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

Band: 2 (1936)

Artikel: Essais sur poutres laminées renforcées par soudage

Autor: Bryla, St.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-3079

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: 12.07.2025

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

V 3

Essais sur poutres laminées renforcées par soudage.

Versuche mit durch Schweißung verstärkten Walzträgern.

Experiments on Rolled Sections Strengthened by Welding.

Dr. Ing. St. Bryła,
Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie, et

Dr. Ing. A. Chmielowiec,
Professeur-adjoint à l'Ecole Polytechnique, Lwów.

Les poutrelles essayées avaient une hauteur de 30 cm et une portée de 2,00 m. Elles furent soumises à une charge concentrée, appliquée au milieu de la poutre. Les types suivants furent étudiés (fig. 1 et 2):

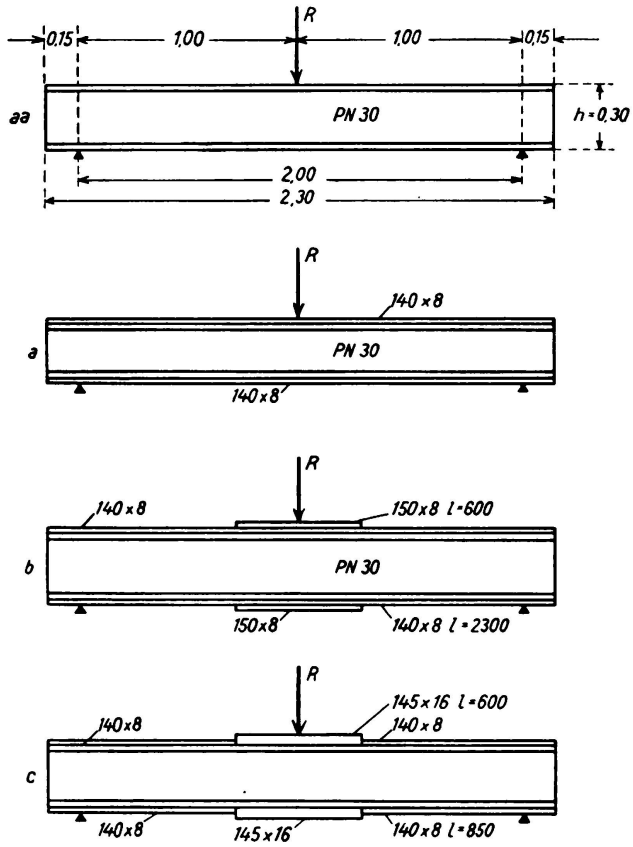

Fig. 1.

Type aa: profilé normal 30.
Type a: profilé normal 30 renforcé par une semelle de 140 · 8.
Type b = type a renforcé par une semelle de 150 · 8 sur une longueur de 60 cm au milieu de la portée.

Type c = type b à la seule différence qu'au lieu de 2 semelles de 8 mm d'épaisseur chacune on a, au milieu, une seule semelle de 145 · 16 (fig. 3).

Tous ces types étaient soit sans raidisseurs (groupe I), soit avec raidisseurs soudés (groupe II) (fig. 4). Au groupe II se rattachent deux types de poutres à âme pleine à section composée, h = 30 cm (fig 5 et 6).

Type d: avec semelles rivées.

Type e: avec semelles soudées.

Le tableau I donne le poids des poutres étudiées (colonne 5) et les charges supportées par les poutres, c'est-à-dire les charges de rupture R (colonne 4). Dans certains cas nous avons fait plusieurs essais sur des poutres du même type et du même groupe, R est alors la moyenne arithmétique des résultats des différents essais. A la 6e colonne du tableau I nous donnons la charge de rupture par unité de poids ou charge spécifique de rupture: r = R : G. C'est sur la base du tableau I que nous avons calculé les tableaux II, III et IV qui indiquent les accroissements de la charge absolue et de la charge spécifique de rupture d'un type de poutre par rapport à un autre. L'addition d'une semelle augmente beaucoup plus la charge absolue que la charge spécifique de rupture et cette augmentation est plus forte dans le groupe II que dans le groupe I. L'addition d'une courte semelle (type b) est au contraire beaucoup plus avantageuse pour le groupe I. Le type c est le plus économique, il fournit des valeurs de R et de r de 10 % plus grandes environ, quel que soit le groupe considéré. Le soudage d'une semelle à une poutrelle est particulièrement avantageux lorsqu'on désire augmenter la résistance de la poutrelle sans trop en augmenter la hauteur.

