



NRC-CNRC

CONSTRUCTION

Évaluation des boulons défailants de la culée ouest du pont de la rivière Nipigon

Dr. Jon Makar, P. Eng.

May 16, 2016



National Research
Council Canada

Conseil national de
recherches Canada

Canada

1. Résumé

Le nouveau pont de la rivière Nipigon a été mis en service le 29 novembre 2015. Le 10 janvier 2016, le joint entre la poutre du pont et l'appareil d'appui nord-ouest a cédé, ce qui a causé la séparation de ce coin du pont de la plaque semelle de l'appareil d'appui et son élévation de 600 mm dans les airs. Un examen a révélé que l'ensemble des 40 boulons retenant la poutre du pont à la plaque semelle de l'appareil d'appui s'étaient rompus. Le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) a par la suite demandé au Conseil national de recherches du Canada (CNRC) et à l'Université Western d'effectuer des études indépendantes sur le comportement des boulons et les causes de leur rupture.

Le MTO a remis 14 boulons endommagés et 10 boulons intacts provenant de la plaque semelle de l'appareil d'appui central ouest au CNRC à des fins d'essai et d'analyse. Les essais comprenaient la détermination de la composition élémentaire des boulons par spectrométrie de masse à décharge lumineuse et spectrométrie de masse par fluorescence de rayons X dispersifs en longueur d'onde, des essais de traction sur des coupons de boulons et des boulons intacts, des essais de résistance au choc Charpy sur éprouvette entaillée en V pour déterminer la résistance à la rupture, des essais de dureté Rockwell C et des essais de microdureté de Vickers. La microstructure des boulons a fait l'objet d'un examen par microscopie optique et microscopie électronique à balayage, alors que les surfaces de rupture des boulons rompus ont été examinées visuellement et par microscopie électronique à balayage.

L'analyse des boulons a révélé qu'ils satisfaisaient aux exigences de la norme A490 de l'ASTM, pertinente en l'occurrence, en matière de composition chimique et de rendement mécanique. D'autres essais ont également donné les résultats escomptés pour de l'acier fabriqué conformément à la norme A490 de l'ASTM. Des fissures ont été constatées dans les crêtes et sur les côtés des boulons intacts et des boulons rompus, mais aucune preuve n'a permis d'établir qu'elles avaient entraîné la rupture des boulons. On a constaté que le revêtement protecteur spécifié pour les boulons, les rondelles et les écrous était présent. Il ne semble pas que la composition, le rendement mécanique, ni le revêtement des boulons soient responsables du bris de ceux-ci.

L'analyse des surfaces de rupture a révélé que les boulons avaient cédé en raison de la fatigue oligocyclique, de 50 à 140 cycles se produisant entre l'amorce de la fissure et la rupture finale. La fatigue oligocyclique se produit lorsqu'un comportement plastique prédomine durant la fatigue; on y remédie en modifiant les niveaux de déformation plutôt qu'en changeant les niveaux de contrainte comme on le fait pour la fatigue polycyclique plus courante. Une comparaison avec les données publiées pour des aciers de composition semblable à celle des boulons rompus laisse supposer que la plage de déformations cycliques à laquelle les boulons ont été soumis était d'au moins 2 %, ce qui indique que les boulons ont subi des charges cycliques élevées qui ont entraîné leur bris.

Des recommandations ont été formulées pour les étapes suivantes des études sur la rupture, ainsi que relativement à la sécurité et au comportement du boulonnage du pont et à l'obtention d'information sur les propriétés cruciales des boulons A325 et A490 actuellement indisponible.