

nilor datorite unei mașini Engherth, așezând a doua

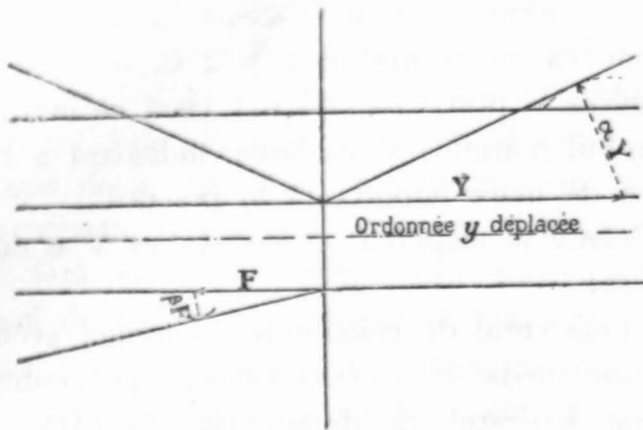


Fig. 5.

roată d'asupra fie-cărei diviziuni a traveei, acest diagram s'ar găsi deplasat cu $0.66 + 0.048 = 0.708$ către stânga. Ar fi deci loc a ține seamă deplasând fie-care ordonată y cu aceeași cantitate spre dreapta.

Fig. 5 dă, în această ipoteză, schema de stabilitate pe hârtia transparentă. Ea corespunde formulei (3) relativă la o mașină Engherth.

La această scară, care e de 0.005 pe metru, verticalele trecând prin mijlocul și centrul de greutate al mașinei, să confundă.

Calculul construcțiilor de fer și beton

de Prof. I. MELAN

Deși s'au dat de diferiți autori teorii și formule, parte aproximative, parte numai pentru anumite cazuri, pentru calcularea așa numitelor construcții masive, flexibile, compuse de fer și beton, totuși lipsesce o teorie generală, însă destul de simplă, rezultat din ipoteze plauzibile.

O asemenea lucrare s'a încercat a se da în ceea ce urmează.

Presupunem că într'o grindă de beton, dreaptă sau curbă, s'ar fi așezat o grindă de fer.

Facem ipoteza dovedită de experiență ca admisibilă, că adesiunea între beton și fer e destul de mare, pentru a nu lăsa să se producă deplasări reciproce, ce ar fi legate de o separare a betonului de fer. De aceea, cât timp schimbarea de formă a grinzii compuse rămâne în acea limită, pentru care se poate mai cu seamă întrebuința teoria flexiunii a lui Navier, relativ la ambele materiale aci în cestiune, trebuie după ipoteza de sus, ca unghiul de torsiune a secțiunii propuse să fie același pentru grinda de beton ca și pentru cea de fer.

Fie :

E^1 Coeficientul de elasticitate al betonului,

E^2 acela al ferului,

F^1 și F^2 suprafața secțiunii transversale a grinzii de beton și a celei de fer,

J^1 și J^2 momentele lor de inerție, raportate la centrele de greutate respective.

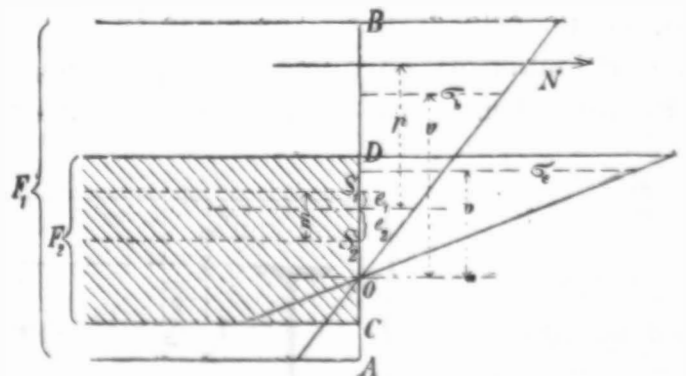


Fig. 1.

