

電場指紋照合法 (FSM) を用いた疲労亀裂モニタリングの実用性検討

(財)阪神高速道路管理技術センター 正会員 ○川上 順子
 (財)阪神高速道路管理技術センター 正会員 金治 英貞
 株式会社アトラス 正会員 奥 健太郎

1. はじめに

電位差法を応用した電場指紋照合法 (Field Signature Method: FSM と称す) を鋼橋に生じる疲労き裂の発生・進展の監視 (モニタリング) に適用することを考え、一連の実験を行ってきている^{1) 2)}。その結果、疲労き裂の発生、進展を精度よく検出できること¹⁾、鋼床版試験体に生じる疲労き裂も小型試験片同様、問題無く検出できること²⁾などが明らかになっている。ここでは、FSM を実際の鋼橋の疲労き裂の監視に適用した事例を紹介し、橋梁全体等広範囲なモニタリングに適した使用方法について考察する。

2. FSM の基本原理

FSM は、導電性を有する検査対象物に直流パルス電流を印加して瞬間的に電場を形成し、その電場内の特定箇所の電位差を計測し、その計測値から、損傷の程度を特定する非破壊検査手法である¹⁾。測定部位に減肉や亀裂が発生すると、その部分の電気抵抗は大きくなる。従って、一定電流 (I_0) を供給した場合、オームの法則により電位差は大きくなる。この健全状態からの電位差の変化率 $(V_1 - V_0)/V_0$ を観測することにより、検査対象物の減肉あるいは亀裂の発生・進展を検出するものである。

今回の研究には、小型・軽量化により携帯可能な測定装置 FSM・IT を使用した。そのシステム構成の概念図を、図-1 に示す。まずモニタリングエリアに電流を与える 2 本の電極 (以下、印加電極という) を設置する。その後腐食・亀裂損傷の発生予測部、あるいは既に発生している周辺部分にセンシングピンを格子状に設置する。このモニタリングエリアに設置した印加電極、センシングピンと FSM・IT とをケーブル類で接続する。モニタリングでは、電極間に直流パルス電流を印加することにより生じる各センシングピン間 (pair) の電位差を計測する。

3. 実橋梁での適用事例

3-1. 計測概要

鋼床版 U リブとデッキプレート溶接部に亀裂が発生した橋梁においてモニタリングを行った。モニタリング箇所とその模式図を写真-1、図-2 に示す。ここでは、鋼床版箱桁内 U リブとデッキプレート溶接部に発生し、U トラフウェブに進展した亀裂について進展監視を行うと共に、長距離粗

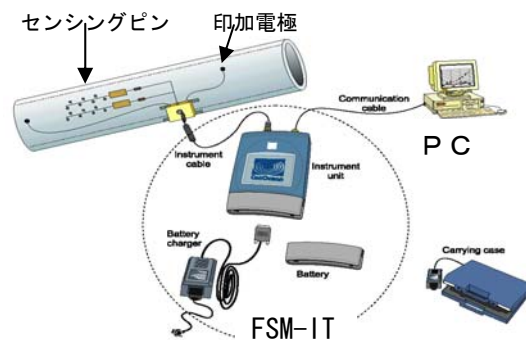


図-1 システム構成概念図

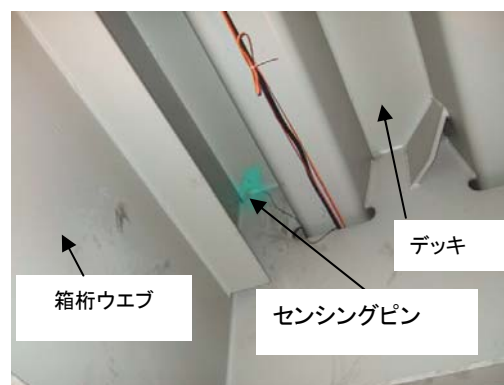


写真-1 U リブ溶接部計測状況

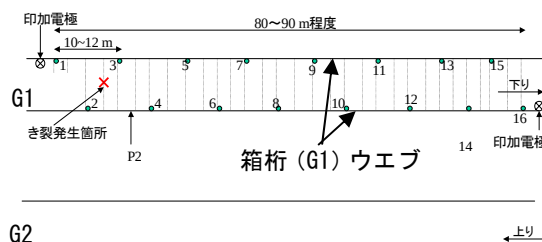


図-2 モニタリング箇所模式図

キーワード 疲労き裂, モニタリング, FSM, 電位差法, 鋼橋

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4 丁目 5 番 7 号東亜ビル内 (財)阪神高速道路管理技術センター

探傷モニタリング（センシングピン間および印加電極間の距離を広げる）の実用性を検証している。今回の検証では、これまでのケースにおいてセンシングピンを数センチ間隔で配置していたものを、最大 12m まで広げ、印加電極間隔については 90m 程度まで広げている。計測期間は平成 19 年 7 月から平成 20 年 3 月である。

3-2. 計測結果

各 pair の FC 値（電位差の初期値からの変化率を千分率にて表したもの）を図-3 および図-4 に示す。日々 FC 値が増減しているのは鋼床版上を通過する車両による変動応力の影響であるため、FC 値の増加傾向を掴むため、pair1 から 4 に対して直前の 15 日間の移動平均で表した図を図-5 に示す。

