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

Band: 2 (1936)

Artikel: Essais sur les couvre-joints nécessaires dans les colonnes métalliques avec joints

Autor: Grüning, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-2970

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: 17.07.2025

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

V8

Essais sur les couvre-joints nécessaires dans les colonnes métalliques avec joints.

Untersuchungen über die bei gestoßenen Stahlstützen notwendige Stoßdeckung.

Investigation into the Necessity of Cover Plates for the Joints of Steel Columns.

Dr. Ing. G. Grüning,
Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

But des essais.

Dans les prescriptions allemandes pour la construction des charpentes métalliques, DIN 1050, le § 12, alinéa 2 dit ce qui suit: «Dans les colonnes continues qui ne sont sollicitées qu'à la compression et dont les joints sont disposés dans les quarts extérieurs de la longueur de flambage, il faut dimensionner les couvre-joints et le rivetage des joints pour la moitié de la charge que supporte la colonne, lorsque les sections extrêmes sont à angle droit et exactement appliquées. A la tête et aux pieds des colonnes sollicitées à la seule compression, il faut dimensionner les rivets des pièces de liaison pour un quart de la charge lorsque les sections extrêmes sont fraisées à angle droit et lorsque l'on a disposé une plaque d'appui suffisamment épaisse.» Pour la construction des ponts il n'existe jusqu'à présent aucune prescription semblable. Les membres comprimés sont liés avec des couvre-joints pour toute leur surcharge. Pour la première fois lors de la construction du pont *Adolf Hitler* sur le Rhin à Crefeld-Uerdingen, les joints des pylônes furent conformés, par le maître du projet, le Conseiller Dr. Ing. *Voss*, en joints de contact. Dans ces joints, une partie seulement de la force de compression est supportée par des couvre-joints, alors que le reste doit être transmis par contact. La fig. 1 donne, à côté d'une vue des pylônes, un dessin de construction du joint. L'économie de matériau se monte à 2,2 t par joint ou 26 t pour tout le pont. Si cette économie mesurée sur tout l'ouvrage est peut être sans importance, il faut cependant reconnaître que l'on s'est engagé sur une voie qui peut conduire à de plus grandes économies de matériau en construction de ponts. Il nous paraît par exemple possible que l'on utilise le contact du joint pour les membrures comprimées des grands ponts réticulés et que l'on dispose ces joints en joints de contact. La base pour de telles exécutions doit encore être étudiée par des essais sur la rigidité transversale réduite par le joint de contact. Nous voulons dans la suite parler des essais qui ont servi de base pour les joints de contact du pont sur le Rhin à Crefeld. Ces essais furent exécutés au Laboratoire officiel d'essai des matériaux de Berlin-Dahlem.

Conformation des colonnes d'essai.

Les sections des barres d'essai sont constituées, d'après la fig. 2, de quatre cornières disposées en forme de croix avec fer plat placé entre deux. La surface de la section était de 171,8 cm², le moment d'inertie maximum 4764 cm⁴ et le minimum 4659 cm⁴. La longueur de la barre était de 360 cm. On a plié quatre barres centrées entre deux surfaces d'appui et quatre autres barres excentrées, avec excentricité de 2,09 cm entre les appuis à couteau. Dans ce dernier cas, par suite de la hauteur des appuis à couteau, la longueur de flambage était relevée à 396 cm, de telle sorte que l'élancement était $\lambda = \frac{l}{i} = \frac{396}{5{,}3} = 75$. La distance du noyau de la section était K = 2,09 cm. Dans le cas des barres comprimées excentriquement, l'excentricité e était exactement égale à la distance du noyau K. La moitié des barres d'essai n'avait aucun joint sur toute la longueur, pour

