

M. Spartlin¹, D. Saunders², E. Levesque³, Y. Martin³, F. Jutras⁴

¹Alberta Transportation, Edmonton
²Alberta Transportation, Peace River
³Structal-Bridges, a division of Canam Group, Quebec
⁴Roche Itée, Québec

BACKGROUND

Alberta Transportation has to rehabilitate a 3-span bridge over Redwillow River

Existing Bridge

- Built in 1958
- Three spans: 19.5 m – 24.4 m – 19.5 m
- Carrying Highway 722 in northwestern Alberta
- Type: concrete deck on steel girders



The 3-span bridge over Redwillow River

Rehabilitation needs

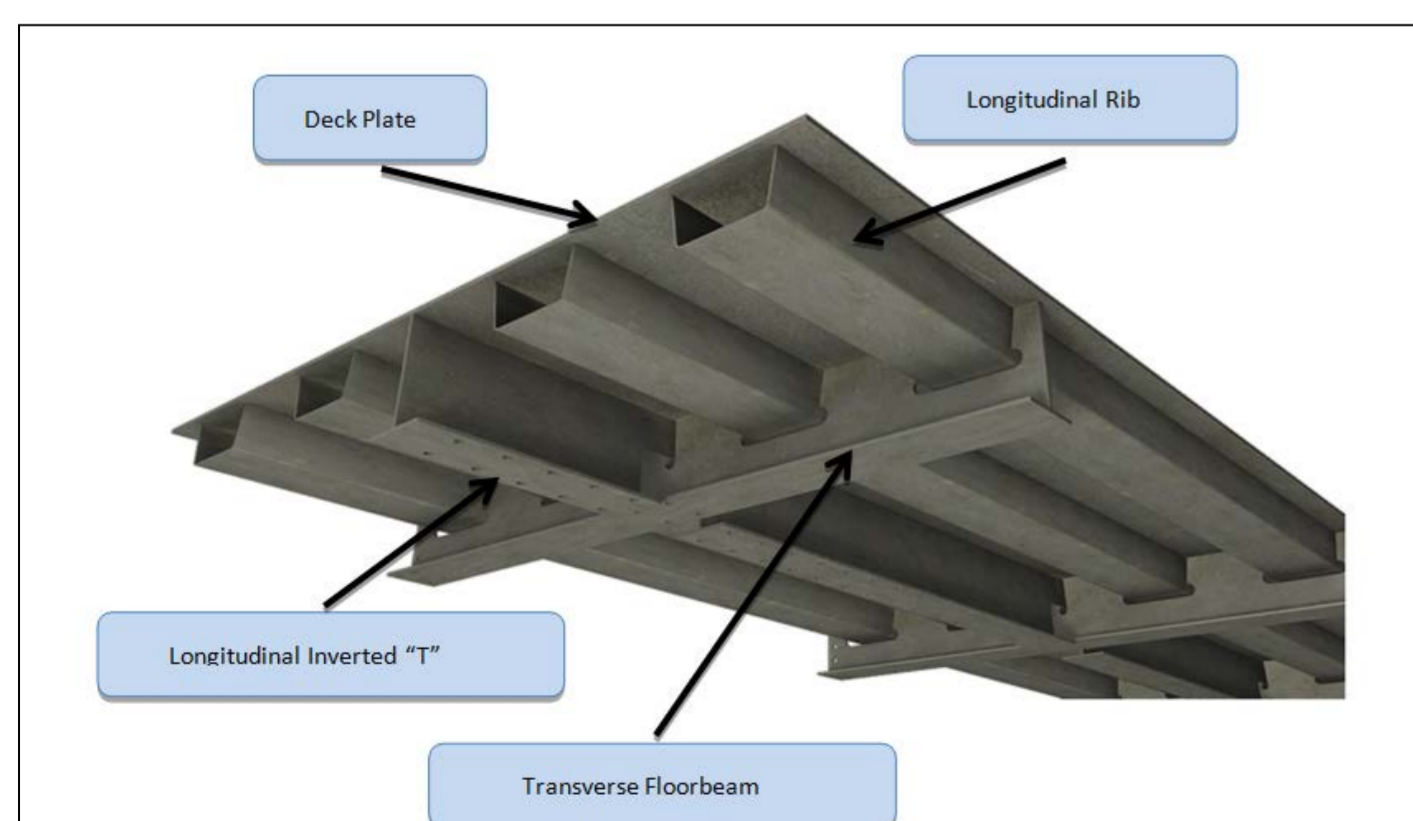
The concrete deck reached the end of its service life and had to be replaced, but budget constraints delayed the complete replacement of the structure

Requirements

- Replacement of the concrete deck
- Widening of the roadway from 7.3 m to 8.9 m
- Lightweight solution: existing girders and foundations cannot support the additional load of a thicker, wider deck without strengthening

Solution: Orthotropic steel deck

- Lightweight structure
- High strength to weight ratio of steel
- Efficient use of material in longitudinal and transverse components
- Opportunity for rapid deck replacement with one traffic lane open at all time



Conceptual orthotropic steel deck with components description

DESIGN

Detailed design of orthotropic steel deck was developed by Roche Itée

Design specifications

- CSA-S6 Class B roadway
- Design vehicle: CL-800
- Average Annual Daily Traffic: 1080 vehicles
- Average Daily Truck Traffic: 216 trucks
- 25 year design life
- PL-2 traffic barriers

100% composite action

- New orthotropic steel deck is fixed to the existing girders with slip-critical bolted connections to achieve 100% composite action

