Résultats des essais sur maquette d'un pont arc encastré

Autor(en): **Berio, Angelo / Brozzu, Mario / Vivanet, Carlo**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **6 (1960)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-7025

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ib6

Résultats des essais sur maquette d'un pont en arc encastré

Ergebnisse der Modelluntersuchungen einer eingespannten Bogenbrücke

Results of Tests on a Model of a Clamped Arch Bridge

ANGELO BERIO
Prof. Ing.

MARIO BROZZU
Dr. Ing.

CARLO VIVANET
Dr. Ing.

Università di Cagliari (Italie)

La création d'une retenue sur le Flumendosa, en Sardaigne, nécessita la construction d'un pont en amont du barrage. Cet ouvrage en béton armé comprend une arche d'un peu moins de 110 m d'ouverture. Il donne passage à une route nationale et à un chemin de fer à voie étroite.

Dans une première phase des études, on projeta deux ouvrages indépendants: un pont-route large de 7,75 m et un pont-rail large de 3,75 m. Pour ce dernier, on avait donc un rapport plutôt élevé entre la portée et la largeur, ce qui faisait raisonnablement craindre une instabilité par flambement latéral.

Toutefois, la détermination théorique du coefficient de sécurité au flambage de ce pont-rail, dont la section était fortement variable, présentait des difficultés sérieuses. On décida alors d'avoir recours à un essai sur maquette, qui

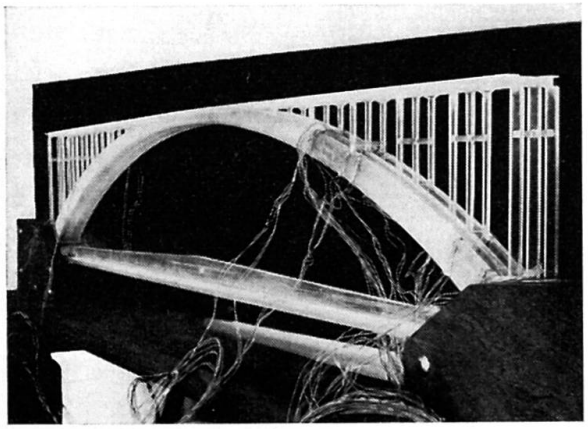

Fig. 1.

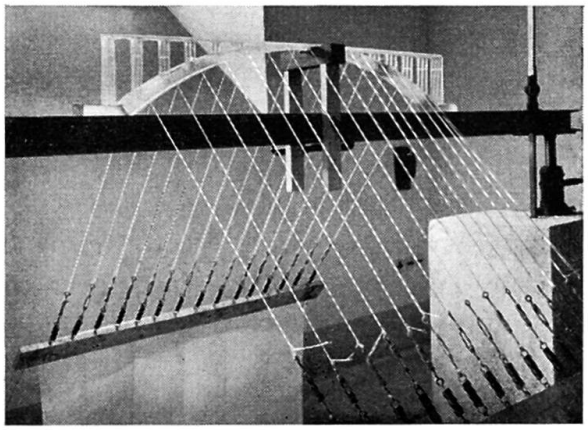

Fig. 2.

fut confié à l'Institut de «Scienza delle Costruzioni» (Résistance des Matériaux) de l'Ecole Polytechnique de Cagliari.

Le modèle était en perspex, échelle 1 : 100, et reproduisait (fig. 1) fidèlement le pont-rail, y compris les blocs de fondation qui furent encastrés dans un cadre de bois dur. L'essai au flambage s'effectua en chargeant la maquette avec des ressorts plus ou moins tendus. On choisit une disposition permettant de réduire autant que possible l'effet stabilisateur des ressorts par rapport au flambement latéral qui faisait l'objet des essais (fig. 2). Ce procédé expérimental permit de résoudre promptement les problèmes posés: on put établir que la charge de flambement latéral atteignait 6 fois celle de service. Une fois bloqués les déplacements horizontaux à la clef, la voûte ne donna aucun signe de flambage dans le plan contenant son axe, tout au moins jusqu'à la charge maximale qu'on put imposer à la maquette et qui correspondait à 10 fois la charge de service. Ce dernier résultat, quoique peut-être approché par excès à cause de la présence des ressorts, pouvait être accepté; on estima par contre insuffisant le coefficient de sécurité au flambement latéral.