Pe o secțiune a grinzii luată după voie, lucrează, în planul axei principale o forță îndreptată după axa N (Fig. 1). Va rezulta o axă neutră O , și tensiunile σ_b și σ_c în beton și fer vor crește proporțional cu distanțele v de la axa neutră și din cauza egalității unghiului de torsiune $\Delta d\varphi$, se vor exprima prin:

$$\sigma_1 = -E_b \frac{\Delta d\varphi}{dx} v \text{ și } \sigma_2 = -E_f \frac{\Delta d\varphi}{dx} v.$$

Ca condițiune pentru echilibrul forțelor interne și externe în secțiunea considerată, avem următoarele două ecuațiuni :

$$-\frac{\Delta d\varphi}{dx} \left(E_1 \int_A^B v df + E_2 \int_C^D v df' \right) = N = \frac{\Delta d\varphi}{dx} E_1 \left(\int_A^B v df + \frac{E_2}{E_1} \int_C^D v df' \right)$$

$$-\frac{\Delta d\varphi}{dx} \left(E_1 \int_A^B v df + E_2 \int_C^D v df' \right) = N_p = \frac{\Delta d\varphi}{dx} E_1 \left(\int_A^B v df + \frac{E_2}{E_1} \int_C^D v_2 df' \right)$$

Aceleași ecuațiuni s'ar obține pentru o grindă omogenă de beton, a cărei secțiune s'a mărit cu de $\frac{E_2}{E_1} = V$, ori elementele de suprafață ale grinzii de fer.

Tensiunile se determină prin urmare în modul următor :

Dacă S_1 și S_2 sunt centrele de gravitate, la distanța m , ale secțiunilor betonului și a ferului, atunci se determină mai întâi centrul de echilibru S al grinzii omogene ideale din

$$l_1 = \frac{vF_2}{F_1 + vF_2} m \text{ și } e_2 = \frac{F_1}{F_1 + vF_2} m. \dots 1)$$

apoi momentul său de inerție raportat la axul centrului său de gravitate

$$J = J_1 + F_1 e_1^2 + v(J_2 + F_2 e_2^2). \dots 2)$$

și apoi se poate obține distribuția tensiunii în beton după regulile cunoscute, fie pe cale analitică, fie pe cale grafică. Tensiunile în fer se obțin prin înmulțirea cu numărul proporțional V .

Pentru calcul e mai comod de a se introduce,

pentru secțiunea betonului în loc de F_1 sumă secțiunilor $F_1 + F_2$, și să se calculeze și momentul de inerție J_1 pentru această sumă. Apoi ar trebui ca în formulele 1 și 2 să se înlocuiască numărul V prin $v - 1 = \frac{E_2}{E_1} - 1$ ceea ce însă, considerând mărimea și valoarea îndoișoasă a lui V , nu e de mare importanță în practică.

Relativ la alegerea acestei valori V e de observat :

Coeficientul de elasticitate al ferului având ca valoare medie $F_2 = 2,000,000$ kg. pe centimetru pătrat. e destul de determinat, pe câtă vreme datele ce trec peste E , sunt foarte nedeterminate, aceasta provine din aceea că raportul de elasticitate al betonului nu depinde numai de proporția amestecului și de bunătatea materialelor întrebuințate pentru prepararea betonului, ci și de vechimea sa, și de starea sa de întărire, și că prin urmare coeficientul de elasticitate ¹⁾ al betonului, variază cu mărimea tensiunii, și anume descrește pe măsură ce crește tensiunea și că e o deosebire, dacă coeficientul de elasticitate a fost dedus din încercări directe de tracțiune sau de presiune asupra corpurilor de probă sau a fost dedus din încercări de flexiune cu plăci. După datele ce se găsesc în literatură, E , se află aproximativ între 50,000 și 300,000 ; pentru calcul luăm $E_1 = 100,000$, și pentru stabilirea acestei țifre medii putem admite că, pentru ca să se ție seamă și de un fel mai inferior de beton și de un grad de întărire mai mic în con-

