Identifizierung möglicher Schäden an PT-Kanälen auf der Theodore Roosevelt Bridge, Florida

Erkundung der zerstörungsfreien Prüfverfahren zur Ortung und Inspektion von Spannrohren und Spanngliedern in Brücken

Übersicht

- Das Verkehrsministerium von Florida musste die genaue Position möglicher Schäden an den Vorspannungen (PT) in zwei Hohlkastenabschnitten der Theodore Roosevelt Bridge in Stuart, FL, bestimmen
- Das Proceq GP8100 wurde eingesetzt, um die Lage der Spannglieder zu ermitteln, während das Pundit PD8050 zur Bestimmung des Zustands der Spannglieder verwendet wurde.
- Dieses Projekt identifizierte erfolgreich potenzielle PT-Rohrbrüche und verifizierte die Integrität guter Abschnitte

Ziel dieses Projekts war es, mit Hilfe von zerstörungsfreien Prüfungen Spanngliedschäden zu lokalisieren, die mit einem permanenten System zur Überwachung des Bauwerkszustands ermittelt wurden.

Herausforderung

Auf der Roosevelt-Brücke kam es in der Vergangenheit zu Ausfällen von PT-Kanälen, einschließlich unsachgemäßer Verpressung und reparaturbedürftiger Kabelbrüche. Nach diesen Ausfällen wurde ein permanentes akustisches und Dehnungsmessstreifen-Überwachungssystem für den Bauzustand installiert.

Es wurden Daten empfangen, die auf mögliche PT-Schäden in zwei Hohlkastenabschnitten hinweisen, aber das derzeitige Überwachungssystem ist nicht in der Lage, die genaue Stelle zu bestimmen. Um unnötige Arbeiten zu vermeiden, wird eine zerstörungsfreie Methode zur Lokalisierung des Schadens bevorzugt.

Lösung

Screening Eagles Proceq Ground Penetrating Radar, GP8100, wurde zur Ortung der Spannglieder verwendet, und das Pundit Ultrasonic Pulse Echo Linear Array, PD8050, wurde zusammen eingesetzt, um den Zustand der PT-Spannglieder zu beurteilen. Die beiden unteren Abschnitte der PT-Hüllrohre in der betreffenden Spannweite wurden auf dem Boden des Hohlkastens zwischen den Verankerungen gescannt. Die meisten Abschnitte waren akzeptabel, obwohl es mehrere Abschnitte mit potenziellen Mängeln gab.

Figure 1. PT tendon locations inside the box beam

Zwei Technologien, das Bodenradar (GPR) und das Ultraschall-Pulse-Echo (UPE), wurden zur vollständigen Analyse der Brücke eingesetzt: eine zur Lokalisierung der Spannglieder und die andere zur Analyse ihres Zustands. Beide eignen sich für die Kartierung von Betoneinbettungen und Anomalien, haben aber jeweils ihre eigenen Spezialitäten.

GPR-Geräte senden elektromagnetische Wellen in den Beton, um ein Bild von Objekten zu erstellen, die sich bis zu drei Meter unter der Oberfläche befinden. Abhängig von der Dielektrizitätskonstante des Materials wird ein bestimmter Prozentsatz der Wellen an den Materialgrenzen reflektiert. Metalle, wie z. B. Armierungseisen und PT-Rohre, haben eine unendliche Dielektrizitätskonstante, was zu einer starken Reflexion führt, die im Scan deutlich zu sehen ist. Luft kann ebenfalls im Scan erscheinen, hat aber eine schwächere Reflexion, da der Unterschied in der Dielektrizitätskonstante zwischen Beton und Luft geringer ist. Da die GPR-Wellen jedoch an metallischen Oberflächen vollständig reflektiert werden, können GPR-Geräte den Zustand im Inneren eines Metallrohrs nicht beurteilen, sind aber ein hervorragendes Instrument zur genauen Lokalisierung von Spanngliedern.

