

Opération de recherche APOS (Auscultation Pour des Ouvrages Sûrs)

Sujet 1 : Assemblages rivetés et boulonnés

Détection des défauts dans les assemblages métalliques par techniques CND

M.Bourquencier, H.Cannard, V.Muzet, D.Prybyla

Cerema – DterEst - Laboratoires de Strasbourg et Nancy

Problématique et objectifs de l'action R&D

Les assemblages des ouvrages métalliques sont soumis à contrôles à différentes étapes de leur vie (fabrication, inspection, expertise), afin de détecter d'éventuelles pathologies susceptibles de nuire à leur fonctionnement. Ces pathologies peuvent concerner les assemblages par soudage ou les assemblages mécaniques.

Les évolutions technologiques actuelles ont introduit de nouvelles méthodes CND, dont l'adéquation à certains défauts rencontrés dans assemblages métalliques soudés d'ouvrages d'art (manque de pénétration) n'a pas encore été examinée.

La réparation des assemblages rivetés est méconnue. L'effort de précontrainte est un paramètre important dans le calcul de ce type d'assemblage et dans leur tenue quant à la fatigue et risque-propagation de fissure. Cet effort est dû au refroidissement des rivets posés chaud, dont les effets méritent d'être mieux connus.

Les contrôles non destructifs actuels présentent différentes limites, tant techniques que financières : types de défauts difficiles à trouver, contrôle long et/ou coûteux, inadapté à certains assemblages etc. La présente action a pour objet de rechercher de nouvelles méthodes de contrôle non destructif (CND) applicables aux structures de génie civil, et palliant les limites ci-avant indiquées : méthodes innovantes permettant de détecter des manques de pénétration, nouvelles méthodes adaptées à la recherche de défauts internes au métal, méthodes sans contact, à grand rendement...

Démarche

Recherche de méthodes innovantes en CND adaptées ; analyse des capacités de chaque méthode, de ses avantages et inconvénients, de l'adéquation à la problématique ; rencontre d'industriels, d'organismes spécialisés en CND.

Plusieurs techniques ont été testées sur différents corps d'épreuve et/ou sites réels. L'objectif était de connaître les avantages et limites de chaque méthode afin de proposer les méthodes les plus adaptées. Les méthodes suivantes ont été testées :

- les méthodes TOFD et multi-éléments (méthodes CND volumiques dérivées de la méthode par ultrasons conventionnels) ;
- la thermographie infrarouge active ou passive (TIR) ;
- la shearographie qui est une méthode interférométrique dérivée de l'holographie.

Afin de pouvoir comparer les méthodes, des corps d'épreuves comportant des défauts ont été réalisés et/ou utilisés.

Mots clés : métal, CND, défaut, thermographie infrarouge, shearographie, TOFD, multi-éléments, phased array

Principaux résultats

Détection de manques de pénétration

Les méthodes TOFD et multi-éléments sont adaptées à la recherche de manque de pénétration dans les soudures (M. Bourquencier, 2015)

L'examen d'un corps d'épreuve en acier présentant une fissure a été réalisé par thermographie IR. Ceci a été effectué après sollicitation par application d'un tissu chauffant à proximité de ce défaut. La présence de la fissure se traduit par une anomalie du flux thermique, l'optimisation de la sollicitation thermique pourrait permettre d'améliorer cette détection (fig 3 a et 3 b)

Le suivi d'un rivetage par thermographie infrarouge a été réalisé fin septembre 2015, l'exploitation est en cours. Les données serviront à la thèse de E. Leprêtre.

La shearographie étant très sensible, il ne nous a pas été possible de réaliser des sollicitations répétables et de quantifier des défauts. Il est possible de mettre en évidence des défauts de taille importante non visibles à l'œil mais la détection de fissures dans des soudures n'a pas été possible.

