Identification des dommages potentiels aux gaines de ressuage sur le pont Theodore Roosevelt, Floride

Explorer les méthodes d'essais non destructifs utilisées pour localiser et inspecter les gaines de post-tension et les câbles dans les ponts

Vue d'ensemble

- Le ministère des Transports de Floride devait localiser avec précision les dommages potentiels causés par la post-tension (PT) dans deux sections de poutres en caisson du pont Theodore Roosevelt à Stuart, en Floride
- Le Proceq GP8100 a été utilisé pour identifier l'emplacement des tendons, tandis que le Pundit PD8050 a été utilisé pour déterminer l'état des tendons.
- Ce projet a permis d'identifier les défaillances potentielles des gaines de TP et de vérifier l'intégrité des sections en bon état

L'objectif de ce projet était d'utiliser des essais non destructifs pour localiser les dégradations des tendons des PT identifiées à l'aide d'un système de contrôle permanent de l'état des structures.

Défi

Le pont Roosevelt a connu par le passé des défaillances de gaines de TP, notamment un mauvais coulis et des ruptures de câbles nécessitant des réparations. Après ces défaillances, un système permanent de surveillance acoustique et par jauge de contrainte de l'état de la structure a été installé.

Des données ont été reçues indiquant des dommages potentiels de ressuage dans deux sections de poutres en caisson, mais le système de surveillance actuel n'est pas en mesure de déterminer l'emplacement spécifique. Pour éviter d'effectuer des travaux inutiles, il est préférable d'utiliser une méthode non destructive pour localiser les dommages.

Solution

Le radar à pénétration de sol Proceq GP8100 de Screening Eagle a été utilisé pour localiser les câbles, et le réseau linéaire à écho d'impulsion ultrasonique Pundit PD8050 a été utilisé conjointement pour évaluer l'état des câbles de PT. Les deux sections inférieures des gaines de TP de la travée concernée ont été scannées sur le plancher de la poutre caisson entre les ancrages. La plupart des sections étaient acceptables, mais plusieurs présentaient des défauts potentiels.

Figure 1. PT tendon locations inside the box beam

Deux technologies, le radar à pénétration de sol (GPR) et l'écho d'impulsion ultrasonique (UPE), ont été utilisées pour analyser complètement le pont, l'une pour localiser les tendons et l'autre pour analyser leur état. Les deux technologies sont aptes à cartographier les encastrements et les anomalies du béton, mais chacune a ses propres spécialités.

Les appareils GPR émettent des ondes électromagnétiques dans le béton pour créer une image des objets jusqu'à 3 pieds sous la surface. Un pourcentage de l'onde est réfléchi aux limites des matériaux en fonction de leur constante diélectrique. Les métaux, tels que les barres d'armature et les gaines de TP, ont une constante diélectrique infinie qui crée une forte réflexion, apparaissant clairement dans le balayage. L'air peut également apparaître dans le balayage, mais sa réflexion est plus faible car la différence de constante diélectrique entre le béton et l'air est plus faible. Cependant, comme les ondes GPR sont complètement réfléchies par les surfaces métalliques, les appareils GPR ne sont pas en mesure d'évaluer l'état d'une gaine métallique, mais ils constituent un excellent outil pour localiser avec précision les tendons de câbles de PT.

Screening Eagle propose trois versions de GPR pour béton, mais c'est le GP8100 qui a été principalement utilisé dans le cadre de ce projet. Cet appareil est doté de 6 antennes pour une couverture plus large et de balayages C en un seul passage (appelés balayages superlinéaires) qui facilitent l'interprétation (figure 2). Les balayages C permettent de visualiser la profondeur du béton, en commençant par la surface et en traversant l'épaisseur.

Figure 2. Proceq GP8100 GPR

Le deuxième dispositif utilisé était un appareil Ultrasonic Pulse Echo Linear Array (UPE). Cette technologie émet des ondes acoustiques dans le béton pour créer une image des objets jusqu'à 5 pieds sous la surface. Comme pour le GPR, aux limites des matériaux, un pourcentage de l'énergie des ondes est réfléchi vers l'appareil en fonction de la densité, du module d'élasticité et du coefficient de Poisson des matériaux. La différence de densité entre le béton et l'air étant très importante, la réflexion aux interfaces béton/air est proche de 100 %.