Screening Eagle bietet drei Versionen von GPR-Geräten für Beton an, aber das GP8100 wurde in diesem Projekt hauptsächlich verwendet. Dieses Gerät verfügt über 6 Antennen für eine größere Flächenabdeckung und C-Scans in einem Durchgang (sogenannte Superline-Scans), die eine einfachere Auswertung ermöglichen (Abbildung 2). C-Scans ermöglichen eine visuelle Darstellung der Betontiefe, beginnend an der Oberfläche und in Scheiben geschnitten durch die Dicke.

Figure 2. Proceq GP8100 GPR

Das zweite eingesetzte Gerät war ein UPE-Gerät (Ultrasonic Pulse Echo Linear Array). Diese Technologie sendet akustische Wellen in den Beton aus, um ein Bild von Objekten zu erstellen, die sich bis zu 5 Fuß unter der Oberfläche befinden. Wie beim GPR wird an Materialgrenzen ein bestimmter Prozentsatz der Wellenenergie zum Gerät reflektiert, der von der Dichte, dem Elastizitätsmodul und der Poissonzahl des Materials abhängt. Da der Dichteunterschied zwischen Beton und Luft so groß ist, beträgt die Reflexion an den Grenzflächen zwischen Beton und Luft nahezu 100 %.

UPE eignet sich hervorragend zur Lokalisierung von luftbedingten Defekten wie Delamination, Wabenbildung und Hohlräumen, einschließlich Injektionshohlräumen in PT-Kanälen. UPE ist auch in der Lage, Metalle zu lokalisieren, allerdings mit geringerer Empfindlichkeit. Der Dichteunterschied zwischen Beton und Stahl ist geringer, so dass nur etwa die Hälfte der Energie an Metallgrenzflächen reflektiert wird.

Das UPE-Gerät von Screening Eagle, das Pundit PD8050, verwendet eine lineare Anordnung von Schallköpfen, die eine detaillierte Kartierung mit einem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis ermöglicht, da es die Ziele in verschiedenen Winkeln schneiden kann, um ein besseres Bild zu erhalten.

Figure 3: Pundit PD8050

Wichtigste Ergebnisse

GPR-Daten

GPR-Daten, wie in Abbildung 4 dargestellt, wurden an jeder Scanposition aufgenommen, um jedes Spannglied zu lokalisieren. Die sechs Spannglieder auf jeder Brückenseite sind deutlich zu erkennen. Darüber hinaus sind das Bewehrungsgitter und die Betonrückwand dargestellt und markiert. Die Betonrückwand ist nur zwischen dem Bewehrungsgitter sichtbar, da die Welle die PT-Spannglieder für eine korrekte Reflexion nicht umgehen kann. Mit den Lasern an der Seite des Geräts wurden die Spanngliedpositionen mit Rötel auf der Betonoberfläche markiert.

