

Donald Villeneuve P.Eng., Ministère des Transport du Québec (MTQ)
ING., MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (MTQ)

Acknowledgements | Remerciements

Corrugated Steel Pipe Institute
Institut pour les tuyaux de tôle ondulée

Donald Villeneuve P.Eng., Ministère des Transport du Québec (MTQ)
ING., ministère des Transports du Québec (MTQ)

Elzly Technology Corporation
Elzly Technology Corporation

Ministères des Transport du Québec
ministère des Transports du Québec

National Corrugated Steel Pipe Association
National Corrugated Steel Pipe Association

Transportation Association of Canada, Structures Standing Committee
comité permanent des structures de l'Association des transports du Canada

Adapting European Pavement Tests to Prove Coating Performance on Steel Culverts

Adaptation des essais de pavage européens au rendement des revêtements des ponceaux en acier



cspi
corrugated steel pipe institute



cspi
institut pour les tuyaux de tôle ondulée

www.cspi.ca

David J. Penny BES, Corrugated Steel Pipe Institute (CSPI)
B.E.S., INSTITUT POUR LES TUYAUX DE TÔLE ONDULÉE (CSPI)

Introduction / Objective

Buried steel structures must resist many environmental elements and maintain structural integrity throughout their design service life (DSL). For Canadian Bridges this exceeds 75 years. An innovative polymer coating on steel is expected to extend life to meet these requirements however it first must be tested in accelerated conditions that are representative of aggressive conditions that a highway culvert will face over its lifetime.

Statistical and Analytical Methods

Since it was invented in 1896 Corrugated Steel Pipe has seen a number of innovations in metallurgy and coatings. All have been the subject of extensive field and laboratory testing. Testing enables performance estimates over time in a variety of environmental conditions. A number of reports have been written and the conclusions have been published as predictive methods, text books, charts and tables available at www.cspi.ca

Many test procedures have been developed by the American Society for Testing and Materials (ASTM) and others to simulate accelerated materials performance. A number of these including ASTM B117 Salt Spray Test are seen as critical to assessing long term performance of steel structures in the Canadian Highway environment.

Unfortunately test methods and equipment that replicate the long term performance of culvert inverts in abrasive conditions are not readily available. The Corpro equipment that generated the data (adjacent) is no longer available.

Based on European test methods for airport runways the Ministère des Transport du Québec (MTQ) has developed METHODE D ESSAI LC21-102 to test the abrasion resistance of pavements. Equipment for this test is available and used regularly at the MTQ laboratory in Quebec. Going beyond pavements, MTQ has effectively adapted this test procedure and estab-



Abrasion Level	Bedload Description	Anticipated Flow Velocity (m/s)	
		Minimum	Maximum
1	No bedload regardless of velocity. (Eg. Storm Sewer or Stormwater Detention Facility)	NA	NA
2	Minor bedloads of sand and gravel	0	1.5
3	Bedloads of sand and gravel	1.5	4.5
4	Heavy bedloads of gravel and rock	4.5	Above

Abrasion Level			
Polymer Laminated		A sacrificial concrete pavement may be applied	
Aluminized Type 2			
Galvanized			
1	2	3	4

Abrasion Level Charts and Limits Developed from the Corpro Tests

Introduction/Objectif

Les structures d'acier enfouies doivent pouvoir résister à beaucoup d'éléments environnementaux et maintenir leur intégrité structurelle durant toute leur durée de vie utile théorique. Pour les ponts canadiens, cette durée de vie utile théorique dépasse 75 ans. Un revêtement de polymère novateur sur l'acier devrait pouvoir prolonger la vie utile afin de respecter ces exigences, mais il doit d'abord être testé dans des conditions d'utilisation accélérées représentatives des conditions difficiles qu'un ponceau routier connaît généralement durant sa vie utile.

Méthodes statistiques et analytiques

Depuis leur invention en 1896, les tuyaux de tôle ondulée ont connu plusieurs innovations sur le plan des revêtements et de la métallurgie. Ces innovations ont toutes fait l'objet d'essais exhaustifs sur le terrain et en laboratoire. Ces essais permettent d'estimer le rendement au fil du temps dans diverses conditions environnementales. Plusieurs rapports d'essais ont été rédigés et les conclusions ont été publiées sous forme de méthodes prédictives, de documents de référence, de graphiques et de tableaux disponibles à l'adresse www.cspi.ca.

