de'ntâiu în toate lungirile sale, «lucrează până la ultima limită». Ei adoptă ca coeficient de travaliu 15 kgr. pentru fer și 40 kgr. pentru mortar.

Fie care din acești ingineri, și în genere fie care constructor, a adoptat formale practice care sunt toate foarte deosebite, și fiind mai ales empirice, nu prezintă de cât un interes secundar.

Mulți teoreticieni caută a întinde formulele grinzilor la dale; dar legile generale ale rezistenței implică că deformațiunile după două dimensiuni să fie negligeabile în raport cu cele de al treilea; astfel mulți alții, bazându-se numai pe experiență, să mulțumesc a determina ferul prin simple porțiuni făcându'l să lucreze la un coeficient des-

tul de ridicat din cauza încastrării care are loc din patru părți.

Cele mai multe calcule de grinzi presupun o armătură unică, formată, de exemplu, din bare rotunde așezate tot-de'una la partea inferioară betonul fiind la partea superioară o semelă comprimată.

D-l Hennebique, pentru a mări această semelă presupune că o porțiune din umplutara în vecinătatea grinzei face parte, și pentru mai multă înlesnire așază axa neutră unde'i place pentru a simplifica calculele. De altfel în cazul unei armături unice, nu se calculează în general de cât secțiunea tiranților, cele lalte dimensiuni fiind fixate de cererile proiectului.

Dispozițiunile cu armătură unice au avut mulți contradicători, și mai ales pe d-nii Lefort, Stellet, Tedesco.

D-l Lefort, după ce a determinat momentul de inerție al unei grinzi eterogene, conchide că acest moment este maximum când grinda este simetrică adică când semela superioară este armată de tot atâția tiranți ca și cea inferioară, și minimum, când toate barele sunt de aceeaș parte a axei neutre. Conchide pe lângă aceasta din analiza sa în favoarea armaturei simetrice că:

- 1) Raportul între maximum și minimum moment de inerție crește când coeficientul m crește.
- 2) Dacă diferența armaturilor descresce, valoarea $\frac{I}{V}$ a unei semile descresce dar $\frac{I}{V}$ al celei lalte semele crește de două ori mai repede.
- 3) Dacă nu crește, momentul de inerție al ferului crește, dar acel al betonului descresce mai repede; însă de oare ce, m crește cu timpul s'ar putea avea în grinzile eterogene cu armătură unică surprize de 10 la 30% în travaliul ferului și al betonului.

D-nii Stellet și Tedesco ajung la concluzii care sunt în favoarea armaturei simetrice prin considerațiuni practice.

Grinda cu armătură unică, care pare mai economică, poate să prezente grave defecte din cauza relei fabricări a betonului asupra rezistenței căreia să compează absolut, sau din cauză de condițiuni neprevăzute, de exemplu când să arată tensiuni în alte părți de cât în semela inferioară. Dar în practică, nu e cine va sigur nici o dată

că grinda e așezată pe reazime simple fără incastrare și numai cu această condițiune nu sunt tensiuni în semela inferioară. Dacă grinda face parte dintr'un planșeu, totul formează un monolit ipoteză de simplu reazem este greșită, fără a putea ști practic dacă incastrarea este complectă sau parțială. Pentru a remedia în contra acestui inconvenient d-l Coignet armeză puțin partea superioară a grindei sale. D-l Hennebique admite incastrarea parțială pentru umpluturi și grinzioare dar nu 'l admite pentru grinzi. Calculile grinzii cu armatură unică sunt complicate și cu totul empirice, din cauza nedeterminării axei neutre care sa schimbă cu m și cu încărcarea.

De asemenea, variațiunea cu timpul a lui m aduce o nouă nesiguranță.

Grinzile cu armatură simetrică nu au aceste defecte. Pe lângă aceasta, betonul mărește coeficientul de rezistență practică a metalului în părțile comprimate, și apropiind fibra neutră de partea superioară crește momentul de inerție și coeficientul de elasticitate.

Trebue însă ca cele două semele să fie bine legate printr'un bun beton, în cazul în care distanța între semele este mare, e ușor a pune sîrme legate de bare care triangulează grinda calculile sunt simple, căci se poate logic presupune axa neutră la mijlocul înălțimei punându-ne în cazul cel mai nefavorabil.

Se poate face atunci să lucreze semelele la coeficienți ridicați. D-l Lefort propune 8 kgr. pentru fier, 12 pentru oțel.

D-l Leconte, pentru a determina coeficientul de travaliu în grinzile cu armături simetrice, a făcut încercări, după care, cu un coeficient de siguranță variind de la 2, 5 la 3, 5, se poate face ca ferul să lucreze la 15 kgr. acești coeficient să raporte la perioada critică (acea a primelor crăpături), după care încărcarea trebue sporită mult pentru a avea ruperea.

Din punctul de vedere al siguranței, ea este mai mare pentru grinda cu armatură simetrică, care nu ține seamă de beton de cât numai ca legătură totului. Pentru a spori siguranța, un alt sistem, acela al d-lui de Matrai, nu consideră betonul de cât ca o umplutură destinată a repartiza încărcările, și nu ține nici o seamă în calcule,

care sunt atunci foarte simple, de sporul de rezistență adus de beton.

Buna calitate a betonului este însă un punct delicat. Ea presupune realizate un mare număr de condițiuni: nu trebuesc întrebuițate de cât materiale de prima calitate, perfect legate, cu îngrijire udate, amestecate și bătute, și a asigura o supraveghere neîntreruptă în timpul prizei.