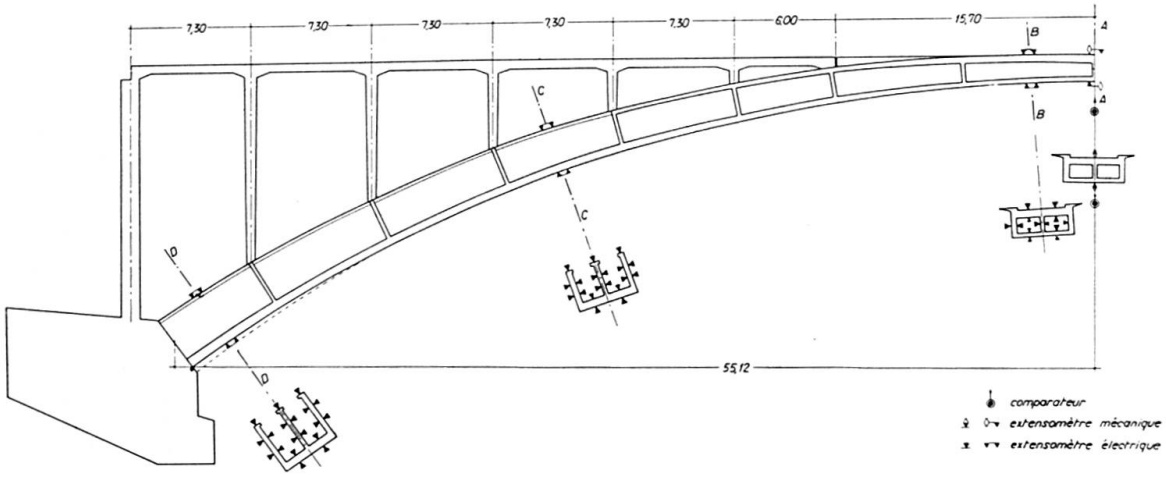

Fig. 3.

La méthode expérimentale a donné une réponse nette, conseillant de réunir le pont-route et le pont-rail dans un même ouvrage, ce qu'on fit dans le projet définitif. Mais la maquette — qui n'avait pas été endommagée dans ces essais de flambage — permettait encore de mesurer les contraintes aux endroits les plus intéressants de la voûte. A cet effet, on colla une soixantaine de jauges de contrainte au droit des sections B–C–D de l'arc (fig. 3) et on mesura les contraintes dues à une force concentrée de valeur constante qui se déplaçait le long de l'axe. Ces résultats expérimentaux permirent — au moyen des lois de similitude mécanique — de tracer les lignes d'influence des contraintes maximales, qui sont comparées dans la fig. 4 avec les lignes correspondantes données par le calcul[1]).

[1]) Les résultats complets des essais ont été recueillis dans un rapport [1] paru il y a quelques mois.

L'examen de ces diagrammes met tout d'abord en évidence que, bien que le calcul et les essais donnent des résultats d'allure semblable, les lignes déduites des essais sur modèle sont plus courbes près de la clef de voûte et plus aplaties aux naissances que les diagrammes calculés. Ce fait découle des déformations, et surtout des rotations, que l'élasticité des blocs de fondation permettait aux sections de naissance du modèle, tandis que le calcul suppose que ces sections sont totalement encastrées.

Une deuxième remarque est justifiée par l'observation des contraintes moyennes. On peut contrôler que l'écart maximum — en valeur absolue — entre les efforts les plus élevés de compression et ceux de traction de chaque section de la voûte est moindre pour les diagrammes tirés des mesures sur modèle que pour les résultats donnés par le calcul.

Les contraintes moyennes dans le pont sont donc plus faibles que ne le prévoyait le calcul. Cela peut être expliqué par la collaboration du tablier à la résistance de la voûte, collaboration négligée par les calculs ordinaires.

