Identificazione dei danni strutturali sulla superstrada di Fukuoka mediante MCGPR

Valutazione avanzata del sottosuolo con il GPR multicanale GS9000

Panoramica

- Nexco East doveva valutare il ponte della superstrada di Fukuoka per valutarne le condizioni dopo aver subito diversi eventi sismici.
- Il GPR GS9000 multicanale è stato utilizzato per scansionare la superstrada nelle sezioni del ponte selezionate.
- Il team ha raccolto preziosi dati sulla salute strutturale delle condizioni del ponte, facilitando un'efficace pianificazione della manutenzione e garantendo la sicurezza e la longevità dell'infrastruttura.

La East Nippon Expressway Company Limited (Nexco East) è uno dei principali operatori di superstrade e strade a pedaggio in Giappone e svolge attività di costruzione, assistenza e gestione delle superstrade nella regione.

Sfida

Con il Giappone che possiede oltre 730.000 ponti, una percentuale sostanziale (50%) dei quali si prevede supererà i 50 anni di età entro il 2030, diventa evidente la necessità di soluzioni di valutazione avanzate.

In particolare, la Fukuoka Expressway, situata a Fukuoka e costruita negli anni '70, è un esempio di ponte che necessita di una diagnosi della salute strutturale. Dopo aver subito eventi sismici significativi, tra cui diversi terremoti, questo ponte ha subito danni sostanziali, che hanno portato a una chiusura di un mese nell'aprile 2016. Nexco East ha collaborato con Screening Eagle Technologies per scansionare la superstrada utilizzando il più recente mappatore GPR (Ground Penetrating Radar) multicanale del sottosuolo, il GS9000.

Le sezioni del ponte selezionate per la scansione si trovavano tra i giunti di dilatazione, con ogni sezione che copriva circa 25 metri. Un risultato rappresentativo è illustrato nella Figura 1, che mostra i difetti superficiali in una vista C-scan sovrapposta a 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.

Nel campo della tecnologia GPR (Ground Penetrating Radar), la convenzione di progettazione prevalente prevede l'utilizzo di una distanza di circa 7,5 cm tra i canali. Questa standardizzazione persiste in diverse configurazioni, che comprendono diverse gamme di frequenza e allocazioni di canali. Tuttavia, questa configurazione convenzionale incontra spesso dei limiti nel rilevare efficacemente i difetti superficiali, come le crepe e i difetti di deterioramento negli strati di asfalto/cemento (A/C).

Al contrario, l'antenna HF GS9000 introduce un paradigma di progettazione pionieristico che si discosta dalla norma consolidata. In particolare, questo innovativo design dell'antenna non solo facilita una più ampia copertura degli spettri ad alta frequenza, ma mantiene anche una spaziatura tra i canali notevolmente ridotta, pari a 2,5 cm. Questo allontanamento dagli standard di spaziatura convenzionali produce vantaggi molteplici, con un impatto profondo sulle capacità e sulle applicazioni della tecnologia GPR, come evidenziato da questo caso di studio.





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

Risultati

Le sessioni di scansione hanno fornito preziose informazioni sulle condizioni del ponte della Fukuoka Expressway. La funzione avanzata di geo-posizionamento "Free Path" del GS9000 ha permesso agli ingegneri di registrare i risultati con una precisione centimetrica, di mappare le linee in loco e di aggiungere dati geo-localizzati. Hanno ottenuto una mappa 3D del sottosuolo mentre camminavano.

I rapporti dettagliati basati sui dati di scansione hanno fornito informazioni preziose per la valutazione dell'integrità strutturale e la pianificazione della manutenzione. Contemporaneamente, grazie all'antenna array ad alta frequenza, gli ingegneri sono stati in grado di raccogliere dati densi, identificare i punti deboli della struttura e valutare l'entità dei danni all'asfalto, comprese le crepe più importanti e i modelli indicativi di buche (Figura 2 e Figura 6).

