

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 9 (1972)

Rubrik: Free discussion

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

DISCUSSION LIBRE • FREIE DISKUSSION • FREE DISCUSSION

Note concernant les effets dynamiques dans les ponts-rails

Bemerkungen über die dynamischen Wirkungen an Eisenbahnbrücken

Remarks on the Dynamic Actions on Railway Bridges

F. PANCHAUD

Prof., Ingénieur Conseil

Lausanne

Suisse

Il y a quelques années, l'Union Internationale des Chemins de fer a chargé l'une de ses commissions d'étudier les effets dynamiques sur les ponts-rails, en particulier dans l'éventualité d'une augmentation des vitesses à 200-250 km/heure. Les conclusions de ces recherches sur le plan pratique ont été déposées; qu'il nous soit permis de les résumer ici, pour l'information de chacun :

1. Bien que l'effet dynamique $\varphi = 45 : 5$ statique

dépende de nombreux paramètres tels que la portée, la masse et la rigidité des ponts, la vitesse des convois, l'élasticité des supports de voie et le mode de suspension des véhicules, pour les poutres maîtresses on peut pratiquement caractériser cet effet dynamique pour un seul paramètre sans dimensions

$$K = v : 2lf$$

où v = vitesse du convoi en m/s.

l = portée du pont en m.

f = fréquence d'oscillation fondamentale du pont chargé en Hertz

$$f \approx \frac{5,6}{\sqrt{\delta_{cm}}} \quad \text{où } \delta = \text{flèche totale du pont chargé}$$

L'effet dynamique φ est alors donné par la formule :

$$\varphi = C \frac{K}{1 - K + K^2}$$

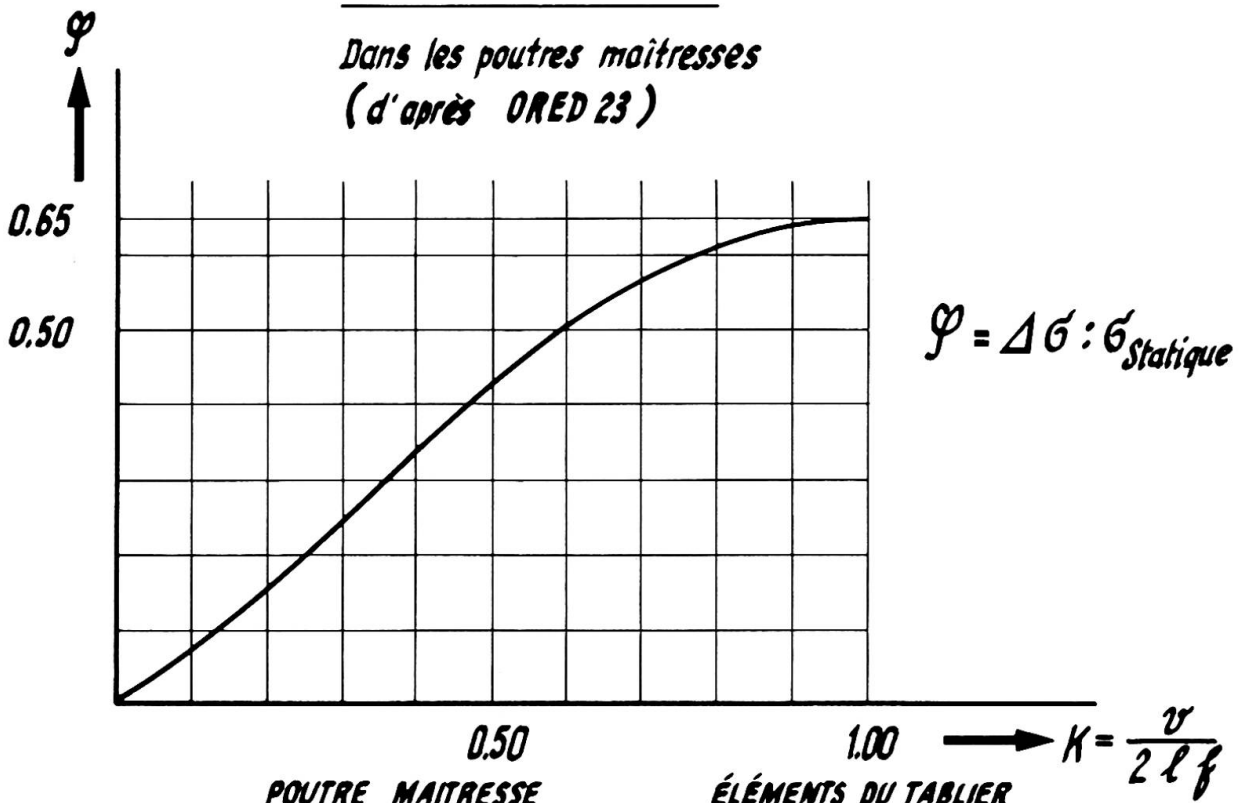
La valeur de C pour les quelques 50 ponts auscultés peut être admise à 0,65, d'après l'analyse statistique.

2. Pour des éléments du tablier, dalles longerons et entre-toises, il est difficile d'introduire un paramètre caractéristique et la valeur de φ découlant des nombreux essais a un caractère purement statistique à cause de l'interférence des effets de même importance des paramètres secondaires, qui masque le phénomène principal

$$\varphi = 0,0033 \cdot V \text{ km/h}$$

EFFETS DYNAMIQUES

*Dans les poutres maitresses
(d'après ORED 23)*



0.50
POUTRE MAITRESSE
 $\varphi = 0.65 \frac{K}{1 - K + K^2}$

1.00 $\longrightarrow K = \frac{v}{2 l f}$
ÉLÉMENTS DU TABLIER
 $\varphi = 0,0033 V (\text{Km/h})$

