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

Band: 5 (1956)

Artikel: Mode de rupture d'assemblages en vraie grandeur en fonction de l'état de tension et de la température

Autor: Hebrant, F. / Louis, H. / Soete, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-6101

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: 02.10.2025

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

III a 5

Mode de rupture d'assemblages en vraie grandeur en fonction de l'état de tension et de la température

Rupture of full size assemblies according to stresses and temperature

Bruchart von Verbindungen in wahrer Grösse in Abhängigkeit von Spannungzustand und von der Temperatur

Modo de rotura de ligações em tamanho natural em função do estado de tensão e da temperatura

F. HEBRANT
Directeur Technique de la CECM
Liège

H. LOUIS
Professeur à l'Université de Liège
Liège

W. SOETE
Professeur à l'Université de Gand
Gand

Les essais et éprouvettes, toujours plus nombreux, proposés en vue de déterminer la sensibilité des aciers à la rupture fragile caractérisent en fait et à ce point de vue la soudabilité métallurgique du matériau.

Le problème qui se pose au constructeur est de transposer les résultats de ces essais aux constructions dont il s'agit de prévoir le comportement sur la seule base du mode de rupture d'éprouvettes.

Considérée sous cet aspect, la question ne sera jamais résolue dans sa généralité car les variables fondamentales que sont la conception et l'exécution interviennent dans le comportement des ouvrages d'une manière aussi importante que le matériau.

La Commission Belge d'Etude de la Construction Métallique (CECM), envisageant le point de vue du constructeur, s'est proposé d'étudier le mode de rupture d'un assemblage que l'on rencontre fréquemment dans les constructions importantes telles que les ponts, les charpentes, les ouvrages de retenue hydraulique.

Il s'agit de deux éléments se croisant à angle droit et sollicités chacun par un effort de traction. Les constructeurs hésitent souvent à prévoir la soudure de ces éléments en raison des accidents — notamment

des ponts soudés belges 1939-1940 — dont la plupart trouvaient leur origine dans un assemblage de ce type et malgré l'explication bien connue de ces ruptures qui ont résulté d'une erreur de conception dans la forme des joints soudés et d'une exécution défectueuse des soudures, inhérente à cette mauvaise conception (1).

Dans le même but, la Commission a envisagé la mesure du danger que présente la disposition constructive suivant laquelle une pièce d'étendue limitée est soudée sur tout son pourtour à des éléments rigides formant cadre.

Cette deuxième étude n'est en fait que l'extension d'une recherche entreprise par M. le Professeur Campus en 1943 (2), dans laquelle des disques étaient soudés sur tout leur périmètre à une tôle de grandes dimensions. Commentant ses propres essais et ceux analogues de Swinden et Reeve, M. Campus concluait: «Nous pensons en dépit de résultats peu positifs obtenus jusqu'à présent, qu'il reste intéressant de rechercher une méthode appropriée d'étudier par le moyen d'encastrements, la sensibilité totale à la rupture sans striction des assemblages soudés (métal d'apport et métal de base) dans toute la gamme des températures que comporte l'application de la soudure».

I. *Assemblage de deux éléments se croisant à angle droit*

Cet assemblage consiste en une croix dont chaque branche est un plat de 200 millimètres de largeur et de 20 ou 25 millimètres d'épaisseur (figure 1). Sa réalisation est faite de quatre manières:

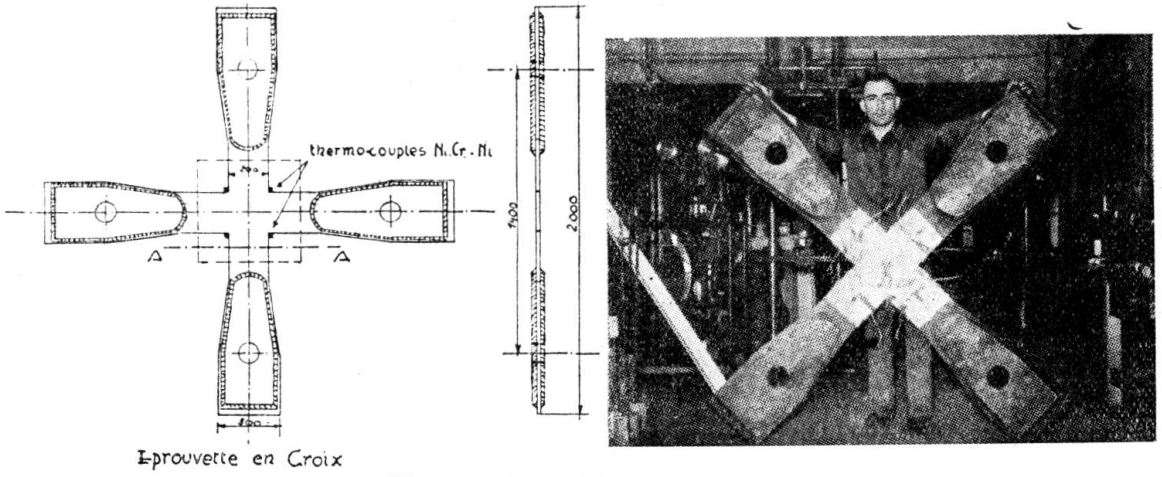

FIG. 1. Assemblage en croix

C_1: par découpage dans une tôle, les deux branches se raccordant suivant des angles vifs usinés.

