Diskussion

Autor(en): **Olsen, H.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **1 (1932)**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-581

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

IV

Quatrième Séance de travail.
Vierte Arbeitssitzung.
Fourth Working Meeting.

PONTS A POUTRES EN BÉTON ARMÉ DE GRANDES DIMENSIONS
GRÖSSERE BALKENBRÜCKEN IN EISENBETON
LARGE GIRDER BRIDGES IN REINFORCED CONCRETE

IV 1

PONTS A POUTRES EN BÉTON ARMÉ DE GRANDES DIMENSIONS. RAPPORT GÉNÉRAL

GRÖSSERE BALKENBRÜCKEN IN EISENBETON. ALLGEMEINES REFERAT

LARGE GIRDER BRIDGES IN REINFORCED CONCRETE. GENERAL REPORT

H. LOSSIER,
Ingénieur Conseil, Argenteuil.

Voir « Publication Préliminaire », p. 367. — *Siehe « Vorbericht », S. 367.*
See " Preliminary Publication ", p. 367.

Participant à la discussion
Diskussionsteilnehmer
Participant in the discussion :

Dr. Ing. H. OLSEN,
München.

In den Referaten wurde ausgeführt, dass bisher Balkenbrücken in Eisenbeton mit vollwandigen Hauptträgern in Ungarn mit Spannweiten bis zu 38,4 m (Parkgassenbrücke in Temesvár) und in Deutschland mit Spannweiten bis zu 61,5 m (Donaubrücke in Grossmehring) ausgeführt worden sind. Beim Wettbewerb für die Dreirosenbrücke in Basel wurde ein Entwurf mit einer Spannweite von 106 m eingereicht (Verfasser : Wayss & Freytag A.-G. mit Prof. Mörsch). Diese Brücken sind jedoch keine Freiträger. Die genannten Spannweiten wurden vielmehr dadurch erzielt, dass mittels besonderer Mass-

nahmen das Feldmoment vermindert wurde. Diese Massnahmen sind in der Anordnung von Gegengewichten in den Nebenöffnungen, von Auslegerkonstruktionen und in der Ausbildung von durchlaufenden Trägern zu sehen.

Nachstehend soll an Hand einiger kennzeichnender Querschnittsformen der Frage nähergetreten werden, welche Grenzspannweiten zunächst bei Freiträgern und daran anschliessend bei den durch besondere Massnahmen entlasteten Konstruktionen erreicht werden können. Dabei soll der Einfluss der unter bestimmten Voraussetzungen möglichen Inrechnungstellung von erhöhten zulässigen Beanspruchungen auf die erreichbaren Grenzspannweiten berücksichtigt werden. Inwieweit wirtschaftliche und konstruktive Gesichtspunkte für die praktische Anwendung des erzielten Ergebnisses sprechen, soll hier nicht weiter erörtert werden.

Wichtig sind die Voraussetzungen, die den Ableitungen zugrunde liegen.

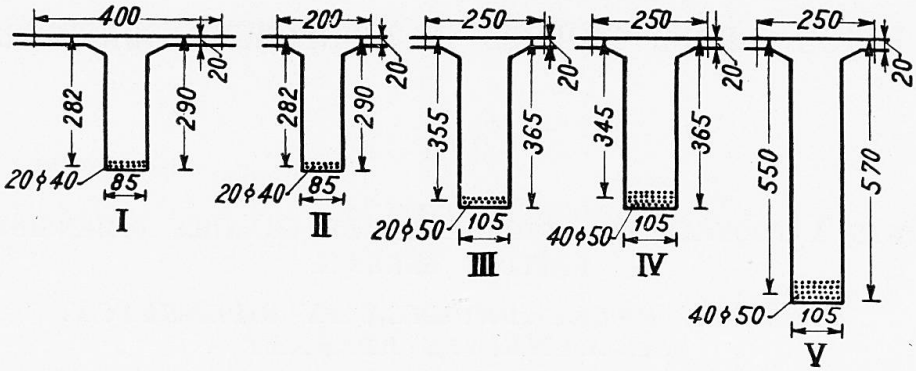

Fig. 1. — Toutes longueurs en cm = Sämtliche Längenmasse in cm = All lengths in centimetres.
Section des poutres = Querschnitt der Plattenbalken
= Cross-sections of the T — Shaped beams.

