

C

Nr 19094.
Politechnika Warszawska

Association Internationale des Ponts et Charpentes
Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau
International Association for Bridge and Structural Engineering

DEUXIÈME CONGRÈS
ZWEITER KONGRESS
SECOND CONGRESS

BERLIN-MUNICH, 1-11 OCTOBRE 1936

Essais sur poutrelles renforcées par des raidis-
seurs soudées à leur âme.

Versuche mit Trägern, deren Stege durch angeschweißte
Versteifungen verstärkt sind.

Experiments on Girders with Welded Web Stiffeners.

Dr. Ing. St. Bryla,

Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie (Pologne).

Reproduction interdite - Tous droits réservés

TIRAGE À PART EXTRAIT DU RAPPORT FINAL
SONDERDRUCK AUS DEM SCHLUSSBERICHT
REPRINTED FROM THE FINAL REPORT

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN / BERLIN 1938

BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

e-12024

1955 201

BG05A/001-16

VII a 4

Essais sur poutrelles renforcées par des raidisseurs soudés à leur âme.

Versuche mit Trägern, deren Stege durch angeschweißte Versteifungen verstärkt sind.

Experiments on Girders with Welded Web Stiffeners.

Dr. Ing. St. Bryła,

Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie (Pologne).

Dans le but d'apprécier l'influence des raidisseurs soudés aux âmes des poutrelles on a procédé à des essais, 1° sur 16 poutrelles PN. 16, 20, 24 et 30; 2° sur 6 poutrelles PN. 32 et 34. Toutes les poutrelles avaient une portée L de 2 mètres. Elles furent soumises à flexion à l'aide d'une charge concentrée située au milieu de la portée.

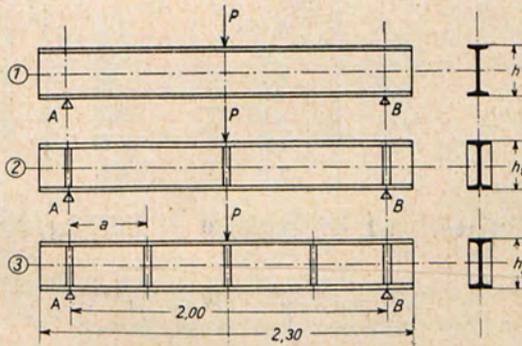


Fig. 1—3.

Trois types de poutrelles furent soumis aux essais :

- 1° Des poutrelles sans raidisseurs d'âme (fig. 1).
- 2° Des poutrelles munies de 3 paires de raidisseurs (fig. 2), placés au droit des appuis et de la force concentrée.
- 3° Des poutrelles munies de 5 paires de raidisseurs (fig. 3) à 0,50 m d'intervalle.

Le tableau I donne les forces maxima supportées par les poutrelles. Les indices indiquent le nombre de paires de raidisseurs.

Tableau I.

NP	Force supportée par la poutre		
	R ₀	R ₃	R ₅
16	8,6 t	7,425 t	7,6 t
20	15,4	13,75	15,8
24	22,9	23,85	26,3
30	39,9	48,45	48,3
32	46,0	58,5	59,5
34	51,0	69,5	72,5

L'examen des différences R₃—R₀ (tableau II) montre que, dans le cas de poutrelles de grande hauteur relative, l'adjonction de 3 paires de raidisseurs accroît d'autant plus l'effort de rupture R que la poutrelle est plus haute. L'adjonction de raidisseurs aux poutrelles PN. 16 et 20, n'a pas augmenté leur résistance. La dernière colonne du tableau donne les accroissements de résistance dus à l'adjonction de 5 paires de raidisseurs. Dans le cas de la poutrelle PN 16, une diminution de résistance s'est manifestée. Pour les autres poutrelles, l'accroissement de la résistance augmente en même temps que la hauteur relative de la poutrelle.

Tableau II.

NP	R ₃ —R ₀		R ₅ —R ₃		R ₅ —R ₀	
	Tonnes	%	Tonnes	%	Tonnes	%
16	— 1,175	— 13,7	0,175	2,36	— 1,0	— 11,6
20	— 1,75	— 11,3	2,05	14,9	0,4	2,6
24	0,95	4,15	2,45	10,27	3,4	14,8
30	8,55	21,4	0,15	— 0,31	8,4	21,0
32	12,5	27,2	1,0	1,71	13,5	29,4
34	18,5	36,3	3,0	4,6	21,5	42,2

La charge de sécurité est ici (pour $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$ et $M = \frac{PL}{4}$, où $L = 200 \text{ cm}$):

$$P_b = \frac{4 \cdot 1200}{L} W = 24 W. \quad (1)$$

Le coefficient de sécurité $n = \frac{R}{P_b}$, c'est-à-dire le rapport de la charge de rupture à la charge de sécurité, est donné au Tableau III, pour chacun des cas étudiés.

