

I-367 別府大橋（コンクリートアーチ橋）の動特性

九州大学工学部 学生員 ○柳 悦孝
九州大学工学部 正 員 鳥野 清
九州大学工学部 正 員 堤 一
日本道路公団 正 員 木村秀夫

1 緒 言

別府大橋は日本有数の温泉地帯である別府市に建設された鉄筋コンクリート固定アーチ橋で、橋長 411 m、アーチスパン 235 m（東洋一）を有する大規模アーチ橋である。本橋梁の動特性（固有振動数、変位モード）を試験により求めておけば、今後のこの種の橋梁の設計における基礎資料となるものと考えられる。また本橋は別府八湯のひとつ明礬温泉に隣接していることから、コンクリートの腐食対策が施されており、建設直後の振動特性を求めておくことは、コンクリートの経年変化等の検討の際に役立つものと思われる。

この橋梁に対して常時微動試験を実施し、振動特性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、両者を比較すると共に地震応答解析を行ったので以下に報告する。

2 橋梁概要

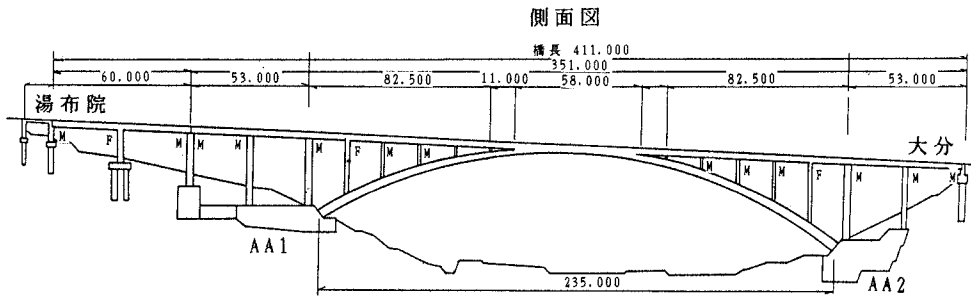


図-1 別府大橋の概要図

表-1 固有振動数 (Hz)

	次数	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	実験値
面内	1	1.154	0.936	0.924	0.808	0.81
	2	1.327	1.184	1.264	1.205	1.25
	3	2.091	1.726	1.952	1.686	2.00
	4	2.417	2.288	2.254	2.276	2.20
	5	3.700	3.448	3.399	3.422	3.20
面外	1	1.012	0.818	0.987	0.787	0.81
	2	2.365	1.879	2.123	1.729	1.47
	3	3.130	2.288	2.606	2.107	1.69
	4	3.613	2.834	3.037	2.290	2.15
	5	4.835	3.019	4.401	2.750	2.52

3 実験結果と解析結果

本実験においては、主桁の上り線、下り線およびアーチ部に測点を設け、面内振動（上下方向と橋軸水平方向）、面外振動（橋軸直角水平方向）およびねじれ振動を測定した。各測点ピックアップとして容量士 3 G、± 5 G で、周波数特性 DC ~ 400 Hz のサーボ加速度計を用い、試験より得られたフーリエスペクトルから固有振動数、変位モードを求めた。

理論解析は本橋を多質点系に置換した3次元モデルとして有限要素法を用いて行った。節点数 98、要素数 110 である。本橋の動特性を明らかにするために結合条件、境界条件をすべて剛節とした場合（CASE1）、地盤反力を考慮した場合（CASE2）、ゴム支承を考慮した場合（CASE3）、地盤反力とゴム支承を考慮した場合

(CASE4)の4ケースを解析した。これらの結果を表-1に示す。CASE2はCASE1に比べて固有振動数が低下しており地盤の影響が大きいといえる。CASE3はCASE1に比べると、固有振動数の低下の割合が各次数により異なっている。このことはゴム支承の影響が振動モードによって異なることを示している。CASE4とCASE1を比べると面内、面外振動ともかなり固有振動数が低下している。CASE4と実験値を比較してみると、両者はほぼ一致しており、本橋のようなアーチ橋では地盤反力、およびゴム支承の影響を考慮して固有値解析を行う必要があることを示している。また、実験結果においては面内1次と面外1次は全く連成した振動として得られたが、これは面内、面外の固有振動数が接近しているため実験値では連成して現れたと考えられる。

