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

Band: 1 (1932)

Artikel: Discussion

Autor: Goelzer, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-546

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: 04.07.2025

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

A. GOELZER,
Directeur de la Société Secrom, Paris.

I. — Calcul des soudures.

Nous nous proposons tout d'abord de montrer la possibilité du calcul précis de la fatigue des cordons de soudure, calcul qui a un caractère tout différent de celui d'une rivure.

Nous désignons par cordon de soudure la chenille de métal fondu déposée entre les bords des pièces à souder, qui se trouvent eux-mêmes amenés à fusion au cours de l'opération.

Classification des soudures.

Deux catégories principales de cordons de soudure sont à considérer au point de vue de leur calcul :

1° Cordons transversaux ou frontaux orientés perpendiculairement à la direction générale de l'effort qui sollicite le joint ;

2° Cordons longitudinaux orientés parallèlement à cette même direction.

Forme des cordons de soudure.

La section des cordons de soudure se trouve déterminée par la nature même du joint. Les joints bout à bout entraînent des cordons rectangulaires ou triangulaires ; les joints à recouvrement et les joints d'angle, des sections triangulaires.

Principes du calcul des cordons de soudure.

En charpente soudée, le cordon de soudure jouit de propriétés tout à fait différentes de celles du rivet. L'étude métallographique des soudures montre qu'il existe une continuité moléculaire complète entre le métal fondu du cordon de soudure et le métal laminé des pièces adjacentes. Autrement dit, il n'existe pas de surface de discontinuité entre le cordon de soudure et le métal des pièces assemblées. Toutes les expériences de rupture faites sur des pièces correctement soudées montrent qu'il ne se produit pas de décollement des cordons de soudure. Lorsque la cassure intéresse la soudure, elle traverse toujours à la fois l'acier du cordon de soudure et celui des pièces voisines.

On doit conclure immédiatement de cette remarque expérimentale que l'acier d'un cordon de soudure fait partie intégrante de l'ensemble du joint soudé. La fig. 1 montre clairement ce fait.

Dans la rivure, au contraire, il existe une surface de contact entre les rivets et la paroi de leur trou.

Avec la soudure, les efforts moléculaires ou contraintes peuvent se transmettre librement de molécule à molécule, à travers tous les joints. Il est donc possible de trouver des procédés de calcul rigoureux permettant de déterminer les déformations et les tensions élastiques d'un joint soudé.

Si on considère l'ensemble du solide formé par les pièces à souder et les cor-

dons de soudure, le problème est complexe à résoudre par la théorie de l'élasticité. Mais on peut le simplifier d'une manière utile en faisant des hypothèses logiques sur la répartition des tensions le long des faces du cordon de soudure. On envisagera alors, non pas l'équilibre élastique de l'ensemble du solide, mais celui du cordon de soudure pris isolément.

Soudures transversales.

Le calcul des soudures frontales est plus complexe que celui des soudures longitudinales. Le fait important est qu'un tel cordon, représenté figure 2, est

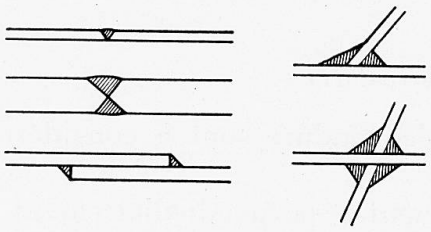

Fig. 1.

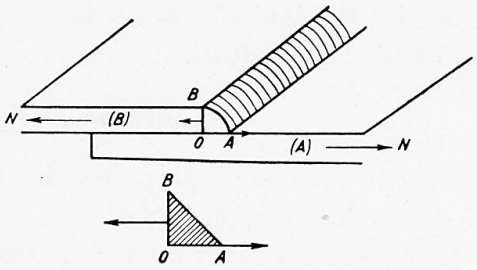

Fig. 2.

sollicité à la traction sur une de ses faces et au cisaillement sur l'autre. Il conviendra donc de vérifier la fatigue à la traction du cordon sur la face OB et la fatigue au cisaillement sur la face OA.

En traction :

$$n = \frac{F}{OB}$$

Au cisaillement :

$$\tau = \frac{F}{OA}$$

F désignant l'effort transversal par unité de longueur du cordon.

Soudures longitudinales.

La fig. 3 montre un exemple de soudure longitudinale dans un assemblage à double couvre-joint.

Isolons le cordon de soudure C. Les deux faces O A O'A' et O B O'B' en contact avec les pièces à souder sont sollicitées par 2 efforts tangentiels égaux et opposés, dont la répartition dans le plan de ces faces est inconnue.

Découpons dans le cordon O A B O'A'B' un petit prisme de longueur infiniment petite $\Delta\, l$. L'effort tangentiel pour cet élément sera :

$$\Delta\, n = \tau .\, a .\, \Delta\, l$$

τ représentant l'effort tangentiel par unité de surface $o\, o'$, $m\, m'$ et $o\, o'\, p\, p'$.

