



CANADIAN CIVIL ENGINEER
L'INGÉNIEUR CIVIL CANADIEN

2018 | SPRING/PRINTEMPS

- Saint-Ambroise bridge
- Fire resistance of aluminum structures
- Aluminum bridge design/research
- In Memoriam: Ralph Crysler

Aluminum Structures

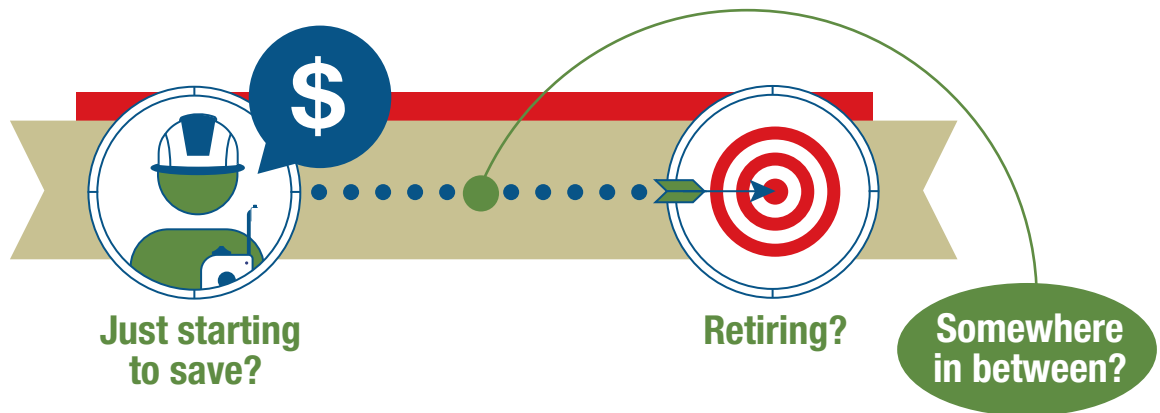
Structures en aluminium

EXCLUSIVE

FINANCIAL SECURITY PROGRAM

For engineers, geoscientists, students and their families

Participants get
FREE INVESTMENT GUIDANCE



■ Angela Harvey can help you:



Create a plan for your savings goals



Invest wisely



Retire with confidence

■ Contact Angela

1-866-788-1293 ext. 5786 or angela.harvey@gwl.ca,
or visit www.infosite.grs.grsaccess.com/engineers-canada



Sponsored by:

engineerscanada
ingénieurscanada

THE
Great-West Life
ASSURANCE COMPANY

IN VIEW: PROJECT/PROJETS VEDETTE

10 Construction of an Aluminium Decking Bridge –
The case of Saint-Ambroise, Québec / Construction
d'un pont à platelage en aluminium à Saint
Ambroise, Québec

TECHNICAL: ALUMINUM IN CONSTRUCTION TECHNIQUE: L'ALUMINIUM DANS LA CONSTRUCTION

- 16 From the Technical Editors: Aluminum's versatility / La polyvalence de l'aluminium, by Mario Fafard, Ph.D., ing. & Jacques Internoscia.
- 17 Aluminium in Bridge Design and Construction
- 20 Aluminum pedestrian bridges: recent developments and studies
- 23 Fire resistance of aluminum structures
- 26 L'utilisation structurale de l'aluminium dans les ponts: l'état de la recherche au Québec

NEWS, VIEWS & DEPARTMENTS

NOUVELLES, POINTS DE VUE ET RUBRIQUES

- 4 President's perspective/
Perspective présidentielle
- 6 From the regions: Atlantic
Region/ Région de l'Atlantique
- 7 Student voice/La voix des
étudiants
- 8 Young professionals
corner/Le coin des jeunes
professionnels
- 28 Lifelong Learning/Formation
continue
- 29 In Memoriam/memoriam:
Ralph Crysler
- 30 CSCE partners and sponsors/
Associés et commanditaires
SCGC



10



16



22

On the cover: Kanazawa train station, Ishikawa, Japan (image: Johan Maljaars)

**CSCE/SCGC**

521-300, rue St-Sacrement
Montreal, Québec H2Y 1X4
Tel: 514-933-2634, Fax: 514-933-3504
E-mail: mahmoud.lardjane@csce.ca
www.csce.ca

PRESIDENT/PRÉSIDENTE
Susan Tighe, Ph.D., P.Eng.

**MANAGING EDITOR/
DIRECTEUR DE LA RÉDACTION**

Doug Picklyk
Tel: 416-510-5119
dpicklyk@ccemag.com

**ADVERTISING SALES/
PUBLICITÉ**

Maureen Levy
Tel: 416-510-5111
mlevy@ccemag.com

**ART DIRECTOR/
COMPOSITION ARTISTIQUE**

Lisa Zambri
Tel: 416-442-5600 x3595

Annual Subscription Rates/Abonnement annuel
Canada & U.S./E.U. \$35.00, Other countries/Autres pays \$45.00;
Single copy/Un numéro \$7.50; Agency discount/Rabais au
distributeurs 10%

PUBLICATION ISSN 9825-7515

RETURN ADDRESS/ADRESSE DE RETOUR :

The Canadian Society for Civil Engineering
La Société Canadienne de Génie Civil
521-300, rue St-Sacrement Montreal, Québec H2Y 1X4

Canadian Civil Engineer (CCE) is published five times per year by the
Canadian Society for Civil Engineering (CSCE). L'ingénieur Civil Canadien
(ICC) est publié cinq fois par année par la Société Canadienne de Génie
Civil (SCGC).

The opinions expressed in the papers are solely those of the authors
and the Canadian Society for Civil Engineering is not responsible for
the statements made in this publication. Les opinions exprimées dans
les articles sont la seule responsabilité de leurs auteurs et la Société
canadienne de génie civil n'engage pas sa responsabilité dans les
propos exprimés.

CIVIL Magazine is produced by the publishers of Canadian Consulting
Engineer Magazine, published by Annex Publishing & Printing Inc.
Le magazine Civil est produit par l'éditeur de la publication
Canadian Consulting Engineer qui est publiée par
Annex Publishing & Printing Inc.

CANADIAN CONSULTING
engineer

Annex Business Media
111 Gordon Baker Rd.,
Suite 400, Toronto, ON M2H 3R1
Tel.: 416-442-5600; Fax: 416-510-6875

PUBLICATIONS MAIL AGREEMENT/POSTES CANADA ENREGISTREMENT
#40065710



Inspired by Youth

Susan Tighe, Ph.D., P.Eng.
PRESIDENT, CSCE/PRÉSIDENTE SCGC
PRESIDENT@CSCE.CA

Have you seen our online videos on why you should renew your CSCE Membership? If you are not a member, there are many compelling reasons to become one.

I am grateful to all of our CSCE leaders who participated in the videos, Glenn Hewus, Michel Khouday, Jean-Luc Martel, Jennifer Tran, Hadi Aghahassani, Frédéric Brunet, and Sarah Rankhory. The videos are posted on our website, www.csce.ca.

I challenge you to watch three videos. Upon viewing them all, I was inspired and proud to be part of such a wonderful organization! I am particularly inspired by our young leaders who have so many ideas and thoughts on how to raise the profile of civil engineering in society, and their explanations on how CSCE has changed their professional lives through the superior networking and development opportunities it enables.

I am also happy to report that planning for the CSCE 2018 Annual Conference in Fredericton is well underway, and it's shaping up to be an excellent event. I had the opportunity to visit the organizing team in late November, and during my visit, I also participated in the CSCE University of New Brunswick Student Chapter Dinner. This event is hosted as a joint Chapter-Section Professional Development Dinner.

It was very well attended, and I was pleased to give the keynote presentation at the meeting on Leadership in Civil Engineering. It was an opportunity to share my experience, but it also resulted in a lively question and answer period.

The students were very engaging, and it was wonderful to see the many professionals sharing their experiences with the students.

I am really looking forward to the Annual Conference in Fredericton and seeing these outstanding students again as they start their careers and continue to participate in CSCE. Details about the Conference can be found at csce2018.ca, see you there.

Susan Tighe, PhD, PEng is President of CSCE, and Deputy Provost and Associate Vice-President Integrated Planning and Budgeting and the Norman McLeod Professor in Sustainable Pavement Engineering at the University of Waterloo.

Your Voice Here

Express your opinions and share comments with Letters to the Editor. Be heard.

Write to dpicklyk@ccemag.com



Votre voix ici

Exprimez votre opinion et partagez vos commentaires avec Letters to the Editor. Être entendu.

Écrire à dpicklyk@ccemag.com



Inspirée par la jeunesse

Avez-vous vu nos dernières vidéos sur les raisons pour lesquelles vous devriez renouveler votre adhésion à la SCGC? Si vous n'êtes pas membre, il existe de nombreuses raisons indéniables de le devenir.

Je suis reconnaissante à tous les dirigeants de la SCGC qui ont participé à la réalisation de ces vidéos, Glenn Hewus, Michel Khouday, Jean-Luc Martel, Jennifer Tran, Hadi Aghahassani, Frédéric Brunet et Sarah Rankhory. Les vidéos sont affichées sur notre site Web, www.csce.ca.

Je vous mets au défi de regarder trois vidéos. Les ayant toutes visionnées, j'ai été inspirée et fière de faire partie d'une organisation aussi merveilleuse! Je le suis particulièrement par nos jeunes dirigeants qui ont tant d'idées et de réflexions sur la façon de rehausser le profil du génie civil dans la société et sur la façon dont la SCGC a changé leur vie professionnelle grâce aux grandes possibilités de réseautage et de développement qui leur sont offertes.

Je suis aussi ravie de vous informer que la planification du congrès annuel de la SCGC à Fredericton est en bonne voie et que le congrès s'annonce d'ores et déjà comme un excellent événement. J'ai eu l'occasion de rendre visite à l'équipe organisatrice fin novembre. Au

cours de ma visite, j'ai participé au souper du Chapitre étudiant de l'Université du Nouveau-Brunswick. Ce souper de perfectionnement professionnel est co-organisé par le Chapitre étudiant et la Section.

L'assistance était très nombreuse et je fus heureuse d'y faire une présentation sur le leadership en génie civil. Ce fut l'occasion de partager mon expérience, mais aussi une période de questions et réponses très animée.

Les étudiants étaient très attachants, et c'était merveilleux de voir les nombreux professionnels partager leurs expériences avec les étudiants.

J'ai vraiment hâte au congrès de Fredericton et de revoir ces étudiants exceptionnels alors qu'ils entament leur carrière et continuent de participer à la SCGC. Les détails du congrès sont disponibles à www.csce2018.ca. Au plaisir de vous y rencontrer.

Susan Tighe, Ph.D., PEng est présidente de la SCGC et vice-rectrice adjointe et vice-présidente associée, Planification intégrée et budgétisation, et professeure Norman McLeod en génie des chaussées durables à l'Université de Waterloo.



**DÉFI DE L'ÉPINGLETTE!
ÉPLINGLEZ DE NOUVEAUX MEMBRES
ET SOYEZ RÉCOMPENSÉS! Voir: www.csce.ca**



Atlantic Region: Hosting the Annual Conference

Samuel Richard, P.Eng.

VICE-PRESIDENT, ATLANTIC REGION

Beautiful Fredericton, New Brunswick is your next destination for the CSCE Annual Conference! From all the members in the Atlantic Region, we invite you to experience the Maritimes at its best.

The local organizing committee, led by Lloyd Waugh, has been very busy and is determined to provide interesting activities for everyone showcasing our true Maritime culture!

The Atlantic sections have been active throughout the year, providing a variety of activities for CSCE members.

The Nova Scotia section, chaired by Haibo Niu, has been providing support to the Dalhousie University student chapter. Chris Davis, YP representative, has played an important role guiding the students throughout their development.

In St. John's, the PEOPLE (Persistent and Emerging Organic Pollution in cold and coastal Environments) 2017 Symposium was co-organised with the help of the Newfoundland section. The event brings together academia, government and industry. Furthermore, Bing Chen (chair) and the executive members of the Newfoundland section have been engaged in activities with students from Memorial University.

The East New Brunswick and Prince Edward Island section has played an active role in Moncton for many years, and their Job Shadowing

event is highly anticipated by students at the Université de Moncton. Professionals host students in their work environment, allowing them to experience a day in the life of an engineer. The section works closely with the student chapter on many events. In particular, Fellow's Night is an evening that commemorates the career and accomplishments of a CSCE Fellow. This event also serves as an end of year banquet for the student chapter. The executive, chaired by Jérémie Aubé, is always looking for new ways to promote civil engineering.

The West New Brunswick section, host of the upcoming CSCE Annual Conference, is chaired by Brandon Searles, and the executive is formed of engaged young professionals who have made it their mission to revamp the section. Technical Talks, hosted at a local brewery, are organised monthly and allow for civil engineering professionals to share their experiences amongst their peers. The section works closely with the University of New Brunswick student chapter for activities such as professional development dinners, engineering competitions and monthly lunch and learns.

In closing, I would like to extend the invitation for all to join us and experience our warm hospitality, as we anticipate another successful CSCE Annual Conference; an event that will be enjoyed by everyone!

La Région de l'Atlantique accueille le Congrès annuel

Samuel Richard, P.Eng.

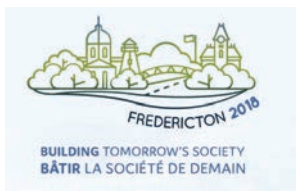
VICE-PRÉSIDENT, RÉGION DE L'ATLANTIQUE

La belle ville de Fredericton, au Nouveau-Brunswick, est votre prochaine destination pour le Congrès annuel de la SCGC! Nous vous invitons de la part de tous les membres de la région de l'Atlantique à vivre l'expérience des Maritimes à leur meilleur.

Le comité organisateur local que dirige Lloyd Waugh a été très occupé et est déterminé à mettre sur pied des activités intéressantes pour tous en mettant en vedette notre véritable culture maritime! Les sections de l'Atlantique furent à pied d'oeuvre tout au long de l'année pour offrir une variété d'activités à ses membres.

Présidée par Haibo Niu, la section de la Nouvelle-Écosse a apporté son soutien à la section étudiante de l'Université Dalhousie. Le représentant des Jeunes professionnels, Chris Davis, a joué un rôle important en guidant les étudiants tout au long de leur cheminement.

À St. John's, le Symposium PEOPLE (Pollution organique persistante et émergente dans les environnements froids et côtiers) 2017 fut organisé avec l'aide de la section de Terre-Neuve. L'événement rassemble



le monde universitaire, le gouvernement et l'industrie. De plus, Bing Chen, le président et les membres exécutifs de la section de Terre-Neuve ont participé à de multiples activités avec des étudiants de l'Université Memorial.

