Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 21 (1975)

Artikel: Diminution du nombre de goujon connecteurs d'une poutre mixte par l'emploi de semelles de contact acier-béton à adhérence renforcée

Autor: Janss, J. / Piraprez, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-18783

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

Diminution du nombre de goujons connecteurs d'une poutre mixte par l'emploi de semelles de contact acier-béton à adhérence renforcée

Verwendung von Obergurten mit erhöhter Beton-Stahl-Haftung zur Verminderung der Anzahl Dübel bei Verbundträgern

Decrement of the Connectors of a Composite Beam by Use of an Upper Flange with an Improved Grip for Steel-Concrete

J. JANSS E. PIRAPREZ
C. R. I. F.
Liège, Belgique

1. INTRODUCTION.

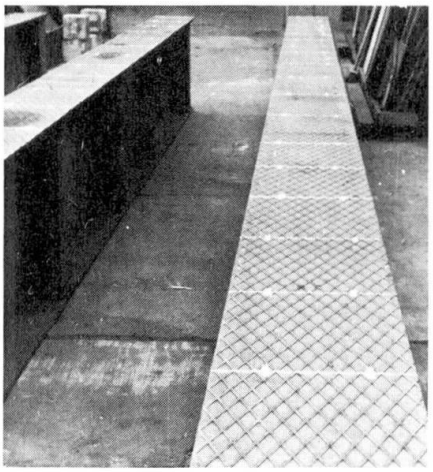
Un des points fondamentaux lors de la mise en oeuvre de poutres mixtes, aussi bien pour le calcul que pour l'exécution, est la liaison entre les deux matériaux acier et béton. Cette liaison est souvent réalisée au moyen de goujons connecteurs soudés sur le profilé en acier. Cependant ces connecteurs sont assez onéreux et des essais ont été entrepris dans le but de réduire le nombre de goujons connecteurs en ayant recours à des profilés métalliques dont la semelle de contact avec le béton porte des empreintes particulières créant une adhérence artificielle entre les deux matériaux.

Une première série d'essais statiques et dynamiques sur éprouvettes du type "push out" a mis en évidence l'efficacité de cette solution. La présence d'empreintes ou de stries à la surface de liaison entre l'acier et le béton permet de réduire de 50 % le nombre de goujons connecteurs lorsque ces connecteurs sont dimensionnés à partir des formules classiques autorisant un glissement résiduel maximum de 0,08 mm |1| |2|.

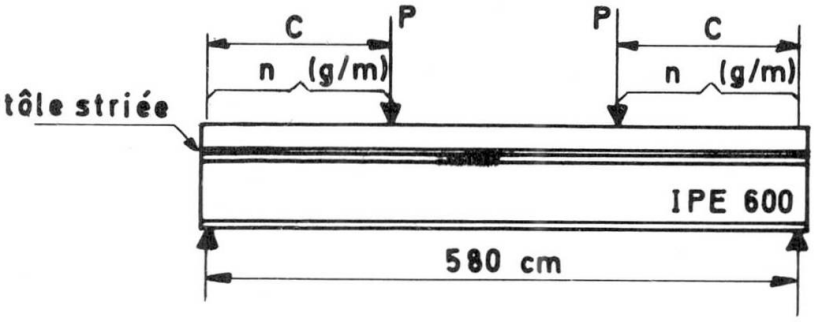
2. ESSAIS.

L'objectif des présents essais est de vérifier si les premiers résultats acquis sont applicables à des poutres de dimensions importantes dont les goujons sont dimensionnés soit par les formules classiques soit par les formules donnant la résistance ultime des goujons.

Les essais ont porté sur 6 poutres mixtes de 6 m de longueur composées d'un profilé IPE 600 et d'une dalle en béton dont la section est de 120 x 10 cm. La surface de contact à adhérence artificielle entre l'acier et le béton a été réalisée en soudant sur la semelle supérieure du profilé une tôle striée de 10 mm d'épaisseur. La hauteur des stries est de $\pm$ 1 mm (figure 1). Les six poutres ont les mêmes dimensions et elles ne diffèrent entre elles que par le nombre de goujons et la valeur de l'effort rasant auquel les goujons sont soumis. (Figure 2)



- Figure 1 -



N° de la poutre	C en cm	Nombre de goujons effectivement placés par mètre courant : n (g/m)
1	140	21
2	190	16
3	240	10
4	190	8
5	240	10
6	140	14

- Figure 2 -

Les goujons connecteurs ont les caractéristiques suivantes : hauteur 70 mm, diamètre 15,88 mm (5/8"), contrainte de rupture $R_{a,r}$=50 kg/mm². Dans la zone des moments constants et efforts rasants nuls, les goujons sont distants de 60 cm.