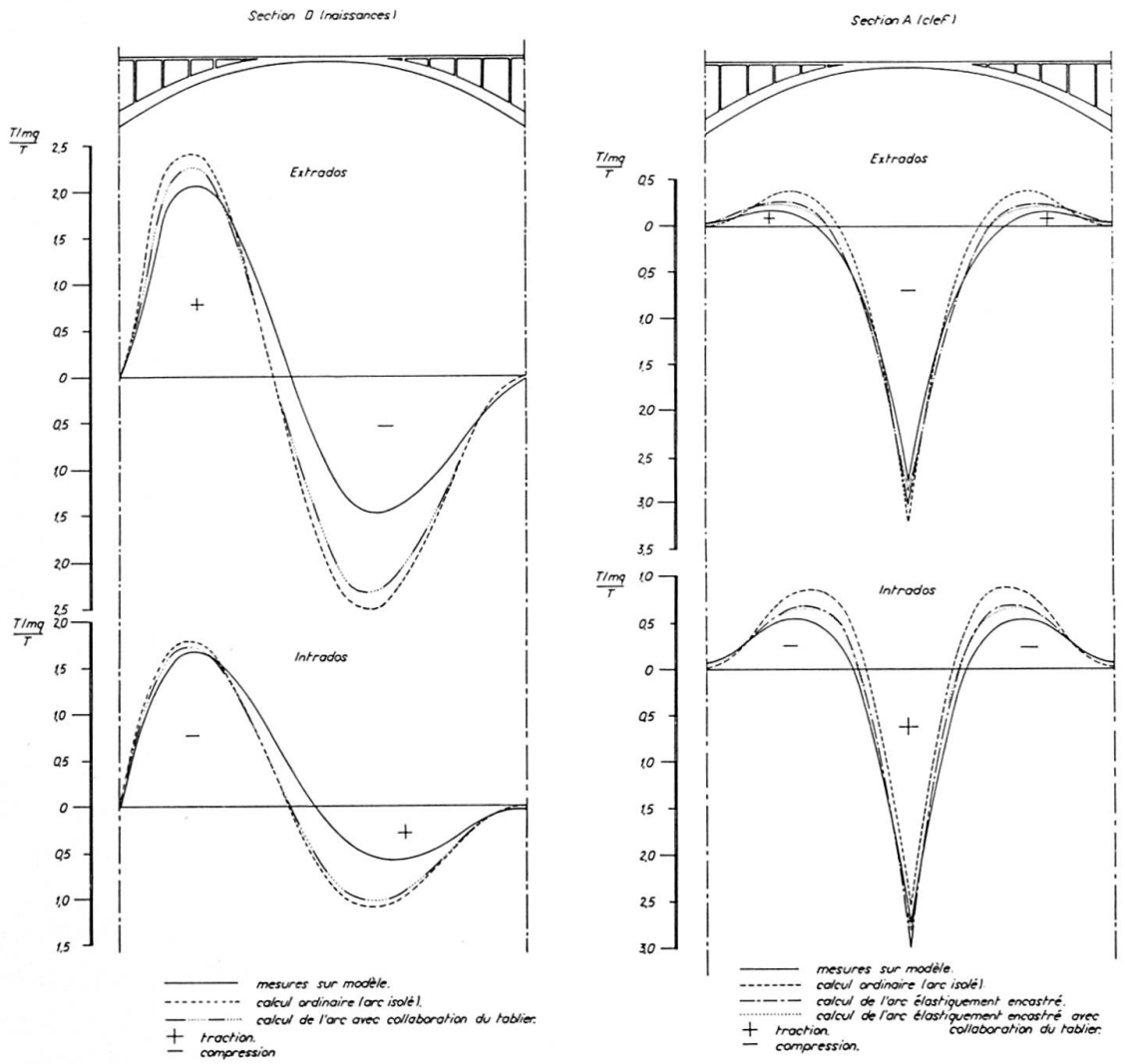

Fig. 4.

Une analyse plus poussée, qui tient partiellement compte de l'influence de tassements élastiques des fondations (suivant la méthode proposée par VOGT [2]) et de la collaboration du tablier [3], a en effet permis de trouver des écarts plus petits (voir encore les diagrammes de la fig. 4).