La section de l'Est du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard a joué un rôle actif à Moncton pendant de nombreuses années. Son événement Job Shadowing est très attendu par les étudiants de l'Université de Moncton. Les professionnels accueillent les étudiants à leur lieu de travail, ce qui leur permet de vivre une journée dans la vie d'un ingénieur. La section travaille en étroite collaboration avec le chapitre étudiant sur de nombreux événements. En particulier, Fellow's Night est une soirée qui commémore la carrière et les réalisations d'un Fellow de la SCGC. Cette activité sert également de banquet de fin d'année pour le chapitre étudiant. Présidé par Jérémie Aubé, l'exécutif est toujours à la recherche de nouvelles façons de promouvoir le génie civil.

La section de l'Ouest du Nouveau-Brunswick, qui accueille le prochain congrès annuel de la SCGC, est présidée par Brandon Searles. Son exécutif est composé de jeunes professionnels engagés qui se sont donné pour mission la réorganisation de la section. Des conférences techniques sont organisées mensuellement dans une brasserie locale, et permettent aux professionnels du génie civil de partager leurs expériences avec leurs pairs. La section travaille en étroite collaboration avec la section étudiante de l'Université du Nouveau-Brunswick sur des activités telles que des dîners de perfectionnement professionnel, des concours d'ingénierie et des déjeuners d'apprentissage mensuels.

Pour conclure, j'invite tout le monde à se joindre à nous et à faire l'expérience de notre chaleureuse hospitalité, car nous anticipons un autre congrès annuel couronné de succès. Un événement que tout le monde appréciera.

Kimberly Sayers, P.Eng.

Principal, Manager of Water Supply

RVA has appointed Kimberly Sayers as a principal and Manager of Water Supply. In her new role, Kimberly will provide management leadership for RVA's Water Supply group's business development efforts, design and production.

Kimberly is a water engineering specialist with experience managing projects for water treatment plants and pumping stations. Her recent experience includes Durham Region's Newcastle Water Supply Plant expansion; and Halton Region's Burlington Water Purification Plant intake chlorine solution lines replacement.



R.V. Anderson Associates Limited
engineering • environment • infrastructure

416 497 8600

RVAnderson.com

ALUMINIUM

AN ENDLESS SOURCE OF INNOVATION

- + Does not require maintenance throughout its life cycle
- + Does not require any surface treatment
- + Resistant to atmospheric corrosion and de-icing salt
- + Resists deformation caused by overloads and climate
- + The extrusion process allows the production of structural elements of various shapes



413, Saint-Jacques Street, Office 500
Montréal, Québec H2Y 1N9
514 905-4837

aluquebec.com





Stimulating Early Professional Consciousness

Charles-Darwin Annan, Ph.D., P.Eng.
CHAIR, STUDENT AFFAIRS COMMITTEE, CSCE

A good friend of mine recently told me that many things that keep people in their jobs today are not the 'stuff' they learned in a classroom. In other words, there is more to the engineering profession than what we typically deliver within a school's four walls. The BIG question is, if we do not get this essential 'stuff' from the classroom, then WHERE?

Students move through challenging transitions as they progress through academic life. They are required to meet strict admission requirements. Once in the program, they must master engineering principles and techniques to maintain good grades in order to earn their degrees or diplomas.

Then they face another challenging transition between undergraduate or graduate studies and the real world. Often, the question isn't whether they have the right set of skills for the challenges out there, but many new graduates are unsure what the 'right' set of skills are. They begin to question whether they are prepared for entry into the engineering profession and to contribute to society.

Academic development is important and the classroom experience is indispensable. But equally important, and typically not covered in the classroom, are personal development (e.g. commitment, self-reliance, goal setting and decision-making, leadership, can-do attitude, etc.) and professional development (e.g. client relationship, ethical behaviour, interpersonal communication, teamwork, etc.).

The question is, where are these skills learned? Many aspects of these personal and professional matters lend themselves to CSCE Student Chapter programs and activities. CSCE chapter members hold offices, they visit engineering works, they request and entertain guest speakers, they participate in local, regional and national CSCE events, and they conduct chapter activities and prepare annual reports.

The various student competitions involving student chapters are not about winning trophies; they are about making good engineers. The CSCE Student Affairs committee works to develop programs and benefits targeted at specific professional development needs.

From my personal experience, active CSCE student members are able to stay on track in their professional careers. A combined classroom and chapter experience helps stimulate an early professional consciousness.

Charles-darwin.annan@gci.ulaval.ca

Favoriser une conscience professionnelle précoce

Par Charles-Darwin Annan, Ph.D., P.Eng

PRÉSIDENT, COMITÉ DES AFFAIRES ÉTUDIANTES DE LA SCGC

Un bon ami m'a récemment dit que plusieurs des raisons pour lesquelles les gens gardent leur emploi aujourd'hui ne sont pas ce qu'on apprend en classe. En d'autres termes, la profession d'ingénieur ne se limite pas à ce que nous offrons habituellement entre les quatre murs de la salle de classe. Alors la grande question est si nous n'acquérons pas les «choses» essentielles dans la salle de classe, où devenons-nous les apprendre?

Les étudiants traversent des transitions difficiles à mesure qu'ils avancent dans leur parcours universitaire. Ils sont tenus de respecter des conditions d'admission strictes. Une fois admis dans un programme, ils doivent maîtriser les principes et les techniques d'ingénierie pour avoir de bonnes notes en vue de l'obtention de leurs diplômes.

Ils font ensuite face à une autre transition difficile entre les études de premier cycle ou des cycles supérieurs et le monde réel. Souvent, la question n'est pas de savoir s'ils ont les bonnes compétences pour relever les défis professionnels, mais beaucoup de nouveaux diplômés ne savent pas ce que sont les «bonnes» compétences. Ils commencent à se demander s'ils sont prêts à s'engager dans la profession d'ingénieur et à contribuer à la société. Le développement académique est important et l'expérience en classe est indispensable. Mais le développement personnel (engagement, auto-

mie, établissement d'objectifs et prise de décisions, leadership, attitude positive, etc.) et le développement professionnel (relation clients, comportement éthique, communication interpersonnelle, travail d'équipe, etc.) sont tout aussi importants.

La question est de savoir où ces compétences sont acquises. De nombreux aspects de ces questions personnelles et professionnelles se retrouvent dans les programmes et les activités du chapitre étudiant de la SCGC. Les membres des chapitres occupent des bureaux, visitent des travaux d'ingénierie, sollicitent et divertissent des conférenciers invités, participent à des événements locaux, régionaux et nationaux de la SCGC, organisent des activités du chapitre et rédigent des rapports annuels. Les divers concours étudiants impliquant les chapitres ne se réduisent pas à l'obtention de trophées; ils contribuent à la formation de bons ingénieurs. Le Comité des affaires étudiantes de la SCGC s'emploie à élaborer des programmes et des avantages ciblant des besoins spécifiques de développement professionnel. Selon mon expérience personnelle, les membres actifs des chapitres étudiants de la SCGC peuvent rester dans la bonne voie durant leur carrière professionnelle. L'expérience acquise en salle de classe combinée à celle qui est acquise dans le chapitre étudiant aidera à favoriser une conscience professionnelle précoce.

Charles-darwin.annan@gci.ulaval.ca



Year End Review

Nicholas C. Kaminski, P. Eng., PMP, MCSCE
CSCE YOUNG PROFESSIONALS COMMITTEE CHAIR

I would like to congratulate, and thank, all of our Young Professional Representatives across the country for their hard work in 2017. With the help of the National Young Professionals Committee through its guidance and its financial support, the sections were able to host a variety of events across Canada meeting the CSCE's Vision 2020.

Our Committee Vice-Chair, Vincent Tourangeau, hosted a young professionals networking event in coordination with Stanley Chan, the Conference Coordinator at the Annual Vancouver Conference. This networking event was highly successful and attracted dozens of young professionals from across the country.

Frontline events were also held in other parts of the country with Edmonton hosting its annual speed-mentoring event and New Brunswick, for the first time, hosting a job-shadowing event.

These frontline events are critical to maintaining, and growing the membership base for young professionals within the CSCE. Furthermore, these events provide a service to our members by providing

access to mentorship and networking, which are critical in today's engineering careers.

We have plenty to look forward to in 2018 with many more events already planned across the country. The Annual Conference is being held in New Brunswick which will give our committee, and the local section, a chance to build a greater foothold with students and young professionals alike with the exciting itinerary planned.

In other news, I was nominated and graciously accepted the role of Chair for our National Young Professionals Committee after serving as V.P. Finance and V.P. Communications for the past two years. I look forward to assisting our members in this capacity and the new challenges and activities that follow this role. Vincent Tourangeau will remain Vice-Chair. The Young Professionals Committee is always happy to answer any questions you may have and to provide assistance whenever it can. Contact information for our members can be found on the CSCE's website.

kaminski.nick@icloud.com

Revue de fin d'année

Nicholas C. Kaminski, P.Eng., PMP, MSCGC
PRÉSIDENT DU COMITÉ DES JEUNES PROFESSIONNELS DE LA SCGC

Je tiens à féliciter et à remercier nos jeunes représentants professionnels à travers le pays pour le tout le travail qu'ils ont accompli en 2017. Avec l'aide du Comité national des jeunes professionnels, ses conseils et son soutien financier, les sections furent en mesure d'offrir diverses activités partout au Canada selon la Vision 2020 de la SCGC.

Le vice-président du comité, Vincent Tourangeau, a organisé une activité de réseautage de jeunes professionnels en collaboration avec Stanley Chan, Coordonnateur au congrès annuel de Vancouver. Cet événement a eu un grand succès et a attiré des dizaines de jeunes professionnels de partout au pays.

Des événements de première ligne ont également eu lieu dans d'autres régions du pays. Edmonton a organisé sa session annuelle de "mentorat rapide" et le Nouveau-Brunswick sa première activité de jumelage professionnel (Job Shadowing). Ces événements de première ligne sont essentiels au maintien et à l'augmentation du nombre de jeunes professionnels au sein de la SCGC. De plus, ils offrent à nos membres un accès à un service de mentorat et de réseautage

qui sont essentiels pour les carrières en ingénierie d'aujourd'hui.

De nombreuses perspectives se présentent durant 2018 et plusieurs événements sont déjà prévus partout au pays. Le congrès annuel aura lieu au Nouveau-Brunswick, ce qui permettra à notre comité et à la section locale de s'implanter davantage auprès des étudiants et des jeunes professionnels grâce à sa programmation stimulante.

Par ailleurs, après avoir servi comme vice-président, Finances et vice-président, Communications ces deux dernières années, j'ai été nommé au poste de président de notre Comité national des jeunes professionnels que j'ai accepté avec plaisir. J'ai hâte d'aider nos membres et de répondre aux nouveaux défis et aux activités liés à ma nouvelle fonction. Vincent Tourangeau continuera à occuper son poste de vice-président. Le comité des jeunes professionnels est toujours heureux de répondre à vos questions et de vous aider chaque fois que possible. Les coordonnées de nos membres peuvent être consultées sur le site Web de la SCGC.

kaminski.nick@icloud.com

Construction d'un pont à platelage en aluminium à Saint-Ambroise, Québec

Dominic Fortin, MTMDET

Le Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) est souvent confronté au choix de solutions de tablier différentes dans la construction des ponts neufs, ou pour le remplacement de tabliers vieillissants, et recherche constamment des moyens pour améliorer l'efficacité et la durabilité de ses interventions. À cette fin, le Ministère demeure à l'affût de méthodes et de matériaux innovants afin de lui permettre d'améliorer la conception et les techniques de construction et de réparation des ouvrages routiers. C'est dans ce contexte, et sous l'impulsion de la Stratégie québécoise de développement de l'aluminium (SQDA), que le Ministère s'est intéressé à la possibilité d'utiliser des platelages en aluminium extrudé et soudé dans les ponts routiers.

Objectifs du projet et description du pont P-17948 à Saint-Ambroise

Le projet du pont à Saint-Ambroise constitue une première expérience pour le MTMDET avec la technologie des platelages en aluminium. Les objectifs du projet étaient les suivants :

- Vérifier la facilité de construction d'un tablier de pont à platelage en aluminium au Québec;
- Étudier le comportement en conditions hivernales d'un platelage en aluminium sur poutres d'acier;
- Évaluer si un platelage en aluminium breveté peut s'adapter facilement

aux exigences d'un projet routier spécifique, sachant que les solutions actuellement disponibles pour un platelage en aluminium se limitent à des produits brevetés;

- Établir un banc d'essai pour une surface de roulement constituée d'un revêtement antidérapant mince;
- Évaluer, à long terme, si l'utilisation d'un platelage composé d'extrusions d'aluminium soudées, en principe étanche, réduit effectivement les besoins en entretien pour les poutres d'acier, comparativement à un platelage typique à solives et madriers de plancher en bois d'œuvre, qui n'offre, en pratique, aucune protection, car non étanche.

Le pont a été construit en 2014-2015 sur le 9e rang de Saint-Ambroise, au-dessus du ruisseau William, à environ 35km au nord-ouest de la ville de Saguenay. Le nouveau pont répondait à un besoin réel sur le réseau du Ministère puisqu'il remplaçait le pont existant désuet.

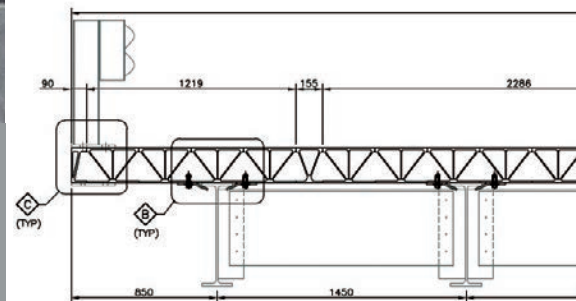
Avant d'y intégrer l'aluminium, le projet prévoyait la construction d'un pont acier-bois; la conception du tablier du pont a donc été faite en s'inspirant de ce type de structure. La largeur hors tout (7 500 mm), la largeur carrossable (6 700 mm), le nombre et l'espacement des poutres (5 poutres espacées de 1 450 mm) correspondent à ce qu'on retrouverait sur un pont acier-bois typique à deux voies de circulation.

La portée des poutres du pont, qui sont entièrement galvanisées, est de 8,5 m, ce qui en fait un ouvrage dont l'envergure est faible, mais néanmoins suffisante pour les objectifs du projet. Le platelage fait

Suite à la page 12



Le pont P-17948 à Saint-Ambroise et son platelage en aluminium / The Bridge P-17948 at Saint-Ambroise with Aluminium Deck



Construction of an Aluminum Decking Bridge – The case of Saint-Ambroise, Québec

Dominic Fortin, MTMDET

The Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) is often faced with choosing between a variety of deck solutions when constructing new bridges or replacing aging decks, and is constantly seeking ways in which to improve the efficiency and durability of its operations. To this end, the Ministère is always looking for innovative methods and materials to help improve the designs and techniques it uses to build and repair its highway infrastructure. In this effort, and to support the Stratégie québécoise de développement de l'aluminium (SQDA), the Ministère has become interested in the possibility of using extruded and welded aluminum decking in its highway bridges.

