

ELASTICITÀ E RESISTENZA DI TRAVI CON ARMATURE PREVENTIVAMENTE TESE (*)

NOTA PRIMA

(Con quattro figure ed una tavola)

GUSTAVO COLONNETTI
Accademico Pontificio

SUMMARIVM. — Hac nota Auctor exponit primas conclusiones quas eruit ex experimentis quibus trabes adhibuit fulturas antea tensas habentes; quas conclusiones confert cum doctrina antecedentibus Notis exposita.

Nello studio della flessione semplice delle travi con armature preventivamente tese, giova distinguere l'*asse neutro propriamente detto* — ossia il luogo dei punti di una sezione retta generica in cui le tensioni sono effettivamente nulle — da quello che si potrebbe chiamare l'*asse neutro apparente*: luogo dei punti in cui sono nulle le variazioni delle tensioni determinate dalla sollecitazione esterna.

Si può infatti facilmente dimostrare⁽¹⁾:

- 1) che, a sezione intieramente reagente, la posizione dell'asse neutro apparente non dipende dal valore del momento flettente;
- 2) che, a sezione parzializzata, la posizione dell'asse neutro apparente varia invece col variare del valore del momento flettente.

(*) Nota presentata il 19 maggio 1940.

(¹) G. COLONNETTI, *Teoria e calcolo delle travi con armature preventivamente tese (il caso della presso flessione)*, Pontificia Academia Scientiarum, «Acta», IV, 2, 1940; *Teoria e calcolo delle travi con armature preventivamente tese (il problema della sezione parzializzata)*, Pontificia Academia Scientiarum, «Acta», IV, 17, 1940.

Ora la prima ipotesi — che cioè la sezione sia intieramente reagente — deve ovviamente verificarsi, durante la prima applicazione della sollecitazione, fino a che questa non ha raggiunto un valore tale da determinare tensioni positive capaci di vincere la resistenza del calcestruzzo alla trazione.

Quando poi ciò avviene, il calcestruzzo perde ogni attitudine a sopportare tensioni positive. A partire da quel momento la sezione si comporterà come intieramente reagente o come parzializzata a seconda che il momento flettente sarà minore o maggiore di quel valore limite per cui l'asse neutro propriamente detto riesce tangente al contorno della sezione.

* * *

Un tale complesso di risultati è evidentemente suscettibile di verifica sperimentale.

Basta pensare ad una trave, nella quale sia stato creato un ben determinato stato di coazione mediante il procedimento di messa in tensione delle armature che io ho descritto in una mia Nota precedente⁽¹⁾; e supporre che, mentre tale trave viene sollecitata a flessione, vengano su di essa eseguite misure di deformazioni che permettano di riconoscere l'invarianza o meno della posizione dell'asse neutro apparente.

Consideriamo per esempio una trave sperimentale rispondente alle seguenti caratteristiche:

Caratteristiche geometriche della trave:

Area della sezione retta (cm. 9,75 × cm. 19,75)	cm ² 192,00
Area della sezione dell'armatura (ø mm. 12,5)	» 1,23
Rapporto della sezione metallica alla sezione della trave	0,64 %

(1) G. COLONNETTI, *Di un nuovo procedimento per la messa in tensione delle armature nelle strutture in cemento armato*, Pontificia Academia Scientiarum, IV, 8, 1940.

Caratteristiche meccaniche dei materiali:

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo . . .	kg/cm ²	240.000
Modulo di elasticità normale dell'armatura . . .	»	2.040.000
Rapporto del modulo dell'armatura al modulo del calcestruzzo		8,5

Caratteristiche dello stato di coazione (a trave scarica):

Tensione unitaria nel calcestruzzo:		
sulla faccia superiore della trave	kg/cm ²	0
sulla faccia inferiore della trave	»	- 70
Tensione unitaria nell'armatura	»	+ 5500

Dal punto di vista della teoria il comportamento di una tale trave si può caratterizzare con una serie di diagrammi come quelli riprodotti nella tavola allegata.