È stato inoltre possibile rilevare i difetti tra gli strati di asfalto e di calcestruzzo, come la delaminazione, e identificare le aree di deterioramento attribuite a incrostazioni e decomposizione dei costituenti del calcestruzzo (Figura 7); e analizzare il primo strato di armatura (Figura 8), per creare un'ulteriore mappa delle condizioni (Figura 4), individuando le aree che richiedono attenzione o manutenzione immediata.

La mappatura GPR, in particolare con i dati estremamente densi raccolti dall'MCGPR GS9000, genera una mappa di deterioramento basata sull'analisi del degrado dell'ampiezza delle barre di armatura superiori (rebar) all'interno delle strutture dei ponti. Emettendo impulsi elettromagnetici e valutando l'attenuazione dei segnali riflessi dalle armature, il GPR rivela informazioni sul deterioramento strutturale, in linea con gli standard ASTM D6087. Tradizionalmente, l'analisi manuale dei dati GPR richiede molto lavoro e tempo. Per ovviare a questo problema, un motore AI rileva autonomamente i vertici delle armature, facilitando l'uso ininterrotto dell'applicazione GPR.

Il motore AI è progettato per rilevare automaticamente i vertici delle iperboli associate all'armatura superiore del calcestruzzo. La ricerca viene eseguita autonomamente in background, consentendo all'utente di continuare a utilizzare l'applicazione GPR senza interruzioni. Una volta completato il processo, il motore AI genera due mappe qualitative:

1. mappe di probabilità di deterioramento (Figura 4): Queste mappe sono calcolate secondo lo standard ASTM D6087 e forniscono una valutazione della probabilità di deterioramento del calcestruzzo nell'impalcato del ponte. Queste informazioni aiutano a identificare le aree che richiedono un'ispezione più accurata o potenziali interventi di manutenzione.
2. Mappe di condizione per elementi generici in cemento armato: Queste mappe forniscono una panoramica delle condizioni degli elementi generici in cemento armato dell'impalcato del ponte. Offrono preziose indicazioni sullo stato generale dell'infrastruttura, consentendo di prendere decisioni informate per le attività di manutenzione e riparazione.

L'elaborazione di un set di dati GPR su larga scala nel software GPR Insights comporta l'utilizzo delle capacità del software per analizzare e interpretare i dati raccolti. Sfruttando il motore AI e gli algoritmi avanzati di GPR Insights, i dati GPR dell'impalcato del ponte possono essere elaborati in modo efficiente e trasformati in mappe e visualizzazioni significative. Questi risultati forniscono informazioni preziose per valutare le condizioni degli elementi in cemento armato dell'impalcato del ponte, per stabilire le priorità degli interventi di manutenzione e per garantire la sicurezza e la longevità dell'infrastruttura.

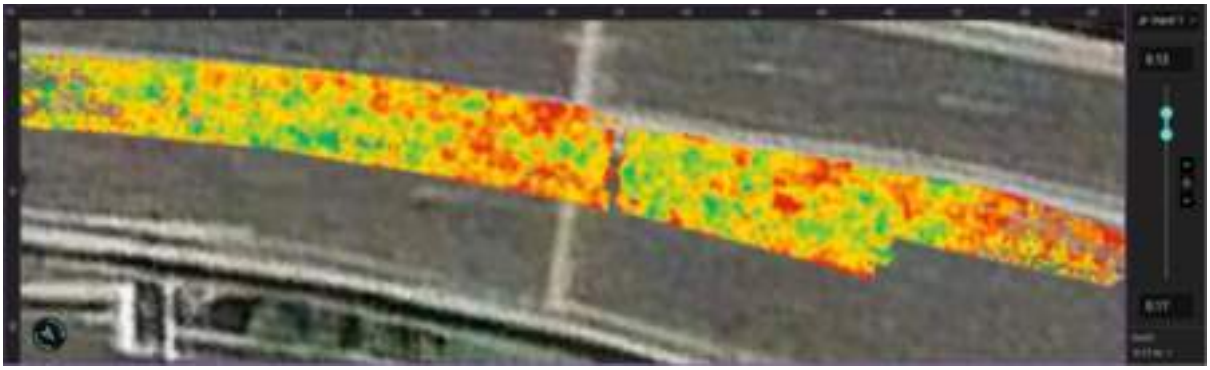


Figure 4. The most significant output of GPR mapping results is the Deterioration Map, based on the amplitude degradation of the top rebar.



