Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 6 (1970)

Artikel: Mesures de température et de déformations sur un pont bâti en encorbellement

Autor: Crespo, Antonio / Croci, Giorgio / Morabito, Giovanni

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7767

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mesures de température et de déformations sur un pont bâti en encorbellement

Temperatur- und Verformungsmessungen an einer im Freivorbau erstellten Brücke

Temperature and Deformation Measurements in a Cantilever Constructed Bridge

ANTONIO CRESPO
Centro sperimentale ANAS

GIORGIO CROCI
Istituto di Scienza delle Costruzioni
Università di Roma

GIOVANNI MORABITO
Università di Roma

UMBERTO PERINETTI
Direttore ufficio tecnico ANAS

ALESSANDRO SAMUELLI FERRETTI
Istituto di Scienza delle Costruzioni
Università di Roma

Italia

Introduction

Le pont est realisé par une poutre continue sur quatre appuis, avec portée de 45 m, 90 m, 45 m. La section varie entre 5, 10 m de hauteur sur les appuis intermediaires, et 1,80 m sur les appuis latéraux et au milieu (*)

Il n'y a pas de poutres transversales, autre que sur les appuis; la section est en caisson, ave quatre nervures longitudinales.

La construction se fait en encorbellement; comme les appuis sur les piles sont realisés au moyen de rotules, on a placé un appui supplementaire en acier à 5 m de distance de l'axe de l'appui sur pile, pour avoir les deux appuis necéssaires pour la construction, avant que la travée ait trouvé son support définitif sur l'appui lateral.

Le système de précontrainte est realisé par des câbles de 1/2" de diametre, système Freyssinet.

A la fin du mois de Juillet on avait achévé la prémière moitié de l'ouvrage, et on est maintenant en train de partir de l'autre coté du fleuve (Fig.1).

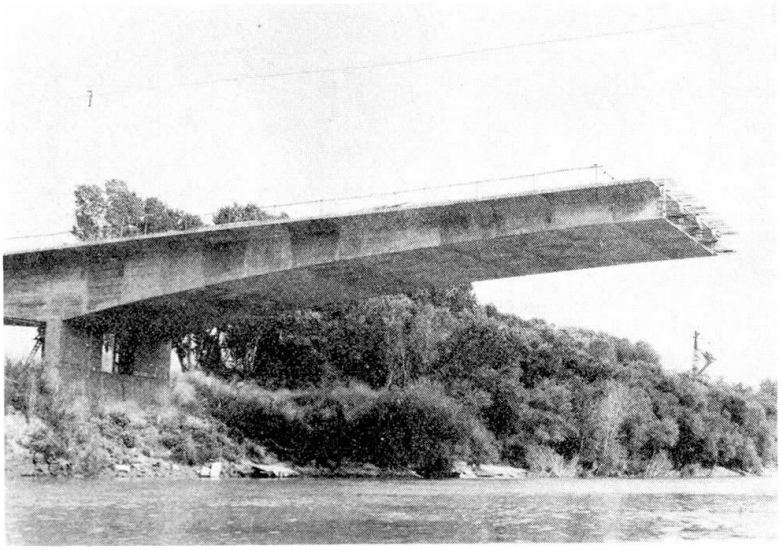


Fig. 1

La deuxième moitié de l'ouvrage va être betonnée et précontrainte suivant

(*) Le pont est sur le Tibre à 30 km environ au nord de Rome et est actuellement en construction de part de l'entreprise Baldelli.

la même succession; le dernier voussoir va être collé en correspondance de la clé du pont à l'aide d'une resine epoxy à fin de permettre une précontrainte rapide et de eviter que les mouvements thermiques rélatifs des deux consoles puissent en dommager un béton frais.

Programme de récherches

On a pour but de contribuer à la détermination experimentale des parametres suivants, nécessaires au calcul et à l'étude du comportement de structures de ce type:

1) rétrait local du béton dans l'ouvrage dans des conditions de témperature et humidité rélatives variables mais connues;
2) fluage local du béton dû aux contraintes;
3) déplacements verticaux (flèches) conseqquent aux effects de l'élasticité, du rétrait, du fluage, de la relaxation et de la temperature;
4) distribution et variation de la témperature à l'interieur de l'ouvrage;
5) frottement dans les câbles.

