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

Band: 1 (1932)

Artikel: Discussion

Autor: Ridet, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-537

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

donne alors directement la comparaison entre les marges de sécurité. On peut, pour la suite de la comparaison, admettre que l'acier St. 37 non soudé donne, pour les tensions admissibles qui lui correspondent, une sécurité surabondante.

De la moyenne de 14 essais, il en résulte que pour une contrainte calculée, dans la plus faible section, de $\pm$ 1400 kg/cm², les premières fissures se sont manifestées dans les barreaux non soudés après environ 60.000 alternances. Pour interpréter la valeur de ce chiffre moyen, indiquons qu'une contrainte alternée de $\pm$ 1400 kg/cm² dépasse de 30 % la contrainte admissible prévue par les Règlements. En effet, en tenant compte des efforts alternés, on n'admet dans ce cas qu'une contrainte de $\pm$ 1080 kg/cm². La contrainte périphérique sur les bords des trous des sections les plus faibles atteint même environ deux à trois fois la valeur calculée. Les essais ont également porté sur six barreaux assemblés avec cordons de soudure en X, suivant figure 2, dans les mêmes conditions que pour les barreaux non soudés, mais avec une contrainte calculée de $\pm$ 536 kg/cm² dans la plus petite section. Cette contrainte correspond pour le cordon de soudure à la contrainte de $\pm$ 1400 kg/cm² dans le métal de base, en calculant les barreaux suivant les Règlements. Sur ces six barreaux soudés, l'un accusa les premières fissurations après seulement 130.000 alternances. Les cinq autres étaient encore en bon état après plus de 150.000 alternances. On peut donc en déduire, dès maintenant, que des cordons de soudure en X, calculés et exécutés suivant les Règlements concernant la Soudure, confèrent une sécurité notablement plus élevée que celle que donnent les barreaux non soudés en acier St.37. Les mêmes barreaux soudés, soumis à une contrainte de $\pm$ 1400 kg/cm², se sont rompus après moins de 16.000 alternances. En augmentant l'angle du cordon de soudure en X de 70° à 120° et en soumettant les barreaux à une contrainte de $\pm$ 1400 kg/cm², on a obtenu, sur 14 barreaux essayés, une moyenne d'environ 50.000 alternances avant l'apparition des premières fissurations (voir Description détaillée des Essais dans Der Stahlbau, 1932, n° 21).

J. RIDET,

Ingénieur en chef adjoint au Service des Voies et Travaux, Chemins de Fer de l'Est, Paris.

A) Préambule.

Les études théoriques et pratiques sur la soudure des constructions en acier ont surtout porté sur l'utilisation des cordons de soudure déposés soit par l'arc électrique, soit par le chalumeau. Or, il existe un autre procédé qui permet de souder par points des tôles jusqu'à 12 m/m d'épaisseur, en utilisant la résistance électrique au contact des pièces et l'effet Joule qui en résulte.

B) La soudure par résistance.

Ce procédé pourrait être dit « électro-mécanique » en raison du fait que, contrairement à la soudure par cordon, il comporte un serrage assez énergique des pièces entre les deux électrodes.

En raison de la valeur relativement faible de la résistance électrique au contact des pièces, une très forte intensité (10.000 à 20.000 ampères) sous une

tension de quelques volts seulement, est nécessaire pour l'élévation rapide de la température. Ceci conduit à l'emploi du courant alternatif, dont la transformation convenable peut être obtenue à l'aide d'un simple transformateur statique.

Essais à la bille de 5 mm pression 500 kg.
Le 1er chiffre indique le diamètre des empreintes en mm.
Le 2e chiffre est celui de la résistance à la traction déduit du 1er chiffre.

Kugelprobe mit 5 mm Kugeln, 500 kg Druck. Die 1. Zahl gibt den Durchmesser des Eindruckes in mm an. Die 2. Zahl ist die der Zugfestigkeit, abgeleitet aus der 1. Zahl.

Ball tests with 5 mm balls, pressure 500 kg. The 1st figure gives the diameter of the impression in mm. The 2 nd figure is the tensile strength deduced from the 1st figure.

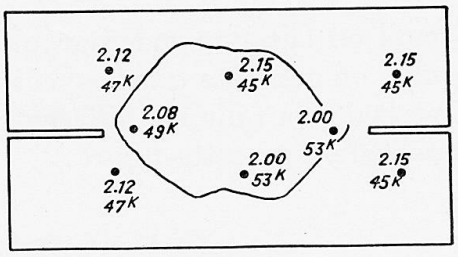

Fig. 1.