C_2: par découpage dans une tôle, les deux branches se raccordant suivant des arrondis de 50 millimètres de rayon.

C_3: par découpage dans une tôle, les deux branches se raccordant

(1) H. LOUIS — *Revue de la soudure*, n° 2, 1950. *Revue Universelle des Mines*, tome IX, n.° 5 de 1950.

(2) F. CAMPUS — Recherches, études et considérations sur les constructions soudées. Liège, 1946.

suivant des angles vifs usinés; chaque angle est entouré d'un «crack stopper» réalisé par soudure, dans un chanfrein, de métal très ductile.

C_4: une branche de l'assemblage est un tronçon de tôle (200×20 ou 25), les bras de l'autre branche se raccordant à la première par des soudures en bout (chanfrein en demi V), soigneusement terminées par des arrondis en métal d'apport.

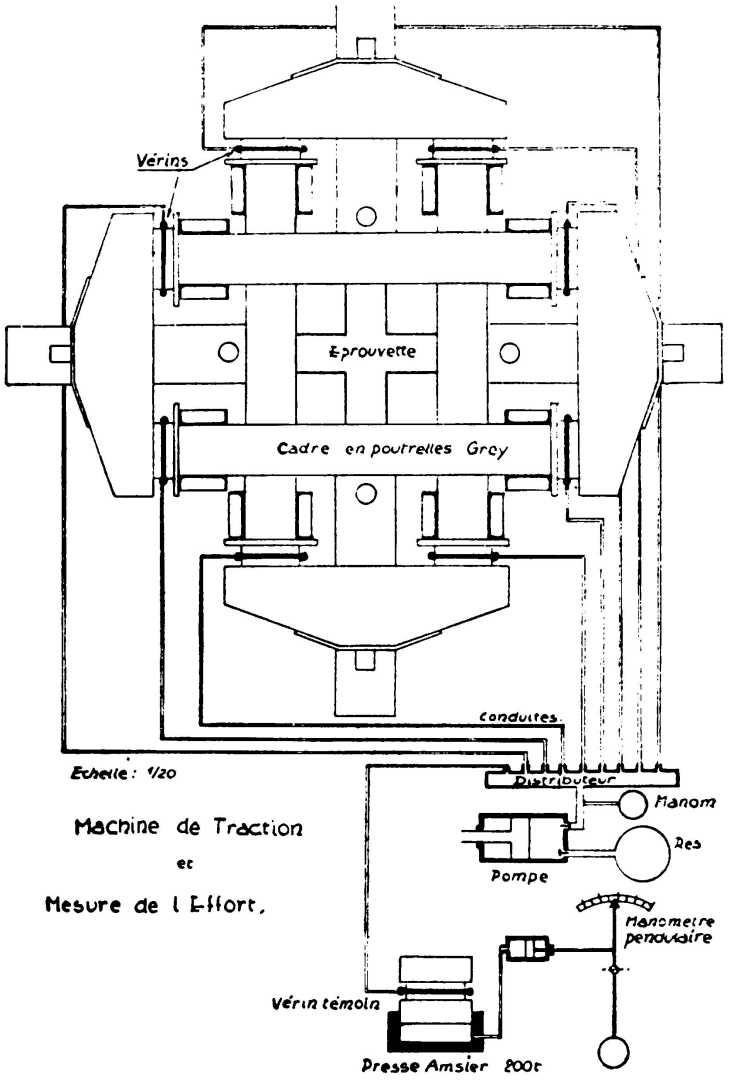

FIG. 2. Schéma de la machine de traction

Chaque branche de l'assemblage est sollicitée statiquement par un effort de traction (200 tonnes maximum) dans une machine spécialement conçue pour cette étude (figure 2).

Les essais ont porté initialement sur trois aciers de la nuance 37-45, sensiblement de mêmes caractéristiques chimiques et mécaniques mais dont la température de transition (pour un niveau d'énergie de 15 lbft = = 2,1 kgm/cm²) était: A_1: 0°C; A_2: -30°C; A_3: -15°C.

Des essais de traction suivant une direction, exécutés sur des éprouvettes classiques de 20 mm d'épaisseur (*acier* A_2) ont fait apparaître

la rupture fragile pour une température de -130 à -140°C (tension de rupture: 70 à 80 kg/mm²) ; la rupture débute par des glissements au centre de la section rompue et se propage en rupture fragile dès l'apparition de la fissure centrale.

Lors des essais sur les assemblages en croix, la partie centrale était refroidie au moyen d'air liquide. Le facteur de concentration de tension dans les angles *usinés* varie de 1,5 à 1,8.

Les résultats des essais, très brièvement résumés, ont été les suivants sur l'*acier* A_2.

