

女神大橋の斜ベントを転用した仲沖橋の固有振動特性に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○下田佑貴

長崎大学工学部 フェロー

高橋和雄

長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三

中国・福州大学 非 会 員

呉 慶雄

長崎県土木部 正 会 員

北原雄一

1. まえがき

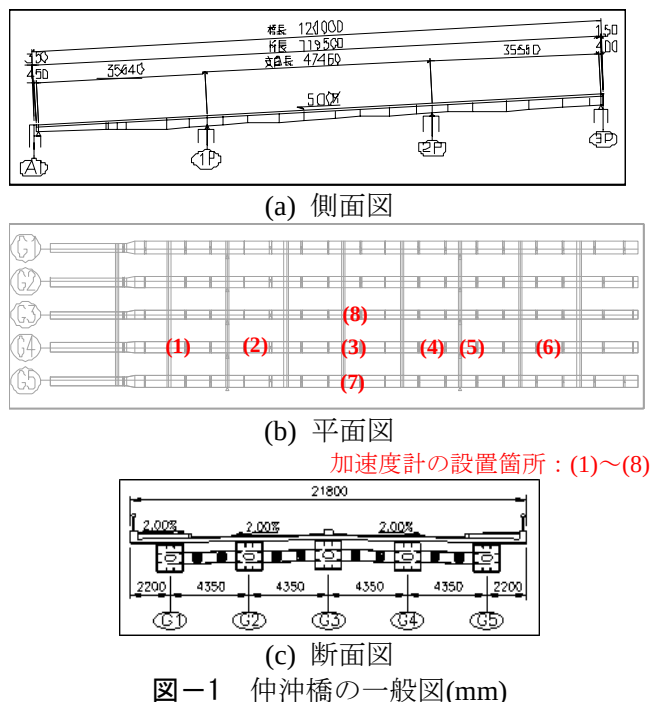
現在、わが国では公共工事におけるコスト縮減、また、環境負荷低減を目的としたリサイクルの促進に対する関心が高まっている。本研究の対象である長崎県諫早市の破籠井鷺崎線を形成する仲沖橋は、橋長 120m の 3 径間連続箱桁橋であり、長崎県で建設された長大斜張橋の女神大橋架設時に使用された斜ベントを、橋梁の主構造材として転用した橋梁である。斜ベントの有効活用として、橋梁本体への転用は本橋が初の試みであり、趣旨として新規製作桁の減少によるコスト縮減効果および転用部材量の増加による環境負荷低減（リサイクルの促進）を目的に製作された橋梁である。昨年度、仲沖橋の構造モデルを作成し、モデルによる固有振動解析を行った¹⁾。本研究では、仲沖橋が完成直前になったので、常時微動計測を実施し、固有振動数を解析値と比較することにより上部工の構造モデルの妥当性を検証する。構造モデルは、実橋に近い合成桁の 5 本主桁モデルと 5 本の主桁を一体化した主桁一体モデルを用いる。さらに、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動を受ける場合の地震応答解析を行う。

2. 仲沖橋の概要

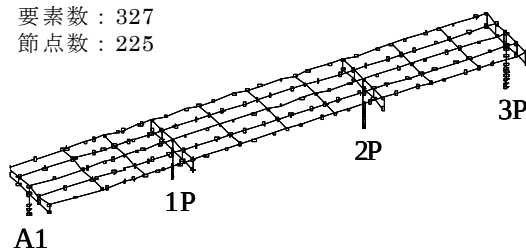
仲沖橋は、長崎県諫早市破籠井町の国道 34 号との交点を起点に同市鷺崎町の国道 57 号との交点を終点とした破籠井鷺崎線を形成する一部の橋梁である。図-1 に仲沖橋の一般図を示す。橋梁形式は 3 径間連続 RC 床版をもつ 5 本主桁箱桁橋、支間長は 120m、幅員は、車道部が 15.344m、歩道部 6m、床版は RC 床版、厚さ 250～260mm、支承は反力分散ゴム支承、使用鋼材は SM400, SM490Y, SM570 などである。

3. 構造モデル

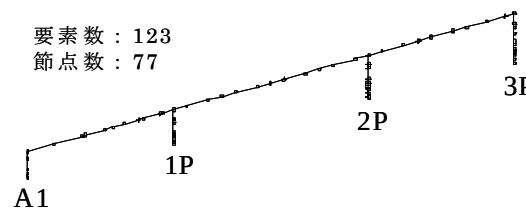
本研究では、三次元有限要素法を用いて仲沖橋の固有振動解析を行う。解析ソフトは TDAPⅢを用いる。上部工のモデル化に際して、5 本主桁の場合は、床版および主桁を合成桁とするフレームモデルとし、主桁一体モデルは、合成桁を 1 本のはり部材とする。下部工躯体は両モデル共に 1 本のはり部材とする。また、各下部工と上部工間の連結はゴム支承の弾性を考慮したスカラーバネとする。さらに、応答解析の照査項目である最大応答変位には「支承の変形」も含まれることから、橋台部における支承の変形が求められるように全体系のフレームモデルとする。図-2 に 5 本主桁モデル、図-3 に主桁一体モデルを示す。



