

沖縄県における磁気センシング技術を利用した PC 鋼材破断検査について

大日本コンサルタント (株) 正会員 ○川島 将太 大日本コンサルタント (株) 田中 大気
大日本コンサルタント (株) 木村 浩士 コニカミノルタ (株) 森田 博

1. はじめに

沖縄県内の PC 橋は過酷な腐食環境下に晒されるため、塩害劣化の進行が極めて速い傾向にある。

PC 橋では、塩害によって内部の PC 鋼材の腐食が進行し、破断が生じれば耐荷力に大きな影響を及ぼす可能性があるため、PC 鋼材の健全度を適切に評価する必要がある。従来の方法として、主桁を研り、内部鋼材の状況を目視で確認する方法があるが、工事用設備の設置のためにコストが高くなることや、断面の欠損により性能を低下させることが懸念されるため、非破壊により事前に把握できることが望まれる。

本稿では、PC 鋼材に損傷の可能性がある沖縄県内の実橋梁について非破壊検査技術を適用し、PC 鋼材の健全度を調査した結果について報告する。

2. 対象橋梁

対象橋梁の外観と桁下の状況を写真-1、諸元を表-1に示す。事前の近接目視点検の結果より、本橋では主桁の漏水・遊離石灰、及び変形・欠損等の損傷が確認されている。また、海岸線から約 150m の位置にあり、飛来塩分の影響を受けやすい環境である。さらに、供用開始から 41 年が経過し、内部鋼材に損傷が生じていることが懸念されるため調査対象として選定した。

3. 計測装置の概要

本調査は図-1 に示す「SenrigaN[®]」を使用した。SenrigaN は漏洩磁束を利用した技術であり、磁石により内部鋼材に磁力を印加させ、内部鋼材からの漏洩磁場を計測機器内に搭載した磁気センサで検知し、磁束密度を波形として可視化する。内部鋼材に破断がある場合には、破断部で磁束の波形変化が生じるため、この波形変化を判読することで、破断の有無と位置を特定することが可能となる。

SenrigaN は国土交通省の新技术情報提供システム (NETIS) 及び点検支援技術性能カタログにて登録され、今後の活用拡大が期待されている技術である。

4. 計測箇所

計測箇所を図-2 に示す。事前の近接目視点検の結果より、主桁下面において漏水・遊離石灰及び変形・欠損等の損傷が確認された箇所にて計測を行った。

5. 鋼材破断の判定方法

プレテン桁における健全な状態と破断が生じている状態の波形の例を図-3 に示す。縦軸に磁束密度、横軸にセンサの位置を示している。

健全な状態ではスターラップによる波形変化が顕著に表れるため、深さ方向 (Z 軸) ではスターラップ位置で凸形状の波形が発現し、長辺方向 (X 軸) ではスターラップ位置で S 形状の波形が発現する。

破断が生じている状態では鋼材破断に近いセンサが強く変化しスターラップの波形が小さくなるため、深さ方向 (Z 軸) では破断位置で逆 S 字の波形が発現し、長辺方向 (X 軸) では破断位置で凸形状の波形が発現する。このように波形の特徴を判読することで、鋼材の破断の有無と位置を判定する。



写真-1 対象橋梁外観・桁下状況

表-1 橋梁諸元

形式	プレテンション方式 PC 単純 I 桁
橋長	12.50 m
径間数	1 径間
設計示方書	昭和 53 年 道路橋示方書
架設年次	1980 年 (昭和 55 年)
海岸線からの距離	約 150 m
桁下環境	河川