Es sind dies im wesentlichen die amtlichen deutschen Bestimmungen. Dieselben schreiben für Strassenbrücken 1. Klasse eine Verkehrslast vor, die aus einer Dampfwalze von 24 *t* Dienstgewicht (daneben von 12 *t* Lastkraftwagen) in ungünstigster Stellung, umgeben von Menschengedränge mit 500 kg/m², besteht. Die Stosszahl beträgt 1,3. Die Fahrbahnbefestigung soll mit 120 kg/m² in Rechnung gestellt werden.

Die nachstehend dargestellten Querschnittsformen für die Plattenbalken I und II sind aus der in den seitherigen deutschen Eisenbetonbestimmungen enthaltenen Vorschrift abgeleitet, dass der Durchmesser der Längseisen 40 mm nicht überschreiten darf und dass nicht mehr als zwei Lagen Eisen übereinander angeordnet werden dürfen. Werden in jeder Lage 10 Rundeisen von 40 mm Durchmesser vorgesehen, so ist zum bequemen Einbringen der Eisen eine Rippenbreite von 85 cm erforderlich. Die Querschnittshöhe von 290 cm leitet sich aus der Bedingung ab, dass bestimmte zulässige Querschnittsbeanspruchungen auch ohne Berücksichtigung der Platte nicht überschritten werden dürfen. Die Plattenbreite wurde beim Plattenbalken I mit 400 cm, beim Plattenbalken II mit 200 cm begrenzt. Die Plattenstärke wurde bei diesen und bei den übrigen Plattenbalken gleichmässig mit 20 cm gewählt, nachdem Aenderungen der Plattenstärke für das Ergebnis der Ableitungen von untergeordneter Bedeutung sind.

Die Grenzspannweiten von Plattenbalkenbrücken.

(Die Spannungswerte sind ermittelt mit $n = 15$).

Platten balken	Bewehrung %	M_{max} mt	σ_e kg/cm²	σ_b kg/cm²	σ_{bz} kg/cm²	τ_0 kg/cm²	l_{max} m	$L_{1max} = 1,4 l_{max}$ m	$L_{2max} = 2,5 l_{max}$ m
I	1,05	800	1200	35(60)	35,2	6,6	21,5	30,0	53,8
		1000	1500	40(80)	44,0	7,3	24,4	34,2	61,0
		1330	2000	55(100)	58,4	8,3	28,3	39,6	70,8
II	1,05	775	1200	45(60)	37,0	5,6	25,5	35,7	63,8
		970	1500	60(80)	46,3	6,2	28,8	40,4	72,0
		1290	2000	80(100)	61,5	7,1	33,6	47,0	84,0
II	1,05	1510	1200	50(60)	37,8	6,2	29,7	41,6	74,3
		2520	2000	80 (100)	63,1	7,8	39,2	54,8	98,0
IV	2,17	2810	1200	80	56,6	8,7	41,3	57,8	103,0
		4700	2000	130	93,0	11,1	53,8	75,4	133,5
V	1,36	4500	1200	60	45,0	8,1	44,4	62,1	111,0
		7460	2000	100	76 4	10,4	57,5	80,5	144,0

Werden statt Längseisen von 40 mm Durchmesser solche von 50 mm Durchmesser in gleicher Anzahl verwendet, so muss die Rippenbreite auf 105 cm vergrössert werden, und für die Einhaltung der gleichen zulässigen Querschnittsbeanspruchungen wie beim Plattenbalken II errechnet sich für den Plattenbalken III eine Querschnittshöhe 365 cm. Um das beim Plattenbalken II vorhandene Verhältnis zwischen Rippen- und Plattenbreite beizubehalten, wurde beim Plattenbalken III und bei den folgenden Plattenbalken die Plattenbreite mit 250 cm, begrenzt.