Trois facteurs principaux déterminent la soudure de deux tôles d'épaisseur et de qualité données, ce sont :

L'intensité du courant I en ampères ou l'énergie développée E en Watts-secondes.

La durée de passage t_s, du courant, en secondes,

La pression de serrage P, entre les électrodes en kg.

Ces facteurs étant représentés par des valeurs aisément contrôlables, les

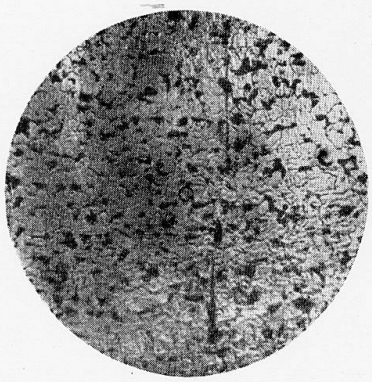

Fig. 2.
Micrographie.
Mikrophotographie.
Microphotograph.

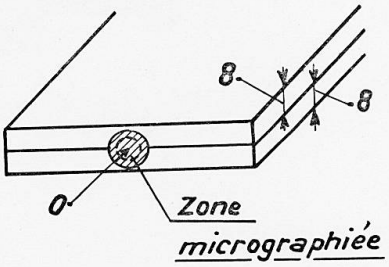

Fig. 3.
Zone micrographiée.
Mikrophotographisch dargestellte Zone.
Zone microphotographed.

soudures peuvent être exécutées par des machines automatiques. Ce procédé permet par conséquent d'éliminer en grande partie le facteur humain et d'obtenir des liaisons d'une grande sécurité.

Un autre grand avantage de la soudure par résistance est celui de ne nécessiter aucun métal d'apport.

La machine à souder fonctionne automatiquement en trois temps :

1. Accostage des pièces, en exerçant une pression de quelques tonnes, par le moyen des électrodes convenablement dimensionnées ;

2. Passage du courant.

3. Après l'interruption du courant, la pression est maintenue et sert à forger les pièces.

C) Quelques indications sur la résistance et la valeur économique de la soudure par point.

Quand on fait une macrographie dans une coupe passant par un point de soudure, on constate que l'aspect est celui donné par la figure 1.

Un essai à la bille en différents points donne par exemple les chiffres qui sont reportés sur cette figure.

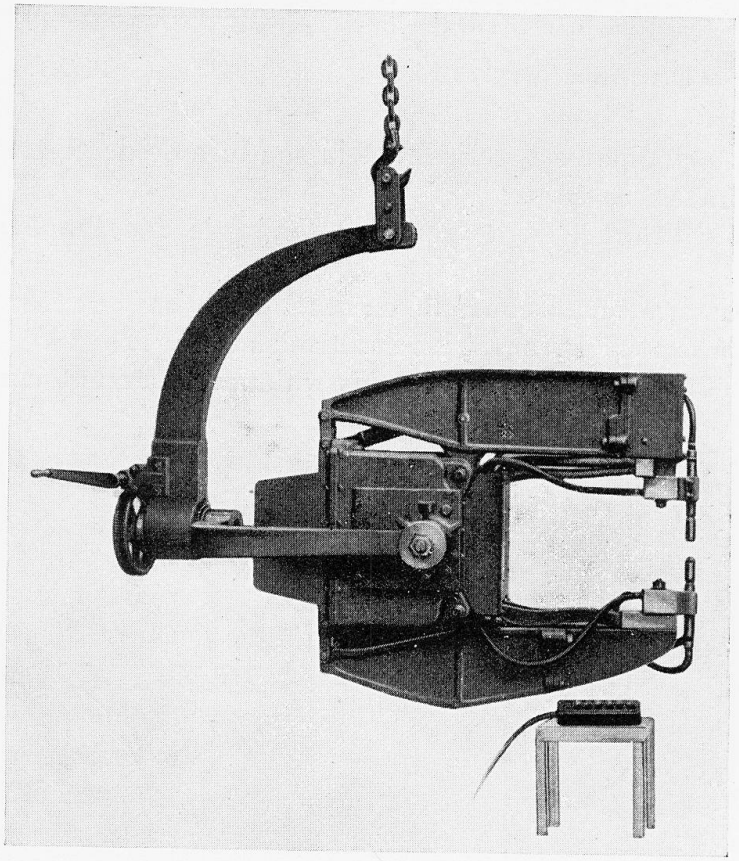

Fig. 4. — Machine suspendue en position de travail = Aufgehängte Maschine in Arbeitsstellung = Machine suspended in working position.