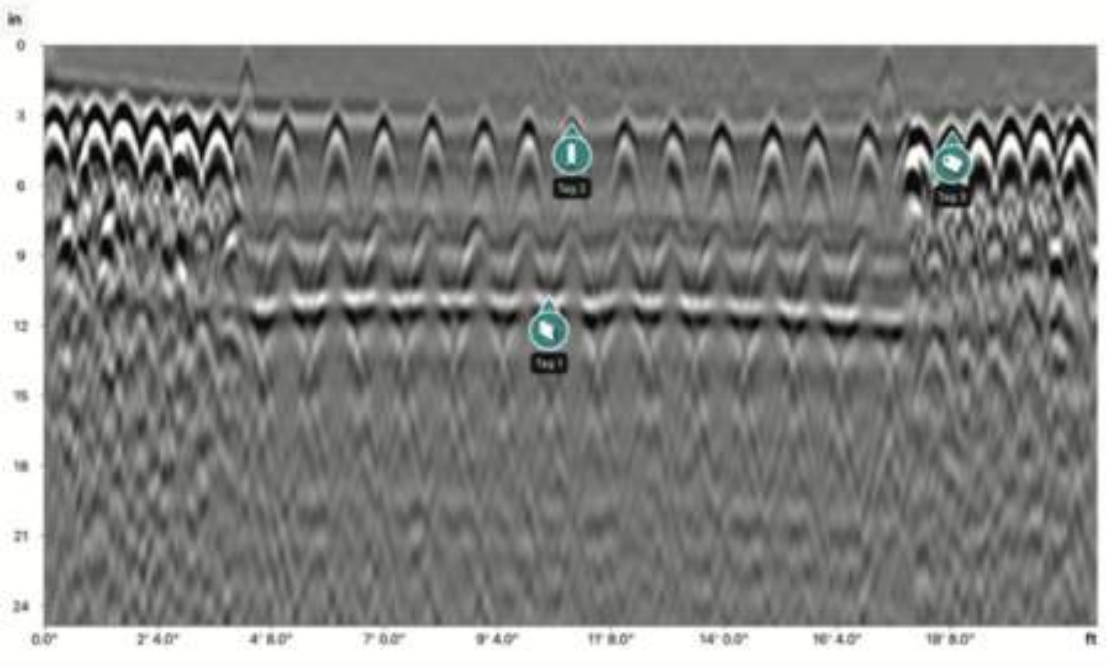
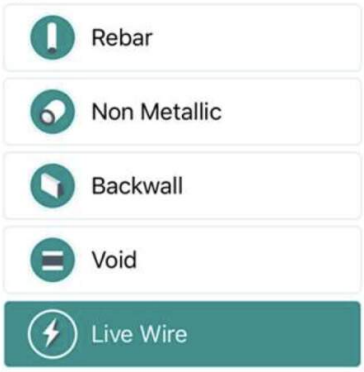


Figure 4: GPR scan across box girder width.



UPE-Daten

Es gibt eine Reihe von Schnappschüssen pro Abschnitt, aus denen sich der vollständige Scan zusammensetzt, und jeder Scan ist am oberen Rand beschriftet. Das Ende der Schnappschüsse für jede Sehne ist durch grüne Markierungen gekennzeichnet (M1, M2, M3 usw.). Mit anderen Worten: Die Daten für jede Sehne erscheinen vor der entsprechenden Markierung. Je nach Oberflächenbeschaffenheit wurden an jeder Sehne mindestens drei Schnappschüsse an verschiedenen Stellen aufgenommen.

Das sechste Spannglied konnte aufgrund der Oberflächenrauheit des Balkenbodens nur in einem Abschnitt gescannt werden. Die x-Achse kann zur Abstandsmessung verwendet werden, aber in diesem Fall wurde zugunsten der Effizienz der Prüfung auf eine vollständige Rasterung verzichtet. Die y-Achse gibt die Tiefe im Beton an, wobei die Oberfläche (0,0) ist. Es gibt viele Scans, die die Strahldicke bei etwa 10 Zoll unter der Oberfläche identifizieren.