L'UPE excelle dans la localisation des défauts liés à l'air tels que la délamination, les nids d'abeille et les vides, y compris les vides de coulis dans les conduits de ressuage. L'UPE est également capable de localiser les métaux, mais avec une sensibilité moindre. La différence de densité entre le béton et l'acier étant plus faible, seule la moitié de l'énergie est réfléchie au niveau des interfaces métalliques.

L'appareil UPE de Screening Eagle, le Pundit PD8050, utilise un réseau linéaire de transducteurs qui permet une cartographie détaillée avec un meilleur rapport signal/bruit, car il peut recouper les cibles sous différents angles pour une meilleure visualisation.

Figure 3: Pundit PD8050

Principaux résultats

Données du RPG

Les données GPR, comme celles de la figure 4, ont été prises à chaque emplacement de balayage pour localiser chaque tendon. Les six câbles de chaque côté du pont sont clairement visibles. De plus, la grille d'armature et la paroi arrière en béton sont visibles et marquées. La paroi arrière en béton n'est visible qu'entre les barres d'armature, car l'onde ne peut pas contourner les câbles de PT pour obtenir une réflexion correcte. À l'aide des lasers situés sur le côté de l'appareil, l'emplacement des tendons a été marqué à la craie rouge sur la surface du béton.

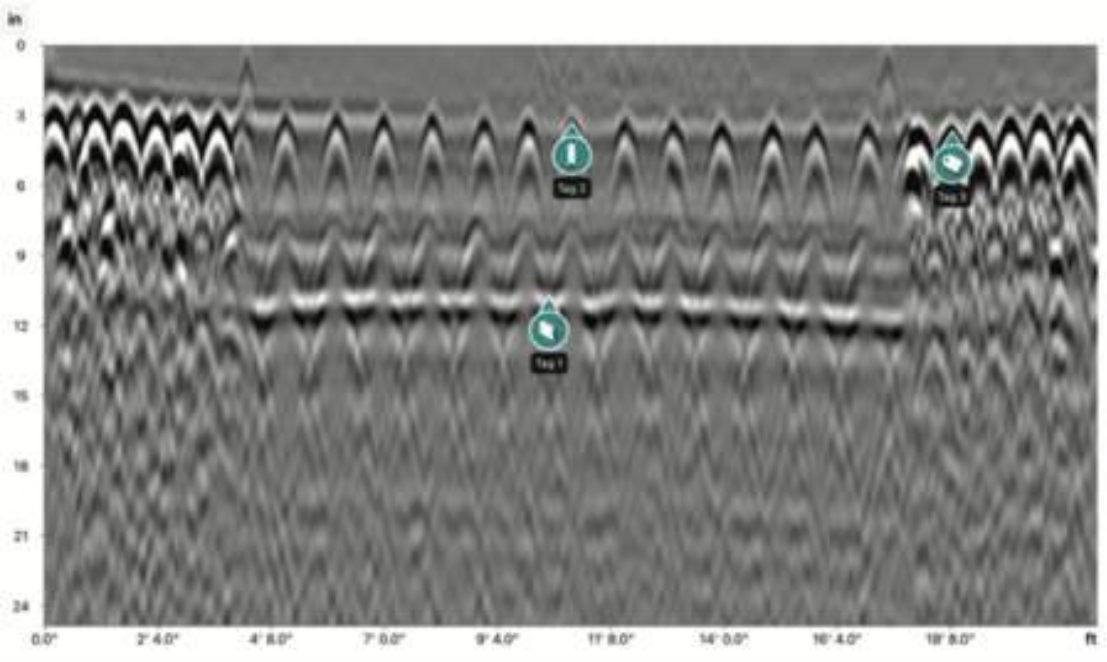
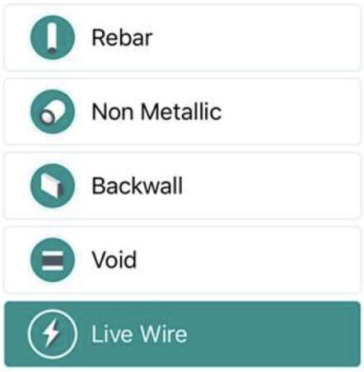


Figure 4: GPR scan across box girder width.



Données UPE

Il y a une ligne d'instantanés par section composant le balayage complet et chaque balayage est étiqueté en haut. La fin des clichés correspondant à chaque tendon est identifiée par des marqueurs verts (M1, M2, M3, etc.). En d'autres termes, les données de chaque tendon apparaissent avant le marqueur correspondant. En fonction des conditions de surface, un minimum de trois clichés ont été pris sur chaque tendon à différents endroits.