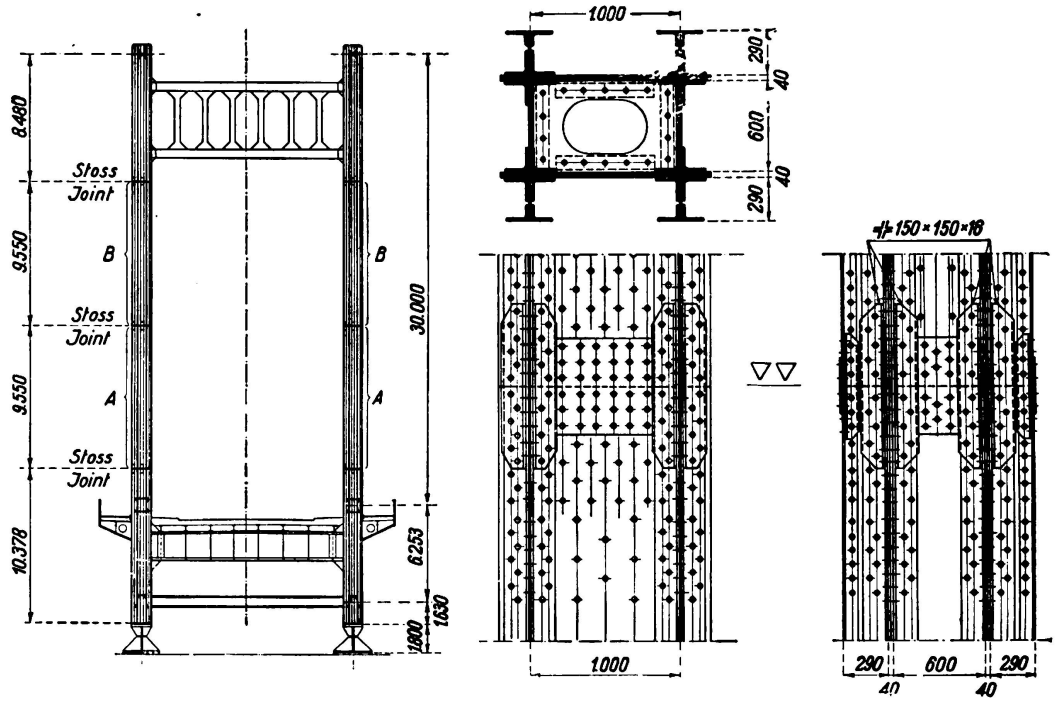

Fig. 1.

Vue d'un pylône et disposition des joints à contact avec recouvrement partiel par couvre-joints au Pont Adolf Hitler à Crefeld-Uerdingen (diamètre des rivets 26 mm).

l'autre moitié on avait disposé un joint au milieu. Les surfaces des joints étaient proprement fraisées. D'autre part on avait disposé un couvre-joint qui représentait le 45 % de la surface des colonnes et le 52 % du moment d'inertie. Les colonnes furent pour une moitié livrées par la «Dortmunder Union Brückenbau A.-G.» et pour l'autre moitié par la «Friedrich Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte», maisons qui ont construit le pont de Crefeld. Le matériau des barres était l'acier St 52. Les propriétés mécaniques étaient en général tout-à-fait régulières. La limite d'écoulement se trouve vers 3600 kg/cm² et la résistance à la traction se monte à environ 5400 kg/cm².

Les essais furent exécutés au moyen d'une presse verticale de 600 t. La fig. 3

montre une barre d'essais avec joint, comprimée centriquement, après l'essai de flambage dans la machine. La partie inférieure de la machine se trouve à la cave et l'on ne peut par conséquent pas la voir sur la figure. Ainsi que nous venons de le dire, les barres d'essai comprimées centriquement furent essayées directement entre les appuis plats tandis que les barres comprimées excentriquement furent placées entre des appuis à couteau. Toutes les colonnes furent d'abord exactement centrées. Cela se fit de la façon suivante: Les colonnes furent placées centriquement dans la machine et chargées avec une force pas trop grande. On mesura alors les fléchissements des colonnes. Suivant le résultat des mesures de fléchissement les colonnes furent déplacées, après décharge, entre les appuis. Dans une nouvelle mise en charge les fléchissements sont plus petits. Cet essai fut répété jusqu'à ce qu'il ne se présente que des fléchissements infiniment petits. Ce procédé assure, spécialement lors de l'application des appuis à couteau,