Figure 5

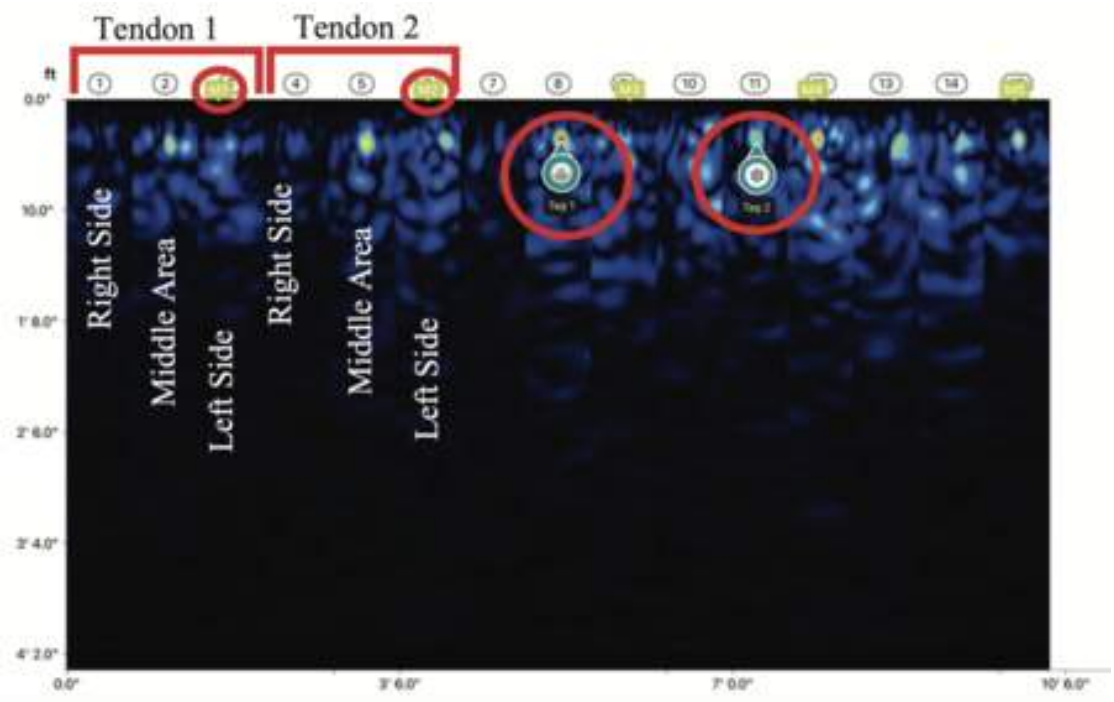


Figure 6

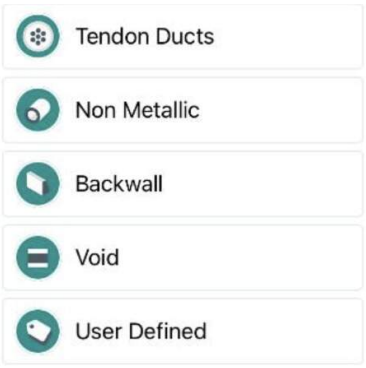


Abbildung 6 ist ein gutes Beispiel, da es 3 Schnappschüsse pro Spannglied gab und 5 Spannglieder gescannt werden konnten. Auch in diesem Abschnitt gab es gut verpresste und schlecht verpresste Spanngliedabschnitte, die jeweils mit entsprechenden Markierungen versehen waren. Rote Bereiche weisen auf eine starke Reflexion hin, typischerweise ein Indikator für Luft. Bereiche in Gelb oder Grün weisen auf eine schwächere Reflexion hin, die wahrscheinlich auf Metall und Mörtel im Spannglied oder möglicherweise auf kleinere Wabenbildung zurückzuführen ist. Blau weist auf massiven Beton oder ein Material hin, das in seiner Dichte dem Beton so nahe kommt, dass das Gerät es nicht registriert.

Abbildung 7 zeigt eine starke Reflexion im dritten Spannglied, die jedoch nur in einer Momentaufnahme zu sehen war. Die übrigen Spannglied-Scans wiesen im Vergleich dazu Reflexionen mit geringerer Amplitude auf, was darauf hindeutet, dass die Verpressung an dieser zentralen Stelle nur ein geringes Problem darstellt. Die anderen Spannglieder in diesem Abschnitt wurden aufgrund der geringen Reflexionen als akzeptabel eingestuft.

Es gibt viele andere Abschnitte, die wie dieses Beispiel aussehen und geringe Amplitudenreflexionen aufweisen, um die Lage des Spannglieds anzuzeigen und die ordnungsgemäßen Verpressbedingungen zu bestätigen. In jedem Balken gab es Abschnitte, die deutliche Anzeichen für eine Schädigung aufwiesen. Abbildung 6 zeigt einen Bereich mit Delaminationen um Spannglied 3 und unsachgemäße Verpressung in Spannglied 5. Delaminationen können je nach Rissbreite eine geringere Amplitude aufweisen, sind aber anhand der geraden Linie der Reflexionen leicht zu erkennen. In diesem Fall befindet sich die Delamination unter einem Fleck.