En raison de la rugosité générale de la surface du plancher de la poutre, le sixième tendon n'a pas pu être scanné dans toutes les sections sauf une. L'axe des x peut être utilisé pour mesurer la distance, mais dans le cas présent, un quadrillage complet a été négligé au profit de l'efficacité de l'inspection. L'axe des y correspond à la profondeur dans le béton, la surface étant (0,0). De nombreux scanners identifient l'épaisseur du faisceau à environ 10 pouces sous la surface.

Figure 5

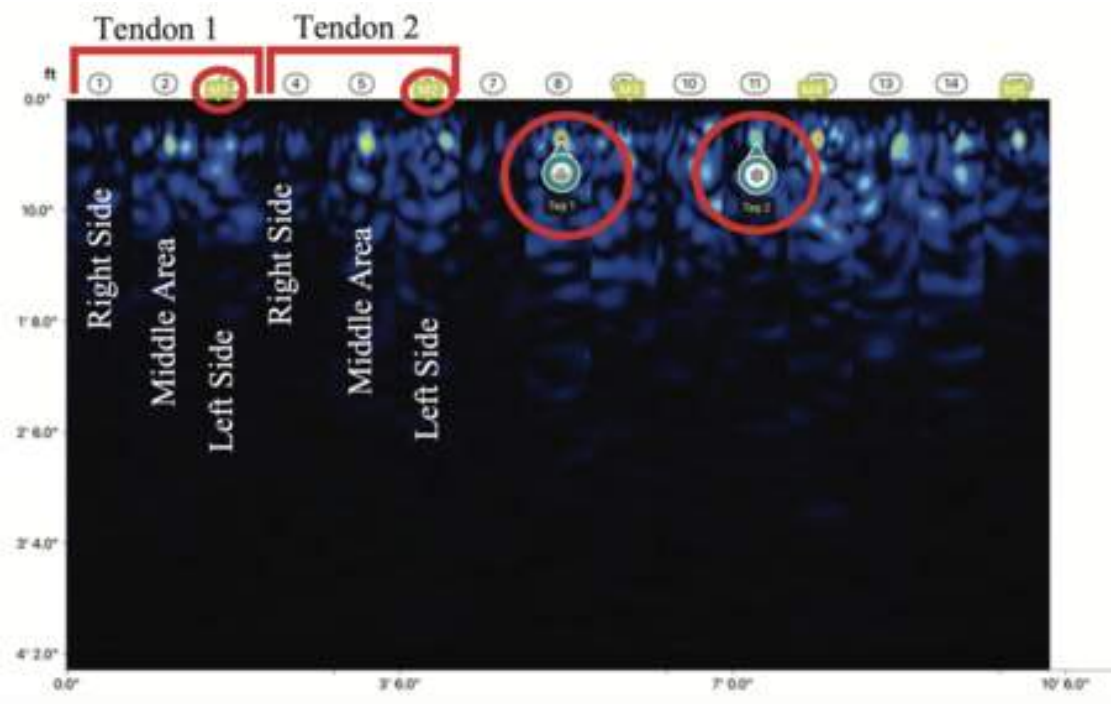
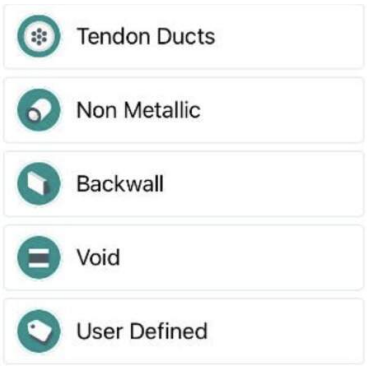


Figure 6



La figure 6 est un bon exemple, puisqu'il y avait 3 clichés par tendon et que 5 tendons ont pu être scannés. Cette section comportait également des sections de tendon bien jointoyées et des sections de tendon mal jointoyées, chacune étant étiquetée de manière appropriée. Les zones en rouge indiquent une forte réflexion, typiquement un indicateur d'air. Les zones en jaune ou en vert indiquent une réflexion plus faible, probablement le métal et le coulis dans le tendon ou potentiellement un nid d'abeilles mineur. Le bleu indique du béton plein ou un matériau dont la densité est si proche de celle du béton que l'appareil ne l'enregistre pas.