On démontre que suivant le plan o P o'P' il s'exerce un effort tangentiel égal à :

$$\Delta\, Z = \frac{\Delta n}{oP .\, \tau\, \Delta l}$$

d'où

$$\Delta Z = \frac{a}{o P}$$

Le cisaillement maximum se produit donc dans le plan O H, normal à la surface extérieure A B de la soudure. Il est à remarquer que cette dernière propriété reste vraie quelle que soit la loi qui régit τ.

Loi des variations du cisaillement τ.

Le métal des tôles A et des couvre-joints B, compris entre les cordons de soudure longitudinaux C, se trouve placé dans des conditions tout à fait particulières. L'étude de la déformation de ces portions de tôles est très intéressante non seulement en elle-même, mais aussi vis-à-vis de la déformation du cordon de soudure.

Il est en effet relativement facile de faire des vérifications expérimentales sur la déformation des tôles A et des couvre-joints B.

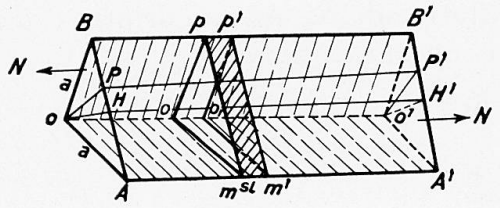

Fig. 3.

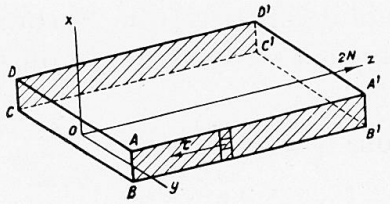

Fig. 4.

Soit une tôle de section droite A B C D, A'B'C'D' que nous supposerons rapportée aux axes ox, oy, oz. Les deux faces parallèles A B A'B' et C D C'D' sont soumises à l'effort de cisaillement τ que nous supposerons variable, dirigé dans leur plan parallèlement à oz. τ est une fonction de la variable z.

La tôle est supposée d'épaisseur indéfinie dans le sens ox. Si on envisage, par exemple, la section A'B'C'D' d'abscisse z, l'effort normal total 2 N se trouve équilibré par les deux efforts tangentiels totaux ayant chacun pour valeur :

$$N = \int_0^z \tau . a . dz$$

Admettons que l'effort normal N_3 s'exerçant sur une section transversale du couvre-joint est constant, pour une section donnée, il est donc seulement fonction de z. Dans ces conditions, l'effort total s'exerçant sur la section est N_3S. On doit donc avoir dans la section z :

$$N_3S + 2\ N = 0$$

ou

$$N_3S + 2 \int_0^z \tau . a . dz = 0$$

d'où l'on tire par dérivation :

$$\tau = \frac{S}{2\ a} \quad \frac{d\ N_3}{dz}$$

Or si on se rapporte aux expériences faites à l'Université de Pittsburgh par M. le professeur Hammond Smith, résultats expérimentaux qui ont été résumés dans un mémoire de M. le Professeur William Hovgaard à l'Institution of Naval Architects, en mars 1931, on constate le fait suivant :

L'effort de tension dans le couvre-joint N_3 présente la variation indiquée sur la figure ci-dessous (fig. 5). L'effort normal dans la tôle sous le couvre-joint suit d'ailleurs une loi analogue en sens inverse.

On est forcé de constater que la courbe représentative de N_3 en particulier

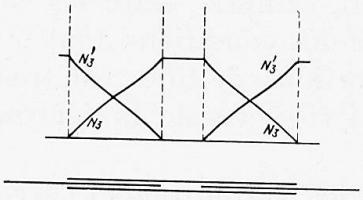

Fig. 5.

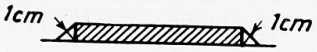

Fig. 6.

est très voisine d'une ligne droite. Aux erreurs d'expérience près, il semble permis d'admettre que la courbe représentative de N_3 est une droite. L'origine étant placée à l'extrémité du couvre-joint, on aurait donc :

$$N_3 = K\,z$$

d'où

$$\tau = \frac{S\,K}{2\,a}$$

résultat qui justifie l'hypothèse du cisaillement constant le long du couvre-joint.

Même dans le cas où N_3 ne serait pas constant dans une section quelconque d'abscisse z, le calcul précédent reste exact, à condition de considérer N_3 comme la valeur moyenne de la tension dans la section déterminée.

Il conviendrait de contrôler ces résultats par des expériences très précises, ils sont en tous cas admis le plus souvent dans les calculs pratiques pour les projets de construction soudée. On se contente de calculer le taux de cisaillement des cordons de soudure longitudinaux.

Le calcul des soudures est donc régi, aussi bien pour les soudures transversales que pour les soudures longitudinales, par les lois théoriques assez simples qui permettent dès maintenant de faire des calculs suffisamment précis pour les besoins de la pratique.

II. — Constitution des pièces d'une charpente soudée.

Bien que nous ne disposions pas encore pour la charpente soudée d'une documentation comparable à celle qui existe pour la charpente métallique rivée, on peut déjà faire des remarques d'ordre pratique, utiles pour le développement futur de la charpente soudée.

Lorsqu'on étudie les projets de charpente métallique soudée, on est frappé du fait suivant : le plus difficile n'est pas d'employer la soudure comme moyen

d'assemblage, mais de conditionner les pièces pour qu'elles se prêtent à une attache économique par la soudure.