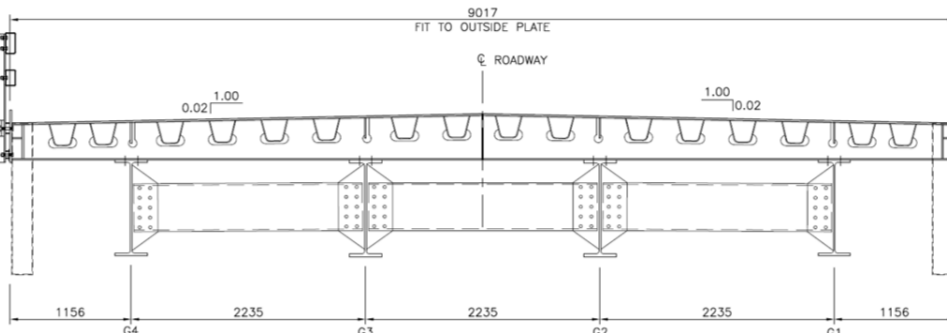
Fatigue resistance analysis

- Finite element analysis was used for assessing the fatigue stress range in weld details of transverse components

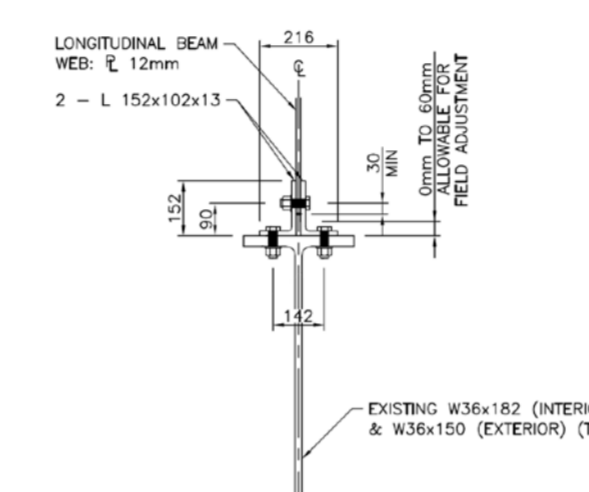
Weight savings and roadway width

- Orthotropic steel deck has a reduced overall mass and an increased roadway width in comparison with the existing deck and the Alberta Transportation Standard Bridge Deck configurations

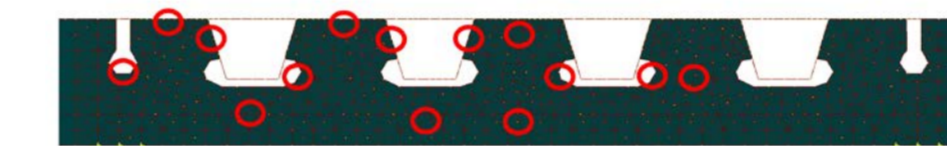
OVERALL MASS COMPARISON FOR DIFFERENT DECK SYSTEMS					
Existing deck		AT Standard Bridge Deck		Orthotropic Steel Deck	
Roadway: 7.3 m		Roadway: 8.4 m		Roadway: 8.9 m	
Concrete deck (175 mm)	4.3 kPa	Concrete deck (225 mm)	5.4 kPa	Steel deck	2.6 kPa
Asphalt (50 mm)	1.2 kPa	Asphalt (80 mm)	1.9 kPa	Bimatrix	0.2 kPa
Total	5.5 kPa	Total	7.3 kPa	Total	2.8 kPa
Overall mass	283 T	Overall mass	325 T	Overall mass	178 T



Profile of the designed orthotropic steel deck



Bolted connection to main girders



Fatigue detail analyzed with finite element model

MASS REDUCTION AND ROADWAY WIDTH INCREASE			
	Orthotropic steel deck		Roadway Width Increase
	Existing Deck	AT Standard Bridge Deck	
Overall Mass Reduction	37%	22%	
	45%	7%	

FABRICATION

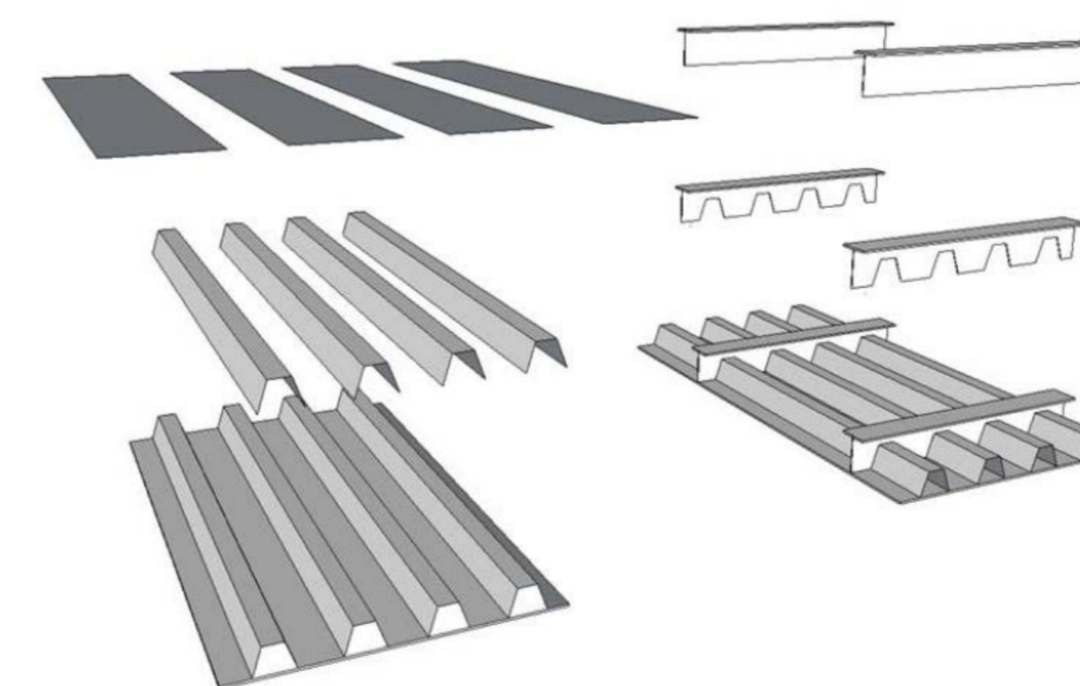
Eight orthotropic panels were fabricated in Structal-Bridges' plant located in Quebec City, QC