La figure 7 montre une forte réflexion dans la troisième gaine de PT, mais elle n'a été localisée que sur un seul cliché. Le reste des scanners de tendon présentait des réflexions d'une amplitude plus faible en comparaison, ce qui indique seulement un problème mineur d'injection dans cet endroit central. Les autres tendons de cette section ont été jugés acceptables en raison des faibles réflexions.

Il y a beaucoup d'autres sections qui ressemblent à cet exemple, montrant des réflexions de faible amplitude pour indiquer l'emplacement du tendon et confirmant des conditions d'injection correctes. Certaines sections de chaque poutre présentaient des signes significatifs de détérioration. La figure 6 montre une zone de délamination autour du tendon 3 et une mauvaise injection dans le tendon 5. La délamination peut être une réflexion de faible amplitude en fonction de la largeur de la fissure, mais elle est facile à identifier à partir de la ligne droite des réflexions. Dans le cas présent, ce décollement se trouve sous une pièce rapportée.

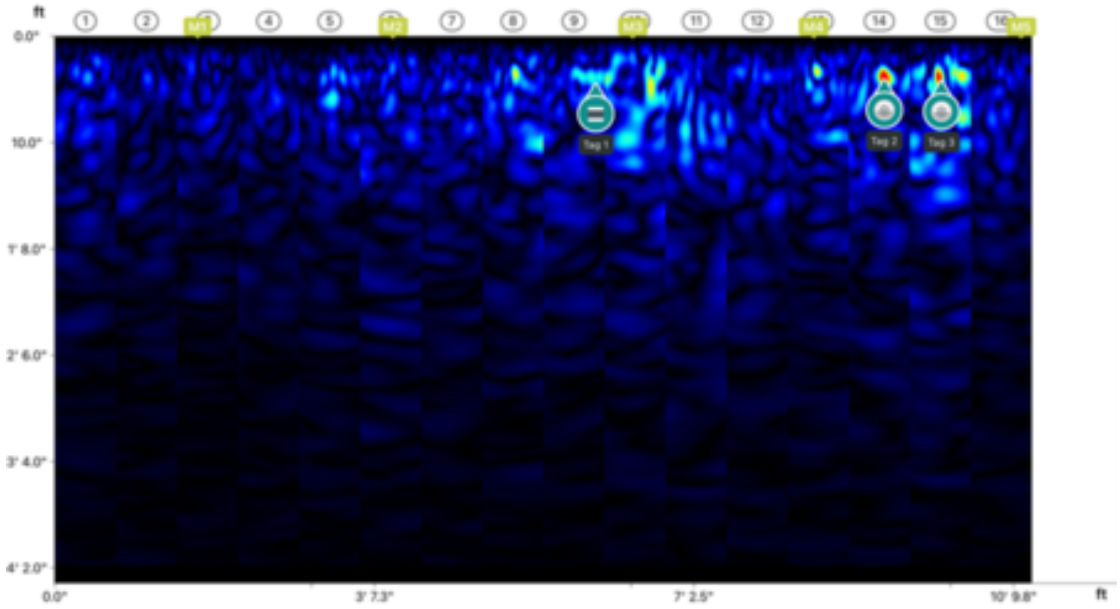
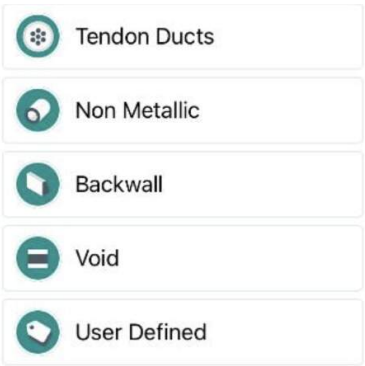


Figure 7: UPE scan



La figure 8 montre des réflexions significatives avec des vides potentiels autour des câbles ainsi que dans le coulis. Quoi qu'il en soit, ces fortes réflexions indiquent une présence importante de vides d'air dans cette zone de la structure.