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.

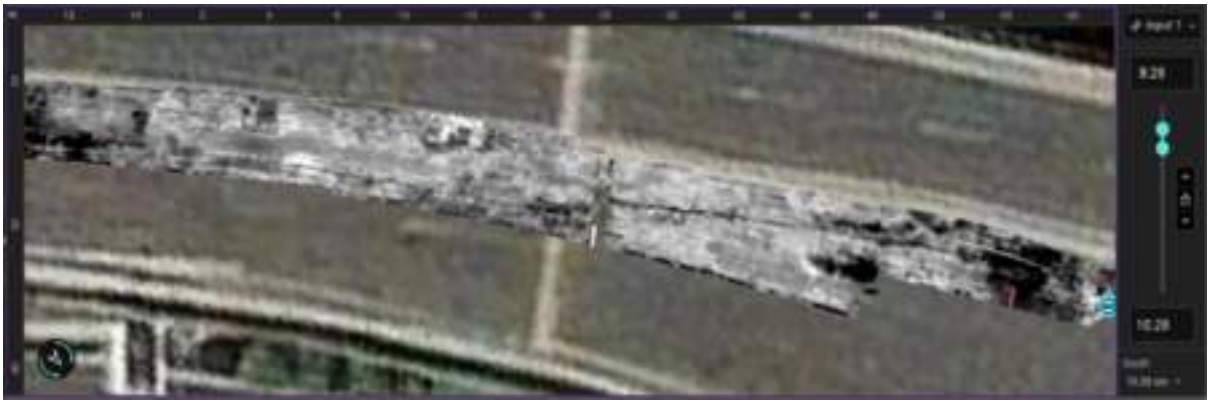


Figure 7. Interface defects between Asphalt-to-Concrete (A/C) layers (Delamination.)

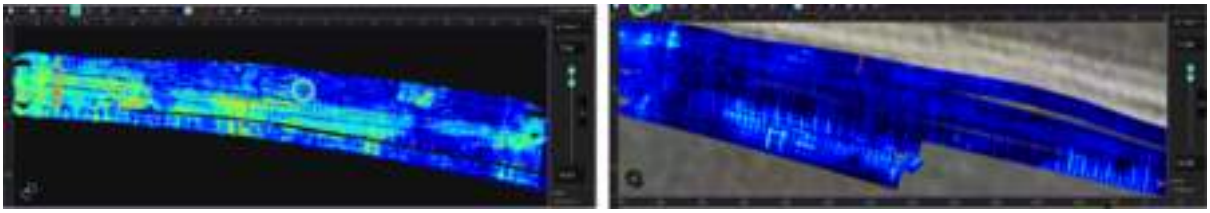


Figure 8. Live-Slice view of the first layer rebar mesh.

Convalida

Sulla base dei dati GPR raccolti, una porzione dell'area scansionata è stata asportata per la convalida, rivelando un'elevata correlazione tra i dati GPR e le reali condizioni osservate. Le debolezze e i difetti strutturali identificati corrispondevano strettamente a quelli rilevati dalle scansioni GPR.

Il processo di convalida ha confermato l'accuratezza e l'affidabilità della mappatura GPR condotta utilizzando l'MCGPR GS9000 . La tecnologia avanzata ha fornito preziose indicazioni sulle condizioni del ponte, facilitando un'efficace pianificazione della manutenzione e garantendo la sicurezza e la longevità dell'infrastruttura.

Visitate il nostro Tech Hub per altri casi di studio reali e note applicative per la geomatica e la mappatura del sottosuolo di .

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.