

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 学生会員
長崎大学工学部 正会員

○高木慶聡 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄
中村聖三 中国・福州大学 非会員 呉 慶雄
長崎大学工学部 非会員 永田正美

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ニールセンローゼ橋が採用された橋である。ニールセンローゼ橋は高次の不静定構造物であり、また施工においても斜材への設計張力の導入作業は非常に複雑であり、精度の確保に時間を要した橋梁である。

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ものである。

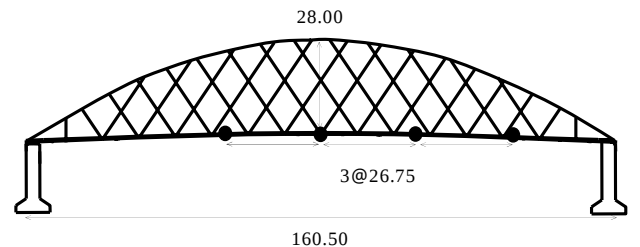
2. 寺島大橋の概要

寺島大橋の一般図を図-1(a),(b),(c)に示す。この橋の橋格は一等橋(TL-20)である。橋長は268.65m、支間は160.50m、幅員は8.00m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28.00m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, S M50Y, S S41, F 10T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8.00mが全て車道となり、歩道部3.40mが主構外に取り付けられた(図-1(c)参照)。

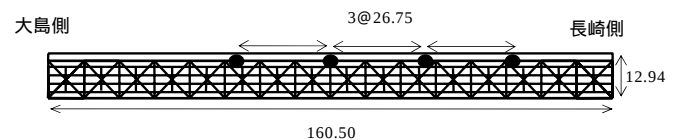
3. 構造モデル

本研究では三次元有限要素法を用いて寺島大橋の上部工を図-2のようにモデル化する。解析ソフトはTDAPを用いる。床版および主桁を非合成桁としてモデル化を行った。床版の剛性は評価せず、質量のみを考慮した。主桁、縦桁、横桁およびアーチリブは線形はり要素、斜材ケーブルは非線形はり要素、主桁の斜材の要素はトラス要素をそれぞれ用いた。節点数は272、部材数は480である。建設時のモデルをCASE1と

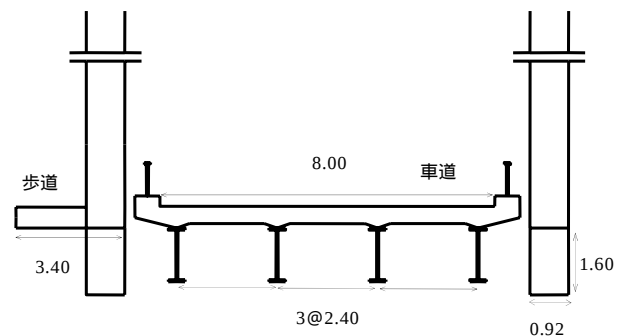


(a) 側面図

● : 加速度計の設置位置

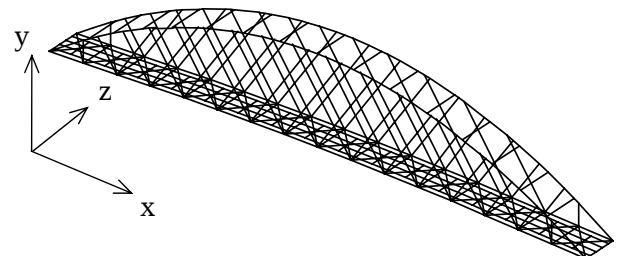


(b) 平面図



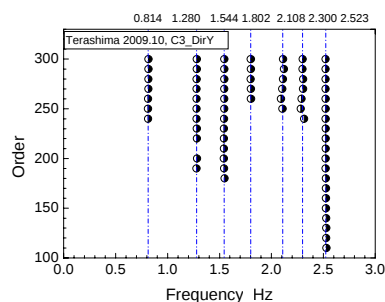
(c) 断面図(改修後)

図-1 一般図(単位:m)

