

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

(株) アトラス

正会員 ○奥 健太郎

(財) 阪神高速道路管理技術センター

正会員 川上 順子

大阪大学接合科学研究所

正会員 金 裕哲

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、橋梁のモニタリングに適した使用方法について考察する。また、橋梁部材に生じる振動、応力変動がモニタリング精度に及ぼす影響について検討を行う。

2. 実橋梁での適用事例

2. 1 Uリブスカラップから発生した疲労き裂の監視

モニタリング箇所とその模式図を図1、図2に示す。ここで対象としているのは、Uリブスカラップから発生している既存き裂であり、このき裂の進展の有無を監視し、進展が生じた場合、その進展量を特定することを目的としている。

FSM では、印加電極から一定値の直流パルス電流を約2秒間印加し、その間にマトリクス状に配置したセンシングピン間 (pair と称す) の電位差を計測する¹⁾。ここでは、①～⑥の pair の電位差を同時に計測している。

モニタリング開始後、センシングピン間にき裂が発生・進展すれば、その部分の電気抵抗が上昇することにより、pair の電位差はモニタリング開始時に比べ、上昇する。FSM では、印加電極、センシングピンは耐久性の高いスタッド溶接により取り付け、また、自動化された計測システムにより測定するため、検査員による誤差が全くない。よって、この変動を精度よく捉えることが可能になる。

このケースでは印加電極、センシングピンに接続したケーブルを歩道からアクセスできる橋脚まで延長して、そこに中継器を設置し、実際の測定はこの中継器に測定器を接続して行っている (図3参照)。このように、歩道からアクセスできる箇所や非常駐車帯などに中継器を設置することにより、交通を規制することなく測定することが可能である。

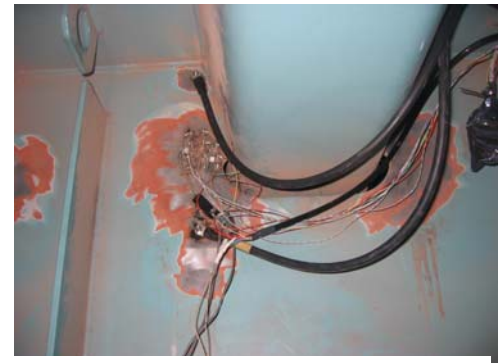


図1 モニタリング箇所

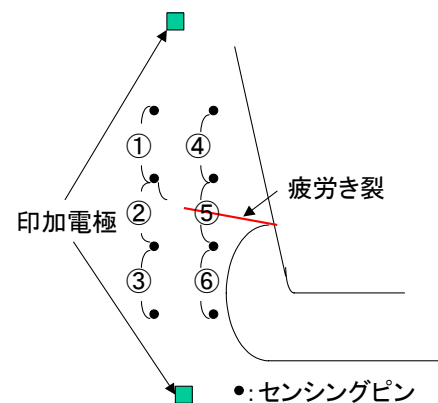


図2 モニタリング箇所模式図



図3 中継器設置箇所

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

〒260-0013 千葉市中央区中央 3-18-3 千葉中央ビル 4F

(株) アトラス

TEL 043-202-7740

2.2 補修補強した箇所の健全性診断

モニタリング箇所とその模式図を図4, 図5に示す。ここでは、スカラップ廻し溶接部よりき裂が発生し、その部分に対して、補修・補強がなされている部分を一部モニタリングしている。一定期間モニタリングを実施し、き裂の進展が止まっていることが確認されれば、採用した補修補強法の妥当性が示されることになる。

