

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

Band: 2 (1936)

Artikel: Essais effectués sur des poutres tubulaires en béton centrifugé

Autor: Král, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-3032>

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: 15.01.2026

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

IIc 6

Essais effectués sur des poutres tubulaires en béton centrifugé.

Versuche mit Schleuderbeton-Rohrbalkenträgern.

Experiments on Tubular Beams of Centrifugally Cast Concrete.

Dr. Ing. A. Král,

Professor der techn. Fakultät an der Universität Ljubljana.

Au cours de l'été 1936 on a construit de grands bâtiments pour l'industrie textile de Duga Resa près de Karlovac (le Banat de Save). Les planchers de ces bâtiments sont supportés par des poutres tubulaires en béton centrifugé. L'esquisse de la fig. 1 indique la disposition de ces sommiers. A cette occasion on a entrepris de nombreux essais sur des poutres tubulaires avec formes et armatures variées au laboratoire d'essai des matériaux de l'Université de Ljubljana.

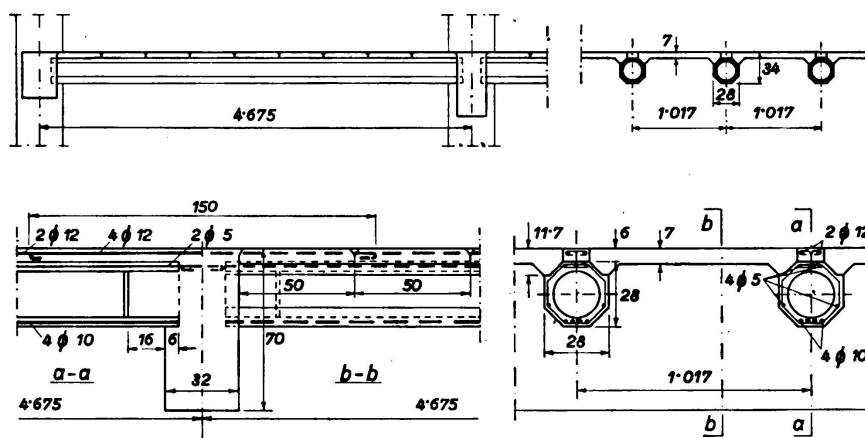


Fig. 1.

Les poutres tubulaires avaient trois formes différentes:

- 1° une forme octogonale suivant la fig. 2a avec hauteur de 28 cm,
- 2° la même forme avec une hauteur de 22 cm,
- 3° une forme polygonale avec élargissement dans la zone tendue suivant la fig. 2b.

Quelques poutres qui devaient supporter de plus grandes charges ont été renforcées transversalement au droit des charges et des appuis, afin d'éviter un écrasement prématuré du tuyau.

L'armature se composait, suivant la fig. 2, de 4 fers auxiliaires de 5 mm, de fers de traction dans la partie inférieure et d'un fretage en spirale de 3 mm

qui, sur la demande du client, était soudé aux autres fers (à l'exception des tubes 17 et 18).

L'armature était:

- 1° en acier de construction C 37 de la « Kranjska Industrijska Družba » à Jesenice (qui correspond au St. 37 allemand),
- 2° en acier Isteg de la même maison.

Le pas du frettage en spirale variait et dans certaines éprouvettes on avait un double frettage en spirale.

Pour tous les tubes de béton on s'est servi du ciment portland à haute résistance « Stockbrand » de la fabrique de ciment portland « Split » à Split. Les

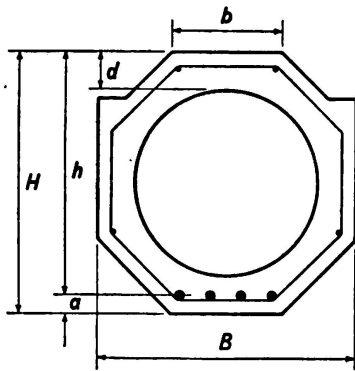


Fig. 2a.

Poutres No. 1 à 12, 17 à 22, I à III.