On constate sur le croquis que dans la zone de soudure la dureté du métal est légèrement augmentée par rapport à celle du métal sain. Ce résultat est confirmé par d'autres essais en grand nombre, d'après lesquels la résistance au cisaillement des points de soudure est du même ordre que la résistance au cisaillement du métal sain et légèrement supérieure.

En ce qui concerne la limite d'élasticité et l'allongement, il résulte d'essais effectués au Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers que par exemple :

Pour un acier donnant à l'état vierge 32 kg de limite d'élasticité, ce chiffre

passe pour du métal soudé à 33 kg ; par ailleurs l'allongement passe de 27 % pour du métal vierge à 22,5 % pour du métal soudé.

Ces chiffres se trouvent corroborés par les résultats d'examens micrographiques révélant une structure homogène et la continuité de la matière dans la partie soudée.

Les figures 2 et 3 représentent une micrographie réalisée sur la tranche d'une éprouvette (2 fers plats 8 + 8 m/m réunis par un point de soudure), sciée perpendiculairement à sa surface, suivant un plan passant par le centre « O » du point de soudure. On s'est arrangé pour que le centre de la photographie corresponde à un point de la surface de contact entre les deux plats. Ceci étant, on constate qu'il n'y a, suivant un diamètre quelconque passant par le centre, aucune hétérogénéité visible du métal. Les deux traits sensiblement horizon-

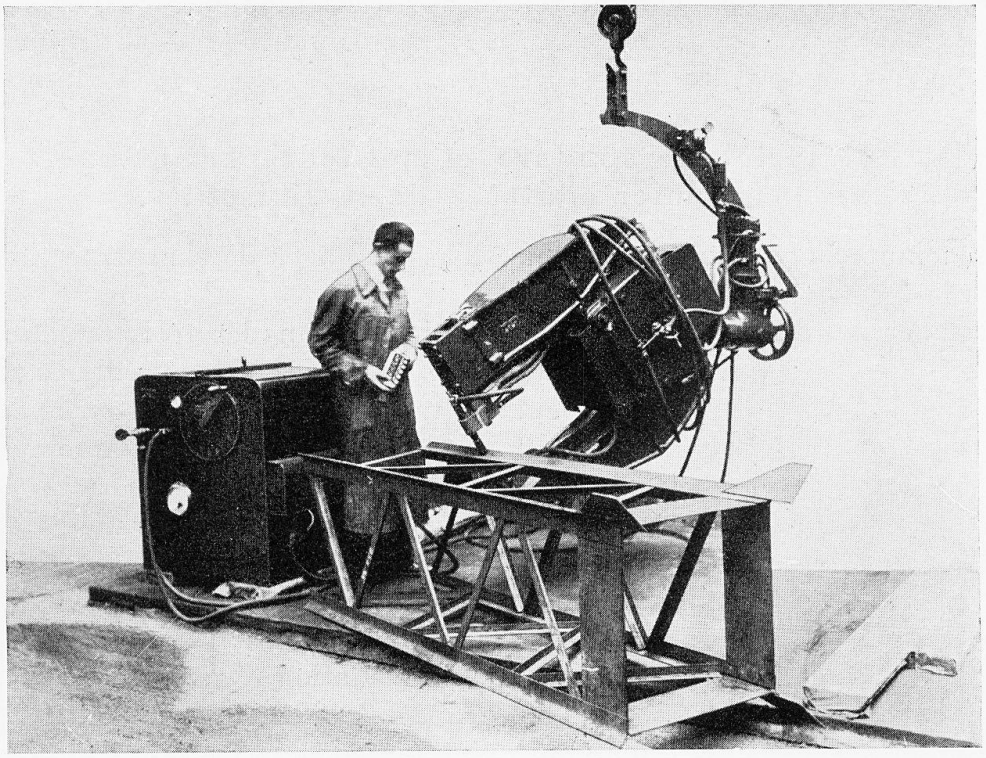

Fig. 5. — Machine inclinée soudant un pylône = Geneigte Maschine beim Schweissen eines Mastes = Machine inclined, welding a pylon.

taux représentent apparemment des irrégularités de structure non-inhérentes à la soudure (lignes de laminage), le plan de cette dernière passant horizontalement par « O ».

Le calcul des assemblages soudés par points peut donc être basé sur la valeur de résistance du métal que l'on emploie et sur la section des points de soudure. Certains coefficients permettent de tenir compte de la perte d'allongement. L'absence de trous de rivets permet, dans un but de plus grande sécurité, d'augmenter le nombre de points de soudure, sans perte de section utile.