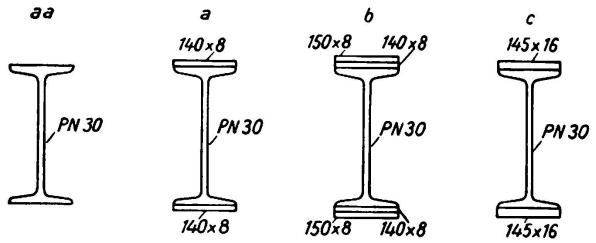

Fig. 2.

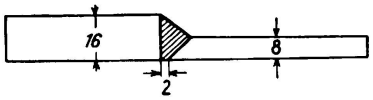

Fig. 3.

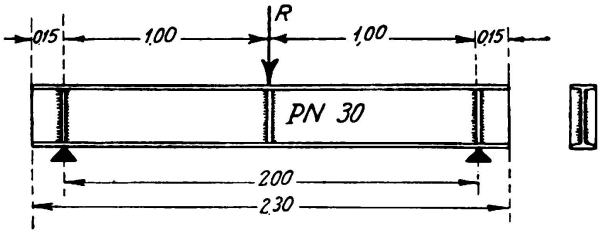

Fig. 4.

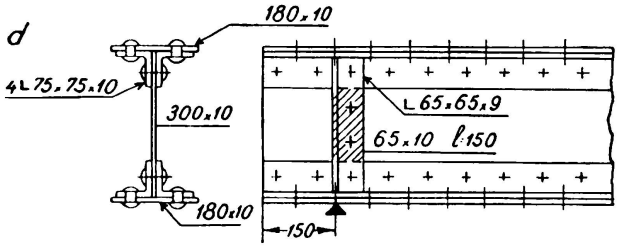

Fig. 5.

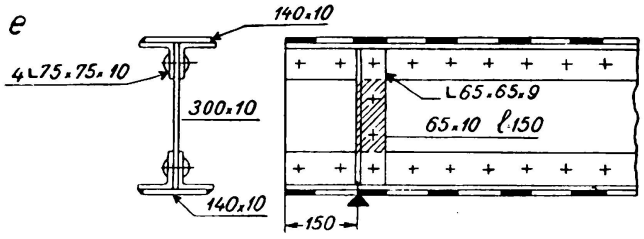

Fig. 6.

tableau I.

1	2	3	4	5	6
groupe	type	Nombre des essais	R en t	G kg	r = R : G
I Poutres sans raidisseurs	aa	1	39,9	124,75	320
	a	3	54,7	165,25	330
	b	1	62,5	176,55	354
	c	1	68,5	176,55	388
II Poutres avec raidisseurs	aa	3	48,4	133,58	362
	a	9	71,3	174,08	409
	b	2	76,75	185,38	414
	c	1	84,5	185,38	455
	d	2	79,0	256,6	308
	e	2	74,9	242,2	309

tableau II.

groupe	I	II
$R_a - R_{aa}$	37,2 %	47,4 %
$R_b - R_a$	14,25 „	7,65 „
$R_c - R_a$	25,3 „	18,5 „
$R_c - R_b$	9,6 „	10,0 „

tableau III.

groupe	I	II
$r_a - r_{aa}$	3,12%	13,0%
$r_b - r_a$	7,3 „	1,5 „
$r_c - r_a$	17,5 „	11,2 „
$r_c - r_b$	9,6 „	9,9 „
$r_b - r_{aa}$	10,6 „	14,4 „
$r_c - r_{aa}$	21,2 „	26 „

tableau IV.

groupe	I	II
$r_{aa} - r_e$	2,8%	17 %
$r_a - r_e$	5,4 „	32,4 „
$r_b - r_e$	11,5 „	34 „
$r_c - r_e$	20,2 „	47 „

Les deux types d et e ont presque la même valeur du point de vue économique: r = 308 et 309. Cette valeur est un peu inférieure à celle obtenue pour les poutrelles laminées. Il ressort du tableau IV que les poutrelles sans raidisseurs sont de 2,8 à 20 % plus économiques que les poutres à section composée munies de raidisseurs. Quant aux poutrelles laminées, munies de raidisseurs, leur supériorité économique va de 17 à 47 %. Il faut en outre tenir compte de la main-d'oeuvre qui est beaucoup plus importante pour les poutres à section composée que pour les autres. Dans les constructions rivées on préfère souvent les poutres composées aux profilés de laminage (par exemple pour les longerons et les pièces de pont) car il est difficile d'assembler entre elles par rivure les poutrelles laminées (assemblage des longerons aux pièces de pont). Cette difficulté disparaît dans les constructions soudées. Dans ces dernières il est donc tout indiqué de préférer les poutrelles laminées, renforcées ou non, aux poutres à section composée: l'exécution en est simplifiée, le poids réduit et la résistance accrue. C'est là un des grands avantages des constructions soudées sur les constructions rivées.

