

ニールセン橋（寺島大橋）の振動特性に関する研究

長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄 長崎大学工学部 学生会員○高木慶聡
長崎大学工学部 正会員 中村聖三

1. はじめに

寺島大橋は、長崎県の離島振興事業の一環として計画された西彼杵郡大島町(西海市)の大島と寺島を結ぶ橋梁で、1988年に開通した¹⁾。本橋は長崎県で初めて架設されたニールセンローゼ橋である。寺島大橋の設計時には、震度法に基づく耐震設計が行われたのみで、動的な解析は行われていない。そこで、本研究ではまず、寺島大橋の上部工のFEモデルを作成し、固有振動解析を行い、固有振動特性を把握する。次いで、常時微動計測を行い、subspace法によって推定した固有振動数を解析値と比較し、モデル化の妥当性を検証する。さらに、設計震度に相当するレベル1地震動による線形地震応答解析を行う。

2. 寺島大橋の概要

寺島大橋は西彼杵郡大島町の大島と寺島を結ぶ橋梁で長崎県の離島振興事業の一環として計画され、1986年12月9日に一括架設された。本橋の橋格は一等橋(TL-20)である。橋長は268.65m、支間は160.5mのニールセン系ローゼ桁、側径間はPCボステン単純T桁、幅員は8.0mである。離島架橋であるが、寺島側に工場があるため、一等橋で設計された。アーチライズは28.0mで、ライズ比は1/5.7である。斜材にはロックドコイルロープC型φ54が使用された。使用鋼材はS M58, SM50Y, SS41, F10Tなどである。床版はRC床版で、厚さは0.21m、平行ネット組みである。アスファルト舗装の厚さは0.06mである。1999年に改修工事が行われ、主構内の幅員8.0mが全て車道となり、歩道部3.4mが主構外に取り付けられた。寺島大橋の側面図を図-1に、平面図を図-2に、改修後の断面図を図-3に示す。

3. 解析モデル

寺島大橋の上部工・下部工を図-4のようにモデル化した。解析ソフトはTDAPⅢを用いる。床版および主桁を非合成桁とし、床板の剛性は評価せず、質量のみを考慮した。主桁、縦桁、横桁、アーチリブおよび斜材ケーブルは3次元線形はり要素、主桁の斜材の要素はトラス要素をそれぞれ用いた。橋軸方向をx軸とし、鉛直方向をy軸、面外方向をz軸とする。また、建設時のモデルをCASE1とし、改修後のモデルをCASE2とする。境界条件については大島側の支承は固定支承、長崎側の支承は可動支承である。

4. 常時微動計測

寺島大橋の主橋部を対象に常時微動計測を行った。測定項目は鉛直振動、橋軸方向振動、面外振動である。計測時間は600秒、サンプリング間隔は0.01秒とした。圧電型

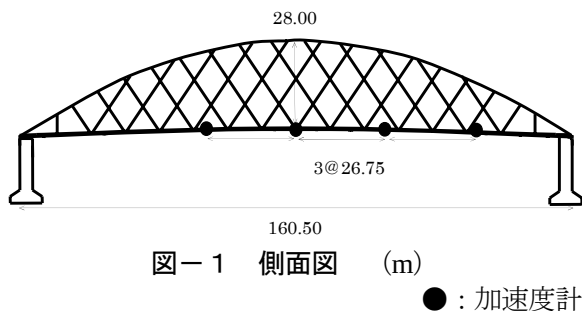


図-1 側面図 (m)

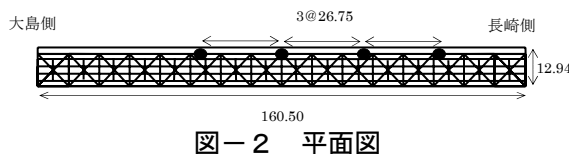


図-2 平面図

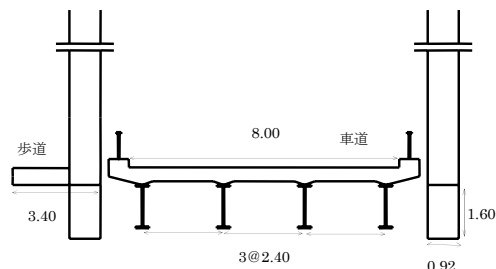


図-3 断面図(改修後)

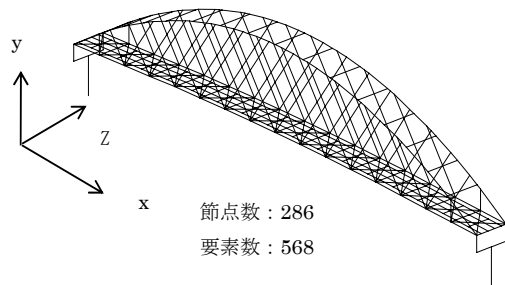


図-4 解析モデル

キーワード：ニールセン橋、固有振動特性、常時微動計測、地震応答解析

連絡先：〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番14号 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2610

