

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

Band: 8 (1968)

Rubrik: Free discussion

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: 13.01.2026

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

DISCUSSION LIBRE / FREIE DISKUSSION / FREE DISCUSSION

Essai sur modèle d'un pont courbe précontraint

Modellversuche einer vorgespannten, gekrümmten Brücke

Trials on a curved and prestressed bridge model

R. BAUS — J.B. SCHLEICH — J. D'HUART — G. CLAUDE

1. Caractéristique de l'ouvrage

L'Administration des Ponts et Chaussées de Belgique vient d'entamer la Construction d'un complexe routier à Thuin, comprenant notamment un important viaduc franchissant la vallée de la Sambre.

L'ouvrage comporte 6 travées d'approche de 9,50 m, 12 m ou 21,5 m et trois travées centrales respectivement de 34 m, 60 m et 34 m. La longueur totale de l'ouvrage est de 235,5 m (fig. 1).

Les appuis sont constitués de 2 culées d'extrémité et de 8 piles intermédiaires; la pile No 4 est encastrée à la base et au sommet, tandis que les sept autres piles sont encastrées au sommet et reposent à la base sur des appuis constitués de plaques de téflon (fig. 2).

Le pont a une section transversale en caisson, à inertie variable dans sa partie centrale, et à inertie constante dans les travées d'approche; il est précontraint par câbles.

L'ouvrage se caractérise également par une pente longitudinale, une pente transversale variable, et un tracé courbe avec changement de courbure.

L'étude de l'ouvrage sur la base d'un avant-projet établi par l'Administration des Ponts et Chaussées a été confiée :

- au Bureau PRECO (Ing. Chaikès) de Bruxelles, pour les travées à inertie variable ;
- au Bureau RONDAS de Bruxelles pour les travées d'approche ; et
- au Bureau JEUNEHOMME et JOASSIN de Liège, pour l'infrastructure.

Les travaux de construction sont réalisés par une firme liègeoise : "La Compagnie Générale des Conduites d'Eau".

2. Caractéristiques du modèle

La complexité de l'ouvrage et l'incertitude sur la validité des hypothèses simplificatrices admises pour les calculs, ont conduit le maître de l'oeuvre à imposer une étude sur modèle.

Cette étude est actuellement en cours au Laboratoire de l'Institut du Génie Civil de l'Université de Liège.

Le modèle est réalisé à l'échelle 1/35e (fig. 3, 4, 5). Le matériau choisi est une résine époxy (araldite) chargée de sable. Les principales caractéristiques de ce matériau sont les suivantes :

- Résistance à la compression : 500 à 600 kg/cm²
- Résistance à la traction : 70 à 75 kg/cm²
- Résistance à la flexion : 100 kg/cm²
- module d'élasticité : 100 000 kg/cm²
- coefficient de Poisson : 0,27

La simulation du poids mort et des surcharges est réalisée à l'aide d'une série de poids suspendus au modèle (fig. 6). Un plancher mobile reposant sur des vérins hydrauliques permet d'effectuer à volonté la mise en charge uniforme et progressive de l'ensemble du modèle (fig. 7).

La mise en précontrainte de ce modèle est réalisée au moyen de 6 fils de 2 mm de diamètre, munis de dispositifs dynamométriques de mise en tension permettant un contrôle précis des efforts appliqués (fig. 8).

Les fils sont logés dans les gânes de laiton de manière à annuler les pertes par frottement (fig. 9).

3. Programme des essais

Des dispositifs dynamométriques disposés sous les piles permettent de déterminer les composantes des réactions d'appuis (fig. 10).

La détermination des flèches conduit, pour la travée centrale de 60 m, à un rapport f/l égal à $1/1200$ sous poids mort et à $-1/4000$ sous poids mort + précontrainte (flèche négative).

La détermination des moments de flexion et des moments de torsion a été prévue dans 23 sections du modèle. Chaque section comporte 18 jauges de contrainte "rosettes" permettant de déterminer les contraintes principales et les contraintes de cisaillement (fig. 9).

