

構造同定を目的とした橋梁振動モニタリングのためのシミュレータ構築

長崎大学 学生会員 ○山下真史 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

1. はじめに

橋梁等の計測においては、計測箇所や計測点数、計測精度、データの集録時間やサンプリング速度などの計測条件によって、構造同定などの分析結果が変化する。したがって、橋梁の劣化および損傷を分析結果より求められる構造特性の変化から検知しようとする場合、その変化量は一般に微小であるため、計測条件を適正に整えなければ、橋梁の劣化・損傷を検知することは難しい。そのため、計測に先立って、得られる計測データを想定し、対象構造物の構造特性を推定することが、損傷検知を目的とした計測を行ううえで重要である。そこで、本研究では、計測によるデータの取得と、集録データによる対象構造物の構造特性の推定を予め模擬的に行うシミュレータを構築した。

2. シミュレータの構成

本研究では図-1 のような計測工程を想定している。まず、シミュレーションにより仮想の計測データを算出する。このデータより仮想の構造同定を行う。仮想の結果を元に実橋の計測点を選定し計測を実施する。また、実橋より得られた計測結果と仮想の計測結果を比較・検証し有効性を確認した後に、実橋の計測結果より同定する。シミュレータのプロセスの流れを図-2 に示す。まず応答計算のパートより橋梁モデルや計測時間・サンプリング速度、構造物にかかる応答を入力・選択し計算することで、仮想データより想定される応答を得る。もしくは、外部ソフトより応答結果を入力した後に、フォーマットの変換を行い、本シミュレータで使用可能な応答を得る。このいずれかより得られたデータとデータ長や計測点などのデータを用いて同定計算のパートより仮想の構造特性を得る。本シミュレータでは GUI(Graphical User Interface)を用いて任意に計算条件となる入力データを設定する。また、これは応答計算と同定計算の2つのパートに分かれており、これらはより高度化した計算パートに入れ替えることが可能である。以下に各部分について詳述する。

3. 応答計算パートでの応答の算出

構造物の動的問題を扱う場合、構造物のモデル化を行い、応答計算を行う必要がある。応答計算に用いる構造モデルは、本研究では線形梁モデルを使用した。橋梁モデルについては、構造諸元や境界条件などの情報を有するテキストファイルを読み込む。作用させる外力として常時微動、衝撃応答、地震波の3つから選択するように設計した。そのうち、常時微動と地震波は計測時間やサンプリング速度を任意に設定可能とした。

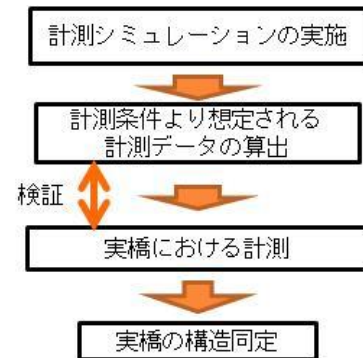


図-1 計測作業の工程

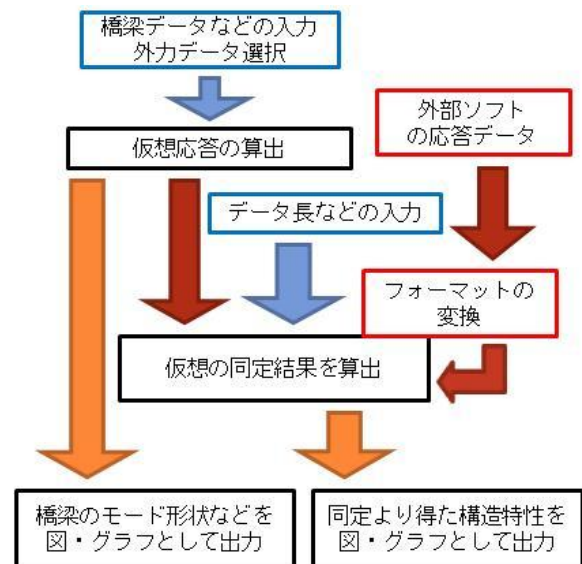


図-2 計測シミュレーションのフロー

4. 構造同定

構造同定は、まず上述した応答計算パートまたは外部構造計算ソフトの応答データの変換により得られた応答データを用いて行う。本研究では構造同定の手法として ERA 法および EARDC 法を用いている。これによって振動特性である固有振動数や減衰定数、振動モードの推定を行う。