Appareillage de mésure

Pour les mésures de déformation unitaire, on a rénoncé à l'emploi de strain gages éléctriques, puisque les mesures doivent se prolonger deux ans au minimum et la stabilité du zéro ne peut pas être assurée, notamment dans les défavorables conditions ambientales sur un ouvrage, hors du laboratoire.

On a ainsi preféré l'emploi d'une jauge mécanique de déformation, le Tenso - tast de Huggemberger, qui, en bonnes conditions peut assurer la mésure avec des erreurs qui ne dépassent pas les 5 millièmes de millimètre.

Puisque la grandeur des deformations locales à mésurer est de 100 à 1000 millionièmes environ, et la base de mesure est de 100 mm au maximum (100 mm avec rallonge) on a preparé des rallonges en fer galvanisé fixées au béton; comme on voit à la figure 2: la mésure se fait entre deux répères dont l'un est fixé au béton et l'autre se trouve à l'extremité d'une barre solidale avec l'autre extrême; la connexion entre les deux parties est realisée par un ressort laminaire en acier dur.

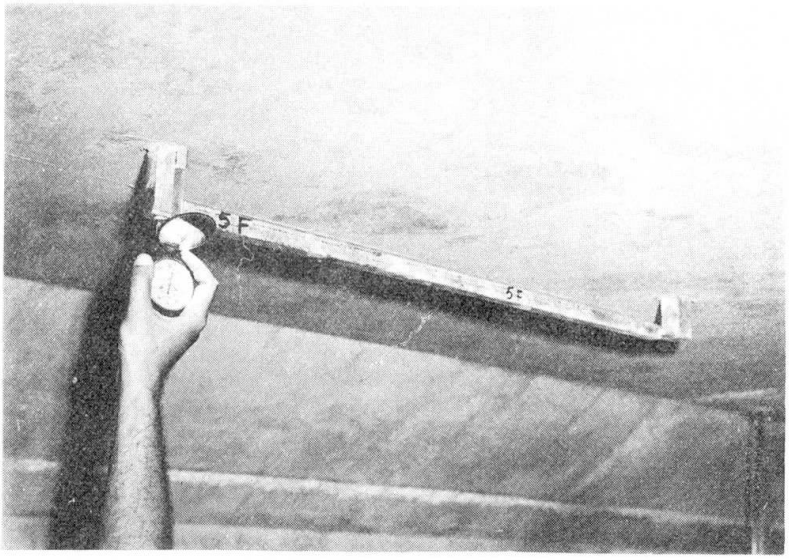


Fig. 2

La base de mésure ainsi réalisée est de 1 m de longueur; on a la précision voulue, aussi bien que l'avantage de lire des informations en μ/m.

Evidement il y a un certain effet de témperature, puisque la barre suit le changement plus rapidement que le béton; on a vu que cet effet est suffisament petit.

Avec ces instruments, qui ont été perfectionnés avec des essais préliminaires en laboratoire, avec de trés bons résultats, on mésure les grandeurs rélatives aux points 1) et 2) ci-dessus.

Pour les mésures des flèches verticales on a employé deux techniques différentes, se contrôlant l'une l'autre.

La prémière, couramment employée dans les essais de ce type, est celle du nivellement de précision, soit sur l'extrados du tablier, par stade en invar, soit à l'intrados avec appuis fixe de l'instrument optique, et répères fixés à la semelle du tablier.

Avec ces mésures on a deux désavantages:

- on doit employer deux operateurs, pendant plusieurs heures chaque fois;
- dans le temps qui est nécessaire à completer un nivellement, on a vu que la déformation due aux changements de température peut atteindre plusieurs millimètres, surtout par beau temps, en plein soleil; de cette façon on perd une grande partie de la précision de mésure.

La deuxième technique a été mise au point exprès pour cette recherche et pourtant a elle même un certain intêret experimental.

On employe des vases communicants à mércure (Fig.3) dont le niveau est observé soit à l'aide d'un jauge mécanique à centième de millimètre, soit à l'aide d'un instrument électrique à induction, qui commande par l'intermediaire d'un amplificateur, un enrigistreur à plusieurs canaux.

