

I-291 荒津大橋の動特性

九州大学工学部	○学生員	高橋幸久
九州大学工学部	正員	成富 勝
福岡北九州高速道路公社	正員	田中千秋
九州大学工学部	正員	烏野 清

1. 緒言

現在、福岡市博多湾沿いに伸びる福岡都市高速道路1号線に斜張橋（荒津大橋）が建設されている。本橋のような柔構造物である斜張橋は、架設中及び架設後の安全性の検討を行うことは重要なことである。荒津大橋の位置するところは強風地域であり、振動性状を十分把握しておくことは必要である。そこで、未舗装時の荒津大橋に対して常時微動試験を実施し、この実験から、主桁、タワー及びケーブルの振動特性（固有振動数、変位モード、減衰定数）をスペクトル解析により求める一方、有限要素法を用いて理論的に振動特性を解析したので、その概要を以下に報告する。

2. 橋梁概要

図-1に荒津大橋の概要を示す。橋長345m、総幅員21.0m、塔の高さ60mの3径間連続鋼斜張橋である。主桁は逆台形鋼床版箱桁で、海上からの高さ約43m、P1、P3、P4は鋼製ラーメン橋脚、P2はRC中空橋脚で、ケーブルは左右13本づつある。なお、ケーブル番号は、図-1において左側の短い方から順にL-1～L-13、右側の短い方から順にR-1～R-13としている。

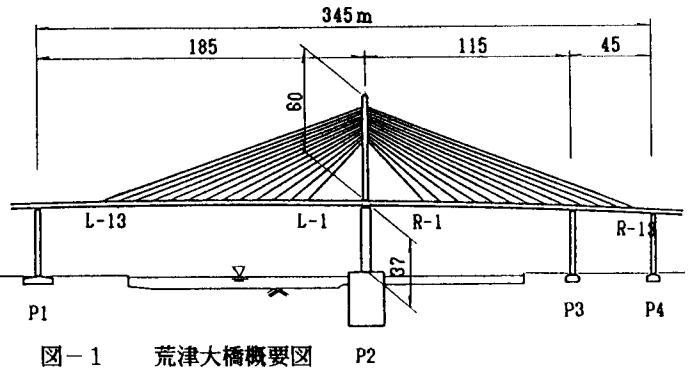


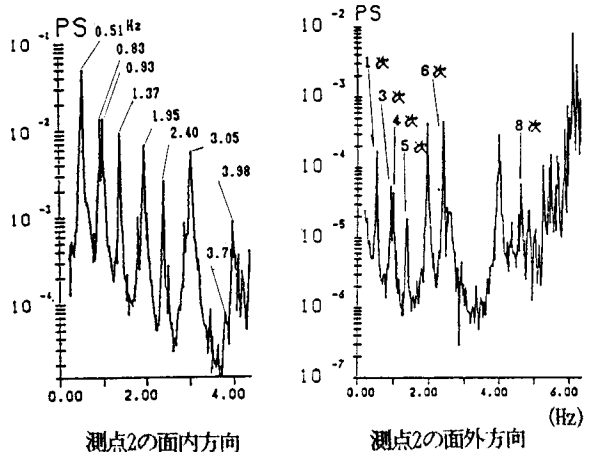
図-1 荒津大橋概要図

3. 常時微動測定による振動特性の解析

本実験においては、未舗装時の荒津大橋に対して、主桁に57測点、タワーに1測点、ケーブル1本につき1測点の計84測点を設け、主桁の上下、水平2方向、橋軸回りのねじれ、タワーの水平2方向、ケーブルの常時微動を測定した。各測点の振動のピックアップとして容量±3G、周波数特性DC～400Hzのサーボ加速度計を12個、容量±5G、周波数特性DC～400Hzのサーボ加速度計を3個用いた。測点2の面内方向および面外方向のフーリエスペクトル図を図-2に示す。

理論解析は、本橋を多質点系に置換した3次元立体モデルとして有限要素法を用いて行い、ケーブルは曲げ剛性を持たない1要素とした。

橋脚P1、P3、P4は上部工を除き、杭一橋脚系と橋脚下端固定の両方で動特性を解析したが、その結果、両者に大きな差異が見られなかったため、節点数を減らすため橋脚下部を固定として全体系の解析を行った。しかし、P2においては、本体の動特性に及ぼす影響は大きいと考えられるので、ケーソン部付近の地盤は、