Project Objectives and Description of the Bridge P-17948 in Saint-Ambroise

The bridge project in Saint-Ambroise was the MTMDET's first experience using aluminum decking technology. The objectives of the project were the following:

- Test the ease with which a bridge deck with aluminum decking can be constructed in Quebec;
- Study the behaviour of aluminum decking on steel girders in winter conditions;
- Assess whether patented aluminum decking can be easily adapted to meet the requirements of a specific highway project, knowing that the

solutions that are currently available for aluminum decking are restricted to patented products;

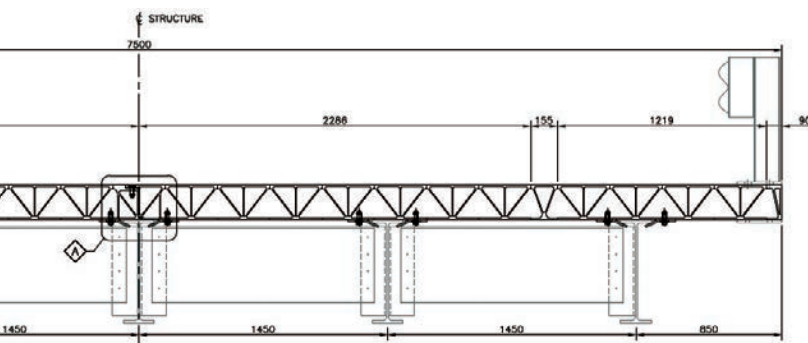
- Develop a test bench for a road surface using a thin, skid-resistant surface covering;
- Carry out a long-term assessment of whether supposedly impervious decking made from welded aluminum extrusions effectively reduces the maintenance requirements of steel girders, compared to typical decking with timber joists and planks that, in practice, are not impervious and therefore offer no protection.

The bridge was built in 2014-2015 along the 9e rang (range road) in Saint-Ambroise over William Stream, approximately 35km north-west of the city of Saguenay. The new bridge fulfilled a real need in the Ministère's road network as it replaced an outdated bridge.

Prior to aluminum coming into the fray, the project had been to build a steel/wood bridge. The deck was therefore designed with this type of structure in mind. The overall width (7,500 mm), roadway width (6,700 mm), and the number and spacing of girders (5 girders set 1,450 mm apart) matched those found in typical steel/wood bridges with two traffic lanes

The span of the bridge girders, which are fully galvanized, is 8.5 m, which makes the structure small in scope, but sufficient to fulfill the project objectives. The decking is 10.0 m in length, and is cantilevered over both abutment backwalls to protect the ends of the girders and the top of the backwalls. This is unlike steel/wood bridges, where the ends of the deck are usually one of the weak points in terms of durability

Coupe type du tablier du pont de Saint-Ambroise / Typical cross-section of the aluminium deck bridge at Saint-Ambroise



Design Requirements for the Aluminum Decking

The Saint-Ambroise Bridge project was completed as part of a public call for tenders. The contract documents included a performance specification for the aluminum decking, and as such, the contractor was responsible for finding a supplier whose aluminum decking fulfilled the specification requirements.

As part of these requirements, the MTMDET requested that the aluminum decking have already been tested in two other highway bridge

Continued on page 13

Suite de la page 10

quant à lui 10,0 m de longueur. Il se prolonge en porte-à-faux au-dessus des murs garde-grève des culées afin de protéger les extrémités des poutres et le sommet des murs garde-grève, contrairement aux ponts acier-bois dont les extrémités de tablier sont habituellement un des points faibles pour ce qui est de la durabilité.

Exigences de conception du platelage en aluminium

Le projet du pont de Saint-Ambroise a été réalisé dans le cadre d'un appel d'offres public. Les documents contractuels comprenaient entre autres un devis de performance pour le platelage en aluminium; l'entrepreneur avait ainsi la responsabilité de trouver un fournisseur dont le platelage en aluminium répondait aux exigences du devis.

Parmi ces exigences, le MTMDET demandait que le platelage en aluminium ait déjà été éprouvé dans le cadre de deux projets de pont routier en Amérique du Nord. Le devis exigeait évidemment que la conception du platelage soit conforme à la norme CAN/CSA S6-06 « Code canadien sur le calcul des ponts routiers »; les fournisseurs connus au moment de l'appel d'offres étant tous basés à l'extérieur du pays, cette exigence pouvait potentiellement être difficile à respecter. Le devis demandait également que le platelage soit livré sur le site en un maximum de deux sections, pour accélérer la mise en place, minimiser le nombre de joints de chantier et réduire au minimum le risque d'infiltration d'eau sous le platelage. On exigeait par ailleurs que l'assemblage des extrusions en aluminium se fasse avec le procédé de soudure par friction-malaxage (Friction-Stir Welding (FSW)). Enfin, le platelage devait être conçu pour être fixé aux poutres d'acier sans qu'une action composite soit développée entre ces éléments.

À cet égard, même si l'action composite est souhaitable dans un système à platelage sur poutres, on craignait qu'elle puisse devenir problématique dans le cas d'un tablier aluminium / acier, considérant que le coefficient de dilatation thermique de l'aluminium est le double de celui de l'acier. Selon la norme CAN/CSA S6-06, l'écart saisonnier de température peut être très important pour un tablier à platelage métallique sur poutres en acier. Dans le cas de Saint-Ambroise, on devait con-

sidérer que la température au site pouvait varier entre -50°C en hiver et $+50^{\circ}\text{C}$ en été. Si le platelage était solidarifié avec les poutres pour obtenir une action composite et que la dilatation thermique différentielle était ainsi empêchée, on craignait que des contraintes internes excessives se développent dans l'aluminium, causant potentiellement la plastification ou la déchirure de l'aluminium au pourtour des connecteurs, un cisaillement excessif de ces derniers et, à la limite, des déformations excessives dans le tablier. Il a donc été jugé plus prudent de ne pas exiger d'action composite pour cette première expérience de platelage aluminium/acier.

Conception par le fournisseur, fabrication et installation du platelage en aluminium

Suite à l'appel d'offres, le contrat de construction du pont de Saint-Ambroise a été accordé à l'entrepreneur général Paul Pedneault Inc., de Chicoutimi. Celui-ci a choisi AlumaBridge LLC, principal fournisseur nord-américain de platelages en aluminium, pour la fourniture du platelage du pont. Ce fournisseur américain a donc dû s'adresser à un ingénieur québécois pour que la conception soit conforme à la norme CAN/CSA S6-06 et que les plans d'atelier soient signés et scellés par un ingénieur membre de l'Ordre des Ingénieurs du Québec. C'est la firme Groupe MMM, établie à Montréal, qui a été mandatée pour ce faire.

Le platelage installé à Saint-Ambroise est basé sur une extrusion typique de 203 mm x 305 mm, nommée Alumadeck, développée initialement par Reynolds Metals dans les années 1990. AlumaBridge s'est procuré les extrusions Alumadeck auprès d'une usine américaine de l'extrudeur européen SAPA, qui est maintenant détenteur du brevet pour ces extrusions. L'extrusion typique ne permettant pas à elle seule de construire un platelage adapté aux exigences contractuelles, des extrusions spéciales ont dû être conçues et fabriquées, soit deux extrusions d'épaisseur (pour le joint de chantier entre les panneaux préfabriqués), une demi-extrusion (pour l'ajustement de la largeur des panneaux) et une extrusion d'extrémité (pour chaque côté extérieur du platelage)

Le platelage d'aluminium du pont a un poids d'environ 1,2 kPa. Par comparaison, une dalle de béton de 200 mm d'épaisseur, typique des ponts à dalle sur poutres au Québec, a un poids d'environ 4,7 kPa.

Une fois les panneaux de platelage fabriqués, ceux-ci ont pu être expédiés sur une même remorque. Sur le chantier, la manipulation a pu être faite facilement avec une pelle hydraulique de l'entrepreneur.

Pour fixer le platelage sur les poutres, le concepteur du platelage a choisi un système de plaques pliées fixées uniquement au platelage, permettant le glissement relatif de l'aluminium et de l'acier sous les effets thermiques. Des boulons galvanisés spéciaux de type « Hollo-Bolt », du manufacturier Lindapter, ont été choisis pour fixer ces plaques pliées au platelage. L'in-

Système d'attache du platelage sur les poutres du tablier / Épaisseur entre les deux panneaux de platelage préfabriqué. Fastening system of the deck on girder / Splice joint between two panels of the aluminium deck



Suite à la page 14

Continued from page 11

projects in North America. The specifications obviously required that the decking design comply with CAN/CSA Standard S6-06, the “Canadian Highway Bridge Design Code,” but since all acknowledged suppliers at the time of the tender were based outside of the country, it was expected that this requirement could be difficult to fulfill. The specification also requested that the decking be delivered to the site in a maximum of two sections in order to speed up installation, minimize the number of construction joints required and reduce the risk of water ingress through joints in the decking to the extent possible. The MTMDET also requested that the assembly of aluminum extrusions be completed using the friction stir welding (FSW) procedure. Finally, the decking was supposed to be designed to be secured to the steel girders without creating any composite action between these elements.

In this regard, although composite action is desirable for decking-on-girder bridge deck systems, there was concern that it may be problematic for an aluminum/steel bridge deck, since the thermal expansion coefficient for aluminum is twice that of steel. According to CAN/CSA Standard S6-06, the seasonal temperature variations can be very significant for metallic decking on steel girders. In the Saint-Ambroise case, the fact that the site temperature could fluctuate between -50°C in the winter and $+50^{\circ}\text{C}$ in the summer had to be considered. If the decking was joined to the girders creating composite action and thereby inhibiting differential thermal expansion, there was concern that excessive internal stress would develop in the aluminum, causing potential plasticity or tearing of the aluminum at the edges of connectors, excessive shear force in the latter or, in the worst case scenario, excessive deformations of the deck as a whole. As a result, it was considered more prudent not to require composite action for this first experience using aluminum decking on steel girders.

Supplier’s design, manufacturing and installation of the aluminum decking

Following the call for tenders, the construction contract for the Saint-Ambroise Bridge was awarded to Chicoutimi-based general contractor, Paul Pedneault Inc. The latter chose AlumaBridge LLC, the main North-American supplier of aluminum decking, to provide the decking for the bridge. As a result, the American supplier was required to consult an engineer in Quebec to ensure that the design complied with CAN/CSA Standard S6-06 and to have the workshop plans signed and sealed by a member engineer with the Ordre des Ingénieurs du Québec. Montreal-based Groupe MMM was hired for this purpose.

The decking installed in Saint-Ambroise was based on a typical 203mm x 305mm extrusion, called Alumadeck, which was first developed by Reynolds Metals in the 1990s. AlumaBridge obtained the Alumadeck extrusions from an American factory of the European extruder SAPA, who now holds the patent for these extrusions. Since typical extrusions alone are not enough to build decking that meets contract requirements,

special extrusions had to be designed and manufactured, including two splice extrusions (used for the construction joint between the prefab panels), one half extrusion (to adjust the width of the panels) and one end extrusion (for each outside edge of the decking).

The bridge’s aluminum decking weighs approximately 1.2 kPa. By comparison, the 200mm-thick concrete slabs used in typical slab-on-girder bridges in Quebec weigh approximately 4.7 kPa.

Once the decking panels had been manufactured, they were able to be shipped on a single trailer. At the job site, they were also handled with ease using the contractor’s hydraulic shovel that was already on site.

To attach the decking to the beams, the decking designer chose to use a system of folded plates attached only to the decking, allowing the aluminum to slide over the steel under the strain of thermal effects. Special galvanized Hollo-Bolt bolts from the manufacturer Lindapter were selected to secure these folded plates to the decking. Since the extrusion cells were almost completely inaccessible on the job site, with the exception of the ends, the use of traditional bolts and nuts was not considered practical. The longitudinal construction joint (splicing) between the two decking panels was also assembled using Hollo-Bolts.

Once the splicing had been completed and the decking was secured to the girders, a vertical aluminum plate was screwed into each end of the decking to close off all of the extrusion cells. A strip of neoprene was then attached to each plate to ensure that the horizontal joint between the decking and backwalls was sealtight, to prevent all granular matter from infiltrating this joint and to allow thermal movements of the deck with respect to the backwall. A strip of adhesive membrane for joints was placed on each backwall to prevent any contact between the aluminum and the concrete, hence preventing galvanic corrosion.

The final step in the construction of the deck entailed applying the skid-resistant surface covering to the decking. The covering indicated in the specifications was Bimagrip LS, a three-part polyurethane system with 1-3 mm-diameter embedded aggregate; the final thickness of the covering was approximately 5 to 6 mm. This light (less than 15 kg/m^2) and flexible covering offers excellent adherence on aluminum and develops a high friction coefficient to ensure that vehicles slow down. The MTMDET had already experimented with Bimagrip LS on orthotropic steel decking.

Construction work on the bridge and its approaches was completed in August 2015. In the days following the bridge opening to traffic, a load test was completed in real conditions using two bulk-hauling vehicles, under the supervision of the instrumentation and modelization unit of the MTMDET’s Direction générale des structures. This load test enabled us to validate the transverse distribution of truck loads between the girders, and the deflections anticipated during the design phase of the project, among other things.

Observations and insights

The following observations have been made since the completion of

Continued on page 15

Suite de la page 12

térieur des alvéoles des extrusions étant pratiquement inaccessible au chantier, sauf aux extrémités, l'utilisation de boulons traditionnels avec écrou ne pouvait être envisagée de façon pratique. Le joint de chantier longitudinal (épissure) entre les deux panneaux de platelage a également été assemblé avec des boulons Hollo-Bolt.

Une fois l'épissure complétée et le platelage fixé aux poutres, une plaque verticale en aluminium a été vissée à chaque extrémité du platelage, pour fermer toutes les alvéoles des extrusions. Une bande de néoprène a ensuite été fixée sur chaque plaque, pour assurer l'étanchéité du joint horizontal entre le platelage et le garde-grève, éviter l'infiltration de matériaux granulaires dans ce joint et permettre les mouvements thermiques du tablier relativement aux garde-grève. Une bande de membrane autocollante pour joints posée sur le dessus de chaque mur garde-grève prévient tout contact entre l'aluminium et le béton et empêche ainsi la corrosion galvanique.

La dernière étape de construction du tablier consistait à appliquer le revêtement de surface antidérapant sur le platelage. Le revêtement spécifié au devis était le Bimagrip LS, un système au polyuréthane à trois composantes avec granulats enchâssés de 1 à 3 mm de diamètre; l'épaisseur finale du revêtement est d'environ 5 à 6 mm. Ce revêtement léger (moins de 15 kg/m²) et flexible présente une excellente adhérence à l'aluminium et développe un coefficient de frottement élevé pour assurer le freinage des véhicules. Le Bimagrip LS avait déjà été expérimenté par le MTMDET sur des platelages orthotropes en acier.