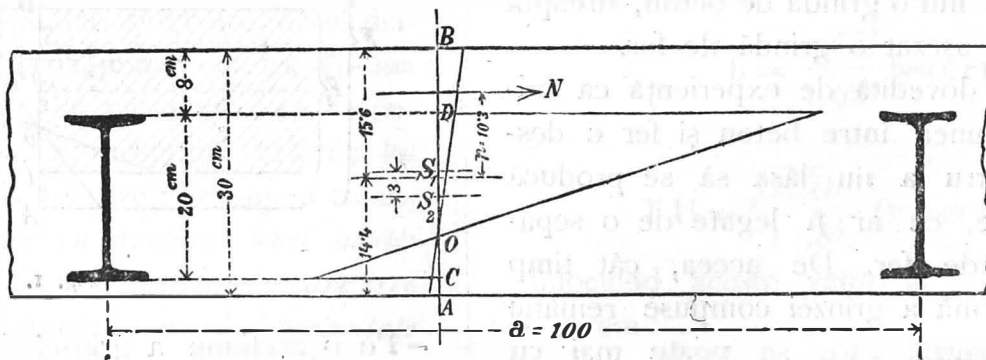


Fig. 2

strucțiunile de beton și fer, cel puțin în partea tracțiunii, trebuiesc considerate ca admisibile tensiunile înalte, adică apropiate de limita rezistenței de tracțiune, pentru cari și coeficientul de elasticitate, după cum s'a observat mai sus, e mai mic.

Așa că dacă B e rezistența de tracțiune a betonului întrebuințat, și dacă lucrează asupra

¹⁾ Sau mai bine zis, coeficientul de schimbarea de formă, de oare-ce la beton se ivesc schimbări de formă permanentă chiar la tensiuni mai mici, (Raportul comitetului pentru bolte, Viena 1895, pag. 42).

acestui, într'o secțiune a construcțiunii noastre de fer și beton, o tracțiune $s = \frac{1}{m} \beta$, atunci siguranța în contra ruperei nu e numai de m ori mai mare, ci mult mai mare. Căci dacă crește încărcătura de m ori, și cu densa și tensiunea, atunci se ivesc de sigur crăpături în beton, însă departe de a se produce ruperea, din contra, prin aceasta, o parte a secțiunii betonului devine fără efect, în schimb însă tocmai atunci anexul de fer intră pe deplin în tensiune. Încărcătura poate fi încă și mai mult mărită, după cum arată experiența, până ce rezistența la compresiune a secțiunii de beton remasă încă intactă, în unire cu rezistența la tracțiune sau la flexiune a anexului de fer să fie învinsă. Dacă la ivirea crăpăturilor în beton, tensiunile în fer n'au atins încă limita de elasticitate, atunci și numitele crăpături apar foarte fine și sunt cunoscute sub numele de plesnituri (Haarresse), prin urmare în cele mai multe cazuri, cu totul nevătămătoare. Din toate acestea rezultă că se poate admite, ca tracțiunea în beton să rămăie cu puțin inferioară rezistenței sale, cu condițiune însă ca grosimea sa, precum și tensiunile în fer, cari s'ar ivi la vr'o crăpătură a betonului, se rămăie cu mult inferioare rezistenței respective.

După o întărire de patru săptămâni, rezistența la tracțiune a unui beton bine preparat atinge 26 kg. pe centimetru pătrat și chiar mai mult. De aceea nu considerăm o tracțiune de 10 kg. pe centimetru pătrat ca prea mare și siguranța rezultată din aceasta contra ivirii de crăpături o considerăm ca suficientă. Presiunea betonului, a cărei rezistență la compresiune se poate lua în termen mijlociu de 100 până 140^{kg}. pe centimetru pătrat, nu trebuie în nici un cas să treacă peste 25 sau 30 kg. pe centimetru pătrat.

Dacă avem a face cu un arc de boltă, trebuie mai întâi să determinăm, după formula 1 în care $v=20$, axa de gravitate a unui arc ideal, având ca secțiune transversală $F_1 + v F_2$ și determinăm apoi pentru acest arc linia de presiune și după teoria elasticității boltelor. După ce se cunoaște această linie, se calculează apoi, după cele spuse mai sus, și tensiunile din diferitele secțiuni ale arcului, cari se ivesc în beton și în fer.

În multe cazuri, când centrul de gravitate al părții de fer coincide aproape cu acela al arcu-

lui de beton, e suficient pentru căutarea liniei de presiune să se păstreze linia centrală a boltei ca axă a arcului.