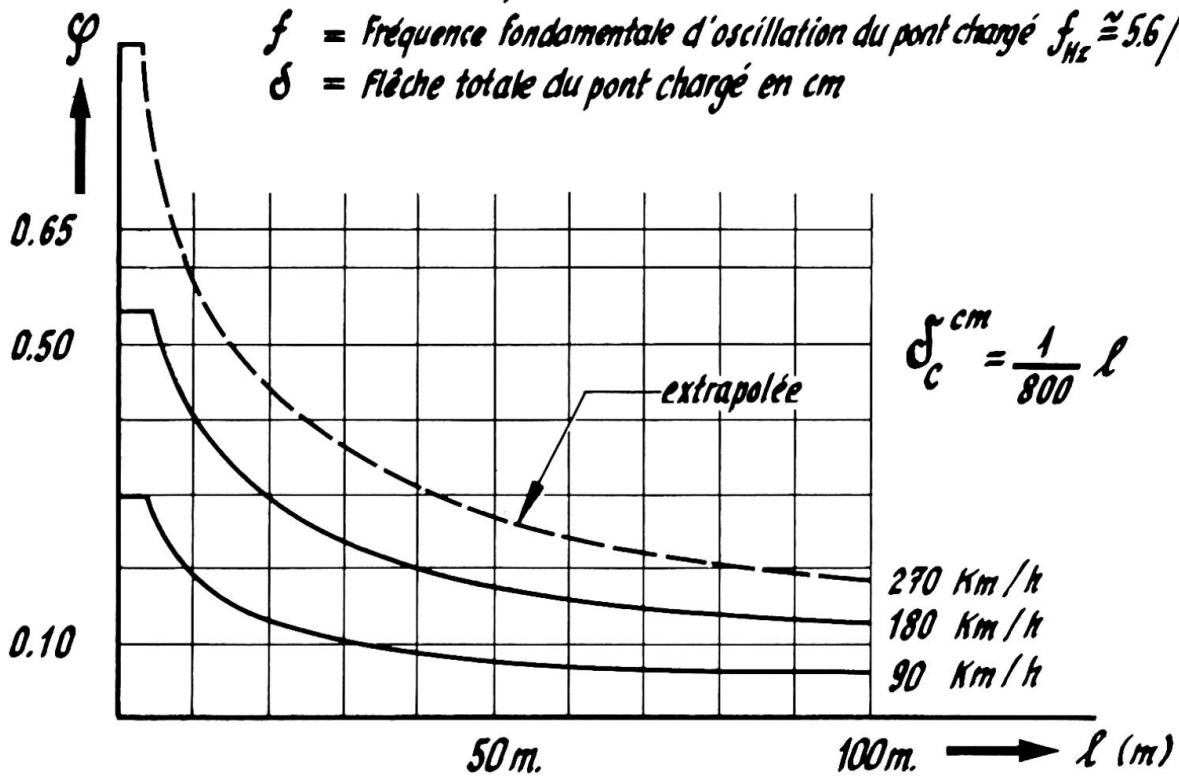
V = Vitesse du convoi en km/h

v = Vitesse du convoi en m/sec

l = Portée du pont en m

f = fréquence fondamentale d'oscillation du pont chargé $f_{Hz} \approx 5.6 / \sqrt{\delta_{cm}}$

δ = flèche totale du pont chargé en cm



3. Les essais sur modèle ont montré que pour un véhicule donné circulant sur un pont connu dans le détail de sa superstructure, le mode oscillatoire résultant de conditions initiales identiques, se répétait dans ses moindres détails. Cela nous a autorisé à penser que l'analyse mathématique était applicable : ce qui a été fait pour le pont modèle.

Cependant, dans la réalité, ce calcul perd une partie de son intérêt pour un ouvrage quelconque, car on connaît d'une façon trop imparfaite les valeurs statistiques des coefficients à introduire dans le calcul pour tenir compte des influences secondaires souvent aléatoires. On a dû, en vue de la pratique, introduire le coefficient statistique global C indiqué plus haut.

4. On a intérêt à construire des ponts dont la fréquence d'oscillation est élevée.
5. Les résonnances dues aux traverses ne sont pas négligeables.

RESUME

Les effets dynamiques, dans les poutres maîtresses sur les ponts de chemins de fer, peuvent être évalués en partant d'un calcul sans dimensions, en faisant intervenir la vitesse, la portée et la fréquence d'oscillation du pont. L'effet dynamique dans les poutres maîtresses peut alors être évalué par une formule relativement simple. Pour les éléments du tablier, l'effet dynamique est ramené à une formule statistique, étant donné la complexité des interférences des effets secondaires.

ZUSAMMENFASSUNG

Die dynamischen Einwirkungen in den Hauptträgern von Eisenbahnbrücken lassen sich abschätzen, indem man von einer dimensionslosen Berechnung ausgeht und dabei die Spannweite, die Geschwindigkeit und die Schwingungsfrequenz der Brücke berücksichtigt. Die dynamische Wirkung in den Hauptträgern lässt sich dann mittels einer verhältnismässig einfachen Formel abschätzen. Für die Fahrbahnelemente wird die dynamische Wirkung angesichts der Komplexität der Interferenzen der Sekundärwirkungen auf eine statistische Formel zurückgeführt.

SUMMARY

The dynamic actions in the main girders of railway bridges can be determined by a dimensionless calculation on the basis of speed, span and number of frequencies of the bridge. The dynamic influence on the main girders can be realized by a relatively simple formula. For the plate elements the dynamic action can be reduced to a statistic formula considering the complexity of the interferences of secondary effects.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Vla

Die neue Savabrücke in Beograd – Konstruktion und Messungen an der fertiggestellten Brücke

The New Save Bridge at Beograd – Construction and Measurements on the Finished Bridge

Le nouveau pont sur la Save à Beograd – Construction et mesures au pont terminé

MILAN DJURIĆ
Prof., Dr. sc. techn.
Universität Beograd
Jugoslawien

Es wird hier die neue Savabrücke in Beograd, die so genannte "Gazelle", welche am Ende des Jahres 1970 fertiggestellt wurde und dem Verkehr übergeben, kurz dargestellt und gleichzeitig werden einige Ergebnisse der Messungen bei den Probenbelastungen dieser Brücke, die unlängst ausgewertet sind, beschrieben.

Das statische System der Brücke ist ein flacher eingespannter Rahmen von 332 m Systemlänge, Bild 2. Der Träger wird im Abstand von 63,028 m von den Endsäulen auf die schrägen Stäbe, welche mit der Horizontale einen Winkel von annähernd 29° schliessen, gestützt. An den Inundationen, bei der Rahmenverlängerung, wurden zwei einfache Balken zu je 66,80 m Spannweite als Verbindung der Hauptkonstruktion der Brücke mit den Zufahrten aus Beton angewandt.

Die Gesamtbreite der Brücke beträgt 27,50 m, wovon 2 x 10 m Fahrbahn, 1,5 m mittleres Teilband, und 2 x 3 m Gehwege mit Schrammborden einnehmen. Der Querschnitt ist auf dem Bilde 2 dargestellt. Derselbe besteht aus der orthotropen Fahrbahnplatte und aus zwei Kasten von 3,90 m Breite und einer veränderlichen Höhe von 7,50 m bei den schrägen Stäben bis 3,60 m in der Mitte der Brücke, bzw. bis 3,00 m an den Brückenenden. Die Grenzen, in welchen sich die Abmessungen der einzelnen Elemente befinden, sind auf dem Bilde angegeben.