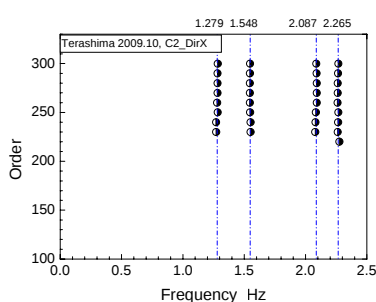


節点数 272 部材数 480

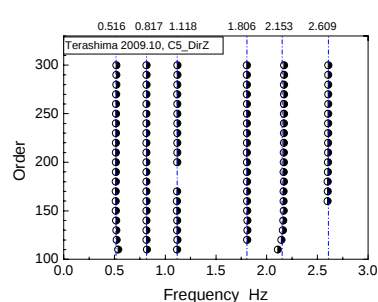
図-2 寺島大橋の構造モデル



(a) 鉛直振動



(b) 橋軸方向振動



(c) 面外振動

図 - 3 固有振動数の推定

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ヒンジ、長崎側の支承をローラーである。

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。圧電型加速度計の設置位置を図 - 1 (a),(b)に示す。図中に●で示す加速度計 4 個を中央点に 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、測定項目ごとに向きを変えて計測した。

5. 解析結果と計測結果との比較

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 - 3 (a), (b), (c)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。固有振動形については、各振動形の刺激係数から判断した。また、固有振動形の一部を図 - 4 に示す。計測値と CASE2 の解析値を比較すると両者の差が最大 8%程度でよく一致している。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 で鋼橋と同程度である。

6. まとめ

改修後の固有振動数の計測値と FEM 解析で得られた固有振動数との比較により、モデルが妥当と評価できる。レベル 地振動およびレベル 地振動が作用した場合の地震応答解析を行う予定である。

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

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
	CASE1	CASE2	計測値			
1	0.511	0.475	0.516	7.9	0.015	面外振動
2	0.742	0.766	0.817	6.2	0.007	面外振動
3	1.058	0.988	-	-		面内振動
4	1.250	1.154	1.118	-3.2	0.002	面外振動
5	1.284	1.216	1.280	5.0	0.011	面内振動
6	1.490	1.491	-	-		面内振動
7	1.569	1.652	1.544	-7.0	0.006	面内振動
8	1.939	1.808	1.806	-0.1	0.002	面外振動
9	2.004	1.849	-	-		面外振動
10	2.248	1.973	-	-		面内振動
11	2.283	2.120	2.087	-1.6	0.01	面内振動
12	2.302	2.188	2.153	-1.6	0.002	面外振動
13	2.405	2.436	2.265	-7.5	0.02	面内振動

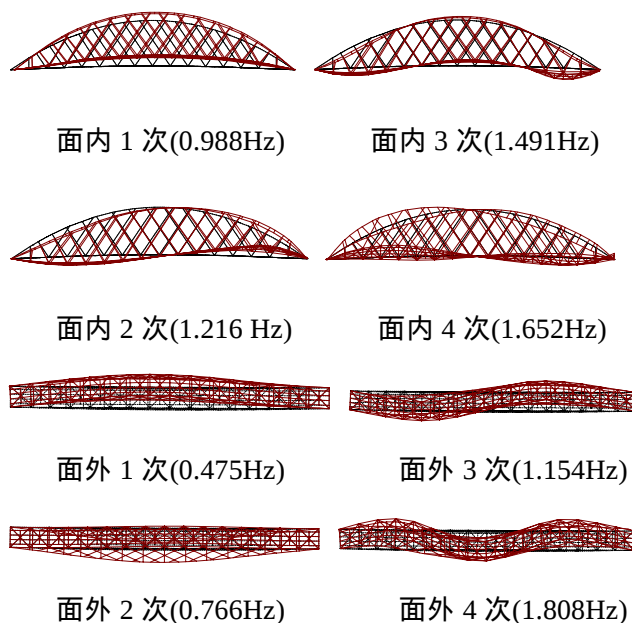


図 - 4 固有振動形