

電場指紋照合法による疲労き裂発生を検出

大阪大学大学院

学生員 ○奥 健太郎

(株)アトラス

有田 圭介

大阪大学接合科学研究所

正会員 金 裕哲

1. はじめに

著者らは、荷重作用下における疲労亀裂の進展を電場指紋照合法¹⁾（以下 FSM と称す）によりモニタリングすることを考え、大型疲労試験体を用いた実験により、その有要性を証明した²⁾。

本稿では、小型疲労試験体を用いて、疲労亀裂の発生が検出できるか否かを検証する。

2. 実験方法

供試体の概略図を図-1に示す。材料は SM490 である。

実験は片振り引張荷重下（応力比 0.1 以下）で行った。

亀裂発生を特定するため、廻し溶接止端部近傍（表・裏両面）にひずみゲージを貼付する。

FSM では、モニタリングエリアに多数のセンシングピンを格子状に配置し、その部分に直流パルス電流を印加し、ピン間（電極対：pair）に生じる電位差を定期的に測定する。pair の電位差の変化量から亀裂の発生および進展量を求める。

電極およびセンシングピンの配置を図-2に示す。

本稿では、ひずみ振幅の変化から特定した疲労亀裂の発生を、FSM によるモニタリングにおいても検出できるか否かを検証する。

表-1 実験①の応力振幅

応力振幅 (MPa)	繰返し数 ($\times 10^4$)
30	0 ~ 750
40	750 ~ 1350
50	1350 ~ 1815
75	1815 ~ 2135

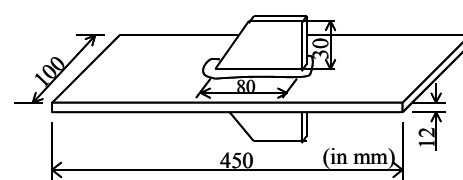


図-1 供試体

2. 1 実験①

応力振幅を段階的に増幅させながら実験を行い、図-2に示す①～⑫の pair の電位差を定期的に測定する。応力振幅条件を表-1に示す。

ひずみゲージ検出結果と FSM によるモニタリング結果とを比較し、亀裂の発生に対する電位差の挙動を確認する。

2. 2 実験②

応力振幅を 100MPa 一定で実験を行い、疲労亀裂の発生を FSM により検出できるか否か、図-2に示す(a)～(c)の pair に着目し検討する。

3. 結果および考察

3. 1 実験①

ひずみゲージで計測した各繰返し数における廻し溶接止端部のひずみ振幅を図-3に示す。応力振幅 30～50MPa の範囲では、各応力振幅に対するひずみ振幅は一定であるが、応力振幅 75MPa においてひずみ振幅が減少し始め、最終的に試験片が破断した。ひずみゲージ計測結果より、応力振幅 75MPa において疲労亀裂が発生したことがわかる。

FSM によるモニタリング結果を図-4に示す。縦軸 FC は、pair の電位差の変化率を千分率で表したものである²⁾。応力振幅 30～50MPa の範囲では、各 pair の FC は全く変動していない。一方、応力振幅 75MPa において、各 pair の FC に変化が生じた。これにより、亀裂の発生に対してのみ FC が変動することが確認され、FSM により、疲労亀裂の発生が検出できることがわかった。

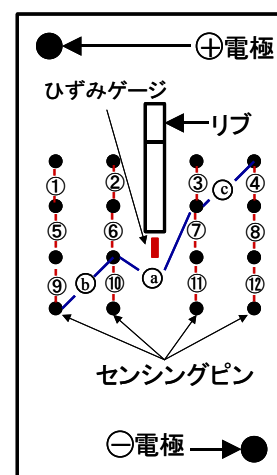


図-2 電極およびセンシングピンの配置

キーワード 非破壊検査, モニタリング, 疲労亀裂, FSM, 電位差法, 橋梁

連絡先 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11-1 大阪大学接合科学研究所 TEL 06-6879-8647