L'effort repris par un goujon a été déterminé à partir des formules suivantes (avec R'_{br} et E'_b la résistance à la compression sur cube du béton et E'_b le module d'élasticité en kg/cm²) :

a) effort admissible (glissement résiduel : 0,08 mm) : |3|

$$F_{G,adm} = 40\, d^2\sqrt{R'_{br}} \qquad \text{(kg et cm)}$$

d'où n_1 le nombre de goujons par m pour reprendre l'effort rasant sous la charge de service P_s .

b) effort ultime : la plus petite des deux valeurs suivantes: |4| |5|

$$F_{G,b} = 0{,}32\, d^2\sqrt{R'_{br}.E'_b} \quad \text{(kg et cm) ou} \quad F_{G,c} = 0{,}7\,\frac{\pi d^2}{4}\,R_{a,r}$$

d'où n_2 le nombre de goujons par mètre pour reprendre l'effort rasant ultime.

c) effort ultime : |6|

$$F_{G,R} = 225\, d^2\sqrt{R'_{br}}$$

d'où n_3 le nombre de goujons par mètre pour reprendre l'effort rasant ultime.
Il y a lieu de noter que cette dernière formule donne des valeurs surestimées de la résistance ultime des goujons |7|.

Le tableau I donne le nombre de goujons théorique n_i par mètre de longueur, calculé à partir des trois formules ci-dessus en tenant compte des caractéristiques géométriques et mécaniques réelles de chaque poutre.

Tableau I. Nombre de goujons connecteurs.

Numéro de la poutre	R'_{br} kg/cm²	E'_b kg/cm²	$F_{G,adm}$ kg	n_1 gouj/m	$F_{G,b}$ kg	$F_{G,c}$ kg	n_2 gouj/m	$F_{G,R}$ kg	n_3 gouj/m
1	407	318640	2035	33	9190	6935	41	11447	26
2	375	291020	1953	24	8430	6935	29	10986	18
3	363	303270	1922	20	8467	6935	22	10812	14
4	385	314530	1979	25	8880	6935	29	11132	18
5	344	315340	1871	20	8405	6935	20	10524	14
6	382	298610	1971	33	8619	6935	40	11087	25

Les poutres d'essai bi-appuyées sont sollicitées par deux charges P (figure 2). La mise en charge est effectuée par paliers successifs en deux cycles :

1° jusqu'à la charge de service P_s (calculées par la méthode classique) et retour à zéro

2° jusqu'à la ruine de la poutre.

La poutre n° 5 a préalablement été soumise à une mise en charge dynamique.

3. RESULTATS DES ESSAIS.

3.1. Essais statiques.

Malgré la réduction parfois importante du nombre de goujons connecteurs (tableaux I et II) les poutres se sont comportées comme des poutres dont la liaison est parfaite. Sous les charges de service les contraintes et les déformées mesurées correspondent aux valeurs calculées (méthode de calcul élastique). La comparaisont entre les charges ultimes mesurées et calculées est très satisfaisante. Les charges ultimes théoriques sont déterminées en considérant l'état plastique complet des deux matériaux composant la section mixte à l'exclusion du béton tendu, en admettant une liaison acier béton suffisante et en tenant compte des caractéristiques réelles de chaque matériau (tableau II).
On peut voir à ce tableau que lorsqu'on réduit le nombre de connecteurs jusqu'à 55 % et même 28 % du nombre nécessaire (n_2) le comportement de la poutre est le même que celui d'une poutre comportant 100 % de goujons connecteurs. Même dans le cas où l'on utilise la formulation la plus optimiste pour déterminer l'effort repris par un goujon (n_3) cette diminution peut aller jusqu'à 45 % du nombre calculé. La ruine des poutres se produit toujours par entrée en plastification de la semelle tendue du profil métallique suivie d'un éclatement de la dalle de béton. Dans le cas de la poutre n° 4 la ruine a été précédée par un cisaillement des goujons connecteurs.

Tableau II. Résultats des essais statiques.

Numéro de la poutre		1	2	3	4	5	6
n : nombre effectif de goujons /m		21	16	10	8	10	14
n/n_1 (tableau I)		0,64	0,67	0,50	0,32	0,50	0,42
n/n_2 (tableau I)		0,51	0,55	0,46	0,28	0,50	0,35
n/n_3 (tableau I)		0,81	0,89	0,71	0,45	0,71	0,56
flèche mesurée $\frac{fm}{fc}$ flèche calculée		1,11	1,06	1,02	1,07	1,13	1,01
Charge ultime	calculée P_u (kg)	108400	81200	67200	81500	67600	107500
	mesurée P_m (kg)	107000	77000	64000	77100	75500	107500
	P_m/P_u	0,99	0,95	0,95	0,95	1,12	1,00
	calculée : liaison insuffisante P_C^* (kg)	88220	66842	50987	54747	51066	77821
	P_m/P_C^*	1,214	1,152	1,255	1,408	1,479	1,381

Il est également apparu intéressant de calculer les charges ultimes théoriques des poutres essayées en négligeant la présence de la tôle striée et en considérant une liaison acier-béton insuffisante étant donné le nombre réduit de connecteurs |6|. Ces charges (P_C^*) sont données au tableau II et comparées aux charges ultimes mesurées. Les charges (P_C^*) sont déterminées en prenant en compte le nombre de goujons connecteurs n_2 (§ 2.c - tableau I). Comme on peut le voir à ce tableau la charge ultime mesurée (P_m) est nettement supérieure à la charge ultime (P_C^*) calculée en tenant compte du nombre de connecteurs placés et en négligeant la présence bénéfique de la surface de contact acier-béton à adhérence artificielle.

