

## 機能分離型支承を有する4径間連結PCコンポ橋の固有振動特性評価

室蘭工業大学  
(株)構研エンジニアリング  
室蘭工業大学

正会員 ○小室 雅人  
正会員 牛渡 裕二  
名誉会員 岸 徳光

室蘭工業大学  
北海道道路エンジニアリング(株)

正会員 瓦井 智貴  
正会員 赤代 恵司

## 1. はじめに

本研究では、供用開始前の4径間連結PCコンポ橋を対象に、維持管理を行う上で重要となる固有振動特性の把握を目的として、トラック走行および人力加振による現地振動実験を実施した。また、三次元有限要素モデルによる固有振動解析も合わせて実施し、得られた結果を実験結果と比較した。対象橋梁は斜角を有していることより、斜角の有無が橋梁全体の振動特性に及ぼす影響についても数値解析的に検討を行った。

## 2. 橋梁概要

図1には、対象橋梁の一般図を示している。対象橋梁は、函館市から江差町に至る函館江差自動車道の一部である茂辺地木古内道路に架設された橋長140m、幅員10.5mの4径間連結PCコンポ橋である。下部工形式は、A1、A2が逆T式橋台、P1～P3は張出式矩形橋脚であり、いずれの橋台、橋脚においても機能分離型支承が用いられている。なお、同橋梁は75°の斜角を有している。

図2には主桁連結部分の概要図を示している。各主桁は橋脚上でそれぞれ独立した支承で支持されている。橋軸方向の連結には、場所打ちの横桁と床版で桁を一体化させることで中間支点上にジョイントがなく、連続桁と同様に走行性に優れる特徴を有している。

## 3. 振動実験概要

本実験では、加速度計測にデジタルサーボ型振動計を用い、図1に示すように橋梁上部工に50点(鉛直方向：40ch、橋軸および橋軸直角方向：各5ch)設置した。各

振動計の出力は、無線LANを介して、5msのサンプリングタイムでPCにて一括収録している。

写真1には加振状況を示している。実験では、1)大型車両(重量：20t)走行、あるいは2)P1～P2スパン中央部での人力加振によって振動を励起させ、加振後の減衰自由振動状態における加速度データを収録した。また、大型車両走行によって加振する場合には、(a)片側車線を1台のみが走行する場合、(b)片側車線を2台直列に一方方向に走行させる場合、あるいは(c)両側車線を使用し2台を並列に走行させる場合など、走行速度や進行方向を変えて複数回実施した。

図3には、実験結果の一例として、図1に示す測点aで得られた大型車両走行後(V=40km/h)の加速度波形とそのフーリエスペクトルを示している。なお、スペクトル解析には、32,768(=2<sup>15</sup>)個のデータを使用した。(a)図より、加速度振幅の最大値が0.4gal程度であることが確認できる。また、(b)図より、複数の卓越振動数が存在することが分かる。これらの卓越振動数や位相スペクトルを用いて固有振動数および固有振動モードの特定を行った。

## 4. 数値解析概要

図4には、本研究で用いた三次元有限要素モデルを示している。ここでは振動特性を適切に評価するために、対象橋梁の縦断勾配や斜角あるいは機能分離型支承などを、実構造と同様に可能な限り詳細にモデル化した。また、上部工や支承、下部工には全て8節点固体要素を使用した。

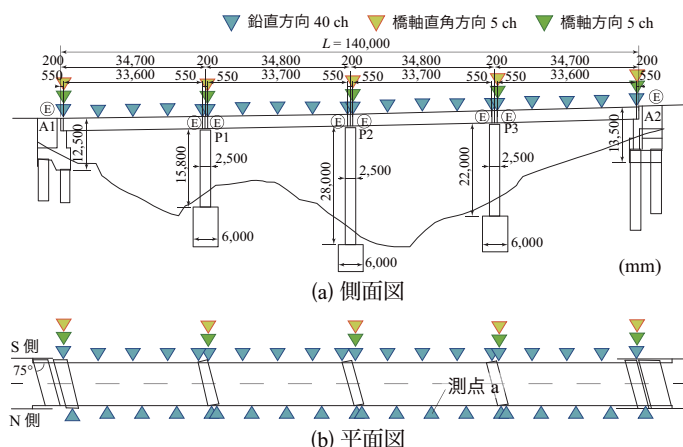


図1 一般図および加速度計配置図

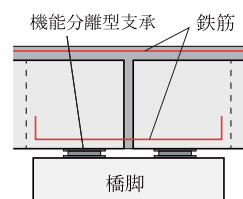
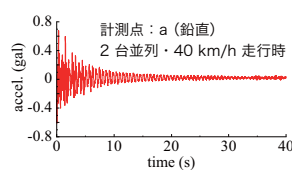


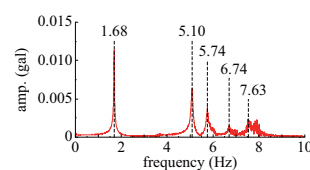
図2 主桁の連結構造



写真1 車両走行状況



(a) 加速度波形



(b) フーリエスペクトル

図3 加速度波形とフーリエスペクトル

キーワード：固有振動特性、振動実験、固有振動解析、コンポ橋

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 もの創造系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5228

