Identificación de daños estructurales en la autopista de Fukuoka mediante MCGPR

Evaluación avanzada del subsuelo con el GPR multicanal GS9000

Descripción general

- Nexco East necesitaba evaluar el puente de la autopista de Fukuoka para valorar su estado tras haber soportado varios eventos sísmicos.
- Se utilizó el GS9000 Multichannel GPR para escanear la autopista en las secciones del puente seleccionadas.
- El equipo recopiló valiosos datos sobre el estado estructural del puente, lo que facilitó una planificación eficaz del mantenimiento y garantizó la seguridad y longevidad de la infraestructura.

East Nippon Expressway Company Limited (Nexco East) es uno de los principales operadores de autopistas y autovías de peaje de Japón, que lleva a cabo actividades de construcción, áreas de servicio y gestión de autopistas en la región.

Desafío

Dado que Japón es propietario de más de 730.000 puentes, de los cuales se prevé que una proporción sustancial (50%) superará los 50 años de edad en 2030, se hace evidente la necesidad de soluciones avanzadas de evaluación.

En particular, la autopista de Fukuoka, situada en Fukuoka y construida en la década de 1970, es un ejemplo de puente que requiere un diagnóstico de salud estructural. Tras haber sufrido importantes eventos sísmicos, incluidos varios terremotos, este puente sufrió daños considerables, lo que provocó su cierre durante un mes en abril de 2016. Nexco East colaboró con Screening Eagle Technologies para escanear la autopista utilizando el último mapeador GPR (Ground Penetrating Radar) multicanal de subsuelo, el GS9000.

Las secciones del puente seleccionadas para escanear se encontraban entre las juntas de dilatación, y cada sección abarcaba aproximadamente 25 metros. Un resultado representativo se muestra en la Figura 1, que muestra los defectos superficiales en una vista C-scan superpuesta en Google Earth.

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

En el ámbito de la tecnología de radar de penetración en el suelo (GPR), la convención de diseño predominante suele implicar la utilización de una separación de aproximadamente 7,5 cm entre canales. Esta estandarización persiste en distintas configuraciones, que abarcan diversos rangos de frecuencia y asignaciones de canales. Sin embargo, esta configuración convencional a menudo encuentra limitaciones para detectar eficazmente defectos superficiales como grietas y defectos de deterioro en capas de asfalto/hormigón (A/C).

Por el contrario, la antena GS9000 HF introduce un paradigma de diseño pionero que se desvía de la norma establecida. En particular, este innovador diseño de antena no sólo facilita una cobertura más amplia en los espectros de alta frecuencia, sino que también mantiene un espaciado entre canales notablemente reducido de 2,5 cm. Esta desviación de las normas de espaciado convencionales aporta ventajas polifacéticas, que repercuten profundamente en las capacidades y aplicaciones de la tecnología GPR, como demuestra este estudio de caso.

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

Resultados

Las sesiones de escaneado proporcionaron información muy valiosa sobre el estado del puente de la autopista de Fukuoka. La función avanzada de geoposicionamiento "Free Path" del GS9000 permitió a los ingenieros registrar los hallazgos con una precisión centimétrica, trazar líneas in situ y añadir datos geolocalizados. Obtuvieron un mapa en 3D del subsuelo mientras caminaban.

Los informes detallados basados en los datos de escaneado proporcionaron información valiosa para las evaluaciones de integridad estructural y la planificación del mantenimiento. Simultáneamente, gracias a su antena de matriz de alta frecuencia, los ingenieros pudieron recopilar datos densos, identificar puntos débiles estructurales y evaluar el alcance de los daños del asfalto, incluidas las grietas importantes y los patrones indicativos de baches (Figura 2 y Figura 6).

También pudieron detectar defectos entre las capas de asfalto y hormigón, como delaminaciones, e identificar las zonas de deterioro atribuidas a la descamación y descomposición de los componentes del hormigón (Figura 7); y analizar la primera capa de armadura (Figura 8), para crear un mapa de estado más detallado (Figura 4), señalando las zonas que requieren atención o mantenimiento inmediatos.

La cartografía GPR, en particular con los datos extremadamente densos recopilados por el MCGPR GS9000, genera un Mapa de Deterioro basado en el análisis de la degradación de la amplitud de las barras de refuerzo superior (barras de refuerzo) dentro de las estructuras de los puentes. Mediante la emisión de pulsos electromagnéticos y la evaluación de la atenuación de las señales reflejadas de las barras de refuerzo, el GPR revela información sobre el deterioro estructural, de acuerdo con las normas ASTM D6087. Tradicionalmente, el análisis manual de los datos de GPR requiere mucho trabajo y tiempo. Para superarlo, un motor de IA detecta de forma autónoma los vértices de las barras de refuerzo, facilitando el uso ininterrumpido de la aplicación GPR.

El motor de IA está diseñado para detectar automáticamente el vértice de las hipérbolas asociadas con el acero de refuerzo superior en el hormigón. La búsqueda se ejecuta de forma independiente en segundo plano, lo que permite al usuario seguir utilizando la aplicación GPR sin interrupciones. Una vez que el motor de IA completa su proceso, genera dos mapas cualitativos:

1. Mapas de probabilidad de deterioro (Figura 4): Estos mapas se calculan siguiendo la norma ASTM D6087, proporcionando una evaluación de la probabilidad de deterioro del hormigón en el tablero del puente. Esta información ayuda a identificar las zonas que requieren una inspección más detallada o posibles intervenciones de mantenimiento.
2. Mapas de estado de elementos genéricos de hormigón armado: Estos mapas proporcionan una visión general del estado de los elementos genéricos de hormigón armado dentro del tablero del puente. Ofrecen información valiosa sobre el estado general de la infraestructura, lo que permite tomar decisiones informadas para las actividades de mantenimiento y reparación.