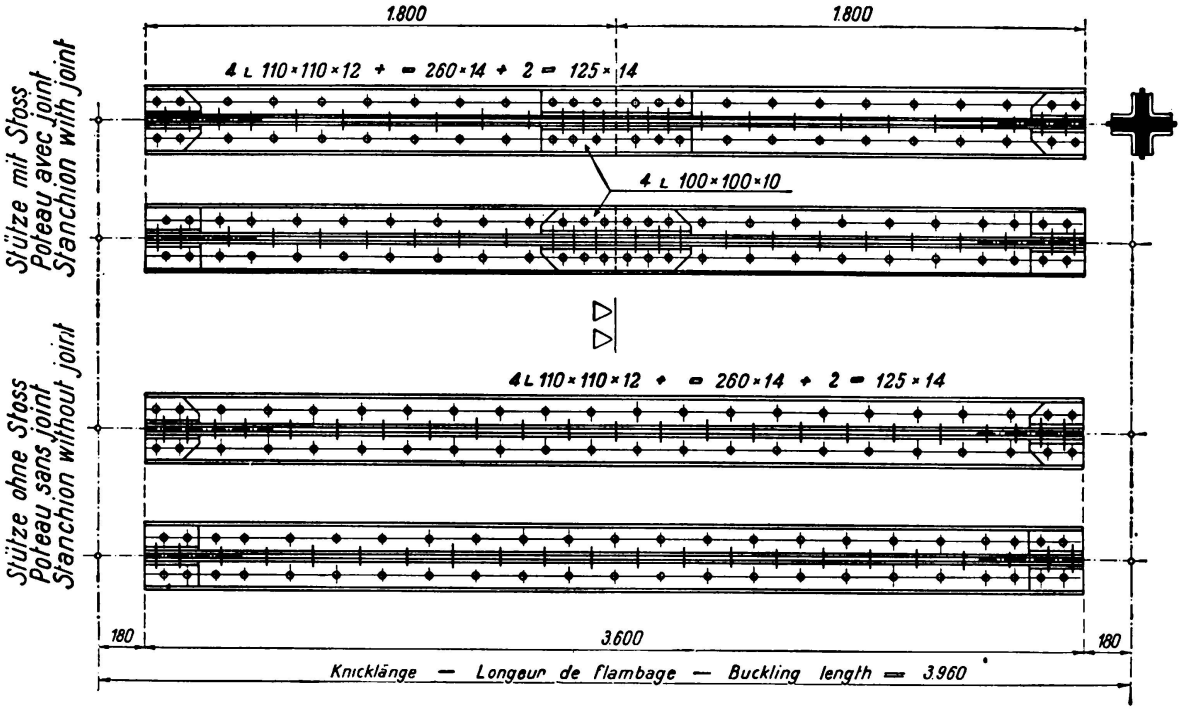

Fig. 2.

Construction des piliers d'essai. (Diamètre des rivets 23 mm.)

un centrage absolument suffisant des colonnes. Après ce centrage les barres à comprimer excentriquement sont déplacées perpendiculairement à la direction des couteaux de 2,09 cm entre les appuis à couteau. Alors seulement commence l'essai de flambage lui-même, pour lequel on fait croître lentement et graduellement la charge jusqu'au flambage.

Les fléchissements des colonnes sont mesurés dans les deux directions principales au moyen d'appareils de Leuner. Ces appareils étaient disposés au milieu, aux quarts et, pour pouvoir éliminer tout mouvement spatial, aux extrémités des colonnes. A côté des mesures de fléchissement on a exécuté un grand nombre de mesures d'allongement au moyen de tensomètres *Huggenberger*. La lecture de ces tensomètres se faisait après chaque accroissement de la charge.

Résultats des essais.

Nous allons donner dans la suite un aperçu des résultats obtenus lors des essais.

Tableau I.
(Essais du Laboratoire officiel d'essai des matériaux de Berlin-Dahlem).

	Essai No	Matériau St 52 livré par	Disposition	Charge maxima P_{max} en t	$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$ kg/cm²
Colonnes comprimées centriquement	1	Krupp	avec joint	603	3510
	2		sans ,,	599	3490
	3	Union	sans joint	597	3480
	4		avec ,,	599	3490
Colonnes comprimées excentriquement	1	Krupp	sans joint	247,5	1440
	2		avec ,,	247,5	1440
	3	Union	sans joint	252,5	1470
	4		avec ,,	253,7	1480

Aussi bien pour les colonnes avec compression centrée que pour les colonnes avec compression excentrée la grandeur des contraintes et des charges était indépendante de la présence ou de l'absence d'un joint. Il semble même que les colonnes avec joint aient mieux résisté que les colonnes sans joint. Cela ressort mieux encore des colonnes comprimées centriquement, lorsque l'on tient compte du temps durant lequel la charge maxima était appliquée à la colonne. La machine avait une charge maxima nominale de 600 t. Les 603 t de la première colonne avec joint ne restèrent que peu de temps sur la colonne, sans que la rupture ne se produise, tandis que la colonne suivante sans joint a flambé aussitôt pour 599 t. Lorsque la charge maxima était atteinte, la limite d'écrasement était atteinte dans le matériau avec 3500 kg/cm² quoique la ligne de la contrainte de flambage donnée dans les prescriptions indique, pour le degré d'élancement en question $\lambda = 69$, une contrainte de flambage de 3260 kg/cm² seulement. Ce relèvement doit être attribué à l'effet d'encastrement des appuis plats. Il est possible de voir à la fig. 3 qu'effectivement ces appuis produisent un certain encastrement. La fig. 4 donne le diagramme des charges-fléchissements pour deux colonnes dont l'une est sans joint et l'autre avec joint, mais toutes les deux sont chargées centriquement. On voit que, malgré l'emploi d'appuis plats au lieu d'appuis à couteau, il était possible d'avoir un bon centrage. On peut considérer la courbe des charges-fléchissements des colonnes avec joint comme meilleure que celle des colonnes sans joint. De toute façon il est possible de constater que pour les colonnes avec joint par contact bien travaillé il ne faut craindre aucun grand fléchissement lorsque la compression est centrée.