1ère série d'essais

Pièce C_1: rupture explosive à une température de -130°C, pour un effort de 191 tonnes (tension moyenne: 48 kg/mm²) appliqué à *chacune* des branches de la croix. L'assemblage s'est rompu en

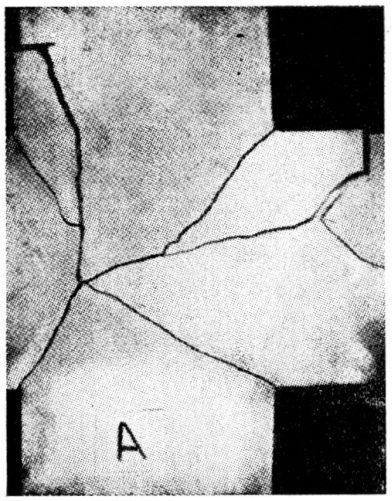

FIG. 3. Rupture fragile de la pièce C_1

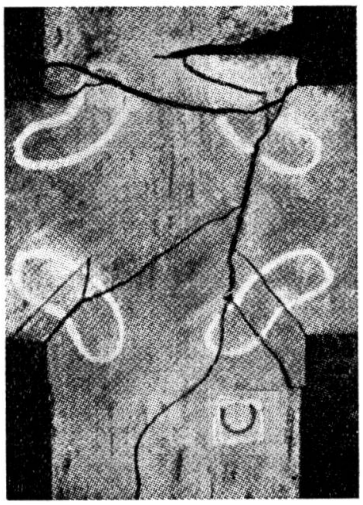

FIG. 4. Rupture fragile de la pièce C_3

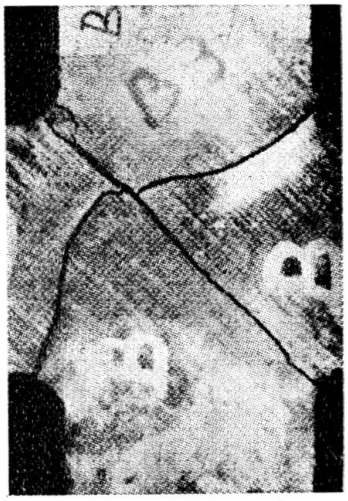

FIG. 5. Rupture fragile de la pièce C_4

quatre morceaux à partir d'un angle déterminé, si l'on en juge par l'aspect lisse puis en chevrons des lèvres des cassures (figure 3).

Pièce C_2: cet assemblage n'a pu être rompu à une température de -160°C, l'effort de traction dans chaque branche atteignant la capacité maximum — 200 tonnes de la machine d'essai.

Pièce C_3: rupture à -120°C, pour un effort, sur chaque branche, de 182 tonnes (tension moyenne: 45,5 kg/mm²). Les ruptures semblent s'être amorcées dans les «crack stoppers» ce qui n'était pas imprévisible, ceux-ci constituant des soudures à retrait radicalement empêché dont les tensions résiduelles ne pouvaient atteindre un niveau plus élevé. Cette expérience, qui n'était d'ailleurs pas indispensable, permet de conclure définitivement non seulement à l'inefficacité mais *au danger* de telles dispositions soi-disant préventives (figure 4).

Pièce C_4: rupture à -120°C pour des efforts de 146 tonnes (tension moyenne: 36,5 kg/mm²) (figure 5). La soudure, contrôlée radiographiquement, était sans défaut. Le résultat moins favorable que pour la pièce C_1 s'explique par les raisons suivantes:

— raccordement des branches suivant un rayon inférieur: 30 mm au lieu de 50; le facteur de concentration de tension est donc supérieur.

— la présence de tensions résiduelles de soudage: à des températures aussi basses et en raison de l'état double de traction, l'intervention de la plasticité ne peut être invoquée pour justifier une égalisation des tensions de soudage, celles-ci se superposent aux tensions résultant de la sollicitation extérieure.

L'aspect des chevrons des lèvres des cassures semble montrer que la rupture s'est amorcée dans un léger défaut superficiel d'un arrondi réalisé en métal d'apport.

La comparaison des résultats de ces essais est en faveur de la pièce homogène présentant des arrondis et ensuite de la même pièce à angles vifs.

Le résultat moins favorable de la pièce soudée s'explique par l'effet défavorable, aux basses températures, des tensions résiduelles de soudage.

2ème série d'essais

Cette deuxième série d'essais poursuit le but d'établir la courbe de transition de *l'aspect de rupture* d'un assemblage réel, d'une manière analogue à la courbe obtenue lors d'un essai de choc sur barreau entaillé (éprouvette Charpy à entaille en V).

L'état triple de tension a été obtenu en réalisant par sciage et suivant les bissectrices de chaque angle, une entaille de 10 millimètres de profondeur à partir du point de rencontre théorique des branches de la croix; *l'influence des arrondis des pièces qui en comportaient n'est donc plus à envisager dans ces essais.*

Pièce C_1^e: (pièce identique à C_1 mais entaillée). La partie centrale de la croix a été refroidie à une température de -40°C qui est inférieure à la température de transition (-30°) obtenue sur éprouvettes Charpy à entaille en V pour une résilience de 2,1 kgm/cm² (15 lbft).

La rupture *fragile* s'est produite pour un effort de 114 tonnes dans chaque branche (figure 6).

Pièce C_2^e: Rupture *fragile* survenue à une température de -45°C, pour un effort de 117 tonnes (figure 7).

Pièce C_3^e: Rupture *fragile* survenue à une température de -33°C pour un effort de 121 tonnes (figure 8).

Pièce C_4^e: Rupture par *glissement* à une température de -25°C pour un effort de 109 tonnes (figure 9).

Pièce C_2^e: Rupture par *glissement* à une température de -5°C pour un effort de 115 tonnes (figure 10).