Beaucoup de procédures d'essai ont été développées par l'American Society for Testing and Materials (ASTM) et d'autres organismes pour simuler en accéléré le rendement des matériaux. Plusieurs de celles-ci, dont l'essai en brouillard salin ASTM B117, sont jugées essentielles à l'évaluation du rendement à long terme des structures d'acier en environnement routier au Canada.

Malheureusement, des méthodes et de l'équipement d'essai reproduisant le rendement à long terme des radiers de ponceau dans des conditions abrasives ne sont pas disponibles. L'équipement Corpro qui générait les données n'est plus disponible.

En se basant sur les méthodes d'essai européennes pour les pistes d'aéroport, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a élaboré la MÉTHODE D'ESSAI LC21-102 pour tester la résistance à l'abrasion des revêtements routiers. L'équipement pour



Niveau d'abrasion	Description de la charge de fond	Vitesse du courant prévue (m/s)	
		Minimum	Maximum
1	Aucune charge de fond, peu importe la vitesse du courant. (p.ex. égout d'eaux pluviales ou réservoir d'eaux fluviales)	S.O.	S.O.
2	Charges de fond mineures de sable et de gravier	0	1.5
3	Charges de fond de sable et de gravier	1.5	4.5
4	Charges de fond majeures de gravier et de pierres.	4.5	Ci-dessus

Niveau d'abrasion			
À strates de polymère		Un pavage de béton sacrificiel peut être appliqué	
Acier aluminisé de type 2			
Acier galvanisé			
1	2	3	4

Graphiques de niveau d'abrasion et limites établies à partir des essais Corpro

lished a method to review the effectiveness of various metallic and polymeric coatings on steel. By blasting wet Ottawa Sand over coated steel samples in a computer controlled pattern, many years of abrasion can be replicated in a few hours. MTQ has conducted testing on culvert steels with coatings of zinc, aluminum and polymer laminate (Trenchcoat) in the past. We were able to compare the results of these tests with the Corpro test results from 2002 which looked at the same materials. From here we can then quantify expectations. Based on these findings it was deduced that if we retested the three known materials and added the new polymer coated structural plate material we could establish the relative performance of each and develop predictive abrasion models for the new polymer coating.