Dacă se presintă într'un loc o tracțiune mai mare, atunci să se repete calculile tensiunilor, presupunând, că partea întinsă a secțiunii betonului e fără efect.

Prin aceasta, neapărat că axa neutră era împinsă ceva mai spre mijlocul boltei, și ar trebui să se facă încă odată calculele, cu o a doua aproximație, dacă pentru prima ipotesă a secțiunii solide s'ar mai ivi tensiuni de tracțiune însemnate.

Nu mai e de nevoie de spus că procedeul indicat e valabil și pentru construcțiunile Monier.

Exemplele de mai jos vor arăta întrebuintarea sa.

1. Pentru o boltă după sistemul autorului, presupunem o secțiune transversală ca cea din fig. 2, în locul unde linia de presiune pentru o încărcătură parțială e mai apropiată de extradados.

Nervurile sunt depărtate de 100^{cm}. Fie :

$F_1 = 3000, F_2 = 37.12, J_2 = 2402, v F_2 = 742, m=3$, dacă $F = 3742$ și după formulele 1

$$e = \frac{742}{2742} \cdot 3 = 0.60 \text{ cm. } e_2 = 24 \text{ cm.},$$

prin urmare

$$J = \frac{1}{12} 303 \cdot 100 + 3000 \cdot 0.62 + 20 (2402 + 37.12 \cdot 2 \cdot 42) = 278.394.$$

Din examinarea statică a boltei rezultă în numita secțiune o forță normală $N = 28.300 \text{ kg.}$ și linii de presiune la o depărtare $p = 10.3 \text{ cm.}$ de axa de gravitate ideală, de unde $M = N p = 293.600 \text{ kg. cm.}$ Admițând valorile

$$\frac{N}{F} = \frac{28500}{3742} = 7.62 \text{ și } \frac{M}{J} = \frac{293.600}{278.394} = 1.054$$

și măsurările secțiunii în cestiune obținem tensiunile în beton în A: $\sigma_a = 7.62 - 1.054 \cdot 14.4 = -7.6 \text{ kg}$ pe centimetru pătrat tracțiune, în B: $\sigma_b = 7.62 + 1.054 \cdot 15.6 = 24.1 \text{ kg}$ pe centimetru pătrat compresiune.

În arcul de fer

în C: $\sigma_c = 20 (7.62 - 1.054 \cdot 12.4) = -109 \text{ kg}$ pe centim. pătrat tracțiune,

în D: $\sigma_d = 20 (7.62 + 1.054 \cdot 7.6) = 313 \text{ kg}$ pe centim. pătrat compresiune.

Axa neutră se află la o distanță de 7.2^{cm}. de marginea inferioară a secțiunii.

Forța de tracțiune calculată de 7.6^{kg} pe cen-

timetru pătrat, ivită în beton, poate fi considerată, după cele observate mai sus, ca admisibilă. Dacă se admite că, în ori-ce cas, când încărcătura crește, betonul se creapă la vr'o 7^{cm} adâncime de întrados, atunci tensiunile se calculează după cum urmează. Fie acum :

$F_1 = 2300$, $F = F_1 + v F_2 = 3042$, $m = 6.5^{cm}$.
de unde

$$e_1 = \frac{742}{3042} \cdot 6.5 = 1.58, \quad e_2 = 4.92$$

și

$$J = \frac{1}{12} 23 \cdot 100 + 2300 \cdot 1.58^2 + 20 (2402 + 37 \cdot 12 \cdot 4.98) = 173 \cdot 145.$$

Restul ca mai sus

$$N = 28 \cdot 300^{kg} \quad \text{și} \quad M = 293 \cdot 600 - 28 \cdot 500 (15.6 - 13.08) = 221 \cdot 780^{kg \cdot cm}.$$

din

$$\frac{N}{F} = \frac{28500}{3042} = 9.36 \quad \text{și} \quad \frac{M}{J} = \frac{221780}{173143} = 1.289,$$

de unde tensiunile în beton

în A_1 : $\sigma_{a1} = 9.36 - 1.289 \cdot 9.92 = -3.4^{kg}$ pe cent. pătr. tracțiune,

în B : $\sigma_b = 9.36 + 1.289 \cdot 13.08 = 26.2^{kg}$ pe cent. pătr. compresiune,

în arcul de fer

în C : $\sigma_c = 20 (9.36 - 1.289 \cdot 14.92) = -197^{kg}$ pe cent. pătr. tracțiune,

în D : $\sigma_d = 20 (9.36 + 1.289 \cdot 5.08) = 318^{kg}$ pe cent. pătr. compresiune.

