

圧電フィルムによる変動応力 - 頻度簡易観測システムの開発 （第三報：レインフロー法への改良と実橋における疲労被害評価）

三菱重工業（株）横浜研究所* 正会員 勝浦 啓
 三菱重工業（株）横浜研究所* 荒川 卓哉
 三菱重工業（株）横浜製作所* 神宮 敏樹
 独立行政法人土木研究所** 正会員 麓 興一郎

1. まえがき

橋梁など、鉄構造物における疲労被害度を精度良く把握するためには長期間観測が望ましい。しかし、従来の歪ゲージと応力頻度計による観測では商用電源敷設の必要性などの課題があり、それらを解決する為に数ヶ月間の長期間、バッテリー駆動でも観測できる様に低消費電力化した、作用する歪速度に対して自ら電圧を発生する圧電フィルムを用いた変動応力 頻度簡易観測システムを開発した。既報⁽¹⁾⁽²⁾では、室内試験による圧電フィルムの歪計測精度の検証、約3ヶ月間の応力 頻度観測が可能なアナログ回路の目処付け、試作システムの実橋での計測精度検証を行っているが、装置の応力 頻度カウント方法をレインフロー法としたデジタル観測装置に改良、試作したので、その概要について報告すると共に、実橋での観測結果を用いた溶接部の疲労被害度評価を行った結果について報告する。

2. システムの仕様と概要

観測システムは、図1に示す様に、センサーである圧電フィルムと、アナログ回路部である初段増幅器(5倍から2500倍に調整可能)、積分回路、後段増幅器で構成され、その出力を10bitでA/D変換し、CPUに取り込み、8bitの分解能(256段階)でレインフロー法による応力範囲 頻度観測を行なえるものになっている。観測結果は内部RAMに別電源により保存されることから、駆動バッテリー切れでもデータは保存される。写真1にシステムの外観を、写真2に入出力部の拡大写真を示す。保存されるデータの種類は、観測期間内の応力範囲と頻度、最大・最小値分布であり、最大カウント数43億回、本データはパソコンを接続し、専用ソフトで転送を行う。専用ソフトは、観測時間、サンプリングピッチなどの観測パラメータの転送も行う。

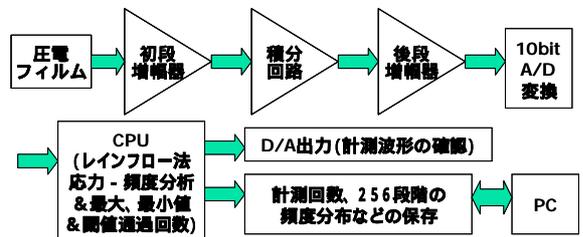


図1 観測システム構成図



写真1 観測システム外観



写真2 入出力部

3. 実橋における観測精度の評価

本観測システムを用いて、実橋における観測精度評価を行った。試験対象橋梁は写真3に示す平成3年に竣工の国道17号線に架かる備前渠橋である。

観測位置は、主桁下方の支間中央の橋軸方向1点と、主桁端部の垂直補剛材の鉛直方向溶接部付近である。

この2箇所共に、計測精度を検証するための基準として、圧電フィルムの両側に歪ゲージを施工してある。写真3～6に計測位置と貼り付け状況を示す。

キーワード：圧電フィルム 疲労被害度 アナログ積分回路、レインフロー法

* 〒231-8765 横浜市中区錦町1 2 番地 TEL:045-629-1483 FAX:045-629-1487

** 〒305-8516 茨城県つくば市南原1 番6 TEL:029-879-6793 FAX: 029-879-6739

(1)主桁下フランジ 曲げ歪観測精度に関する評価

車両通過時に主桁下フランジで発生する曲げ歪計測精度を評価するために、歪ゲージとの比較を実施した。図2に結果を示すが、 $\pm 5 \mu st$ 以内の計測精度を有しており計測精度は確保できていることが確認できた。

(2) 経年変化によるセンサ感度劣化評価

経年変化によるセンサ感度劣化の有無を把握する為、約9ヶ月間センサを貼り続けた。その結果、図3, 4に示す様に、上記長期間でもセンサ出力は劣化しない事が確認できた。

