

## 常時微動観測法を用いた無意根大橋の振動特性評価

室蘭工業大学

学 生 員 ○中村 亮太

室蘭工業大学

正 会 員 小室 雅人

室蘭工業大学

フェロー 岸 徳光

(独) 寒地土木研究所 正 会 員 西 弘明

(独) 寒地土木研究所 正 会 員 佐藤 京

### 1. はじめに

本研究では、耐震上および維持管理の観点から大規模曲線橋である無意根大橋を対象に、常時微動観測による固有振動特性の評価を試みた。さらに、有限要素法による固有振動解析を実施し、両者を比較することにより、曲線橋における本解析手法の妥当性の検討を行った。なお、本実験は平成18年11月に実施し、常時微動観測の他に強制加振実験に関しても実施した。

### 2. 無意根大橋の概要

無意根大橋は、一般国道230号の札幌市南部に位置する半径140m、橋長239mの大規模な曲線橋であり、昭和42年に竣工した。本橋の上部構造は5径間連続曲線箱桁橋、橋脚は鋼管構造で構成されており、鋼材には耐候性鋼材が使用されている。また、本橋梁は平成12年に発生した地滑り対策として橋脚張出部補強ブラケット(P3, P5橋脚、図-1c参照)、ベント上垂直補剛材(P3, P6橋脚)および桁負反力対策工(P2, P6橋脚、図-1d参照)が施工されている。写真-1には、無意根大橋の全景(P3～P6径間)を示している。

### 3. 常時微動観測の概要と結果

本研究では、常時微動観測データを以下のような暗振動と車両通行の2つに分類することにより、固有振動特性の評価を試みた。

- 暗振動：収録された波形データに大きな振幅が見られず一定な振動状態(最大4gal程度)

- 車両通行：車両通行によって大きな振幅(最大20gal程度以上)を伴う波形が存在する振動状態
- なお、振動モードの特定にあたり、鉛直成分には暗振動時データを、水平成分に関しては振幅が大きく示される車両通行時データを使用することとした。

測定する振動成分は全て加速度成分とし、主桁上および橋脚部に無線LAN式サーボ型加速度計(全65台)を設置した。なお、加速度計からの出力波形は5msのサンプリングタイムで収録用PCにて一括収録している。

図-2には常時微動観測結果の一例として、P4-P5区間の1/2地点の下流側で観測された加速度波形を示している。また、併せて加速度波形からFFT処理を施し求められたフーリエスペクトルを示している。図より、フーリエスペクトルには複数の卓越振動数が確認される。なお、これらの卓越振動数を基に後述の振動モード分布および表-1に示す固有振動数を特定した。



写真-1 無意根大橋の全景 (P3～P6 径間)

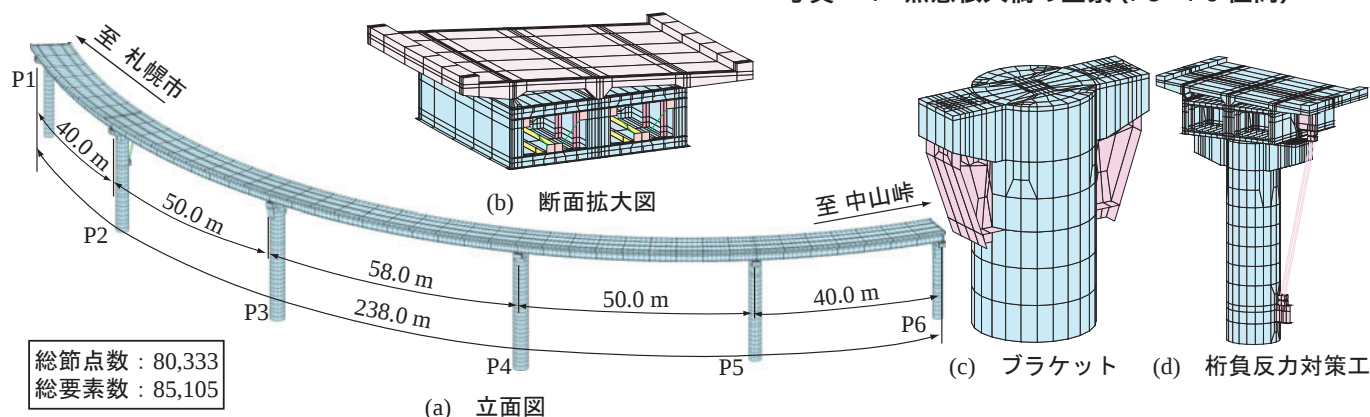


図-1 要素分割状況

キーワード：常時微動観測，固有振動特性，有限要素法，曲線橋

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

4. 三次元有限要素法を用いた固有振動解析

図-1には、本解析で用いた無意根大橋の要素分割状況を示している。解析対象範囲はP1～P6橋脚区間の238.0mである。本橋梁は脚高が31.5mと高いことにより、橋脚の振動が全体系の振動特性に影響を与えることが考えられるため、橋脚を含めた全体系のモデル化を行った。

弾性固有振動解析には、構造解析用汎用プログラムABAQUSを用いた。また、境界条件は、フーチング上面に相当する橋脚底面のみを完全固定とした。

5. 数値解析結果および実験結果との比較

表-1には、固有振動解析結果より得られた固有振動数を常時微動観測結果と比較して示している。表より、解析結果の最低次固有振動数は、0.74 Hzで水平振動モードとなっている。しかしながら、この振動モードは常時微動観測では特定することが不可能であった。これは、常時微動観測では水平方向の振動成分が小さいためと考えられる。また、解析結果と常時微動観測結果を比較すると、その誤差は2～8%程度となっており、曲げ振動およびねじり振動モードにかかわらず両者は比較的良好一致しているものと考えられる。