Les travaux de construction du pont et des approches se sont terminés en août 2015. Dans les jours qui ont suivi l'ouverture à la circulation, un essai de chargement a été réalisé en conditions réelles avec deux véhicules de transport en vrac, sous la supervision du Module instrumentation et modélisation de la Direction générale des structures du MTMDET. Cet essai de chargement a permis de valider, entre autres, la répartition transversale de la surcharge entre les poutres et les flèches anticipées lors de la conception.

Constats et perspectives

À la suite de la construction du pont de Saint-Ambroise et des deux années qui se sont écoulées depuis sa mise en service, les constats suivants peuvent être faits :

- L'installation en chantier d'un platelage en aluminium est une opération relativement simple et rapide, à tout le moins en l'absence d'action composite avec les poutres d'acier.
- L'adaptation à la géométrie typique d'un pont acier-bois d'un concept breveté comme l'extrusion Alumadeck s'avère complexe, impliquant entre autres la conception de plusieurs extrusions non standard.
- Dans les faits, le principe même d'un platelage constitué d'extrusions d'un seul type et soudées par FSW fait en sorte que ce type de platelage semble confiné à certaines applications particulières comme, par exemple, les ponts mobiles ou à bascule. Ceci est illustré par une conséquence imprévue (mais peu surprenante, en rétrospective) de l'étanchéité du

platelage en aluminium et de la planéité de ce dernier : le tablier du pont présentant une pente nulle dans deux directions, les eaux de pluie ne peuvent être évacuées normalement, ce qui a été constaté immédiatement après la mise en service du pont. Des travaux correctifs devront donc être effectués pour corriger ce problème et le concept du platelage en aluminium devra être revu en conséquence pour les projets ultérieurs.

- Le revêtement de surface antidérapant montre un comportement exemplaire après deux années complètes en service, aucun défaut n'ayant été observé. Il convient toutefois de noter que le niveau de circulation sur le pont est très faible.
- La dilatation thermique du platelage en été et sa contraction en hiver n'ont pas causé jusqu'ici de dommage notable au pavage des approches, qui se trouve directement en contact avec le platelage à chaque extrémité.
- Aucun signe d'un quelconque désordre structural ou de détérioration prématurée des matériaux du tablier n'a été observé jusqu'ici.



Étanchéité des extrémités du platelage / Provision of watertightness at the ends of the aluminium deck

Le comportement du pont de Saint-Ambroise et de ses matériaux constitutifs s'avère donc très satisfaisant dans l'ensemble, exception faite du problème de drainage du tablier. Pour s'assurer qu'il en demeurera ainsi, un suivi constitué de visites ponctuelles d'observation en conditions hivernales et d'inspections conformes au système d'inspection du Ministère est prévu. Un monitoring des températures et des mouvements relatifs du platelage et des poutres est également en cours sur place, en continu.

Même si l'expérience est globalement positive, les coûts initiaux élevés et le manque de versatilité du concept de platelage existant ont incité le MTMDET à s'orienter plutôt vers la recherche et le développement pour les prochaines années, afin d'arriver à une solution de platelage mieux adaptée à ses besoins, qui pourrait être entièrement fabriquée au Québec, et dont le coût serait compétitif par rapport à celui des solutions traditionnelles. Cette solution de platelage fait actuellement l'objet d'une série de projets de recherche à l'Université Laval (voir l'article de M. Fafard et coll. dans ce numéro). Le MTMDET a bon espoir que cette recherche débouche sur un second projet pilote de pont à platelage en aluminium d'ici quelques années. ■

Dominic Fortin, ing., M.Sc., Direction générale des structures, Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports

Continued from page 13

construction on the Saint-Ambroise Bridge and after two years of operation:

- On-site installation of aluminum decking is relatively fast and simple, especially when composite action with the steel girders is not required.
- Adapting patented concepts, such as the Alumadeck extrusion, to the typical geometry of a steel-wood bridge proved complicated and involved designing several customized extrusions, among other things.
- In practice, the very principle of using decking made of extrusions of a single type welded via FSW entails that this type of decking is limited to certain specific applications, such as drawbridges and weighbridges. This was illustrated via an unforeseen consequence (although it seems unsurprising in retrospect) with regard to the sealtightness and flatness of the aluminum decking: since the bridge deck has no slope in either direction, rainwater could not be evacuated normally, which was immediately observed after the bridge became operational. Corrective work will be required to fix this problem and the aluminum decking concept will need to be revised to integrate this knowledge into future projects.
- The skid-resistant surface covering continues to behave extremely well after two full years of service, and no defaults have yet to be observed. However, it is important to note that traffic on the bridge is very low.
- The thermal expansion of the decking in the summer and contraction

in the winter have not yet caused any noticeable damage to pavement on the approaches, which happen to be in direct contact on both sides.

- No signs of any structural disturbances or premature deterioration of the deck materials have been observed as of yet.

The behaviour of the Saint-Ambroise Bridge has been very satisfactory on the whole, with the exception of the deck drainage issue. To ensure it remains this way, follow-up visits will be made to observe the bridge in winter conditions and inspections will be made in compliance with the Ministère's inspection system. Continuous monitoring of temperatures and movements between the decking and girders is also underway.

Although the overall experience has been positive, the high initial costs and lack of versatility associated with the aluminum decking concept have led the MTMDET to focus on R&D to find a solution better suited to its needs. This would involve cost-competitive decking that could be entirely built in Quebec. This solution is also currently involved in a series of research projects at Laval University (see the article by Fafard et al. in this issue). The MTMDET is hopeful that this research will lead to a second aluminum deck bridge pilot project in the coming years. ■

Dominic Fortin, ing., M.Sc., Structures Division, Ministry of Transport, Sustainable Mobility and Transport Electrification, Québec.

ALUMINIUM SOURCE INÉPUISABLE D'INNOVATION

- + Ne requiert aucun entretien pendant toute sa durée de vie
- + Ne requiert aucun traitement de surface
- + Résiste à la corrosion atmosphérique et au sel de déglacage
- + Résiste à la déformation causée par les surcharges et le climat
- + Permet la production d'éléments structuraux de formes variées grâce au procédé d'extrusion



413, rue Saint-Jacques, bureau 500
Montréal (Québec) H2Y 1N9
514 905-4837

aluquebec.com

alu Québec
Grappe de l'aluminium



J. Internoscia

Aluminum's versatility

Jacques Internoscia,
DIRECTOR, STRATEGIC PROJECTS ALUQUÉBEC



M. Fafard

Mario Fafard, Ph.D., ing.,
DIRECTOR, RESEARCH CENTRE ON ALUMINUM, REGAL - FACULTY OF SCIENCES AND ENGINEERING, LAVAL UNIVERSITY

The Aluminum Association of Canada and the Quebec Aluminum Industry Cluster, AluQuébec, have a mandate to increase the processing of aluminum produced in Canada in order to create more wealth and to position aluminum as a green and durable material with great properties.

The infrastructure and works sectors rapidly stood out by using aluminum in bridges and footbridges, as well as other structures such as performance stages.

In 2015, the Quebec Ministry of Economy, Science and Innovation (MÉSI) gave a boost to the development of our industry by creating the Quebec Strategy for the Development of Aluminum (SQDA) covering the period 2015 to 2025. With a budget of \$32M for its first three years, the SQDA aims at doubling the processing of aluminum in Quebec. It has funded several research projects in the areas of in-

frastructure, construction, transport and training.

REGAL, in collaboration with the Ministry of Transport, Sustainable Mobility and Transport Electrification (MTMDET), was allocated an important research budget enabling it to carry out work on aluminum decks, on the issues of heat load on an aluminum/steel deck, the design of new decking, life cycle analysis and total cost of ownership.

In this issue of the Canadian Civil Engineer, several authors help demystify the uses that can be made of aluminum while highlighting its advantageous features. They present a first pilot project of aluminum decking made in Quebec in order to better understand the behavior of aluminum in the difficult climate of Quebec. They also cover the important aspects of fire resistance, vibration and fatigue and describe the versatility of aluminum and the essential impact of its light weight for the designers. ■

La polyvalence de l'aluminium

Jacques Internoscia,
DIRECTEUR PROJETS STRATÉGIQUES, ALUQUÉBEC

Mario Fafard, Ph.D., ing.,
DIRECTEUR, CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ALUMINIUM,
REGAL - FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE, UNIVERSITÉ LAVAL

L'Association de l'Aluminium du Canada, puis la grappe industrielle de l'aluminium du Québec – AluQuébec, se sont données comme mandat d'accroître la transformation de l'aluminium produit au Canada en vue de créer plus de richesse ici et de le positionner en tant que matériau vert et durable aux propriétés étonnantes.

Rapidement le secteur des infrastructures et ouvrages s'est démarqué pour une utilisation judicieuse de l'aluminium dans les ponts et passerelles, mais aussi dans des structures telles que les scènes de spectacle.

En 2015, le Ministère de l'économie, de la science et de l'innovation (MÉSI) du gouvernement du Québec, donne un coup de pouce au développement de notre secteur industriel en créant la Stratégie québécoise de développement de l'aluminium (SQDA) sur la période 2015 à

2025. La SQDA, dotée d'un budget de 32M\$ pour ses trois premières années, vise à doubler la transformation de l'aluminium en territoire québécois. Elle a permis de financer plusieurs projets de recherche liés aux infrastructures, mais aussi dans le bâtiment, le transport et la formation.

Le REGAL, en collaboration avec le MTMDET a pu bénéficier d'un budget de recherche important lui permettant d'amorcer des travaux notamment sur les platelages d'aluminium, sur les questions du chargement thermique sur un tablier aluminium/acier, la conception d'un nouveau platelage, l'analyse du cycle de vie et du coût total de possession.

Dans ce numéro de l'Ingénieur canadien, plusieurs auteurs contribuent à démystifier les usages qu'on peut faire de l'aluminium tout en mettant de l'avant ses caractéristiques avantageuses. On y présente un premier projet pilote de platelage en aluminium réalisé au Québec dans le but de bien cerner le comportement de l'aluminium dans le climat difficile québécois. On présente également des éléments importants quant à la tenue aux feux, la vibration et la fatigue. On y démontre sa polyvalence et l'impact essentiel de sa légèreté pour nos concepteurs. ■

Aluminum in Bridge Design and Construction

Michael Stacey, Michael Stacey Architects

Since the mid 1990s, architects have increasingly become involved in bridge design – linking the art and science of construction. Inventive fabricators are also generating innovation in the use of aluminum to form bridge structures. Typically bridges have a very clear identity and the design of bridges is like product design. Martin Heidegger poetically describes the role of bridges in human experience: “The bridge gathers to itself in its own way earth and sky, divinities and mortals.”¹

The Towards Sustainable Cities Research Programme conducted by Michael Stacey Architects with KieranTimebrlake has revealed a growing and worldwide take up of aluminum in bridge construction, from complete bridge structures to bridge deck systems, and standard and bespoke aluminum guarding systems.²

The first use of aluminum in bridge construction is the replacement of deteriorated timber and steel decks of the 1882 Smithfield Street Bridge in Pittsburgh with aluminum decking in 1933. This is almost 40 years later than the first use of aluminum in architecture.³ The deck was fabricated from 2014-T6 aluminum alloy and was in use until 1967, when the deck was replaced again with a 6061-T6 aluminum alloy deck. The earliest all aluminum bridge was built in Massena, New York State in 1946, the Grasse River Bridge had a 30.5m span fabricated from 2014-T6 alloy. It carried rail traffic serving an Alcoa smelter.⁴

The world's first two aluminum opening bascule bridges were built in the UK, serving the docks of Sunderland and Aberdeen. Hendon Dock aluminum bascule bridge, Sunderland, 1948, was built by Head, Wrightson & Co of Stockton who had started making mining engineering equipment out of aluminum alloys in the 1930s and they were awarded the contract by the River Wear Commissioners to build this bridge.⁵ The bridge was 37m long and 5.64m wide.

The second of these aluminum bascule bridges was assembled at Victoria Dock in Aberdeen, by Head, Wrightson & Co, to a similar specification, but it was only 30m long, it opened on 30 September 1953.⁶

Contemporary examples of bascule bridges built from aluminum include Helmond bridge built in 1999, Riekerhavenburg and Westdork Bridge both completed in 2003. These bridges in Amsterdam were fabricated by Bayards using extruded trapezoidal aluminum profiles.

Arvida Bridge is the oldest extant aluminum road bridge, it spans the Saguenay River at Saguenay–Lac-Saint-Jean in Québec built of aluminum between 1948 and 1950. It is 10.4m wide, 154m long and the primary arch spans 88.4m. This bridge, fabricated from 2024-T6 aluminum alloy, is still performing well having been refurbished during 2013 and 2014.

The primary advantages of using aluminum in the construction of bridges include:

- Lightweight, with a high strength to weight ratio, this is particularly important in opening bridges and the refurbishment of existing bridges;
- Durable, offering long-life with low maintenance, subject to appropriate alloy selection, detailing and finishing;
- Flexible in fabrication from the extrusion of large sections and highly developed welding techniques including friction stir welding;
- Rapidly installed, using large prefabricated components that can be readily transported and lifted in to place.

Aluminum performs very well in life cycle assessments (LCA), especially in regions of low carbon hydro electric smelting, furthermore, the total cost of ownership of all aluminum bridges can be beneficial, as evidenced by Canadian research undertaken by Deloitte (2012).⁷

A particularly delightful pedestrian bridge, with an aluminum structure, is the Bridge of Aspiration at the Royal Ballet School, London, UK, designed by architect WilkinsonEyre with engineers Flint & Neil.

It was fully prefabricated and installed in a single Sunday during 2003. The brief called for a bridge crossing Floral Street in Covent Garden, to link the Royal Ballet School with the E. M. Barry's Royal Opera House, and to provide direct access for the dancers to rehearsals and performances.



Bridge of Aspiration, London, UK, installation.

Credit: WilkinsonEyre

Two existing openings were identified, however, they were asymmetrically placed in terms of both plan and level above the street. Jim Eyre's initial sketch, sent to structural engineers Flint & Neill, was a series of rotating squares in space translating the geometry between the two buildings and resulting in a gently ramped walking plane.

The realised design is composed of 23 aluminum frames, each rotated in space by 3.91°. The frames are linked together by a twisting aluminum box beam, which is only apparent during assembly.

The bridge is articulated by the rotating aluminum frames and united by a glass skin that is translucent and clear. The translucent glass conceals the structure but more importantly provides privacy for the dancers from the street below. This gives way to clear glass that provides views out for those using the bridge. One way of reading this bridge is the interplay of two forms, each made of translucent and clear glass.

Internally the aluminum frames are partially clad in oak, to accommodate the glass that is not parallel with the mullions and to accentuate the reading of the twisting geometry.