Quant à la valeur économique du procédé, elle est intéressante : on a d'abord une économie de poids résultant de l'absence de l'affaiblissement produit par les trous de rivets ; ensuite on supprime du travail les opérations suivantes :

une grande partie du traçage, le perçage, l'alésage, la chauffe du rivet et son amenage. Quant à la consommation de courant, elle est le plus souvent inférieure au coût du rivet lui-même.

Voici à titre d'exemple quelques chiffres concernant la soudure par points de 2 largets de 120 × 10 :

Pour un point de soudure.

durée totale de l'opération	15 secondes
durée de passage du courant	10 »
consommation de courant	0,4 kw.-h.
consommation d'air comprimé à la pression atmosphérique	5 à 6 litres
Consommation d'eau pour le refroidissement des électrodes, environ	3 litres
Diamètre du point de soudure, relevé après cisaillement, environ	21 m/m
soit une section soudure de	345 m/m² env.

D) Matériel de soudure et méthode permettant un premier contrôle de la liaison.

Une machine conçue pour la soudure d'assemblages de charpente est représentée à la fig. 4.

Cette machine, du type suspendu, est articulée dans les trois directions. Sa forme rappelle celle des riveuses hydrauliques. Elle peut être utilisée à l'atelier ou sur le chantier chaque fois que la riveuse hydraulique ou pneumatique peut l'être.

Les bras sont en position de travail. Le courant transformé dans le transformateur statique logé dans la machine, arrive par de forts conducteurs aux deux électrodes en cuivre qui peuvent être refroidies par circulation d'eau.

La boîte à boutons sert pour la commande automatique à distance.

Capacité : 3 épaisseurs de 12 m/m chacune.

La fig. 4 nous montre la machine en position de dégagement. L'ouverture des électrodes est de 250 m/m.

Fig. 5. : La même machine fonctionnant en position inclinée : soudure par points d'un pylône.

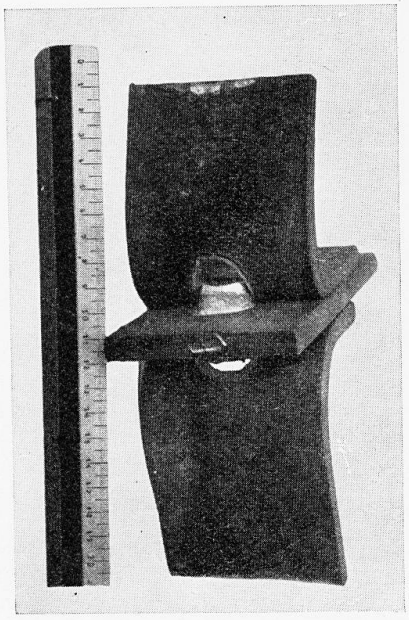

Fig. 6.
Éprouvette II + II + II déboutonnée = Versuchskörper II + II + II aufgeknöpft = Test piece II + II + II pulled apart.

Un avantage de ces machines automatiques est qu'elles permettent un contrôle facile. Sans changer le réglage, on peut souder une éprouvette de contrôle. Le facteur humain disparaît. La sélection des soudeurs n'est plus indispensable.

Sur la fig. 6 on voit une éprouvette arrachée pour un premier examen à l'atelier. L'absence de cratères sur la surface du cône de striction, la finesse et la régularité du grain, le diamètre du cône à la

Fig. 7. — Bâtiment soudé par Points = Punktgeschweisste Halle = Building constructed by spot welding.