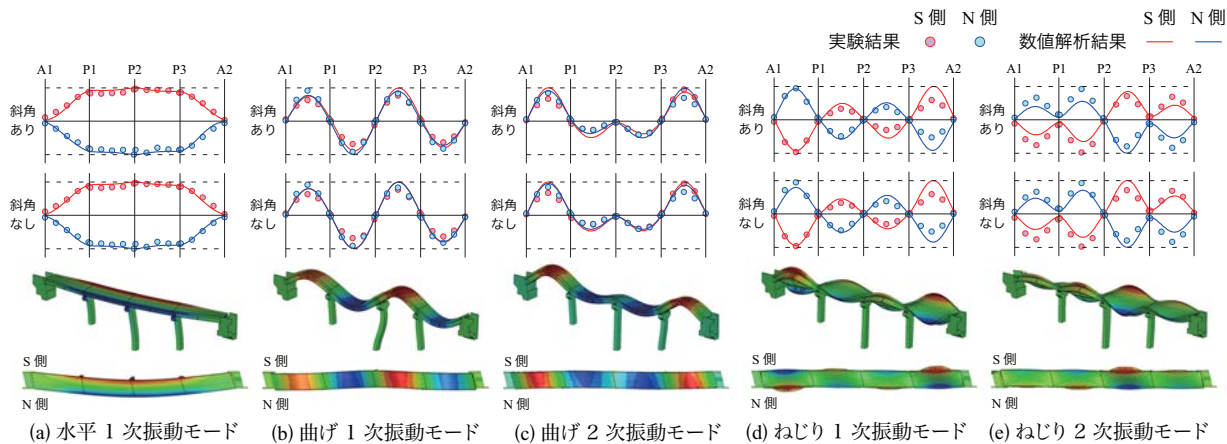


図5 振動モード分布の比較

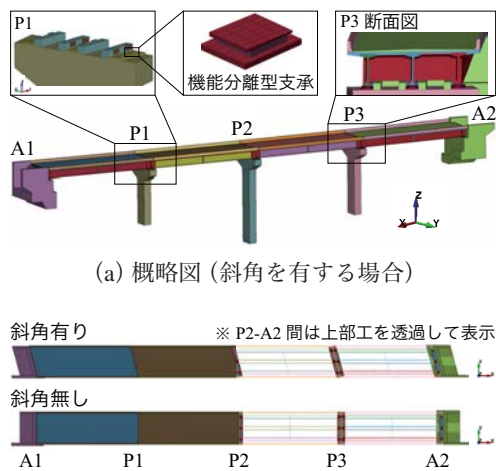


図4 有限要素モデル

なお、本解析モデルでは、弾性解析であることを前提にPCケーブルや鉄筋のモデル化を省略し、断面形状のみを忠実に再現した。境界条件は、橋脚下部を覆っている地盤の影響を無視し、橋台底面もしくは橋脚のフーチング上面を完全固定として設定した。

(b) 図には、本研究で用いた2種類の解析モデルの平面図を示している。ここでは、斜角が橋梁全体の振動特性に及ぼす影響を検討するために、実構造と同様に斜角を有する場合と斜角を無視し直橋とした場合について固有振動解析を実施した。なお、直橋モデルの場合には、橋台・橋脚が橋軸方向に対して直角となるように配置した以外は全て実橋梁(斜角有り)と同じ条件を設定した。なお、数値解析には構造解析ソフトウェアLS-DYNAを使用した。

5. 実験結果および固有振動解析結果の比較

図5には振動実験より得られた振動モード分布について、斜角の有無による2ケースの固有振動解析結果と比較する形で示している。なお、全ての振動モードは上流側(N側)の最大振幅が1となるように正規化し、図中の点線は、基準となる正規化振幅を示している。

実験結果では、水平1次、曲げ1次、2次、ねじり1次、

表1 固有振動数の比較

固有振動モード	固有振動数 (Hz)		
	実験結果	数値解析結果	
		斜角あり	斜角なし
水平1次	1.68~1.71	1.65 (-3.38%)	1.68 (-1.83%)
曲げ1次	5.06~5.13	5.12 (+1.13%)	5.16 (+2.00%)
曲げ2次	5.70~5.81	5.76 (+1.07%)	5.75 (-1.02%)
ねじり1次	6.74~6.99	6.82 (+1.13%)	7.04 (+4.40%)
ねじり2次	7.61~7.71	7.53 (-2.28%)	7.57 (-1.80%)

( ): 実験結果との最大誤差

2次の5つのモードが得られた。また、斜角のある解析結果と実験結果を比較すると、ねじり2次振動モードで実験結果と若干異なるものの、それ以外の振動モードは両者でよく対応していることが分かる。なお、斜角の有無によるモード比較を行うと、前者はNとS側で同一振幅を示しているものの、後者では若干の差異が確認される。

表1には、実験結果および解析結果から得られた固有振動数を比較して示している。数値解析結果は、斜角の有無にかかわらず、いずれのモードに関しても実験結果と概ね対応している。なお、実験結果との差異が5%程度生じているモードも確認される。これは機能分離型支承の弾性係数を設計時のばね定数で簡易に評価していること、などによるものと推察される。なお、本橋梁に関しては固有振動モードも含めて斜角の有無が橋梁全体の振動特性に及ぼす影響は小さいものと判断される。

6. まとめ

- 1) 現地振動実験より、5つの固有振動数および振動モード分布を特定した。また、固有振動解析結果より同様のモードを確認した。
- 2) 数値解析結果より、本橋梁の場合には斜角の有無が橋梁全体の振動特性に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

謝辞：本実験を遂行するにあたり、国土交通省北海道開発局函館開発建設部函館道路事務所には実験フィールドの提供など多大なご協力を頂いた。ここに、深く感謝の意を表する。