

## 常時微動観測による神納橋の固有振動特性評価

北海道開発局 正員 堀越 弘美  
北海道開発局 正員 三田村 浩

室蘭工業大学 正員 岸 徳光  
(株)KGE 正員 巽 治

### 1. はじめに

筆者らは、先に簡易に長大橋の固有振動特性を評価する一手法として常時微動観測法を取り上げ、神納橋を対象として実施し、その適用性の検証を試みた。しかしながら、測点を半スパンに限定したことにより特定が困難なモードもあることが判明した。本研究では、全スパンを対象とした観測を実施し、低次固有振動数および固有振動モードを抽出することを試みた。また、今回の観測では風荷重作用時のみならず車輛走行後の減衰振動波形の測定も実施し、固有振動特性を評価している。

### 2. 神納橋の概要

神納橋は昭和 37 年に一般道旭川深川線の石狩川に架設された橋梁で、主径間部は図 - 1 に示すように二径間連続鋼床版二箱桁斜張橋である。本斜張橋は二径間連続桁を連続する 2 本のケーブルで吊った構造で、横断方向には両端に箱桁を配し、床版部は鋼床版型式となっている。主塔は下端がヒンジで上端はケーブルに固定されている。

### 3. 常時微動観測の概要

常時微動観測はサーボ型加速度計（容量：9.8 m/s<sup>2</sup>あるいは 19.6 m/s<sup>2</sup>、周波数特性：DC～100 Hz）を全スパンに渡り 22 台設置して実施した。図 - 1 に配置位置を示している。測定する振動波形成分は全て鉛直方向加速度成分とし、サンプリングタイムは 10 ms としている。

車輛走行後の観測は、車輛通過直後の 10 sec 間と、ある程度時間が経過した後の 60 sec 間について行った。

### 4. データ処理の概要

卓越振動数の抽出、固有振動モード、固有振動数の決定は、以下のデータ処理過程に基づいて行うこととした。

- 1) 各観測加速度波形に関して FFT 処理を施しフーリエスペクトルを求める。
- 2) 主要な点に関するフーリエスペクトルから卓越振動数を抽出する。
- 3) 各卓越振動成分に対するモード分布を、フーリエスペクトル値および位相スペクトル値を用いて生成する。
- 4) 振幅の大きい測点の波形を基準にし、1/2 振幅毎の振動モードを求め、高次振動モードやねじり振動モードとの連成の有無を確認し、固有振動モード、固有振動数を決定する。

### 5. 結果と考察

#### 5. 1. 風荷重作用下における振動波形の観測結果

図 - 2 には、測点 4L における 10 Hz までのフーリエスペクトル図を示している。今回は微風状態下の観測であったため、高次振動成分に対して低次振動成分のスペクトル値が小

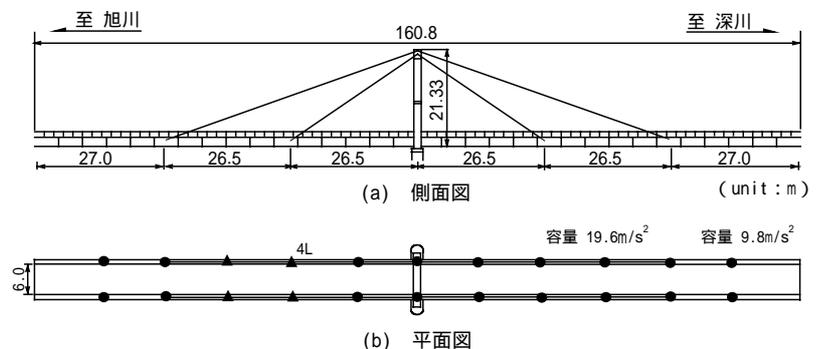


図 - 1 本斜張橋の概要図および加速度計 ( ● ) 設置位置

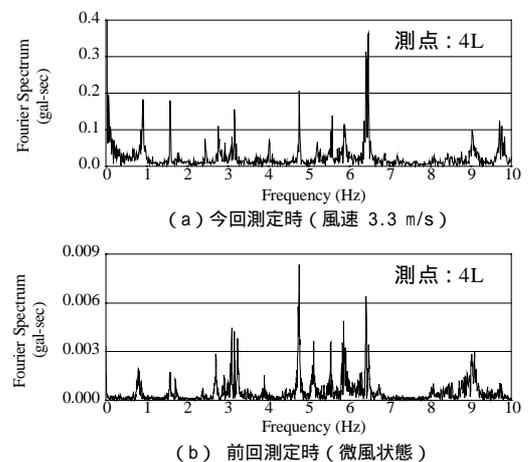


図 - 2 風荷重作用時のフーリエスペクトル

キーワード：鋼床版斜張橋、常時微動観測、固有振動

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

さく示されていた．それに対して，今回は適度な風速（3.3 m/s）状態下での観測であったため，低次から高次振動に至るまでほぼ同程度のスペクトル値を示していることがわかる．

