

宇品大橋の実橋振動実験

三菱重工業株式会社 正会員 ○渡部 剛賢 広島高速道路公社 宮脇 崇泰
広島高速道路公社 田邊喜久夫 広島高速道路公社 森原 隆浩

1. まえがき

宇品大橋は、広島高速3号線（広島南道路）の一部を構成する橋梁で、中央径間を単弦ローゼで補剛した日本最大支間長（全長 550m、中央径間長 270m）を有する3径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋の舗装工事を終え、構造的にほぼ完成状態になった平成11年11月に実橋を起振機で加振し、本橋の耐風安定性など動的設計の基礎となる固有振動特性（特に減衰特性）を実測し、設計計画値の検証を行った。

2. 実験の方法

本実験では、宇品大橋の耐風性検討に必要な鉛直たわみ4モードを対象とし、長大橋加振用の大型起振機（196N×100cm）1台を側径間中央に配置し、鉛直方向の正弦波加振を行った。計測項目は、桁、橋脚の主要点の加速度および支承の変位などで、これら計測器の配置および起振機設置位置を図1に、また、使用した起振機の仕様を表1に示す。

3. 実験結果および考察

実験対象とした4モードの共振曲線を図2に示すが、5，6次モードは、振動数が極めて接近しているため、1つのピークとして現れている。固有振動数の実測値を計算値と比較すると、表2に示すように設計モデルは10%程度高目であるが、修正モデルについてはほぼ一致している。なお、修正モデルは、コンクリート壁高欄、中央分離帯など設計上剛性を無視している付属物剛性を考慮したモデルである。次に、振動モードの比較を図3に示す。1次、2次モードは実測と計算が良く一致しているが、5次、6次モードの実測値は、計算値の5，6次モードを加算したモードと一致する。次に、共振点で起振機を急停止し、自由減衰波形から対数減衰率を求めた。自由減衰波形を図4に示すが、各モードとも比較的単調な自由減衰波形である。2つのモードが重なり合った5，6次モードについてもビートなどは生じておらず、単一モードの自由減衰波形と見なし得る。これらの結果から、本橋の5，6次モードは振動数が極めて接近しているため、両者が重なり合った1つのモードとして現れる重根としての特性を示していると考えられる。

実測対数減衰率に対し、エネルギー的手法を用いて減衰解析を行った。橋体各部を①アーチ、②桁、③高欄、④中央分離帯、⑤橋脚、⑥沓に分割し、各部のエネルギーを求めた。減衰エネルギーの算出に当たっては、不明確な各部のロスファクターを、実測対数減衰率に適合するよう逆解析で求めた。逆解析の方法は、上記の内①と⑥の影響度が小さい事を利用して、②および④、③および④の3つの部分のロスファクターを未知数として、実測3モードの減衰率が最も適合するロスファクターを算出した。こうして求めた減衰率の解析値は、表3に示すように実測値とほぼ対応しており、また、逆解析によるロスファクターも既往の実験データに照らし、比較的妥当と考えられる値である。表3に各部の減衰への寄与率を示すが、各モードとも橋脚の寄与率が大きく、本橋の対数減衰率が既往橋に比べて大きい要因に橋脚の影響があると推察される。

4. まとめ

対数減衰率の実測値は、いずれのモードとも本橋の渦励振抑止条件 $\delta=0.06$ を上回る値であり、本橋の耐風安定性が検証できた。さらに、これら本橋の実測結果および減衰の要因分析などの検討結果は、今後、耐風設計資料として役立つものと考えられる。なお、本実験に当たり、建設省土木研究所構造研究室佐藤弘史室長、他の皆様にご指導頂きました。深く感謝いたします。

キーワード：鋼床版箱桁橋、実橋振動実験、対数減衰率、エネルギー解析

連絡先* ：〒730-8642 広島市中区江波沖町5-1 三菱重工業(株)広島研究所 TEL 082-292-5943 FAX 082-291-8310

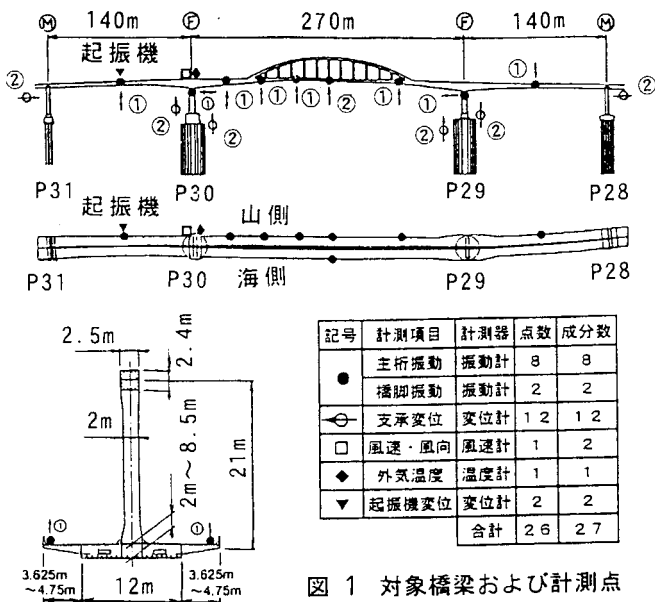
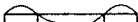
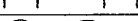
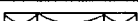