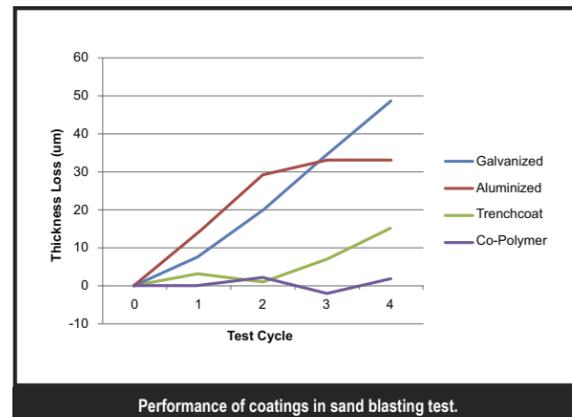


Abrasion Testing Chamber

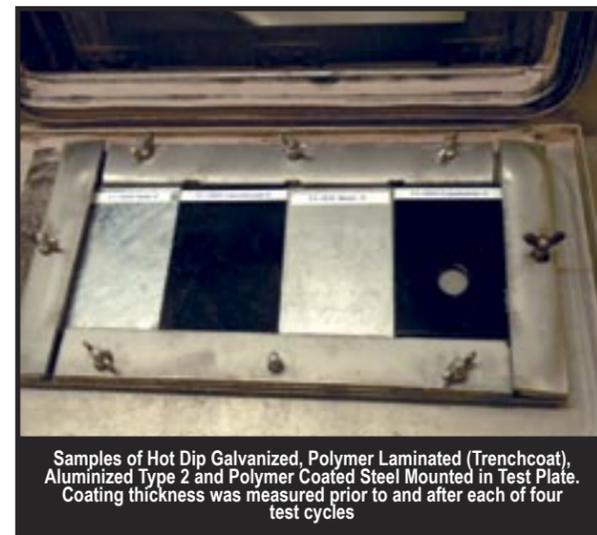
cet essai est disponible et utilisé régulièrement au laboratoire du MTQ au Québec. Allant au-delà des revêtements de chaussée, le MTQ a adapté cette procédure d'essai et établi une méthode pour analyser l'efficacité de divers revêtements métalliques et polymériques sur l'acier. Par la projection de sable d'Ottawa humide sur des échantillons d'acier revêtu suivant un modèle contrôlé par ordinateur, on peut reproduire de nombreuses années d'abrasion en quelques heures. Le MTQ a effectué des essais sur l'acier de ponceau revêtu de zinc, d'aluminium et de strates de polymère (Trenchcoat) par le passé. Nous avons comparé les résultats de ces essais à ceux des essais Corpro de 2002, qui portaient sur les mêmes matériaux. À partir de quoi, nous pouvions quantifier les attentes. D'après nos constatations, nous avons conclu que si nous soumettions à de nouveaux essais les matériaux connus et que nous y ajoutions le nouvel acier à strate de polymère, nous pourrions établir le rendement relatif de chacun et élaborer des modèles prévisionnels d'abrasion pour le nouveau revêtement polymérique.



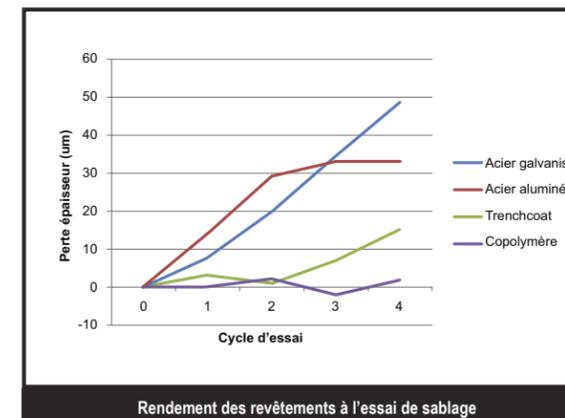
Chambre d'essai d'abrasion



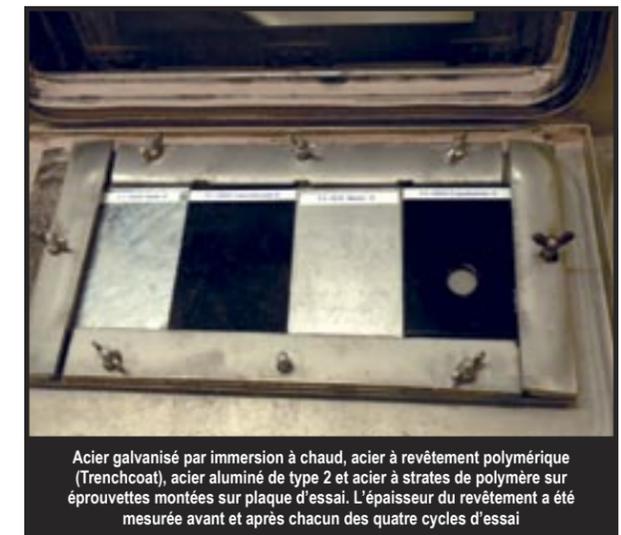
Performance of coatings in sand blasting test.



Samples of Hot Dip Galvanized, Polymer Laminated (Trenchcoat), Aluminized Type 2 and Polymer Coated Steel Mounted in Test Plate. Coating thickness was measured prior to and after each of four test cycles



Rendement des revêtements à l'essai de sablage



Acier galvanisé par immersion à chaud, acier à revêtement polymérique (Trenchcoat), acier aluminé de type 2 et acier à strates de polymère sur éprouvettes montées sur plaque d'essai. L'épaisseur du revêtement a été mesurée avant et après chacun des quatre cycles d'essai

Abrasion Condition Coating Options				
1 Non	2 Low	3 Moderate	4 Severe	
Polymer Coated Plate				
Galvanized Plate				
Alternate Structure ¹ - Composite Systems ²				
Predictive Abrasion Model for Polymer Coated and Hot Dip Galvanized Steel				