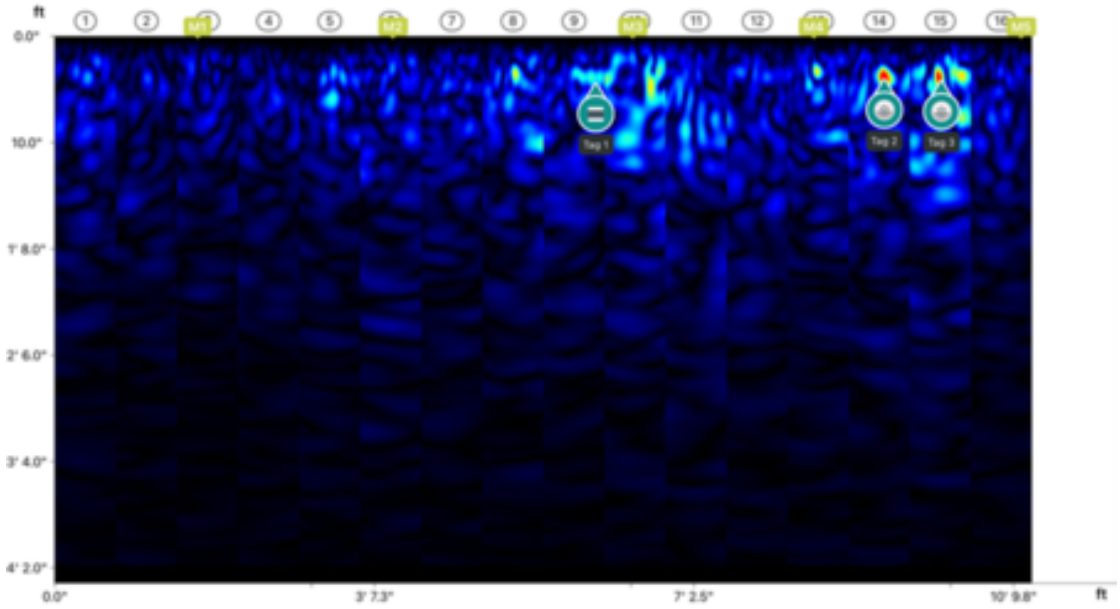


Figure 7: UPE scan

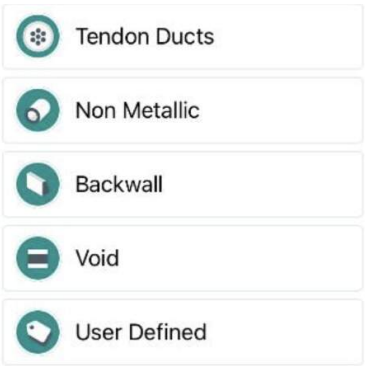


Abbildung 8 zeigt deutliche Reflexionen mit möglichen Hohlräumen um die Spannglieder herum sowie im Mörtel. Unabhängig davon deuten diese starken Reflexionen auf ein großes Vorkommen von Luftporen in diesem Bereich des Bauwerks hin.

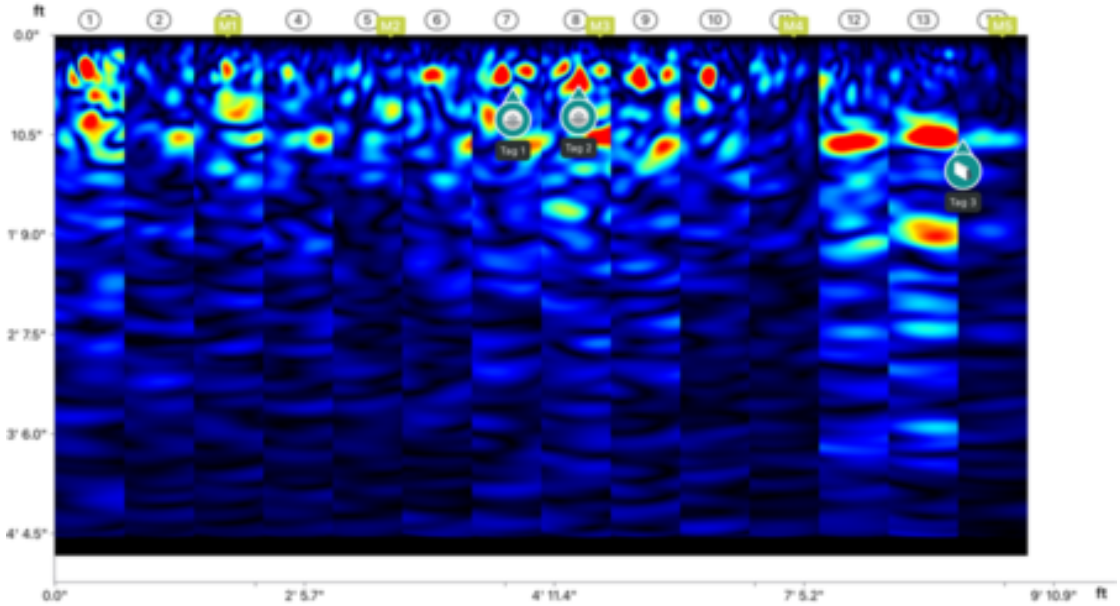
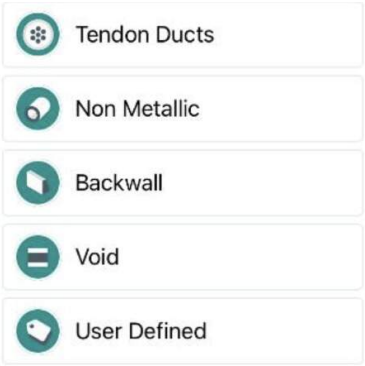


