

I-303 吹上浜サンセット橋(PC斜張橋)の振動特性

九州大学 学生員 〇 中園喜彦
 鹿児島県 船迫隼雄
 鹿児島県 山口国秀
 コアツ工業㈱ 正員 村岡公範
 九州共立大学 正員 鳥野 清
 九州国際大学 正員 北川正一
 九州大学 正員 堤 一

1. 緒言

吹上浜サンセットブリッジは県立吹上浜海浜公園内にあり、加世田市側と金峰町側をつなぐ園路としてだけではなく、大規模自転車道をもかねて計画された橋である。本橋に対して起振機試験を実施し、斜張橋部分の振動特性(固有振動数、振動モード、減衰定数)を求め、本橋梁を有限要素法を用いて理論的に解析し、試験結果との比較により本橋の動特性を明らかにしたので以下に報告する。

2. 橋梁概要

図-1に吹上浜サンセットブリッジの概要を示す。橋長405m、橋梁形式は2径間連続箱桁PC斜張橋(斜張橋部分189.8m)で、主桁はコンクリート構造の1室PC箱桁である。主桁標準断面を図-2に示す。 P_2 、 P_4 は小判式橋脚+場所打杭、 P_3 は小判式橋脚+鋼管矢板井筒基礎であり、 P_3 の基礎の概要を図-3に示す。

3. 起振機試験による振動特性の解析

本試験での測定方向は桁上において橋軸水平、橋軸直角水平、上下および振れ方向とした。振れ振動は橋桁両端で上下方向を測定し、他の測定方向においては桁中央線上を測点とした。また、主塔上は主桁の面内、面外振動を対象とした。使用した起振機は三菱重工業(最大起振力5t)である。

数値解析モデルとしては本橋を節点数106、要素数64の棒部材からなる骨組み構造3次元モデルに置換した場合と本橋の鋼管矢板井筒基礎を詳しくモデル化し、節点数118、要素数76に置換した場合の2通りとした。上部工の桁部分は1室PC箱桁の標準断面の剛性を考慮し、補剛材やバルコニーなどは剛性を無視し付加質量として梁要素に考慮している。また、起振機試験時の施工状況と一致させるため、上部工の高欄およびアスファルトの質量は考慮していない。 P_2 橋脚および P_4 橋脚における上部工との境界条件は可動支承となっている。ケーブルは曲げ剛性を無視し、張力による剛性のみを考慮して解析することとした。また、本解析ではケーブルを除いた橋本体の振動を対象とする事から、ケーブルには質点を設けていない。

理論解析は、次に示す2CASEの固有値解析を行い固有振動数を求めた。

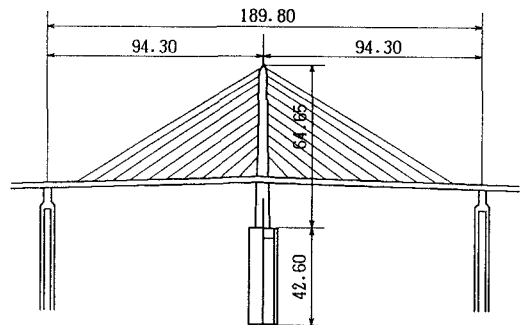


図-1 橋梁概要

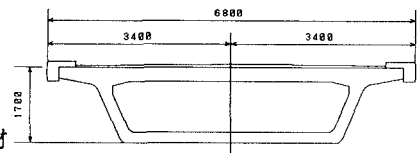


図-2 主桁標準断面

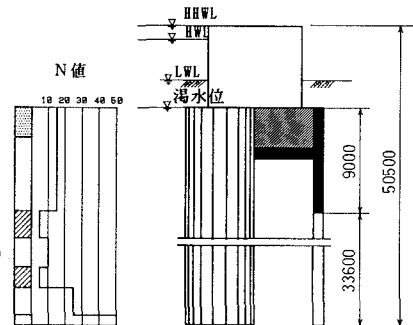


図-3 鋼管矢板井筒基礎

CASE1：基礎条件として基礎頭部に地盤バネを考慮した場合

CASE2：鋼管矢板井筒基礎を多質点系に置換し地盤バネを考慮した場合

表-1に固有振動数を、図-4にCASE2の解析結果より得られたモードを起振機試験結果と比較して示す。

表-1 固有振動数(Hz)