Dans les sections où les effets de courbure sont très faibles, les valeurs des moments de flexion et de torsion sous poids mort obtenus dans les essais sur modèle sont en excellent accord avec les résultats du calcul des moments flexions effectué sans tenir compte de la courbure ; l'écart maximum n'est en effet que de 6%.

Par contre, dans les zones où les effets de courbure sont importants, on observe sur le modèle des moments de flexion inférieurs de 15 à 20% à ceux calculés sans tenir compte des effets de courbure, ni de l'encastrement de la pile No 4.

La seconde phase des essais qui permettra de vérifier l'ouvrage sous poids mort + précontrainte est actuellement en voie d'achèvement.

Une troisième phase d'essais est envisagée pour permettre le tracé des surfaces d'influence des réactions, moments de flexion et moments de torsion.

PONT COURBE PRECONTRAIT DE THUIN

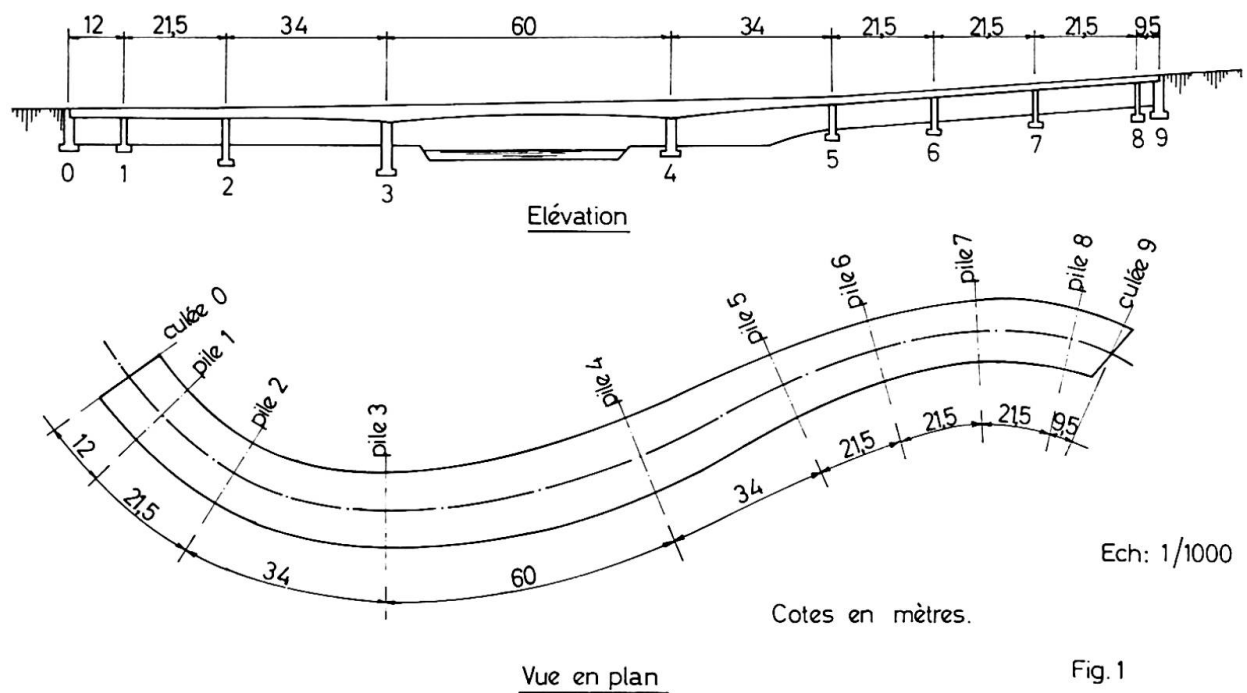


Fig. 1

PONT COURBE PRECONTRAIT DE THUIN

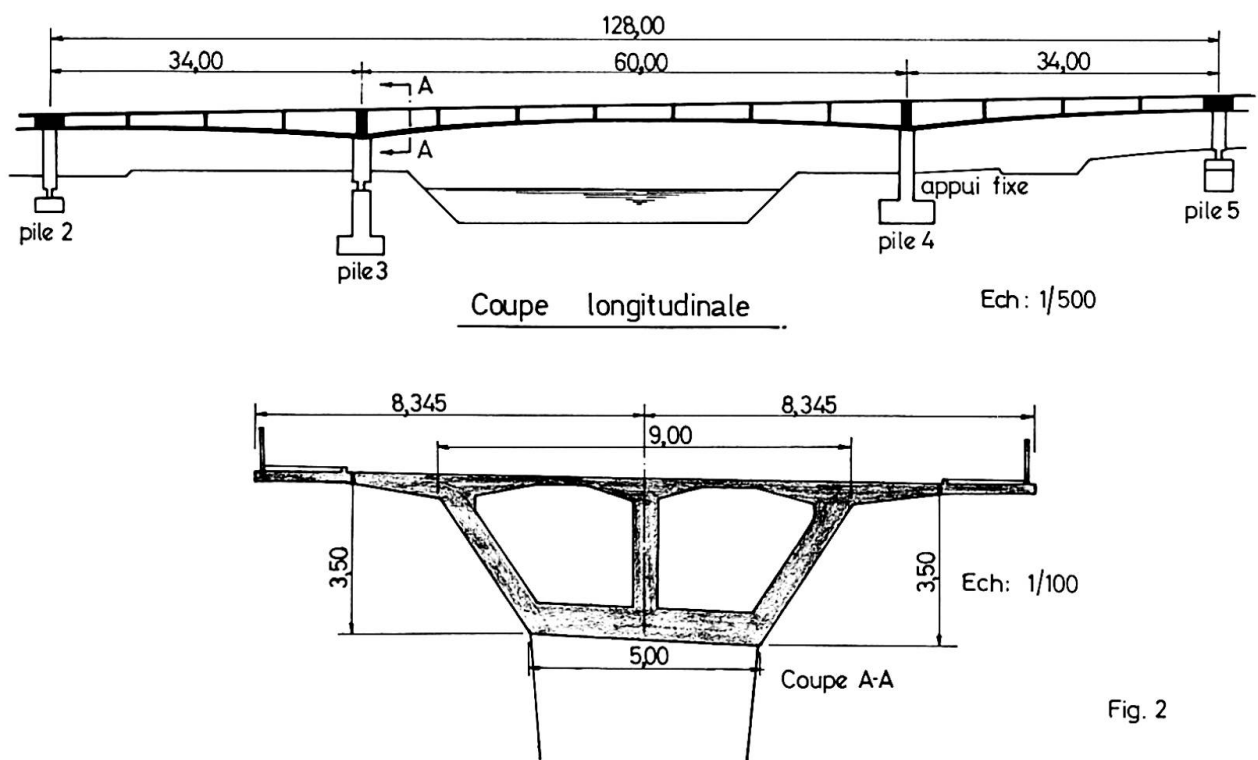


Fig. 2

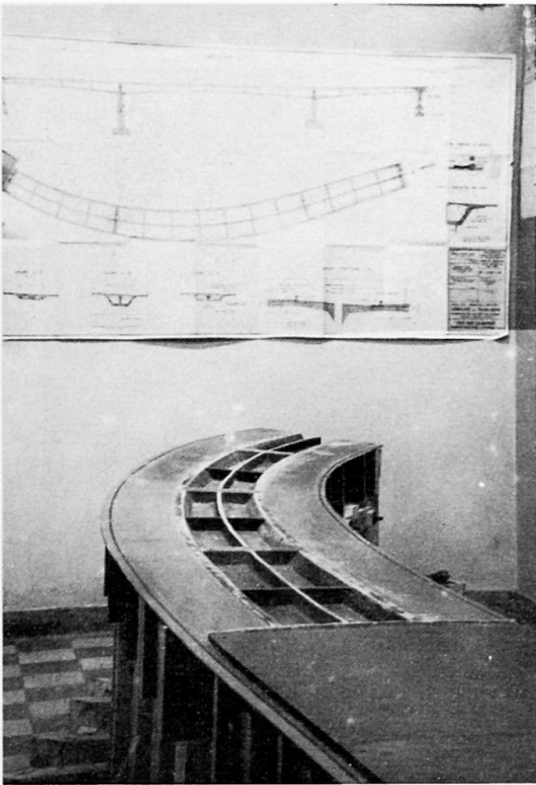


Fig. 3.