- Cutting of steel plates is made with CNC machines for accurate assembly
- Ribs are cold bent and assembled to the deck plate with 80% partial joint penetration, one side submerged arc welds. For this step, quality control is managed with 100% phased-array ultrasonic testing (PAUT)

- Longitudinal inverted T's and transverse floorbeams are assembled to the deck plate with well-ried welding procedures

- Quality control of all welds is achieved with either ultrasonic testing (UT), magnetic testing (MT) or radiography testing (RT)

- The 16 m long and 4.5 m wide panels are shipped to site by train.



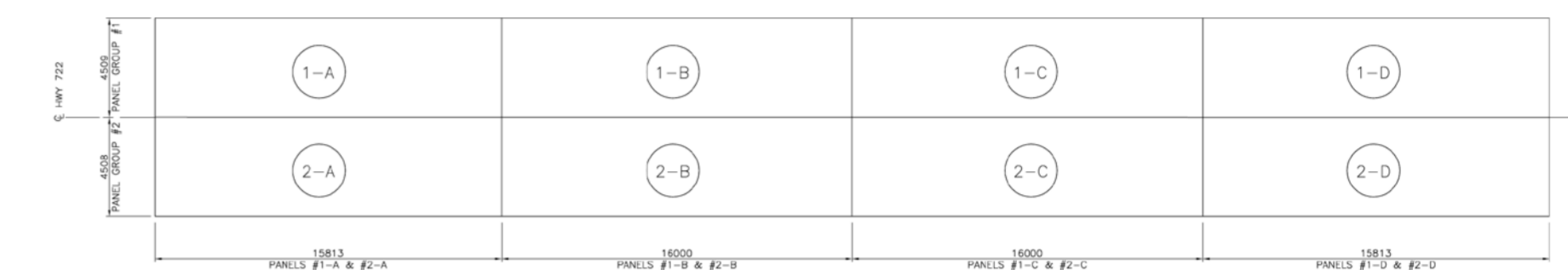
Schematic assembly of orthotropic panel [FHWA 2012]



Rib to deck plate 80% partial joint penetration weld

CONSTRUCTION

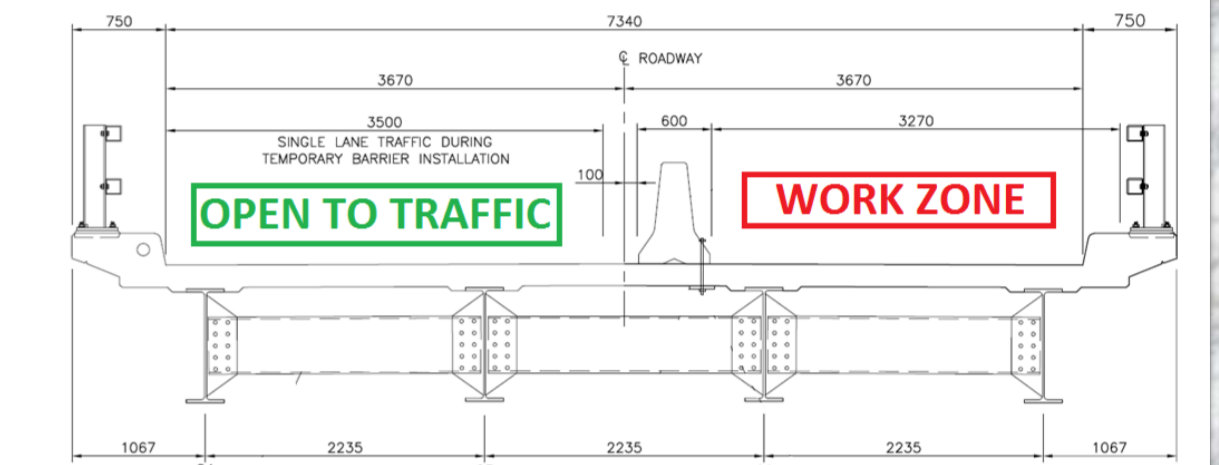
On-site operations are scheduled from June to October 2014