Bild 1. "Die Gazelle"

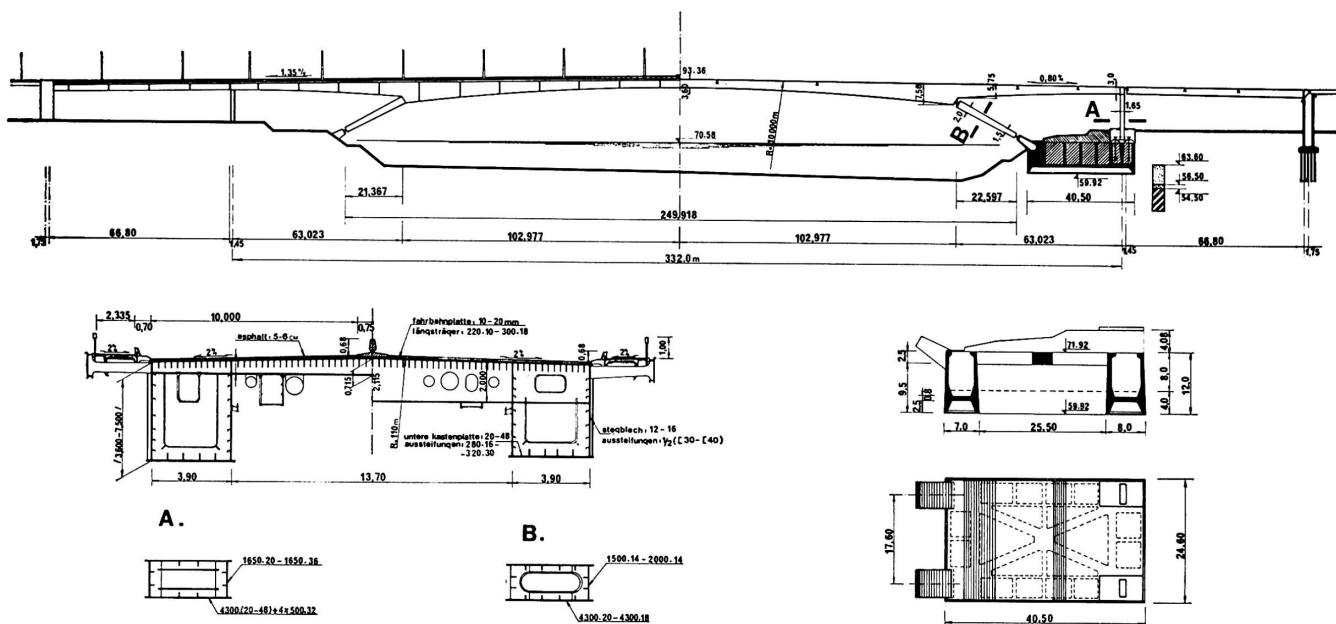


Bild 2. Die Aussicht, der Längsschnitt und die Querschnitte der Stahlkonstruktion und der Grundriss mit den Längsschnitt des Senkkastens der Brücke

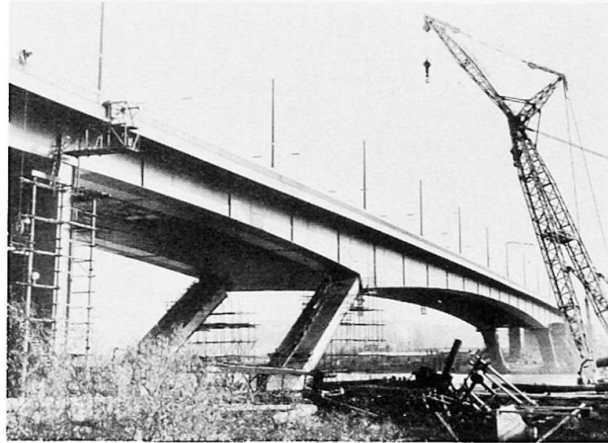


Bild 3. und Bild 4. Die Montage der Brücke

Um die grossen horizontalen Bewegungen des Trägers zu verhindern, wurden die Endsäulen in die Widerlager eingespannt. So entstanden Rahmen mit nur 15,30 m Systemhöhe. Es ist klar dass ein so flacher Rahmen grosse Einspannungsmomente hat und kräftige Anker verlangt. Dieselben sind auf jedem von den vier Säulen durch 2 x 6 Lamellen 470.60 mm verwirklicht.

Das Gesamtgewicht des Stahls, zum Teil St 37 und zum Teil St 52, der Hauptöffnung allein beträgt 4949 t, bzw. 0,527 t/m², und der Haupt- und Seitenöffnungen /einfache Balken/ gemeinsam beträgt 6049 t, bzw. 0,466 t/m² des Brückengrundrisses.

Die Montage der Konstruktion wurde am mittleren Teil im Freivorbau system, von den Stützen an beiden Seiten gleichlaufend zur Strommitte hin, ausgeführt mittels eines Schwimmkrans bis zur Tragfähigkeit von 100 Tonnen.

Die lotrechten und die schrägen Stäbe der Hauptöffnung wurden auf gemeinsame Widerlager gestützt. Um dem kostspieligen Senkkasten aushub auf einer Grundfläche von 1000 m² vorzubeugen, wurde das Widerlager derart ausgeführt, dass es im Grundriss die Form eines geschlossenen Rahmens aufweist, dessen äussere Abmessungen 40,5x24,6 m, die inneren jedoch 25,5x10,6 m, betragen.

In die Widerlager wurden etwa 9200 m³ Stahlbeton, 13 000 m³ Beton der Senkkästen-Kammerfüllung und über 720 t Betonbewehrung eingebaut.

Die Prüfungen erwiesen, dass sich die Konstruktion in ihrer Gesamtheit derart verhält, wie es laut der statischen Berechnung vorausgesehen wurde, und dass die Spannungsverteilung in dem Knoten, in dem der schräge Stab verbunden ist, derjenigen am Modell, auf dem die Konstruktion des Knotens geprüft worden ist, ähnlich sieht. Wegen des begrenzten Raumes werden wir uns an dieser Stelle begnügen nur das allgemeine Verhalten des Hauptträgers darzustellen.

