

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 鳥野 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ろう。そこで、この橋梁(未舗装)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R/C中空橋脚で、ケーブルは左右13本ずつある。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。

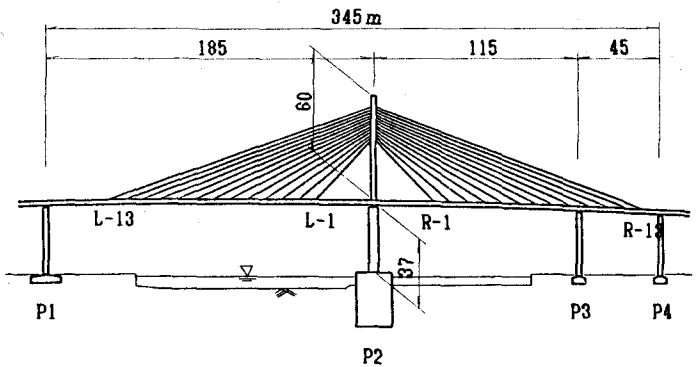


図-1 荒津大橋概要図

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、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用いた。F.F.Tを用いてフーリエスペクトルを求めた。その例として測点2の面内方向のフーリエスペクトル図を図-2に示す。得られたフーリエスペクトルから固有振動数、変位モード、減衰定数を求めた。

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はり要素とした。節点数は107、要素数は135である。

橋脚P1, P2, P4は上部工を除き、杭-橋脚系と橋脚下端固定の両方で動特性を解析した。その結果、両者に大きな差異が見られなかったので、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

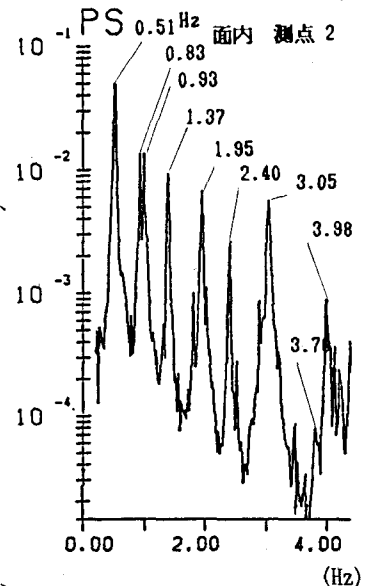


図-2 フーリエスペクトル図

で、ケーソン部付近の地盤は、P.S 検層より得られたバネ定数を持つバネに置換した。P1より左側、P4より右側には橋梁が続いているので、その分担重量をそれぞれP1、P4上に付加した。P1、P4上はローラー、P2、P3上はヒンジである。常時微動試験と理論解析から求めた固有振動数と変位モードの例を表-1、図-2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。なお、図および文章中における数値は実験値、()内は理論値Ⅰのものを示す。

面外方向の変位モードにおいては、低次でタワーと橋脚の卓越した振動が多くみられた。実験値 0.42Hz (0.54Hz) は、タワーのみの振動であり、理論値Ⅰの方が高くなっている。面外方向では、各橋脚部分の振動による影響が大きく現れ、橋脚剛性を正確に把握することが重要であろう。

面内方向は、固有振動数、変位モードとも実験値と理論値Ⅰはよく一致している。しかし、理論値の各モードを見るとタワーが比較的振動しているが、実験値ではあまり振動していない。

主桁のねじれ振動は、低次ではP1、P2間のスパン、P2、P3間のスパンがねじれており実験値と理論値Ⅰはほぼ一致している。

表-1の理論値Ⅱは理論値Ⅰに比べて、固有振動数は全体的に約三割小さな値となっている。これは舗装コンクリートの分だけ主桁の重量が増すためである。変位モードは、各方向のモードが達成しているものを除けばほぼ等しいものとなった。

ケーブルのアレストレスは400t~550tであるが、本解析法では、アレストレスの有無は本橋梁の振動性状には、ほとんど影響を与えなかった。

ケーブルの実験の固有振動数(1次)を表-2に示す。

4. 結び

荒津大橋完成時には、起振機試験も行う予定である。なお、地震応答計算結果については講演時に発表の予定である。

表-2 ケーブルの固有振動数

実験値(1次) (Hz)			
L-1	1.76	R-1	1.83
2	1.54	2	1.54
3	1.32	3	1.37
4	1.15	4	1.20
5	1.00	5	1.05
6	0.90	6	0.95
7	0.81	7	-
8	0.76	8	0.78
9	0.76	9	0.68
10	0.73	10	0.66
11	0.71	11	0.64
12	0.68	12	0.61
13	0.68	13	0.59

表-1 荒津大橋の固有振動数

振動方向	実験値 (Hz)	理論値Ⅰ (Hz)	理論値Ⅱ (Hz)
面外	0.42	0.54	0.54
	0.83	0.72	0.58
	0.88	0.87	0.68
	1.20	1.10	1.08
	1.39	1.51	1.22
	2.42	2.15	1.85
面内	0.51	0.57	0.42
	0.83	0.81	0.65
	0.93	1.02	0.77
	1.37	1.44	1.09
	1.95	1.99	1.51
	2.40	2.49	1.93
	3.05	3.22	2.36
ねじれ	1.66	1.49	1.29
	2.54	2.24	1.91
	3.20	2.94	2.51

実験値 (未舗装時), 理論値Ⅰ (未舗装時)
理論値Ⅱ (完成時)

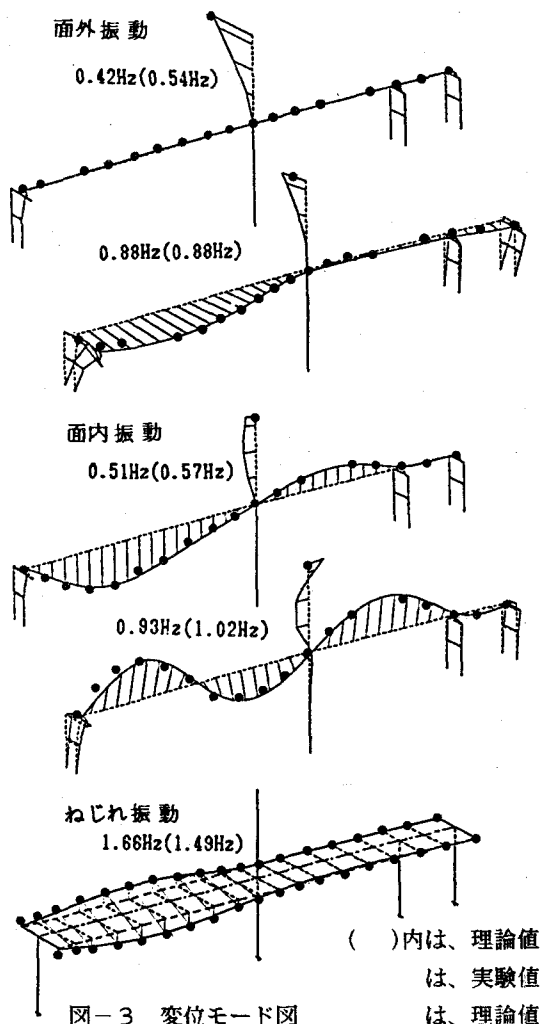


図-3 変位モード図

()内は、理論値
は、実験値
は、理論値