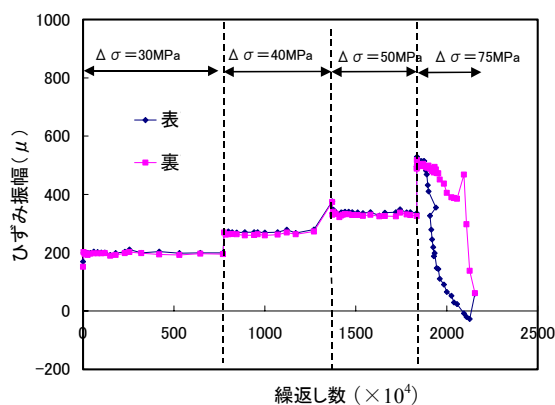


図-3 ひずみ振幅（実験①）

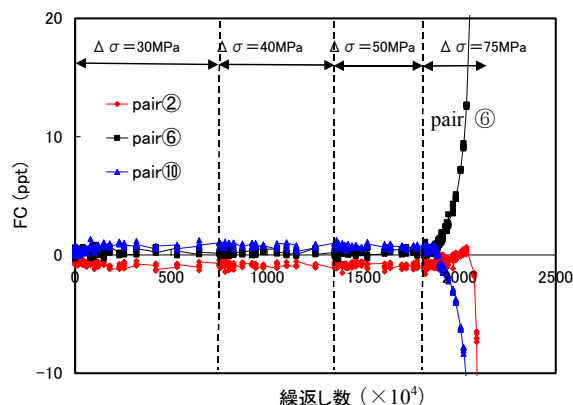


図-4 モニタリング結果（実験①）

応力振幅 75MPa における結果のみ図-5に再掲する．まず亀裂発生箇所（廻し溶接部）近傍（pair(⑥と⑦)）のFCが増加し，次いで亀裂進展方向（pair(⑤と⑧)）のFCが増加している．FCが増減する pair に着目することで，亀裂の発生箇所および亀裂の進展方向が特定できることがわかった．

3. 2 実験②

ひずみゲージで計測した各繰返し数における廻し溶接止端部のひずみ振幅を図-6に示す．繰返し数 25 万回付近より，裏面のひずみ振幅が減少し始めており，裏面止端部より疲労亀裂が発生したことがわかる．また，おもて面のひずみ振幅は 120 万回付近で減少し始めており，亀裂がおもて面に貫通したと推定できる．

FSM によるモニタリング結果を図-7に示す．繰返し数 25 万回付近で，廻し溶接部近傍の pair(Ⓐ) のFCが増加し始めており，亀裂の発生が検出できている．FSM により，裏面から発生した亀裂が表に貫通する前に検出できることが明らかになった．これより，裏面や溶接部内部で発生する目視では確認することができない亀裂を FSM により検出できることが確認された．

4. まとめ

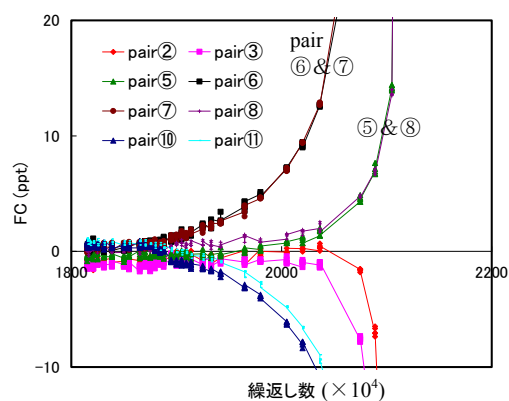
一連の実験により，FSM を用いて，疲労亀裂の発生が検出できることおよび目視ではわからない疲労亀裂の発生が検出できることが明らかになった．

謝辞

本研究は（財）日本溶接技術センターと（財）千葉市産業振興財団の御協力により実施しました．ここに謝意を表します．

参考文献

- 1) R. D. Strømmen, H. Horn and K. R. Wold : FSM - a unique method for monitoring corrosion, pitting, erosion and cracking, NACE Corrosion paper no. 7, 1992.
- 2) 奥 健太郎, 金 裕哲, 有田圭介, 堀川浩甫 : FSM による疲労亀裂進展のモニタリング, 平成 16 年度全国大会, I-010.



(実験①： 応力振幅 75MPa)

図-5 モニタリング結果

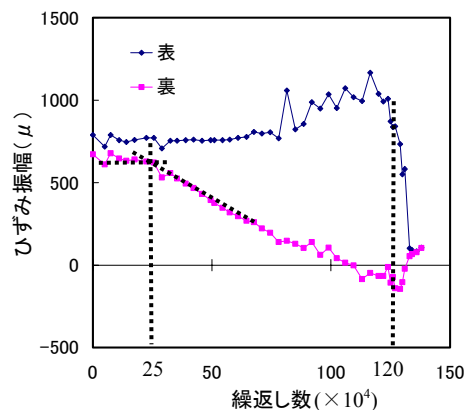


図-6 ひずみ振幅（実験②）

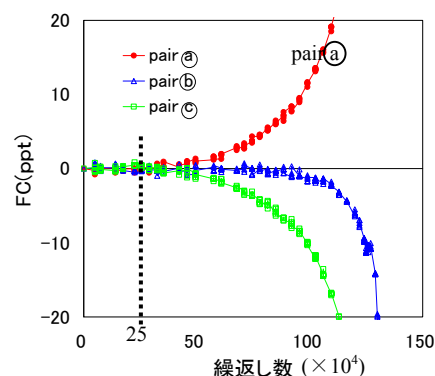


図-7 モニタリング結果（実験②）