Die Diagramme der Spannungen in den charakteristischen Querschnitten des Balkens und der Säulen, für zwei auf dem Bilde 5 dargestellte Belastungsphasen, sind auf den Bildern 6 und 7 angegeben. Man sieht, dass alle Elemente des Hauptträgers regelmässig mitwir-

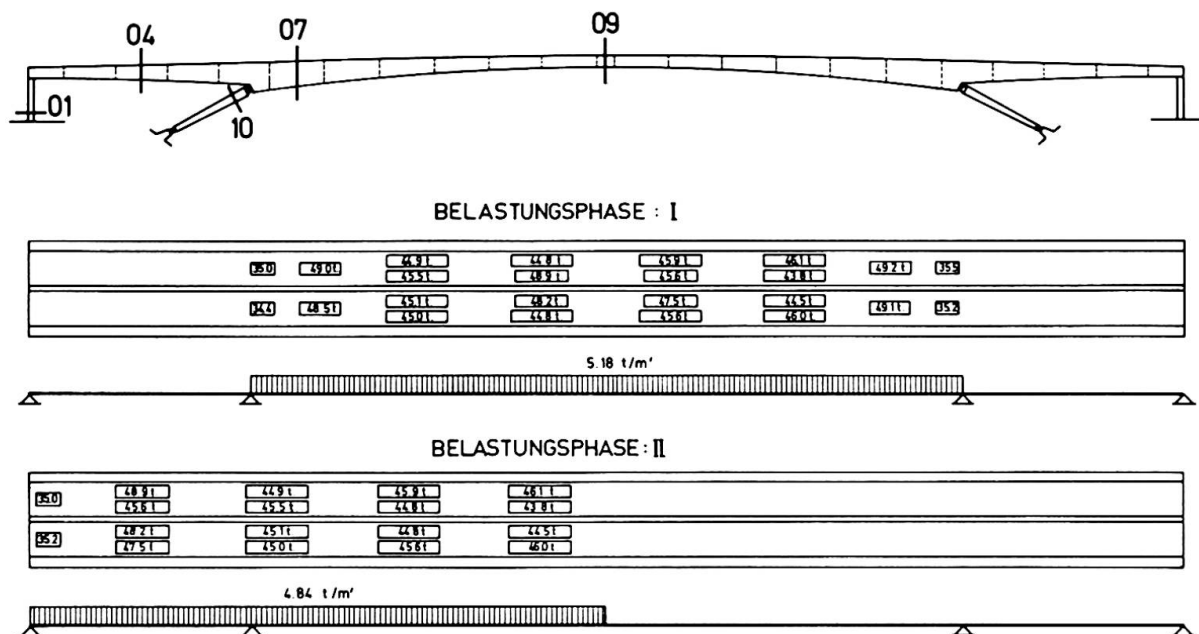


Bild 5. Die Belastungsphasen

ken. Die Spannungen in der Brückenbreite, bzw. in der Fahrbahnplatte, sowie in den unteren Blechen des Kastens, Bild 7, sind im allgemeinen gleichmässig verteilt. Das gilt nicht für Querschnitt 4 in der zweiten Belastungsphase, wo man den lokalen Einfluss der Belastung auf der orthotropen Fahrbahnplatte deutlich sieht. Die Spannungen in den Stehblechen der Kasten ändern sich im allgemeinen linear. Das gilt sogar für Querschnitt 7, der annähernd 7 m hoch und ungefähr eben so viel von dem schrägen Stab entfernt ist.

Es sei auf eine Kennzeichnung dieser Brücke hingewiesen, die sowohl visuell als auch statisch einen Uebergang vom Balken- zum