Plan view of the bridge showing orthotropic panel placing sequence

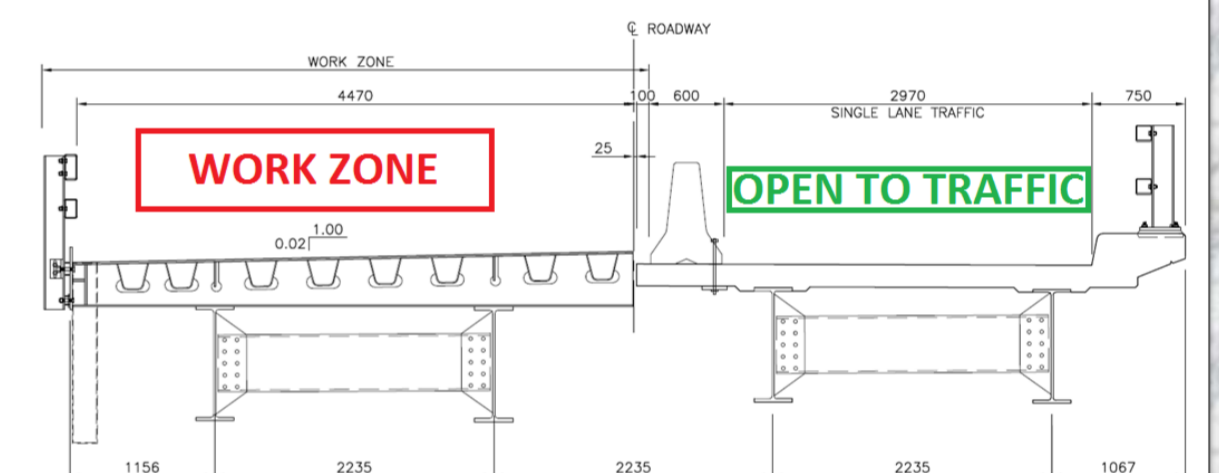
To minimize traffic disruption, construction sequences have been staged so that the bridge remains open to a single lane of traffic at all times:

Stage 1: Installation of temporary precast F shape barriers.



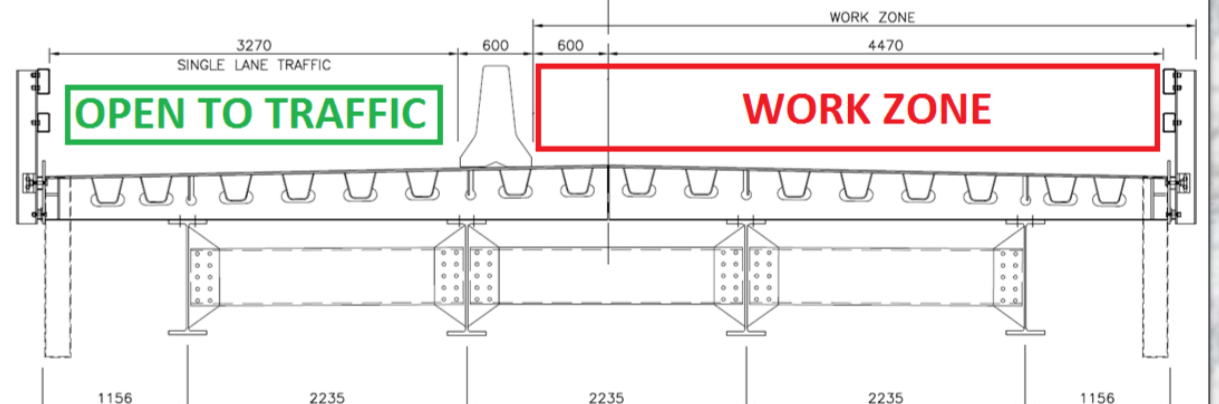
STAGE 1

Stage 2: Removal of east half of existing deck and installation of orthotropic panels 1-A through 1-D



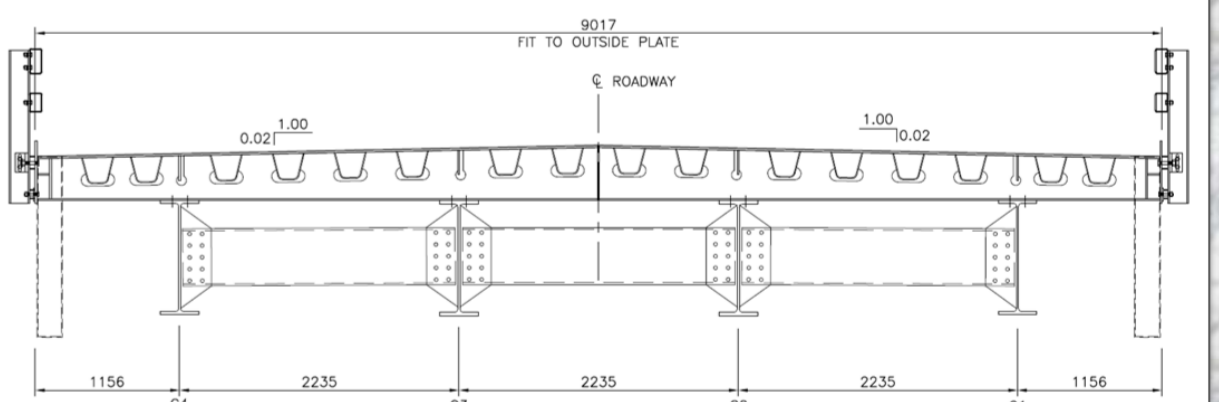
STAGE 2

Stage 3: Removal of west half of existing deck and installation of orthotropic panels 2-A through 2-D. Assembly of the longitudinal splice



STAGE 3

Stage 4: Removal of temporary precast F shape barrier. Opening of the bridge to 2 lanes of traffic



STAGE 4

On-site work also includes: replacement of the bearings, repair and widening of the abutments, and reconstruction of the approaches

REFERENCES

- CSA. (2006). *Canadian Highway Bridge Design Code*. Mississauga: Canadian Standard Association.
- Federal Highway Administration. 2012. *Manual for Design, Construction and Maintenance of Orthotropic Steel Deck Bridges*. FHWA, Washington, DC, USA.