On a choisi d'employer un double système de mésure afin de controler, pendant la longue periode des mesures, la derive du zéro instrumental du système électrique, qui, quoique réduite dans les instruments de ce type, ne peut pas être considerée comme négligeable.

Le palpeur du jauge mécanique est abaissé à la main sur une plaque en perspex, flottante sur le mércure; on est sûr d'avertir le point de contact avec une erreur qui ne dépasse pas les 3-4 centièmes de millimètre, comme on a contrôlé préalablement en laboratoire.

La communication entre les differentes vases est realisée par un tuyeau en poliethilène de 4 mm de diamètre interne, suspendu à la paroi d'une des nervures de l'ouvrage.

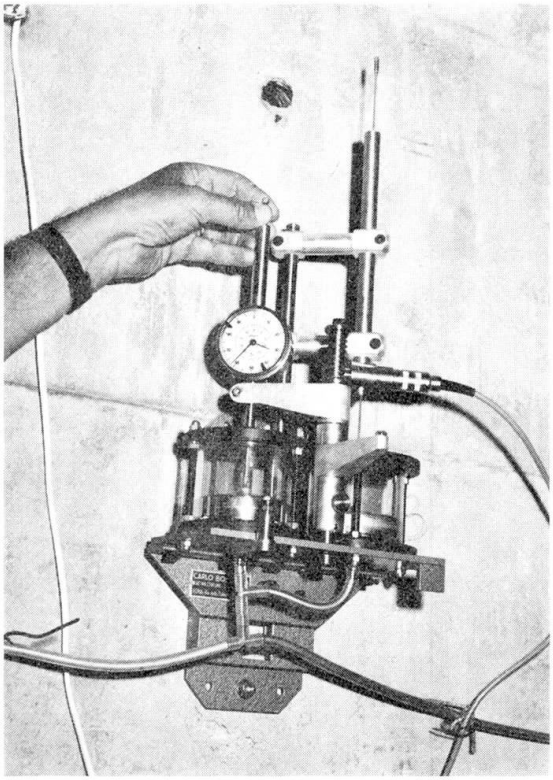


Fig. 3

La mésure mécanique se fait en plaçant le jauge, à fur et à mésure sur les différentes vases; la position du zéro du jauge est controlée par des répères solidales avec la paroi de l'ouvrage.

Une des vases est placé sur la pile, et l'on rapporte au niveau de celle ci, les mésures effectuées aux autres endroits.

La mésure de la témpérature est obtenue à l'aide de thermocouples, et d'un enregistreur multiple.

Les thermo couples sont placées à l'interieur du béton à trois céntimetres environ des surfaces.

On mésure aussi l'humidité et la témperature de l'air à l'interieur des caissons.

Les pertes des tension dans les câbles, lors de la précontrainte initiale , ont été mesurées à l'aide de dynamomètres placés entre la poutre en béton et le verin aux deux extrémités des câbles.

Les dynamomètres ont été enlevés aprés mésure, et on a précontraint à nouveau les câbles.

La figure 4 répresente le schéma du pont et la distribution des instruments.

Prémiers résultats

Dans les diagrammes qui suivent sont consignés des examples des prémiers résultats, obtenus dépuis le commencement du bétonnage (janvier) jusqù'à l'achêvement de la première moitiè de l'ouvrage (juillet).

La distribution des témpératures à l'intérieur du béton, mesurée pendant un mois dans plusieurs endroits de la même section, est bien loin de la linearité sur la hauteur de la section; de ce qu'on peut conclure que les variations journalières de la temperature provoquent des contraintes non négligeables même dans des structures statiquement déterminées.

Les déplacements verticaux (flèches), pendant la construction, ont suivi suffisamment de près les valeurs théoriques de calcul; il y a quelques différences , que puissent s'expliquer, en partie, par le fait que les temps d'execution ont subi des rétards par respect à ceux prévus dans le projet.

De cela suit que les déformations visqueuses et de rétrait ont eu lieu pendant une plus longue durée; d'autre part, le béton était moyennement plus durci de ce qu'on avait prévu.

Les deux effets ne se compensent qu'en partie.