Tableau III.

I NP	W cm ³	P _b Tonnes	n ₀	n ₃	n ₅
16	117	2,81	3,06	2,98	3,05
20	214	5,14	3	2,68	3,08
24	354	8,50	2,7	2,80	3,10
30	653	15,67	2,55	3,09	3,08
32	782	18,75	2,45	3,12	3,16
34	923	22,32	2,28	3,12	3,25

Si nous faisons abstraction des poutrelles PN. 16 et 20, nous remarquons que n_0 diminue et que n_3 augmente à mesure que la hauteur de la poutrelle croît; n_5 ne varie presque pas, mais dépasse n_0 dans chaque cas.

Le tableau IV donne les valeurs de σ obtenues en substituant à P les valeurs de Q et de R données dans le tableau I, et à W les valeurs données au tableau III. Nous ramenons ainsi à une commune mesure les résultats obtenus avec des poutrelles de hauteurs différentes.

Tableau IV.

I NP	Nombre de paires de raidisseurs	Tensions σ obtenues en remplaçant dans l'équation (3), P par les valeurs de Q et de R tirées du tableau I	
		Q	R
16	0	29,5	36,8
	3	29	31,7
	5	29	32,4
20	0	29,2	36
	3	27,9	32,2
	5	31	36,9
24	0	26,2	32,4
	3	27,4	33,8
	5	29,7	37,2
30	0	23	30,6
	3	29,3	37
	5	30,2	37
32	0	—	29,4
	3	—	37,4
	5	—	38,0
34	0	—	27,7
	3	—	37,7
	5	—	39,3

Les diagrammes des figures 4 à 6 reproduisent graphiquement les résultats figurant au tableau IV. On a porté en abscisses les hauteurs des poutrelles en centimètres et en ordonnées les tensions σ en kg/mm^2 . Si la matière des poutrelles avait présenté une homogénéité parfaite, si les essais avaient été effectués dans des conditions idéales, sans possibilité de rupture par déversement latéral, et si la formule $\sigma = \frac{M}{W}$ avait été valable jusqu'à la rupture, les courbes eussent été des horizontales.

On voit que la courbe 4 descend, alors que les courbes 5 et 6 montent. Le premier résultat était à prévoir tandis que les deux autres résultats démontrent que cette diminution de la résistance est à éviter en soudant des raidisseurs aux âmes et aux ailes des poutrelles. La cause de ce phénomène est le fait que les raidisseurs préviennent l'écrasement de l'aile supérieure.

Les figures 7 et 8 montrent le mode et l'importance du déversement. Les poutrelles munies de raidisseurs prennent, après déversement, une forme à double

ondulation avec point d'inflexion au milieu de la poutrelle (fig. 7). Les poutrelles dépourvues de raidisseurs (fig. 8) prennent, après déversement, une forme présentant une seule ondulation. Les raidisseurs favorisent donc la formation de la double ondulation, ce qui a pour effet d'augmenter la charge critique donnant lieu au déversement.

Le même phénomène s'est montré avec toutes les poutrelles. Dans le cas de poutrelles avec raidisseurs, les deux ailes ont pris une flèche, aussi bien l'aile supérieure que l'aile inférieure. Les poutrelles dépourvues de raidisseurs sont restées droites ou n'ont pris qu'une flèche réduite. Dans le cas des poutrelles dépourvues de raidisseurs, nous observons un écrasement de l'aile supérieure

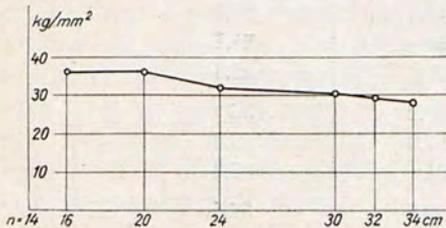


Fig. 4.

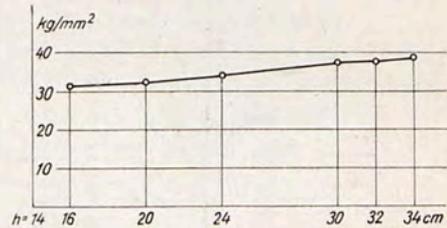


Fig. 5.

