

dosage de 300 kg de ciment mélangé avec la composition granulométrique de sable et gravier la plus favorable.

Comme il est presque impossible de déterminer l'importance des sous-pressions, qu'il faut *supprimer* ou auxquelles il faut *résister*, nous avons calculé le radier pour la sous-pression totale, ce qui assure le bassin contre toute flexion ou fissure du radier.¹

Les caissons vont se construire dans un grand bassin flottant que nous avons acheté à Lübeck, de 2000 tonnes de force et, au moyen de ce bassin, seront mis à flot puis remorqués à leur emplacement, préalablement dragué.

Nous araserons le fond avec des sacs de sable et nous unirons les caissons par leurs joints, en remplissant les creux de béton immergé et en consolidant l'ensemble par des injections de ciment.

Les cellules du radier seront remplies de béton; les cellules des parois latérales se rempliront de sable.

Nous croyons que ces caissons en béton armé, sont les plus grands que l'on ait construits jusqu'à ce jour; ils seront évidemment beaucoup plus économiques que les caissons totalement en acier, comme on les a employés dans d'autres bassins de radoub.

Et surtout, les structures de béton armé avec ciment fondu, offrent un autre avantage; qu'ils ne pourront être détruits par l'eau de mer par suite de la décomposition du ciment Portland ordinaire, qui aujourd'hui préoccupe les Ingénieurs maritimes, car notre structure cuirasse, pour ainsi dire, le monolithe qui constitue le bassin, qui au besoin pourrait se compléter en substituant au sable des parois latérales avec du béton maigre ou une maçonnerie de remplissage quelconque.

EDUARDO TORROJA, Madrid:

L'emploi des câbles d'acier dans les constructions en béton armé

Les câbles en acier se sont employés depuis quelques temps dans les constructions espagnoles en béton armé, mais en général on n'a pas encore bien fixé l'attention aux avantages de leur emploi et aux prescriptions qu'on doit accomplir pour en profiter.

On croit d'habitude, que la grande déformation que ces câbles subissent lors de leur mise en tension rend tout à fait impossible leur emploi avec le béton, mais on peut voir pratiquement, d'un côté, que dans beaucoup de cas il n'est pas difficile de mettre en tension les câbles avant le bétonnage, et d'autre côté que les déformations diminuent fortement lorsque le câble est emboîté dans le béton, ce qui empêche le mouvement relatif des fils, de même qu'il empêche l'élargissement d'un fer rond mal dressé dans le béton.

Une preuve des avantages qui rapporte l'emploi des câbles en acier préalablement mis en tension dans les constructions en béton armé, et que ces câbles se comportent aussi bien que les armatures courantes, c'est la description de l'Aqueduc de « Saint-Patrice » qui vient d'être construit en Andalousie, et des essais sur lui, avec le but d'étudier, justement, comment ils se comportent.

L'Aqueduc en question a une longueur totale de 280 m. composée pour onze travées de 20 m. et une de 57 m. type « cantilever ». Cette travée est constituée par une poutre de 17 m. appuyée sur les bouts de deux « cantilevers », chacun desquels est formé par deux poutres de 20 m. appuyées par ses bouts en contact sur la pile

¹ Les calculs de ces caissons ont été faits par l'Ingénieur Monsieur EDUARDO TORROJA et la construction du bassin de radoub de Cadix et dirigée par l'Ingénieur Monsieur JOSE ENTRECANALES, tous deux membres du Congrès de Vienne.

Les déplacements horizontaux qu'au commencement atteignirent jusqu'à 5 cm. furent en diminution au fur et à mesure que la charge était augmentée, et à la fin ne dépassait pas 2 cm. avec déplacements verticaux égaux de deux côtés, ce qui prouve évidemment la grande uniformité au point de vue élastique du matériel.

Les câbles furent tensés jusqu'au moment où les bouts des cantilevers montèrent 5 cm. décollant de la cintre. Alors la tête de la pile était élevée 60 cm.

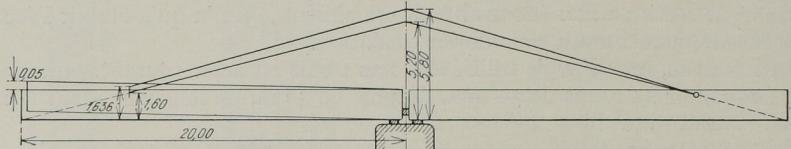


Fig. 4

Avec ces deux numéros nous pouvons calculer l'allongement du câble; quoique nous aurons une petite difficulté. Pendant que cela fut effectué, la plus part du câble était libre, mais à peu près un quart de sa longueur était encastrée dans le béton de la poutre, et ici nous ne connaissons pas exactement la déformation atteinte.