Les mesures d'allongements et de contraintes représentées à la fig. 5 ont donné une représentation un peu plus défavorable. Pour les colonnes sans joint toutes les valeurs de mesure se trouvent groupées pour la même charge. Pour $P = 400$ t et $\sigma = \frac{400\,000}{171{,}8} = 2330$ kg/cm², la limite d'élasticité des colonnes est presque

atteinte, pour P = 520 et $\sigma = \frac{520\,000}{171{,}8} = 3000$ kg/cm² on constate des apparitions locales d'écoulement qui entraînent avec elles aux points de mesurages 11/12 un accroissement du refoulement.

Dans les colonnes avec joint ont avait effectué des mesures au fer plat, immédiatement au-dessus et au-dessous du joint, afin de contrôler si toutes les parties de la section sont effectivement en contact et participent régulièrement à la transmission des forces. D'après les mesures d'allongement cela doit se combiner. Une partie des endroits mesurés ne participent d'abord pas du tout

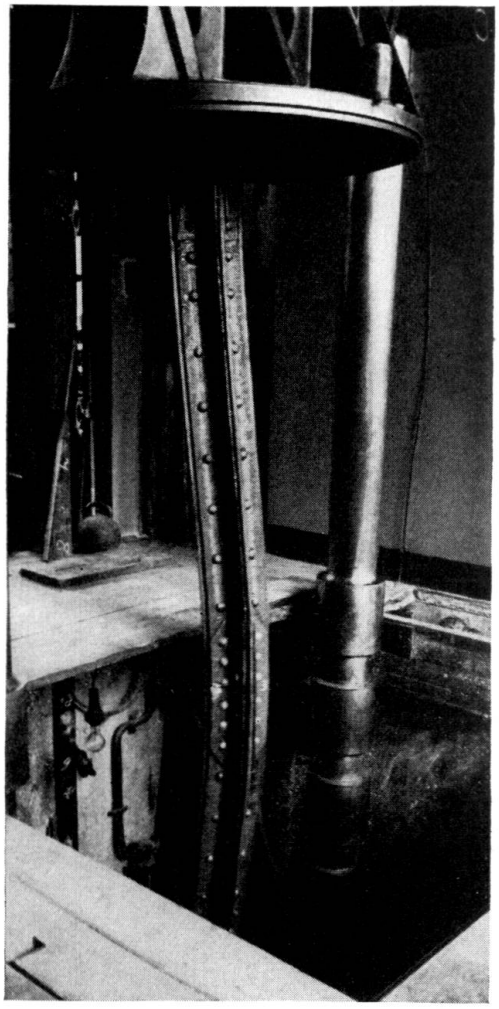

Fig. 3.
Vue d'une barre soumise à la compression centrée dans la machine.

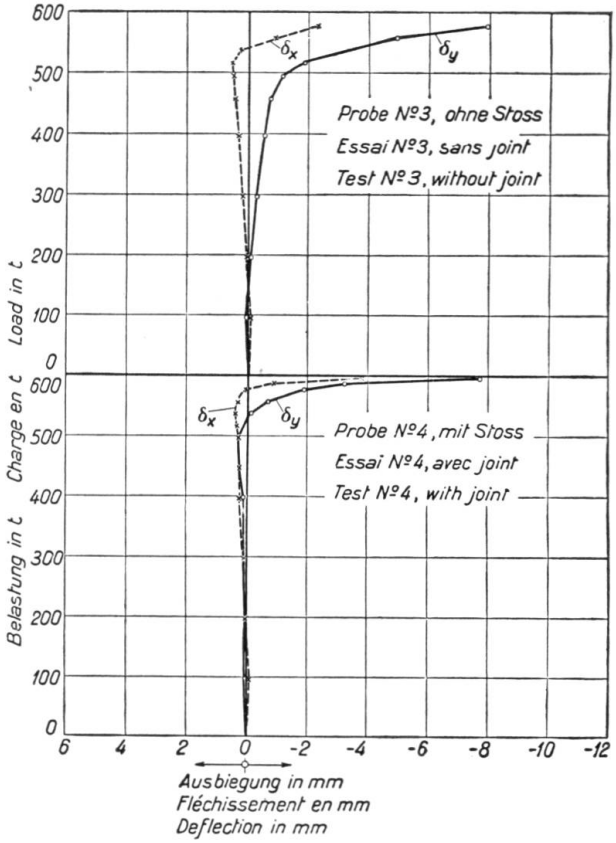

Fig. 4.
Fléchissement du milieu de deux barres soumises à la compression centrée.