Les dé formations locales de rétrait et fluage, compte tenu de celles élastiques, ont été genéralement plus grandes de celle de calcul (de 20-25% environ).

Le fluage et le rétrait ont été calculés selon les récommendations du C.E.B. respectivement avec un coefficient $\varphi_\infty = 1,8$ et $\varepsilon_\infty = 3.10^{-4}$.

Dans le diagramme 6 est consigué la variation des déplacements verticaux,enregistrée dans les deux jours plus chauds de la saison courante (5 et 6 aôut).

De ce diagramme on observe la grande valeur absolue de la déformation thermique journalière.

Les températures dans la section, qui étaient presque uniformes (25° C environ) au lever du soleil ont enregistré une valeur maximum de 42,5° C à l'extrados du tablier, à 16,30 heures.

A la même heure, la témperature de l'air à l'interieur du caisson était de 31° C.

Le bulletin méteo donnait 37° C de température maximum à Rome.

A $16^h,15$ la configuration déformée du pont était celle indiquée, avec une flèche de 42 mm à l'éxtremité de la console.

Une telle flèche serait provoquée par une charge de 35 tonnes, concentrée à l'extremité de la console.

De tout cela peut on deduire que, specialement dans une structure hyperstatique, telle que va devenir la poutre une fois achevée, les contraintes dues à la variation journalière de température le long de l'hauteur de la poutre sont assez importantes.

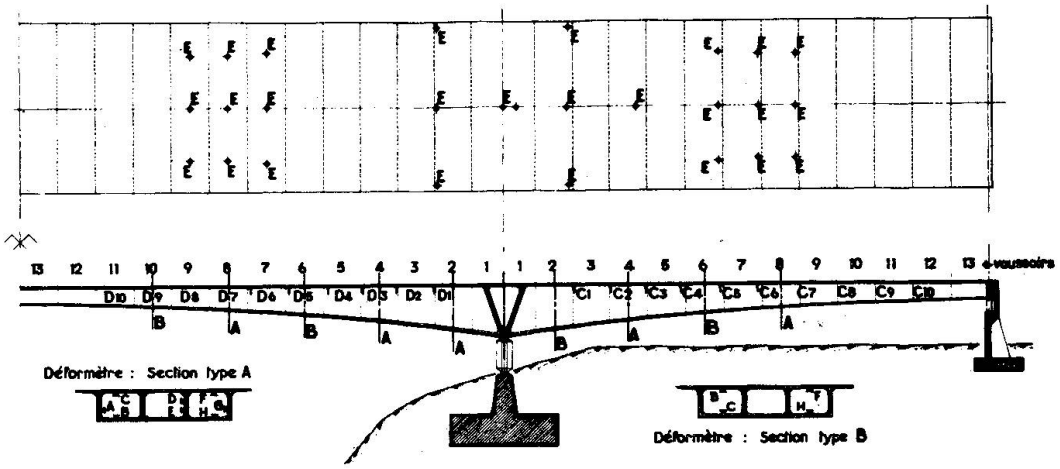


Fig. 4 – bases de mésure du nivellement optique et schéma des bases pour déformètre
C – stade pour nivellement à l'intérieur côté rive
D – " " " " " côté fleuve
E – bases pour nivellement sur le tablier