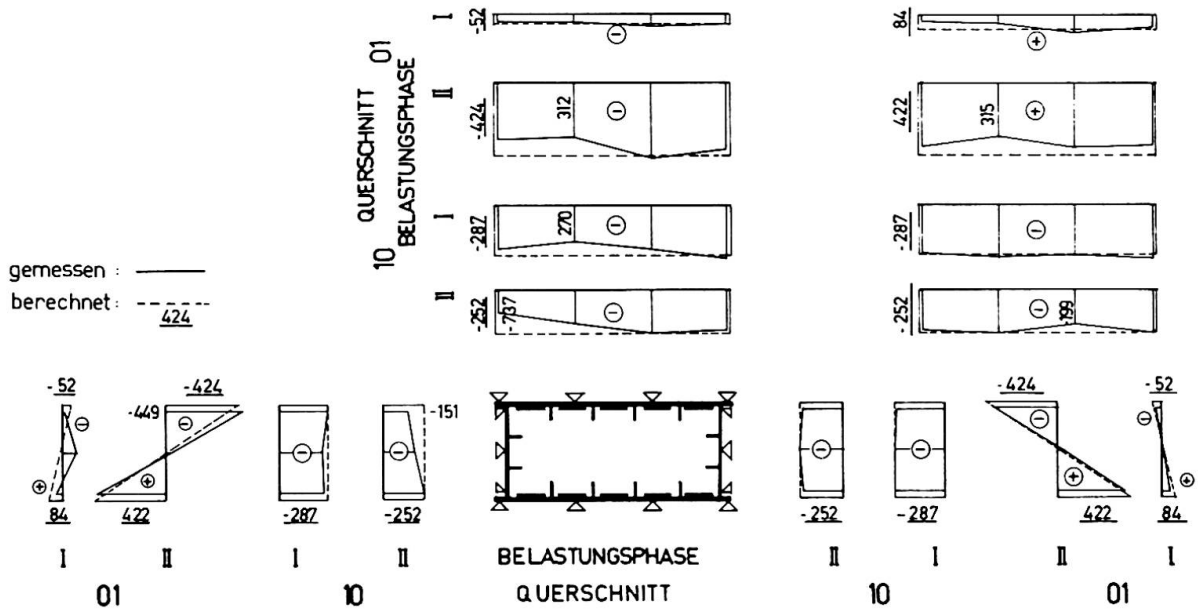
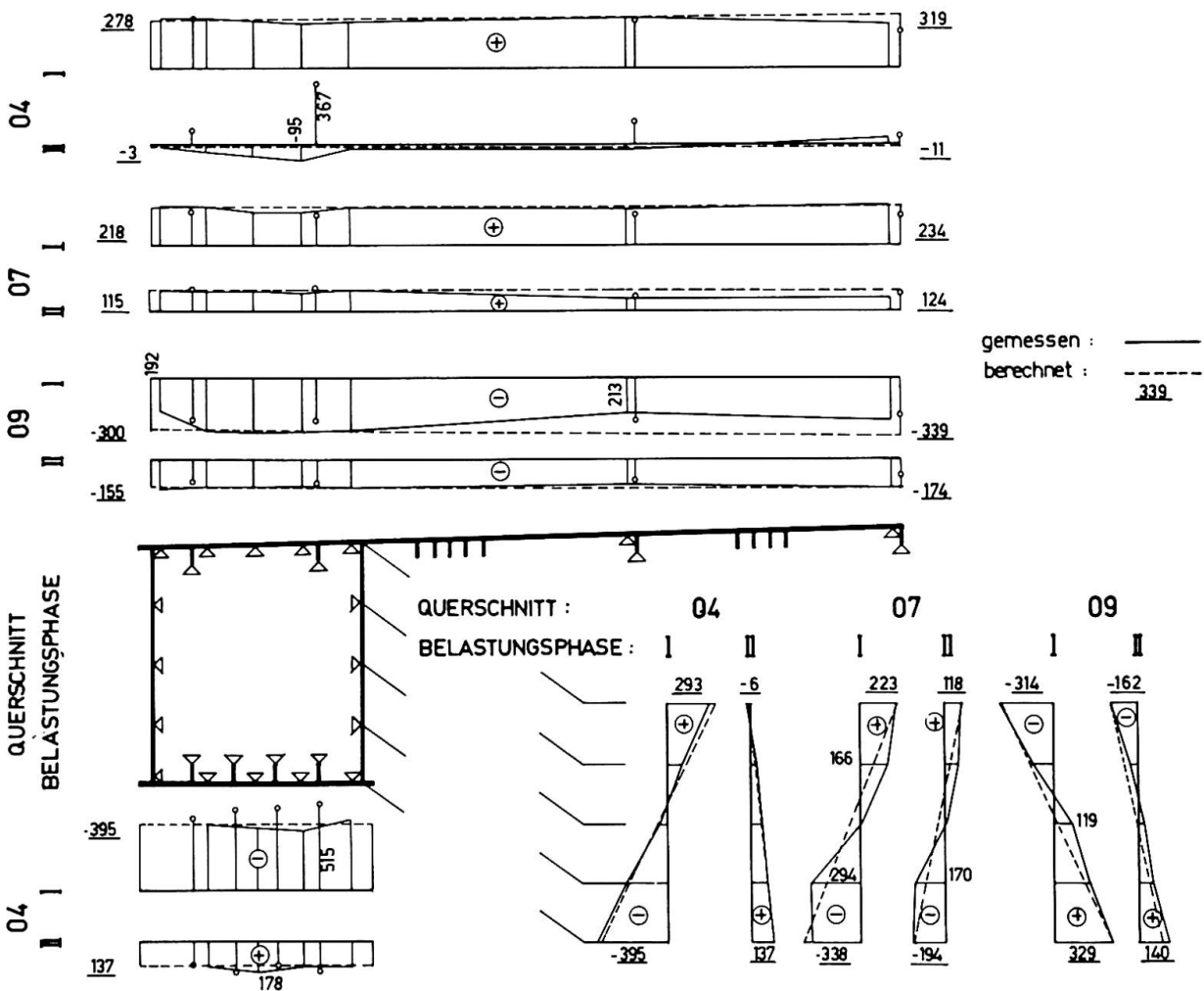


Bild 6. Die Spannungsdigramme in den Säulen



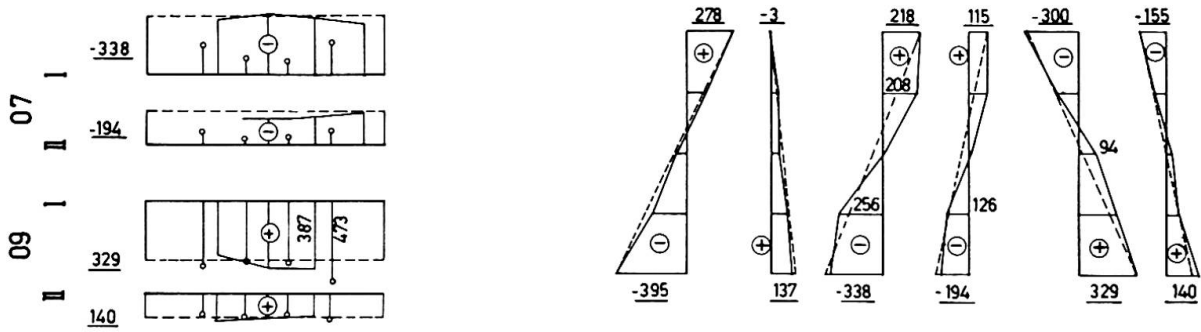


Bild 7. Die Spannungsdigramme in dem Balken

Bogensystem darstellt. Als Bogen aufgefasst, hat die Brücke eine Spannweite $L = 332$ m und der Pfeil $f = 41,2$ m, Bild 8. Die Verhältnisse $f/L = 1/8$, bzw. $L^2/f = 2675$ m zeigen, dass es sich um einen kühnen Bogen handelt, in bezug auf den die Frage gestellt werden könnte, ob die Berechnung nach der Theorie erster Ordnung gerechtfertigt sei.

Dieses Problem wurde schon im Entwurf eingehend betrachtet. Es wurde festgestellt, dass die Verformung des Trägers einen merkbaren Einfluss auf die Schnittkräfte hat, jedoch nicht von einer derartigen Grösse, damit die Rechtfertigung der Anwendung von der Theorie erster Ordnung in Frage käme.

Diese Schlussfolgerung ist auch durch Nachprüfungen der fertiggestellten Brücke bewiesen worden. Die Unterschiede zwischen