Die Verfasser des erwähnten Entwurfes der Dreirosenbrücke in Basel haben sich auf den Standpunkt gestellt, dass selbst die Anordnung von 48 Längseisen mit 50 mm Durchmesser in einem Rippenquerschnitt bei sorgfältiger und gewissenhafter Ausführung keinen Anlass zu Bedenken geben. Es soll deshalb bei den Plattenbalken IV und V auch noch eine derartige Bewehrung, in vier Lagen untergebracht, berücksichtigt werden. Dabei erhielt der erstgenannte Plattenbalken die gleichen Querschnittsabmessungen wie der Plattenbalken III, während die Querschnittshöhe des Plattenbalkens V, damit bestimmte zulässige Querschnittsbeanspruchungen nicht überschritten werden, auf 570 cm vergrössert werden musste.

Für jeden der angeführten Querschnitte wurde das aufnehmbare Grösstmoment M_{max} abgeleitet und die erreichbare Grenzspannweite l_{max} ermittelt. Dabei wurde der Hebelarm der inneren Kräfte unter Berücksichtigung der gedrückten Fläche in der Rippe unterhalb der Platte errechnet.

Wie aus untenstehender Tafel hervorgeht, nimmt der Plattenbalken 1 für eine zulässige Eisenzugspannung von 1200 kg/cm² ein Moment M_{max} = 800 mt auf, womit sich für den freitragenden Plattenbalken eine Grenzspannweite von l_{max} = 21,5 m ermittelt. Dabei beträgt unter Berücksichtigung der mitwirkenden Platte σ_b = 35 kg/cm², ermittelt mit n = 15. Wird unter Verwendung von hochwertigem Baustahl die zulässige Eisenzugspannung auf 1500 kg/cm² erhöht, so kann ein Moment M_{max} = 1000 mt aufgenommen werden, womit sich die Grenzspannweite um 19 % auf 24,4 m vergrössert und σ_b = 40 kg/cm² wird. Mit einer zulässigen Eisenzugspannung von 2000 kg/cm², die bei Verwendung von Baustahl mit einer Streckgrenze $\sigma_s \geqq$ 4000 kg/cm² in Erwägung gezogen werden kann, wird ein Moment M_{max} = 1330 mt aufgenommen und eine Grenzspannweite von 28,3 m erzielt. Dieselbe ist also um 32 % grösser wie im ersten Falle. Dabei beträgt σ_b = 55 kg/cm².

Diese Spannweiten sind noch verhältnismässig gering[1]. Dabei beträgt der Anteil des Eigengewichtes an der Gesamtbelastung gleichbleibend rd. 60 %. Die ohne Berücksichtigung der Platte sich ergebenden Querschnittsbeanspruchungen errechnen sich zu 60/1200, 80/1500 und 100/2000 kg/cm.

Wird die mitwirkende Plattenbreite von 400 cm auf 200 cm verringert (Plattenbalken II), so vergrössern sich die genannten Spannweiten nicht unerheblich. So ergibt sich bei Inrechnungstellung von 45/1200 kg/cm² mit M_{max} = 775 mt l_{max} = 25,5 m, bei Inrechnungstellung von 60/1500 kg/cm² mit M_{max} = 970 mt l_{max} = 28,8 m und bei Inrechnungstellung von 80/2000 kg/cm²

1. Bisher wurden Freiträger mit Spannweiten bis zu 24,5 m ausgeführt.

mit $M_{max} = 1290$ mt $l_{max} = 33{,}6$ m. Dabei beträgt der Anteil des Eigengewichtes an der Gesamtbelastung gleichbleibend rd. 75 %. Die ohne Berücksichtigung der Platte sich ergebenden Querschnittsbeanspruchungen sind die gleichen wie beim Plattenbalken I. Deshalb weichen die auftretenden Betonzugspannungen σ_{bz} von jenen beim Plattenbalken I ermittelten nicht wesentlich ab. Sie erreichen erst bei Inrechnungstellung von $\sigma_e = 2000$ kg/cm² mit $n = 15$ einen Wert von etwa 60 kg/cm².

Ein Vergleich zwischen den Plattenbalken I und II zeigt, dass es zur Erzielung möglichst grosser Spannweiten zweckmässig sein kann, keinen zu grossen Rippenabstand zu wählen. Dies kann aber auch aus sonstigen Gründen erwünscht sein, z. B. um die Betonzugspannungen und die Durchbiegungen möglichst gering halten zu können.