et sous les hautes charges que peu à la transmission des forces tandis que d'autres, malgré les couvre-joints, présentent des sollicitations plus fortes que dans les colonnes sans joint. En partant des mesures d'allongement effectuées sur les deux colonnes avec joint, comprimées centriquement, il est possible de conclure que pour une charge P = 400 t, 48 et respectivement 17 % de la charge sont supportés par les cornières de recouvrement, alors que le reste est transmis par contact.

Les charges maxima des colonnes excentriquement comprimées se montent à plus de la moitié des charges maxima supportées par les colonnes chargées centriquement quoique, pour une excentricité égale à la distance du noyau, la contrainte dans la fibre extrême de la poutre excentriquement comprimée est, avant d'atteindre la limite d'écrasement, plus de deux fois plus grande que celle de la barre chargée centriquement. La raison en est l'égalisation plastique des contraintes dans la section, question que beaucoup d'auteurs ont déjà traitée.

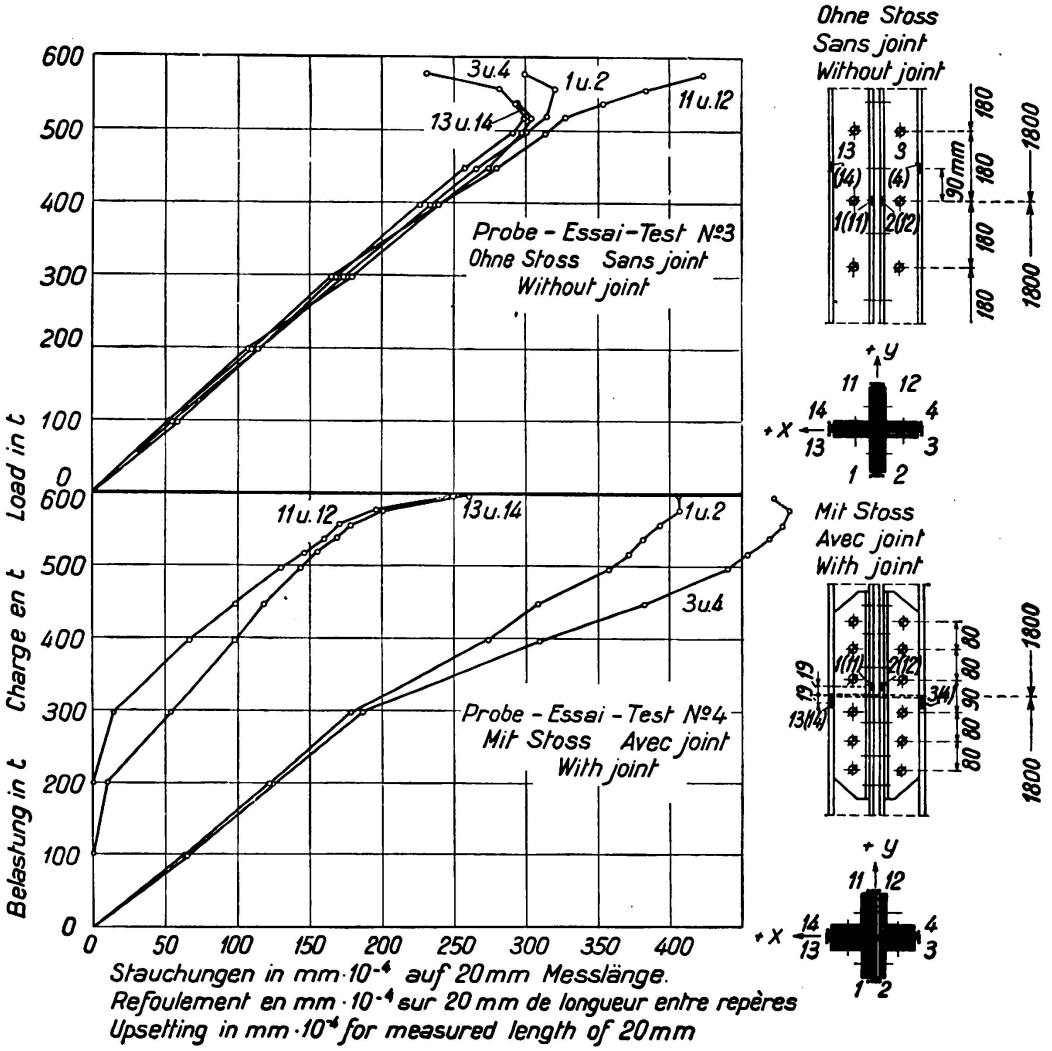

Fig. 5.