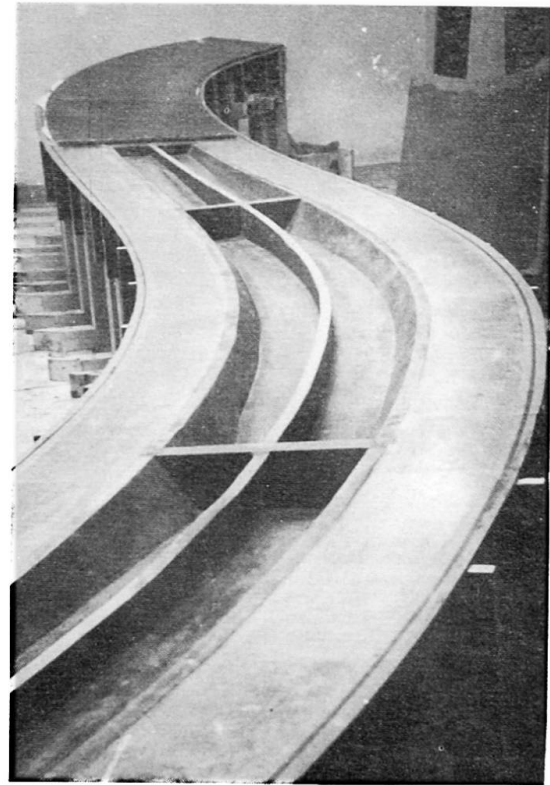


Fig. 4.

Vues partielles du modèle dans son moule.

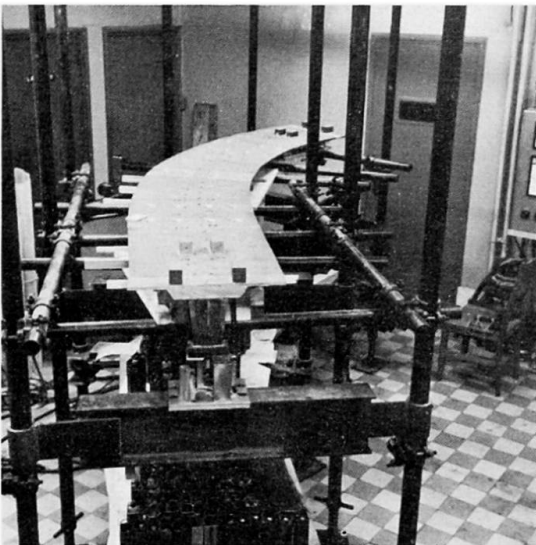


Fig. 5.

Partie centrale du modèle dans le montage d'essai et détail d'une pile.

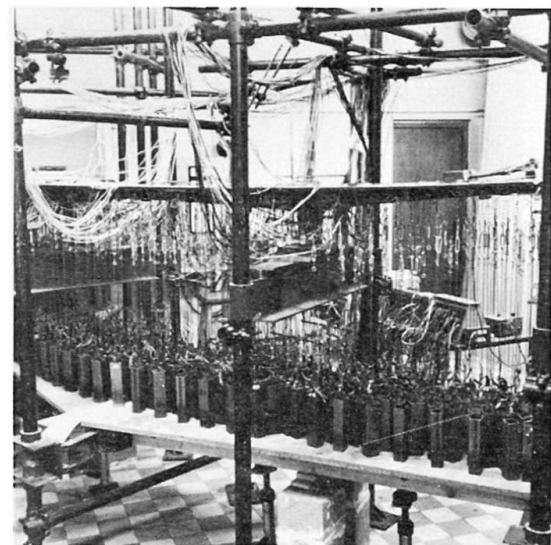


Fig. 6.