Trebuesc deci lucrători cu grijă și bine exercitați.

Se manifestă de asemeni în grinda dreaptă un efort despre care nu s'a vorbit care trebue să fie echilibrat: efortul tăetor.

În grinzile cu armătura unică, barele rezistă în parte, dar insuficient; cea mai mare parte din constructori adaogă, din distanță în distanță, feare trecând prin semelă și îndreptându-se vertical pe lături.

D-l Stellet combate această dispozițiune; el găsește că lipsa de solidaritate metalică o face insuficientă.

În grinzile cu armătura simetrică să pot cu ușurință calcula barele pentru a rezista la efortul tăetor în acelaș timp ca și momentului încovăetor.

Planșeurile nu sunt singura aplicațiune a cimentului armat, el să aplica avantajios la bolți și la canalisări.

D-l Spitzer a făcut asupra bolților experiențe de unde conchide că suntem în drept de a stabili calculul bolței ca și cum ea ar fi compusă dintr'o materie omogenă având ca coeficient de elasticitate.

$$E = E_c (1 + m \times \alpha)$$

(α fiind egal cu raportul momentelor din inerție).

Această materie, presupusă omogenă, având o rezistență de 40 la 50 kgr. la rupere.

În timpul perioadei critice, cea a primilor crăpături, gradul de siguranță era foarte mare, ferul lucra la 8—13 kgr. și m era egal cu 70.

Rezistența arcurilor elastice fără articulațiuni s'ar aplica în totul bolților de ciment armat.

Pentru canalisări și rezervorii unde nu există de cât un efort de estensiune, nu să ține seamă nici o dată de beton; ne putem deci servi de formele generale de rezistență pentru a obține secțiunea metalului peretelui. Se formează această secțiune prin bare apropiate ear nu din o dală continuă.

Caracterele generale ale diferitelor sisteme luate în totul sunt indicate în cele ce urmează.

Umplutura este mai în tot-da'una constituită de o dală de ciment în care e coprinsă o osătură metalică, care e așezată către partea inferioară.

Această osătură caracterizează pe fie-care sistem.

Mai mulți constructori, de exemplu Monier, o fac din fer rotund. Se așeza un rând orizontal din aceste fiare (bare de rezistență) și pe d'asupra perpendicular un al doilea rând (bare de repartiție).

Bordenave întrebuițează fiare profilate, corniere, simpli te, dublu te etc.

Cottancin formează osatură dintr'o rețea constituită dintr'un fir continu care să întoarcă desemnând ochiuri.

În America se întrebuițează fiare late perforate și bare verticale vērâte în găuri.

Unii constructori leagă strâns fearele la încrucișarea lor.

D-1 Matrai întrebuițează o carcasă metalică fixată solid de grinzi, grinzișoare sau ziduri, formată dintr'o pânză de fire de oțel destul de strâns.

Aceste fire, curbate după parabole ale căro. axe sunt verticale, se leagă numai la extremitați de grinzi. Ele lucrează la tracțiune fără ca să ieă nascere undeva vr'un moment de încovăere.

Câte odată dalele se reazămă pe grinzi de planșuri obișnuite, dar de cele mai multe ori pe grinzi de ciment armat.

Osatura grinzilor Heunebque este constituită de tiranți de fer rotund longitudinali așezați la partea inferioară, și din bare zise curbate care la mijloc ating semela inferioară, apoi să ridică pen-

tru a atinge cu extremitățile partea superioară. Fiare late destinate a rezista la efortul tăetor trec pe sub semela inferioară și să 'ndoe lateral pentru a deveni verticale. Ele sunt mai apropiate cu cât ne apropiem de extremități.

Coignet întrebuițează o grindă analoagă, dar fără bare încovoeate și cu câte-va feare rotunde la partea superioară.

Grinzile sistem Bonna sunt cu armatură simetrică.

D-1 Matrai combină grinzișoarele din comerț sau grinzi imbinat ordinare cu cabluri parabolice solid legate la extremitățile grinzilor și așezate de ambele părți ale acestora, pe care le întăresc. Totul rigid și stabilit este îngropat în beton.

Din punctul de vedere al construcțiunii, fiarele sunt așezate sau de'ntēiu, sau pe măsura înaintării.

Betonul este așezat și bătut într'un cofragiu de lemn care la planșuri este așezat la partea inferioară. Unii constructori fac în afară toată construcțiunea sau o parte, pe care o montează apoi ca de obicei.

Tuburile de ciment armat sunt formate de o serie de cercuri legate între ele (sistem Chapin), sau dintr'o spirală de fier profilat (sistem Bonna).

Bolțile sistem Melan sunt formate dintr'o serie de arcuri paralele de fier dublu te sau grinzi din comerț îngropate în beton.

Acest gen de construcțiune este cu dese vērșire admis de practică și expoziția de la Paris din 1900 a recurs dese ori la dēnsul.

Premiile de Economie în serviciul Intreținerii Căilor ferate

Toate administrațiile căilor ferate din lume caută să simplifice, pe cât este posibil, serviciul pentru ca ast fel să reducă cheltuielile de întreținere care la unele căi ferate sunt foarte mari.

Pentru cei cari au studiat, această chestiune, a vērzut că este cu puțință a reduce cel

puțin cu 25% aceste cheltuieli fără a jigni întru nimic siguranța și bunul mers al afacerilor.

În general companiile de căi ferate care sunt cele mai interesate din punctul de vedere al economiilor sunt mai grăbite a face tot posibilul pentru a realiza economii; și de acea