3ème série d'essais

Un acier de la nuance 42-50, de qualité très ordinaire ne répondant pas aux normes belges de soudabilité, a été soumis à l'essai de traction, à différentes températures, sur des pièces présentant les caractéristiques suivantes:

Pièce C_1^{42}: identique à C_1; pièce $C_1^{42\text{-}e}$ identique à la précédente, mais dont les angles étaient entaillés à la scie, suivant leur bissectrice et

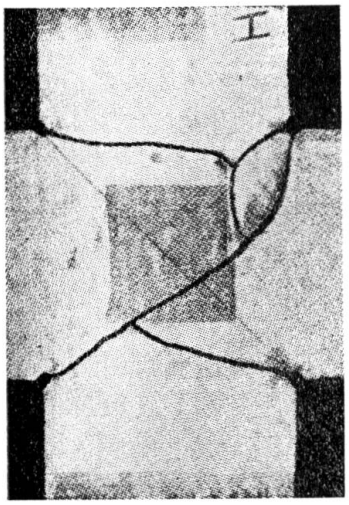

FIG. 6. Rupture fragile de la pièce C_1^e

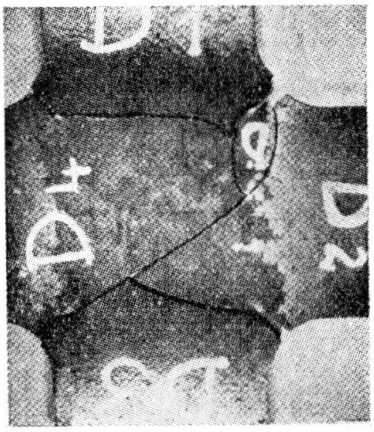

FIG. 7. Rupture fragile de la pièce C_2^e

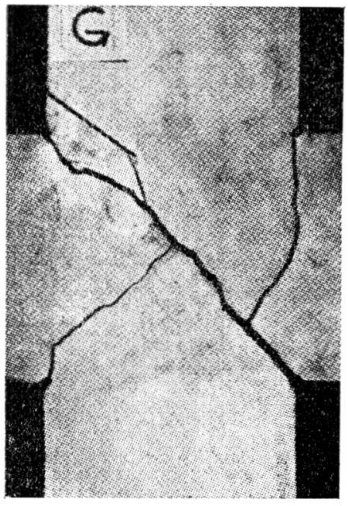

FIG. 8. Rupture fragile de la pièce C_3^e

sur une profondeur de 14 millimètres; pièce C_2^{42} identique à C_2 mais le rayon des raccordements des branches de la croix est de 30 millimètres au lieu de 50.

Les résultats d'ensemble sont les suivants:

Pièce C_1^{42}: La température de transition, c'est-à-dire la température en dessous de laquelle la pièce se rompt d'une manière fragile, est comprise entre +32 et +44°C.
Comme dans tous les essais précédents, la rupture fragile débute dans un angle vif par une rupture de glissement dont l'importance par rapport à la section rompue est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Pièce $C_1^{42\text{-}e}$: La température de transition d'aspect de rupture de cette pièce dont les angles sont entaillés, est un peu supérieure à +30°C; elle est donc comparable à celle obtenue sur les pièces à angles vifs. Le fait d'entailler les angles n'a donc pas eu pour effet de diminuer sensiblement la température de transition, ce qui semble montrer que cette température est une caractéristique du matériau dans le *cadre de l'assemblage et de l'essai étudiés*. Cependant l'effort nécessaire pour déclencher la rup-

ture fragile aux environs de la température de transition, dépend, pour un assemblage ou une pièce donnés, de la forme prise dans le sens du facteur concentration de tension résultant des discontinuités de cette forme.

Pièce C_2^{42}: La croix constituant ces pièces comporte à la rencontre des 2 branches des arrondis de 30 mm de rayon. Il n'a pas été possible de déterminer la température de transition de ces pièces car toutes les ruptures se sont produites dans un bras de traction et jamais dans le carré central et cela même à une température de +7°C, valeur de beaucoup inférieure à la température de transition des pièces C_1^{42} et $C_1^{42\text{-}e}$.

L'effort qui provoque la rupture dépend donc d'une manière fondamentale et même à une température de beaucoup inférieure à la tempéra-

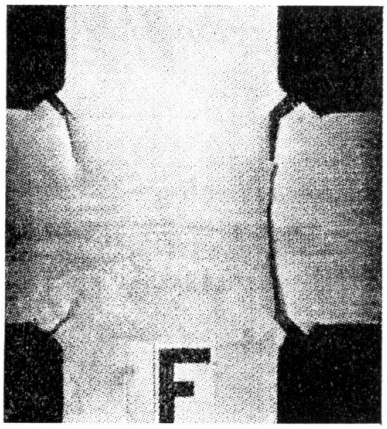

FIG. 9. Rupture de glissement de la pièce C_1^e

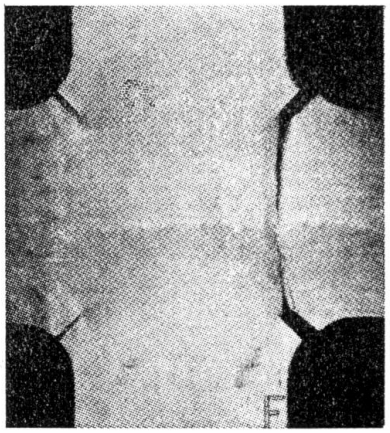

FIG. 10. Rupture de glissement de la pièce C_2^e

ture de transition réelle de l'acier, de la conception de l'assemblage, c'est-à-dire en fait du facteur de concentration de tension propre à l'assemblage.

Conclusions principales

1) La rupture des éprouvettes en croix *non entaillées* en tôle homogène (1ère série d'essais) provoquée par traction double dépend de la tension réelle dans les angles de la pièce et de la température.

