

強制加振実験法を用いた無意根大橋の健全度評価

(株)エイジェック 正会員 ○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、強制加振実験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、現状における本橋梁の健全性についての検討を行った。なお、本実験は平成18年11月に実施し、強制加振実験の他に常時微動観測に関しても実施した。常時微動観測に関しては、固有振動特性が数値解析と大略一致していることを確認している¹⁾。

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橋長239m、曲線半径140m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-1(c)参照)、ベント上垂直補剛材(P3, P6橋脚)および桁反力対策工(P2, P6橋脚、図-1(d)参照)が施工されている。

3. 強制加振実験の概要と結果

3.1 強制加振実験の概要

強制加振実験はトラッククレーン(全質量:26.5t)を用

いた重錘上下法(2t重錘)により行った。また、橋梁各点に設置した加速度計からの出力を同時収録し、得られた加速度波形を基に低次の各固有振動数および固有振動モードの抽出を行った。加振位置はP1-P4径間の下流側を用い、P1-P2径間を L_1 、P2-P3径間を L_2 、P3-P4径間を L_3 として、 $L_1/2$ 点、 $L_2/2$ 点および $L_3/2$ の3点とした。

3.2 強制加振実験結果

図-2には強制加振実験結果の一例として、P1-P2区間の中心部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。また、表には強制加振実験と同時に実施された、常時微動観測により特定した固有振動数も併せて示している。表より、両者の固有振動数を比較すると、両者の固有振動数の誤差は最大でも2%以下であることより、いずれの実験においても固有振動特性を適切に評価できているものと判断される。

4. 三次元有限要素法を用いた固有振動解析

4.1 固有振動解析の概要

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

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)						加振位置
		強制加振			常時微動観測			
		解析結果 *	実験結果	解析/実験	解析結果	実験結果	解析/実験	
曲げ振動	対称 1 次	1.51	1.44	1.05	1.55	1.47	1.05	$L_3/2$
	逆対称 1 次	2.15	2.08	1.03	2.15	2.10	1.02	$L_3/2$
	対称 2 次	2.47	2.32	1.06	2.51	2.37	1.06	$L_3/2$
	逆対称 2 次	3.14	3.00	1.05	3.24	3.00	1.08	$L_1/2$
	対称 3 次	3.34	3.15	1.06	3.35	3.13	1.07	$L_3/2$
ねじり振動	対称 1 次	5.17	4.88	1.06	5.19	4.88	1.06	$L_2/2$
	逆対称 1 次	5.79	5.49	1.05	—	—	—	$L_1/2$

* クレーン質量考慮

キーワード：強制加振実験，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

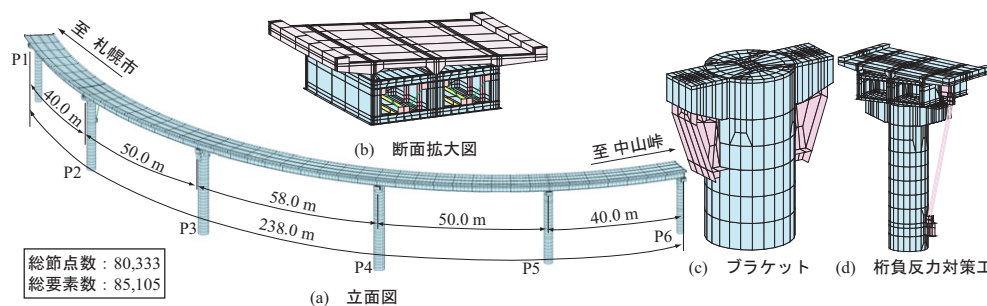


図-1 要素分割状況

である。本橋梁は脚高が31.5 m 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。

4.2 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強制加振実験結果と比較して示している。表より、固有振動数に着目すると、解析結果と強制加振実験結果の誤差は最大 6% 程度となっており、解析結果は実験結果と大略一致している。また、両解析結果を比較すると、両実験結果間で比較する場合と同様に強制加振実験時の解析結果は常時微動観測時の解析結果より小さいことがわかる。図-3 には解析結果および強制加振実験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、全ての振動モードにおいて両者の誤差は小さく、解析結果は、強制加振実験結果とほぼ一致していることが分かる。これより、現況における断面剛性等は設計時当初から大きく変化していないものと考えられることから、本橋の健全性は保持されていると推察される。

