

橋梁維持管理のための応力頻度解析システムの開発とその検証試験

長崎大学大学院 学生会員 ○末光功治 長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏
大日本コンサルタント(株) 非会員 中村直文 長崎大学大学院 学生会員 西田恭兵

1. はじめに

近年、交通量の増大や過積載車両の走行および老朽化の進展により、橋梁の疲労損傷が多く報告されはじめた。活荷重により、構造部材に生じる変動応力は極めて複雑である。この応力波形を計測・解析し、その結果を用いた維持管理法のニーズが高まってきている。本研究では、実橋梁において、ネットワーク計測モジュールを用いた変動応力解析システムによりひずみ計測を行い、応力頻度解析¹⁾を行った。これらの結果から開発したシステムの有効性を確認した。

2. 実橋試験

本システムを用いて応力頻度計測の実橋試験を連続高架橋(合成)で行った。今回の試験は応力頻度解析のみを目的とした。橋梁概要およびセンサー設置位置を図-1に示す。主桁(G1, G3)中央の上下フランジにひずみゲージ(計4ch), その近傍にネットワーク計測モジュールを設置し, LANケーブルを用いて計測小屋のノートパソコンに接続した。サンプリング周波数は100Hzで, 15分間のデータを1ファイルとし, 疲労寿命の計算を視野に入れ, 合計72時間のデータを取得した。今回は, 現場でデータ取得のみを行い, 解析作業は研究室で行った。

3. 変動応力解析システムの概要

1) システムの構成

本システムは, 図-2のように, ノートパソコン, ネットワーク計測モジュール, ネットワークカメラ, 各種センサーから構成される。ネットワーク計測モジュールを図-3に, その仕様を表-1に示す。橋梁に設置したセンサーからの信号(ひずみ, 温度, 変位等)は, ネットワーク計測モジュールを経由してノートパソコンに取り込まれる。ノートパソコンでは, 信号波形の表示・保存・解析を行う。ノートパソコンとネットワーク計測モジュールおよびネットワークカメラ間はTCP/IP接続としているため, 有線・無線LANや移動体通信など, 現場の状況に適した通信方法を選択することができる。

2) システムの流れ

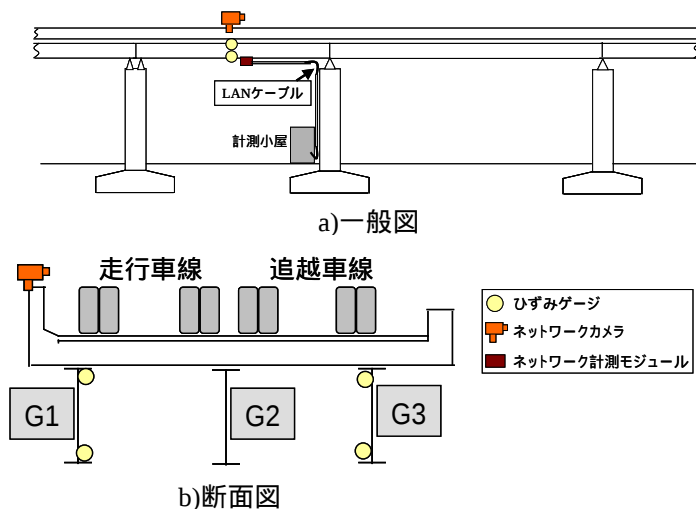


図-1 対象橋梁と計測センサー設置位置

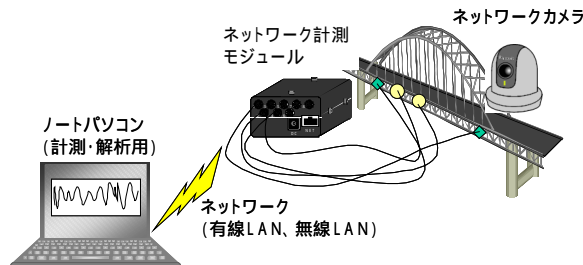


図-2 システムの構成



図-3 ネットワーク計測モジュール

表-1 ネットワーク計測モジュールの仕様

・メインモジュール	・Armadillo-J(32bitARM7, 55MHz, SDRAM:8M, FLASH:2M 1.2W, PoE対応 TCP/IP, FTP, TELNET, SMTP etc..)
・インターフェイス	・10/100 BaseT, シリアル, I2C
・制御マイコン	・MICROCHIP PIC16F873
・AD変換IC	・MAXIM MAX127
・サンプリング周波数	・5 ~ 200[Hz]
・入力レンジ	・0 ~ 5, 0 ~ 10, ±5, ±10[V]
・分解能	・12[bit]
・動作温度	・Operating range: 0 ~ +40[] Storage range: -40 ~ +85[]
・電源	・12 ~ 48[V], 1[A]
・概略寸法	・140mm × 140mm × 70mm *: 入力モジュールを含めた全体寸法

システムの流れを図 - 4 に示す．ネットワーク計測モジュールで得られた計測データの読み込みを行い，それらのデータを時系列で波形表示する．本システムには，応力頻度解析にレインフロー法とピークバレー法を用いており，それぞれの解析結果が保存される．