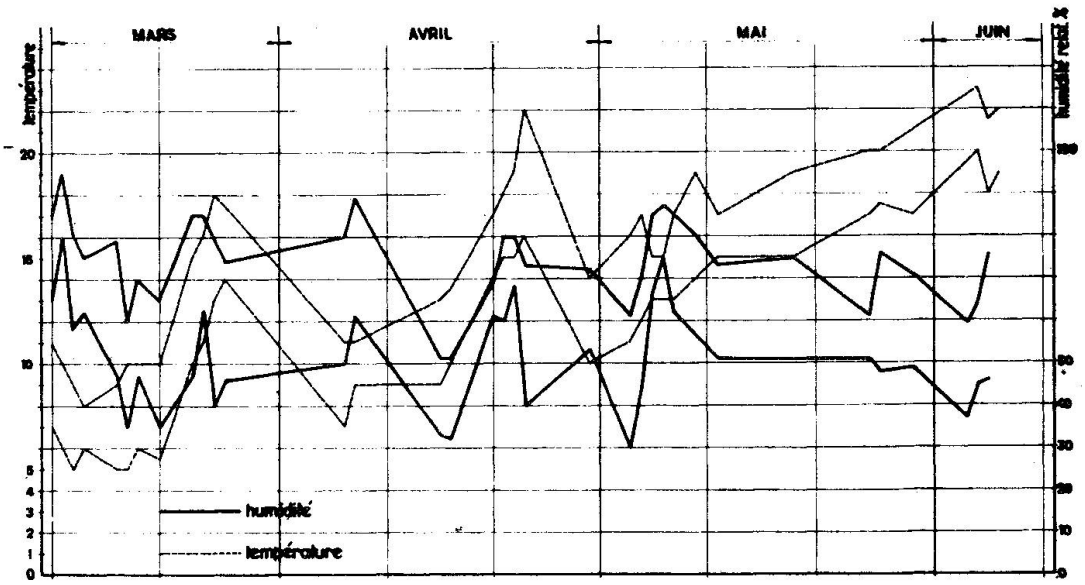


Fig. 5 – Température et humidité relative maxima et minima journalières de l'air à l'intérieur de l'ouvrage

