Identifizierung von Strukturschäden auf der Fukuoka-Autobahn mit MCGPR

Fortgeschrittene Untergrundbewertung mit dem GS9000 Multichannel GPR

Überblick

- Nexco East musste die Brücke des Fukuoka Expressway untersuchen, um ihren Zustand nach mehreren seismischen Ereignissen zu beurteilen.
- Das GS9000 Multichannel GPR wurde eingesetzt, um die Schnellstraße in den ausgewählten Brückenabschnitten zu scannen.
- Das Team sammelte wertvolle Daten über den Zustand der Brücke, die eine effektive Wartungsplanung erleichtern und die Sicherheit und Langlebigkeit der Infrastruktur gewährleisten.

Die East Nippon Expressway Company Limited (Nexco East) ist einer der wichtigsten Betreiber von Schnellstraßen und gebührenpflichtigen Straßen in Japan und ist in der Region in den Bereichen Bau, Service und Schnellstraßenmanagement tätig.

Herausforderung

Da Japan über 730.000 Brücken besitzt, von denen ein erheblicher Anteil (50 %) bis zum Jahr 2030 älter als 50 Jahre sein wird, wird der Bedarf an fortschrittlichen Bewertungslösungen deutlich.

Ein Beispiel für eine Brücke, die eine Zustandsdiagnose benötigt, ist der Fukuoka Expressway in Fukuoka, der in den 1970er Jahren gebaut wurde. Diese Brücke, die erheblichen seismischen Ereignissen, darunter mehreren Erdbeben, ausgesetzt war, wies erhebliche Schäden auf, die im April 2016 zu einer einmonatigen Sperrung führten. Nexco East arbeitete mit Screening Eagle Technologies zusammen, um die Schnellstraße mit dem neuesten Mehrkanal-GPR-Gerät (Ground Penetrating Radar), dem GS9000, zu scannen.

Die für das Scannen ausgewählten Brückenabschnitte befanden sich zwischen Dehnungsfugen, wobei jeder Abschnitt etwa 25 Meter abdeckte. Ein repräsentatives Ergebnis ist in Abbildung 1 zu sehen, die Oberflächenfehler in einer C-Scan-Ansicht zeigt, die in Google Earth überlagert wurde.



Figure 1. C-scan view overlaid in Google Earth, depicting the analysis of surface defects obtained from GPR Insights data collected by the GS9000.

Im Bereich der Ground Penetrating Radar (GPR)-Technologie ist ein Abstand von ca. 7,5 cm zwischen den Kanälen die vorherrschende Designkonvention. Diese Standardisierung gilt für verschiedene Konfigurationen, die unterschiedliche Frequenzbereiche und Kanalzuweisungen umfassen. Ein solcher konventioneller Aufbau stößt jedoch häufig an seine Grenzen, wenn es darum geht, Oberflächendefekte wie Risse und Defekte in Asphalt-/Betonschichten zu erkennen.

Die GS9000 HF-Antenne stellt dagegen ein bahnbrechendes Designparadigma dar, das von der etablierten Norm abweicht. Dieses innovative Antennendesign ermöglicht nicht nur eine breitere Abdeckung des Hochfrequenzspektrums, sondern auch einen deutlich reduzierten Kanalabstand von 2,5 cm. Diese Abweichung von den herkömmlichen Abstandsnormen bringt vielfältige Vorteile mit sich, die sich, wie diese Fallstudie zeigt, tiefgreifend auf die Möglichkeiten und Anwendungen der GPR-Technologie auswirken.





Figure 2 and Figure 3 show the GS9000 system operating on the bridge deck

Ergebnisse

Die Scansitzungen lieferten unschätzbare Erkenntnisse über den Zustand der Fukuoka Expressway-Brücke. Die fortschrittliche Geo-Positionierungsfunktion "Free Path" des GS9000 ermöglichte es den Ingenieuren, Befunde mit zentimetergenauer Genauigkeit aufzuzeichnen, Linien vor Ort zu kartieren und geografische Daten hinzuzufügen. Sie erhielten eine 3D-Karte des Untergrunds, während sie sich bewegten.

Detaillierte Berichte auf der Grundlage der Scandaten lieferten wertvolle Informationen für die Bewertung der strukturellen Integrität und die Wartungsplanung. Gleichzeitig konnten die Ingenieure mit Hilfe der Hochfrequenz-Gruppenantenne dichte Daten sammeln, strukturelle Schwachstellen identifizieren und das Ausmaß von Asphaltschäden, einschließlich großer Risse und Muster, die auf Schlaglöcher hindeuten, beurteilen (Abbildung 2 und Abbildung 6).