Ceci montre que la maquette se comporte comme une machine à calculer parfaite, qui tient aisément compte de beaucoup de facteurs dont l'étude analytique rigoureuse se heurterait à bien des difficultés.

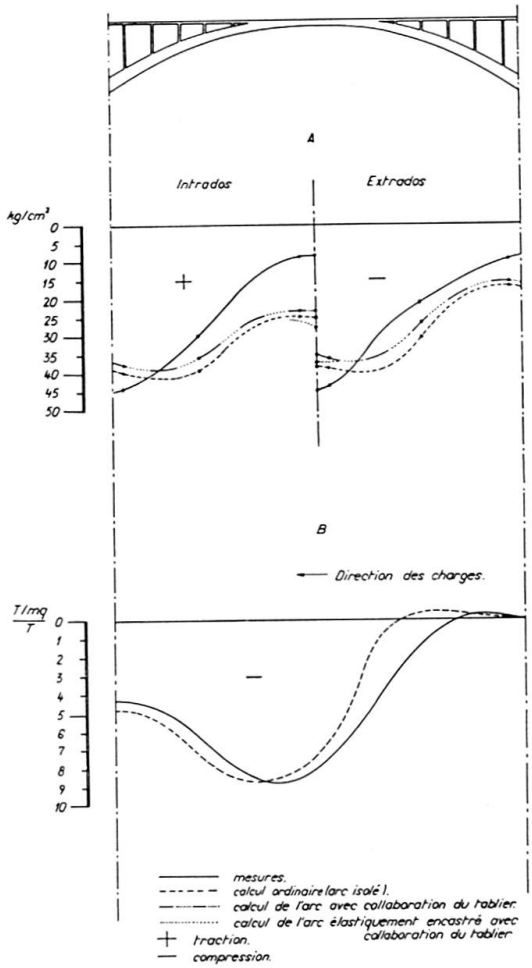

Fig. 5.

A ce point toutefois, il était bien naturel de faire une comparaison entre l'état total de contraintes donné par le calcul et ce qu'on venait de déduire des essais. La figure 5A montre les résultats de cette comparaison faite pour le poids propre: on peut constater que les contraintes expérimentales maximales sont de 20 à 25 % plus élevées que celles de calcul.

Ce fait s'explique aisément: dans les études préliminaires du pont on avait d'abord choisi comme directrice un funiculaire des charges permanentes; cette courbe avait ensuite été corrigée afin de la rapprocher davantage du polygone des pressions donné par le calcul et de diminuer ainsi les contraintes de flexion. Mais ce procédé suppose que la voûte est parfaitement encastrée aux naissan-

ces; cette condition n'est cependant remplie ni pour la maquette ni pour l'ouvrage réel, les sollicitations réelles du matériau sont donc supérieures.

Cette conclusion a pu être vérifiée dans l'ouvrage réel qui a été, il y a peu de temps, soumis à des essais de charge (fig. 6). On avait noyé, à l'intrados et à l'extrados de la section de clef, des extensomètres électriques [4] qui permettaient de mesurer l'état de contraintes lors du passage de charges mobiles. Les essais de mise en charge furent effectués en faisant circuler sur le pont un train type et des colonnes de camions. La figure 5B montre les contraintes d'extrados données par les essais et reportées à la tête des colonnes de charge; le diagramme expérimental, comparé aux résultats du calcul ordinaire, confirme l'importance des tassements élastiques des naissances. Toutefois, on n'a pas à craindre d'aussi lourdes conséquences, quant aux sollicitations du matériau, que pour un pont tel que le prévoyait le premier projet. La directrice — une fois les résultats des essais sur maquette connus — a en effet été modifiée de façon à s'approcher de nouveau d'un funiculaire des charges permanentes.