ここでは、効率的にき裂発生の有無、またはき裂進展の程度を粗精度で特定する(スクリーニング)を目的として、pairの間隔を2.1に比べ、広くしている。pairの間隔を広げても、き裂発生・進展による溶接部の電位差の変化を問題なく捉えられることは、鋼床版を用いた実験により、既に示されている²⁾。一方、測定する電位差は橋梁で生じる振動、応力変動に影響されることが予測される。この影響によって生じる測定値のばらつきが、そのまま検出精度に反映されることが考えられるが、これがどの程度であるのか、また、pair間隔の違いによる影響を明らかにする必要がある。そこで、間隔の違うpairを設定し、振動・変動応力下におけるモニタリングの精度について考察を行う。

3. 振動・変動応力下におけるモニタリングの精度

FSMでは損傷箇所の電位差の変化率を千分率で表した電場指紋係数FC値¹⁾により、結果を整理する。FC値が上昇した場合、そのpair間にき裂が発生・進展したことになる。図5に示した箇所における各pairのFC値を図6に示す。

既往の研究¹⁾により、貫通き裂が0.1mm進展した場合、それを挟むpair間では約10pptのFC値の上昇があることがわかっている。一方、実橋梁に生じる振動・応力変動により、FC値にばらつきが生じることが懸念されたが、図6を見る限り、ばらつきは10ppt以下である。よって、貫通き裂進展を少なくとも0.1mm程度の精度でモニタリング可能であると同時に、対象箇所ではそれ以上のき裂の進展はないことが確認された。

一方、ショートペアのばらつきに比べ、ロングペアのほうが大きく、ショートペアが約1ppt、ロングペアが約4ppt程度である。これにより、pairの間隔を広げれば、ひとつのpairでモニタリングできる範囲は広がるが、その分、振動等の影響によるばらつきは大きくなることが確認された。

4. まとめ

ここでは、橋梁の維持保全に対し、FSM技術の効果的な使用方法を考察した上で、試験適用した事例を紹介した。そして、FSMの精度面の検証として、振動・変動応力の影響を明らかにした。その結果、モニタリングにおける必要精度を考慮しながら、目的に応じて最適なpair間隔を決定する必要があることがわかった。

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.

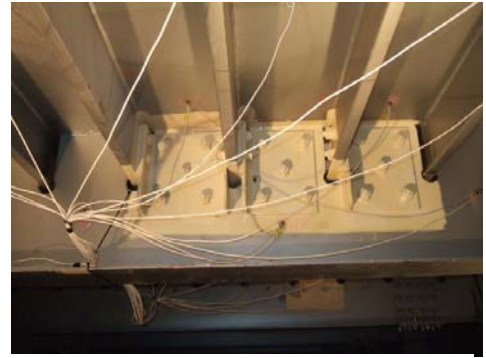


図4 モニタリング箇所

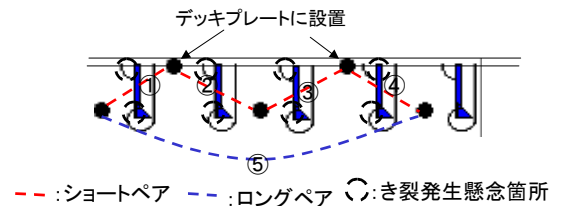


図5 モニタリング箇所模式図

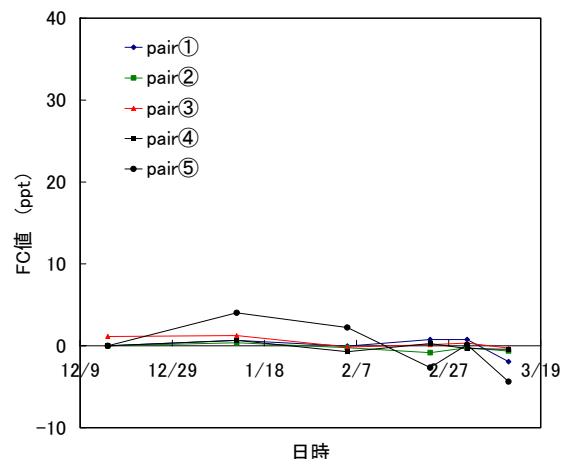


図6 モニタリング結果