Le phénomène constaté à une température d'environ -120°C est comparable à celui qui régit l'éprouvette soumise à l'essai de traction simple. Pour celle-ci la tension de rupture est de 70 à 80 kg/mm²; pour l'éprouvette C_1 elle est de 48 kg/mm² dans les branches, soit 72 kg/mm² si on tient compte d'un facteur 1,5 (d'ailleurs mesuré) de concentration de tension; pour C_3 les tensions sont respectivement 45,5 et 68 kg/mm².

Dans chaque angle, d'où part la rupture, dès que la tension supérieure à la tension moyenne des branches atteint une certaine valeur, une fissure s'amorce, l'état de tension devient triple: la rupture est

fragile pour des températures très basses, de l'ordre de -120°C; pour des températures supérieures, la rupture serait vraissemblablement mixte d'abord, de glissement ensuite

2) La tension moyenne qui provoque la rupture de l'assemblage soudé C_4 est inférieure, à la température de -120°C, à la tension correspondante dans la pièce prélevée hors tôle, tout en étant encore très élevée: 36,5 kg/mm² soit une tension dans l'angle d'environ 44 kg/mm² si l'on envisage un facteur de concentration de 1,2 (présence des arrondis de 30 mm de rayon).

Etant donné la qualité de la soudure, cette diminution par rapport à la tension dans C_1 et C_3 ne s'explique que par la présence des tensions résiduelles. Il ne s'agit cependant que de tensions résiduelles directes, les pièces étant libres avant soudage. Ces essais montrent, aux basses températures, le danger de tensions résiduelles directes et à fortiori des tensions de bridage qui se superposent aux tensions de service; le danger de rupture fragile pour des tensions de service relativement faibles est d'autant plus grand que la température de transition de l'acier est élevée.

3) La rupture des assemblages en croix, entaillés dans les angles (2me série d'essais) permet de déterminer, dans les conditions de l'assemblage et de l'essai, la température de transition d'aspect de rupture (comprise approximativement entre –25 et –35° C pour l'acier A2 et +30° C pour l'acier de nuance 42-50).

A cette température un état triple de tension de traction est capable de déclencher une rupture fragile pour une tension de service donnée dont la grandeur est réduite par les tensions résiduelles de soudage éventuelles.

4) La présence de «crack-stoppers» est nettement défavorable en raison des tensions résiduelles de bridage qu'entraîne leur réalisation.

5) La présence des arrondis, même de faible rayon: 30 mm, confère aux assemblages en croix une résistance beaucoup plus grande que pour les pièces à angles vifs (voir C_2 — 1ère série d'essais — et C_2^{42} — 3ème série d'essais). Cette conclusion, d'ailleurs prévisible, conduit à la nécessité de prévoir des arrondis réalisés par métal d'apport aux extrémités des soudures en bout (chanfrein en demi V) reliant deux éléments qui se croisent dans un assemblage.

6) L'ensemble des résultats montre que l'assemblage de deux éléments de directions perpendiculaires est réalisable en toute sécurité à la condition d'éviter aux intersections tout défaut ayant le caractère d'une entaille. La sécurité est considérablement accrue si les raccords entre les pièces sont réalisés par des arrondis même de faible rayon (20 à 30 mm) et si les tensions résiduelles de soudage sont peu élevées (en évitant notamment les bridages); la sécurité est évidemment toujours d'autant plus grande, quelle que soit la nature du raccordement, que la température de transition est basse.

La température de transition semble être une propriété caractéristique du matériau: le passage de la rupture ductile à la rupture fragile nécessite *pour un assemblage* donné des efforts dont la grandeur (effet des tensions résiduelles compris) dépend du facteur de concentration de tension de l'assemblage, c'est-à-dire de la forme dans son ensemble et dans ses particularités.

Une forme favorable (présence d'arrondis) conduit à un relèvement considérable de la tension moyenne nécessaire pour provoquer la rupture fragile même à une température de beaucoup inférieure à la température de transition de l'acier.

Cette considération confirme la possibilité d'économies importantes en utilisant un acier de construction dont la température de transition n'est pas la plus basse, à la condition de réduire les facteurs de concentration de tensions et le niveau des tensions résiduelles par une conception saine et un programme de soudage rationnel.

La présence généralisée d'arrondis dans les constructions soudées répond à la première partie de cette condition.

II. *Assemblage en état double de tensions résiduelles*

La disposition constructive suivant laquelle une pièce mince est soudée sur son pourtour à un ensemble rigide, a été réalisée par soudage d'un disque de 400 millimètres de diamètre dans un anneau de 1250 millimètres de diamètre raidi par quatre couronnes de 40 mm d'épaisseur; l'épaisseur du disque et de l'anneau était soit de 20, soit de 25 millimètres (figure 11).

La soudure (chanfrein en X) a été exécutée aussi symétriquement que possible au moyen d'électrodes basiques, les seules qui ne donnaient pas lieu à fissuration au cours du soudage.

Avant d'étudier cet assemblage, des essais fondamentaux ont mis nettement en évidence l'influence des tensions résiduelles, à basse température et en présence d'un défaut.

Le défaut est créé avant soudage, soit par un sciage transversal du chanfrein sur une profondeur supérieure à la pénétration de la soudure dans l'acier de base, soit par introduction de deux pièces parfaitement usinées dans le chanfrein préalablement élargi.