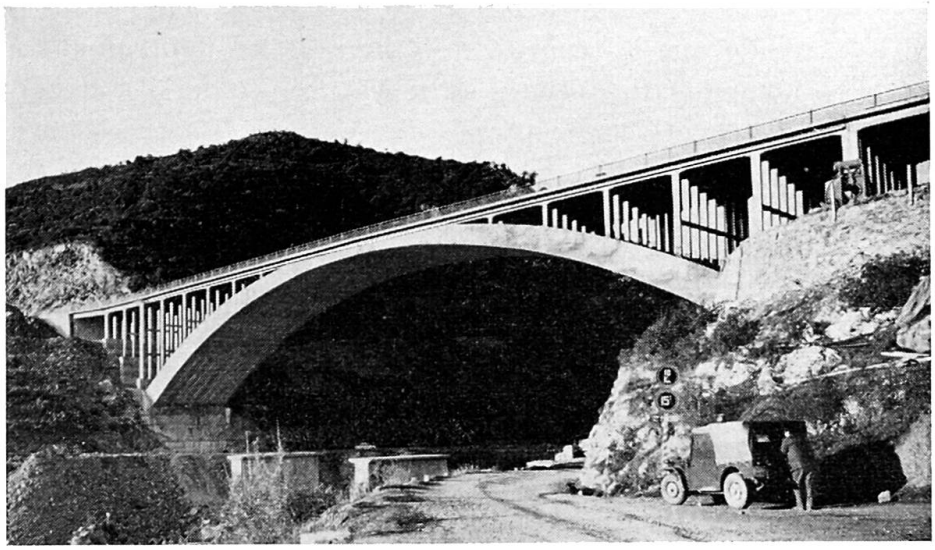

Fig. 6.

On peut donc admettre les conclusions suivantes. Les procédés de corrections des directrices, qui supposent un encastrement total de l'arc à ses naissances, portent à sous-estimer les contraintes de l'ouvrage. La réduction des contraintes de calcul qu'on obtient par ces méthodes doit être considérée, en bien des cas, comme absolument fictive. En outre, on ne doit pas oublier que, s'il devait se produire des tassements non élastiques et plastiques dus à des efforts imprévus, une directrice correspondant à un funiculaire réduit les sollicitations de l'arc. Ceci n'est pas toujours vrai, spécialement si la directrice a été corrigée pour obtenir une diminution des contraintes de calcul.

Enfin, nous voudrions qu'on considérât les avantages que l'étude expérimentale sur maquette permet d'obtenir dans les projets de ponts; elle donne

rapidement une réponse exacte à des questions que le calcul ordinaire ne peut résoudre et pour lesquelles une analyse plus poussée serait trop onéreuse.

Références bibliographiques

[1] M. Brozzu. Studi sperimentali sul modello di un ponte ad arco ribassato di grande luce. Il Cemento nn. 11/12, 1959.
[2] F. Vogt. Über die Berechnung von Fundamentdeformationen. Oslo, 1925.
[3] C. Raymondi. Sullo studio dei sistemi combinati arco-trave. Giornale del Genio Civile 1955.
[4] G. Moravia. Sulla misura delle deformazioni all'interno di modelli. Il Cemento, nº 10, 1958.

Résumé

On expose les résultats les plus intéressants d'une série d'essais effectués sur la maquette d'une voûte en béton armé. Ces essais ont permis d'évaluer avec facilité le coefficient de sécurité de l'ouvrage au flambement ainsi que l'influence des tassements élastiques aux naissances et de la collaboration du tablier; les résultats ont été confirmés par des mesures effectuées sur l'ouvrage terminé.

Zusammenfassung

Es werden die Ergebnisse der Modell-Untersuchungen einer eingespannten Bogenbrücke in Stahlbeton behandelt.

Auf Grund der Versuchsergebnisse konnten der Knicksicherheitsfaktor des Bauwerkes, die Wirkung von elastischen Setzungen der Bogenfundamente und die Mitwirkung des Brückenaufbaues ohne Schwierigkeit bestimmt werden.

Diese Ergebnisse wurden durch Messungen am ausgeführten Bauwerk bestätigt.

Summary

In this paper the authors report the most interesting results of a series of tests carried out on a model of a reinforced concrete arch bridge.

These tests made it possible to determine without difficulty the safety factor against buckling of the structure and the effects of elastic settlements on the foundations and of the increase in strength due to the deck of bridge; the results were confirmed by measurements carried out on the finished bridge.