The Bridge of Aspiration was totally prefabricated by GIG, an Austrian company, in its North London facility, which is more typically used for prefabricating unitised curtain walling. Thus, GIG has all the advantages of the controlled conditions of factory production, yet avoiding transporting large prefabricated assemblies across continental Europe and the Channel.

The bridge is literally a translation in space; however, it also serves as a metaphor of the movement of a dancer through space, an architectural overture of the performance in the Royal Opera House—just a few dance steps away across Floral Street.

The Equestrian Park Bridge, Blainville, Québec was designed for use by pedestrians, horses and riders by specialist fabricator MAADI Group and installed in 2012. It is an 18m single span aluminum bridge with a clear width of 3m and a self-weight of almost 7 tonnes or 380 kg/m.

It is an open truss with a gently curved profile fabricated from MIG welded square hollow section (SHS) aluminum extrusions in two sizes, 125mm and 150mm and was fully prefabricated. This mill finished single span aluminum bridge rests on simple concrete abutments. It has an Ipe hardwood deck and kick plates with aluminum guardrails.

During 2004 MAADI Group used similar technology to fabricate an all aluminum pedestrian bridge linking an oil-rig and its accommodation platform. It spans 46.3m and is a walk through box truss with a clear width of 1.2m. It has an aluminum grip span deck, aluminum kick plates and guardrails. The self-weight of the bridge is only 13.7 tonnes or 296 kg/m. The bridge is fabricated from welded 150mm and 200mm SHS aluminum extrusions, using a combination of 5083-H321 and 6061-T6 alloys. It will require very little maintenance, even in an exposed maritime location. It was fully prefabricated in Boucherville, Québec, using MIG and TIG welding.

A prototype of a rapidly deployable military bridge for the Canadian armed forces has been designed and fabricated by MAADI Group in 2016.⁸ Designed for pedestrian and light vehicles to overcome obstacles, such as rivers and ravines, in the battlefield and humanitarian disasters. This bridge has an overall length of 18.3m to be able to span a maximum 16m, with a clear width of 1.5m. Eight to 10 people can deploy the bridge in 80 minutes. The quick fit prefabricated assembly of aluminum components is locked off with stainless steel bolts, with reusable stainless steel split pins on stainless steel wire tethers.

This military bridge is a development of MAADI Group's patented weld free civic pedestrian bridge range Make-A-Bridge.⁹ The military



A rapidly deployable military bridge for the Canadian armed forces



Pedestrian bridge linking an oil-rig and its accommodation platform.



Equestrian Park Bridge, Blainville, Québec.

Credit: MAADI Group

Credit: MAADI Group

Credit: MAADI Group

version of MAADI Group Make-A-Bridge is an exemplar of Design for Assembly (DfA) and Design for Disassembly (DfD) as discussed in Aluminum Recyclability and Recycling.¹⁰ It is also an excellent example of the versatility of aluminum extrusions and casting, providing flexibility in design and realisation. Alexandre de la Chevrotière, CEO of MAADI Group, considers that 'this product would not be possible without capability of aluminum extrusions'.¹¹ ■

References

¹M. Heidegger, *Building Dwelling Thinking*, in *Poetry, Language, Thought*, (1975) trans. by Albert Hofstadter, Harper Colophon Books, New York, p.153.

²Towards Sustainable Cities Research Programme is funded by the International Aluminium Institute and the reports can be down loaded via www.world-aluminium.org/publications/tagged/towards%20sustainable%20cities/

³The known example is an aluminium ceiling of Church of St Edmund, Fenny Bentely in 1895 see M. Stacey (2014), *Aluminium and Durability: Towards Sustainable Cities*, Cwningen Press, Llundain, second edition 2016, pp.30–31.

⁴Ibid.

⁵Martin Routledge, Keeper of History at Sunderland Museum and Winter Garden, recoded on Sunderland Council's website, [www.sun-](http://www.sun-derland.gov.uk/index.aspx?articleidMS =11139)

[derland.gov.uk/index.aspx?articleidMS =11139](http://www.sun-derland.gov.uk/index.aspx?articleidMS =11139) (accessed December 2015).

⁶Film available from British Pathe <http://www.britishpathe.com/video/aberdeen-queen-mother-opens-new-bridge> www.britishpathe.com/video/stills/aberdeen-queen-mother-opens-new-bridge (accessed December 2015).

⁷Deloitte (3 March 2012), *Life Cycle Analysis Aluminium vs. Steel*, 3 (accessed January 2016 via www.maadigroup.com/wp-content/uploads/2012/03/ID-Etude-manufacturiere_MAADI-EN-Web-2-.pdf).

⁸A. de la Chevrotière in conversation with the author February 2016.

⁹The prototype deployable bridge is part of a research project led by MAADI Group, Make-A-Bridge®, funded by Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium (CQRDA), Quebec Aluminium Research Center, with the Programme d'Innovation Construire au Canada (PICC), the Build in Canada Innovation Program (BCIP) and Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI), Industrial Research Assistance Program (IRAP).

¹⁰M. Stacey (2015), *Aluminium Recyclability and Recycling: Towards Sustainable Cities*, Cwningen Press, Llundain, pp. 53–63.

¹¹A. de la Chevrotière in conversation with the author February 2016.



THE PIN CHALLENGE!
Pin new members and be rewarded!
Visit: www.csce.ca

Aluminum pedestrian bridges: recent developments and studies

Scott Walbridge and Alexandre de la Chevrotiere

While aluminum has a long history of successful performance in civil infrastructure applications, it largely remains a construction material that has yet to achieve its full potential, in comparison with more established structural materials, such as reinforced concrete, steel, and masonry.

Recent efforts by the Canadian aluminum industry to address knowledge gaps and a perceived reticence of structural designers to work with this relatively exotic structural material have led to tangible progress. This has manifested itself in the introduction of a new chapter in the Canadian Highway Bridge Design Code (CSA S6) in 2011 and a modernization of the Canadian code for Strength Design in Aluminum (CSA S157) in 2017.

These developments have come, thanks in large part to the support of industry organizations such as the Aluminum Association of Canada (AAC) and the Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium (CQRDA). Revisions of the Canadian code for Welded Aluminum Construction (CSA W59.2) for 2018 and CSA S6 for 2019 are well underway. The development and modernization of these standards has been undertaken with a philosophy of organizing these standards to resemble as closely as possible their steel counterparts, so that designers will become more comfortable with the design of aluminum structures.

New technologies, such as friction stir welding have been introduced, and code provisions have been revised where appropriate to acknowl-

edge modern analysis capabilities. For example, it is now recognized that second order analysis to assess the stability of structures is easier with current structural analysis software and therefore can be considered as a more routine element of any structural design.

Provisions on local approaches for fatigue design have also been improved, recognizing the capabilities of current finite element (FE) analysis software and the need for design methods that can accommodate the wide variations in design geometries made possible by the versatility of the extrusion process.

A recent report for the AAC (Walbridge and de la Chevrotiere, 2012) documented previous examples of the successful application of aluminum in vehicular bridges, and identified applications where aluminum could play a larger role in reducing the life-cycle costs of bridge construction and maintenance. The positive attributes of aluminum alloys are identified include: light weight, high corrosion resistance, and extrudability.

The best opportunities for aluminum use are identified as those that exploit one or several of these positive attributes. The most successful applications are identified as including: deck replacement retrofits, as well as temporary, lift, floating, and pedestrian bridges.

Aluminum Pedestrian Bridges

In the case of pedestrian bridges, aluminum—as a construction material—has a more established history. In the past, the most common applications have been those where corrosion resistance and light weight were critical, including: boat boarding ramps for marine applications, catwalks in industrial facilities, etc. Recently though, aluminum has become an increasingly popular choice in civil pedestrian bridge applications, in particular where transportation costs are high or corrosion resistance is deemed key. Figure 1 shows examples of several recent structures falling into this category, including several custom welded structures, as well as a bolted/modular pedestrian bridge system.

Research on Vibration Behaviour

In the design of aluminum pedestrian bridges, vibration issues present a significant challenge, due to the light weight and low stiffness of aluminum (density and elastic modulus roughly 1/3 that of steel) combined with its strength, which can approach that of mild steel.

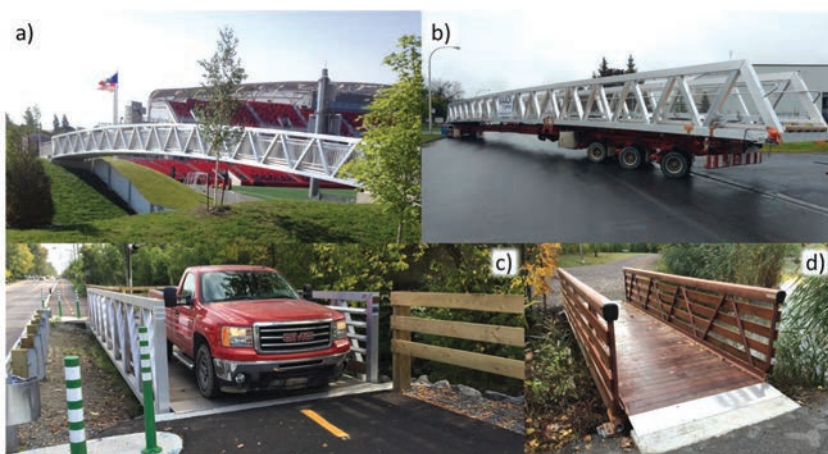


Figure 1: a) Pedestrian walkway at TD Place stadium in Ottawa. b) aluminum pedestrian bridge in transit. c) bridge with service vehicle. d) aluminum “Make-A-Bridge” with architectural finish.

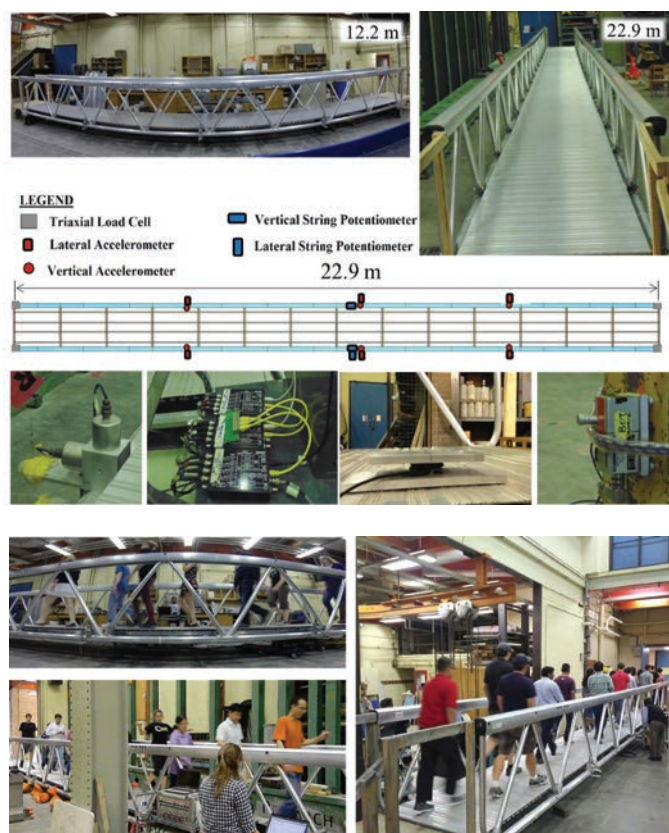


Figure 2: Test setup for laboratory testing of bridge.

Figure 3: Crowd loading tests.

In order to better understand the behaviour of aluminum pedestrian bridges subjected to crowd-induced vibrations, a research project was recently undertaken at the University of Waterloo, with financial support provided by the AAC and the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC). The industry partner for this project, MAADI Group, supplied a 75ft-long modular aluminum pedestrian bridge “specimen”, which could be installed in the Waterloo Structural Testing Laboratory at any desired span between 10ft and 75ft. Figure 2 shows the test setup for this research, including accelerometers, displacement gauges, and load cells, along with the bridge constructed in its 40ft (12.2 m) and 75ft (22.9 m) configurations. Figure 3 shows examples of crowd loading tests conducted with assistance of undergraduate and graduate students, staff, and faculty members at Waterloo. The experimental setup offered a number of important benefits, which can be summarized as follows:

- In contrast with vibration studies performed on pedestrian bridges in the field, with the laboratory testing approach it was possible install load cells under each of the four support points to capture the dynamic reaction loads in the vertical, lateral, and longitudinal directions, as pedestrians walked across the bridge, individually or in groups.
- With the employed modular bridge system, it was easy to investigate otherwise identical bridges, with a wide range of spans and stiffness.
- With the employed bridge system, it was possible to add/remove elements (e.g. lateral cross-bracing) to alter the dynamic bridge response.

Results of Crowd Loading Tests

Figure 4 (next page) shows an example of the experimental results obtained from the pedestrian loading tests for the case of the 22.9m bridge, with no lateral x-bracing under the deck, under the loading induced by a crowd with a density of 0.7 pedestrians/m².

For each test type, acceleration and load cell data was collected. If possible, around 30 repetitions were recorded for each test type (specimen configuration, pedestrian volume, walking speed) to ensure statistical significance. Acceleration data was transformed into the frequency domain, so that critical frequencies could be identified. For further details on the full test program and data post-processing methods employed in this study, recently published journal papers by the research group can be referenced (e.g. Dey et al. 2016a, 2016b).

One of the main goals of this research has been to collect data for the purpose of assessing the suitability of the various available international pedestrian bridge design standards for application to aluminum structures. Results were compared with the measured data and the predicted accelerations and acceleration limits from several well-known standards (e.g. SÉTRA, ISO, Eurocode).

In reviewing these standards, common elements were apparent. For example, all of these standards follow a design approach which involves first estimating the natural frequency of the structure. If the calculated frequency is far enough away from the typical range of frequencies that could be excited by pedestrians, then no further analysis is required. If the natural frequency of the structure falls within a critical frequency range, then the design acceleration response is compared against the prescribed acceleration serviceability limit, to achieve a certain level of pedestrian comfort. If the acceleration is below the limit, then the design passes. Otherwise, mitigation measures (e.g. re-design, supplemental dampers) must be employed to satisfy serviceability requirements.

Results from a detailed study of the guidelines revealed that there is a wide discrepancy between the measured and predicted accelerations, as well as considerable breadth in the acceleration limits, suggesting a lack of consensus in what constitutes serviceability failure and the level of conservatism across the various standards.

Based on comparisons such as this, Waterloo researchers have made recommendations for improving the design provisions, which may result in future design code improvements—not just for aluminum bridges, but for the vibration design of pedestrian bridges in general.

These include, for example, such things as considering resonance with higher harmonics of walking, which are often ignored in design, but can be significant for stiff, lightweight structures. It has also been observed that the added mass due to the pedestrians on the bridge, which is not considered in a majority of design provisions, may have a significant impact on the design code predictions, suggesting (as has been suggested previously by others) that it should be considered, in particular in the design of bridges made of lightweight materials.