Illustrations

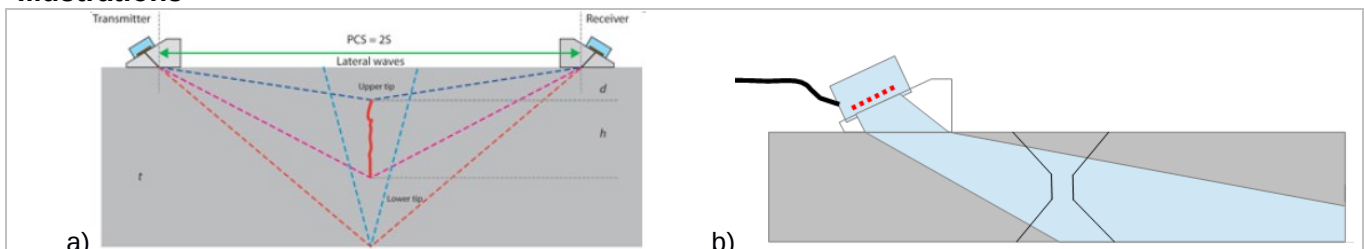


Fig. 1. Détection du manque de pénétration des soudures par TOFD (a), par multi-éléments (b)

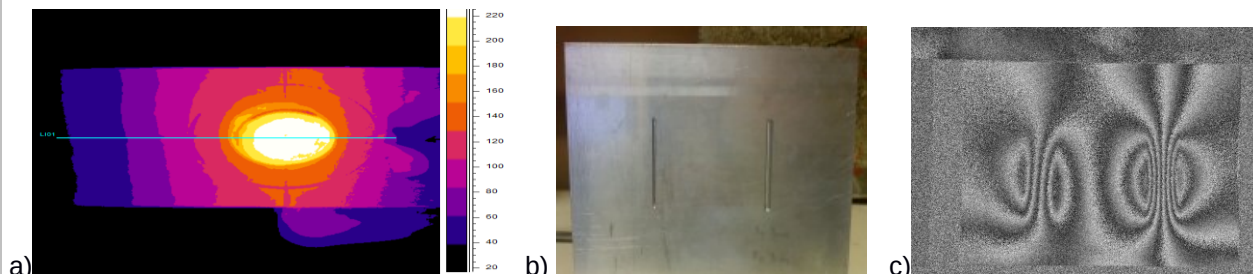


Fig. 2. Suivi d'un rivetage par thermographie infrarouge (a), plaque de métal comportant des défauts en face arrière (b), détection de ces défauts par shearographie sur la face avant (sollicitation thermique) (c)

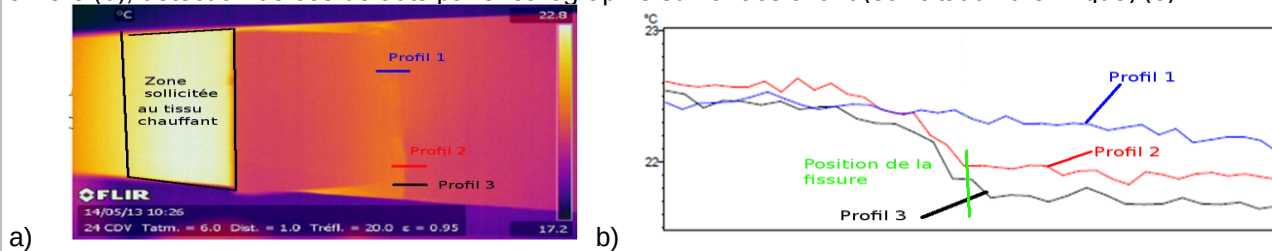


Fig. 3. Suivi de la sollicitation thermique d'une fissure au droit d'une soudure : corps d'épreuve en acier comportant ce défaut vu dans le spectre IR (a), détection de ce défaut par tracé du profil thermique au droit de la fissure suite à une sollicitation par tissu chauffant (b).

Livrables

Type	Titre	Date
Rapport	Détection du manque de pénétration des soudures par CND non-conventionnels, M. Bourquencier	31/12/2015
Rapport	Revue bibliographique sur l'évaluation en fatigue des ouvrages rivetés – Influence de la force de serrage exercée par le rivet - 2014	Avril 2014