

橋梁維持管理のための変動応力解析システムの開発

長崎大学大学院 学生会員 ○西田恭兵
大日本コンサルタント(株) 非会員 中村直文

長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏
長崎大学大学院 正会員 末光功治

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、鋼道路橋の疲労損傷事例が増加する傾向にある。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. 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-1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-2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・解析・保存を行う。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できる。また、ネットワークカメラの制御方法は、各 HTML から構成されており、Web ページでの操作を可能にしている。

2) システムの流れ

システムの流れを図-3に示す。モジュールから TCP/IP で送られてきた電圧データをリアルタイムで取得し、それらのデータを時系列で波形表示する。その後、ゼロ補正を行い、応力に変換する。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。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。図-4にメニュー画面を示す。

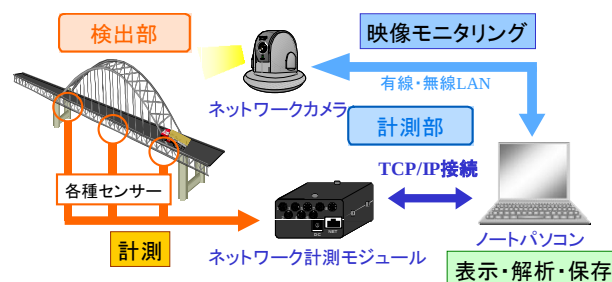


図-1 システムの構成



図-2 ネットワーク計測モジュール

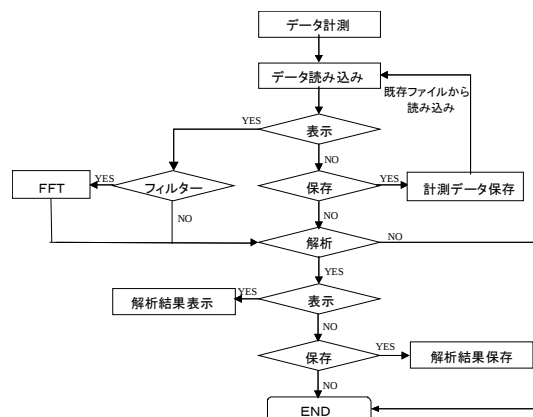


図-3 システムの流れ

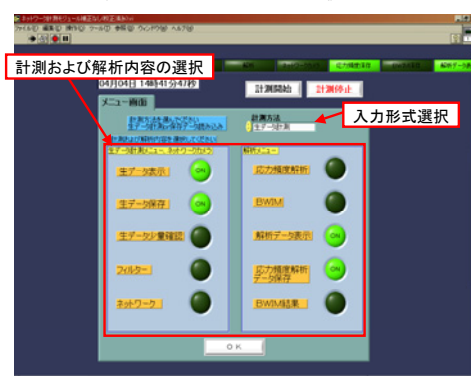


図-4 メニュー画面

キーワード 維持管理, 変動応力解析システム, ピークバレー法, レインフロー法

連絡先: 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2626

3. 変動応力解析システムの実橋への適用

1)対象橋梁および計測方法

本システムを用いて応力頻度計測の実橋試験を高架道路橋で行った。橋梁概要およびセンサー設置位置を図-5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とした。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。

2)ゼロ点補正

長期計測を行う場合、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ゼロ点移動の問題がある。そのため、計測した波形全体から取得すると、本来カウントされない応力の値まで計数してしまう（図-6a）。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（図-6b）。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た。

4. 計測結果によるシステムの検証

実橋試験で計測したデータの一部（12時間分）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-7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と推測できる。また、図-7a)1)と図-7b)1)より、上フランジより下フランジにより高い応力が発生していることが、解析結果から確認できる。

5. まとめ

本研究では、構造物に生じる応力波形を計測・解析するため、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。

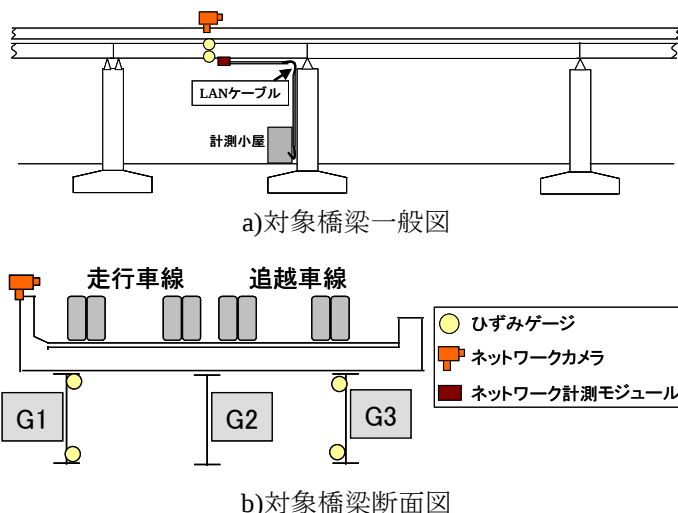


図-5 対象橋梁および計測センサー設置位置

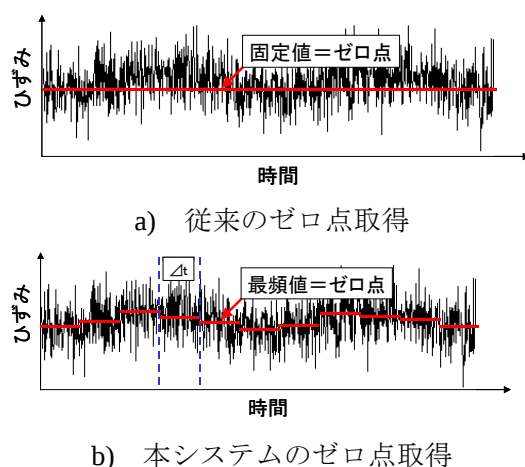


図-6 ゼロ点自動補正手法の概要

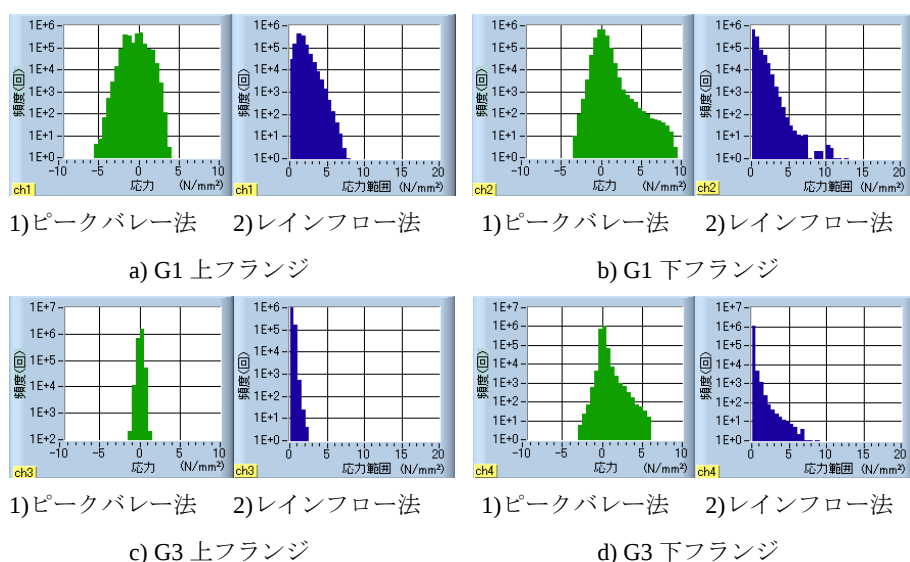


図-7 応力頻度解析結果

【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