

# **Effet du taux de déformation et de la température sur le comportement sismique des piles de ponts renforcées avec des matériaux composites**

E. Yildiz<sup>1</sup>, R. Tremblay<sup>1</sup>, B. Massicotte<sup>1</sup>, A. Filiatrault<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ecole Polytechnique de Montréal, Département de Génie Civil, Montréal, QC, Canada

<sup>2</sup>New York State University at Buffalo, Department of Civil Engineering, Buffalo, NY, USA

## **Résumé:**

Les propriétés mécaniques du béton, de l'acier et des matériaux composites utilisés pour la construction et la réhabilitation des piles de pont sont dépendantes du taux de déformation et de la température. Les recherches réalisées à l'École Polytechnique montrent que la pratique courante basée sur des propriétés mécaniques statiques des matériaux peut ne pas représenter correctement le comportement réel des piles de pont soumises à une sollicitation dynamique comme celles induites lors des séismes. Les essais et les analyses ont en effet démontré que la résistance en flexion d'une section soumise à un taux de déformation constant jusqu'à la rupture augmente lorsque le taux de courbure est augmenté. Sous des températures hivernales et des conditions de chargement dynamiques, les matériaux composites utilisés pour le renforcement des piles pourraient subir une rupture prématurée, à des déformations réduites. Les études paramétriques montrent également que l'augmentation de résistance à température normale est gouvernée par les propriétés dynamiques de l'acier.

## **Introduction**

La variation des propriétés des matériaux avec le taux de chargement a été la motivation de plusieurs travaux de recherche depuis le début de 20<sup>ième</sup> siècle. L'augmentation de résistance, observée pour les métaux par les premiers chercheurs, a été constatée plus tard par d'autres chercheurs pour autres matériaux. Les recherches sur le béton ont été revues par Bischoff et al. [1]. Les résultats de nombreux essais réalisés par plusieurs chercheurs prouvent une augmentation importante de la résistance de ce matériau avec le taux de chargement. Les travaux expérimentaux sur les matériaux composites ont plutôt porté sur des situations d'impact, avec des taux de déformation beaucoup plus grands que ceux taux anticipés lors des séismes.

La résistance du béton augmente également lorsque l'on abaisse sa température, ceci étant principalement dû au gel de l'eau dans le béton. Plusieurs recherches ont démontré que le comportement du béton à basse température dépend du taux d'humidité du béton au moment du gel et de la porosité de béton, une plus grande porosité empêchant la fissuration due au changement de volume de l'eau. On peut aussi conclure que la vitesse de refroidissement joue aussi un rôle important sur le comportement du béton gelé.

Quant à l'effet de la température sur l'acier, on observe une augmentation de la résistance et diminution de la déformation ultime à basse température. Le comportement des matériaux composites à basse température est principalement influencé par l'augmentation de la rigidité de la matrice, ce qui cause une diminution de l'efficacité des fibres en traction. Dutta [2,3] discute le sujet en analysant un modèle simple où les fibres sont légèrement non alignées au moment de la construction. L'augmentation de la rigidité de la matrice à basse température empêchera l'alignement des fibres soumises à une charge de traction. Ceci causera une concentration des charges sur les fibres alignées.

Malgré les connaissances sur la variabilité des propriétés des matériaux pour les deux cas discutés ci-dessus, le taux élevé et la basse température, la possibilité d'un cas combiné de ces deux a rarement été un sujet de discussion dans la pratique de l'ingénierie. Filiatrault et Holleran [4] ont observé une augmentation importante de la résistance pendant les essais dynamiques sur les cylindres de béton à basse température. L'acier, comme le béton, a été étudié rarement pour des variations combinées du taux de chargement et de la température. Les informations limitées à quelques recherches indiquent que le matériau devient plus sensible au taux de déformation avec une diminution de la température.

Ishai et al. [5] ont étudié l'effet combiné du taux de déformation et de la température sur les propriétés en traction des composites à fibres de verre. Les résultats montrent des variations importantes du comportement du matériau, mais les températures choisies pour l'étude sont hors des limites pertinentes au comportement sismique des ponts en conditions hivernales.

**Note des auteurs:** La rédaction finale de l'article n'étant pas complétée à la date limite, une version finale pourra être transmise sur demande.

#### Références :

- 1- Bischoff, Peter H., Perry, Simon H. 1995. "Impact Behavior of Plain Concrete Loaded in Uniaxial Compression". *Journal of Engineering Mechanics*, 121:6. 685-693
- 2- Dutta, Piyush K. 1992. "Tensile Strength of Unidirectional Fiber Composites at Low Temperatures". *Proceedings of the Sixth Japan-U.S. Conference on Composite Materials*, Orlando, 782-792.
- 3- Dutta, Piyush K. 1994. "Low-Temperature Compressive Strength of Glass Fiber Reinforced Polymer Composites". *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. 116. 167-172
- 4- Filiatrault, A. Holleran, M. Ajuster date! "Stress – Strain Behaviour of Reinforcing Steel and Concrete Under Seismic Strain Rates and Low Temperatures", *Materials and Structures*. 121:6. 685-693.
- 5- Ishai, Ori. Moehlenpah, Ario E., Pries Aaron. 1970. "Yield and Failure of Glass-Epoxy Composites". *Journal of the Engineering Mechanics Division*. 96, EM5: 739-752.
- 6- Holleran, Michael. 1998. *Seismic Performance of Reinforced Concrete Bridge Piers Under Simulated Winter Conditions*. Thèse de Maîtrise, Département de Génie Civil, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Canada.