3.2. Essai dynamique.

La poutre n° 5 a été soumise à des sollicitations dynamiques avant d'être sollicitée statiquement jusqu'à la ruine. Cet essai a pour but de vérifier l'effet des charges répétées sur l'adhérence artificielle acier-béton due à la présence de la tôle striée. Les sollicitations dynamiques adoptées sont celles prévues par les recommandations britanniques |8| pour de tels essais, c'est-à-dire :

$$P_{max} = 0,36\ P_{ult} \quad \text{et} \quad \frac{P_{min}}{P_{max}} = 0,2$$

Sous cette sollicitation la poutre a été soumise à $1,5.10^6$ cycles de mise en charge avec une fréquence de 250 cycles par minute. La poutre n'a subi aucune détérioration au cours de cet essai. Le glissement acier-béton est très faible et il se stabilise à une valeur voisine de 0,02 mm.

Comme on peut le voir au tableau II cette mise en charge dynamique n'a pas influencé le comportement de la poutre sous les charges statiques ultimes, au contraire la charge ultime mesurée est supérieure de 12 % à la même charge calculée.

4. CONCLUSIONS.

Ces essais montrent que l'emploi d'une semelle de contact acier-béton à adhérence renforcée (tôle striée) permet de réduire considérablement le nombre théorique de goujons connecteurs, que ce nombre de goujons soit déterminé par les formules classiques (efforts admissibles) ou par les formules conduisant à la charge ultime du goujon.

Les essais sont trop peu nombreux pour déterminer la valeur limite de la réduction possible du nombre de goujons en utilisant une tôle striée classique comme surface de contact acier-béton. Les présents essais montrent que cette valeur limite est voisine de 70 % mais il est évident qu'une réduction de 50 % du nombre de connecteurs est parfaitement raisonnable pour la réalisation de poutres mixtes dont les dimensions sont celles habituellement rencontrées dans la pratique et qui sont soumises à des efforts statiques ou dynamiques.

Malgré une telle réduction du nombre de goujons connecteurs, la présence de la surface de contact acier-béton à adhérence artificielle permet aux poutres de se comporter tant sous les charges de service que sous les charges de ruine comme des poutres dont la liaison acier-béton est parfaite.

BIBLIOGRAPHIE.

1. J. JANSS - Développement des recherches concernant les constructions mixtes exécutées par le CRIF à l'Université de Liège. Rapport Préliminaire du 9° Congrès de l'AIPC à Amsterdam 1972.
2. J. JANSS - J.C. LAMBERT - Constructions mixtes acier-béton. Diminution du nombre de connecteurs. Rapport CRIF MT 88 - Avril 1974 (Bruxelles).
3. J. ZUCKA - Utilisation de goujons connecteurs dans les constructions mixtes acier-béton. Acier-Stahl-Steel - n° 11, 1966.
4. Statisch bepaalde staal-beton liggers - Théorie en richthijnen - rapport 1. Publikatie van Staalbouwkundig Genootschap - Rotterdam.
5. OLLGAARD a.o. Shear strength of steel connectors en lighweight and normal weight concrete - Fritz Engineering Laboratory, Report 360.2, 1970.
6. A. SLUTTER and R. DRISCOLL - Flexural strength of steel concrete composite beams - Journal of the Structural Division - ASCE Vol. 91, April 1965.
7. I. VIEST - Composite Steel-Concrete Construction by the subcommittee of the state-of-the-Art Survey, of the Task Committee on Composite Construction, of the Committe on Metals of the Structural Division. Journal of the Structural Division - ASCE. Vol. 100 ST 5, May 1974.
8. British Standard Code of Practice CP117. Composite Construction in structural Steel and Concrete. Part II.

RESUME

Le nombre de goujons connecteurs assurant la liaison acier-béton de poutres mixtes peut être réduit de manière très sensible en utilisant des semelles de contact acier-béton à adhérence renforcée (par exemple: semelle striée).

Les essais ont montré que grâce à l'adhérence artificielle ainsi créée, il est possible de réduire de plus de 5o % le nombre de goujons nécessaires.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Anzahl der Verbundmittel kann durch die Verwendung von Obergurten mit erhöhter Beton-Stahl-Haftung (z.B. Riffelblechgurte) merklich vermindert werden.

Versuche haben gezeigt, dass durch die erreichte künstliche Haftung eine Verminderung der erforderlichen Dübelzahl um mehr als 50 % möglich ist.

SUMMARY

The number of connectors for steel-concrete linking in composite beams can be reduced by use of upper flanges with improved grip for steel-concrete (i.e. striated flange).

Tests have shown the possibility of reducing the number of connectors by more than 50 %, thanks to this artificial grip.