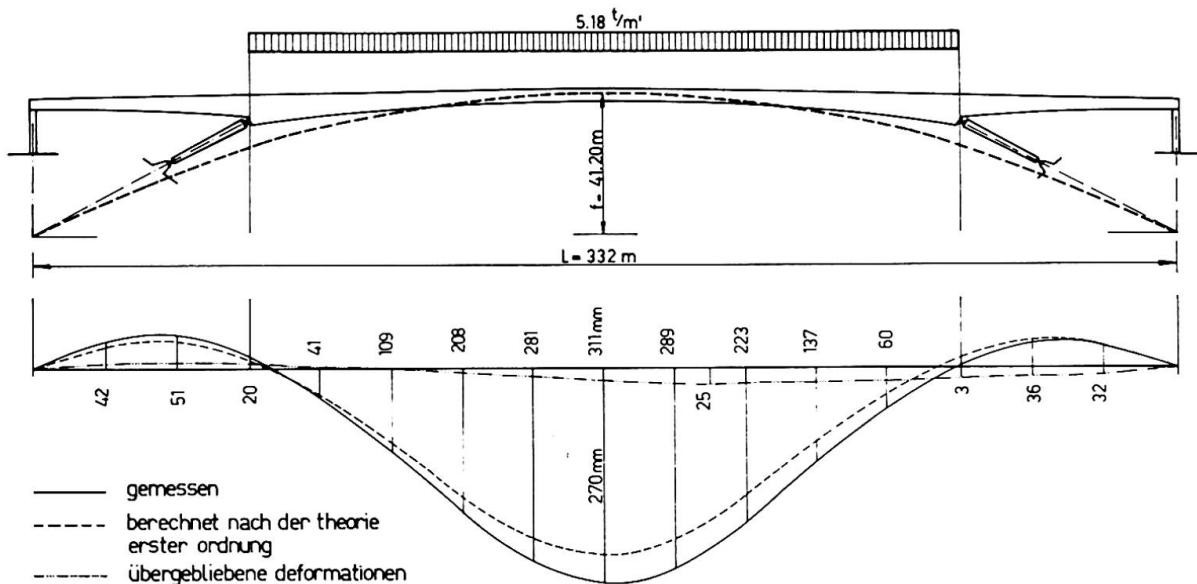


Bild 8. Die elastische Linie in der Belastungsphase I

den gemessenen und nach der Theorie erster Ordnung berechneten Werten sind an der auf dem Bilde 8 dargestellten elastischen Linie klar ersichtlich. Die gemessenen Durchbiegungen fallen mit den berechneten nach Theorie zweiter Ordnung vollkommen zusammen.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird hier die neue Savebrücke in Beograd, die sogenannte "Gazelle" kurz dargestellt. Gleichzeitig wird auf einige Messergebnisse bei den Probelastungen dieser Brücke eingegangen.

SUMMARY

The new Save Bridge at Belgrad called "Gazelle" is briefly described and some measuring results on the tests loads are notified.

RESUME

On décrit brièvement le nouveau pont sur le Save à Belgrade, appelé "Gazelle". Parallèlement quelques résultats de mesure aux charges d'épreuve sont indiqués.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Vla

Les Essais du Pont de Chantereine

Die Versuche an der Brücke von Chantereine

The tests on the Chantereine Bridge

MICHEL LEVY

Ing. des Ponts et Chaussées
Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement
d'Aix en Provence
France

I - Introduction :

Le Pont de Chantereine (fig 1) est un pont-dalle en béton armé à 3 travées continues (9,60 - 12 - 9,60 m) de largeur 12,50 m et d'épaisseur 0,50 m. Ce pont a dû être démolé 7 ans après sa construction pour céder la place à un échangeur définitif d'autoroute ; il a subi avant sa destruction 3 sortes d'essais :

- essais sur les pieux (forces verticales et horizontales)
- essais sur les appareils d'appuis en néoprène (force horizontale sur le tablier).
- essais de chargement vertical sur le tablier qui font, seuls, l'objet de cette discussion.

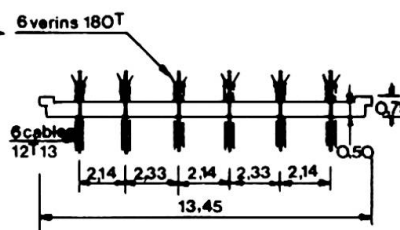
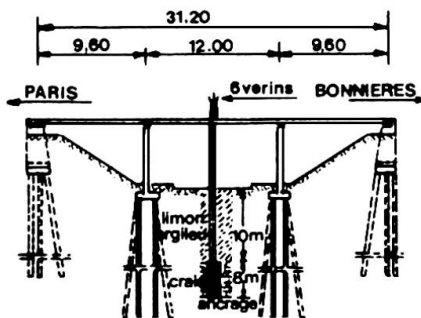


Fig:1

Fig:2 COUPE LONGITUDINALE

Fig:3 COUPE TRANSVERSALE

II - Programme d'essais du tablier :

Les fig 2 et 3 montrent les 6 vérins permettant d'exercer au milieu de la travée centrale des charges centrées ou excentrées, individuellement ou par groupes.

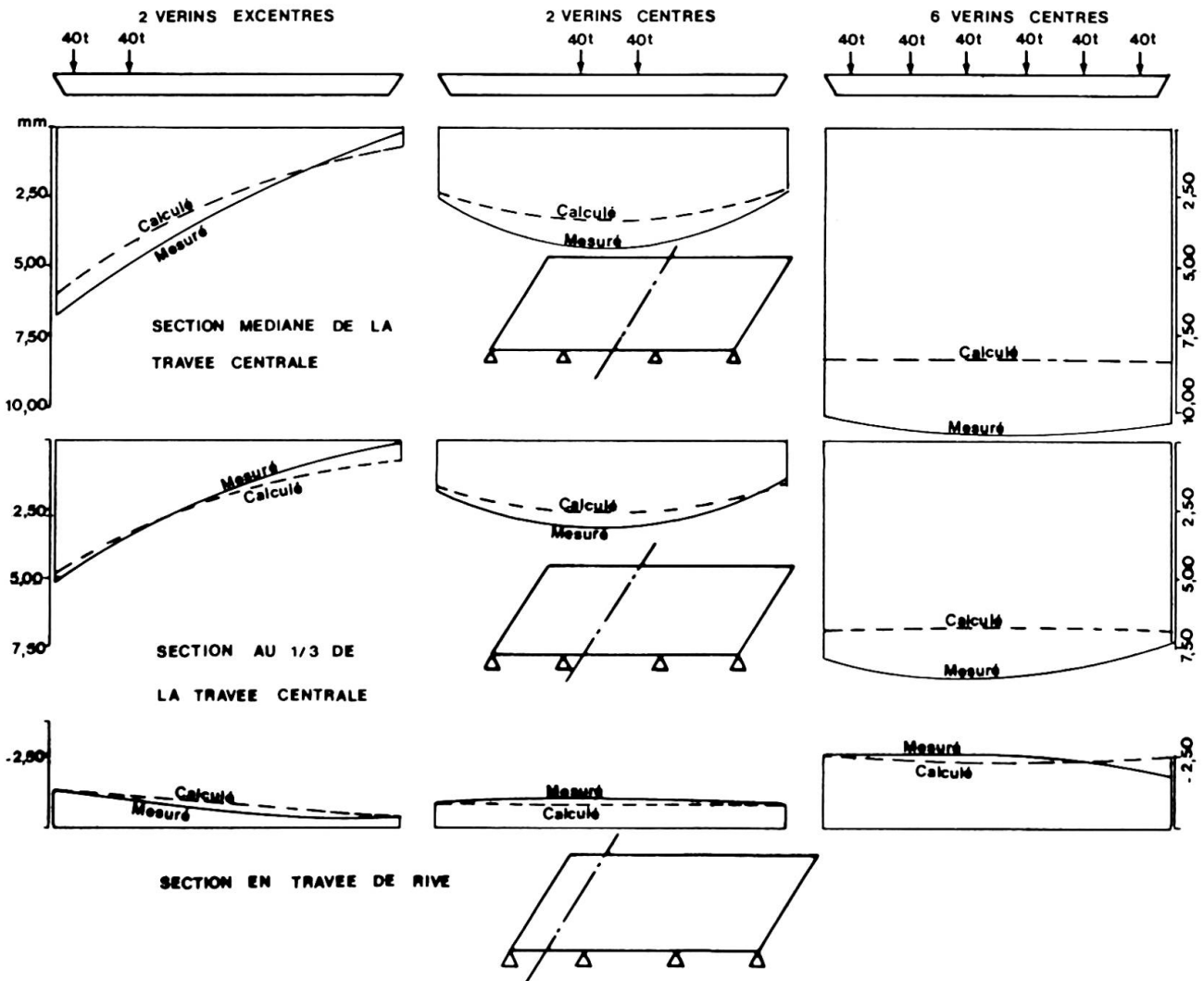
Les essais avec ou sans excentrement ont d'abord été faits dans le domaine élastique (retour à 0) ; ils ont été poursuivis jusqu'à la formation des 3 rotules plastiques avec tous les vérins agissant simultanément avec la même force. Ils ont été arrêtés lorsque tous les aciers de la rotule 2 (travée de rive) se sont cassés en même temps.