Les pièces à assembler sont libres pendant le soudage (chanfrein en X) ; le refroidisement après soudure au droit du défaut provoque la rupture fragile sous la forme d'une fissure transversale au joint (figure 12).

Des joints soudés identiques contenant le même défaut mais ayant fait l'objet d'une relaxation des tensions par le procédé bien connu de chauffage localisé ou par un traitement thermique de détente à 650° C, ne donnent pas lieu à rupture spontanée lors du refroidissement au droit du défaut ou donnent lieu parfois à des fissures transversales de faible longueur au droit du défaut sous l'effet de chocs nombreux et violents.

Ces mêmes joints dont les tensions résiduelles ont été diminuées ou supprimées et qui n'ont pas donné lieu à rupture lors du refroidissement sont alors chauffés au chalumeau, strictement au droit de la soudure. Refroidis ensuite au droit du défaut, ils donnent de nouveau lieu à des ruptures fragiles transversales comme lors du refroidissement de la soudure non traitée.

Ces essais élémentaires, reproductibles à volonté, montrent nettement que les tensions résiduelles de soudage peuvent à elles seules, à basse température et en présence d'un défaut, provoquer la rupture fragile. En effet

les essais, après relaxation des tensions résiduelles, montrent que les contraintes thermiques inhérentes au refroidissement local du joint ne sont pas suffisantes pour déclencher la rupture si ce n'est qu'ils donnent lieu parfois à des fissures courtes à peine visibles sous l'effet de chocs violents et répétés.

L'étude des disques a débuté par la détermination — par une méthode destructive — des tensions résiduelles de soudage suivant le périmètre

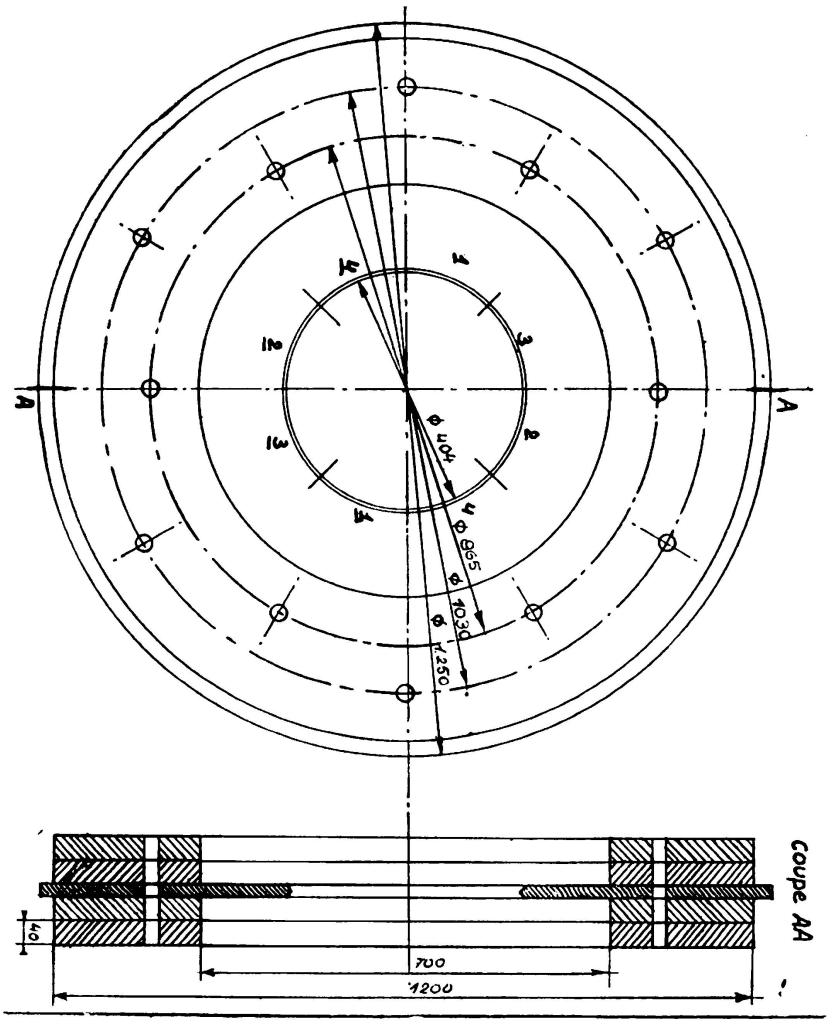

FIG. 11. Dispositif de soudage des disques

de la soudure et dans la direction perpendiculaire. La figure 13 donne la répartition de ces tensions suivant un diamètre de l'assemblage.

Il est seulement possible, ici, dans le cadre qui nous est attribué, de donner connaissance du résultat de l'essai qui nous paraît le plus significatif pour le constructeur.

Dans le disque central, de 400 millimètres de diamètre, en acier A3 (*température de transition à 15 lbft: –15° C*) de 25 millimètres d'épaisseur, une fenêtre carrée à angles vifs de 120 mm de côté a été découpée avant

soudage à l'anneau extérieur (en acier A1 : température de transition 0° C). Les déformations locales dues à la soudure sont importantes, les sommets de l'ouverture carrée sont notamment l'objet de déformations plastiques visibles à l'œil. Les tensions (traction) le long et dans la direction des côtés du carré sont de 15 kg/mm² et de 22 kg/mm² au voisinage des sommets dans la direction perpendiculaire à la diagonale correspondante.