次数	CASE1	CASE2	実験値	備考
1	1.128	0.365	0.300	面内1次(主塔1次)
2	0.731	0.369	0.300	面外1次
3	0.715	0.742	0.740	面内2次
4	—	0.977	0.960	面外2次
5	1.107	1.087	1.110	面内3次
6	1.069	1.137	1.395	面外3次
7	1.236	1.331	1.637	面内4次
8	2.980	1.755	—	面外4次
9	2.732	2.127	1.600	面内5次
10	1.810	2.150	—	面外5次
11	2.148	2.137	2.320	面内6次
12	2.194	2.173	2.295	面内7次

面内1次と面外1次振動は連成

基礎部と上部工が一体となって振動する面外1次において、CASE1は実験値に比べ振動数が高い。一方、CASE2では0.369Hzにおいて塔と桁が同位相で振動し、0.977Hzでは塔と桁が逆位相で振動しており、実験値によく一致している。面外4次では解析値より実験値の方が多少高くなっているが、振動モードをみると実験値は片側のスパンが大きく振動しており、両サイドの橋脚の剛性の違いによる影響が現れているものと考えられる。実験値では主塔および桁の振動する面内1次と面外1次が連成振動しており、CASE2の解析値より多少低くなっている。しかし、実験値より得られた面内6次の対称2次モードおよび面内7次の逆対称2次モードは、解析では順番が逆に現れている。これは両次数の固有振動数が非常に近接していることから、解析上のわずかな条件の違いによる影響が現れたものと考えられる。

次に、共振状態から起振機を急停止した後に生じる減衰自由振動の波形から減衰定数を求めた。共振曲線から $1/\sqrt{2}$ 法を用いて求めた減衰定数も併せて表

表-2 減衰定数(%)

-2に示す。減衰定数は振動次数でかなり異なっているが、起振機試験により得られた本橋の減衰定数はかなり小さいといえる。これは起振機試験が未舗装時に実施されたことも1つの理由であろう。

実験結果と解析結果との

比較より、CASE1に比べてCASE2の方が実験値とよく一致しているといえる。したがって、比較的深い場所に建設された鋼管矢板井筒基礎は多質点系に置換して、上部工と一体として解析する必要があるだろう。本試験結果が今後のP C斜張橋の設計に役立てば幸いである。

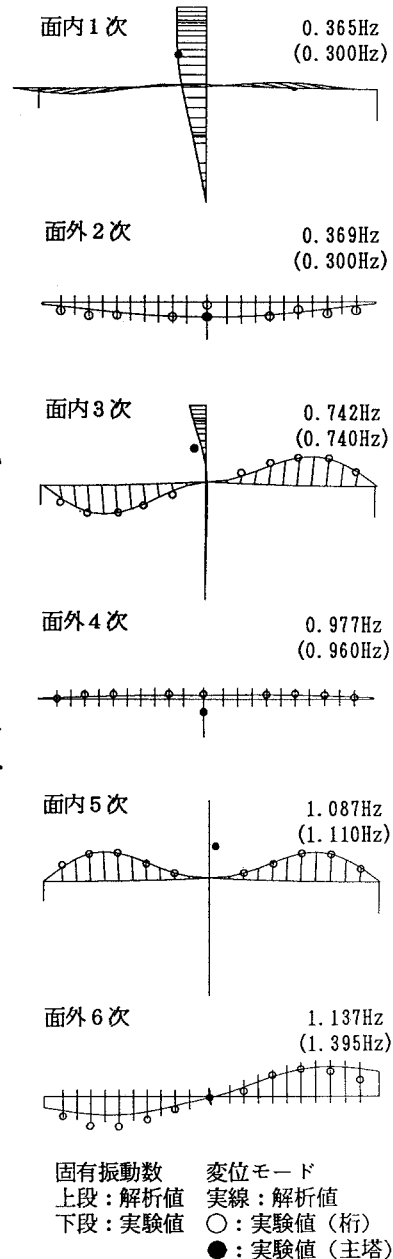


図-4 変位モード