測点2の面内方向

測点2の面外方向

図-2 フーリエスペクトル図

P.S 検層より得られたバネ定数を持つバネに置換した。

常時微動試験と理論解析から求めた固有振動数の例を表-1に示す。理論値Ⅰは未舗装時のもので、理論値Ⅱは本橋完成時のものを示す。

表-1の1次はタワーのみの面外振動である。モードはよく一致していたが固有振動数はかなり違っている。面外方向において、固有振動数は実験値と理論値にやや違いがあり、実験値と理論値のモードが一致していないものもあった。面内方向において、固有振動数は理論値の方がやや高めであるがほぼ一致している。2, 6, 9, 12次など主桁の変位モードは実験値とよく一致していた。しかし、タワーの変位モードは理論値に比べて実験値は小さな値となっていた。

理論値Ⅱは理論値Ⅰに比べて固有振動数は小さな値となっている。これは舗装コンクリートなどの分だけ主桁の重量が増すためである。

多くのモードにおいて実験値に比べて理論値はP1, P3, P4の橋脚が大きな変位モードを示していた。理論的に振動性状を解析するとき、橋脚剛性や支承の取扱に注意を要する。

また、固有値解析の際、張力ゼロの場合、面外1次の固有振動数は0.453Hzとなり、張力考慮の場合面外1次は0.540Hzとなった。しかし、他の次数においては2%にも満たない差しかなく、初期張力は橋梁本体の振動性状にはタワー1次を除き影響を与えないようである。

4. ケーブル

サグを考慮した固有振動数と弦として解析した固有振動数の理論値には最大3.4%しか差がなく、しかもいずれも未舗装時の実験値とよく一致した。本橋の様なスパン長が長く、サグ比がケーブル番号R-13でも0.54%と小さい場合には弦として解析することで十分である。

図-3に完成時のケーブルと橋梁本体の固有振動数の関係を示す。ケーブル張力は活荷重によって変化するので固有振動数も最大△印から最小○印までの値をとると思われる。この図の横線は本橋本体の固有振動数である。現状においては、この横線の振動数の時、ケーブルと本体が共振する可能性がある。

5. 結び

今後、起振機試験を行う予定であるが、その資料をもとに車両走行時の応答、地震応答解析、RAIN VIBRATION等によって生じるケーブル振動の制振対策などについても今後検討する予定である。

表-1 荒津大橋の固有振動数

次数	理論値Ⅰ (Hz)	実験値 (Hz)	理論値Ⅱ (Hz)
1	0.544	0.415 (面外1)	0.540
2	0.571	0.513 (面内1)	0.421
3	0.723	0.830 (面外2)	0.580
4	0.804	— (面内)	0.649
5	0.873	0.879 (面外3)	0.682
6	1.024	0.928 (面内2)	0.767
7	1.097	— (面外)	1.079
8	1.400	— (面外)	1.179
9	1.442	1.367 (面内3)	1.085
10	1.448	1.660 (ねじれ1)	1.217
11	1.568	1.196 (面外4)	1.289
		1.392 (面外5)	
12	1.397	1.953 (面内4)	1.505
13	2.152	2.417 (面外5)	1.854
14	2.242	2.539 (ねじれ2)	1.914
15	2.494	2.344 (面内5)	1.930
		2.417 (面内6)	
16	2.607	— (面内)	2.357
17	2.713	— (面外)	2.684
18	2.936	3.198 (ねじれ3)	2.509
19	3.219	3.052 (面内7)	2.626
20	3.351	— (面内)	2.455

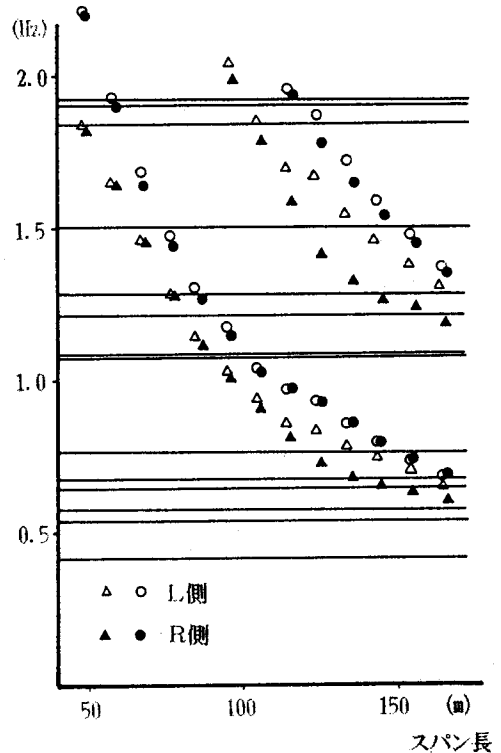


図-3 橋梁本体とケーブルの固有振動数の関係
○, ●は張力最大
△, ▲は張力最小