El procesamiento de un conjunto de datos GPR a gran escala en el software GPR Insights implica la utilización de las capacidades del software para analizar e interpretar los datos recopilados. Aprovechando el motor de IA y los algoritmos avanzados de GPR Insights, los datos de GPR del tablero del puente se pueden procesar de forma eficiente y transformarse en mapas y visualizaciones significativas. Estos resultados proporcionan información valiosa para evaluar el estado de los elementos de hormigón armado en el tablero del puente, priorizar las acciones de mantenimiento y garantizar la seguridad y la longevidad de la infraestructura.

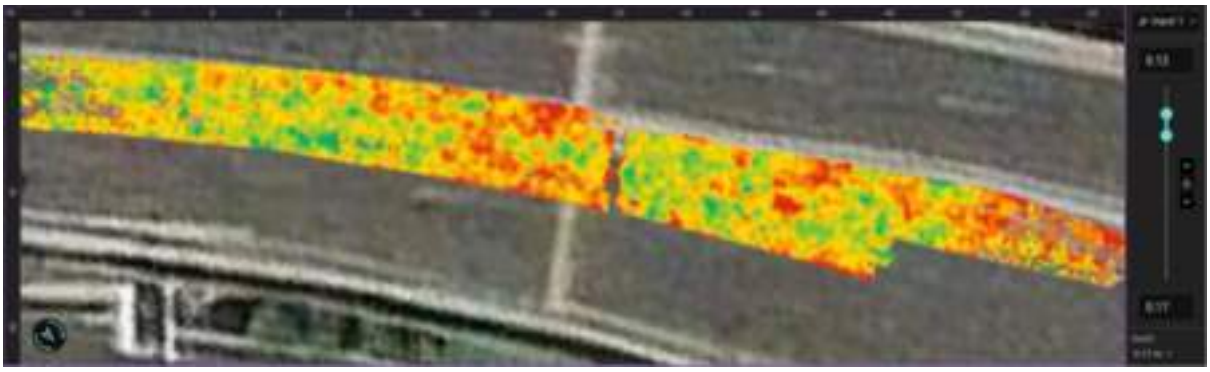

Figure 4. The most significant output of GPR mapping results is the Deterioration Map, based on the amplitude degradation of the top rebar.

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.

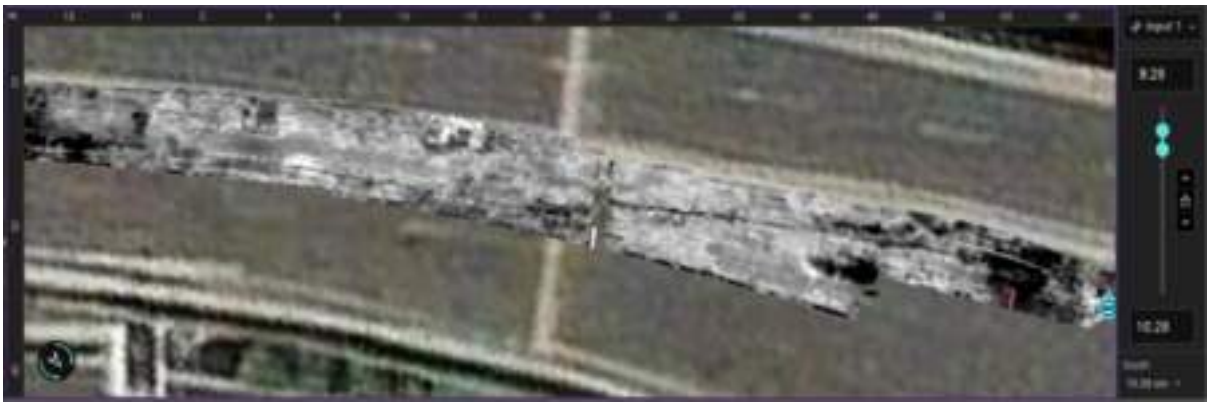

Figure 7. Interface defects between Asphalt-to-Concrete (A/C) layers (Delamination.)

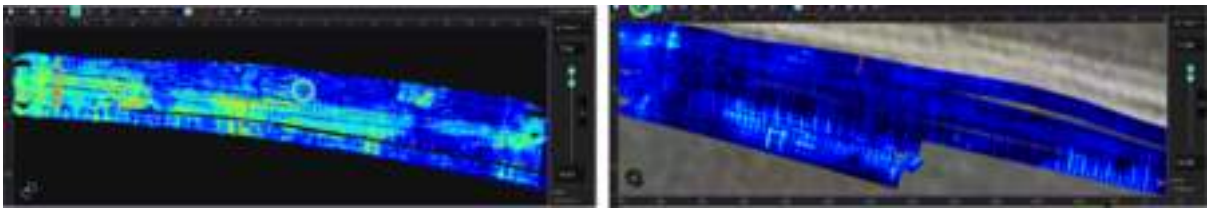

Figure 8. Live-Slice view of the first layer rebar mesh.

Validación

Basándose en los datos de GPR recogidos, una porción del área escaneada fue astillada para su validación, revelando una alta correlación entre los datos de GPR y las condiciones reales observadas. Las debilidades y defectos estructurales identificados se correspondían estrechamente con los detectados por los escaneos GPR.

El proceso de validación confirmó la precisión y fiabilidad del mapeo GPR realizado utilizando el MCGPR GS9000. La avanzada tecnología proporcionó información valiosa sobre el estado del puente, facilitando una planificación eficaz del mantenimiento y garantizando la seguridad y longevidad de la infraestructura.

Visite nuestro Tech Hub para ver más estudios de casos reales y notas de aplicación de 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.