M. Spartlin¹, D. Saunders², E. Levesque³, Y. Martin³, F. Jutras⁴

¹Alberta Transportation, Edmonton
²Alberta Transportation, Peace River
³Structal-Bridges, a division of Canam Group, Quebec
⁴Roche ltée, Québec

BACKGROUND

Alberta Transportation doit réhabiliter un pont de 3 portées au dessus de Redwillow River

Pont existant

- Construit en 1958
- Trois portées: 19.5 m – 24.4 m – 19.5 m
- Supporte l'autoroute 722 au nord de l'Alberta
- Type: dalle de béton sur poutre d'acier



Le pont de trois portées au dessus de la rivière Redwillow

Besoin de réhabilitation

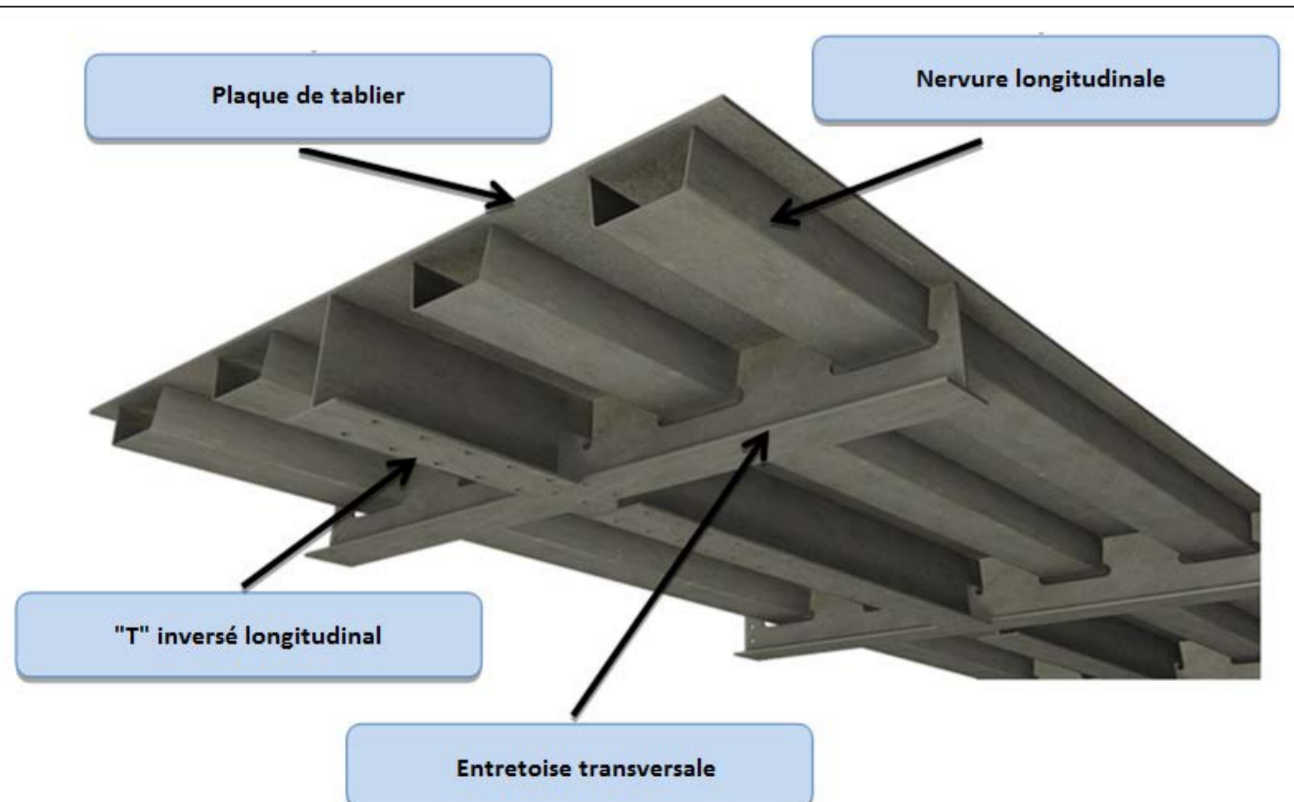
Le tablier de béton a atteint la fin de sa vie utile et doit être remplacé, mais des contraintes budgétaires retardent le remplacement complet de la structure.

Requis

- Remplacement du tablier de béton
- Élargissement de la voie carrossable de 7.3 à 8.9 m
- Solution légère: les poutres existantes et les unités de fondation ne peuvent pas supporter (sans renforcement) la charge supplémentaire induite par un tablier plus épais et plus large

Solution: Tablier orthotrope en acier

- Structure légère
- Haut rapport résistance/poids de l'acier
- Utilisation efficace du matériau dans les composants longitudinaux et transversaux
- Opportunité pour un remplacement rapide du tablier en conservant une voie ouverte en tout temps



Tablier orthotrope conceptuel avec description des composants

DESIGN

La conception détaillée du tablier orthotrope en acier a été réalisée par Roche

Spécificités pour la conception

- Route de classe B selon CSA-S6
- Véhicule de conception: CL-800
- Average Annual Daily Traffic: 1080 véhicules
- Average Daily Truck Traffic: 216 camions
- Conception pour une vie utile de 25 ans
- Dispositifs de retenue de niveau PL-2

Action composite à 100%

- Le nouveau tablier est fixé aux poutres existantes avec un assemblage boulonné antifriction pour obtenir un action composite totale dans la superstructure