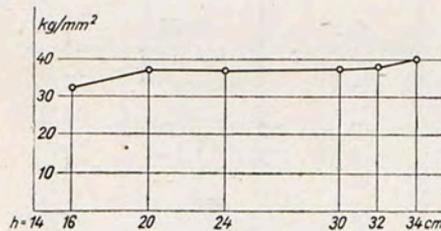


Fig. 6.

au droit de la charge concentrée d'autant plus important que la poutrelle est plus haute. L'effet des raidisseurs sur la déformation des poutrelles est d'autant plus marqué que ces poutrelles ont une grande hauteur. Il en résulte que la résistance à la flexion des poutrelles munies de raidisseurs était sur le point d'être épuisée et que leur rupture était proche. Au contraire, les poutrelles dépourvues de raidisseurs étaient encore éloignées de la rupture par flexion lorsqu'elles ont cédé par suite de l'écrasement de l'aile sous la charge concentrée. L'écrasement observé sur les poutrelles hautes, dépourvues de raidisseurs, alors que les tensions σ étaient encore relativement faibles, semble montrer que ce ne sont pas ces tensions qui jouèrent le rôle décisif plutôt les tensions normales régnant dans des sections horizontales de l'âme, immédiatement sous l'aile, au droit de la charge concentrée. Professeur *Huber* les appelle tensions transversales¹ et leur consacre plusieurs chapitres de son ouvrage. A une autre place, nous étudions plus en détail ces tensions transversales. Ici nous nous bornons à donner des résultats:

¹ *M. T. Huber*: Etudes sur les poutres en double T. Compte-rendu de la Société Technique de Varsovie, 1925.

1° Le renforcement d'une poutrelle en I à l'aide de raidisseurs soudés à l'âme, au droit de la charge concentrée, augmente la résistance à la flexion. Cet accroissement de résistance est d'autant plus marqué que la poutrelle est plus haute: insignifiant pour une poutrelle PN 16, il atteint 40 % pour une poutrelle PN 30.

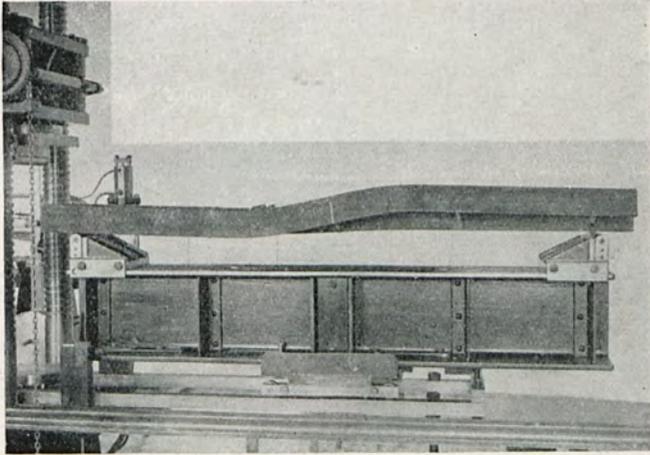


Fig. 7.

L'adjonction de semelles soudées à l'âme, à des emplacements différents de celui de la charge concentrée, accroît également la résistance de la poutrelle, mais dans une mesure plus faible.

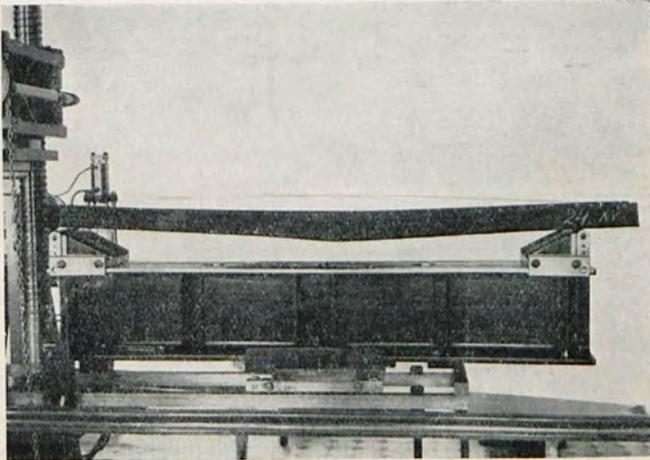


Fig. 8.

2° Les tensions maxima obtenues à l'aide de la formule $\sigma = \frac{M}{W}$ doivent être diminuées lorsqu'on a affaire à des poutrelles de grande hauteur. Cette formule ne peut donc pas être utilisée pour déterminer la résistance de poutrelles d'une certaine hauteur, soumises à des charges concentrées, car ces poutrelles ne cèdent pas par flexion, mais par écrasement. En soudant des raidisseurs au droit de la charge concentrée, on retarde la rupture par écrasement et l'emploi de la formule précédente peut être maintenu.