(3)垂直補剛材での歪観測精度に関する評価

垂直補剛材での計測結果を図4に示す。垂直補剛材

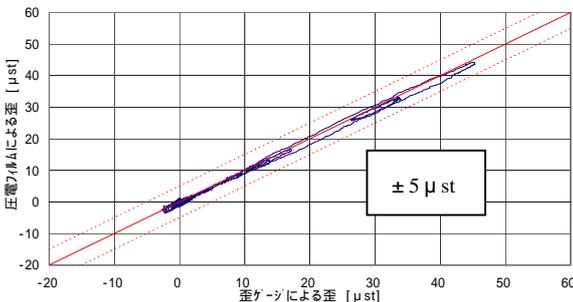
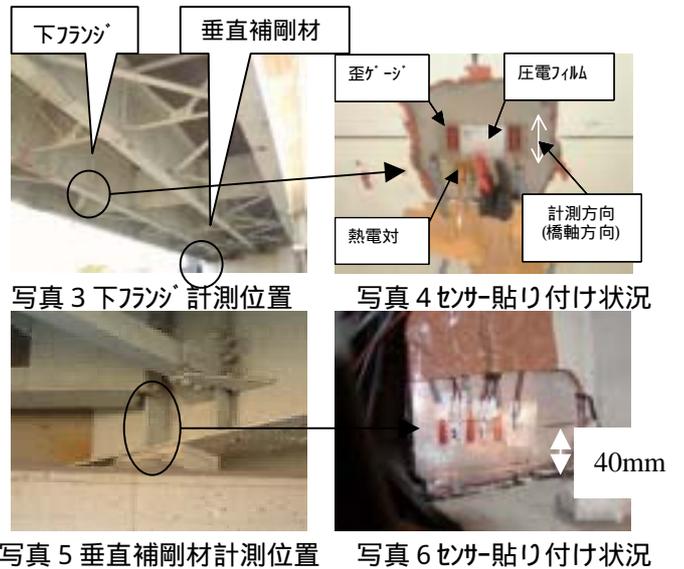


図2 支間中央での計測結果比較

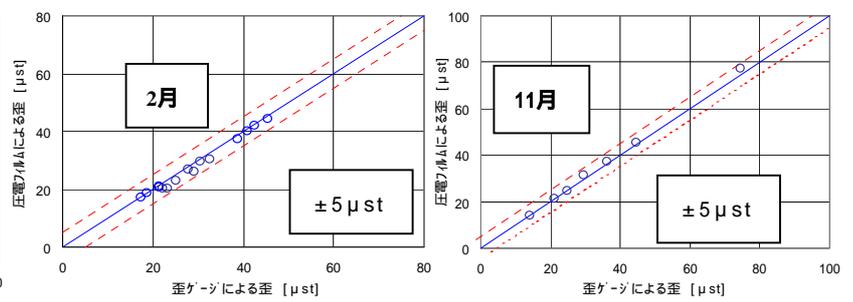


図3 支間中央での歪ゲージレベルの比較による経年劣化評価結果

では面外曲げ振動が発生していたこと、歪ゲージよりもセンサ面積が広いことから、歪ゲージに対して $+7 \mu st$ 、 $-9 \mu st$ 程の違いが見られた。

4. 垂直補剛材溶接部の疲労被害度評価

本計測結果を用いて、溶接部の疲労被害度評価を行った結果を図5に示す。但し、図中の点は1時間の計測結果を50年に換算したものである。日本鋼構造協会発行の「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」で、本垂直補剛材の継手等級は、荷重伝達型非仕上げ継手と考えると、F等級になる。応力範囲の打ち切り限界の21Mpaに対して、観測最大応力範囲は12Mpaであり疲労被害は発生しない結果が得られた。

5. まとめ

今後増加が想定される高齢化する鋼構造物の疲労損傷度を精度良く把握する為に必要な長期間観測を、商用電源を敷設せずに実施できる、レインフロー法による応力-頻度簡易観測システムを製作し、実橋における計測精度検証を行った結果、歪ゲージに対して、 $\pm 10 \mu st$ 以内の精度を有していることが確認できた。

また、開発したシステムは、溶接継手部の疲労被害度の算出に適用の可能性が高いことを示した。

(参考文献)

- (1) 勝浦啓、坪井守他：圧電フィルムによる変動応力頻度簡易観測システムの開発（第1報）第56回土木学会年次学術講演集
- (2) 勝浦啓、荒川他：圧電フィルムによる変動応力頻度簡易観測システムの開発（第2報）第57回土木学会年次学術講演集

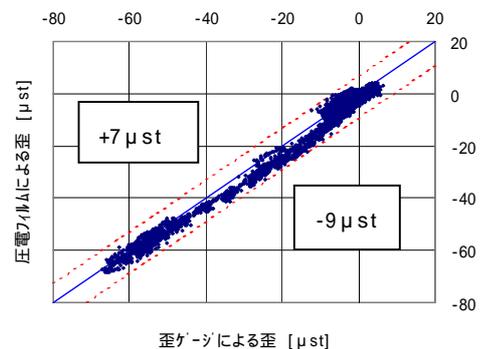


図4 垂直補剛材部での計測結果比較

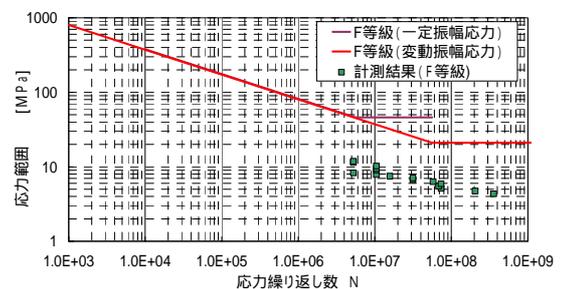


図5 垂直補剛材溶接部の疲労被害度評価