Analyse de la résistance à la fatigue

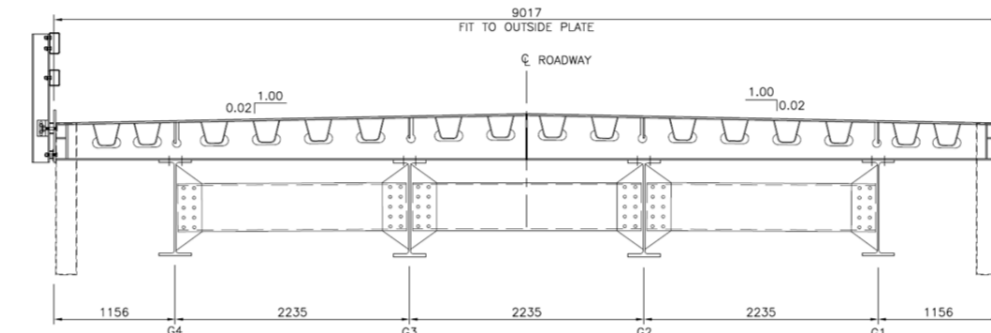
- Les analyses par élément finis a été utilisée pour évaluer les sollicitations en fatigue dans les détails de soudure dans les composants transversaux du tablier

Économie de poids et Largeur de voie carrossable

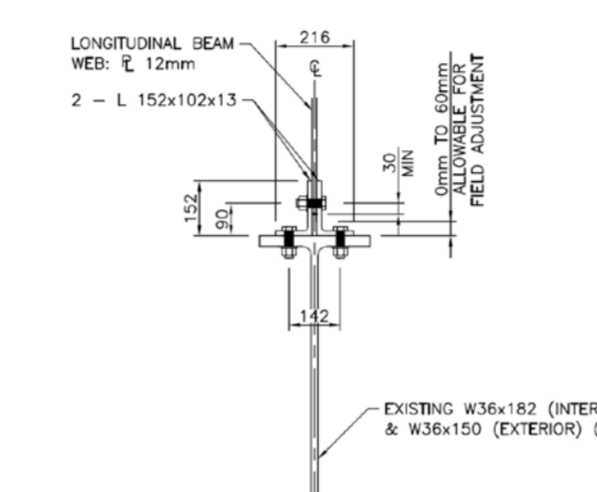
- La solution à tablier orthotrope en acier a une masse globale réduite et une largeur de voie carrossable augmenté lorsque comparé au tablier existant et au Alberta Transportation Standard Bridge Deck configurations

OVERALL MASS COMPARISON FOR DIFFERENT DECK SYSTEMS		
Existing deck	AT Standard Bridge Deck	Orthotropic Steel Deck
Roadway: 7.3 m	Roadway: 8.4 m	Roadway: 8.9 m
Concrete deck (175 mm) 14.3 kPa	Concrete deck (225 mm) 5.4 kPa	Steel deck 2.6 kPa
Asphalt (50 mm) 1.2 kPa	Asphalt (80 mm) 1.9 kPa	Bimatrix 0.2 kPa
Total 5.5 kPa	Total 7.3 kPa	Total 2.8 kPa
Overall mass 283 T	Overall mass 325 T	Overall mass 178 T

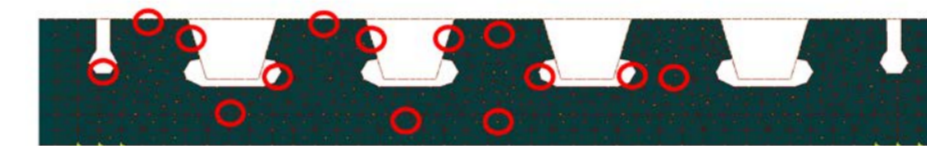
MASS REDUCTION AND ROADWAY WIDTH INCREASE		
Existing Deck	Orthotropic steel deck	
	Overall Mass Reduction	Roadway Width Increase
AT Standard Bridge Deck	45%	7%



Coupe transversale du tablier orthotrope sur les poutres existantes



Assemblage boulonné aux poutres existantes



Détails de fatigue analysés par éléments finis

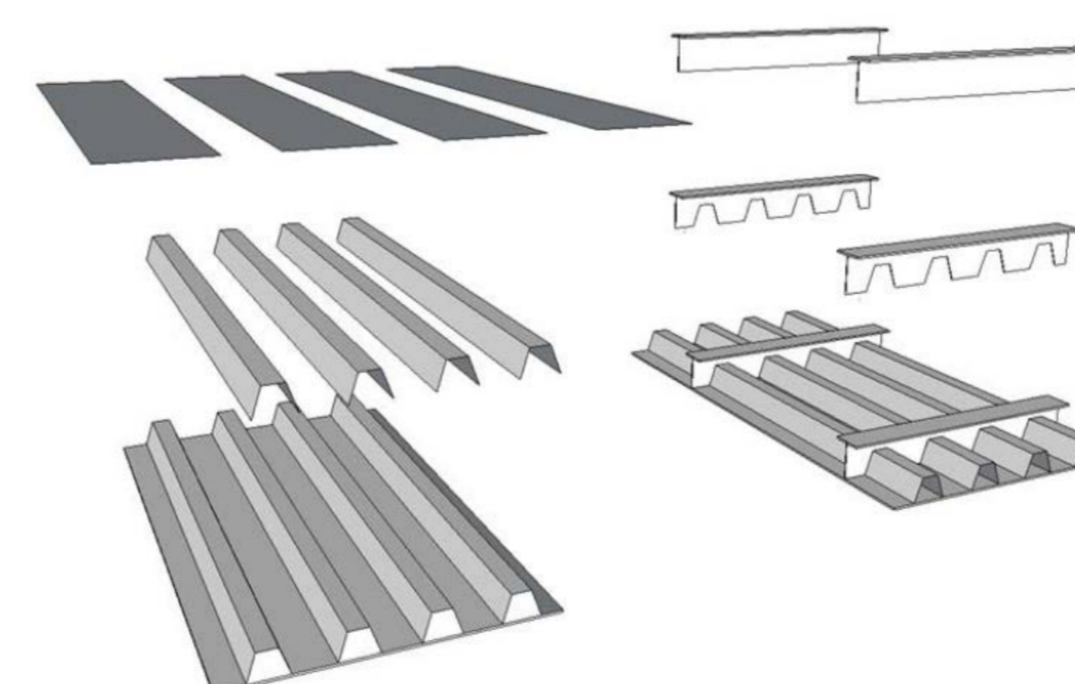
FABRICATION

Huit panneaux orthotropes ont été fabriqués à l'usine de Structal-ponts, situé à Québec, QC