図-1 SenrigaN 外観

キーワード 非破壊検査, PC 橋, PC 鋼材, 漏洩磁束法, 腐食, 塩害

連絡先 〒900-0015 沖縄県那覇市久茂地 2-2-2 大日本コンサルタント(株)沖縄事務所 TEL 098-860-4301

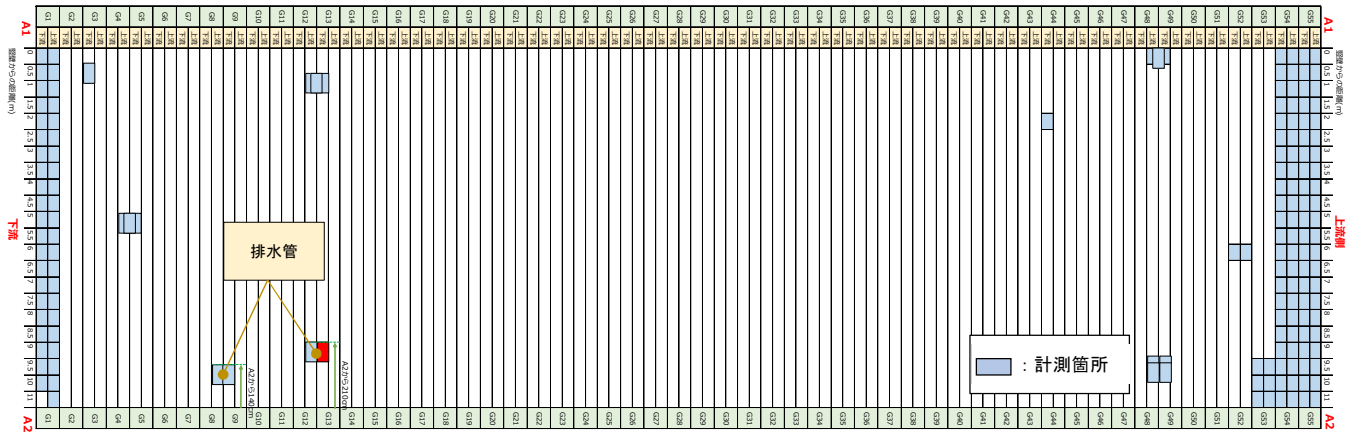


図-2 計測箇所（桁下見上げ図）

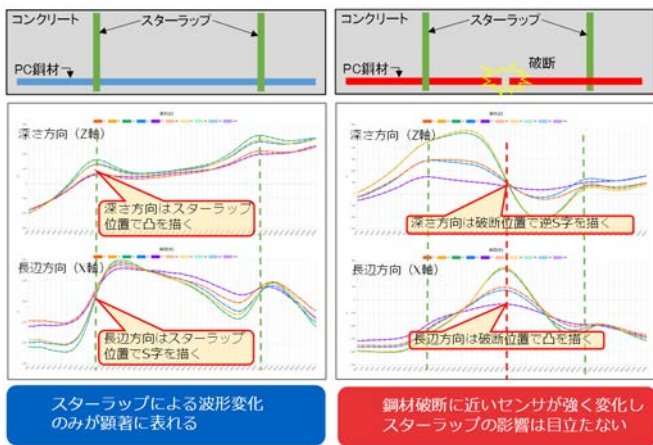


図-3 鋼材破断の判定方法の例

6. 調査結果及び波形判定の考察

調査の結果, G13 桁下流側の排水管近傍において波形変化を捉えた。当該箇所における計測結果を図-4 に示す。深さ方向 (Z 軸) においてセンサ 5 の 19 cm 付近で破断波形特有の逆 S 字波形が発現した。また, 長辺方向 (X 軸) においてセンサ 1~4 はスターラップ位置で健全波形特有の S 字波形が発現したが, センサ 5 は他センサと比較して S 字波形が緩やかであり, 破断波形特有の凸形状の波形が発現した。

上記の結果より, 当該箇所は破断の可能性があるものの, 全破断のような強い波形は発現されていないため鋼材の損傷と判定した。

当該箇所は後施工された排水管に近接しており, モルタルの剥離及び鋼材の腐食が目視でも確認できた。排水管が PC 鋼より線と殆ど接触している状態であったことから, 鋼材損傷の原因はあくまでも排水管の施工に起因する鋼材の露出によるものであると考えられる。よって, 本橋は海岸線に近く厳しい腐食環境下ではあるものの, 鋼材損傷箇所は限定的であり, 適切な処置を行うことによって健全性を損なうものではないと考えられる。

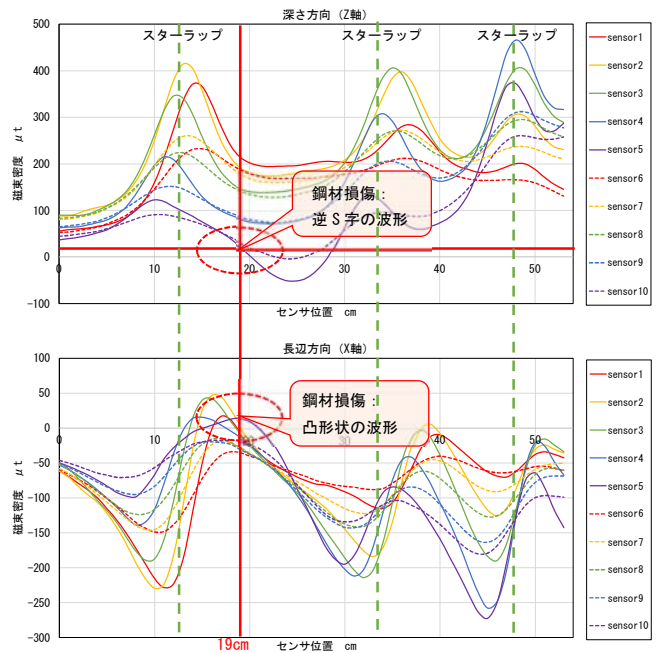


図-4 計測結果 G13 桁下流側の排水管近傍

7. まとめ

計測結果より, 鋼材損傷と考えられる波形を検知することが出来た。また, SenrigaN は研り調査と比較して大幅なコスト削減を見込め, 断面を欠損させる必要がない有用な非破壊検査技術であることが分かった。

波形の判読に経験を要することや, 作業効率が桁下における足場条件に依存することが課題であるため, AI による波形判読の自動化等, 今後も引き続きデータを蓄積し, 開発者と連携しながら検出精度の向上を目指していきたい。

参考文献

- 1) <https://bic.konicaminolta.jp/hihakai/>
- 2) 瀬良敬彦, 寺田弘基, 森田博, 竹中岳: PC 桁内部鋼材の破断検知を実現する新技術 (磁気ストリーム法) の一考察, 土木学会第 73 回年次学術講演会, V-660, 2020.