Eine weitere erhebliche Steigerung der abgeleiteten Grenzspannweiten wird durch die Verwendung von Längseisen mit 50 mm Durchmesser erzielt. Wird der Plattenbalken III mit 50/1200 kg/cm² beansprucht, so nimmt er ein Moment $M_{max} = 1510$ mt auf, womit sich eine Grenzspannweite von 29,7 m ermittelt. Für die Beanspruchungen 80/2000 kg/cm² ergibt sich mit $M_{max} = 2520$ mt sogar eine Grenzspannweite von 39,2 m. Dabei beträgt der Anteil des Eigengewichtes an der Gesamtbelastung gleichbleibend rd. 80 %. Die ohne Berücksichtigung der Platte sich ergebenden Querschnittsbeanspruchungen ermitteln sich zu 60/1200 und 100/2000 kg/cm². Die Betonzugspannungen betragen 37,8 und 63,1 kg/cm².

Wird dieses Ergebnis auf durchlaufende Träger oder Auslegerkonstruktionen angewandt, so ergibt sich, je nach dem Grad der Einspannung oder Entlastung eine erhebliche Vergrösserung der Spannweiten. Werden bei durchlaufenden Trägern die Wendepunkte der Momente z. B. in etwa einem Fünftel der Spannweite angenommen, so beträgt

$$L_{1max} = 1{,}4 \cdot l_{max}.$$

Diese Spannweite kann sich noch erheblich vergrössern, wenn die Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes berücksichtigt wird.

Bei Auslegerkonstruktionen können sich wesentlich grössere Spannweiten ergeben. Entsprechend dem Beispiel der Donaubrücke in Grossmehring kann

$$L_{2max} = 2{,}5 \cdot l_{max}$$

gesetzt werden. Damit leiten sich, wie obenstehende Tabelle zeigt, im ersten Falle Grenzspannweiten von 30 bis 47 m und im letzten Falle Grenzspannweiten von 54 bis 84 m ab.

Diese teilweise beträchtlichen Spannweiten lassen sich noch erheblich vergrössern, wenn eine Bewehrung von 40 Längseisen mit 50 mm Durchmesser in Betracht gezogen wird. So kann der Plattenbalken IV bei Inrechnungstellung von 80/1200 kg/cm² ein Moment $M_{max} = 2810$ mt und bei Inrechnungstellung von 130/2000 kg/cm² ein Moment von $M_{max} = 4700$ mt aufnehmen. Damit ergibt sich für den freitragenden Plattenbalken eine Grenzpannweite von 41,3 bezw. 53,8 m, wobei der Anteil des Eigengewichtes an der Gesamtbelastung rd. 80 % beträgt. Es ermittelt sich dann $L_{1max} = 57{,}8$ bezw. 75,4 und $L_{2max} = 103{,}0$ bezw. 133,5 m. Die beiden letzten Spannweiten

sind ausserordentlich gross. Allerdings erreichen die Betonzugspannungen mit 56,6 und 96,0 kg/cm² beträchtliche Werte.

Wird, um sowohl die Betondruck- wie die Betonzugspannungen zu verringern, der Plattenbalken V in Rechnung gestellt, so ermittelt sich bei Inrechnungstellung von 60/1200 M_{max} = 4500 mt und bei Inrechnungstellung von 100/2000 kg/cm² sogar M_{max} = 7460 mt. Damit beträgt l_{max} = 44,4 bezw. 57,5 m bei einem Anteil des Eigengewichtes an der Gesamtbelastung von durchweg rd. 85 °/₀. Es ergibt sich dann L_{1max} = 62,1 bezw. 80,5 m und L_{2max} = 111 bezw. 144 m. Die Betonzugspannungen betragen dabei 45 bezw. 76,4 kg/cm².

Die beiden letztgenannten Spannweiten sind überraschend gross. Allerdings erreicht die Querschnittshöhe mit 570 cm ein aussergewöhnliches Mass.