Mesures de l'écrasement de 2 barres soumis à la compression centrée (valeur moyenne des mesures).

Une comparaison des charges maxima que peuvent supporter les colonnes avec les valeurs obtenues par calcul a été exécutée par l'auteur d'après la méthode de *Chwalla,* du cercle de courbure et cette comparaison a été publiée ailleurs.[1] Nous avons obtenu une très bonne concordance entre la théorie et les essais. A la fig. 6 nous avons donné les courbes des charges-fléchissements d'une

[1] Knickversuche mit außermittig gedrückten Stahlstützen. Der Stahlbau 1936, fasc. 3.

colonne avec joint et d'une colonne sans joint. Les fléchissements des deux colonnes sont presque égaux entre eux et concordent très bien avec les calculs.

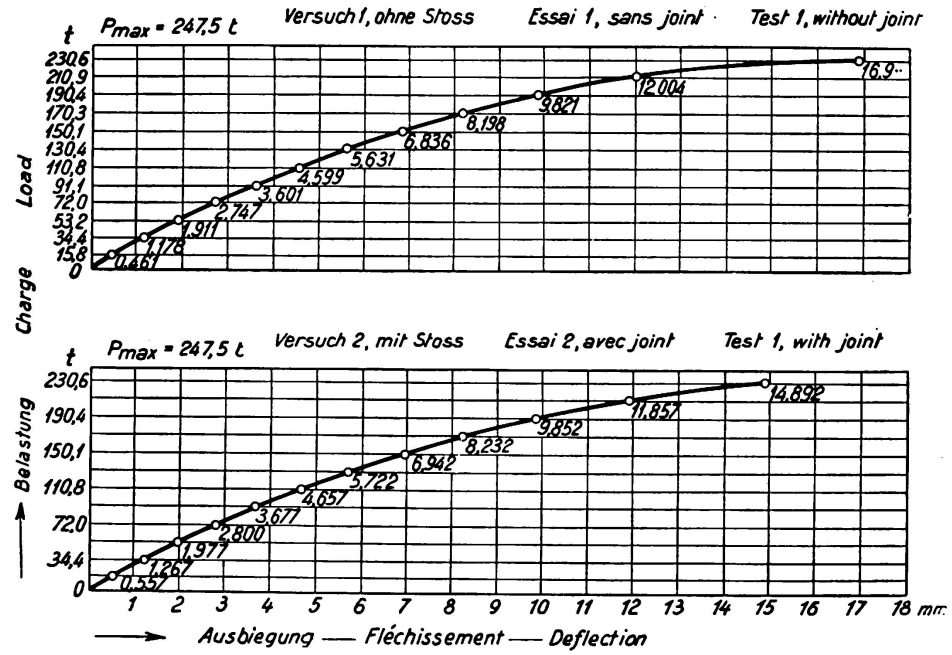

Fig. 6.

Fléchissement par rapport aux extrémités de 2 barres soumises à une compression excentrée.

Nous avons reporté à la fig. 7 quelques mesures d'allongement effectuées sur une colonne avec joint et une colonne sans joint, toutes, deux excentriquement comprimées. Les allongements de la colonne sans joint ont une allure tout-à-fait