- La découpe des plaques se fait avec des machines CNC pour obtenir un assemblage précis
- Les nervures sont pliées à froid et assemblés à la plaque de tablier avec une soudure à pénétration partielle (80%) effectuée à l'arc submergée. Pour cet étape, le contrôle de qualité est réalisé à 100% par *phased-array ultrasonic testing* (PAUT)

- Les T inversés longitudinaux et les entretoises transversales sont assemblés à la plaque de tablier avec des procédures de soudage éprouvées
- Le contrôle de qualité des soudures est réalisé avec soit l'inspection par ultrason (UT), par particule magnétique (MT) ou par radiographie (RT)

- Les panneaux de 16 m de long et de 4.5 m de larges sont expédiés au chantier par train.



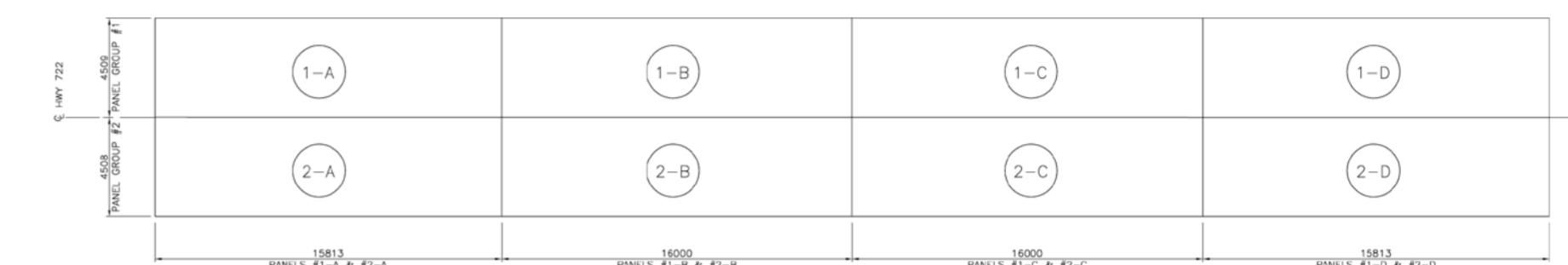
Assemblage schématique d'un tablier orthotrope en acier [FHWA 2012]



Soudure à pénétration partielle 80% entre la nervure et la plaque de tablier

CONSTRUCTION

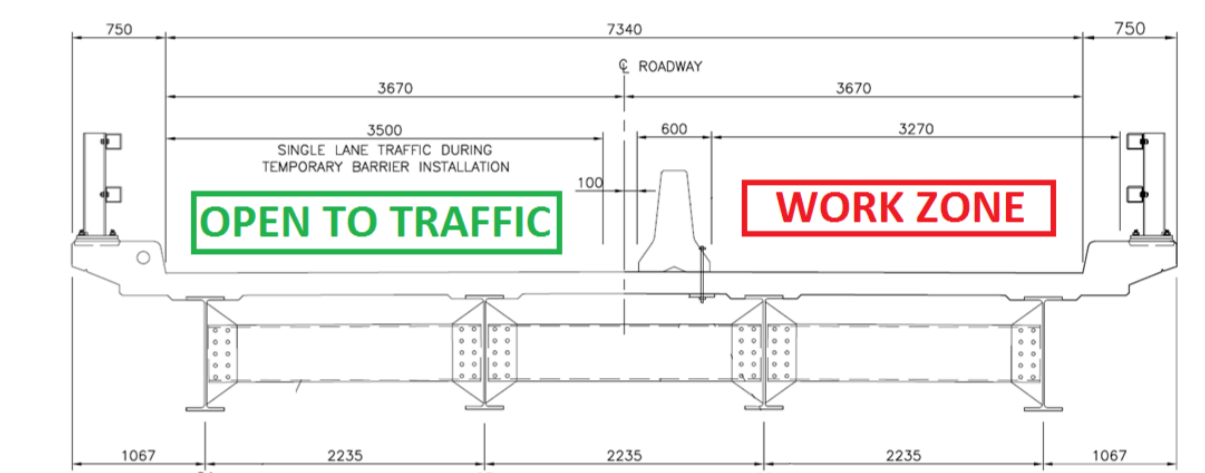
Les travaux au chantier sont prévus de juin à octobre 2014