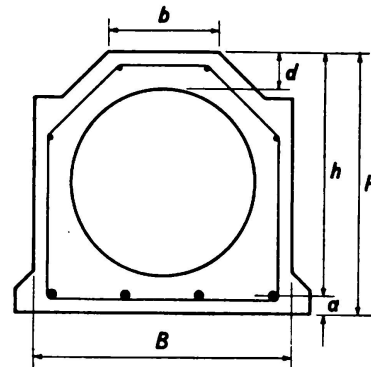


Fig. 2b.

Poutres No. 13 à 16.

matériaux additionnels étaient en partie du calcaire concassé de la carrière de l'usine Duga Resa et en partie du gravier de la Save. Les grains ne dépassaient pas 13 mm.

En tout on a fait usage des trois mélanges suivants:

- 1° calcaire concassé avec 410 kg de ciment par m³ de béton mis en oeuvre, rapport eau/ciment 0,45 — 0,515,
- 2° gravier de la Save avec 410 kg de ciment par m³ de béton mis en oeuvre, rapport eau/ciment 0,45 — 0,50,
- 3° calcaire concassé avec 300 kg de ciment par m³ de béton mis en oeuvre, rapport eau/ciment 0,69 — 0,72.

L'acier d'armature Č 37 offrait des propriétés de résistance qui dépassent de beaucoup les valeurs minima prescrites. La limite d'écoulement variait entre 29,52 et 33,07 kg/mm², la résistance à la traction entre 40,41 et 42,43 kg/mm², l'allongement spécifique à la rupture pour $l = 10 d$ entre 27,3 et 30,7 %.

L'acier Isteg avait une résistance de 44,7 à 47,4 kg/mm², de 37,9 à 40,3 kg/mm² pour un allongement de 0,4 % et un allongement à la rupture de 5,5 à 8,5 %.

Les résistances moyennes, après 4 semaines, des différentes sortes de béton sont indiquées au tableau suivant:

| Matériaux additionnels | Ciment en kg par m ³ de béton | Résistance à l'écrasement sur cubes, en kg/cm ² | Résistance à la traction, par flexion, en kg/cm ² |
|----------------------------|--|--|--|
| calcaire concassé | 410 | 630 | 62.3 |
| gravier de la Save | 410 | 585 | 56.9 |
| calcaire concassé , . . . | 300 | 639 | 54.4 |

Les éprouvettes ont été faites sur le chantier et non pas en laboratoire; la direction du chantier transmettait les données de fabrication. Au laboratoire on a mesuré les dimensions et les poids exacts et après la rupture des poutres tubulaires on a extrait et mesuré les armatures.

Cette étude comprenait 21 séries d'essais de poutres de type différent; chaque série se composait de deux éprouvettes. On avait donc en tout 42 poutres tubulaires dont nous ne tirerons dans ce qui suit, que quelques résultats caractéristiques.

A la fig. 3 nous avons représenté les relations entre le moment de rupture et la grandeur de l'armature de traction pour les ronds en acier Č 37 et l'acier Isteg et pour des poutres de 28 et 22 cm de hauteur.