III- Comparaison des mesures avec les calculs théoriques :

III. 1. Phase élastique - Répartition transversale des flèches (fig 4)

La répartition transversale des flèches mesurées est assez voisine de la répartition théorique ; les calculs ont été faits en section homogène (béton non fissuré) avec la méthode MRB (coefficient de Poisson $\sigma = 0,2$) et avec la méthode Guyon Massonet ($\sigma = 0$).

Fig.:4 REPARTITION TRANSVERSALE



III. 2. Phase élastique - Moments et allongements dans le sens transversal :

Les allongements de la fibre supérieure (ou inférieure) dans le sens transversal ont été mesurés à l'aide de jauges de contraintes. Ils ont été calculés par la méthode MRB avec deux hypothèses ($\sigma = 0$ ou $\sigma = 0,2$), pour la fibre supérieure qui est comprimée par les moments de flexion longitudinale.

La comparaison des allongements (fig 5) montre que les résultats théoriques sont voisins des mesures dans le cas de 2 vérins centrés ; dans le cas de 2 vérins excentrés, les allongements mesurés sont jusqu'à 2 fois plus grands que les allongements calculés.

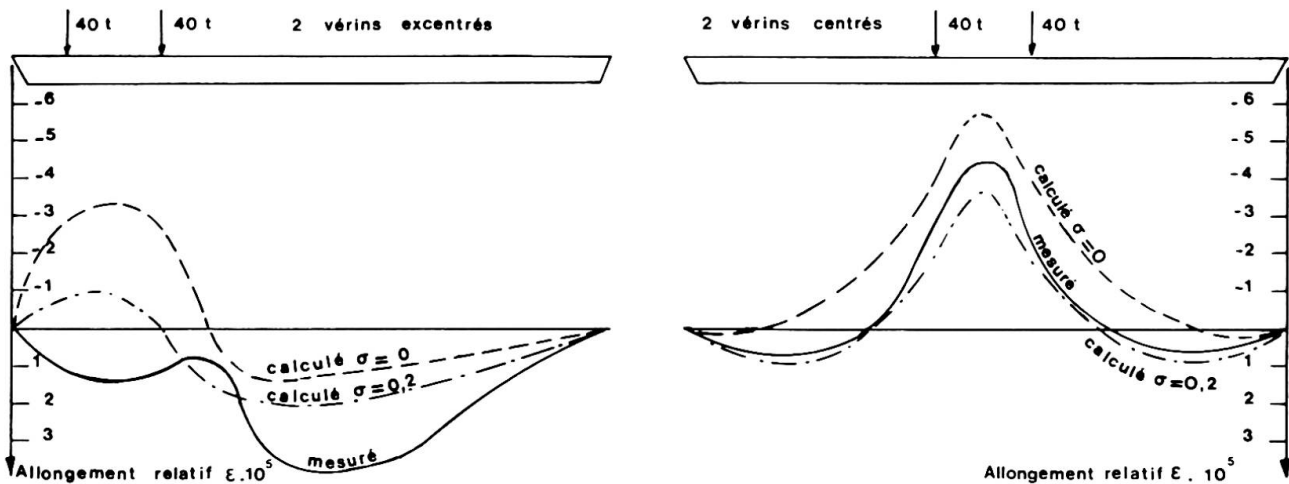


Fig 5 : Allongements transversaux de la fibre supérieure au centre du pont

III. 3. Phase élastique - Fissuration :

Les fissures de flexion longitudinale apparaissent au milieu de la travée centrale pour des charges relativement faibles (40 tonnes au centre, ou 30 tonnes près du bord). Au contraire, on ne voit apparaître aucune fissure de flexion transversale, même pour des charges très élevées.

III. 4. Phase élastique - Flèches au centre :

En chargeant les 6 vérins à 40 tonnes chacun (240 t au total), on mesure au centre une flèche de 11 mm, aussi bien par mesure directe que par intégration des allongements longitudinaux mesurés par jauges de contrainte. Le calcul en section homogène (béton non fissuré) par la méthode MRB ou par Guyon-Massonet donne 8,5 mm.

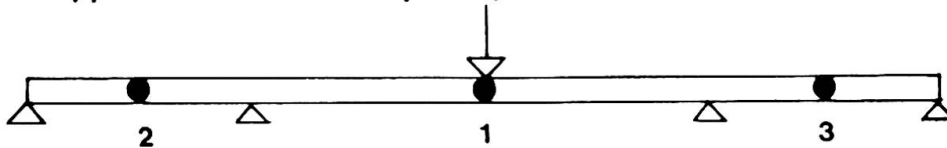
La résistance à la traction du béton, mesurée sur carottes est de 30 kg/cm². On a calculé la flèche par la méthode de Maldague en supposant le béton fissuré lorsque la contrainte de traction est supérieure à 30 kg/cm². Cela donne 17,7 mm. La flèche calculée suivant le règlement français CCBA 68 (béton tendu = fissuré) et tenant compte de l'adhérence des armatures donne 28 mm. La même méthode, sans tenir compte de l'adhérence donne 34 mm.