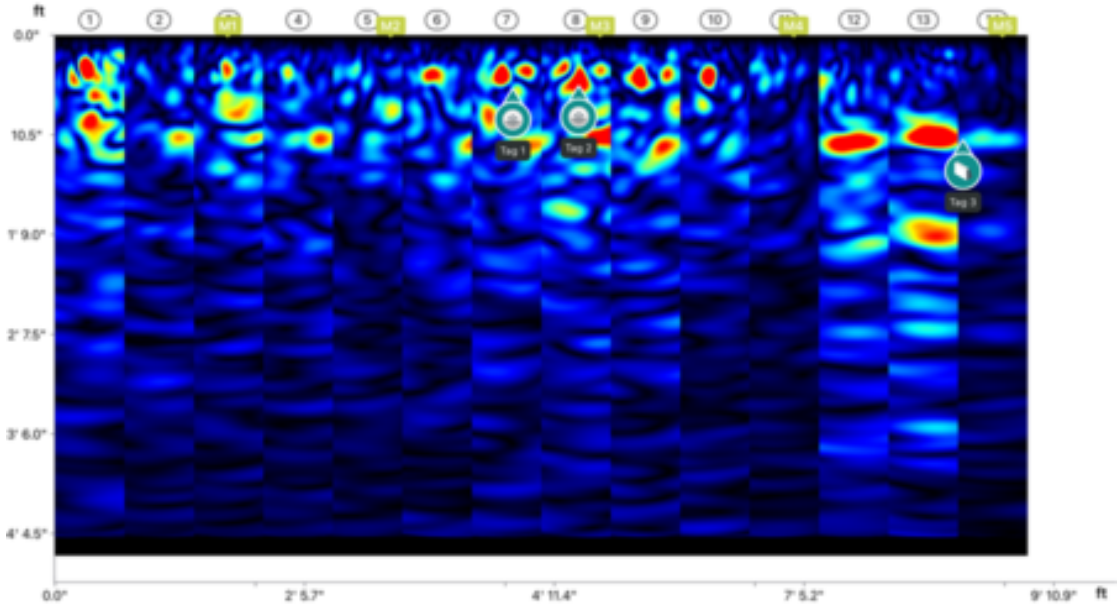
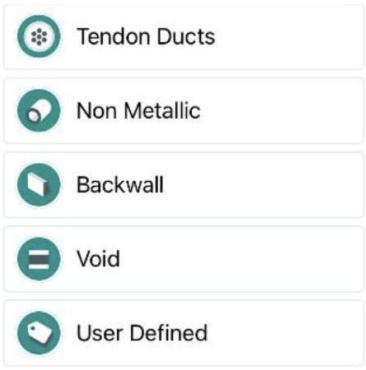


Figure 8: UPE scan



Il est important de se rappeler que toute réflexion forte n'est pas forcément nuisible. Cet appareil est capable de produire des images à une profondeur de 5 pieds dans le béton, de sorte qu'il y a souvent une réflexion de l'autre côté du béton, appelée paroi arrière. Lorsque le béton est de bonne qualité, il est possible d'obtenir une deuxième paroi arrière, un écho du premier voyage de l'onde à travers le béton. Cet écho peut être utilisé pour mettre l'appareil à zéro et le calibrer afin d'obtenir les meilleures mesures de profondeur.

Dans la travée 3-4 de la poutre en caisson, il y avait une forte paroi arrière constante sous le tendon 5, alors que partout ailleurs, seuls des indices occasionnels de la paroi arrière étaient visibles. Les gaines de ressuage peuvent masquer la paroi arrière même si elle est en bon état, en raison de l'énergie nécessaire pour se déplacer entre les interfaces béton/métal/coulis. Cependant, dans le tendon 5, la paroi arrière était visible sur toute la longueur du balayage. Quelles que soient les interfaces de matériaux traversées par l'onde, celle-ci n'a pas pris la même énergie qu'aux autres endroits scannés. Cela pourrait être dû à un changement dans le béton, le coulis ou le matériau de la gaine (peut-être le passage d'une gaine métallique à une gaine non métallique).

Les résultats de ce projet sont prometteurs pour localiser avec précision les défaillances des gaines de ressuage en identifiant plusieurs cas préoccupants, mais aussi en vérifiant l'intégrité des bonnes sections. Dans ce cas, seuls quelques clichés ont été réalisés sur chaque section, mais un balayage C de toute la longueur du tendon entre les blocs de déviation est possible s'il y a une zone de préoccupation majeure. Cela prend plus de temps, mais si le suivi des détails et de la distance est important, il est possible de le faire avec le même appareil et la même application.

Des essais destructifs ont été effectués par l'UPE aux endroits indiquant un degré élevé de vides dans les tendons. Le rapport officiel n'a pas encore été publié, mais les rapports initiaux indiquent que la présence de vides a été confirmée à chaque endroit.

Lisez d'autres études de cas sur les inspections de ponts en béton dans notre Centre technique.

SCREENING EAGLE | proceq

Terms Of Use
Website Data Privacy Policy

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.