要素数：327
節点数：225



要素数：123
節点数：77



4. 解析結果

計測時には舗装がされていない状態であったので、死荷重を軽減したモデルを用いて解析を行った。仲沖橋の5本主桁モデルと主桁一体モデルから求めた固有振動数の10次までを表-1に示す。5本主桁モデルを基準として対応する主桁一体モデルの結果を表示している。主桁一体モデルでは、ねじれ振動は得ることができないため、固有振動数は空欄にしている。橋軸方向と鉛直方向の両者の固有振動数は、ほぼ一致している。面外方向の3次振動には大きな差が見受けられる。この固有振動形は、主桁の面外方向の曲げ変形モードを示すもので、主桁一体モデルでは、剛性を過大に評価しているおそれがある。

5. 常時微動計測

5.1 計測方法

仲沖橋の常時微動計測にあたって、加速度計の向きを変更しながら、鉛直方向、橋軸方向および橋軸直角方向の加速度を計測した。時間刻みは0.01秒、計測時間は720秒とし、サブスペース同定法を用いて固有振動特性を推定した。鉛直振動は同定することができたが、橋軸方向および橋軸直角方向の振動に関しては、振動のレベルが小さく、固有振動数を同定するに至らなかった。

5.2 計測結果

図-4に鉛直振動の固有振動数の推定結果を示す。3次振動までの固有振動数が得られている。また、振動モードの比較を図-5に示す。振動モードは対応していることが確認できる。さらに、鉛直方向の常時微動計測より得られた固有振動数および減衰定数の一覧表を表-2に示す。固有振動数および減衰定数は、推定結果の平均値である。表-2の結果より、固有振動数の差が3.6~28.3%となって、差が大きいモードもあることから、さらにモデルの検討が必要であると考えられる。減衰定数について、0.005~0.008という小さい結果が得られている。

6. まとめ

本研究では、主桁のモデル化の影響と振動計測の比較を示したが、引続きレベル1地振動および2レベル地震動が作用した場合の地震応答解析を行う予定でいる。地震応答解析結果については、講演時に発表する。

参考文献

- 1) 園部浩昭, 高橋和雄, 中村聖三, 呉 慶雄, 北原雄一: 女神大橋の斜ベントの3径間連続RC床版箱桁橋への適応と動的検討: 平成19年度土木学会西部支部研究発表講演概要集第一部門, pp.163~164, 2008.3

表-1 5本主桁モデルと主桁一体モデルの固有振動数の比較

モード 次数	固有振動数(Hz)		差(%)	振動 モード
	5本主桁 モデル	主桁一体 モデル		
1	0.942	0.956	1.5	面外1次
2	0.948	0.952	0.5	橋軸1次
3	1.071	1.102	2.8	面外2次
4	1.987	2.003	0.9	鉛直1次
5	2.648	4.337	63.8	面外3次
6	2.962	2.997	1.2	鉛直2次
7	3.065	-	-	ねじれ1次
8	3.331	-	-	ねじれ2次
9	3.623	3.686	1.7	鉛直3次
10	3.947	3.775	-4.4	橋軸2次

差=(一体モデルと5本主桁モデルの固有振動数の差)
/5本主桁モデルの固有振動数×100

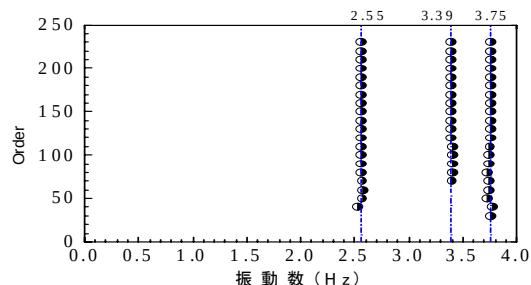


図-4 固有振動数の推定 (鉛直振動)

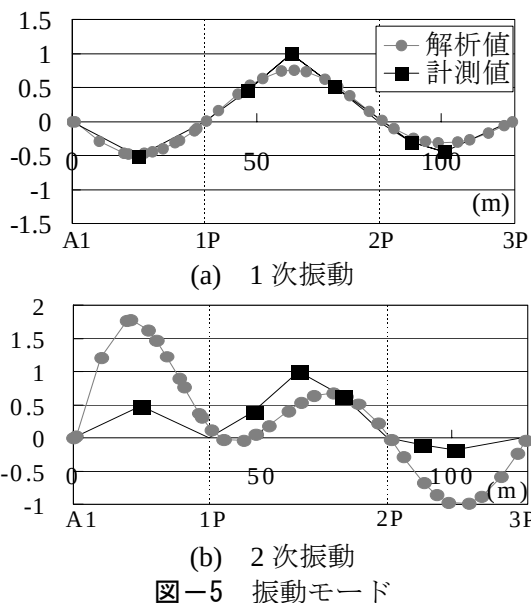


図-5 振動モード

表-2 得られた固有振動数と減衰定数(鉛直)

鉛直 振動 モード	固有振動数(Hz)		差(%)	減衰定数
	解析値	計測値		
1	1.99	2.55	28.3	0.005
2	2.96	3.39	14.3	0.005
3	3.62	3.75	3.6	0.008

差=(計測値-解析値)/解析値×100