5. シミュレーション結果

本論では長崎市内に実在するランガートラス橋をサンプルとしてシミュレーションを実施した。使用したランガートラス橋の全景を図-3、線形梁モデルを図-4に示す。算出した結果については、固有値分析により算出されたモード形状を図-5に示す。また、構造同定のシミュレーションより得られた結果の例を図-6、固有値分析および構造同定によって得られた固有振動数については表-1に示す。実施したシミュレーションでは、常時微動を5分間梁モデルに作用させた。また、その間30秒毎に構造同定を行い、合計10サイクルの構造同定を行った。サンプリング速度は100Hzで、計測点は図-4におけるNo.2,7の2点である。同定結果の評価はMAC(Modal Assurance Criterion)によって行っている。図-6における丸印が同定された固有振動数であり、バツ印はMACによって棄却されたものである。表-1の丸印の値を平均した構造同定による結果と固有値解析による結果を比べると3次まではほぼ一致した結果が得られ、4次以降も概ね一致した結果が得られた。

6. 実橋計測データとシミュレーション結果の比較

シミュレーションによって得られた結果の検証を行うために、仮想の構造同定結果を参考に実橋で計測条件を設定し、実橋における常時微動を用いた構造同定結果を得る。これとシミュレーションより算出された常時微動データの比較を実施した。その結果については発表時に報告する。

7. まとめ

本研究では応答データの取得と構造特性の推定を模擬的に実施するシステムを構築した。また、GUIをシステムに加えたことで、本システムは利便性の高いものであると言える。今後は、応答計算と同定計算のそれぞれのパートについてプロセスの高度化を図ることが課題である。

【参考文献】

岡林隆敏, 奥松俊博, 中宮義貴: 常時微動に基づく AR モデルによる構造物振動数の高精度自動推定, 土木学会論文集 No.759/I-67, pp.271~282, 2004



図-3 使用したランガートラス橋全景

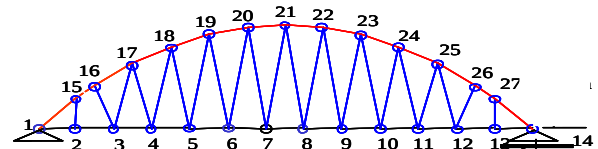


図-4 ランガートラス橋の線形梁モデル

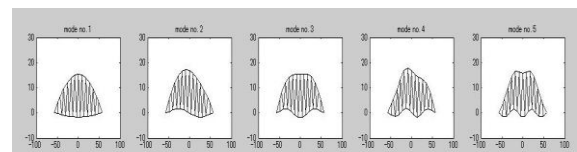


図-5 固有値分析より算出されたモード形状

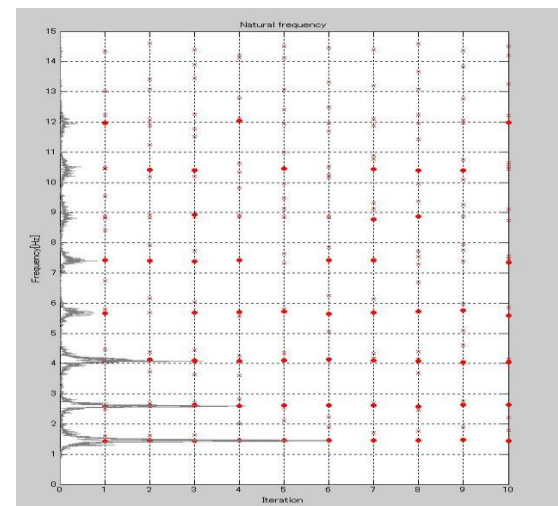


図-6 固有周波数の推定結果

表-1 固有値分析および構造同定の固有振動数

モード	固有値解析	構造同定
1次	1.463	1.477
2次	2.613	2.608
3次	4.114	4.086
4次	5.744	5.685
5次	7.547	7.400