亀裂の存在する箇所を挟む pair2 の値が増加しており、亀裂の進展が見られる。一方、亀裂の存在しない箇所においては FC 値の上昇は見られない。pair2 部の亀裂進展については、磁粉探傷試験においても 16mm 程度の進展を確認している(写真-2)。その他の場所における亀裂発生は確認されておらず、若干 FC 値の増加の見られた pair3 に部においても目視では亀裂が確認されていないが、今後、亀裂が表面化する可能性もあり、観測を続けることとしている。

4. まとめ

今回、長距離粗探傷モニタリングにおいても亀裂進展を検知することができたことから、F SMは特定の亀裂の進展監視のみならず、全橋等広範囲なエリアにおける損傷発生の 1 次スクリーニング（異変を粗い精度で検知し、詳細調査実施の判断材料とする）に適用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 奥健太郎, 有田圭介, 金裕哲: 電場指紋照合法による疲労き裂発生・進展モニタリング, 鋼構造論文集, 13-50 (2006), pp35-43.
- 2) 金裕哲, 麻泰宏, 奥健太郎: 電場指紋照合法による疲労き裂発生・進展の監視, 溶接構造シンポジウム 2007.
- 3) 奥健太郎, 川上順子, 金裕哲: 鋼橋に生じる疲労き裂の監視に対する電場指紋照合法の適用, 第 62 回年次学術講演会講演概要集, I-425, 平成 19 年 9 月

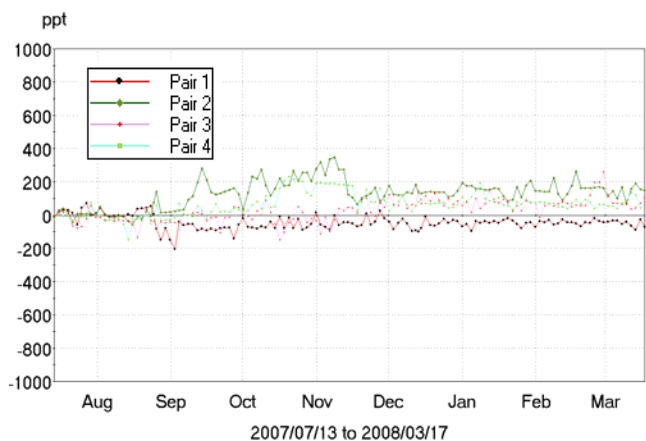


図-3 Pair1-4 計測結果

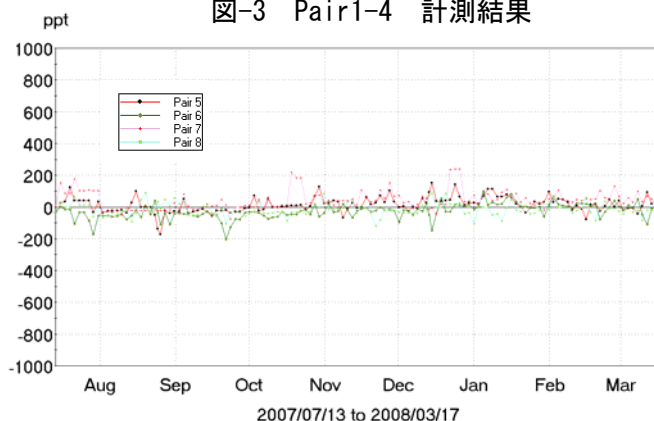


図-4 Pair5-8 計測結果

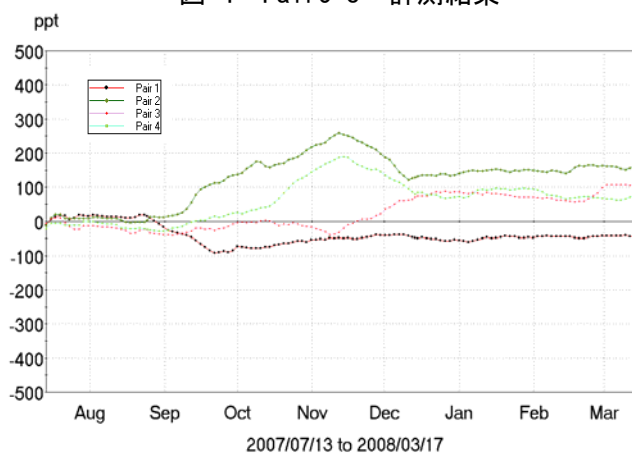


図-5 Pair1-4 15日間移動平均

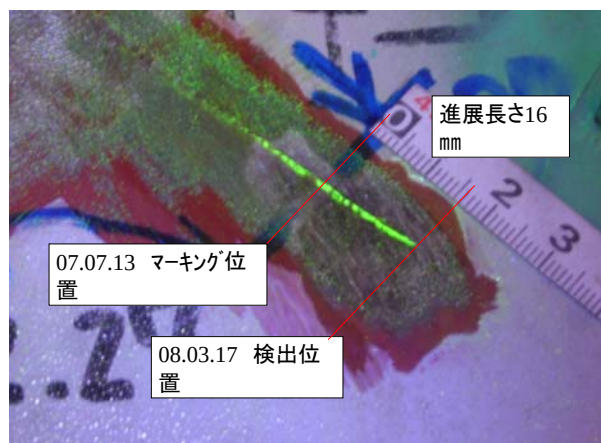


写真-2 亀裂進展状況