Dacă presupunem că, crăpăturile în beton se întind pe o adâncime de 10^{cm} de la intrados și că, prin urmare, în secțiunea considerată, grosimea activă a boltei e numai de 20^{cm}, atunci, după metoda de calcul de mai sus, ar rezulta în bolta de beton aproape numai forțe de compresiune, și anume la intrados de 26.3^{kg}, iar la extrados de 0.1^{kg} pe centimetru pătrat, pe când din contra, forțele externe în arcul de fer

ar fi de 206^{kg} tracțiune și 317^{kg} compresiune. Prin urmare, dacă betonul întrebuințat pentru boltă are de exemplu o rezistență la tracțiune de 13^{kg} și o rezistență la compresiune de 130^{kg}, atunci siguranța construcțiunii în contra ruperei n'ar fi numai îndoită, după cum s'ar conchide din rezultatul calculilor, ci ruperea s'ar ivi numai după învingerea rezistenței de compresiune, adică după o încărcătură cel puțin încincită.

2. Fie o placă de beton întărită prin grinzi longitudinale dublu T, cari ies din placă în partea tracțiunii, (Fig. 3). În ce raport trebuie să stea, într'o secțiune a grinzei, grosimea x a plăcii de beton către grosimea H a întregii construcțiuni, dacă forța de compresiune a betonului și forța de tracțiune a ferului ar fi aproape egale.

Fie iarăși F_2 și J_2 suprafața secțiunii transversale și momentul de inerție a secțiunii grinzei pe a distanța a două grinzi, care e presupusă din nainte destul de mică, pentru ca să se poată admite o distribuie a tensiunii egală în placa de beton. Luăm presiunea betonului de 20 până la 15^{kg}, a ferului de 600 până la 800^{kg} pe centimetru pătrat, atunci rezultă o depărtare a axei neutre de marginea superioară a plăcii de

$$n = \frac{25}{25 + \frac{1}{20} 800} H = 0.4 H;$$

de altă parte mai avem

$$n = \frac{x}{2} + e, = \frac{2}{2} + \frac{v F_2}{a x + v F_2} \left(H - \frac{x}{2} - \frac{h}{2} \right),$$

și rezultă din egalarea celor două expresiuni ale lui n și după reducere

$$2 = 0.4 H + \sqrt{0.16 H^2 - (1.2 H - h) \frac{v F_2}{a}}$$

Momentul de inerție al secțiunii ideale omogene se calculează apoi din

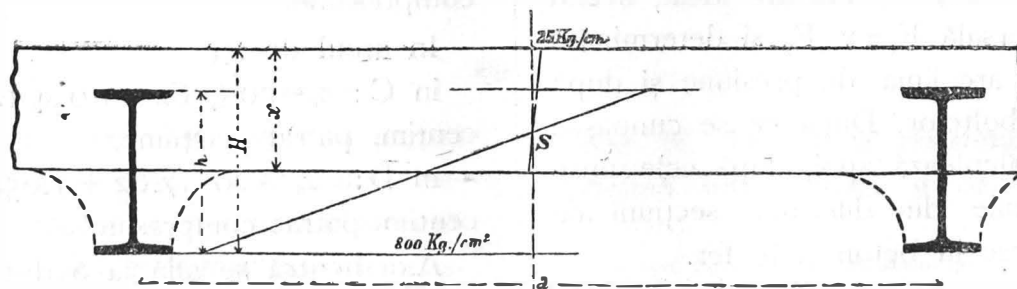


Fig. 3.