Des crevasses sur la partie supérieure de la poutre ont paru jusqu'à 15 cm. de profondeur, montrant le décollement du câble du béton, mais plus loin de 40 ou 60 cm. de l'entrée du câble, mesurés sur sa direction, nous n'avons pas constaté aucune déformation.

Bref, nous admettons que le câble fut dilaté librement jusqu'à 75 cm. de profondeur dans le béton, et qu'il n'a pas eu changement de longueur plus loin d'ici.

Admettant cette hypothèse, les longueurs du câble libre, avant et après d'être tensé étaient:

$$l = \overline{14,50^2} + \overline{3,60^2} = 14,94 \text{ m.}$$

$$L = \overline{14,50^2} + \overline{4,164^2} = 15,09 \text{ m.}$$

$$\text{Allongement total} = 0,15 \text{ m.}$$

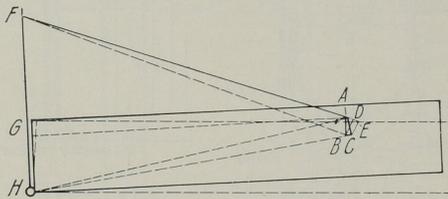


Fig. 5

On voit donc, que l'allongement fut seulement d'un pour cent, assez petit si l'on compte que le câble était difficilement ligué et sans une préalable tension.

Puisque le poids mort de la travée est de 2400 kg. par mètre, la tension des câbles à ce moment était de 157 tonnes et sa tension unitaire égale à 21,6 kg/mm².

Tout de suite, la travée fut surchargée de 600 kg. par mètre; pourtant la tension des câbles fut augmentée à 27 kg/mm² et les bouts des poutres consoles descendirent 2 cm.

Sur la figure ci-dessous nous avons: Le point A descend 0,02 m. et prend la position C lorsque la poutre tourne autour de la rotule H.

L'allongement du câble est donc de:

$$L = AD + DE$$

mais

$$\frac{(AB = 0,02)}{AD} = \frac{(AF = 15,10)}{(FG = 4,17)}$$

donc:

$$AD = 0,055 \text{ m.}$$

et:

$$DE = BC \frac{GA}{FA}$$

$$\frac{BC}{(AB = 0,02)} = \frac{(AI = 1,63)}{(HI = 14,50)}$$

et:

$$DE = 0,0022 \frac{14,50}{15,10} = 0,002 \text{ m.}$$

et pourtant:

$$= AD + DE = 0,077 \text{ m.}$$

et l'allongement unitaire:

$$\frac{0,077}{2 \times 15,10} = 0,000255$$

(puisqu'on doit partir de la longueur libre totale du câble).

Le coefficient d'élasticité est donc:

$$\frac{2,700 - 2,160}{0,000255} = 2,120,000 \text{ kg/cm}^2$$

sensiblement égal à celui de l'acier.

La travée a resté chargée et en observation pendant vingt jours, et au commencement on a remarqué d'allongements des câbles qui ont finit au bout de dix jours et qui, en total, ont atteint 0,08%.

Après vingt jours, on bétonnait les câbles dans une section rectangulaire de 20 × 30 cm., et pour éviter que la flexion due à son poids augmente excessivement la tension du câble, nous avons fait le bétonnage dans un coffrage suspendu du câble. Quoique extérieurement la poutre est droite, à l'intérieur le câble suit la courbe «catenarie» correspondant au poids total.

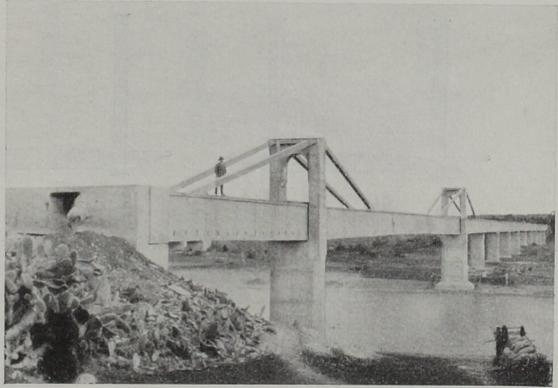


Fig. 6

La section du béton est calculée pour supporter à compression la différence de tension du câble avec surcharge et sans elle; le bétonnage étant fait avec la travée totalement surchargée. Nous avons vu que cette différence des tensions est de 39 tonnes, et la compression résultante sur le béton est de 32 kg/cm². Nous pouvons remarquer que le béton ainsi coulé n'a jamais à supporter des tensions, et les câbles sont parfaitement défendus de l'intempérie sans aucun danger de crevasses dans le béton.

