

新浜寺大橋の実橋振動実験に基づく数値解析

フジエンジニアリング 西星 匡博
 阪神高速道路公団 堀松 正芳
 阪神高速道路公団 小松 郁夫

1. まえがき

阪神高速道路湾岸線にかかる新浜寺大橋は、径間長254mのバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋であり、設計および維持管理のための種々のデータ収集を目的として平成5年3月に振動実験を実施した¹⁾。図-1に新浜寺大橋の構造一般図を示す。この実橋振動実験で明らかになった本橋の動的挙動特性を基に実橋の数値モデルを作成し、FEMや仮想交

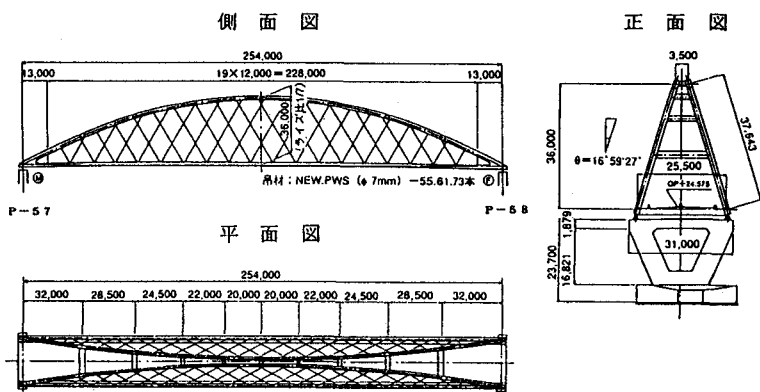


図-1 構造一般図

通流を用いた応答計算などの数値解析を行った。その結果、橋梁振動の主な発生源のひとつである路面凹凸と部材応力の関係、あるいは応力頻度の検討により巨視的な点検上の着目点などを得ることが可能であることがわかった。これらの方法は、従来の点検に加え、数値モデルによるシミュレーションが維持管理の一手法として期待できるものと考えられるため、ここに報告することとした。

2. 解析モデル

解析モデルは鋼床版に板要素、その他の構成部材にはり要素を用いた立体モデルとした。各要素の断面諸定数は、設計断面を基に実橋実験結果をふまえて修正を加えた。部材剛性の算定に際しては、4種類の異なるモデルによる固有値解析より高欄および中央分離帯の剛性（EI）の50%が橋梁全体の剛性に対して有効であるという結果が得られたため、下弦材に高欄、縦桁に中央分離帯の各々の剛性の50%を加えた。

3. 解析概要

活荷重によって発生する応力の影響を考察するために、モーダルアナリシスに基づく3次元解析手法を用いて²⁾1時間の供用状態に相当する時刻歴応答計算を行った。載荷活荷重は実際の供用状態を想定した複数車両から構成される

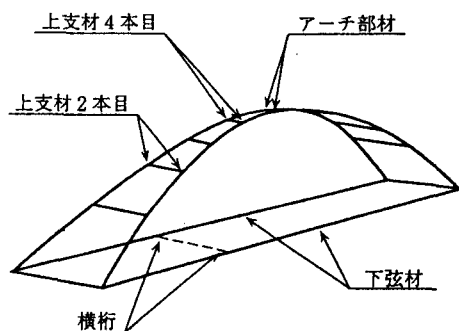


図-2 応力頻度着目箇所

走行荷重列とし、車両は文献3)などを参考に総重118kN（12tf）以上のものを対象とした5タイプのモデルを想定した。車両走行位置は、解析モデルの要素構成上、床組の両外側の部材（下弦材および高欄を評価した部材要素）上を走行させた。計算ケースは、竣工直後の実測路面凹凸を適用したケースと、同じ路面凹凸スペクトルで路面の管理限界である最大凹凸量10mmを設定したケースとした。

アーチ、下弦材、上支材、横桁の各部位のうちそれぞれ最大応力が発生する点について1時間分の応力頻度から、日本鋼構造協会の疲労設計指針に準じて疲労損傷度を求めた。各部位の着目点（最大応力発生点）を図-2に示す。各着目点の継手強度等級は、アーチ部材および下弦材は『B（ $\Delta\sigma_f=155\text{MPa}$ ）』、上支材および横桁は『D（ $\Delta\sigma_f=100\text{MPa}$ ）』を適用した。

4. 解析結果

現況の路面（最大凹凸量3.82mm）および管理限界路面（最大凹凸量10mm）の2ケースについての1時間あたりの疲労損傷度を計算した結果を表-1にまとめる。表-1より、アーチ部材、上支材では1時間当たりの疲労損傷度が現況路面に対し管理限界路面で60%程度も増加しており、路面の不陸が確実に疲労に影響を及ぼすことがわかった。また表-1より、同じ路面条件でも上支材の疲労損傷度が圧倒的に大きいことから、維持管理上の着目点のひとつとして上支材まわりに留意することが望ましいといえる。

表-1 1時間当りの疲労損傷度の比較

着目部材	疲労損傷度/時		比率 (限界/現況)
	現況路面	管理限界路面	
下弦材	1.2168E-08	1.2735E-08	1.05
アーチ部材	1.5416E-08	2.4955E-08	1.62
上支材(2本目)	3.5059E-07	5.6371E-07	1.61
上支材(4本目)	3.5693E-07	5.6064E-07	1.57
横桁	2.8992E-08	3.2640E-08	1.13

現況路面 : 最大凹凸量 3.82mm

管理限界路面 : 最大凹凸量 10.00mm

本解析で用いた荷重列はあくまで路面不陸の影響を検討するために仮定したものである。したがって実際の部材の疲労寿命を検討するためには供用後の実交通の実態を把握するか、または直接ひずみゲージにより応力頻度を測定する必要があることは言うまでもない。

5. あとがき

本解析の結果、疲労損傷度の大きさや増加の程度から上支材とアーチ部材の接合部が点検・調査上の着目点のひとつとして挙げられるなど、将来の維持管理に対する詳細解析モデルを用いた数値解析の有用性を示した。ただし、仮想交通流から推定した新浜寺大橋の疲労寿命は、上支材で300年以上、その他の部材（着目点）では3500年～9000年以上であることから、実橋における疲労に関する問題はないと考えられる。本解析では、荷重列が仮想であること、全体の傾向を把握するためモデルが比較的小規模であることなどの制約があり、損傷予測の精度といった点に関しては課題が残る。しかしながら供用開始後の実際の交通流データや、ディテールに着目したモデルの適用などを考慮することにより目的に応じた精度の向上は難しくないものとする。

<参考文献>

- 1) 林秀侃・小松郁夫・中辻陽一・西星匡博：新浜寺大橋（ニールセンローゼ橋）振動実験について、第48回土木学会年次学術講演会講演概要集、I-298、1993年9月。
- 2) 梶川康男・織田一郎・木本正信：走行荷重による鋼アーチ橋の疲労損傷照査に対する動的立体解析の適用、土木学会構造工学論文集、Vol.37A、pp.1089～1096、1991年。
- 3) 阪神高速道路公団HDL委員会：阪神高速道路における活荷重実態調査と荷重評価のための解析、1984年。