Au moment de la rupture de la poutre, la tension

$$\sigma = \frac{M}{J} \cdot v = \frac{M}{W}$$

devrait atteindre une valeur égale à la résistance de l'acier à la rupture si la destruction de la poutre provenait de la flexion et si l'acier suivait exactement la loi de *Hooke*. Par suite de l'existence du palier, le moment fléchissant M et la charge de rupture augmentent de près de 15 % dans les poutres à section en double té; nous aurons

$$M = \frac{R \cdot L}{4} = 1{,}15\, W \cdot \sigma \quad \text{ou} \quad \sigma = \frac{R \cdot L}{4 \cdot 1{,}15\, W} = \frac{R}{B}$$

pour

$$L = 200 \text{ cm}, \quad B = \frac{1{,}15\, W}{50 \text{ cm}}.$$

Le tableau V donne les tensions σ calculées suivant les formules ci-dessus. Si le matériau était parfaitement homogène, si les poutres étaient toutes monolithiques et si toutes avaient péri par flexion, les σ du tableau V seraient tous égaux à la limite d'écoulement du métal. Dans les poutres monolithiques du type aa et dans les poutres quasi-monolithiques du type a, le matériau est mieux utilisé que dans les poutres composées de plusieurs éléments comme le sont les poutres des types d, e, b et c. C'est la raison pour laquelle ces dernières ont donné des résultats inférieurs à ceux fournis par les autres poutres. Dans le type b, la section dangereuse ne se trouve pas nécessairement au centre de la poutre. Elle se trouve probablement à 250 mm du centre, là où la seconde semelle n'est pas encore agissante. Les valeurs obtenues aves les poutres sans raidisseurs sont beaucoup moins grandes que celles obtenues avec les poutres munies de raidisseurs (groupe II). On peut en conclure que les poutres sans raidisseurs n'ont pas péri par flexion. C'est l'écrasement de l'âme qui a provoqué la destruction de ces poutres. La charge concentrée, appliquée sur l'aile supérieure de la poutrelle, engendre des contraintes transversales, c'est-à-dire une compression verticale au droit de la charge. Ces contraintes sont maxima dans la partie supérieure de la poutre, juste au-dessous de l'aile. Lorsque ces contraintes dépassent la limite d'écoulement, l'âme subit un écrasement. Pour calculer les contraintes transversales σ_z, le professeur *M. T. Huber*[1] considère l'aile comprimée comme une poutre reposant sur une base élastique. I_s étant le moment d'inertie de cette poutre, h_1 la hauteur et δ l'épaisseur de l'âme de la poutrelle, on obtient:

tableau V.

type	W cm³	B cm²	σ kg/mm² groupe I	σ kg/mm² groupe II
aa	653	15,07	26,4	32
a	958	22,05	24,8	32,4
b	1292	29,80	21	25,8
c	1292	29,80	23	28,4
d	1246	28,68		27,6
e	1154	26,50		28,2

$$\sigma_z = \frac{R\,\alpha}{2\,\delta}, \qquad \alpha^4 = \frac{0{,}4\,\delta}{I_s \cdot h_1}.$$

[1] Prof. *M. T. Huber*: Etude des poutres en double té. Comptes-rendus des séances de la Société Polytechnique de Varsovie, 1923.

Pour tenir compte de la liaison rigide entre l'âme et l'aile, il faut réduire la contrainte transversale de 8 % (par analogie avec la charge uniformément répartie). Dans une poutrelle PN 30, $\delta = 1{,}08$ cm, $h_1 = 26$ cm et l'on a:

$$\sigma_z = \frac{R}{A}, \qquad A = 6{,}55 \sqrt[4]{I_s}.$$

Le tableau VI donne les valeurs de σ_z calculées suivant ces formules. Elles sont beaucoup plus grandes que les tensions σ, résultant de la flexion, dans les poutres sans raidisseurs (tableau V, groupe I), ce qui prouve que ce sont ces tensions transversales qui ont causé la rupture des poutres sans raidisseurs.

tableau VI.