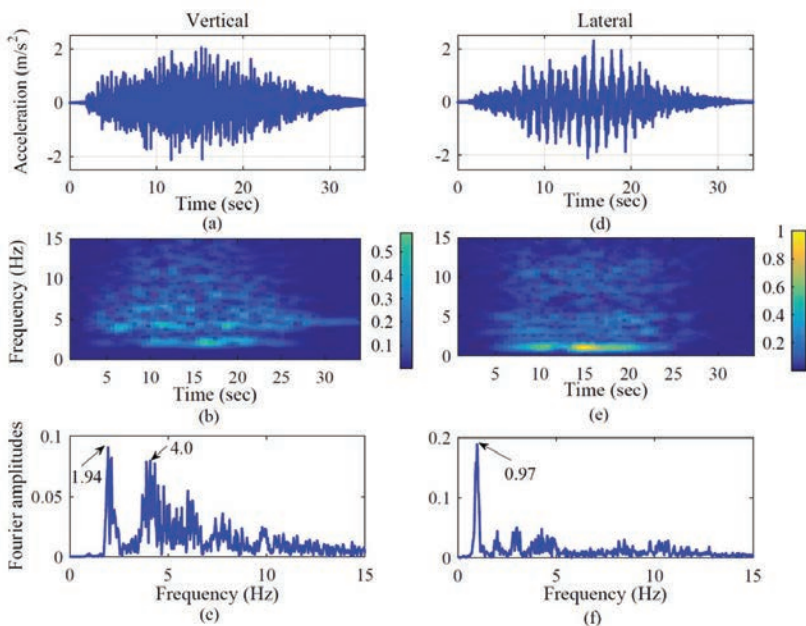


Figure 4: Results for 75' (22.9 m) bridge, no x-bracing, 0.7 pedestrians/m².

Future Research Directions

Work in this area is ongoing, thanks to a new collaborative project between the University of Waterloo and MAADI Group. Among other things, this work is taking a critical look at the design provisions for pedestrian bridges using a probabilistic framework, similar to the one structural engineers are more familiar with for the calibration of strength provisions in design codes.

While it must be recognized that there are many sources of uncertainty that come into play in predicting the vibration behaviour of a pedestrian bridge, this approach makes it possible to apply some degree of rigor to the process, and may provide a rationale for future design code modifications to ensure more consistent levels of safety against

serviceability failures due to poor vibration performance under crowd loads.

Conclusions

In conclusion, aluminum, with its light weight and good durability characteristics is finding its place in pedestrian bridge applications. The confidence that can be placed in its use is growing at an accelerated pace, thanks to research projects such as the one highlighted in this article. ■

Scott Walbridge, P.Eng., Associate Professor, University of Waterloo and Alexandre de la Chevrotiere, MAADI Group.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the financial support for this research provided by the AAC and NSERC, as well as the technical contributions to this research provided by S. Narasimhan, P. Dey, A. Sychterz, K. Goorts, and R. Morrison (Waterloo), as well as A. Goldak (TU Berlin). Lastly, the authors would like to thank the many individuals

who participated in the numerous crowd loading tests.

References

Dey, P., Sychterz, A., Narasimhan, S., & Walbridge, S. (2016a). Performance of Pedestrian-Load Models through Experimental Studies on Lightweight Aluminum Bridges, *Journal of Bridge Engineering*.
 Dey, P., Narasimhan, S., & Walbridge, S. (2016b). Evaluation of Design Guidelines for the Serviceability Assessment of Aluminum Pedestrian Bridges. *Journal of Bridge Engineering*.
 Walbridge, S. & de la Chevrotiere, A. (2012). Opportunities for the use of Aluminum in Vehicular Bridge Construction. Aluminum Association of Canada Report.



THE QUEEN'S AWARDS FOR ENTERPRISE INTERNATIONAL TRADE 2013 TO WINN & COALES INTERNATIONAL

If it doesn't say **Denso** on the outside, then its not **Denso** on the inside.

Fire resistance of aluminum structures

BY Johan Maljaars, Professor,

EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, NETHERLANDS

One obvious task for the structural engineer is to make sure that a structure has sufficient fire resistance, i.e. that there is enough time available for people to escape from a structure in fire and for rescue teams to search that structure before a potential collapse of the structure takes place.

If one considers an aluminum alloy structure, the structural performance under fire condition must be known. We can state that aluminum structural components are non-combustible at temperatures typically observed in a fire, and in that sense they do not contribute to the development of a fire (note that aluminum powder may be combustible, though). There is, however, a considerable impact of a fire on an aluminum structure.

Aluminum structures heat up relatively quickly because of the high thermal conductivity and low thermal capacity. More importantly, aluminum alloys melt at relatively low temperatures—roughly between 580 and 660°C—and they lose part of their strength and Young's modulus far before that temperature is reached. As an example, for many alloys, the 0.2% proof stress (i.e. the stress level at 0.2% plastic strain) drops to 40% or less of the room temperature values at 300°C. This makes aluminum alloys relatively sensitive to fire exposure.

When indicating 'relatively' sensitive, we refer to other structural materials such as concrete and steel and to the gas temperature, which, in case of a fully developed compartment fire can easily reach 1000°C.

It is, however, good to know that a person—including fire brigade in special suits—are not able to bear a temperature of 300°C for more than a few seconds. This means that, within a fire compartment, people present will have escaped or deceased before the aluminum structure collapses when exposed to a fire.

Structural fire resistance requirements are therefore put forward to the main load bearing structures, to escape routes, to compartment separations and sometimes to facades. It is these structural parts for which we have to take special care if they are (partially) composed of aluminum components.

In order to determine the structural fire performance of an aluminum structure, we should know how the structure heats up when exposed to fire, how the material properties degenerate as a function of the structural temperature, and how the structure performs under these degenerated properties. This is explained in the following sections. The information is mainly based on research carried out at Eindhoven University of Technology in The Netherlands.

Heating of aluminum members

The Fourier equation for the heat balance of an aluminum member is:

$$\lambda \frac{\partial^2 T_{al}}{\partial x^2} + \lambda \frac{\partial^2 T_{al}}{\partial y^2} + \lambda \frac{\partial^2 T_{al}}{\partial z^2} = c\rho \frac{dT_{al}}{dt} \quad (1)$$

The boundary conditions of Eq. (8.4) are formed by the convective and radiative heat flux, h_{con} and h_{rad} , respectively.

$$h_{con} = \alpha_c (T_g - T_{al}) \quad (2)$$

$$h_{rad} = \varepsilon s (T_g^4 - T_{al}^4) \quad (3)$$

where:

T_{al} = aluminium temperature

T_g = gas temperature [K] determined in Section 8.2.

s = Stephan-Boltzmann coefficient, equal to $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

α_c = convection coefficient, usually taken as $25 \text{ W/m}^2\text{K}$ in case of a standard fire

c = specific heat

ρ = density

ε = emissivity coefficient

λ = thermal conductivity.

The material-related properties in the equations are c , ρ , ε and λ . The thermal conductivity depends on temperature and alloy and is higher than 100 W/mk i.e. the thermal conductivity is high.

The product between specific heat and density is called thermal capacity and it expresses the energy required to heat up a unit volume of material by a unit temperature change. This product for aluminum is about $250 \text{ kJ/m}^3\text{k}$ (slightly lower at room temperature, slightly increasing at increasing temperatures).

Finally, the emissivity expresses the fraction of the radiation of the member surface that is transferred into heat in the material. This fraction is favourably low for plain aluminum—in the order of 0.03 to 0.3, the latter value for heavily corroded surfaces. In many cases, however, aluminum members must be insulated to reach a sufficient fire resistance or they are at least covered by soot particles, meaning that the emissivity coefficient is not different from that of other materials.

For steel, simple design equations are available to determine the temperature of insulated and non-insulated members based on an elaboration of Eq. (1-3) under the assumption of a uniform temperature. Because of the even higher thermal conductivity of aluminum alloys, the same assumption of uniform temperature can be applied and hence the same simple design equations can be applied, but with the material-related properties mentioned above. Because of the differences in material properties, an aluminum member covered with soot has a slightly higher temperature after a certain fire exposure

period compared to a steel member having the same cross-section.

Structural material properties in fire

Strength and Young's modulus reduce as a function of member temperature. The Young's modulus is provided in Fig. 1 and is almost independent of the alloy.

At elevated temperatures, creep deformations become important even for relatively short exposure times. This means that the strength properties do not only depend on temperature but also on exposure time.

Therefore, 'simple' tensile test data obtained at constant temperature

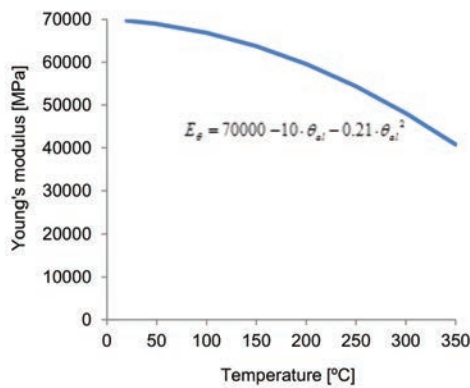


Fig. 1. Young's modulus as a function of temperature [1].

and with increasing strain rates are not valid for elevated temperature. Instead, tests need to be performed under realistic fire conditions, or creep models should be developed and calibrated per alloy. As an example, Fig. 2 gives the result of such a calibrated creep model for different heating curves.

Under the condition of a constant stress in time and a constant

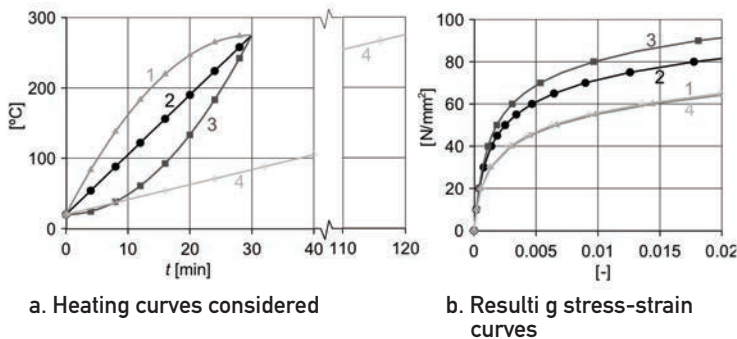


Fig. 2. Material properties of alloy 3083-O/H111 at a temperature of 275 °C under the assumption of constant stress in time [2].

heating rate in time (i.e. a linear temperature increase in time), Fig. 3 provides the ratio between the 0.2 % proof stress under fire conditions and the 0.2 % proof stress at room temperature. Because of limited calibrated creep models available, these graphs are only available for the two alloys indicated in the figure. However, based on 'simple'

tensile tests performed at elevated temperature it is expected that the ratios are also valid for other alloys in the same series and with the same temper.

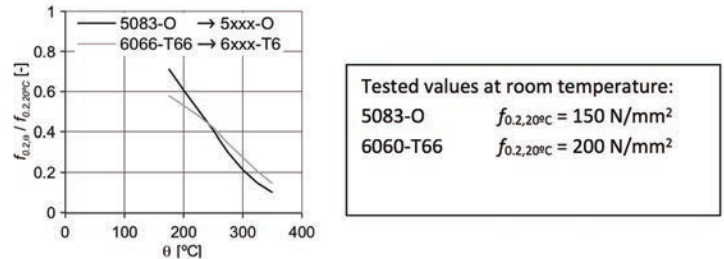


Fig. 3. Reduction of the 0.2 % proof stress for constant stress in time and constant heating rate [3]

Structural behaviour

The constant stress in time applied in the previous section is an approximation of reality. Even for a constant load in time, the stress will fluctuate in a fire because of thermal expansion that is partially restrained. Thermal expansion of aluminum is about two times higher than that of steel and this may completely change the force distribution in a structure and hence the stress level during fire exposure.

In many cases, the effects of thermal expansion in length direction of members are not considered in structural designs, i.e. the simple approximation is adopted that the stress is constant in time. This enables a simple calculation of the force distribution and stresses. Accompanied by this approximation are the assumptions:

- that the structure fails once the first member fails;
- and that the gas temperature follows a standardized temperature-time curve such as that of ISO 834.

For most structures, this provides a conservative assessment. In most of these cases the aluminum structure requires protection by an insulation material in order to fulfil the fire resistance requirement.

An alternative to the above-mentioned assessment procedure is a more detailed one where the entire structure is modelled for considering the structural behaviour – including the effects of thermal expansion on the force distribution – and where a more accurate representation of the gas temperature is obtained, e.g. by applying a computational fluid dynamics (CFD) calculation on the basis of some fire scenario's.

In such an assessment, it is possible that the structure does not collapse when the first elements fail. Hence, making a redundant structure helps in such a case. This assessment requires much more work from the structural engineer, but the advantage is that a more optimized fire assessment is obtained, in many cases resulting in less or even no protection by insulation materials.

Applications in practice

From the above elaboration, it follows that the structural fire resistance is a point of attention for aluminum structures. Yet, many applications



Kanazawa train station, Ishikawa, Japan

Offshore oil & gas platforms use aluminum alloys for living quarters, helicopter landing platforms and external staircases.

in practice show that aluminum is a very good alternative to other structural materials even for structures where severe fires may take place.

As an example, important parts of offshore oil or gas drill platforms are made of aluminum alloys, such as the living quarters (i.e. the 'hotel' of the platform), the helicopter landing platform and its tubular truss structure that supports it, and the external staircases that function as escape routes. In all of these cases the aluminum structures are located remote from the heart of the platform, where the largest risk of a severe fire is.

The helicopter landing platform is usually located as remotely as possible from the heart of the platform as it is an important escape route. The largest risk associated with fire for the helicopter deck is a pool fire due to a crash landing of the helicopter through which fuel is released and set on fire. The aluminum deck includes extruded gutters through which the fuel is drained. Fire tests have proven that the deck is able to withstand the pool fire, mainly because the deck is below the fire source and effectively cooled by the pool. The deck may be degenerated but will not leak. For a safe escape of persons—not required for the aluminum deck—the deck is equipped with fire extinguish devices (foam spurting).

The tubular truss structure supporting the aluminum deck is surrounded by air. In many cases, a dedicated fire resistance analyses indicates that this structure is only moderately heated by a fire because the elements are surrounded by fresh air. Only the support beams directly below the deck may need insulation to fulfil the fire requirements — and sometimes not even that. A similar behaviour applies to the structure of the external aluminum staircases. In many cases, the structures of these are also tubular truss systems that are only moderately heated in a fire. Shielding e.g. by stainless steel panels is often applied to protect escaping people from radiation of a fire and this also helps in protecting the aluminum structure.

The largest fire risk for the living quarters is a fire originating from within a compartment in these living quarters. The separations between compartments require protection by insulation material to fulfil fire resistance requirements. However, insulation is required anyway as noise and thermal barrier for the well-being of the personnel. If selected with care, the same material can also act as insulation in case of a fire.