Zusatzspannungen aus Temperatur und Schwinden blieben bei dieser Betrachtung ausser Ansatz. Die auftretenden Schubspannungen sind durchweg so gering, dass sie durch eine Schubsicherung ohne weiteres aufgenommen werden können. Soweit grössere Betonzugspannungen ermittelt wurden, ist zu beachten, dass bei stark bewehrten Rippenquerschnitten die übliche Berechnungsweise nach Zustand I mit n = 10 oder n = 15 zu ungünstige Werte ergibt. An Hand von Balkenversuchen lässt sich dies nachweisen[1]. Es ist also die Rissesicherheit von hochbeanspruchten Plattenbalkenbrücken grösser, als es rechnungsmässig den Anschein hat.

Zusammengefasst ist zu sagen, dass bei nicht aussergewöhnlicher Bewehrung und bei Inrechnungstellung von erhöhten zulässigen Beanspruchungen Balkenbrücken in Eisenbeton mit rechteckigem Rippenquerschnitt bis zu etwa 100 m Spannweite möglich sind. Durch die Anordnung einer besonders starken Bewehrung sind sogar Spannweiten bis zu etwa 140 m möglich.

Traduction.

Il a été signalé, dans les différents rapports, que l'on a réalisé actuellement, dans la construction des ponts à travées rectilignes en béton armé avec poutres principales à âme pleine, des portées atteignant, en Hongrie, jusqu'à 38,4 m (Parkgassenbrücke, à Temesvar), et en Allemagne, jusqu'à 61,5 m (pont sur le Danube à Grossmehring). A l'occasion de la mise au concours pour la construction du Pont des Trois-Roses, à Bâle, a été présenté un projet comportant une portée entre appuis de 106 m. (auteur : Wayss und Freytag, A. G., avec le concours du Professeur Mörsch). Ces ponts ne constituent pas toutefois des exemples de poutres reposant à proprement parler librement. Les portées ci-dessus indiquées ont plutôt été réalisées au moyen de dispositions particulières permettant de réduire les moments dans la portée. Elles consistent en l'installation de contrepoids dans les travées de rive, la construction en encorbellement et l'adoption de systèmes de poutres continues.

Nous nous proposons, dans les lignes qui suivent, en étudiant des disposi-

1. Vgl. Olsen, Ueber den Sicherheitsgrad von hochbeanspruchten Eisenbeton-Konstruktionen, Seite 104 ff. Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin, 1932.

Ces deux dernières portées sont extrêmement élevées. La hauteur de la section atteint d'ailleurs la valeur anormalement élevée de 570 cm.

Nous n'avons pas fait intervenir dans ces considérations les influences exercées par la température et la contraction due au retrait. Les contraintes de cisaillement sont si faibles qu'elles peuvent être supportées par un simple renforcement spécial. Dans tous les cas où l'on a pu observer des contraintes de traction élevées dans le béton, il est à noter que, lorsqu'il s'agit de sections de nervures à forte armature, le mode de calcul courant suivant 1, avec $n = 10$ ou $n = 15$ conduit à des résultats défavorables. Ceci est confirmé par les essais effectués sur des ponts [1]. La sécurité contre la fissuration, dans les ponts à poutres à nervures à fortes contraintes, est donc supérieure à ce que semble indiquer le calcul.

Pour conclure, on peut dire que, pour une armature ne sortant pas de la normale, et en tenant compte des contraintes admissibles poussées, on peut construire des ponts à poutres en béton armé, avec section de nervure rectangulaire, jusqu'à des portées de l'ordre de 100 m. En adoptant des dispositions renforcées pour les armatures, il est même possible de pousser la portée jusqu'à environ 140 m.

Zusammenfassung.

An Hand einiger kennzeichnender Querschnittsformen wurde der Frage nähergetreten, welche Grenzspannweiten bei vollwandigen Plattenbalkenbrücken erreichbar sind, wenn hochwertige Baustoffe verwendet werden. Den Ausführungen wurden im wesentlichen die amtlichen deutschen Vorschriften zugrunde gelegt (Dampfwalze von 24 t Dienstgewicht, Menschengedränge von 500 kg/m², Stosszahl 1,3). Als zulässige Eisenzugspannungen wurde für das übliche Handelseisen 1200 kg/cm², für hochwertigen Baustahl 1500 und 2000 kg/cm² gewählt.