Poutres sans raidisseurs.

type	J_s cm⁴	A cm²	σ_z kg/mm²
aa	5,05	9,85	40,50
a	16,57	13.26	41,28
b	39	16.40	38,10
c	39	16,40	41,80

tableau VII.

Poutres avec raidisseurs.

type	1,59 A cm²	σ_z kg/mm²
aa	15,70	32,5
a	21,14	33,8
b	26,0	29,55
c	26,0	32,75

Il peut paraître étonnant que les valeurs σ_z dépassent la limite d'écoulement. Nous l'expliquons par le fait que les essais n'ont pas été interrompus au moment précis où la tension σ_z atteignait la limite d'écoulement; la charge a encore été augmentée et, par suite des déformations, elle s'est répartie sur une bande assez large, diminuant ainsi les tensions au point milieu.

En admettant que les raidisseurs placés au droit de la force R répartissent également la charge dans les deux membrures, on obtient des tensions transversales de 1,59 fois plus faibles.[2] Donc

$$\sigma_z = \frac{R}{1{,}59\,A}.$$

Le tableau VII indique les tensions, calculées d'après cette formule, dans les poutres avec raidisseurs. Ici également, les valeurs sont plus grandes que celles du tableau V groupe II. Les différences ne sont cependant pas assez grandes pour exclure la possibilité de rupture des poutres par flexion. On le voit sur les figures. La membrure inférieure de la poutre sans raidisseurs (fig. 7) est intacte (les tensions verticales sont ici égales à zéro). La membrure supérieure s'est pliée, ainsi que l'âme. Dans les poutres avec raidisseurs (fig. 8, 9 et 10) les deux membrures ont été distinctement pliées au droit du point d'application de la charge concentrée, ce qui prouve que les tensions dues à la flexion ont également contribué à la destruction des poutres. Dans le cas des fig. 8 et 9, la semelle de la membrure supérieure s'est ondulée et, dans le cas de la fig. 8, les cordons de soudure ont été arrachés.

---

[2] *Bryla:* Influence des raidisseurs d'âme soudés aux poutrelles, sur leur résistance. Annales de l'Académie des Sciences Techniques, Varsovie, 1935, I, p. 152.

C'est l'effet des tensions transversales mais c'est aussi le flambage de la semelle comprimée qui, entre les cordons de soudure, peut flamber. Voilà pourquoi les semelles ne se sont pas pliées dans une poutre avec cordons continus (fig. 10).

Fig. 7.

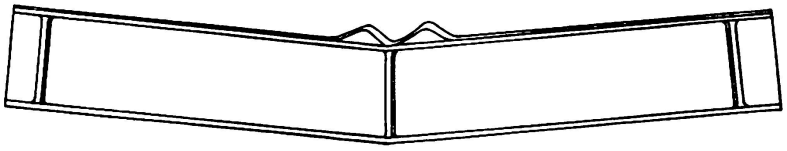

Fig. 8.

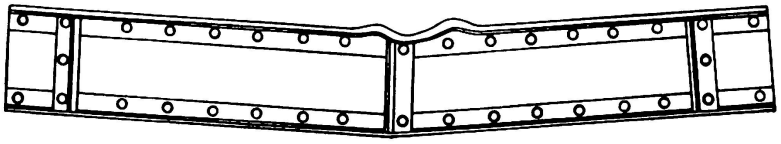

Fig. 9.

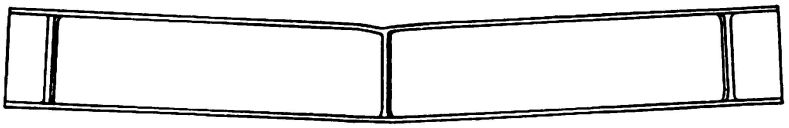

Fig. 10.

Conclusions.

L'addition d'une semelle à une poutrelle augmente sa charge de rupture R (tableau I). La charge spécifique de rupture (par kg de poutre), r = R : G, augmente dans une proportion plus faible. Les poutres à section composée sont inférieures aux poutrelles laminées, renforcées ou non par des semelles. Une semelle épaisse est préférable à deux semelles de moindre épaisseur. Dans les poutres sans raidisseurs ce sont les compressions verticales au-dessous du point d'application de la charge concentrée et non pas les tensions dues à la flexion qui ont provoqué la destruction des poutres par écrasement de l'âme (voir les tableau V et VI et la fig. 7). Dans les poutres munies de raidisseurs, les tensions dues à la flexion ont contribué à la destruction des poutres (voir les tableaux V et VII et les fig. 8, 9 et 10).