Simulation du poids mort et des surcharges au moyen de poids suspendus au modèle.

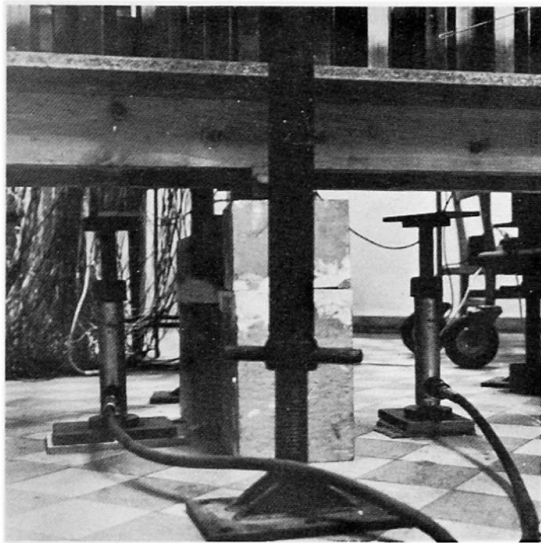


Fig. 7. Plancher mobile permettant la mise en charge uniforme et progressive du modèle.

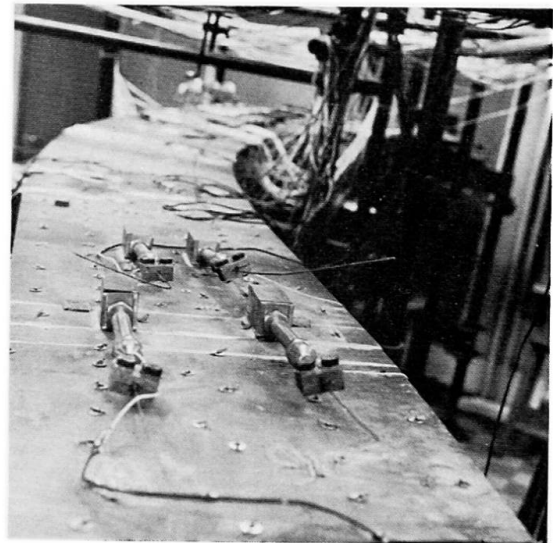


Fig. 8. Dispositif d'ancrage des fils de précontrainte avec boulons dynamométriques.

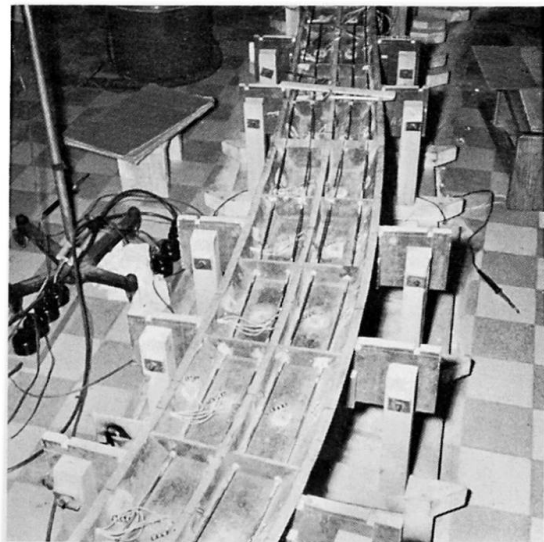


Fig. 9. Disposition des gâines de précontrainte et des jauges de contrainte à l'intérieur du caisson.