Facades of multi-storey buildings are another type of application where aluminum structures and fire resistance requirements go hand

in hand. The aluminum transoms and mullions are often hollow sections. In such cases, there are basically two possibilities to meet the requirements:

- The extruded aluminum section has an internal core. Insulation is applied in between the external wall and the internal core. The external wall is the aesthetic element and, together with the core, it may contribute to the load carrying resistance at room temperature. In fire, the external wall may be sacrificed and the core carries the load on its own.
- Some small stainless steel elements are inserted in the hollow sections at the junctions between transoms and mullions. These elements carry the load in case of a fire.

The number of applications with aluminum columns and beams as primary load bearing elements in multi-storey or large span buildings is limited. In such cases, the aluminum components may need to be insulated. However, there are some beautiful examples of structures for which a dedicated fire resistance analysis as indicated above resulted in the conclusion that the temperature of the aluminum structure remains sufficiently low without insulation. A very nice example is a dome of aluminum and glass of the Kanazawa train station in Japan (pictured above) that covers the station plaza and offers practical shelter to passengers waiting for trains, taxis and buses.

In conclusion, aluminium alloy structures are sensitive to fire exposure and in cases where fire resistance requirements are put forward in legislation, the engineer should carefully assess the structure. But beautiful examples of structures in practice show that it is still well possible to design an aluminum structure in case of (severe) fire resistance requirements. ■

References

- [1] Maljaars J. Local buckling of slender aluminum sections exposed to fire. PhD thesis at Eindhoven, University of Technology, 2008.
- [2] Maljaars J. Twilt L. Fellinger JHH. Snijder HH. Soetens F. Aluminum structures exposed to fire – an overview. HERON Vol. 55(2), pp. 85-116, 2010.
- [3] Maljaars J. Soetens F. Katgerman L. Constitutive model for Aluminum Alloys Exposed to Fire Conditions, Metallurgical and Materials Transactions A, Vol. 39, pp. 778-789, 2008.

L'utilisation structurale de l'aluminium dans les ponts: la recherche au Québec

Mario Fafard, Michel Guillot, Charles-Darwin Annan et Luca Sorelli

CENTRE DE RECHERCHE SUR L'ALUMINIUM – REGAL, UNIVERSITÉ LAVAL, QUÉBEC, QC

La région du Saguenay-Lac-St-Jean peut, à juste titre, s'attribuer l'honneur d'avoir construit le premier pont routier en aluminium dans le monde (Arvida Bridge, s.d.). Ce pont en arc, construit en 1949 et 1950, se compose d'un tablier supérieur de 153,62 mètres ayant trois travées. Il enjambe un bras de la rivière Saguenay. En 2007, la SCGC a intégré ce pont dans la liste des sites historiques du génie civil.

À cette époque, la compagnie Alcan a déployé un savoir-faire unique afin de concevoir ce pont qui a maintenant près de 70 ans. Fait notable, aucun entretien de surface n'a été nécessaire sur les pièces maîtresses pour maintenir sa capacité structurale. Malgré ce succès, il a fallu attendre jusqu'en 2014-2015 avant qu'une seconde expérience d'utilisation structurale de l'aluminium dans un pont routier soit tentée au Québec. (voir l'article dans ce numéro).

La conception des ponts avec poutres en acier et platelage en aluminium est méconnue de la communauté des ingénieurs. De plus, la norme S6-14 (CAN-CSA, 2014) est très prudente à ce sujet comme pour le calcul du facteur de camion (clause 5.6.7) qui pénalise ce type de platelage (tableau 5.10) dans la méthode de conception simplifiée (clause 5.6). De même, si nous désirons développer une action composite entre l'acier et l'aluminium, étant donné les coefficients de dilatation dissemblables (24×10^{-6} pour l'aluminium versus $11,7 \times 10^{-6}$ pour l'acier), il faut vérifier la résistance et la compatibilité des déformations dues aux effets thermiques pour ce type de tablier.

Il a été démontré que le coût d'investissement initial d'un pont avec platelage en aluminium est significativement plus élevé que pour des ponts classiques bois/acier et béton/acier. Toutefois, afin de mettre en perspective l'utilisation

de différents matériaux pour les éléments composant un platelage, deux éléments essentiels doivent être pris en compte, soient le coût total sur le cycle de vie du pont (durée de vie nominale de 75 ans, selon la norme S6-14) et l'analyse du cycle de vie du pont incluant la disposition des matériaux au cours de la vie du pont et en fin de vie de celui-ci.

En partenariat avec le Centre de recherche sur l'aluminium – REGAL, des chercheurs de l'Université Laval ont démarré des projets de recherche avec le MTMDET dans le but d'en arriver à une proposition de platelage en aluminium, mais également pour tenter de documenter des points importants avant de passer à une utilisation plus large de l'aluminium dans les ponts. Cet article décrit brièvement tous les projets en cours sur la période 2016-2019 pour des ponts allant jusqu'à 20m.

Tablier de pont entièrement en aluminium (2016-2017)

Ce projet de recherche avait pour but d'établir un concept de tablier de pont léger, fabriqué en usine, transportable et assemblable sur le terrain, en utilisant l'aluminium comme matériau structural (Burgelin, 2017). Les principaux avantages d'un tel tablier sont : un contrôle de qualité de haut niveau en usine, une fabrication de modules transportables en chantier et installables dans un très court laps de temps, un coût moindre de la main-d'œuvre et des équipements requis en chantier, réduction de la durée du chantier et des impacts sur les usagers de la route, durabilité de la structure, légèreté. Selon l'expérience avec le pont d'Arvida, il est postulé qu'aucune intervention d'entretien ne serait nécessaire sur la structure d'aluminium durant 75 ans, pourvu que la corrosion galvanique de l'aluminium soit prévenue adéquatement.

quatement.

La difficulté importante pour l'ingénieur civil dans ce cas réside dans la conception structurale de ce type de tablier de pont. En effet, les pièces structurales en aluminium sont couramment fabriquées à l'aide du procédé d'extrusion, qui permet de mettre la matière aux endroits nécessaires afin de satisfaire toutes les exigences de conception. Les propriétés géométriques des sections extrudées deviennent difficiles à calculer, de même que la résistance ultime en flexion, par exemple. Il est donc nécessaire de recourir à la méthode des éléments finis pour vérifier les différents états limites à l'ultime (ÉLUL), en utilisation et en fatigue spécifiés dans la norme S6-14, et de recourir, également, à des logiciels de résistance des matériaux pour le calcul des propriétés de sections complexes.

Dans ce cas de prototype de tablier de pont tout aluminium, la méthode des éléments finis a été utilisée pour l'analyse du tablier. C'est l'état limite à la fatigue des zones soudées qui gouverne le choix des dimensions des éléments du tablier en aluminium. Grâce au procédé d'extrusion, il est possible d'optimiser la section des pièces composant le tablier et de mettre la matière là où c'est nécessaire, en l'occurrence, ici, dans les zones affectées thermiquement près des soudures entre les différents composants, pour diminuer les écarts de contraintes dues à la surcharge routière.

Action composite aluminium / acier (2016-2019)

Si une action composite doit être développée entre le platelage en aluminium et les poutres d'acier, il est nécessaire d'analyser l'ensemble des cas extrêmes de température (avec une différence de température pouvant atteindre

73 oC pour un pont situé dans la région de Montréal), mais également de tenir compte du gradient thermique sur l'épaisseur du tablier.

L'analyse s'est faite par la méthode des éléments finis, où l'on a simulé un platelage en aluminium extrudé d'une hauteur de 200mm connecté à des poutres en acier à l'aide d'une connexion boulonnée antiglisement utilisant des boulons en acier galvanisé de diamètre M20 (Leclerc, 2018). Le but était d'évaluer le comportement du tablier en présumant une action composite totale afin d'obtenir la pleine capacité de la section mixte aluminium / acier. Cette étude a été faite afin de déterminer le comportement de cet assemblage face à la combinaison des charges thermiques et mécaniques, à partir des directives de la norme S6-14 (CAN/CSA, 2014), à l'état limite d'utilisation (ÉLUT) ainsi qu'à l'ÉLUL.

Les résultats montrent qu'il serait possible de développer l'action composite entre le platelage en aluminium et les poutres en acier, en s'assurant d'un nombre suffisant de connecteurs en cisaillement entre le platelage et les poutres. En suivant les recommandations prescrites par cette étude, il serait possible de prévenir le glissement sous les charges thermiques et d'assurer le comportement antiglisement de l'assemblage à l'ÉLUT.

Développement d'un platelage en aluminium québécois (2017-2019)

Ce projet consiste, à partir des travaux décrits précédemment, à développer un platelage constitué d'extrusions en aluminium assemblées par soudage, et apte à reprendre les charges routières spécifiées dans la norme CAN/CSA-S6-2014. Cinq types d'extrusion seront conçues: 1- des extrusions de joint inter-panneaux, afin d'assurer la continuité entre les panneaux qui constituent le platelage ; 2- une extrusion de changement de pente (ou de faite), qui sera placée à la mi-largeur du tablier, afin de permettre l'aménagement d'une pente transversale pour le drainage des eaux de pluie ; 3- une extrusion de rive à laquelle sera attachée la glissière de sécurité pouvant être changée en cas d'accident; 4- une extrusion standard, pour compléter le platelage (former les panneaux)

entre les extrusions susnommées; 5- une extrusion de connexion, par l'intermédiaire de laquelle le platelage sera fixé aux poutres maîtresses . On vise ici un platelage qui sera fabriqué par panneaux en usine et ensuite assemblé en chantier, chaque panneau ayant une largeur de l'ordre de 3 à 4m et de la longueur voulue allant jusqu'à 20 mètres. Des joints interpanneaux seront nécessaires pour réaliser l'assemblage en chantier. Des tests de fatigue, d'écrasement, de chargement à l'ÉLUT et l'ÉLUL, à température ambiante et à basse température sont prévus sur le platelage comme tel et sur un assemblage platelage / poutre.

Coût total de possession et cycle de vie (2017-2019)

Comme mentionné précédemment, l'investissement initial, pour un tablier de pont utilisant un platelage en aluminium, est plus élevé que si un autre matériau est utilisé (environ 2,5 fois celui d'un platelage en béton). Cependant en prenant en compte différents éléments dont, notamment, le coût total sur la durée de vie de l'ouvrage, alors l'utilisation du matériau aluminium dans un tablier de pont pourrait devenir avantageuse.

Un projet de recherche à cet effet a donc été amorcé à l'Université Laval, en parallèle avec le projet de développement du platelage en aluminium. Les principaux objectifs de ce projet de recherche sont les suivants : 1- comparer l'analyse économique de cycle de vie (AECV) de différents types de tablier de pont ayant la même portée, sur une durée de vie de 75 ans; 2

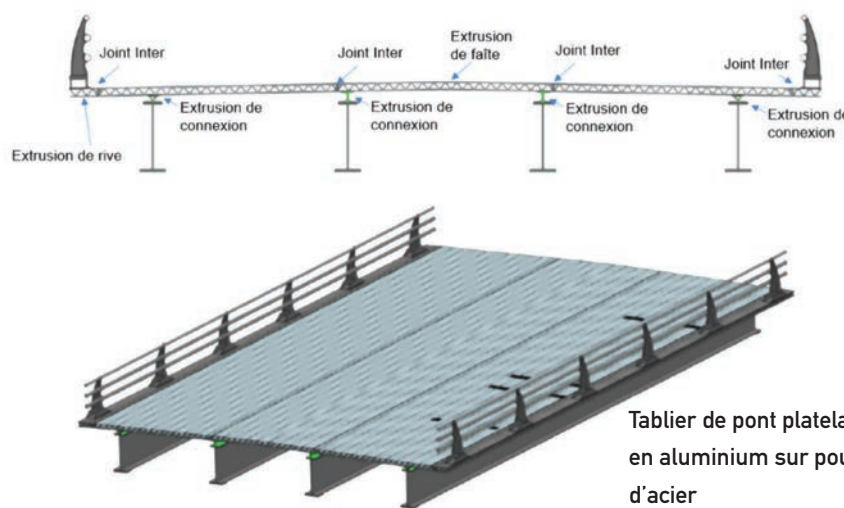
– Effectuer une analyse de cycle de vie (ACV) qui inclut l'analyse des impacts environnementaux et les ressources nécessaires aux différents scénarios (ex. consommation, recyclage et émissions).

Normalement, le coût total de possession (CTP) ne prend en compte qu'une partie de l'AECV, de l'acquisition jusqu'à l'abandon. En effet, les coûts en amont (conception, fabrication, propriété précédente) et en aval (recyclage possible) ne sont pas pris en compte par le CTP alors qu'ils le sont par l'AECV. On note aussi que, dans une AECV, les coûts associés au temps de fermeture d'une route, à la rapidité de l'érection de la structure, au cycle d'inspection, entretien et réfection, etc. seront pris en compte. De même, l'empreinte environnementale totale de différents scénarios de tabliers de pont sera évaluée en tenant compte de la disposition des matériaux en fin de vie, comme le recyclage des composants du tablier de pont ou l'enfouissement de ceux-ci.

Conclusion

Cet article visait à informer la communauté des ingénieurs du Canada sur le potentiel d'utilisation de l'aluminium dans les ponts. Après l'expérience du pont d'Arvida et celle du pont de St-Ambroise et à la lumière des recherches actuelles exposées dans cet article, les ingénieurs dans le domaine des ponts, les donneurs d'ordre et les entrepreneurs pourront avoir une vue juste de la possibilité d'utiliser les platelages en aluminium pour des ponts

Suite à la page 28



Tablier de pont platelage en aluminium sur poutres d'acier

Wharf Rehabilitation

Moncton – March 28, 2018 • Vancouver – May 1, 2018

This course covers deterioration mechanisms for marine structural materials; service life evaluation; structural assessment of existing structures and protection and structural repair. Existing codes, standards, and guidelines; heavy illustration; and case study will be discussed.

It is presented by Stephen Famularo, MSc, P.E., D.PE, director of Marine Engineering at McLaren Engineering. During his 21-year engineering career Steve has led the inspection, design, permitting, and resident engineering for rehabilitation and new construction for hundreds of piers, wharves, bulkheads and jetties.

CNAM

New to Infrastructure Asset Management?

The Canadian Network of Asset Managers (CNAM) have developed resources to support people who are new to asset management, with content produced in both English and French. The resources will provide users with an understanding of what asset management is, why you should be doing it at your community and how to get started.

- Asset Management Webinars – for Elected Officials and Municipal Staff, available for FREE download
- Asset Management 101 Booklet – with the what, why, and how, available for FREE download
- 1-day Asset Management Awareness Workshops – across Canada from March to June 2018, municipal discount rate of \$95 per person.

