

Éditorial

Chaînages de code amont et aval à la simulation numérique du soudage pour optimiser les structures soudées

Progrès et applications à la prévention de la ruine des structures

Les quatre articles de cette rubrique ont été écrits sur la base de contributions présentées au 9^e colloque du GST « Simulation Numérique du Soudage » de l'AFM. C'est autour du thème de la « mitigation » ou plus communément de la prévention de la ruine des structures soudées, que les conférenciers ont présenté leurs travaux.

Le cycle thermique associé au soudage conduit à des modifications des propriétés métallurgiques et mécaniques de la matière pouvant être préjudiciables pour la tenue en service des composants, notamment vis-à-vis de la fissuration en fatigue ou de la corrosion sous contraintes. Pour prévenir cette ruine, l'exemple le plus connu est le traitement thermique de détensionnement après soudage réalisé au cours d'un processus de fabrication. Ce traitement permet le relâchement (au moins partiel) des contraintes résiduelles engendrées par l'opération de soudage. Un autre exemple est l'effet Temperbead : lors d'une réparation, le flux thermique des premières passes peut être exploité afin d'adoucir la zone sous cordon ce qui permet de restituer une partie des caractéristiques mécaniques telle que la dureté sous cordon. Pour faire face à certaines conditions d'exploitation, une mise en compression par martelage, grenailage ou choc laser de la surface peut être nécessaire. En service, la suspicion ou l'observation d'un endommagement sur les structures soudées peut conduire à la mise en œuvre de techniques permettant, soit d'isoler la soudure du milieu ou de reboucher le défaut (refusion, réparation par friction malaxage, etc.) soit de modifier le champ des contraintes (overlay, Water jet peening, etc.). En amont de tout cela, il est aussi envisageable de modifier le procédé de soudage lui-même, par exemple, en adaptant le préchauffage pour faire dégager l'hydrogène ou en refroidissant le bain en arrière de la torche pour réduire les contraintes résiduelles.

La simulation des techniques connexes au soudage permet de réduire ou d'enrayer les effets du soudage vis à vis de la ruine des structures. En effet, ces divers procédés dépendent de nombreux paramètres dont le rôle peut être éclairé par la simulation, ce qui permet aussi de diminuer le nombre de justifications. Il a été montré que la simulation permettait de traiter des méthodes industrielles, tels que des traitements thermiques de détensionnement, traitement de précontraintes (grenailage, billage ultrasonore, martelage haute fréquence), le soudage Temperbead et de chaîner ces simulations avec des calculs de fatigue ou de propagation de fissures afin d'évaluer l'impact du soudage et le gain apporté par le traitement de mitigation sur la ruine des structures (G. LeQuilliec – CETIM, N.T. Niane – PSA). Sur les assemblages multicomposants la simulation permet de limiter les opérations de parachèvement, les mises au rebut par exemple, en réduisant fortement les

distorsions grâce à une séquence de soudage optimisée par simulation (J.S. Grela – AIMEN). Mais l'intérêt de la simulation ne se place pas que sur les structures, pour les assemblages monocomposants elle permet une aide précieuse pour orienter et interpréter des essais de soudabilité et ainsi éviter une dégradation des propriétés mécaniques initiales du métal de base lors de l'opération de soudage (F. Corpacce – CEA).

Ces chaînages de code de calcul incitent au développement de plateformes logicielles mais aussi nécessitent le développement d'équipes de recherche dédiées aux validations expérimentales, ceci afin d'accroître la crédibilité des résultats obtenus par simulation numérique. Des progrès restent à faire dans le couplage de la Simulation Numérique du Soudage (SNS) avec la fatigue des assemblages soudés, notamment il reste à identifier les résultats du calcul de SNS qui seront des données pertinentes pour un calcul de fatigue.

Le GST organisant ce colloque annuel est issu de la Commission SNS mise en place en 2002 pour accompagner l'essor récent du domaine de la SNS en favorisant les liens et les échanges entre les différents acteurs industriels, centres techniques et universitaires. Ces échanges d'informations permettent d'aider à définir les actions nécessaires à une caractérisation globale du soudage, afin de simuler numériquement le comportement d'une structure soudée (distorsion, tenue en fatigue, endommagement), tout en s'appuyant sur des cas-tests de validation (comparaisons calcul/essai).

Nous remercions vivement l'ensemble des participants et plus particulièrement les orateurs qui ont su parfaitement illustrer les différents aspects entrant en jeu dans le chaînage de codes calculs.

Olivier Asserin
CEA

Philippe Gilles
AREVA

Mansour Afzali
CETIM

Philippe Bastid
TWI

Jean-Michel Carpreau
EDF

Dominique Deloison
EADS

Eric Feulvarch
ENISE

Bertrand Journet
EADS

Michel Corret
INSA de Lyon

Didier Lawrjaniec
IS