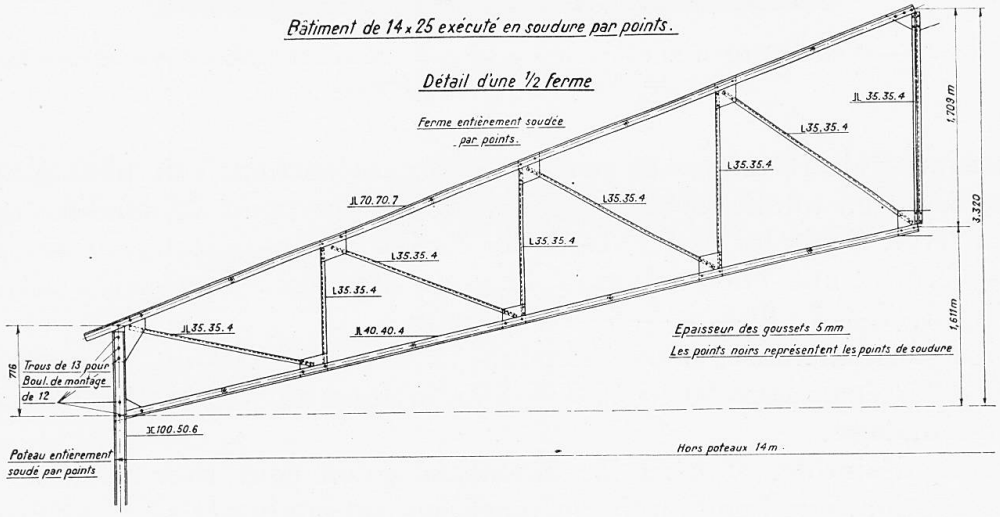

Fig. 8.

Bâtiment de 14 × 25 exécuté en soudure par points. Détail d'une 1/2 ferme. Ferme entièrement soudée par points. Épaisseur des goussets 5 mm. Les points noirs représentent les points de soudure. Trous de 13 mm. pour Boul. de montage de 12 mm. Poteau entièrement soudé par points. Hors poteau 14 m.

Bauwerk von 14 × 25 m Grunfläche, durch Punktschweissung ausgeführt. Detail eines halben-Binders. Binder ausschliesslich durch Punktschweissung ausgeführt. Dicke der Knotenbleche 5 mm. Die schwarzen Punkte stellen die Schweisspunkte dar. 13 mm Loch für 12 mm Montage bolzen. Stütze ganz durch Punktschweissung ausgeführt. Ausserkante Stütze 14 m.

Building covering 14 × 25 m. constructed by spot welding. Detail of half a roof truss. Truss constructed entirely by spot welding. Thickness of gusset plates 5 mm. The black dots show the welding spots. 13 mm holes for 12 mm erecting bolts. Stanchions constructed entirely by spot welding. 14 m between stanchions.

base, permettent de tirer, avec assez de certitude, une première conclusion quant à la valeur de la liaison.

E) Quelques assemblages réalisés par soudure par points.

Tandis que la soudure par cordon est déjà appliquée actuellement à la charpente, l'emploi de la soudure par points dans ce domaine n'en est qu'à ses débuts.

La première réalisation en France (1930) a été, à notre connaissance, celle

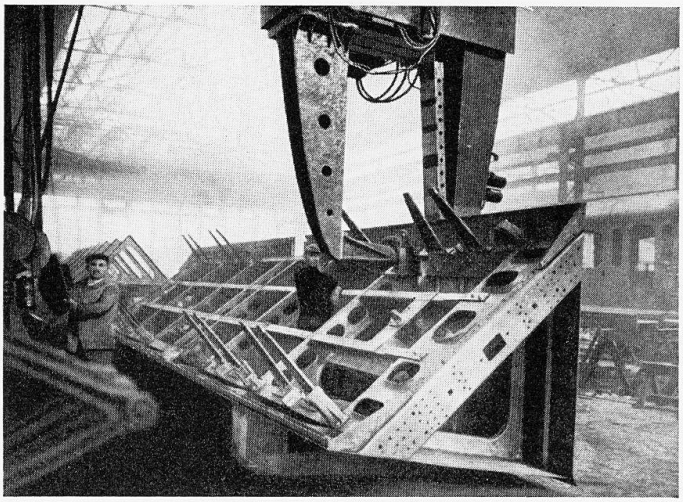

Fig. 9. — Fond de wagon en cours de soudure = Schweissung eines Wagenrahmens = Welding a wagon frame.

d'un bâtiment de 15 mètres de portée ; cette construction (voir photographie 7 et plan 8) est en totalité soudée par points, chaque point de soudure remplaçant un rivet. Seuls les assemblages des fermes sur les poteaux, et des pannes sur les fermes, ont été boulonnés lors du montage. Epaisseurs soudées : 7 + 7 + 4, 7 + 7, 6 + 4 + 6, 5 + 4 m/m.

A titre documentaire, nous reproduisons sur la fig. 9 un assemblage de tôles profilés-épaisseurs 10 + 4, 8 + 8 m/m (fond de wagon de 60 tonnes) en cours de soudage.

Il serait désirable, et c'est la conclusion qu'on peut tirer de cette courte communication, que l'emploi de ces machines automatiques se généralise, car, outre ses avantages propres de rapidité et d'économie, il permet d'éliminer le facteur humain et, en facilitant le contrôle de la soudure, il en augmente la sécurité.