Figure 8: UPE scan



Es ist wichtig zu wissen, dass nicht jede starke Reflexion schädlich ist. Dieses Gerät ist in der Lage, bis zu 5 Fuß tief in den Beton einzudringen, daher gibt es oft eine Reflexion von der anderen Seite des Betons, die Rückwand genannt wird. Wenn der Beton von guter Qualität ist, besteht die Möglichkeit einer zweiten Rückwand, ein Echo der ersten Reise, die die Welle durch den Beton gemacht hat. Dies kann zur Nullstellung und Kalibrierung des Geräts verwendet werden, um die besten Tiefenmessungen zu erzielen.

In der Spannweite 3-4 des Hohlkastens war unter dem Spannglied 5 eine durchgängig starke Rückwand zu erkennen, während überall sonst nur gelegentliche Anzeichen der Rückwand zu sehen waren. Die PT-Hüllrohre können die Rückwand abschatten, selbst wenn diese in gutem Zustand ist, da die Energie zwischen den Grenzflächen Beton/Metall/Mörtel übertragen werden muss. Bei Spannglied 5 war die Rückwand jedoch über die gesamte Scanlänge zu sehen. Unabhängig davon, welche Materialgrenzflächen die Welle durchlief, nahm sie nicht die gleiche Energie auf wie an anderen gescannten Stellen. Dies könnte auf eine Änderung des Betons, des Mörtels oder des Rohrmaterials zurückzuführen sein (vielleicht ein Wechsel von Metall zu nichtmetallischen Muffen).

Die Ergebnisse dieses Projekts sind vielversprechend, wenn es darum geht, Fehler in PT-Rohren genau zu lokalisieren, indem mehrere problematische Stellen identifiziert werden, aber auch die Integrität guter Abschnitte überprüft wird. In diesem Fall wurden nur einige Schnappschüsse an jedem Abschnitt gemacht, aber ein C-Scan der gesamten Spanngliedlänge zwischen den Ablenkungsblöcken ist möglich, wenn es einen bestimmten Bereich gibt, der größere Probleme bereitet. Dies ist zwar zeitaufwändiger, aber wenn die Detail- und Abstandsverfolgung wichtig ist, kann sie mit demselben Gerät und derselben App durchgeführt werden.

An Stellen, die ein hohes Maß an Hohlräumen in den Spanngliedern aufwiesen, wurden von der UPE zerstörende Prüfungen durchgeführt. Der offizielle Bericht wurde noch nicht veröffentlicht, aber erste Berichte deuten darauf hin, dass das Vorhandensein von Hohlräumen an jeder Stelle bestätigt wurde.

Lesen Sie weitere Fallstudien über die Inspektion von Betonbrücken in unserem Technik-Hub.

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.