Für jede in einer Abbildung dargestellten Querschnittsform wurde das aufnehmbare Grösstmoment M_{max} abgeleitet und damit zunächst die Grenzspannweiten l_{max} der freitragenden Plattenbalken ermittelt. Dieselben sind in einer Tafel zusammengestellt und betragen beim Plattenbalken I 21,5 bis 28,3 m und beim Plattenbalken II 25,5 bis 33,6 m. Beim Plattenbalken III betragen die Grenzspannweiten 29,7 und 39,2 m.

Bei durchlaufenden Konstruktionen vergrössern sich diese Spannweiten auf

$$L_{1max} = 1,4\ l_{max}$$

und bei Auslegerkonstruktionen kann sogar

$$L_{2max} = 2,5\ l_{max}$$

gesetzt werden. Damit leiten sich für den Plattenbalken I und II Grenzspannweiten von 30 bis 47 m bezw. 54 bis 84 m und für den Plattenbalken III Grenzspannweiten von 42 und 55 m bezw. von 74 und 98 m ab.

Bei den Plattenbalken IV und V ergeben sich noch wesentlich grössere

1. Voir Olsen : Ueber den Sicherheitsgrad von hochbeanspruchten Eisenbeton-Konstruktionen — pages 104 et suivantes; W. Ernst und Sohn, Berlin 1932, Editeur.

Spannweiten, nämlich $l_{max} = 41{,}3$ bis 57,5 m, $L_{1max} = 58$ bis 81 m und $L_{2max} =$ 103 bis 144 m.

Bei nicht aussergewöhnlich starker Bewehrung sind also vollwandige Plattenbalkenbrücken bis zu etwa 100 m Spannweite, bei besonders starker Bewehrung sogar bis zu etwa 140 m Spannweite möglich.

Résumé.

En s'appuyant sur plusieurs formes caractéristiques de sections, l'auteur étudie les portées limites qu'il est possible de réaliser dans la construction des ponts à poutres en béton armé à âme pleine à nervures, en employant des matériaux possédant des caractéristiques supérieures. L'étude en est basée, en particulier, sur les Prescriptions allemandes officielles (rouleau à vapeur de 24 tonnes en ordre de marche — charge répartie de 500 kg/m²). En ce qui concerne le taux de travail à la traction des fers d'armature, l'auteur adopte les valeurs suivantes : 1200 kg/cm² pour les fers ordinaires du commerce, 1500 et 2000 kg/cm² pour les aciers de construction à haute résistance.

Pour chacune des sections représentées sur la figure, ont été calculés le moment maximum à supporter M_{max} et les portées limites l_{max} pour les poutres nervurées reposant librement. Ces calculs sont résumés en un tableau : on atteint pour la poutre I, 21,5 à 28,3 m, pour la poutre II, 25,5 à 33,6 m, pour la poutre III, 29,7 et 39,2.

Dans le cas des pontres continues, ces portées peuvent être poussées à

$$L_{1max} = 1{,}4\ l_{max}$$

dans le cas de la disposition en porte-à-faux, on peut même atteindre

$$L_{2max} = 2{,}5\ l_{max}$$

On arrive ainsi, pour les poutres I et II, à des portées limites de 30 à 47 m, et de 54 à 84 m, pour la poutre III à des portées limites de 42 à 55 et de 74 à 98 m.

Avec les poutres IV et V, on arrive à des portées maxima encore sensiblement supérieures, à savoir :

$$l_{max} = 41{,}3 \text{ à } 57{,}5 \text{ m};$$
$$L_{1max} = 58 \text{ à } 81 \text{ m};$$
$$L_{2max} = 103 \text{ à } 144 \text{ m}.$$

Par suite, en adoptant un système d'armature restant dans la normale, on peut donc, avec les ponts à poutres en béton armé nervurées à âme pleine, atteindre des portées de l'ordre de 100 m, tandis qu'en adoptant un système d'armature renforcé, on peut pousser la portée limite jusqu'à environ 140 m.

Summary.

With some characteristic forms of cross-section, an investigation was made as to what limits of span could be reached with full-web T-shaped beams when material of great tensile strength is employed. The constructions were