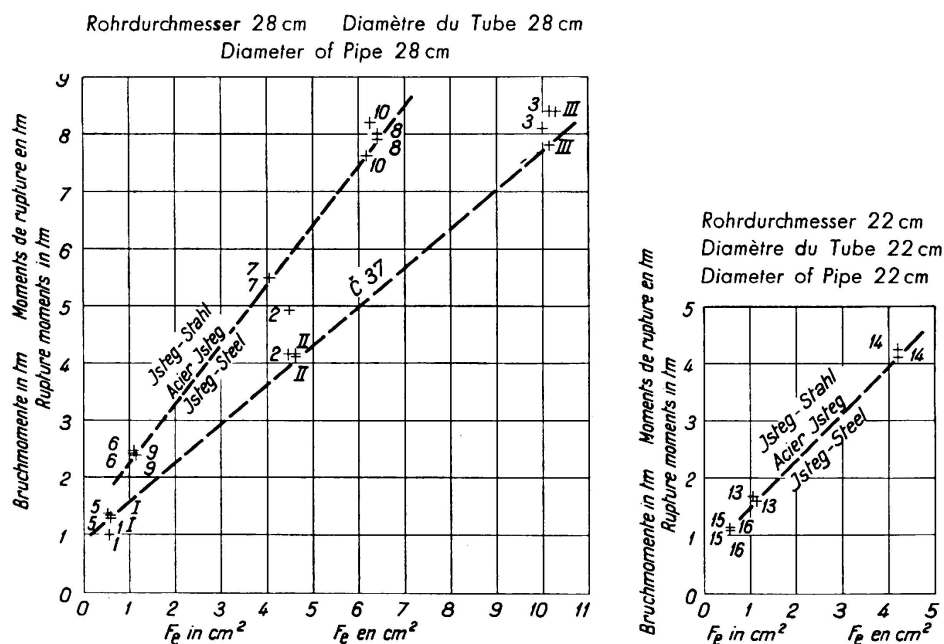





Fig. 3.

Au premier coup d'oeil on est frappé avant tout par la grande régularité (la faible dispersion) des résultats d'essai et non seulement dans les paires de poutres semblables mais aussi dans l'accroissement régulier des moments de rupture en fonction de l'augmentation de l'armature de traction.

Afin de faire ressortir les particularités des essais et les résultats acquis, nous avons reporté au tableau suivant les résultats obtenus pour 6 poutres caractéristi-

ques avec armature faible, moyenne et forte d'une part en acier Č 37 et d'autre part en acier Isteg.

| Nr. | Armature | | | Moment de flexion | | Contrainte de l'acier calculée à la rupture |
|-----|----------|--|-----------------|-------------------|--------------|---|
| | Acier | ø | F | à la fissuration | à la rupture | |
| | | mm | cm ² | tm | tm | kg/cm ² |
| 5 | Č. 37 | 2 Ø 6 | 0,58 | 0,78 | 1,29 | 9460 |
| 2 | „ | 4 Ø 12 | 4,48 | 1,79 | 4,16 | 4205 |
| 3 | „ | 4 Ø 18 | 9,99 | 3,32 | 8,10 | 3883 |
| 6 | Isteg | 2  6 | 1,08 | 0,82 | 2,43 | 9490 |
| 7 | „ | 4  8 | 4,07 | 1,79 | 5,49 | 5885 |
| 8 | „ | 5  10 | 6,41 | 2,66 | 7,91 | 5575 |

Ce tableau montre — et ceci fut aussi constaté dans les autres séries d'essai — qu'il ne se forme aucune fissure dans les poutres faiblement armées pour une charge égale à la moitié de la charge de rupture. Dans les poutres fortement armées ou avec armature en Isteg se forment plus tôt de fines fissures; pour une charge égale à la moitié de la charge de rupture ces fines fissures se sont réparties, dans une série d'essais, sur la région des plus grandes contraintes de traction par flexion et elles se sont si bien refermées après décharge que l'on ne pouvait presque pas les remarquer à l'oeil nu. Ce n'est que peu avant la rupture que se forment des fissures béantes.

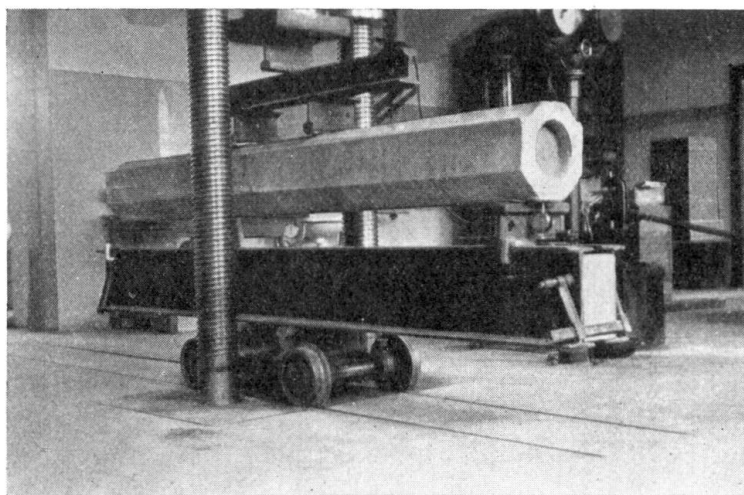


Fig. 4.
Disposition des essais.

