

Flexiunea șinelor de tramvaiu ¹⁾

GH. E.M. FILIPESCU

Profesor al Școalei Politehnice.

Rezultatele găsite până aci se referă numai la șina tip S. T. B. așezată pe o fundație de piatră spartă de granit. După cum am mai spus din cauza dificultăților de schimb, materialele costă scump și în aceste condiții se pune întrebarea dacă cu șinele vechi cari s'au întrebuințat la tramvaiele cu cai și cari mai au încă capul (ciuperca) bun se poate face o cale proprie pentru tramvaiele electrice, care sunt mult mai grele ca cele cu cai. Cu șinele acestea cari ar avea capul bun adică care ar mai permite o rulare a vagoanelor încă un timp oarecare nu se poate face o cale bună pe fundația obicinuită pentru că au talpa mâncată de rugină cam 50 la sută, ceiace nu ar asigura o presiune convenabilă între talpă și fundație și deci ar avea tendințe ca șina să se îngroape în fundație. Contrar de ceiace se întâmplă la șinele de cale ferată așezate pe traverse, la tramvaie șinele ruginesc foarte repede.

Ruginirea timpurie a șinelor și mai ales a tălpilor lor se datorește faptului că între șină și pavaj rămâne un rost prin care se scurge apa de ploaie care din cauză că târăște cu ea particule de argilă, colmatează fundația în o măsură oarecare, făcând la baza șinei un depozit de apă, care durează mai mult sau mai puțin timp. Credem apoi că și întrebuințarea sării în timpul ernei pentru topirea zăpezii favorizează în o măsură oarecare ruginirea.

1) Urmare la pag. 68 din Buletinul No. 1—2, anul 1921.

Ori cari ar fi cauzele, este sigur — din câte linii a desfăcut S. T. B. — că tălpile ruginesc în special mult mai repede ca restul șinei. În aceste condiții se impune a face o bază solidă șinei acestea uzate, care pe de o parte să oprească afundarea ei în teren iar pe de altă parte să suplinească o parte din rigiditate ce a pierdut-o prin ruginire.

Modulul de rigiditate evident este slăbit mai întâi prin faptul că momentul de inerție I este redus și apoi și modulul de elasticitate cu timpul s'a modificat.

În acest caz se impune a pune sub șină o longină de beton armat care să suplinească aceste lipsuri. În soluția ce urmează s'a neglijat rigiditatea șinei, lăsând pe seama longinei susținerea sarcinilor, iar șinei numai rolul de căptușeală pe care ar trebui să ruleze vagonul.

Longrina în soluția ce urmează e formată în modul următor: are secțiunea 30×40 cm. armată jos cu 8 ϕ de 8 mm. iar sus cu 4 ϕ 8 mm. În aceste condițiuni:

$$I = \frac{1}{12} 30 \times 40^3 + 15 \times 12 \times 0,503 \times 17^2 - \frac{(4 \times 7,54 \times 17)^2}{1299} = 186000 \text{ cm}^4.$$

$$EI = 2,61 \times 10^{10}$$

Pentru constanta fundației vom lua $k = 5,77 \text{ kg./cm}^3$. În aceste condiții

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{30 \times 5,77}{4 \times 2,61 \times 10^{10}}} = 0,006383$$

și deci

$$\alpha a = 0,7340,$$

căci am avut $a = 115$ cm.

Cu ajutorul acestei valori deducem:

$$\operatorname{ch} \alpha a = 1,2817; \operatorname{sh} \alpha a = 0,8017; \cos \alpha a = 0,7425;$$

$$\operatorname{ch} \alpha a = 0,6698; e^{-\alpha a} = 0,4800;$$

$$l = 0,9516; m = 0,5370; l + m = 0,7443; l - m = 0,2073 \\ u = 0,3564; v = 0,3215; v + u = 0,3389; v - u = 0,0174.$$

Cu acestea deducem în dreptul sarcinei :

$$\eta = \frac{0,314 \times 4500}{4 \times 0,006383^3 \times 2,61 \times 10^{10}} = 0,052 \text{ cm.}^1)$$

$$M = \frac{1,1986 \times 4500}{2 \times 0,006383} = 70100 \text{ kg.cm.}$$

$$T = 0,511 \times 4500 = 2300 \text{ kg.}$$

iar momentul maxim negativ este :

$$M = -23600 \text{ kg.cm.}$$

În aceste condiții rezistențele în fier și beton sub acțiunea momentului pozitiv sunt :

$$\sigma_f = 516 \text{ kg.cm}^2. \sigma_b = -12,4 \text{ kg.cm}^2. \sigma'_f = -129 \text{ kg.cm}^2.$$

iar sub acțiunea momentului negativ :

$$\sigma_f = 340 \text{ kg.cm}^2. \sigma_b = -5,1 \text{ kg.cm}^2. \sigma'_f = -42 \text{ kg.cm}^2.$$