Dès le début du refroidissement (T = –20° C) d'un angle de l'ouverture carrée, une fissure s'est amorcée dans cet angle et dans l'angle opposé. Elles se sont propagées dans l'anneau extérieur au disque pour s'arrêter dans les régions soumises à des tensions résiduelles de compression (figure 14). Une seconde expérience exécutée dans les mêmes conditions a donné lieu à une fissuration identique.

Ces résultats présentent un grand intérêt; il montrent qu'un assemblage ne présentant pas d'entailles proprement dites mais des angles

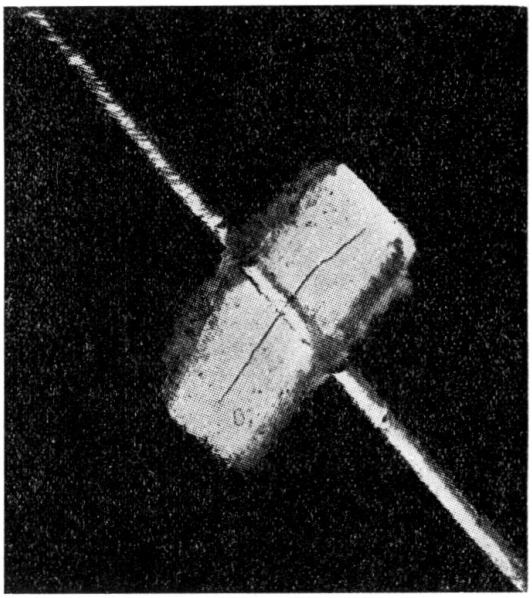

FIG. 12. Rupture après refroidissement d'une soudure assemblant deux pièces libres et contenant un défaut transversal

vifs et qui est le siège de tensions résiduelles importantes peut se rompre par simple diminution de la température. La présence d'un défaut transversal important dans la soudure conduit à la même conséquence.

Aux tensions résiduelles de soudage il y a lieu d'ajouter les tensions thermiques résultant du refroidissement hétérogène de l'assemblage.

Il faut d'ailleurs signaler à l'appui de cette thèse, que lors de la recherche, il fut impossible de rompre les disques dont la soudure était sans défaut, même à des températures inférieures à la température de transition et malgré l'intervention d'une importante solicitation par choc appliquée au centre du disque après la réalisation d'entailles superficielles.

En outre, des assemblages dont la soudure présentait un important défaut transversal (réalisé par sciage transversal préalable du chanfrein) ont été soumis à un traitement de relaxation des tensions. L'acier des disques et de la couronne était un acier dont la température de transition

était de +18° C. Le refroidissement, jusqu'à une température de –100 à –120° C, de la région contenant le défaut a seulement permis le déclenchement, à partir du défaut, d'une fissure de faible longueur à peine visible.

Il convient encore de signaler que le chauffage localisé de la soudure et le refroidissement à l'eau des régions voisines, utilisés comme traitement de relaxation n'a pas comme effet de supprimer les tensions résiduelles, dans le cas d'un assemblage bridé, mais de provoquer seulement une redistribution de ces tensions.

Cette recherche permet de mieux caractériser l'influence certaine des tensions résiduelles dans l'apparition de la rupture fragile; ces tensions

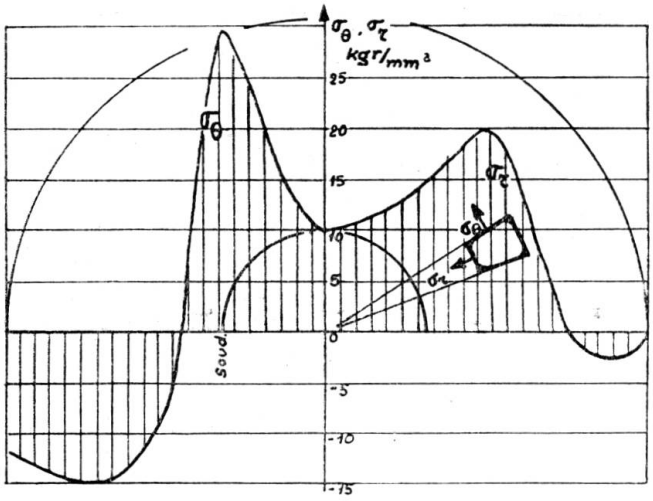

FIG. 13. Diagramme type des tensions résiduelles de soudage dans une section méridienne de l'assemblage

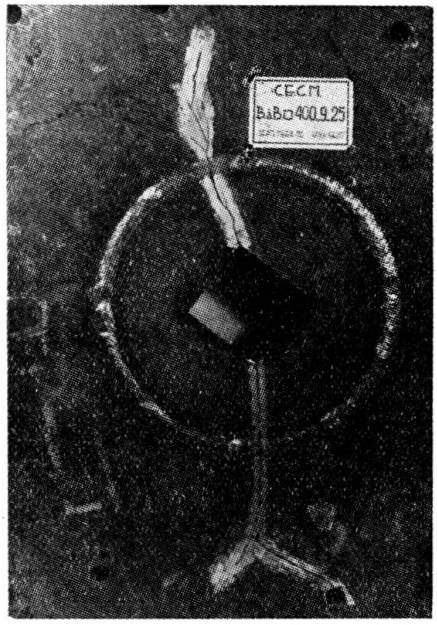

FIG. 14. Rupture après refroidissement d'un disque contenant une ouverture à angles vifs réalisée avant soudage

sont déterminantes de la rupture fragile en présence d'un défaut et à une température suffisamment basse, la température faisant le plus souvent intervenir des tensions thermiques dues au refroidissement hétérogène et dont l'effet s'ajoute à celui des tensions résiduelles.