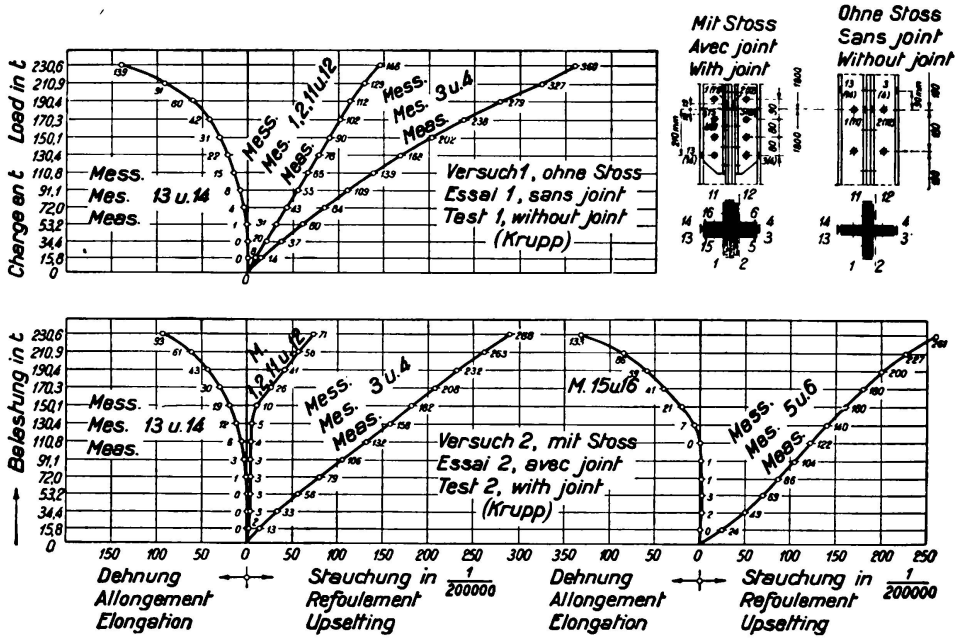

Fig. 7.

Mesures de l'écrasement de deux barres soumises à une compression excentrée (écrasement en 1/10·000 de mm. base de mesure 20 mm, moyenne des mesures).

normale. Aus points 1, 2, 11 et 12 de la colonne avec joint on voit, correspondamment aux résultats obtenus pour une compression centrée, que les endroits situés dans les environs du contact ne collaboraient pas jusqu'à la charge observée alors que plus loin ils prennent part à la transmission des forces. Par conséquent les couvre-joints (mesures 5 et 6) participent d'abord plus fortement puis, pour les grandes charges, de nouveau moins à la transmission des forces.

A côté de ces essais principaux que nous venons de décrire, effectués sur des colonnes en acier St 52, qui partiellement n'avaient pas de joint et partiellement avaient un joint à la hauteur h/2 et dont la section était à 45 % reliée par des couvre-joints, nous avons encore exécuté quelques essais complémentaires dans