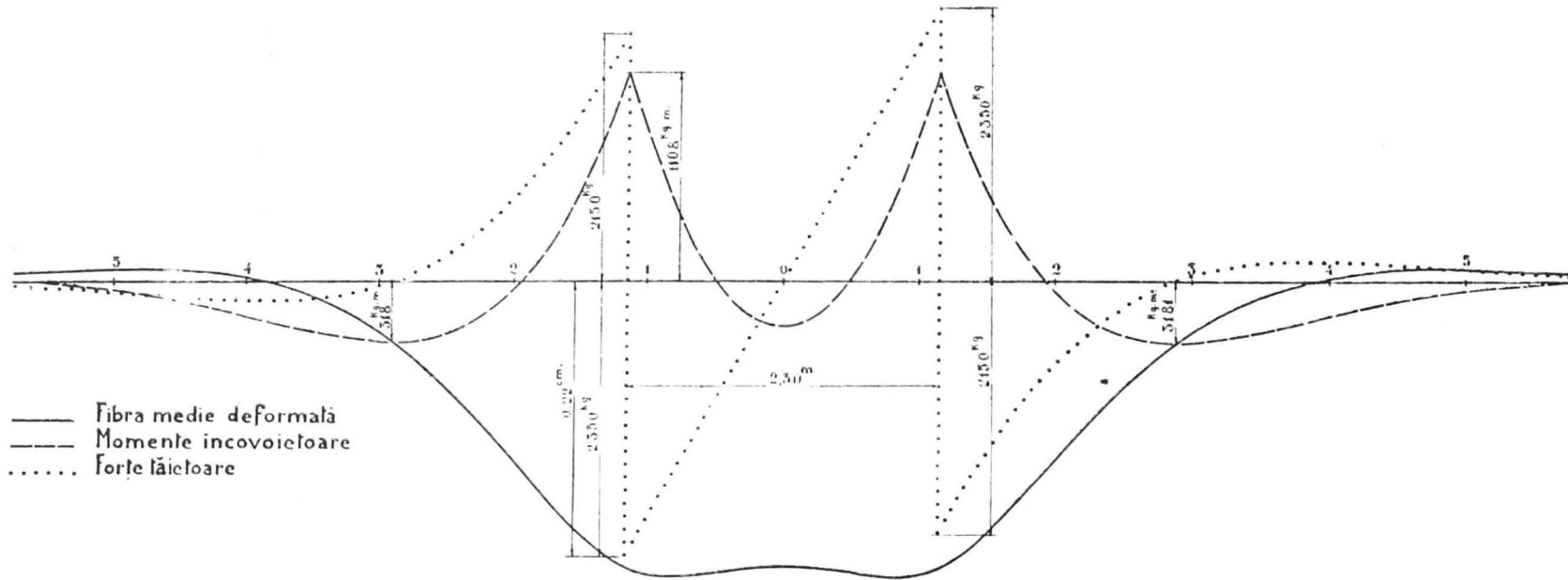
Dacă comparăm aceste rezultate cu acelea obținute pentru șina S. T. B. vedem că suntem în apropierea valorii găsite acolo. În adevăr pentru șina S. T. B. am avut $\sigma = 398 \text{ kg.cm}^2$.

Având în vedere că aci avem de-aface cu rezistențe alternative și având în vedere că se produc trepidațiuni credem că rezistența de aproximativ 12 kg.cm^2 va fi suficientă pentru a nu produce crăpături sau detașări în masa betonului.