Vue en plan du pont montrant la séquence de remplacement du tablier

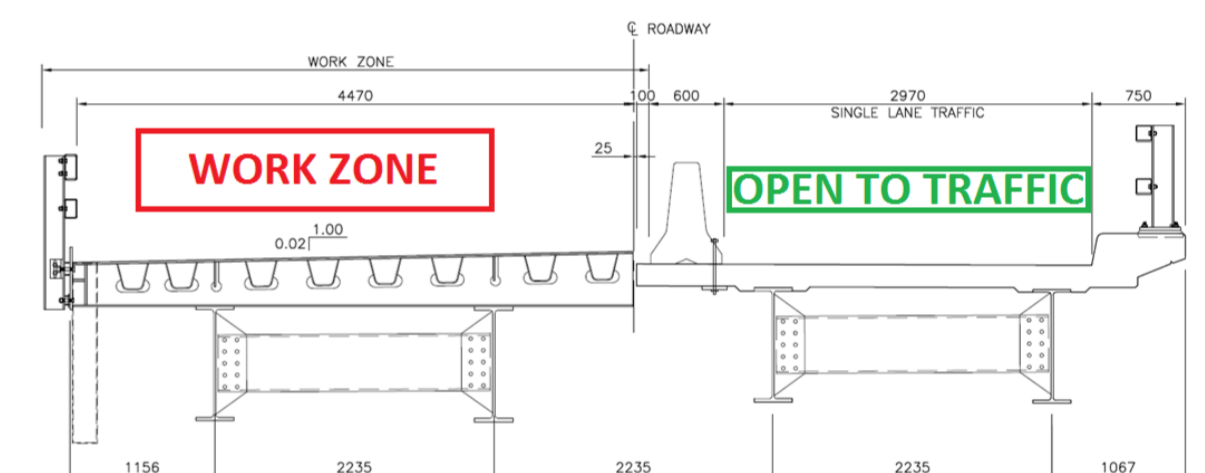
La séquence de construction a été ordonnancée de manière à ce qu'une voie de circulation reste ouverte au trafic durant toute la durée des travaux pour minimiser la congestion routière

Étape 1: Installation des barrière temporaire F shape



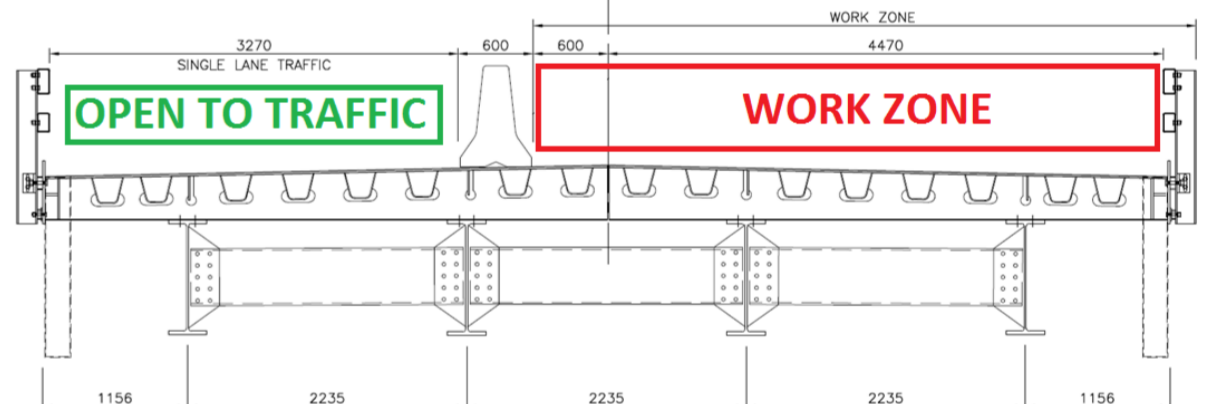
STAGE 1

Étape 2: Enlèvement du tablier existant coté Est et installation des panneaux 1-A à 1-D



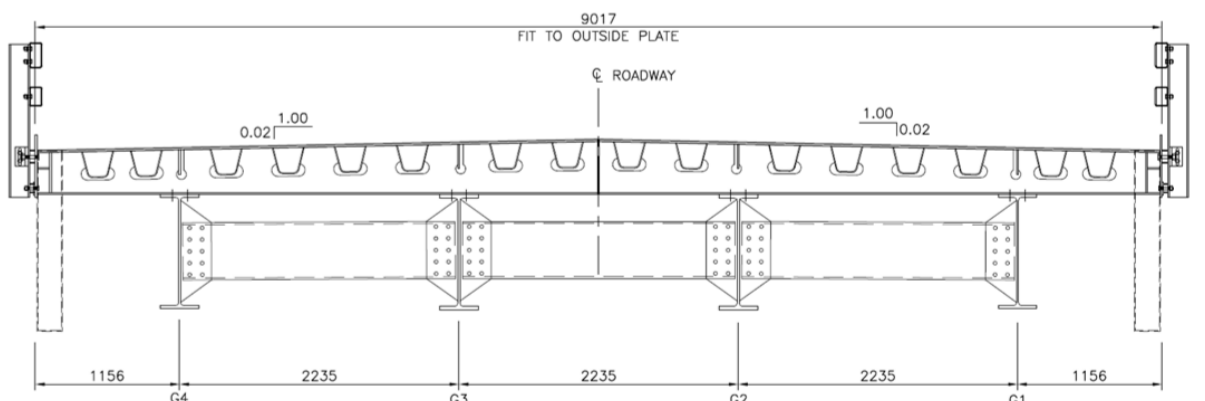
STAGE 2

Stage 3: Enlèvement du tablier existant coté Ouest et installation des panneaux 2-A à 2-D. Assemblage du joint longitudinal



STAGE 3

Stage 4: Enlèvement de la barrière temporaire. Ouverture du pont à deux voies de circulation



STAGE 4

Les travaux en chantier incluent aussi le remplacement des appuis, la réparation et l'élargissement des unités de fondation ainsi que la reconstruction des approches

RÉFÉRENCES

- CSA. (2006). *Canadian Highway Bridge Design Code*. Mississauga: Canadian Standard Association.
- Federal Highway Administration. 2012. *Manual for Design, Construction and Maintenance of Orthotropic Steel Deck Bridges*. FHWA, Washington, DC, USA.