次に，フーリエスペクトル図を基に，各卓越振動数に関するモード図を作成し，固有振動数の特定を行った．図 - 3 には曲げ振動に関するモード分布を，表 - 1 には固有振動数を前回の測定結果と比較して示している．図より，対称振動に関しては若干他の振動成分との連成も見られるが，大略固有振動成分のみのモード分布を示していることがわかる．表より，曲げ振動成分に関しては，今回の測定結果に基づいた振動数が前回のそれよりも大きく評価されている．特に逆対称一次振動に関しては約 10% の増加となっている．これは，前回測定が比較的温暖な時期（平成 12 年 10 月中旬）に実施されたのに対し，今回の測定は積雪寒冷時（平成 13 年 11 月下旬）に実施していることより，温度低下によってアスファルトの剛性増加あるいは支承部の凍結による摩擦力の増加等が影響しているものと推察される．また，前は半スパンのみの測定であったため，曲げ振動の対称一次やねじり振動の逆対称一次，対称一次振動モードの特定が困難であった．しかしながら，今回は全スパンに渡って測定を実施していることにより，全ての振動モードに対して明確に特定できることがわかる．

5. 2. 車輛走行後の減衰振動波形の測定結果

本研究では，風荷重のみが作用する場合の他，前述のようにトラック走行後の減衰自由振動波形の測定も実施した．図 - 4 には各測定ケースにおけるフーリエスペクトル分布を，表 - 1 には特定された固有振動数を示している．

まず，フーリエスペクトル分布に関する比較を行う．図 - 2 より，風荷重作用時にはスペクトルが増減の激しい分布を示し，固有振動成分とランダム波成分が合成された特性を呈している．それに対して，車輛走行後の場合には，図 - 4 より，平滑化されたスペクトル分布特性を示し，主に固有振動成分のみによって合成された振動が発生していることがわかる．

次に固有振動数に関する検討を行う．なお，本斜張橋は一車線道路で車輛が桁中央部を走行していることより，ねじり振動成分の励起は小さく，その特定が困難であったため，ねじり振動に関する固有振動数は評価していない．表 - 1 より車輛走行後の固有振動数は，風荷重作用時のそれとほぼ同様な値を示していることがわかる．

6. まとめ

- 1) 今回の常時微動観測では全スパンに渡って測定を実施していることにより，低次の全ての振動モードに対して明確に特定可能であることが明らかとなった．
- 2) フーリエスペクトル分布において，風荷重作用時の振動波形の場合には増減の激しいスペクトル分布を示すのに対し，車輛走行後の減衰波形の場合には平滑化された分布特性を示すことが明らかとなった．

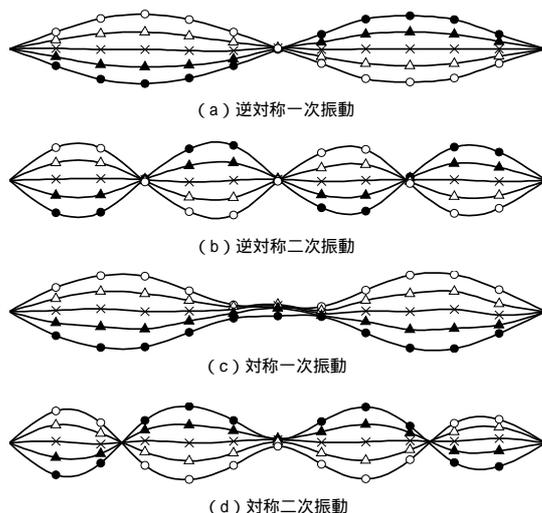


図 - 3 モード分布図（曲げ振動）

表 - 1 固有振動数一覧

振動モード	風荷重作用時		車輛走行後
	今回	前回	
曲げ	逆対称一次	0.90	0.82
	逆対称二次	2.80	2.72
	対称一次	1.77	および 1.72
	対称二次	4.03	-
ねじり	逆対称一次	2.45	3.10 および 3.25
	逆対称二次	5.21	4.75
	対称一次	3.08	3.10 および 3.25
	対称二次	6.46	-

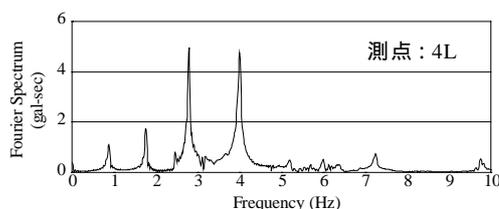


図 - 4 車輛走行後のフーリエスペクトル