Options de revêtement en fonction du niveau d'abrasion				
1 Nul	2 Faible	3 Modéré	4 Élevé	
Tôle à revêtement polymérique				
Tôle galvanisée				
Structure de remplacement ¹ - Systèmes en composites ²				
Modèle d'abrasion prévisionnel pour l'acier à strates de polymère et l'acier galvanisé par immersion à chaud				

Comparative testing of polymer coated structural plate has been performed by Transports Québec, Service des Matériaux Infrastructures in accordance with Méthode LC 21 102, "Aggregates Resistance to Polishing: Sand Blasting Method." The test involves subjecting test panels to abrasive impact from Ottawa sand. The sand was blasted on the surface at a rate of 570 g/minute for four cycles at 43.3 minutes per cycle.



The Four Materials after four cycles of Abrasion Testing

Des essais comparatifs ont été effectués par le Service des matériaux d'infrastructure de Transports Québec sur des tôles fortes en acier ondulé, suivant la méthode LC 21 102,



Les quatre matériaux après quatre cycles d'essais d'abrasion

The graph shows the measured coating thickness loss during the course of the testing. As can be seen, the EAA copolymer on the corrugated plate product outperformed the Trenchcoat. Both EAA materials out performed the metallic coatings (galvanized and aluminized).



Aluminum Oxide (Al2O3) is used in Pavement Testing while Wet Ottawa Sand Provides a Test that is more Representative of Culvert Abrasion

« Résistance au polissage des granulats : méthode par projection ». Ces essais prévoient l'imposition d'impacts abrasifs aux panneaux éprouvettes par projection de sable d'Ottawa. Le sable a été projeté sur la surface à raison de 570 g/min pendant quatre cycles de projection de 43,3 minutes chacun. Le graphique illustre la perte d'épaisseur de revêtement mesurée au cours des essais. Comme on peut le voir, le copolymère EAA sur la tôle forte en acier ondulé affiche un meilleur rendement que le revêtement Trenchcoat. Les deux matériaux EAA ont affiché un meilleur rendement que les revêtements métalliques (acier galvanisé et aluminé).



L'oxyde d'aluminium (Al2O3) est utilisé dans les essais de pavage, tandis que la projection de sable d'Ottawa humide permet d'effectuer des essais plus représentatifs de l'abrasion d'un ponceau

Conclusions

Polymer coated structural plate performed well in aggressive abrasion tests conducted at the MTQ laboratory. The results support tests and review by a number of other agencies. The innovative test methods adapted and developed at MTQ have established a level of confidence in Polymer Coated Structural Plate that will lead to an earlier use and acceptance of the product. Through analysis of all test data and an extensive literature review by a qualified Corrosion Engineer it is possible to develop predictive models as they relate to the long term field performance of the product. These models and analysis are captured in the "Performance Guideline for Buried Steel Structures" and the supporting "White Paper" www.cspi.ca.



Examples of Pavement Abrasion Test Samples at the MTQ Facility

Conclusions

La tôle forte ondulée à revêtement polymérique a obtenu de bons rendements aux essais d'abrasion intense menés au laboratoire du MTQ. Ces résultats corroboraient les essais et une étude par certains autres organismes. Les méthodes d'essai novatrices adaptées et élaborées au MTQ ont établi un niveau de confiance à l'égard des tôles fortes à revêtement polymérique qui entraîneront une utilisation et une acceptation précoces de ce produit. Par l'analyse de toutes les données d'essai et d'une étude exhaustive de la documentation par un ingénieur qualifié dans le domaine de la corrosion, il est possible d'élaborer des modèles prévisionnels du rendement à long terme du produit sur le terrain. Ces modèles et l'analyse connexe figurent dans les « Lignes directrices de rendement des structures d'acier enfouies » et du « Livre blanc » à l'appui, à l'adresse www.cspi.ca.



Exemples d'éprouvettes d'essais d'abrasion de pavage au laboratoire du MTQ



Polymer Coated Deep Corrugated Structural Plate Arch at the St. Lawrence River, QC



Arche en tôle forte à ondulations profondes à revêtement polymérique sur le fleuve Saint-Laurent, au Québec