

Titre du sujet : Diagnostic des défauts de collage aux interfaces Béton - Carbone/Epoxy par thermographie infrarouge active et shearographie

Description détaillée du sujet :

Contexte

La réhabilitation de structures endommagées en béton par collage de renforts en matériaux composites est devenue une technique largement acceptée et répandue à travers le monde. La qualité de l'interface adhésive entre le béton et le composite est un élément crucial vis à vis de la durabilité de ce type de réparation. La présence de défauts de collage (vides, bulles d'air) peut ainsi réduire considérablement l'aire de contact à l'interface et faire chuter les performances de la réparation. Des études très récentes notamment au LCPC, ont montré que ces défauts de collage pouvaient être détectés de manière non destructive par différentes méthodes utilisant les techniques de shearographie (mesure de déformation plein champ) et la thermographie infrarouge. Néanmoins, seul un essai d'arrachement permet d'avoir une idée de la qualité du collage.

Travaux antérieurs et Enjeux scientifiques

Des études menées ces dernières années au LCPC et à l'Université Laval, ont permis de montrer la faisabilité de la détection de défauts de collage en mettant en œuvre la shearographie ou la thermographie infrarouge.

La shearographie est une mesure de déformation en surface de l'objet visée qui est sollicité de différentes manières : mécanique, thermique selon différent mode : statique, périodique, impulsionnel. La thermographie infrarouge est plus connue ; elle permet de mesurer le champ de températures apparentes en surface de l'objet visé. Comme en shearographie, elle peut être associée à une sollicitation extérieure.

Les études ont porté à la fois sur de la modélisation des phénomènes physique mis en jeu dans l'auscultation et sur des expérimentations sur des éprouvettes de laboratoires. Les deux méthodes permettent de détecter la présence de défauts de collage et de quantifier dans une certaine mesure leur étendue et leur profondeur. Ceci est particulièrement facile à mettre en œuvre par thermographie. Une première analyse des résultats obtenus par shearographie semble indiquer la possibilité de distinguer les qualités de collage.

L'objectif de cette étude est d'approfondir les modélisations thermomécaniques développées jusqu'à présent et de coupler les informations issues des deux méthodes envisagées afin de caractériser l'interface entre le béton et le composite (carbone/époxy).

Approche envisagée

Pour améliorer le diagnostic de l'interface, il nous paraît indispensable de modéliser et d'analyser le comportement thermomécanique de la structure composite-béton. On s'intéressera particulièrement à l'étude de ce comportement sous différentes sollicitations thermiques.

La modélisation du problème, en revenant aux équations de base de la physique, sera une étape décisive dans le choix et le développement de la méthode d'excitation la plus appropriée. On identifiera notamment les effets dominants et les paramètres d'état (variables pertinentes). La modélisation directe ne constitue cependant qu'une première phase puisqu'il conviendra d'élaborer des stratégies d'inversion (comparaison calcul-mesure, évaluation de sensibilité, degré de confiance, facteurs d'influence) qui permettra d'extraire, à partir des données, des renseignements précis sur l'endommagement.

La validation des résultats se fera notamment grâce aux mesures réalisées sur des maquettes expérimentales à partir de corps d'épreuve intégrant des désordres maîtrisés (défauts de collage de diamètre et de profondeur différents, qualité et altération de la colle, présence d'air voire d'eau...).

Ce sujet, qui vise à développer les méthodes et outils pour le génie civil, s'inscrit dans le cadre de travaux conduits en collaboration entre la France et le Québec. Il répond à des enjeux importants en terme de maintien du patrimoine existant. L'étendue du travail scientifique à conduire est vaste et les champs disciplinaires concernés touchent à la modélisation numérique, à la physique, au traitement de données. Le candidat devra présenter un profil **physicien ou mécanicien**.

Au niveau des moyens humains, les laboratoires d'accueil disposent d'une longue expérience dans les domaines, des matériaux complexes, des méthodes d'inversion, et du contrôle non-destructif en général. L'environnement de travail associe moyens expérimentaux et de calcul.

Eléments de logistique dans le cadre de ce travail en coopération entre la France et le Québec :

Le candidat sera inscrit en Maîtrise de Recherche à L'Université Laval et intégrera l'équipe MIVIM du LVSN. Entre les deux premières sessions, le LCPC financera une mission d'une semaine en France, pour que l'étudiant puisse découvrir le LCPC et certains moyens d'essais (dont un banc de shearographie). Après deux ou trois sessions, il a été convenu de l'accueillir en France pour une période de 6 mois à un an, où il sera payé par le LCPC, pour effectuer une partie de son travail de recherche au sein d'une équipe de recherche localisée à Nantes et Paris. Le financement d'un à deux aller et retour entre la France et le Québec sera pris en charge par le LCPC pendant cette période, ainsi que les déplacements professionnels de l'étudiant en Maîtrise pendant son séjour en France.

Contacts :

Université Laval : Pr. Xavier Maldague

Laboratoire de vision et systèmes numériques
Chaire de recherche du Canada
1065, av. de la Médecine
Québec (QC) G1V 0A6, Canada
Tél. : +1(418)656 2962
Fax : +1(418)656-3159
Courriel : Xavier.Maldague@gel.ulaval.ca
Site Web : www.vision.gel.ulaval.ca

LCPC : Jean Dumoulin

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) - Centre de Nantes
Division Métrologie et Instrumentation (DMI)
Section Structures et Instrumentation Intégrée (SII) - pt 81
Route de Bouaye - BP 4129
44341 Bouguenais Cedex, France
Tel : +33 (0)2 40 84 56 24
Fax : +33 (0)2 40 84 59 98
Courriel : jean.dumoulin@lcpc.fr
Site Web : www.lcpc.fr/mi