図 1 対象橋梁および計測点

表 2 実験結果一覧表

振動モード — 1		固有振動数 (Hz)				実測値	対数減衰率 δ	最大振幅 (cm)
		計 算 値						
		設計モデル						
		基本設計 構造	最終設計 構造	修 正 モデル				
たわみ 1 次		0.361	0.384	0.416	0.434	0.060	4.3	
たわみ 2 次		0.397	0.433	0.473	0.488	0.109	1.7	
たわみ 5 次		0.788	0.920	0.997	0.998	0.101	0.4	
たわみ 6 次		0.788	0.925	1.002				

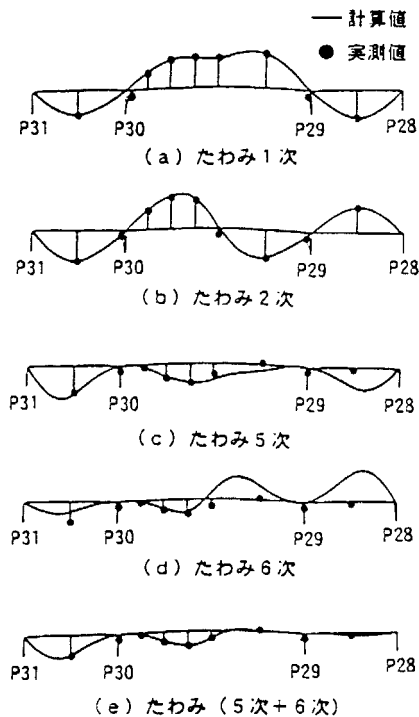


図 3 振動モードの比較

表 1 起振機の主要諸元

加振方向	鉛直方向
本体重量	約 362.8kN (37tonf)
ウェイト重量	196.1kN (20tonf)
ウェイトストローク	±100cm
同期制御	2 台同相周期および逆相同期運転
駆動方式	AC サーマモーター (55kW)
急停止装置	ディスクブレーキによる急制動
電源	エンジン発電機 (200kVA)

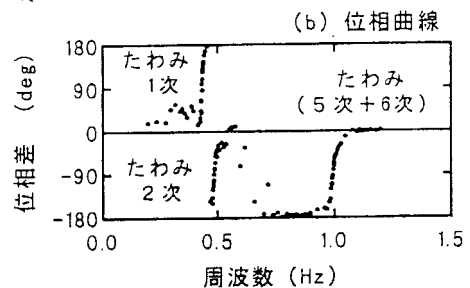
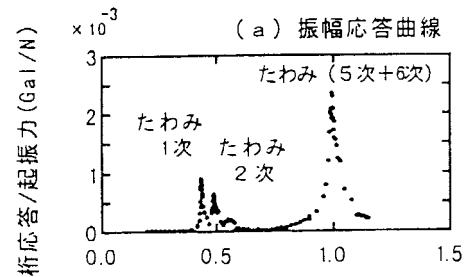


図 2 共振曲線

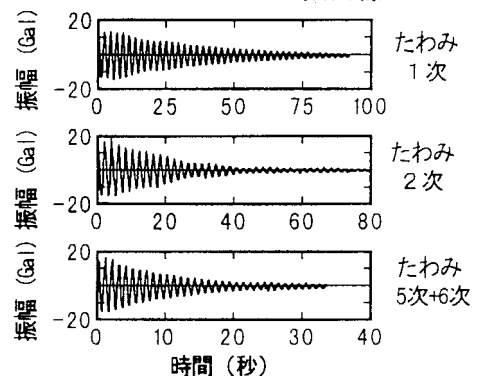


図 4 自由減衰波形

表 3 橋体各部の減衰エネルギー比

構造部	ロス ファクター	振動モード		
		1 次	2 次	5 次 + 6 次
アーチ	0.00318	2.3 %	0.9 %	1.2 %
桁	0.01045	34.1 %	13.4 %	26.6 %
高欄	0.034	10.3 %	4.3 %	8.1 %
中央分離帯	0.034	8.9 %	3.9 %	6.8 %
橋脚	0.09	43.5 %	67.2 %	50.3 %
沓	摩擦係数 0.001	0.9 %	10.3 %	6.9 %
合計	—	100 %	100 %	100 %
解析対数減衰率 δ		0.062	0.123	0.097

参考文献 1) 栗原広行、他 "宇品大橋 (仮称) における耐風安定性の検討" 橋梁と基礎 1999.12

2) 栗原広行、他 "宇品大橋上部工の施工" 橋梁と基礎 2000.2

3) 山口宏樹、他 "斜張橋振動減衰のエネルギー評価法と鶴見つばさ橋への適用" 土木学会論文集 1996.7

4) 宮脇崇泰、他 "宇品大橋の実橋振動実験" 土木学会中国支部講演概要集 2000.