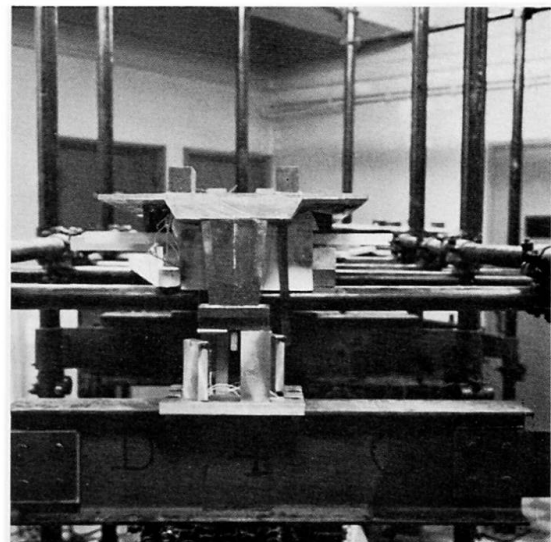


Fig. 10. Dispositif de mesure des composantes des réactions d'appuis.

la

Discussion libre

Freie Diskussion

Free Discussion

MARIA EMILÍA CAMPOS E MATOS
Mozambique

À propos de la communication du prof. Oberti nous voulons informer que la sécurité et l'optimisation de la majorité des grandes structures tels que ponts, barrages, jetées, bâtiments, etc. projetées et construites dans les différents territoires Portugais depuis 20 ans, ont été déterminées expérimentalement sur des modèles réduits.

D'ailleurs le comportement de ces structures est toujours vérifié pendant et après construction.

Cela confirme les conclusions qu'on peut déduire de la communication du prof. Oberti.

Leere Seite
Blank page
Page vide

la

Discussion libre

Freie Diskussion

Free Discussion

D. SFINTESCO

Par son intervention virulente, le Professeur Hrennikoff vient d'apporter la "contestation" dans la discussion sur le calcul probabiliste des constructions.

Parmi les arguments qu'il a développés, il y en a bon nombre qui paraissent incontestables et auxquels tout praticien sensé et réaliste ne peut que souscrire. Et cependant, il n'en va pas de même des conclusions qu'il en tire pour condamner le calcul probabiliste, et je suis heureux de constater que c'est également la position du Professeur Freudenthal.

Bien sûr, nous devons reconnaître que l'application pratique du concept probabiliste ne peut être que très imparfaite, tant que nous manquons encore de données statistiques suffisantes, notamment quant aux surcharges de caractère aléatoire, - le vent, par exemple. Toutefois, cela ne doit pas être une raison pour "jouer perdants", en nous figeant dans les errements d'un mode de calcul que l'on sait maintenant inapte à révéler le degré de sécurité réel des ouvrages : il vaut mieux oeuvrer vigoureusement pour obtenir ces données, au fur et à mesure que cela se pourra.

Certes, aucun coefficient de sécurité et aucun calcul ne sauraient prémunir contre les fautes graves de conception ou de réalisation - et cela revient à dire que tout calcul, quel qu'il soit, doit nécessairement se placer dans les conditions de respect des règles de l'art.

Un exemple très significatif est fourni par le danger de rupture fragile, source bien connue d'accidents. Or, celui-ci ne peut être évité que par une conception adéquate des formes constructives, mais jamais par l'introduction d'un coefficient supplémentaire dans le calcul, dont l'effet serait d'ailleurs exactement contraire au but recherché, car il ne ferait qu'augmenter la raideur, là où il faut la souplesse. Voilà donc un exemple qui illustre les arguments du Professeur Hrennikoff.

Cependant, les méthodes très exactes et très élaborées de calcul auxquelles on fait appel de plus en plus seraient dépourvues de sens si l'on n'adoptait pas un concept de base permettant de déterminer honnêtement le degré de sécurité, en se référant à un critère de ruine, défini dans le sens probabiliste et reflétant le comportement physique de l'élément ou de l'ouvrage considéré.

Ce serait une erreur de considérer que cela impliquerait obligatoirement le recours au calcul à l'état limite de ruine, soit le "plastic design", puisque le concept probabiliste s'applique également au calcul en élasticité.