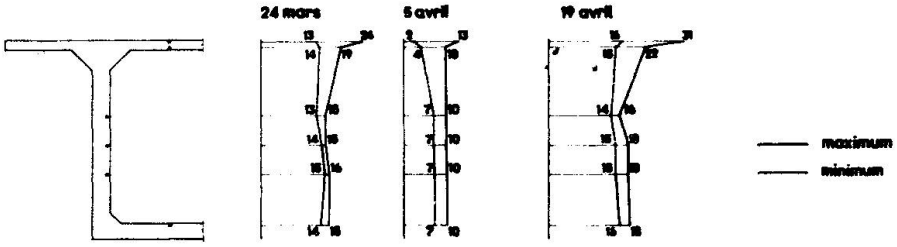


Fig. 6 – Températures maxima et minima dans un jour, à l'intérieur du béton

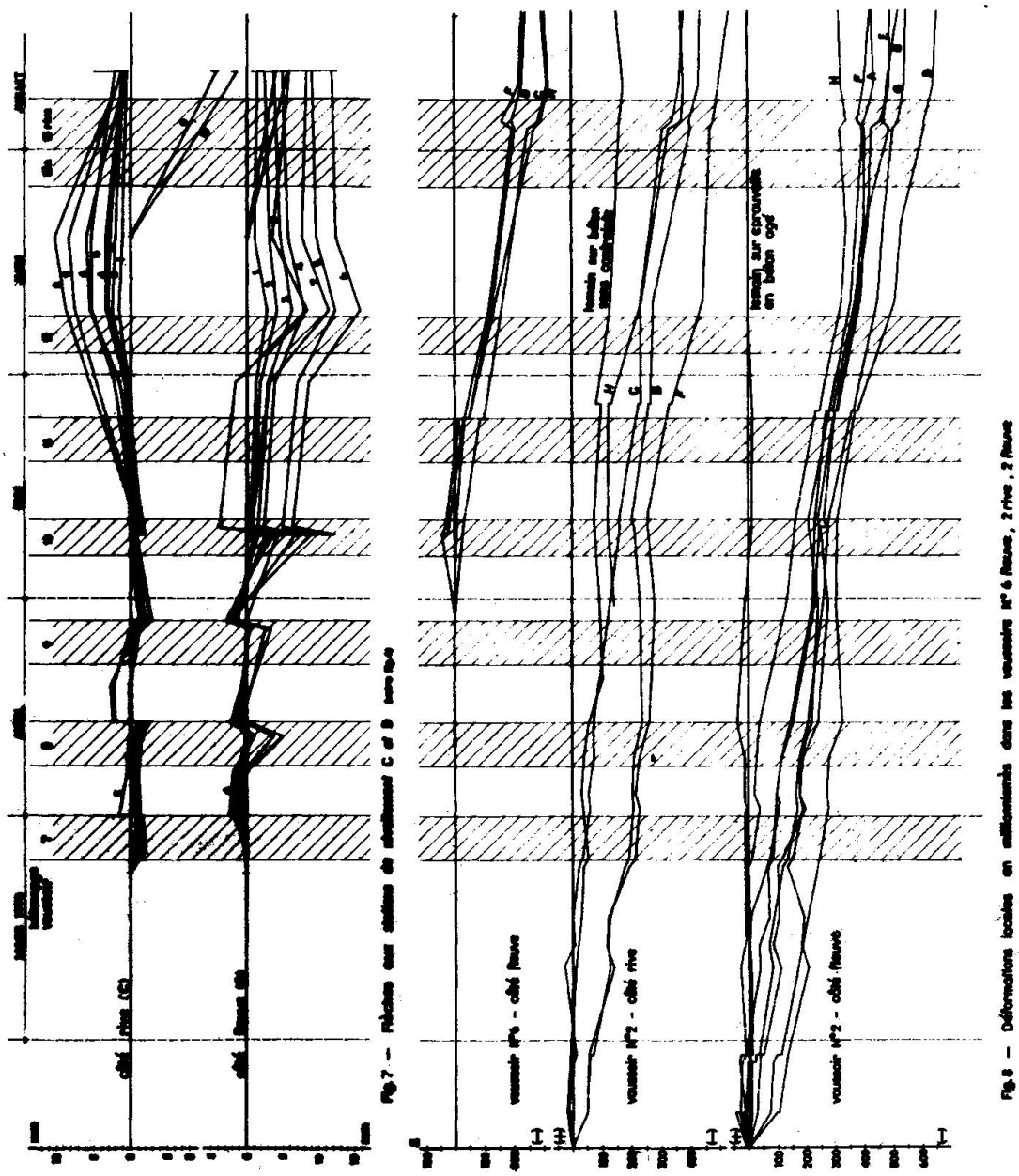


Fig.7 – Pièces aux abaques de déflexion C et D moyenne

Fig.8 – Déformations locales en allongements dans les voussoirs N° 6 fleuve, 2 rive, 2 fleuve

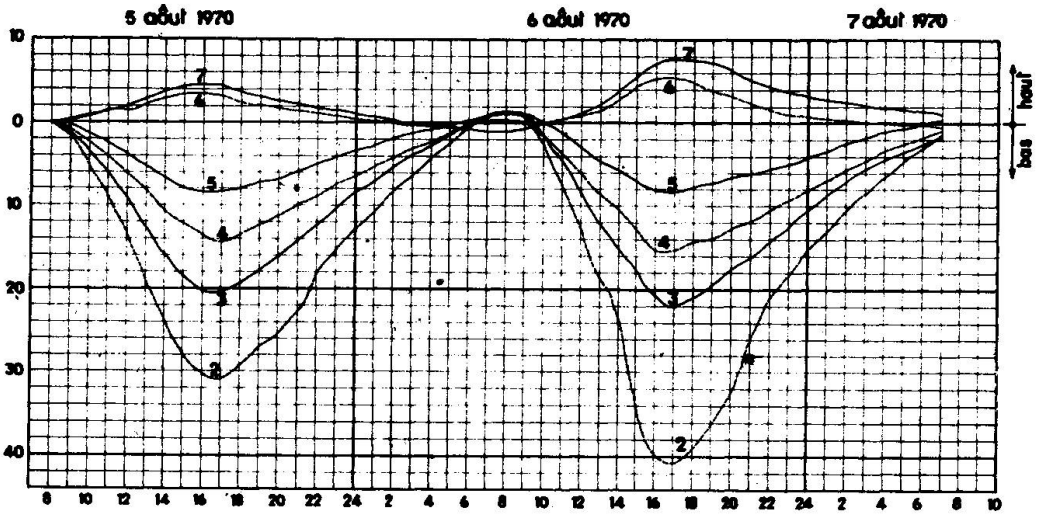


Fig. 9 – Flèches dues à la température les jours 5, 6 et 7 août 1970, enregistrées avec niveles à mercure. (voire Fig. 11)