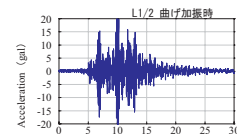
5. まとめ

本研究で得られた結果を整理すると、以下のようになる。強制加振実験結果より、

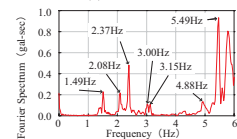
- 1) 7つの固有振動モード（曲げ成分5，ねじり成分2）および固有振動数を特定することができた。
- 2) 常時微動観測結果との比較により、本実験法を適用する場合においても固有振動特性を適切に評価できているものと判断される。

有限要素法を用いた固有振動解析より、

- 3) 数値解析結果と強制加振実験結果は大略一致することが確認できた。
- 4) これより、現況における断面剛性等は設計時および



(a) 加速度波形



(b) 振動成分フーリエスペクトル

図-2 加速度波形とそのフーリエスペクトル

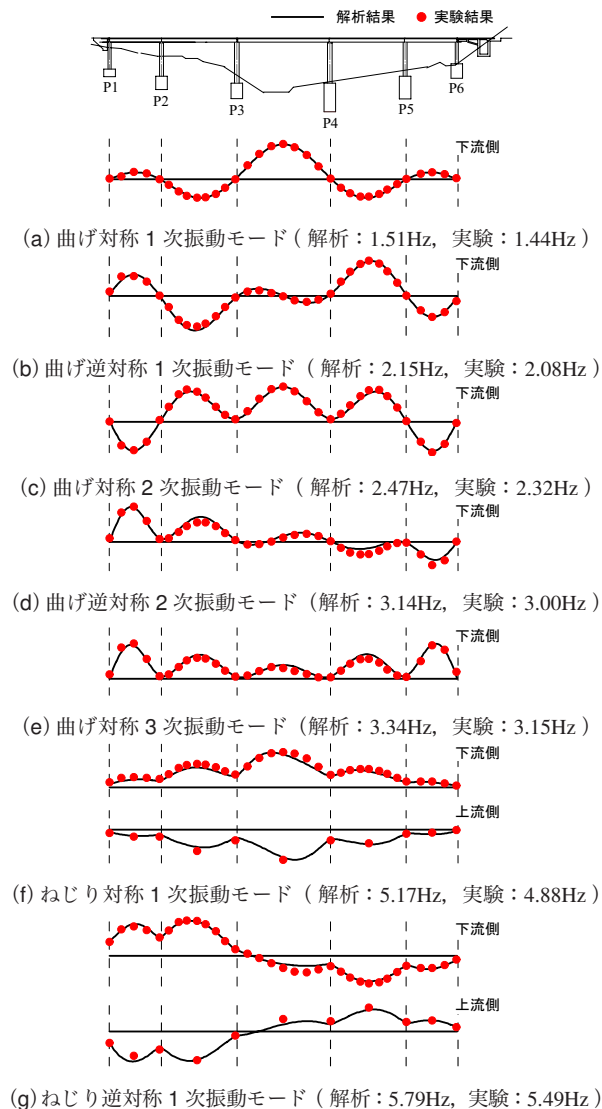


図-3 振動モード分布の比較

補修補強時当初から大きく変化していないことが確認され、本橋の全体系挙動に与える大きな損傷や材料劣化は生じていないものと推察される。

参考文献

- 1) 小室雅人, 岸 徳光, 西 弘明, 佐藤 京, 中村亮太: 常時微動観測法を用いた無意根大橋の振動特性評価, 土木学会第 62 回学術講演会概要集報告集, (CD-ROM), I-96, 2007.9