常時微動試験と理論値解析から求めた固有振動数と変位モードの結果を図-2に示す。面内振動の変位モードの特徴としては、低次においてアーチ部分を中心に振動しており、橋脚部分の振動は少ない。面外振動の変位モードはカーブを有する湯布院側のスパンで、実験値と解析値モードに多少の違いがみられ、この部分の橋梁剛性および地盤反力の算定精度が重要であることを示している。また、低次においてねじれ振動は発生していなかった。

地震応答解析については、固有値解析から求めた理論値をもとに計算した。架設地点に影響を及ぼすと考えられる、過去に発生した地震の中からマグニチュード7.5以上(震央距離145km)の大地震を選び水平入力加速度を81 galとし、鉛直方向の地震波入力水平方向の1/2として応答スペクトル解析を行った。最大応答変位は橋軸水平方向地震波入力時に発生しているが、最大応答加速度および断面応力の算定に重要な最大応答曲げモーメントは鉛直方向入力時に生じている。このことは地震波の鉛直方向の最大入力加速度が水平方向の半分であることを考えると、アーチ橋の場合鉛直入力時の応答値が大きくなることを示している。図-3に鉛直方向地震波入力時の応答曲げモーメント値を示す。図よりアーチの固定部の固定部分およびこの付近の鉛直材、橋脚において他の部材に比べて大きな曲げモーメントが発生している。

<参考文献>

- 1) 伊東,一瀬:大分自動車別府橋の計画と設計,橋梁と基礎(昭和62.9)
- 2) 伊東,一瀬,栄:大分自動車別府橋の施工,橋梁と基礎(昭和63.6)

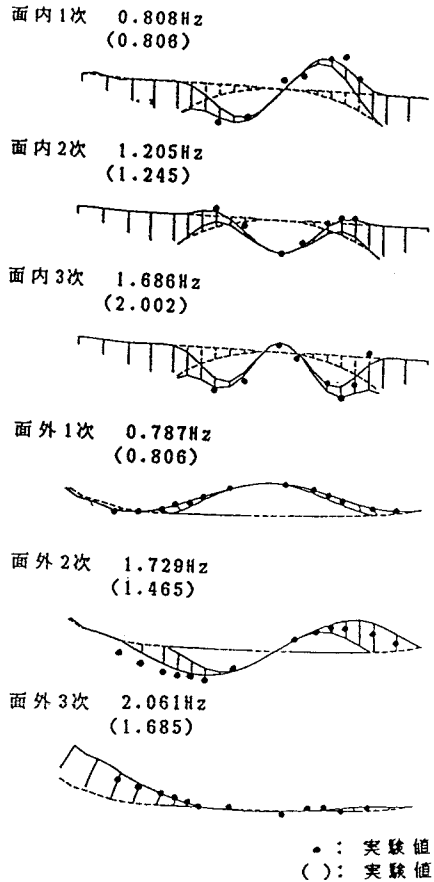


図-2 変位モード図

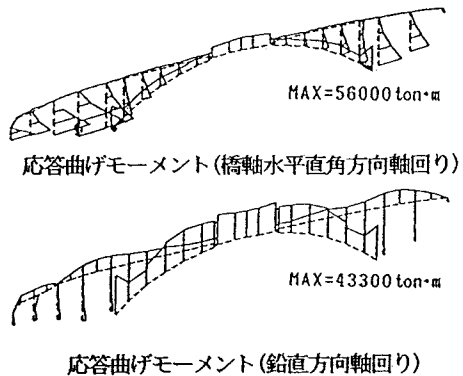


図-3 応答値(鉛直方向入力時)