Ces essais dont il a seulement pu être rendu compte partiellement et encore d'une manière sommaire, nous paraissent de nature, par leurs résultats, à mettre fin à certaines controverses au sujet de l'influence des tensions résiduelles sur le comportement des constructions du point de vue de la rupture fragile.

Ces essais peuvent paraître inutiles, le raisonnement, avancé depuis plus de 25 ans par d'éminents spécialistes, suivant lequel les tensions résiduelles de soudage ne se distinguent d'aucune manière des tensions mécaniques généralement quelconques ne nécessitait pas de support expérimental.

Cependant, les assemblages étudiés tout en caractérisant mieux le mode d'intervention des tensions résiduelles permettent au constructeur de comparer la susceptibilité des aciers à la rupture fragile à partir d'assemblages réels qui peuvent être considérés comme représentant les plus grandes difficultés constructives; la comparaison est évidemment plus pertinente et nécessite beaucoup moins d'extrapolation que celle qui peut être faite à partir d'essais sur des éprouvettes plus ou moins représentatives des constructions réelles.

Les résultats obtenus confirment la justesse et l'actualité des conclusions du Congrès de Cambridge en 1952.

RÉSUMÉ

Il est rendu compte d'essais faits en Belgique sur des assemblages caractéristiques de deux difficultés rencontrées dans les constructions soudées:

1) Assemblage de deux pièces se rencontrant à angle droit et sollicitées chacune par un effort de traction.

La rupture de cet assemblage dépend de la tension réelle dans les angles et de la température.

Il existe pour l'assemblage une température d'aspect de rupture, pour laquelle un état triple de tension de traction est capable de provoquer la rupture fragile pour une tension extérieure donnée dont la grandeur est réduite par les tensions résiduelles de soudage.

La sécurité est considérable si les pièces sont raccordées par des arrondis même de faible rayon.

2) Assemblage constitué par une pièce soudée sur tout son pourtour à un cadre rigide.

Les essais mettent nettement en évidence l'influence des tensions résiduelles de soudage à une température suffisamment basse et en présence d'un défaut transversal important dans la soudure ou d'une entaille réalisée dans la pièce soudée sur toute son épaisseur en dehors du joint.

SUMMARY

The authors describe tests, carried out in Belgium, with assemblies in which appear two typical difficulties currently found in welded construction:

1) Assembly of two elements meeting at right angles and each submitted to a tensile effort.

Collapse of this type of assembly depends on the actual stress at the angles and on temperature.

There is a temperature favourable to rupture for which a triple stress condition in the assembly may cause fragile rupture for a given external stress, which can be reduced by residual welding stresses.

Safety factor is large as long as the transition between the elements is tapered, even if the tapering radius is small.

2) Assembly of a thin element welded all around to a rigid frame.

The tests clearly show the influence of the residual welding stresses at a low enough temperature and in presence of an important transverse flaw in the weld or of a deep notch in the welded element outside the joint.

ZUSAMMENFASSUNG

Bericht über in Belgien durchgeführte Versuche an Schweissverbindungen mit zwei für geschweisste Konstruktionen charakteristichen Schwierigkeiten.

1) Verbindung zweier sich rechtwinklig kreuzender Zugstäbe.

Bei dieser Verbindung hängt der Bruch von der tatsächlichen Spannung in den Winkeln und von der Temperatur ab.

Es besteht für die Verbindung eine Bruchtemperatur, bei welcher ein dreiaxiger Zugspannungszustand bei einer gegebenen äussern Spannung, deren Grösse durch die Schweisspannungen verringert wird, einen Sprödbruch verursachen kann.

Die Sicherheit wird beträchtlich erhöht, falls die Werkstücke mit Ausrundungen, selbst von nur kleinen Radius, versehen werden.

2) Verbindung bestehend aus einem längs seines ganzen Umfangs an einen steifen Rahmen geschweissten dünnen Blechs.

Bei einer genügend tiefen Temperatur und bei einem bedeutenden Querfehler in der Schweissnaht oder einer Kerbe ausserhalb des Stosses über die ganze Breite des Werkstückes zeigen die Versuche klar den Einfluss der Schweissspannungen.

RESUMO

Os autores descrevem ensaios realizados na Bélgica, em ligações que caracterizam duas das dificuldades encontradas em construções soldadas:

1) Ligação de dois elementos em anglo recto, ambos submetidos à tracção.

A rotura desta ligação depende da tensão real nos ângulos e da temperatura.

Existe uma temperatura favorável à rotura, para a qual um estado de tensão triplo de tracção pode provocar a rotura frágil para uma dada

tensão exterior cuja importância é reduzida pelas tensões residuais de soldadura.

A segurança é considerável se a transição entre os elementos comporta arredondamentos, mesmo de pequeno raio.

2) Ligação constituída por um elemento delgado inteiramente soldado quadro rígido.

Os ensaios mostram claramente a influência das tensões residuais de soldadura a uma temperatura suficientemente baixa e em presença de um defeito transversal importante na soldadura ou de um entalhe sobre toda a espessura do elemento, fora do cordão.

Leere Seite
Blank page
Page vide