加速度計の設置位置を図-1と図-2に示す。図中に●で示す加速度計を中央点に1チャンネル、26.75m ずつ長崎側に2チャンネル、大島側に1チャンネルを歩道上に設置し、測定項目ごとに加速度計の向きを変えて計測した。

5. 解析値と計測値との比較

全計測点データを用いて、多点計測による subspace 法で推定した固有振動数の平均値を図-5に、面外方向の減衰定数の推定を図-6に示す。計測と解析によって得られた固有振動数および減衰定数の一覧表を表-1に示す。振動モードについては、各振動モードの刺激係数から判断した。固有振動解析により寺島大橋のニールセン橋は他形式のアーチ橋の振動特性と違い、面内1次振動は対称振動モードで振動する。計測値とCASE2の解析値を比較すると、面内振動はよく一致しているが、面外振動は最大14%の差が生じている。これより、モデル化は適切になされていると評価される。減衰定数については0.002~0.02である。

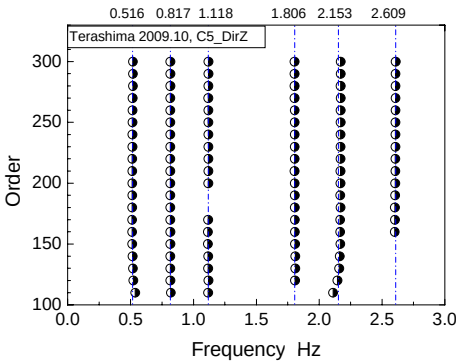


図-5 固有振動数の推定(面外振動)

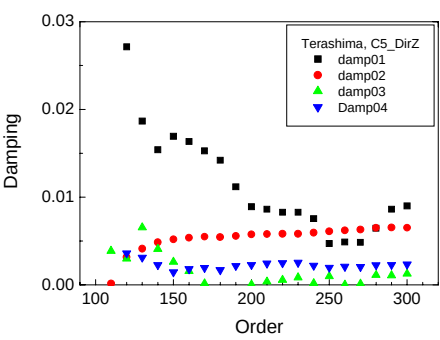


図-6 減衰定数の推定(面外振動)

表-1 固有振動数と減衰定数

次数	固有振動数(Hz)		CASE2と計測値の差(%)	減衰定数	振動モード
	CASE2	計測値			
1	0.539	0.516	-4.5	0.015	面外1次
2	0.699	0.817	14.4	0.007	面外2次
3	1.180	1.118	-5.5	0.002	ねじれ振動
4	1.311	1.280	-2.4	0.011	鉛直1次
5	1.375	-	-	-	橋軸1次
6	1.410	1.544	8.7	0.006	橋軸2次
7	1.839	-	-	-	面外3次
8	1.876	1.806	-3.9	0.002	鉛直2次
9	2.086	2.087	-1.1	0.01	ねじれ振動
10	2.110	2.153	-7.9	0.002	面外4次

11

6. 線形地震応答解析

寺島大橋の上部工に設計震度のレベル1地震動を面外方向に入力し、線形地震応答解析を行った²⁾。入力波は佐世保港のレベル1地震動の最大値を設計地震動の130galに設定した³⁾。解析法はNewmark β 法を用いて、減衰はレーリー減衰を使用した。図-7にアーチリブと主桁の面外方向変位の最大応答を示す。主桁の最大応答は8.6cm、アーチリブの最大応答は5.8cmである。アーチリブの面外方向応答より主桁の面外方向応答が大きい原因はアーチリブより主桁の重量が大きいためである。

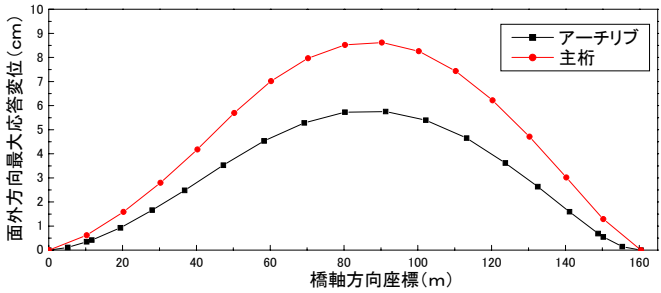


図-7 レベル1地震動による面外方向の最大応答

7. まとめ

- 本研究で得られた結果をまとめると以下のようになる。
- (1) 固有振動数の解析値と計測値の比較から解析モデルの妥当性を評価できる。
 - (2) 線形地震応答解析により、下路アーチ橋はアーチリブの応答が小さく、耐震性に問題ない構造物といえる。今後の課題としてレベル2地震動に対する非線形地震応答解析を行う必要がある。

【参考文献】

1) 池崎賢二, 鈴木悟, 鹿江依宏: 寺島大橋の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol.21, No.6, pp.1-5, 1987.6
2) 日本道路協会編: 道路橋示方書・同解説, V耐震設計編, 2002
3) 防災科学研究所 (<http://www.y.sk.nilim.go.jp/kakubu/kouwan/sisetu/level1.html>)