$$J = \frac{1}{12} a x^2 + a x e_1^2 + v (J_2 + F_2 e_2^2) = \frac{1}{12} a x^3 + v$$

$$J_2 + (a x + v F_2) \left(0.4 H - \frac{x}{2} \right) \left(0.6 H - \frac{h}{2} \right)$$

și cea mai mare forță de compresiune din

$$S = \frac{M}{J} \cdot 0.4 H;$$

cea mai mare valoare a tracțiunii în grinda de fer din

$$S = v \frac{M}{J} \cdot 0.6 H.$$

Apoi pentru ca să nu se ivească, din cauza flexiunii transversale, tensiuni inadmisibile în placa de beton, trebuie ca la o încărcătură g pe unitatea de suprafață a plăcii

$$\frac{6g a^2}{8 x^3} < 3,$$

Dacă mai considerăm

$$M \frac{1}{8} g a l^2$$

în care l reprezintă lățimea reazemului plăcii, rezultă cea mai mare distanță admisibilă a grinzilor

$$a < \frac{H x^2 l^2}{153} \frac{3}{3}$$

în care ar trebui să substituim lui S_1 vr'o 4 kg și lui S 25 kg.

Dacă vrem, de exemplu, să construim o placă de o grosime totală de 25 cm, întrebându-ne grinzii din profilul No. 21, care să se afle la distanță de $a = 100$ cm, atunci $F_2 = 37.12$, $J_2 = 2402$, $H = 25$, și rezultă din formula de sus $x =$ în cifră rotundă 15 cm, $J = 104190$, prin urmare cu mai mare compresiune în beton.

$$S_1 = \frac{M}{10419}$$

Cea mai mare forță de tracțiune în grindă :

$$S_2 = \frac{M}{347.3}$$

Din calculele făcute se recunoaște că, în genere e greu, ca în construcțiunile de fer și beton, ferul să fie întrebuințat în marginile rezistenței sale. Tot d'a-una se atinge limita de rezistență a betonului și se întrece, înainte de a atinge pe aceea a ferului, sau cu alte cuvinte, trebuie, constrinși de necesitate, să întrebuințăm în fer un grad de siguranță mai mare de cât în beton. Acest raport ar fi mai favorabil dacă s'ar putea conta pe o diferență ceva mai mare între coeficienți de elasticitate a celor două materii, sau dacă ar reuși, să se găsească o construcțiune de fer și beton bună în practică, în care să se dea ferului o oare-care tensiune inițială.

Primim și publicăm cu plăcere următoarea scrisoare :

Dlul Al. Proca, Inginer,

Loco.

Este câtă-va vreme de când îmi cereați să vă dau declinațiunea magnetică la București. V'am dat atunci o valoare aproximativă determinată, după cum o fac toți camarazii noștri, prin ajutorul unui ac mobil într'un plan orizontal în vârful unui cui ascuțit, după ce mai întâiu s'a determinat direcțiunea meridianului astronomic. Este cunoscut că o asemenea metcă nu poate da rezultate satisfăcătoare din cauza frecării ce se exercită pe vârful cuiului susținător al acului magnetic.

Determinările absolute ale elementelor magnetismului pământesc făcându-se actualmente în mod regulat și cu instrumente speciale, în observatorul magnetic al Institutului nostru meteorologic, sunt în pozițiune astăzi de a da întrebării D-tale un răspuns foarte exact.

Din determinările făcute din 5 în 5 zile în cursul lunii Maiu s. n., rezultă că actualmente valorile elementelor magnetismului pământesc la București-Filaret sunt următoarele :

Declinațiunea magnetică 4° 29' 7 W

Inclinațiunea magnetică 58° 50' 5

Componenta orizontală 0.23359 c. g. s.

Chiar în cursul acestei veri ne propunem a determina elementele magnetismului pământesc, și în deosebi declinațiunea, în mai multe puncte din țară.

Intr'o comunicare ce am făcut Academiei, am arătat că determinările ce s'au făcut în 1820 de către oficerii ruși dau pentru declinațiunea la București valorile 11° 14' W ceea-ce ne ar conduce la o micșorare anuală de 6 minute.

Primiți iubite coleg, salutările mele amicale.

St. C. Hepites.