応力頻度計測を行う際に，ゼロ点移動の問題がある．これは，長期の計測の場合，昼夜・季節の温度変化や機械的なドリフトによりゼロ点がシフトするものである．そのため頻度分布のピークが台形になったりすることが問題視されている．本システムでは計測した波形を分割し，分割したそれぞれの波形に対し最頻値をゼロ点にするゼロ点自動補正手法を組み込んだ．これにより，温度変化によるゼロ点移動を解消でき，長期計測でも良好なデータを得ることができるようになった．

3) システムを構成するプログラム

本システムの計測，通信，解析に関連するプログラムは，仮想計測器ソフトウェア LabVIEW によって作成した．本ソフトウェアにより，ユーザインターフェースに優れた操作・表示画面を容易に作成できる．メニューを選択することで，読み込みから解析に至るすべての流れを自動化している．

4. 計測結果によるシステムの検証

実橋試験で計測したサンプルデータのひずみ波形(10 分間計測)を図 - 5 に示す．また，そのデータを用いて得られたピークバレー法およびレインフロー法による応力頻度解析結果を図 -

6 に示す．両解析結果から，G3 よりもG1 のほうが，大きなひずみが生じていることがわかる．これは，走行車線に重車両が走行している傾向があるからと推測される．また，ピークバレー法の結果を見ると，G1 上フランジの最大応力が約 100 tf/m^2 であるのに対し，下フランジは 200 tf/m^2 であることから，上フランジより下フランジに大きな応力が生じる頻度が高いことがわかる．

5. まとめ

本研究では，ネットワーク計測モジュールを用いた変動応力解析システムを開発した．実橋試験の結果，データは欠測無く計測することができた．このことから，本システムを用いることにより，容易に応力頻度計測が実施できることを確認した．今後，システムを充実させ橋梁維持管理手法に結びつけるため，本システムを用いた主桁の応力モニタリング手法を検討していきたい．

【参考文献】1) (社) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993，

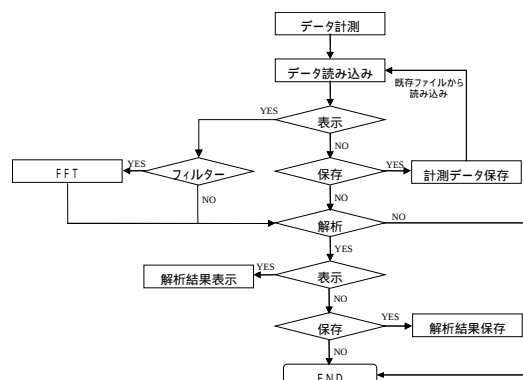


図 - 4 システムの流れ

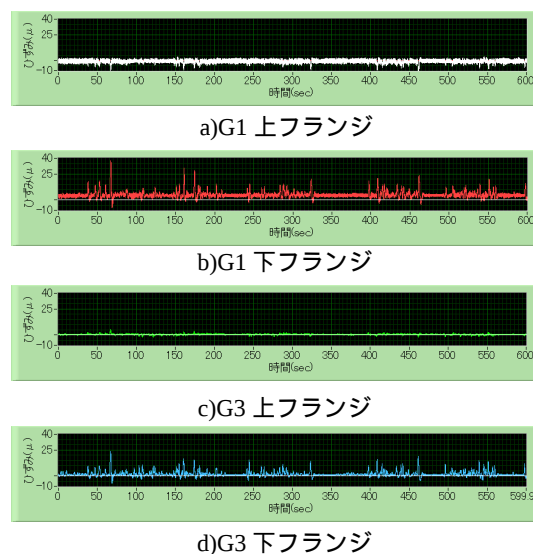


図 - 5 ひずみ計測波形

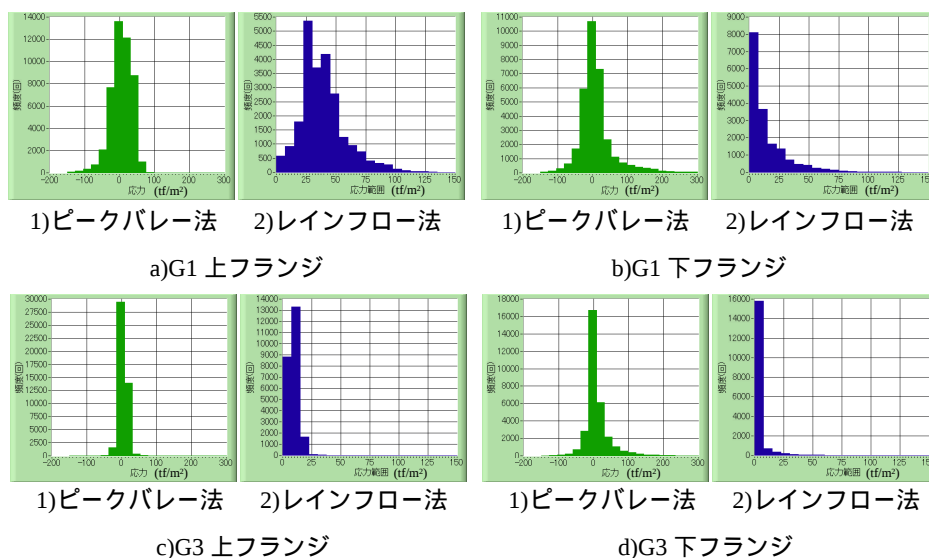


図 - 6 応力頻度解析結果