Il suffit pour cela d'introduire des coefficients de pondération, appliqués aux charges et de se référer à un critère de ruine défini avec la même probabilité pour chaque mode de sollicitation. En procédant ainsi, on peut alors envisager un degré de sécurité homogène, indépendant du mode de sollicitation et pouvant être assez correctement chiffré. D'ailleurs, même la méthode actuelle, dite "déterministe", est assortie de probabilisme lorsqu'elle prévoit des contraintes admissibles différentes, suivant les cas de charges.

Mais il est temps de se libérer de ce système hybride, peu scientifique et parfois dangereux. En effet, le calcul pratiqué en appliquant aux contraintes un coefficient minorateur global, - donc le calcul par les contraintes admissibles, - n'est valable que dans les cas particuliers où il y a proportionnalité des charges et des contraintes, par exemple en traction pure, mais dans tous les cas impliquant des phénomènes d'instabilité, on est contraint de recourir à l'artifice des coefficients variables, arbitraires et dépourvus de signification.

Lorsqu'il y a superposition de plusieurs charges donnant lieu à des contraintes de signes contraires, c'est encore pire, et cette méthode est alors carrément dangereuse. En effet, une légère variation de l'une de ces charges peut donner lieu à une majoration démesurée de la contrainte, ou même à un renversement d'effort, que le calcul classique en contraintes admissibles n'annonce pas.

Le fait que d'innombrables ouvrages calculés ainsi se comportent parfaitement, n'est pas un argument. Dans les siècles passés, on en a bien construit d'autres sans les calculer du tout. Fallait-il alors en rester là ?

Une application du concept probabiliste de la sécurité au calcul en élasticité est préconisée dans les Recommandations de la Convention Européenne de la Construction Métallique. Les règles françaises CM 1966 en constituent un exemple pratique. Elles en ont adopté le principe et en ont fait l'application, dans les limites possibles aujourd'hui.

Il convient encore de signaler qu'un examen en commun des principes de sécurité est en cours, par la Convention Européenne de la Construction Métallique et le Comité Européen du Béton. Cet examen a déjà révélé :

- 1) que les principes probabilistes adoptés par les deux organismes dans leurs Recommandations respectives sont identiques, au point que l'on envisage d'en faire un document unique pour tous les matériaux,
- 2) que les modalités d'application de ces principes sont nécessairement différentes, compte tenu des caractéristiques particulières de chaque matériau et des conditions de réalisation des ouvrages respectifs.

En effet, les dispersions relatives aux divers paramètres ne sont pas les mêmes. De plus, certains paramètres importants pour un matériau n'entrent pas en ligne de compte pour l'autre. Il en résulte que les coefficients de pondération doivent prendre des formes et des valeurs différentes si l'on veut obtenir un même degré de sécurité des ouvrages.