Seules des fissures de traction étaient visibles dans les tuyaux faiblement armés au moment de la rupture; pour de fortes armatures de traction et un simple frettage en spirale, on constatait des fissures de cisaillement qui, dans certains cas, se transformaient en fissures d'écrasement du tuyau ou se combinaient avec ces dernières. Un fort frettage entraînait des refoulements du béton dans la zone comprimée, généralement aux environs de la charge. Lorsque le

frettage était faible la rupture se produisait par écrasement du tuyau, ce qui s'est principalement présenté pour la paire de poutres 1 (fig. 3).

Les contraintes de traction de l'acier, indiquées au tableau, ont été calculées d'après le «stade II» en admettant $n = \frac{E_a}{E_b} = 10$. Elles montrent que, pour les poutres faiblement armées, la traction théorique des fers prend des valeurs illusoires, ce qui peut s'expliquer par le fait que le béton de la zone tendue de ces poutres collabore encore à la transmission des efforts, malgré la discontinuité engendrée par les fissures. Plus l'armature est forte, plus se rapproche la traction calculée avant la rupture de la limite d'écoulement du matériau d'armature.

Les mesures du fléchissement montrent, pour une mise en charge répétée, un comportement élastique très favorable là où n'apparaît aucun phénomène

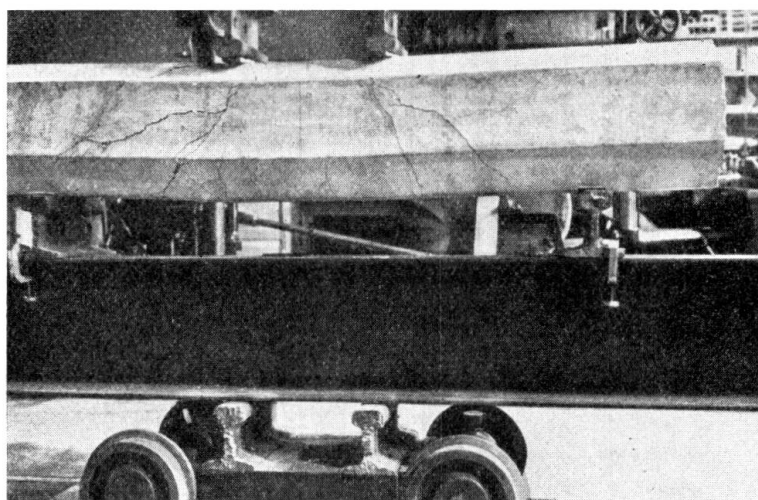


Fig. 5.
Fissures de
cisaillement et
d'écrasement
du tube.

normal de plastification. On peut donc utiliser la théorie classique de l'élasticité pour le calcul des contraintes et des déformations de ces poutres. Il s'agit avant tout — comme dans la construction de béton armé en général — d'une détermination exacte des constantes d'élasticité. On pourrait recommander une extension ou une correction de l'hypothèse de flexion de *Bernoulli-Navier* pour le calcul des sollicitations à la flexion. Cependant on ne rencontre aucune difficulté insurmontable à déterminer, sur la base de la théorie de l'élasticité, les endroits où les sollicitations sont les plus dangereuses et à calculer, avec une approximation suffisante, les contraintes en ces endroits, ce qui est de la plus grande importance dans ces poutres tubulaires qui, par nature, sont des systèmes spatiaux. Il est logique que les états de tensions réduits à des états de tensions linéaires s'écartent fortement des rapports réels données par les vecteurs spatiaux des tensions. Ce fait est également prouvé par les résultats ci-dessus.

La grande régularité des résultats d'essais est à attribuer à la compacité et à la régularité tout-à-fait spéciale du béton, que l'on a pu observer aux points de rupture. Ces propriétés, observées à un grand nombre de poutres exécutées en série montrent que la méthode centrifuge, utilisée depuis longtemps à la fabrication des pylones et des tuyaux sous pression, peut être employée rationnellement à l'exécution des poutres, pour autant que la préparation soit faite avec soin.