Considérons deux cordons de soudure longitudinaux de 1 cm de gorge et de 10 cm de longueur attachant une tôle par ses bords (fig. 6). Ces cordons équilibreront réellement, en travaillant à 8 kg par mm², un effort de 16 T. Pour obtenir le même résultat en rivure, il faut au minimum 6 rivets de 18 mm.

On peut donc être facilement amené à prévoir trop de soudure dans un assemblage ; on devra donc s'efforcer d'employer des profilés de manière à limiter au strict nécessaire l'emploi des pièces composées qui utilisent en général trop de soudure.

Il en résulte que le problème de la charpente soudée est autant un problème de forge qu'un problème de soudure. On tirera seulement de la soudure tout le bénéfice qu'on peut en attendre, le jour où les forges livreront une gamme suffisante de profilés répondant aux besoins de la soudure.

Nous signalerons les deux exemples suivants qui ont été certainement observés par tous les utilisateurs de la soudure en charpente. Deux profilés extrêmement utiles et même indispensables avec la soudure, sont le fer à T et le fer U. Si on considère le fer à T, beaucoup de ceux existants sont utilisables, mais il n'existe pas de gros échantillons, et si on veut, par exemple, constituer une membrure de pont avec un seul fer à T, on ne peut y arriver dans bien des cas. On est alors obligé d'assembler 2 fers à T, opération inutile entraînant l'augmentation du tonnage et de la soudure. En ce qui concerne le fer U, nous signalons que pour les attaches, leur âme est généralement trop mince ; il y aurait intérêt à disposer de fers U dont l'épaisseur serait sensiblement constante.

D'une manière générale, on constate qu'une simple mise au point des échantillons suffirait et nous ne pensons pas qu'il y ait lieu, tout au moins pour l'instant, de créer des profilés complètement nouveaux ; les types de profilés existants ayant été bien étudiés et offrant en général des inerties avantageuses.

Il n'est pas douteux que l'intérêt des forges et de l'industrie de la charpente métallique est d'étudier avec les ingénieurs soudeurs les meilleurs types de profilés qui permettront d'édifier des constructions métalliques résistantes, légères et économiques.

Résumé.

Le calcul des soudures peut se faire d'une manière suffisamment exacte pour les besoins de la pratique suivant des formules très simples. On distinguera essentiellement deux sortes de cordons de soudure : les cordons frontaux et les cordons longitudinaux.

Pour les cordons longitudinaux, qui sont les plus couramment employés, on peut admettre, tout au moins en première approximation, une répartition uniforme de la tension de cisaillement sur toute la longueur du cordon.

Le choix des sections à adopter dans un projet de charpente soudée dépend en grande partie des sujétions créées par l'emploi de la soudure dans les assemblages. En se référant à des constructions soudées existantes, on constate que la constitution des projets serait facilitée par la création de profilés nouveaux.

Il semble d'ailleurs que l'on obtiendrait déjà des résultats très intéressants par des modifications légères apportées aux profilés existants et dans chaque type par une augmentation du nombre des gros échantillons.

Zusammenfassung.

Die Berechnung der Schweissungen kann für die praktischen Bedürfnisse in genügender Weise nach sehr einfachen Formeln geschehen. Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten von Schweissnähten : die Stumpfnähte und die Längsnähte.

Für die Längsnähte, welche die am meisten angewendeten sind, kann, wenigstens in erster Annäherung, angenommen werden, dass sich die Schubspannungen gleichmässig über die ganze Länge der Naht verteilen.

Die Wahl der für das Projekt einer geschweissten Hochbaukonstruktion anzunehmenden Querschnitte hängt zum grossen Teil von den Besonderheiten der Anwendung der Schweissung für die Verbindungen ab. Bezugnehmend auf bestehende, geschweisste Konstruktionen erkennt man, dass das Konstruieren durch die Schaffung neuer Profile erleichtert werden könnte. Es scheint übrigens, dass man durch kleine Änderungen der bestehenden Profile und durch Vergrösserung der Zahl der Walz-Vorprofile für jede Type sehr interessante Resultate erhalten würde.

Summary.

The calculation of welds may be made in a sufficiently exact manner for practical requirements by means of very simple formulae. An essential distinction will be made between two kinds of joints : butt joints and longitudinal joints.

For the latter, which are most usually employed, it may be assumed, at least in a first approximation, that the shearing stress is distributed uniformly over the whole length of the joint.

The choice of sections to be adopted in a welded structure depends to a large extent on the conditions created by the use of welding for making the connections. When existing welded structures are examined, it will be seen that the construction could be simplified by the creation of new rolled sections. Further, it seems that very interesting results might be obtained by slight modifications in existing sections and by increasing the number of rolled sections of each type.

Dr.-Ing. Albert DÖRNEN,
Dortmund-Derne.

In die Schweissvorschriften ist zweckmässig eine genaue in Einzelheiten gehende Anweisung für die Herstellung der Nähte aufzunehmen. So müsste beispielsweise (mit einem gewissen Spielraum) der Durchmesser der für die