Leere Seite
Blank page
Page vide

The Importance of Supervision of Workmanship in Building Construction

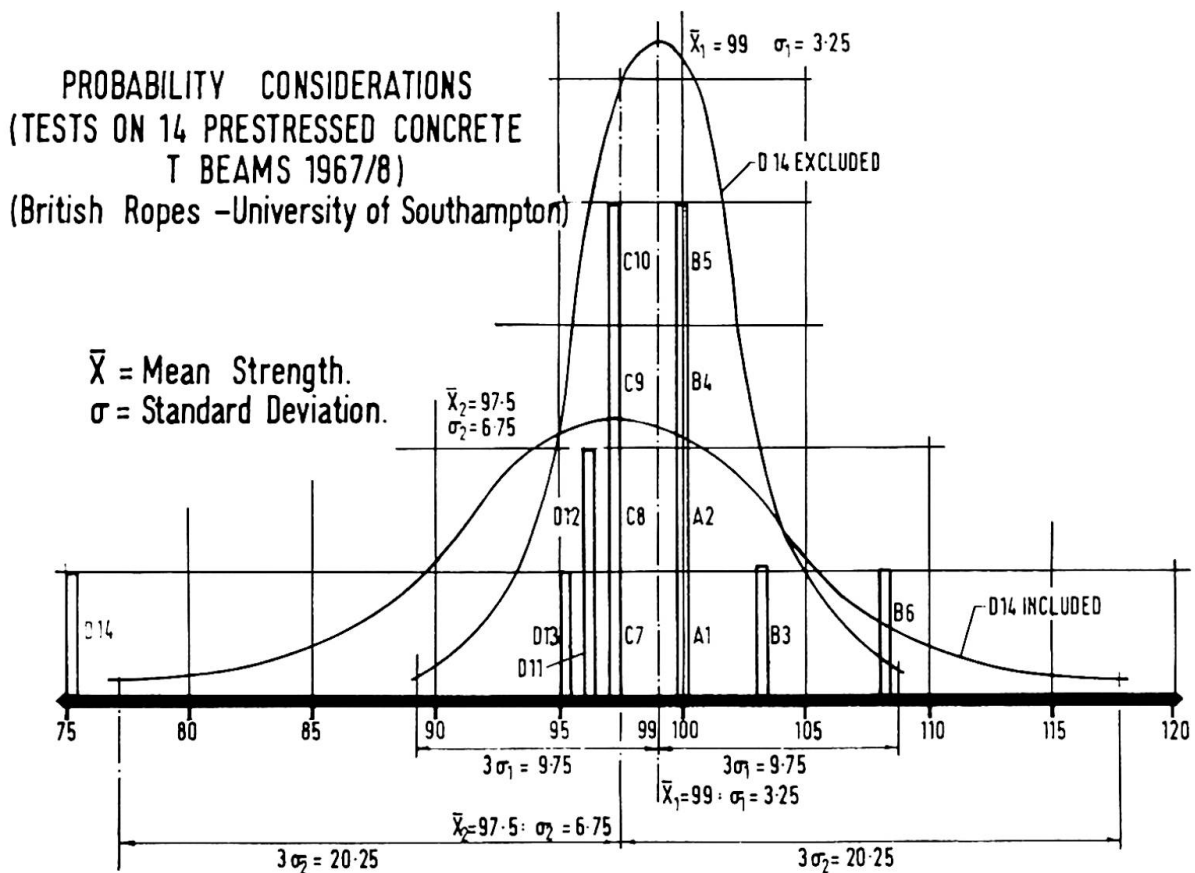
L'importance de surveiller la main d'oeuvre dans la construction

Über die Notwendigkeit der Überwachung der Arbeiten im Bauwesen

P. W. ABELES

Prof. Freudenthal has been one of the pioneers of the introduction of new safety criteria based on a new philosophy of design and his present paper represents a critical appraisal.

With structural members the workmanship is of utmost importance and in this respect the degree of supervision is of great influence which is, however, most difficult to assess at the time when the design is made. In IVb5 (Fig. 12), an example is shown, taken from the contribution in which thirteen of fourteen prestressed concrete beams agreed very well with the expected failure loads, whereas one beam failed at 75% of this load. This relates to partially prestressed T-shaped beams of 24' 6" span, the types A to D having different reinforcements comprising tensioned and non-tensioned strands. All beams are under-reinforced and were designed to fail by yielding. Casting as well as prestressing were specially supervised by one of the authors of paper IVb5. However, at the last beam D14 the supervising engineer had to leave shortly before the flange of 2' widths and 2" depth was concreted. At the test it turned out that a portion in the compression flange of this beam was not properly compacted and consequently early compression failure took place at 75% of the expected failure load.



This Figure shows the distribution curves if in one case all fourteen results are duly taken into account comparing calculated failure moments taken as 100 with actual failure moments. In this case the mean value is 97.5 instead of 100 with a standard deviation of 6.75, whereas these values are greatly improved to a mean of 99 with a standard deviation of 3.25 if beam D.14 is excluded. The corresponding Gauss distributions clearly indicate that it would be most disastrous if such faults in manufacture were expected to occur in practice due to lack of supervision. This example illustrates the difficulty of assessing the magnitude of standard deviation at the design and finding a satisfactory distribution.

This contribution is not intended to query the approach based on probabilistic methods, but rather to give an example of the difficulties which are encountered in ordinary building constructions.