CSCCE and CNAM have an active working relationship and work together to help each other advance the civil engineering and asset management practices across Canada.

Please visit www.cnam.ca for more information on asset management and to register for activities in 2018.

Réfection des quais

Présentée en anglais

Moncton - le 28 mars 2018 • Vancouver - le 1er mai 2018

Ce cours couvre les mécanismes de détérioration des matériaux structuraux marins, l'évaluation de leur durée de vie, celle des structures existantes et leur protection et leur réparation. Seront également discutés les codes, les normes et les lignes directrices existants, l'illustration lourde ainsi que des études de cas. Le cours est présenté par Stephen Famularo, MSc, P.E., D.PE, directeur du génie maritime chez McLaren Engineering. Au cours de sa carrière de 21 ans en ingénierie, Steve a dirigé l'inspection, la conception, les permis et l'ingénierie pour la réhabilitation et la construction de centaines de môles, de quais, de cloisons et de jetées.

CNAM

Nouveau à la gestion des actifs en infrastructures?

Le Réseau canadien des gestionnaires d'actifs (CNAM) a élaboré des ressources pour aider les personnes qui débutent dans la gestion des actifs, avec un contenu produit en anglais et en français. Les ressources permettront aux utilisateurs de comprendre ce qu'est la gestion des actifs, pourquoi ils devraient la pratiquer au sein de leur communauté et comment démarrer.

- Webinaires de gestion d'actifs destinés aux élus et au personnel municipaux disponibles pour téléchargement GRATUIT
- Brochure 101 sur la gestion d'actifs portant sur les quoi, pourquoi et comment, disponible pour téléchargement GRATUIT
- Ateliers de sensibilisation à la gestion d'actifs d'une journée partout au Canada de mars à juin 2018 offerts avec un rabais municipal de 95 \$ par personne.

La SCGC et le CNAM collaborent étroitement et activement pour l'avancement des pratiques en génie civil et en gestion d'actifs au Canada. Veuillez visiter www.cnam.ca pour plus d'informations sur la gestion d'actifs et pour vous inscrire aux activités en 2018.

Suite de la page 27

de courtes portées. Des recommandations sur des règles de dimensionnement d'éléments de platelage en aluminium seront émises à la conclusion des projets de recherche en cours. Des balises seront aussi données afin qu'un entrepreneur puisse développer son propre platelage extrudé. Les essais en laboratoire prévus dans ce projet de recherche permettront de valider la démarche de conception, ce qui pourra contribuer à réduire l'incertitude des donneurs d'ordre face à ce matériau dont l'utilisation structurale dans le domaine des ponts routiers est encore très peu répandue. ■

Remerciements

Les auteurs remercient le MTMDET pour le financement de ces projets.

Références

Arvida Bridge, The First Aluminum Highway Bridge in the World, published by the Aluminum Company of Canada.

CAN/CSA-S6-14 : Code canadien sur le calcul des ponts routiers, Canada.

Burgelin JB, 2017. « Nouveau concept modulaire de tablier de pont tout aluminium

à portée simple et assemblable en chantier ». Mémoire de maîtrise, Université Laval.

Leclerc J, 2018. « Utilisation innovatrice de l'aluminium dans les ponts : Effets de la variation de la température sur le comportement structural d'un tablier à platelage d'aluminium sur poutres d'acier, à action composite ». Mémoire de maîtrise, Université Laval, Canada.

SQDA, www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/publications/administratives/strategies/strategie_aluminium.pdf.

In Memoriam — Ralph Crysler, FCSCE

It is with great regret that we announce that our friend and colleague, Ralph Crysler, passed away on December 11, 2017 in his 92nd year.

Ralph received his B.A.Sc. in civil engineering from the University of Toronto in 1949. He then served two years on the engineering staff of the National Harbours Board at the Port of Churchill in Manitoba. This exposure probably encouraged his subsequent interest in civil engineering history in Canada. Ralph returned to southern Ontario in the early 1950s and for 35 years progressed in consulting practices until becoming a manager with Trow Ltd.

The Society is very appreciative of his many contributions to it and to the profession. Ralph was named a Fellow of the Society in 1986 and a Fellow of the Engineering Institute of Canada in 2004. He joined the National History Committee in the 1980s and was chair from 1993 to 1997. Subsequently he became a member of the Society's Board of Directors while chair of the General Administration Committee.

In 2005 Ralph received the Society's W. Gordon Plewes Award for his contributions to the study of civil engineering history in Canada. Among these were several papers on the restoration of buildings and on the Hudson Bay ports. Ralph also played a leading role in compiling the documentation that led to the Society being awarded the 2002 Pierre Berton Award of Canada's History Society.

Michael Bartlett, Alistair MacKenzie, and Peter Wright
January 6, 2018



Memoriam — Le Ralph E. Crysler, FSCGC

C'est avec grand regret que nous annonçons que notre ami et collègue, Ralph Crysler, est décédé le 11 décembre 2017 dans sa 92e année.

Ralph a obtenu son baccalauréat en génie civil de l'Université de Toronto en 1949. Il a ensuite occupé durant deux ans le poste d'ingénieur au Conseil des ports nationaux au port de Churchill, au Manitoba. Ralph est retourné dans le sud de l'Ontario au début des années 1950 et a pratiqué la consultation durant 35 années jusqu'à devenir gestionnaire au sein de Trow Ltd. La Société apprécie grandement les nombreuses contributions de Ralph à la SCGC ainsi qu'à la profession en général. Il fut nommé Fellow de la Société en 1986 et Fellow de l'Institut canadien des ingénieurs en 2004. Il s'est joint au Comité d'histoire nationale dans les années 1980 et en a été président de 1993 à 1997. Par la suite, Ralph fut membre du conseil d'administration en sa qualité de président du Comité de l'administration générale.

En 2005, Ralph a reçu le prix W. Gordon Plewes de la SCGC pour ses contributions à l'étude de l'histoire du génie civil au Canada. Elles comprenaient plusieurs communications sur la restauration de bâtiments et sur les ports de la baie d'Hudson. Ralph a également joué un rôle de premier plan pour rassembler la documentation ayant servi à l'attribution du Prix Pierre Berton 2002 de la Société d'histoire du Canada à la SCGC.

Michael Bartlett, Alistair MacKenzie et Peter Wright
6 janvier 2018

CSCE SECTIONS SCGC

Newfoundland

Contact: Bing Chen, MCSCE
T. 709-864-8958
Email: bchen@mun.ca

Nova Scotia

Contact: Haibo Niu, MCSCE
Email: haibo.niu@dal.ca

East New Brunswick and P.E.I. (Moncton)

Contact: Jérémie Aubé, MCSCE
T. 506-777-0619
Email: jeremie.aube@wsp.com

West New Brunswick

Contact: Brandon Searle, SMCSC
T. 506-260-3947
Email: Brandon.searle@opusinternational.ca

Montréal

Contact: Sara Rankohi, MSCGC
T. 450-641-4000 x 3282
Email: sara.rankohi@groupecanam.com

Sherbrooke

Contact: Jean-Gabriel Lebel, MESCGC
T. 514-502-7368
Courriel: jg.lebel@usherbrooke.ca

Québec

Contact: Kim Lajoie, MSCGC
T. 418-650-7193
Courriel: scgc-sectionquebec@outlook.com

Capital Section (Ottawa-Gatineau)

Contact: Nima Aghniaey, MCSCE
T. 613-580-2424 x17691
Email: nima.aghniaey@ottawa.ca

Toronto

Contact: Alexander Andrenkov, MCSCE
T. 905-320-8912
Email: TorontoCSCE@gmail.com

Hamilton/Niagara

Contact: Ben Hunter, MCSCE
T. 905-335-2353 x 269
Email: ben.hunter@amec.com

Northwestern Ontario

Contact: Gerry Buckrell, MCSCE
T. 807-625-8705/807-623-3449
Email: gerald.buckrell@hatchmott.com

Durham/Northumberland

Contact: Robbie Larocque
T. 905-576-8500
Email: robbie.larocque@dgbiddle.com

London & District

Contact: Julian N. Novick, MCSCE
T. 519-850-0020 x104
Email: julian@wastell.ca

Manitoba

Contact: Tricia Stadnyk, MCSCE
T. 204-474-8704
Email: tricia.stadnyk@umanitoba.ca

South Saskatchewan

Contact: Harold Retzlaff, MCSCE
T. 306-787-4758
Email: harold.retzlaff@gov.sk.ca

Saskatoon

Contact: Roanne Kelln, AMCSCE
T. 306-665-0252
Email: rkelln@bbk-eng.ca

Calgary

Contact: Hadi Aghahassani, MCSCE
T. 587-475-4872
Email: cscecalgarychapter@gmail.com

Edmonton

Contact: Courtney Beamish, MCSCE
T. 780-264-1832
Email: chair@csceedmonton.ca

Vancouver

Contact: Graham Walker, MCSCE
T. 780-496-5695
Email: graham.walker2@aecom.com

Vancouver Island

Contact: Jonathan Reiter, MCSCE
T. 250-590-4133
Email: jreiter@seng.ca

CSCE Hong Kong Branch

Contact: Kelvin Cheung, MCSCE
T. 011-852-9225-0304
Email: kelvin_cheung@wanchung.com

We invite you to consult our web page (<https://csce.ca/membership/corporate>) to discover all the benefits associated with our Corporate Engagement Program.

PREMIUM PARTNERS | PARTENAIRES PRÉMIUM

Become a distinctive CSCE Corporate Partner and add your logo here.



MAJOR PARTNERS | PRINCIPAUX PARTENAIRES



SENIOR PARTNERS | PARTENAIRES PRÉMIUM

Become a distinctive CSCE Corporate Partner and add your logo here.



PARTNERS | PARTENAIRES



AFFILIATES | AFFILIÉS





Get more out of your membership benefits.

Get preferred rates and coverage that fits your needs.

You could **save** with
preferred rates on your
home and car insurance.

Get more out of your Canadian Society for Civil Engineering membership.

As a member of the Canadian Society for Civil Engineering, you have access to the TD Insurance Meloche Monnex program. This means you can get preferred insurance rates on a wide range of home and car coverage that can be customized for your needs.

For over 65 years, TD Insurance has been helping Canadians find quality home and car insurance solutions.

Feel confident your home and car coverage fits your needs.
Get a quote now.

Endorsed by



HOME | CAR | TRAVEL

Get a quote and see how much you could save!
Call 1-866-269-1371
Or, go to tdinsurance.com/csce



sp beam

Analysis, design, and investigation of reinforced concrete beams and one-way slab systems

sp wall

Finite element analysis and design of reinforced, precast, ICF, and tilt-up concrete walls

sp slab

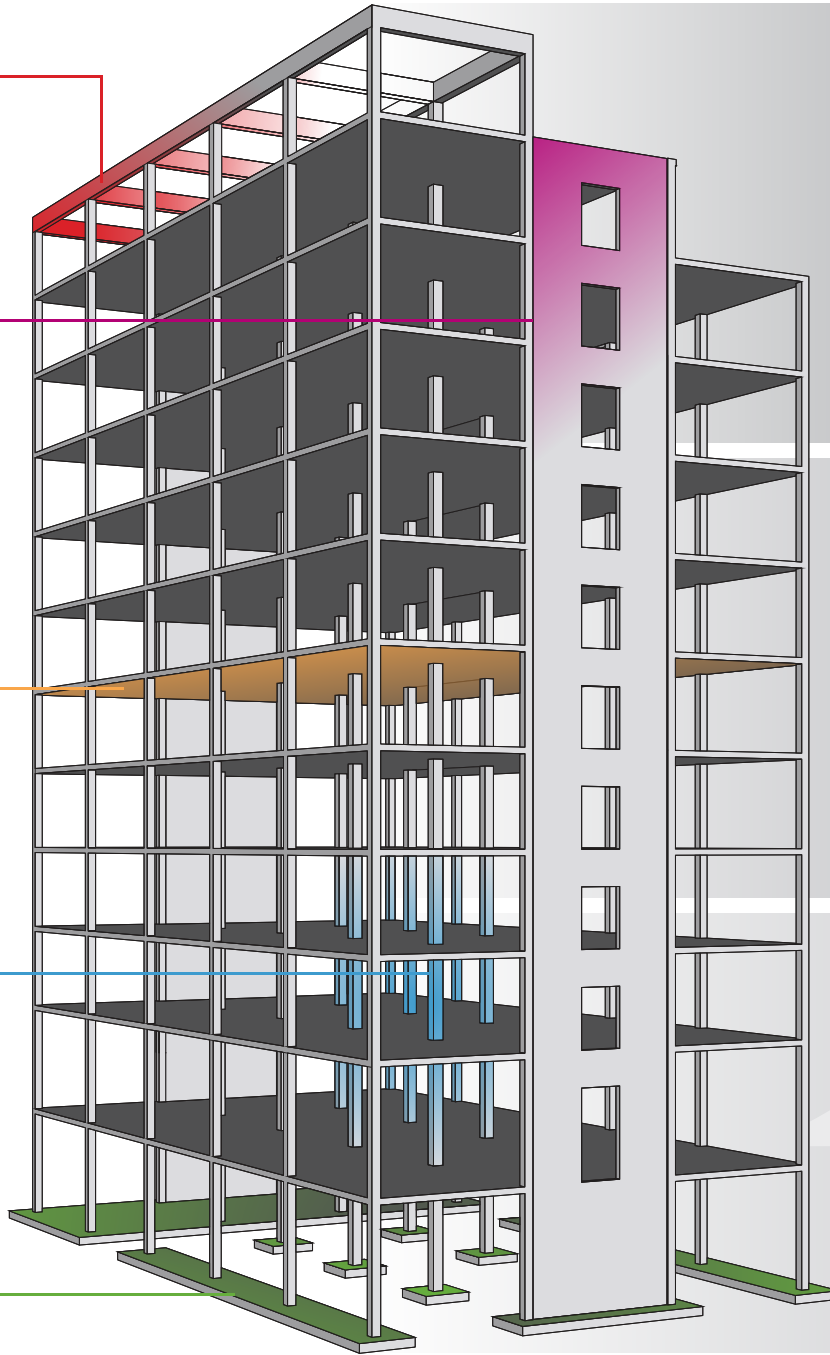
Analysis, design, and investigation of reinforced concrete beams and slab systems

sp column

Design and investigation of rectangular, round, and irregularly shaped concrete column sections

sp mats

Finite element analysis and design of reinforced concrete foundations, combined footings, or slabs on grade



10 YEARS OF
CONTINUOUS
IMPROVEMENT

10

60 YEARS OF
SOFTWARE
DEVELOPMENT

60

100 YEARS OF PCA
TECHNICAL
LEGACY

100

WORK QUICKLY • WORK SIMPLY • WORK ACCURATELY

When you use StructurePoint software, you're also taking advantage of the Portland Cement Association's 100 years of experience, expertise, and technical support in concrete design and construction.