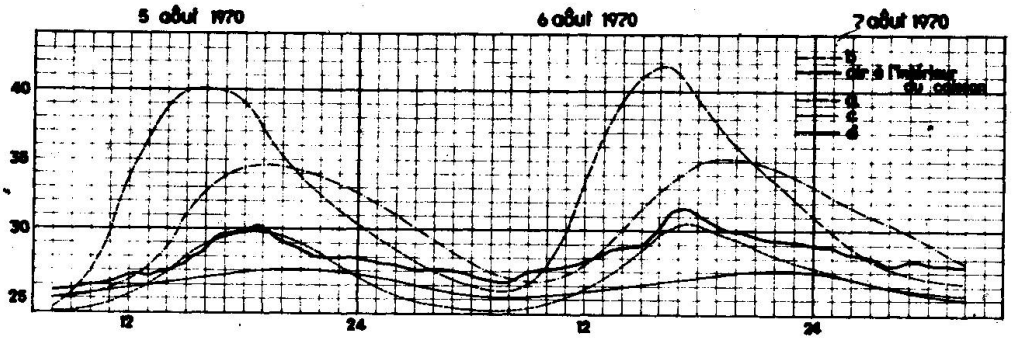
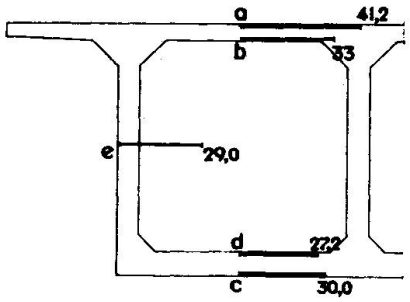
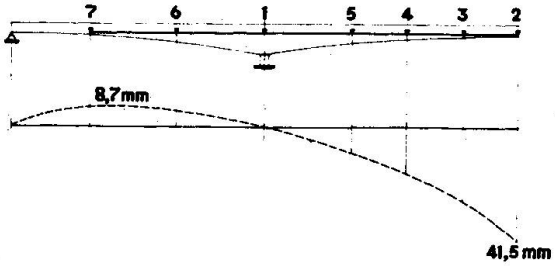


Fig. 10 – Températures à l'intérieur du béton les jours 5, 6 et 7 août (voire Fig. 11)



– Distribution de la température à 16h15 du 6 août



– Disposition des niveles à mercure et flèches dues à la temperature (à 16h15 du 6 août)

Fig. 11

Les mesures de tension dans les câbles ont montré des pertes par frottement très elevées, dues surtout aux irregulierités de miseen oeuvre, consequentes au système de construction; on a mesuré les valeurs suivantes:

- Câble longeur 74 m, tangente finale 5°: les pertes par frottement au milieu sont 17% respect au valeur de mise en tension;
- Câble longeur 90 m, tangente finale 0°: les pertes sont 19%;
- Câble longeur 90 m, tangente finale 7°: les pertes sont 25%.

RESUME

On a mesuré les déformations unitaires, les déplacements verticaux, les températures à l'intérieur du béton pendant les premiers six mois de construction d'un pont en béton précontraint, sur le schéma de poutre continue à trois travées, bâti en encorbellement. Les déformations unitaires dues au rétrait et au fluage sont un peu plus grandes que celles prevues. On a remarqué la grande sensibilité de la structure aux distributions non uniformes de la température sur la hauteur de la section.

On décrit l'appareillage qui a été étudié pour ces mesures.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die Dehnungen, die vertikalen Verschiebungen und die Temperaturen im Beton während der ersten sechs Monate nach Fertigstellung einer im Freivorbau erstellten Spannbetonbrücke mit drei Feldweiten gemessen. Die Dehnungen, die durch das Kriechen und Schwinden verursacht werden, waren etwas höher als vorgesehen. Es wurde eine bedeutende Empfindlichkeit gegenüber nicht gleichmässigen Temperaturänderungen über den Querschnitt festgestellt.

Es werden im einzelnen die eigens für diese Forschungen entwickelten Instrumente beschrieben.

SUMMARY

Measurements of strain, temperature and vertical deflection were carried out for six months after the construction of a three span, prestressed concrete, cantilever constructed bridge. Strains resulting from creep and shrinkage of the concrete were slightly larger than the design values. The measurements were found to be particularly sensitive to non-uniform variations in temperature over the cross section.

Details of the special instrumentation are given.