Sie konnten auch Defekte zwischen Asphalt- und Betonschichten erkennen, wie z. B. Delaminationen, und die Verschlechterungsbereiche identifizieren, die auf Ablagerungen und Zersetzungen in den Betonbestandteilen zurückzuführen sind (Abbildung 7); und die erste Bewehrungslage analysieren (Abbildung 8), um eine weitere aufschlussreiche Zustandskarte zu erstellen (Abbildung 4), die Bereiche aufzeigt, die sofortige Aufmerksamkeit oder Wartung erfordern.

Die GPR-Kartierung, insbesondere mit den vom MCGPR GS9000 gesammelten extrem dichten Daten, erstellt eine Verschlechterungskarte, die auf der Analyse der Amplitudenverschlechterung der oberen Bewehrungsstäbe (Rebar) in Brückenstrukturen basiert. Durch die Aussendung von elektromagnetischen Impulsen und die Bewertung der Dämpfung der von den Bewehrungsstäben reflektierten Signale gibt das GPR Aufschluss über die strukturelle Verschlechterung, die mit der Norm ASTM D6087 übereinstimmt. Traditionell ist die manuelle Analyse von GPR-Daten arbeitsintensiv und zeitaufwändig. Um dieses Problem zu lösen, erkennt eine KI-Engine selbstständig die Scheitelpunkte von Bewehrungsstäben und ermöglicht so eine ununterbrochene Nutzung der GPR-Anwendung.

Die KI-Engine ist so konzipiert, dass sie automatisch die Scheitelpunkte von Hyperbeln erkennt, die mit dem oberen Bewehrungsstahl im Beton verbunden sind. Die Suche läuft unabhängig im Hintergrund, so dass der Benutzer die GPR-Anwendung ohne Unterbrechung weiter nutzen kann. Sobald die KI-Maschine ihren Prozess abgeschlossen hat, erstellt sie zwei qualitative Karten:

1. Likelihood of Deterioration Maps (Abbildung 4): Diese Karten werden nach der Norm ASTM D6087 berechnet und liefern eine Bewertung der Wahrscheinlichkeit von Betonverschlechterungen auf dem Brückendeck. Diese Informationen helfen bei der Identifizierung von Bereichen, die eine genauere Inspektion oder potenzielle Instandhaltungsmaßnahmen erfordern.
2. Zustandskarten für allgemeine Stahlbetonelemente: Diese Karten geben einen Überblick über den Zustand der allgemeinen Stahlbetonelemente auf dem Brückendeck. Sie bieten wertvolle Einblicke in den Gesamtzustand der Infrastruktur und ermöglichen eine fundierte Entscheidungsfindung für Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen.

Die Verarbeitung eines umfangreichen GPR-Datensatzes in der GPR Insights Software beinhaltet die Nutzung der Softwarefunktionen zur Analyse und Interpretation der gesammelten Daten. Durch die Nutzung der KI-Engine und der fortschrittlichen Algorithmen in GPR Insights können die GPR-Daten des Brückendecks effizient verarbeitet und in aussagekräftige Karten und Visualisierungen umgewandelt werden. Diese Ergebnisse liefern wertvolle Informationen zur Beurteilung des Zustands der Stahlbetonelemente auf dem Brückendeck, zur Priorisierung von Instandhaltungsmaßnahmen und zur Gewährleistung der Sicherheit und Langlebigkeit der Infrastruktur.