Naturellement, il n'y a pas de difficulté à ce que la pièce soit très svelte, car quoique le béton soit comprimé, l'ensemble est en tension, et il n'y a pas de danger de flambage. D'autre part, la courbe du câble a une très petite flèche et son excentricité dans la section du béton n'a pas d'importance.

En résumé, tous les travaux de la construction, ainsi que le décintrement furent faits tout facilement grâce aux dispositifs employés.

L'allongement plastique fut de 1% dans le premier moment et il atteignit jusqu'à 1,08% en dix jours. Après cela pas d'augmentation.

Les allongements postérieures produits par la surcharge étaient élastiques et correspondaient à un coefficient d'élasticité de 2 120 000 kg/cm².

La partie du câble bétonnée, avant d'être tendue, fut décollée du béton dans les premiers 50 à 60 cm.; dans le reste l'adhérence semble parfaite et sans produire aucune crevasse dans le béton.

Nous croyons donc, que la crainte aux allongements inélastiques des câbles est exagérée et que «l'emploi des câbles d'acier, au lieu des ronds rigides, peut être avantageux dans les constructions à grandes portées, pourvu qu'on prend les précautions nécessaires pour sa mise en tension avant le bétonnage, et que les sections du béton aient été calculées pour supporter les réactions qui se dérivent de cette mise en tension».

Oberbaurat Ing. Dr. techn. e. h. FRITZ EMPERGER, Wien:

Die Verbreiterung von Straßenbrücken

Im Eisenbahnbau ist die Erweiterungsfähigkeit jeder Anlage ein notwendiger Bestandteil jedes Projektes. Der Eisenbahnbauer ist immer auf die Entwicklung seines Verkehrs bedacht und ist es ein Zeichen von Rückständigkeit, daß diese Frage beim Straßenbau und seinen Brücken bisher so wenig Beachtung gefunden hat. Alle Beispiele einer Vorsorge dieser Art finden sich bei Eisenbahnbrücken vor, wo man wiederholt den Unterbau mit Rücksicht auf ein späteres zweites Gleis im voraus in doppelter Breite ausgeführt hat. Bei Straßenbrücken dagegen finden wir immer wieder die Auffassung, als ob die einmal angenommene Breite als etwas für alle Ewigkeit Feststehendes hingenommen werden muß. Diese falsche Auffassung

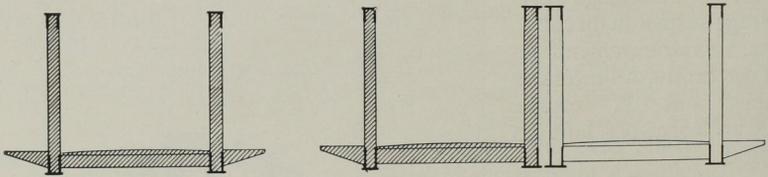


Abb. 1

macht sich überall bei Stadtregulierungen geltend, und hat sich im Straßenbau erst jüngst durch die Einführung des Automobils eine Änderung vollzogen, welche zu einem völligen Umsturz der Straßenabmessungen geführt hat. Wenn man sich auf den Straßen mit einer größeren Geschwindigkeit bewegen will, so sind selbst für denselben Verkehr die alten Breiteabmessungen ungenügend. Zu alledem kommt aber noch ein allgemeines Anwachsen des Verkehrs, als dessen Träger die Straße und die Straßenbrücke nunmehr hauptsächlich berufen ist. Wir finden daher, daß die neuen Straßenprofile durchwegs breiter geworden sind, wobei deren Einführung auf verhältnismäßig geringe Schwierigkeiten stößt. Das größte Hindernis sind die schmalen Brücken, welche den Verkehr drosseln. Es beweist, daß wir nicht nur breiterer Brücken bedürfen, sondern auch fordern müssen, daß jetzt hergestellte Brücken für die Zukunft verbreiterungsfähig ausgeführt werden. Es muß die Möglichkeit bestehen, Straße und Brücke in dem Maße zu verbreitern, wie der Verkehr anwächst. Es ergibt sich daher zu den alten großen Problemen des Brückenbaues mit Bezug auf Baustoff, auf Spannweite und auf die Entwicklung der Verkehrslasten eine neue Frage, welche dringend Berücksichtigung heischt. *unsere Brücken von vornherein so herzustellen, daß sie späterhin leicht verbreitert werden können.*

Nachdem wir heute, im Zeitalter einer großen Geldknappheit, unsere Brücken nie breiter herstellen wollen, als sie unbedingt nötig sind, und nicht in der Lage sind, durch eine Überbreite für die Forderungen der Zukunft zu sorgen, so wird diese