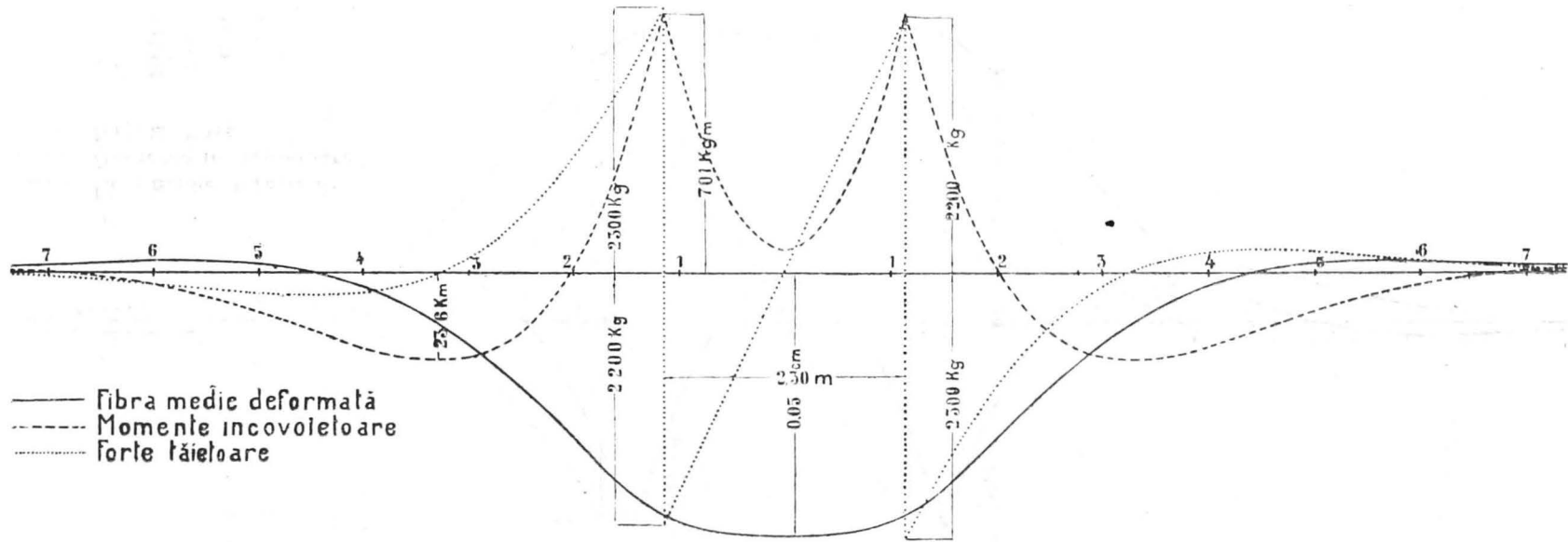
* * *

Pentru a compara mai bine cele două cazuri a șinei S. T. B. și a longrinei de beton armat ce susține o șină cu rigiditate neglijabilă, am calculat săgețile, momentele încovoetoare și forțele tăietoare în diferitele secțiuni ale șinei și longrinei, cari se găsesc desenate exact pe alăturatele două epure. Calculele s'au făcut cu ajutorul formulelor dela pag. 65—67.

1) O parte din calcule sunt făcute cu rigla.



Curba fibrei medii deformată, a momentelor încovoietoare și forțelor tăietoare în șina tip S. T. B. de 50 kg/ml.



Curba fibrei medii deformată, a momentelor încovoietoare și a forțelor tăietoare în o longrină de beton armat ce susține o șină de tramvai cu rigiditate neglijabilă.

Din compararea lor se vede că săgețile sunt inapreciabile la o distanță de circa 4 m. măsurate dela axa vagonului pentru ambele cazuri, că forțele tăietoare în dreptul sarcinilor sunt cam aceleași în ambele cazuri, iar momentele încovoietoare sunt ceva mai bine repartizate în cazul al doilea de cât în cazul șinei S. T. B. În adevăr în cazul șinei S. T. B. momentele oscilează între 22 și 78 la sută din variația totală a momentului încovoietor pe când în cazul longrinei oscilația este cuprinsă între 25 și 75 la sută.

Se mai vede că în ambele cazuri momentele sunt nule în afara sarcinilor cam la distanța de 2 m. măsurată dela mijlocul vagonului.

Prin urmare din aceste puncte de vedere fără nici un inconvenient se poate realiza soluția doua.

Aceasta are însă un inconvenient destul de mare și anume: în calculul ce am făcut am neglijat modulul de rigiditate a șinei vechi. În realitate ea are unul care oricum ar fi, diferă de acela al longrinei. Din modul cum s'au făcut calculele se vede că săgețile depind de cantitatea de care la rândul ei depinde de lățimea bazei șinei sau longrinei și de modulul ei de rigiditate.

În realitate vom avea două grinzi suprapuse cu module de rigiditate diferite, și în acest caz problema ar trebui tratată în modul următor: sarcina calcă pe șina veche, iar longrina de sub ea îi va opune niște reacțiuni oarecari distribuite după o lege oarecare, analoage celorla din cazul precedent. În orice caz periodicitatea acestei legi va depinde de modulul de rigiditate a șinei și a longrinei.

Longrina la rândul ei e supusă la reacțiunile șinei ce se exercită de sus în jos și la reacțiunea terenului, iar distribuția lor se va face după o lege ce depinde de modulele de rigiditate ale șinei, longrinei și de constanta terenului.

Periodicitatea legii distribuției săgeților va depinde de alte cantități de cât pentru șina de deasupra. Cu alte cuvinte vor exista regiuni în cari nu se va face contact între șină și longrină după cum în cazurile simple tratate mai sus se vede că șina pe anumite regiuni are

tendința de a se ridica de pe teren. Fenomenul ce se produce aci este analog aceluia când pe o bază destul de rigidă am pune o scândură pe care am trece cu greutate mari. În acest caz scândura se încovoiaie de capete în sus.

În cazul nostru șina de deasupra presupusă continuă va prezenta niște ondulațiuni cari vor fi mult mai dese ca ale longrinei pentru că are modulul de rigiditate mai mic ca al longinei, deci vor exista tendințe de a se separa una de alta. Urmează atunci că între cele două elemente, pentru a le solidariza, trebuesc puse piese de legătură, cari evident reduc mult din avantajele sistemului, dacă se ține seamă mai ales de alte considerațiuni de ordin practic.

Rămâne numai ca încercările ce s'ar face în acest sens să arate în mod precis care ar fi influența acestor legături și dacă lăsând libere șina și longrina se capătă o cale bună.