III. 5. Phase élasto-plastique - Apparition des rotules plastiques :

La rotule 1 apparaît, comme prévu, au centre de la travée centrale ; bien que la mesure ait manqué de précision, il semble qu'elle apparaisse pour la charge calculée par la méthode de Chambaud (425 t).

Les rotules 2 et 3 apparaissent, comme prévu, dans les travées de rive (fig 6).

Fig: 6 Ordre d'apparition des rotules plastiques



La rotule 2 se casse alors par rupture de tous ses aciers. La charge mesurée est de 600 tonnes. La charge calculée par la méthode de Chambaud est de 438 tonnes. Le pont présente un coefficient de sécurité à la rupture de 4,5 par rapport à la surcharge de calcul pour la travée centrale.

III. 6. Phase élasto-plastique - Flèche au centre :

La flèche mesurée est inférieure à la flèche calculée par la méthode des rotules. On s'en rapproche en faisant appel à une résistance à la traction du béton de 60 kg/cm².

IV - Bibliographie :

- LERAY : Méthode MRB appliquée au calcul des dalles biaises.
Document édité par le SETRA du Ministère de l'Équipement,
BP 100, 92 - BAGNEUX.
- CHAMBAUD : Le calcul du béton armé à la rupture. EYROLLES 1967.
- MALDAGUE : Etude de la déformation de poutres en béton armé (II)
Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des TP n°213.
- GUYON : Calcul des Ponts dalles. Annales des Ponts et Chaussées de
FRANCE, 1949, pages 555-589 et pages 683-718.

RESUME

Un pont-dalle réel a subi des essais de charges poussés jusqu'à la rupture; les résultats des mesures ont été confrontés avec les théories habituelles de calcul; des divergences avec les prévisions ont été constatées pour la grandeur des flèches, les moments transversaux sous charges excentrées, la surcharge de rupture. Une bonne concordance a été observée pour la répartition transversale des flèches, les moments transversaux sous charges centrées et la charge d'apparition des rotules plastiques.

ZUSAMMENFASSUNG

An einer ausgeführten Plattenbrücke wurden Belastungsversuche bis zum Bruch durchgeführt; die Messergebnisse wurden den üblichen Belastungstheorien gegenübergestellt. Verglichen mit den Voraussagen wurden dabei Abweichungen in der Durchbiegung, in den Quermomenten unter exzentrischer Belastung und in der Bruchlast festgestellt. Eine gute Uebereinstimmung ergab sich für die transversale Verteilung der Durchbiegungen, für die transversalen Quermomente unter zentrierter Belastung und für die auftretende Last der plastischen Gelenke.

SUMMARY

An existing plate bridge was exposed to load tests up to rupture. The measuring results were confronted to the usual theoretical results. Divergences with the previsions were established for the deflection, for the transverse moments under excentric load and for the breaking load. On the other hand a good conformity was established for the transversal distribution of the deflections, for the transversal moments under centered load and for the load on the plastic hinges.

Leere Seite
Blank page
Page vide

It is difficult to select data of interest and of quantitative practical value, the difficulties being shown by a study of a single day's temperature cycle, Fig. 3.

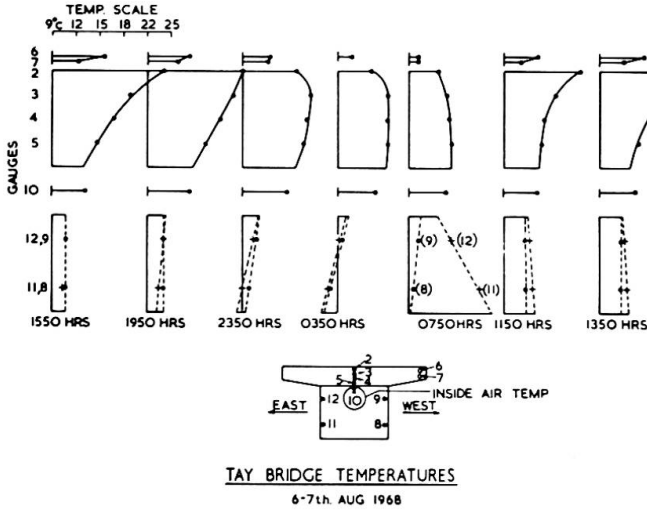


Fig 3

Starting at 1550 hrs, just before the deck surface reaches its maximum temperature, the temperature profile through the deck is as expected and the steelwork is at a much lower but fairly uniform temperature. That is, protected from direct sunlight and cooled by a light wind. The temperature in the cantilevered slab follows the same form of cycle as the central part but is always cooler due to cooling by the wind.

The base of the deck slab lags behind the upper surface in its heating and cooling cycles and the steel box is always at a relatively low temperature, only showing marked heating when at sunrise the sun's rays strike the steel directly. Internal air temperature is always close to that of the underside of the deck slabs and above the skin temperature of the steel box.

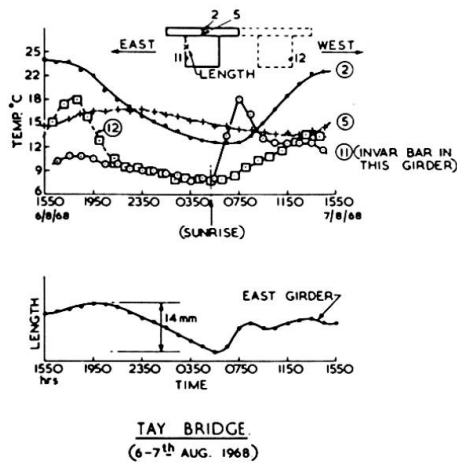


Fig 4

These effects are shown up, in Fig.4, when plotting against a time scale. The lag of the slab base behind the slab surface is clearly shown.

The steel temperature does not vary much until the easterly face takes a jump at sunrise. This jump is also evident on the west side as the sun gets lower in the sky.

Length measurements were made in the east girder so that only the morning "jump" shows.

The point of this presentation is to emphasise the usefulness of an approach such as that of Dr. Priestley. The mass of data which one accumulates is all interesting and useful in a general way but almost impossible to codify and present. The extraction of quantitative data for use in subsequent design work is a major problem and only likely to be possible when controlled experimental data is available as a guide to what is actually of importance.