Il primo diagramma, in alto, rappresenta lo stato di coazione (a trave scarica).

Nei diagrammi sottostanti sono rappresentati gli stati di tensione a cui dà luogo l'applicazione di un momento flettente.

Più precisamente si è supposto:

in A, $\mathcal{M} = 250 \text{ kg. m.}$

in B, $\mathcal{M} = 500 \text{ kg. m.}$ } nell'ipotesi che il calcestruzzo sia capace
 in C, $\mathcal{M} = 750 \text{ kg. m.}$ } di resistere a sforzi di entrambi i segni;

in B', $\mathcal{M} = 500 \text{ kg. m.}$ } nell'ipotesi che il calcestruzzo possa
 in C', $\mathcal{M} = 750 \text{ kg. m.}$ } resistere solo a sforzi di compressione.

Per differenza tra questi diversi stati di tensione sotto carico e lo stato di coazione iniziale si sono ottenuti i diagrammi disegnati a sinistra, i quali rappresentano le variazioni dello stato di tensione determinate dalla sollecitazione.

* * *

La verifica sperimentale è documentata nei diagrammi di deformazione riprodotti nelle figure 1 e 2, in ciascuna delle quali sono

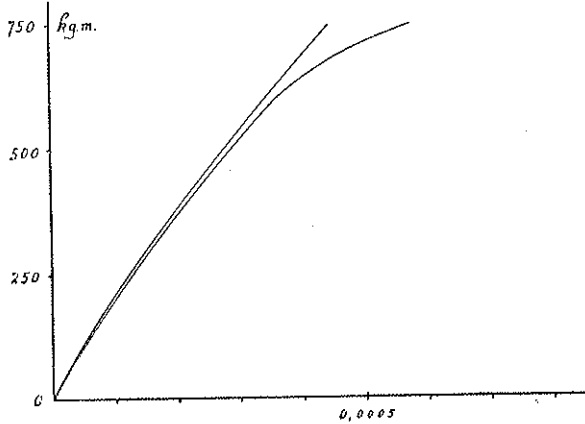


FIG. 1.

tracciate due curve: l'una si riferisce alla faccia superiore, l'altra alla faccia inferiore della trave. Le deformazioni vi sono riportate in valore

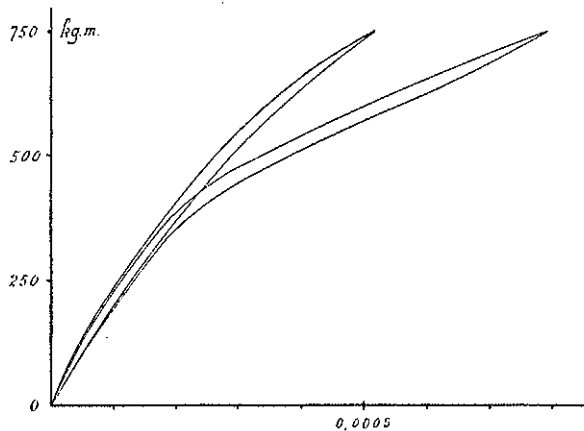


FIG. 2.

assoluto sull'asse delle ascisse, in corrispondenza ai valori del momento flettente riportati sull'asse delle ordinate.

La figura 1 si riferisce alla prima applicazione della sollecitazione; in essa la divergenza tra le due curve — che è indizio di spostamento dell'asse neutro apparente e quindi di parzializzazione della sezione — si manifesta per un valore del momento flettente prossimo a 630 kg. m. a cui corrispondono, nel calcestruzzo, le seguenti tensioni unitarie massime:

sulla faccia superiore della trave kg/cm² — 100
 sulla faccia inferiore della trave kg/cm² + 30