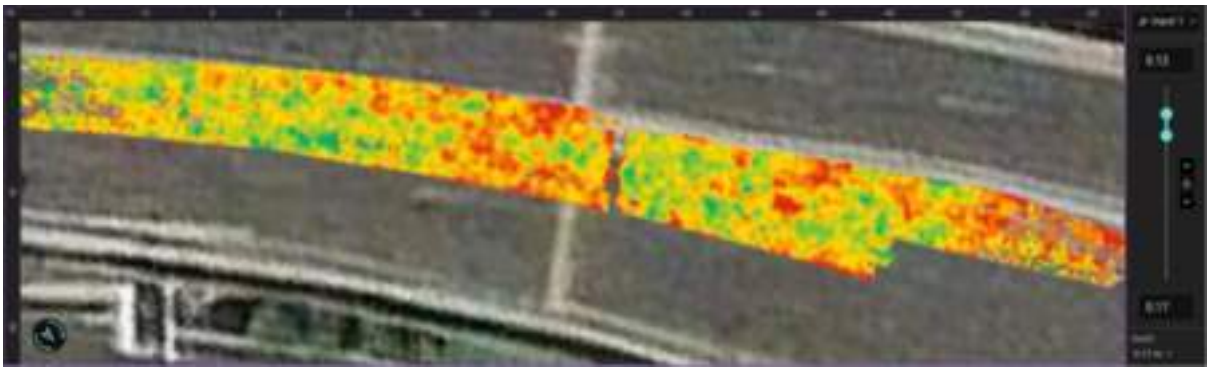


Figure 4. The most significant output of GPR mapping results is the Deterioration Map, based on the amplitude degradation of the top rebar.



Figure 5. Major surface defects at asphalt layer (cracks)



Figure 6. Extended surface layer defects were found at depths of 4 to 6 cm within the asphalt layer.

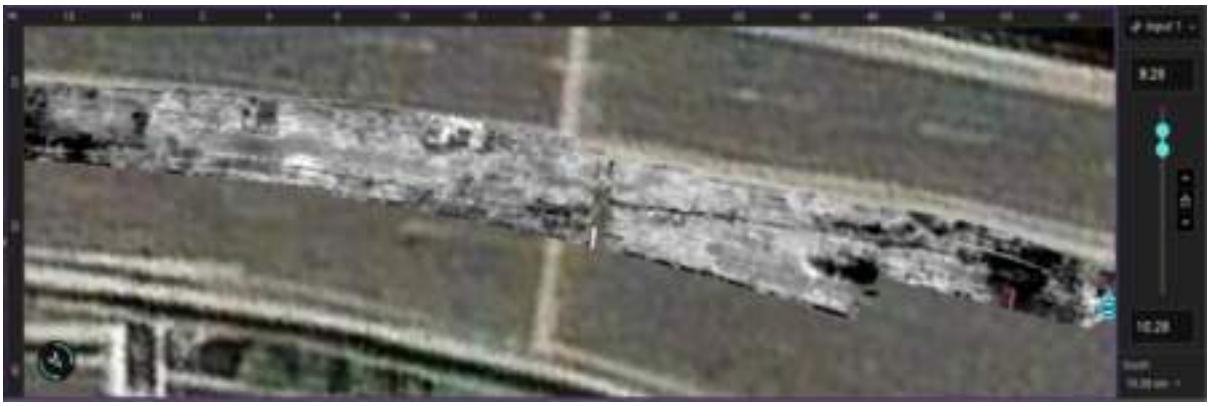


Figure 7. Interface defects between Asphalt-to-Concrete (A/C) layers (Delamination.)

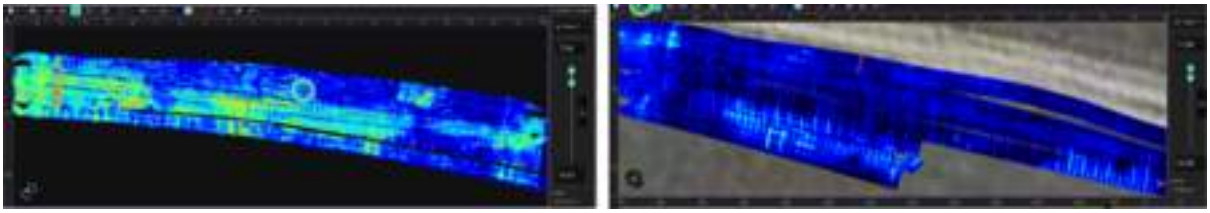


Figure 8. Live-Slice view of the first layer rebar mesh.

Validierung

Auf der Grundlage der gesammelten GPR-Daten wurde ein Teil des gescannten Bereichs zur Validierung abgeschnitten, wobei sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den GPR-Daten und den tatsächlich beobachteten Bedingungen ergab. Die festgestellten strukturellen Schwachstellen und Defekte entsprachen genau denen, die durch die GPR-Scans ermittelt wurden.

Der Validierungsprozess bestätigte die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der GPR-Kartierung, die mit dem MCGPR GS9000 durchgeführt wurde. Die fortschrittliche Technologie lieferte wertvolle Einblicke in den Zustand der Brücke, was eine effektive Instandhaltungsplanung erleichtert und die Sicherheit und Langlebigkeit der Infrastruktur gewährleistet.

Besuchen Sie unseren Tech Hub für weitere reale Fallstudien und Anwendungshinweise für geomatics and subsurface mapping.

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.