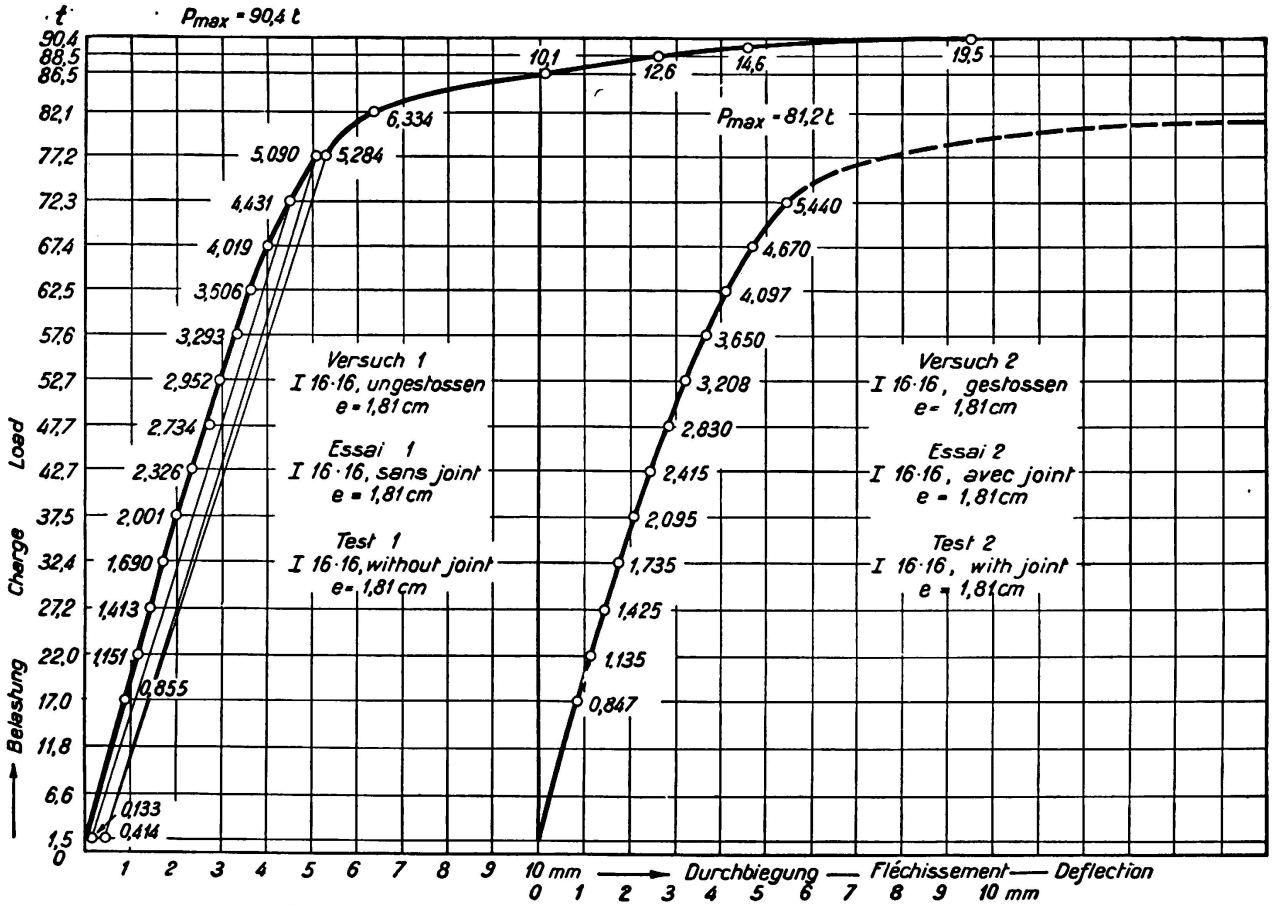

Fig. 8.

Fléchissement du milieu de la barre par rapport aux couteaux lors de deux essais complémentaires.

lesquels le joint n'était pas du tout recouvert. Les éprouvettes étaient des barres en I 16 · 16, le matériau de l'acier St 37. La longueur des barres était de 162 cm, la longueur totale entre les couteaux 162 + 2,18 = 198 cm, le degré d'élancement $= \frac{198}{3{,}81} = 52$. Les couteaux étaient parallèles à l'âme des profilés. Les colonnes 2 et 4 furent sciées au milieu avant l'essai et les deux moitiés furent de nouveau possées l'une sur l'autre. On ne fit aucune autre préparation des surfaces de contact et l'on ne plaça aucune couverture du joint. Les colonnes 1 et furent chargées avec une excentricité de 1,81 cm, égale à la distance du noyau de la section, les colonnes 3 et 4 furent comprimées centriquement. Les résultats principaux sont les suivants:

Tableau 2.
Charges de flambage des colonnes I 16 · 16.

Essai	Disposition	Point d'application de la force	Charge maxim P_{max} t	$\sigma = \frac{P_{max}}{F}$ kg/cm²
1	sans joint	excentrique	90,4	1580
2	sciée	„	81,2	1420
3	sans joint	centrique	147,5	2570
4	sciée	„	157,5	2750

On voit que pour la colonne chargée centriquement cela n'a aucune importance, même si le joint n'est pas du tout recouvert. Pour une excentricité égale à la distance du noyau il y a évidemment une réduction de la charge maxima pour un joint non couvert à la hauteur $\frac{}{2}$, car il se produit pour les hautes charges des contraintes de traction importantes. Toutefois, il ne s'est produit qu'une réduction de 10 % de la charge de flambage. A la fig. 8 nous avons donné pour les deux colonnes chargées excentriquement les courbes de fléchissement correspondantes. Celle de l'essai 1 concorde parfaitement avec la courbe calculée d'après le procédé du cercle de courbure, tandis que la courbe de l'essai 2 s'en écarte fortement pour les fortes charges.

Résumé.

Les essais ont montré que, même pour des excentricités allant jusqu'à la distance du noyau, il ne se produit pas pour les recouvrements de joint choisis, une réduction de la charge maxima pour le joint par contact. Dans les essais complémentaires on n'obtint, pour un joint par contact sans aucun recouvrement, aucune réduction pour une sollicitation centrée et, pour une compression agissant à la distance du noyau, on n'a qu'une réduction de 10 %.

D'après les résultats des essais on peut généralement tenir compte du contact dans le calcul des joints si l'on part du point de vue de la sécurité. Pour la grandeur de la fraction de la charge totale qui est à transmettre par des couvre-joints, le sentiment constructif doit être déterminant, afin d'éviter des constructions semblables à des boîtes. Il faut faire spécialement attetion lorsque les couvre-joints sont soudés. Les essais ont montré que d'abord pour les petites charges, même avec usinage parfait des surfaces de contact, le contact n'existe pas ou est très mauvais. Il faut éviter que les soudures sautent avant que le contact soit réalisé.

Si l'on tient compte des points ci-dessus, il nous paraît en général être du domaine du possible, ce que l'on pourra contrôler par de plus amples essais, d'exécuter, dans les membrures comprimées des ponts en treillis, des joints par contact, recouverts que partiellement par des couvre-joints. Le but de ce rapport est de soulever cette question.

Leere Seite
Blank page
Page vide