In figura 2 si vedono invece disegnati i cicli stabilizzati dopo un piccolo numero di ripetizioni della sollecitazione. Qui la divergenza si manifesta per un momento flettente pari a 450 kg. m. a cui corrispondono, nel calcestruzzo, le tensioni unitarie massime seguenti:

sulla faccia superiore della trave kg/cm² — 70
 sulla faccia inferiore della trave kg/cm² 0

Particolarmente degna di nota è la forma del ciclo che si riferisce alla faccia inferiore della trave. Nettamente piegato in due, in corrispondenza del sopra indicato valore del momento flettente, questo ciclo accusa nel modo più evidente l'esistenza delle due ben distinte fasi del fenomeno; e dimostra come lo stato di coazione assicurati, anche nella trave già lesionata, il funzionamento a sezione interamente reagente, ogniqualevolta il momento flettente non superi un valore limite in relazione con lo stato di coazione adottato.

In realtà al di sotto di questo valore limite del momento, le lesioni si chiudono così perfettamente da diventare invisibili anche per un occhio armato delle migliori lenti di ingrandimento.

* * *

A questo punto non è superfluo ricordare che le cose vanno ben diversamente nelle travi ad armature non preventivamente tese.

Per mettere in chiaro questa sostanziale differenza di comportamento — e per documentare la superiorità della nuova tecnica — si

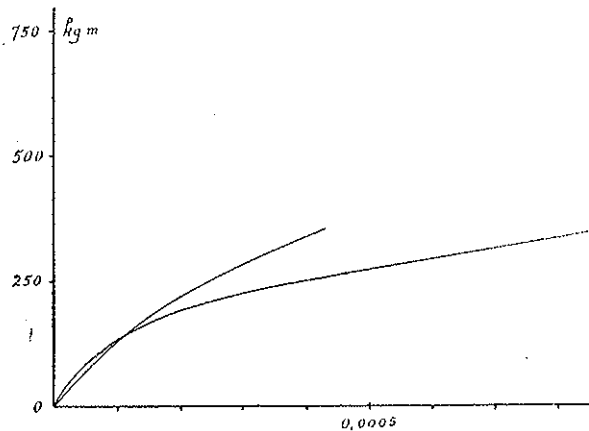


FIG. 3.

sono confezionate alcune travi, del tutto identiche alle precedenti ma armate nel modo solito con un tondo da 14 mm. di diametro disposto in adiacenza della faccia inferiore.

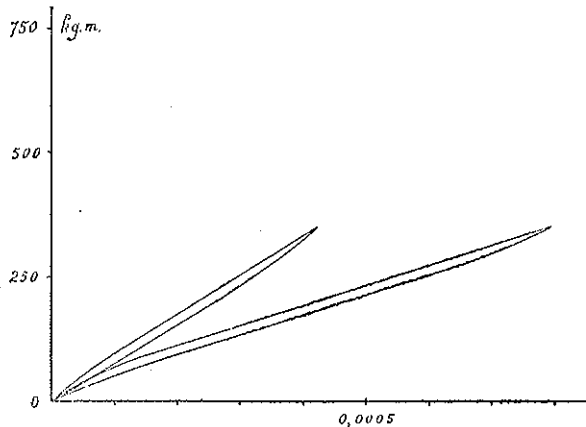


FIG. 4.

Ripetendo su queste travi le misure già eseguite sulle precedenti, si sono ottenuti i diagrammi riprodotti nelle figure 3 e 4.

Dall'esame di questi diagrammi si deduce:

1) che all'atto della prima applicazione della sollecitazione, la divergenza delle due curve — e pertanto la parzializzazione della sezione — ha inizio sotto l'azione di un momento flettente prossimo a 200 kg.m., pari cioè alla terza parte soltanto di quello che era occorso per determinare lo stesso fatto nella trave con armature preventivamente tese.

2) che la trave, una volta lesionata, non è più suscettibile di funzionare a sezione intieramente reagente neppure per valori piccolissimi del momento flettente, ma assume stabilmente e definitivamente il comportamento a sezione parzializzata.