図-3には解析結果および常時微動観測から得られた振動モード分布を比較して示している。図より、(d)図の曲げ逆対称2次振動モードについて着目するとP5～P6区間において、また、(e)図の曲げ対称3次振動モードについて着目するとP1～P2区間において、解析結果は実験結果と比較して若干大きく示されていることが分かる。しかしながら、他の振動モードに関しては、解析結果と実験結果は概ね一致していることより、本解析手法は曲線橋の固有振動特性評価においても適用可能であるものと考えられる。

6. まとめ

- 本研究で得られた結果を整理すると、以下のようになる。
- 1) 常時微動観測結果より、6つの固有振動モード（曲げ成分5、ねじり成分1）および固有振動数を特定することができた。
  - 2) 三次元有限要素法を用いた固有振動解析と実験結果の比較より、両者の固有振動数および固有振動モードが概ね一致することが確認され、本解析手法は曲線橋の固有振動特性評価においても適用可能であることが明らかになった。
- 今後は、強制加振実験に関する検討も行い、常時微動観測では得られなかった水平振動成分の特定を試みる予定である。

表-1 数値解析結果と実験結果の比較

| 振動モード |         | 固有振動数 (Hz) |      | 誤差<br>解析/実験 |
|-------|---------|------------|------|-------------|
|       |         | 解析結果       | 実験結果 |             |
| 水平振動  |         | 0.74       | -    | -           |
| 曲げ振動  | 対称 1 次  | 1.55       | 1.47 | 1.05        |
|       | 逆対称 1 次 | 2.15       | 2.10 | 1.02        |
|       | 対称 2 次  | 2.51       | 2.37 | 1.06        |
|       | 逆対称 2 次 | 3.24       | 3.00 | 1.08        |
|       | 対称 3 次  | 3.35       | 3.13 | 1.07        |
| ねじり振動 | 対称 1 次  | 5.19       | 4.88 | 1.06        |

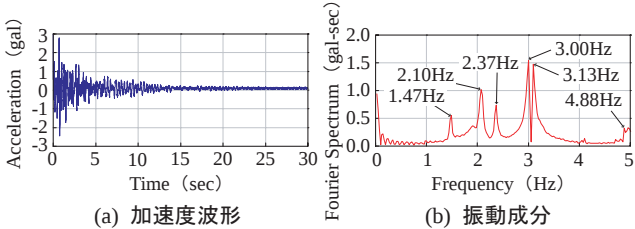


図-2 加速度波形とそのフーリエスペクトル

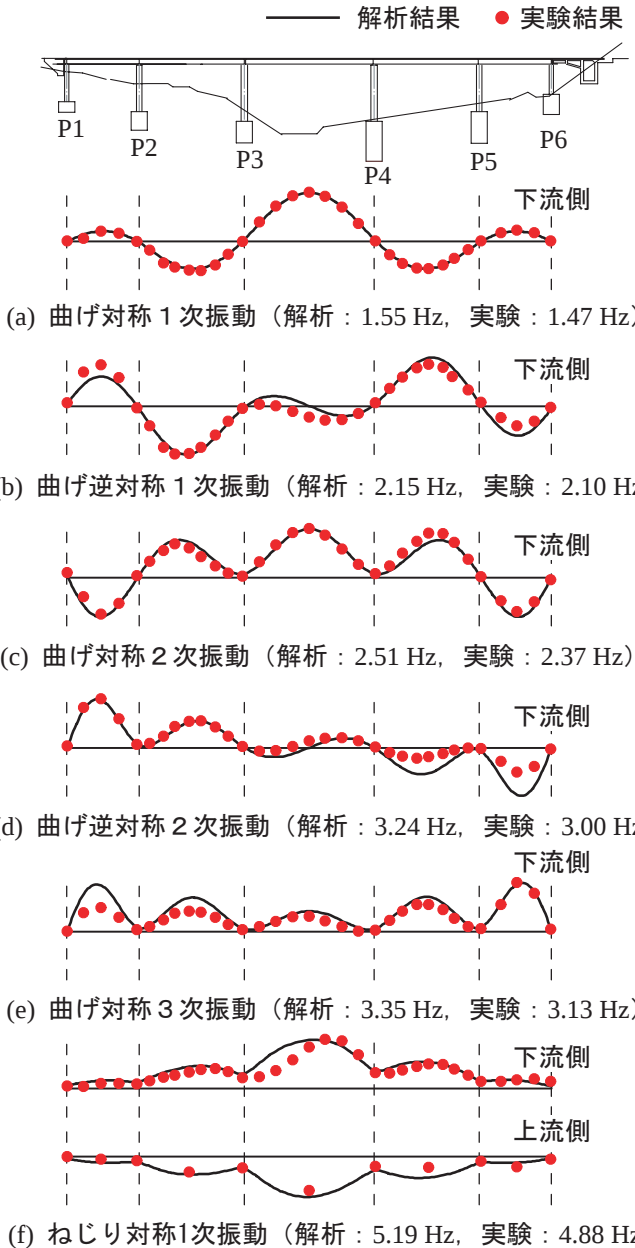


図-3 振動モード分布の比較