

九州大学 工学部 正員 小坪 清真
九州大学 工学部 正員 鳥野 清
九州大学 工学部 学生員 〇井工 統一

1. まえがき

近年、本州四国連絡橋をはじめとして、多くの長大橋梁が計画、建設され、世界有数の地震多発国である我国では、これら長大橋の耐震設計が極めて重要な問題となっている。特に、P・Cコンクリートの研究、開発に伴うとろの長大コンクリート橋の出現には、目を見張るものがある。しかし、この種の橋梁の振動性状解析はあまりなされてないのが現状である。

本試験は、我国最初の長大鉄筋コンクリートアーチ橋として、佐賀県松浦郡に架設された外津橋の振動性状を常時微動測定結果から解析し、かつ、理論解析結果と比較することにより、合理的な耐震設計法の基礎資料を得ようとするものである。

2. 外津橋概要

外津橋は、橋長252m(中央スパン170m)の鉄筋コンクリート2ヒンジャー橋で、その一般形状は図-1に示されるように、桁の中央は、アーチクラウンで、70cm移動量によってローラー支持され、又、アーチと桁を結ぶピアーは、ピン支持となっている。又、桁及びアーチ断面は、自重を軽減する為、図-2に示すように、各々、有孔断面、箱型断面となっている。

3. 常時微動測定

著者等は、近年来、常時微動による振動性状(固有振動数、振動型、減衰定数)の解析を行ない、従来の起振機試験と同等の精度を有することを明らかにしてきた。(詳しくは文献を参照されたい。)

測定は、次の2項目について行なった。

i) 自由振動(橋軸水平方向、上下方向の連成)

ii) 自由振動(橋軸直角水平方向、桁の捻れの連成)

尚、自由振動においては、橋軸方向捻れを授受する為、上下方向換振器を、桁の端に設置した。(図-2)

換振器の設置場所は、図-1に示すように取り、全測点を同時に測定することが望ましいが、データレコーダーが4chしかなかったので、基準点にodekなるものを設け、測点21、24の2個を基準点に選んで、順次、測定を行なった。使用した速成型換振器の感度は、2V/g程度、その周波数特性は、0.5Hz以上平坦である。データ処理は、図-3に示す要領で行ない、得られたパワースペクトルを、解析し、固有振動数、振動型、減衰定数を得ることが出来る。(図-4)

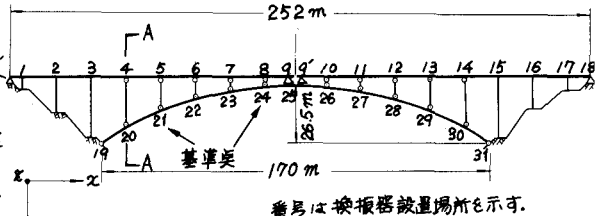


図-1 外津橋概要

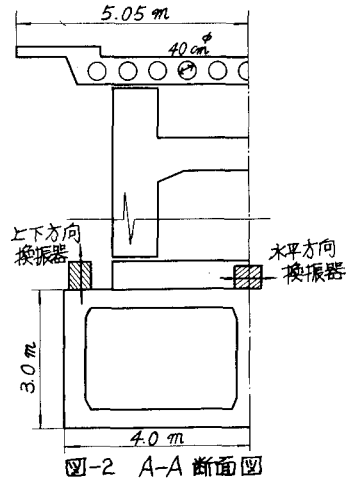


図-2 A-A断面図

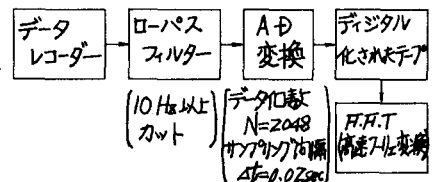
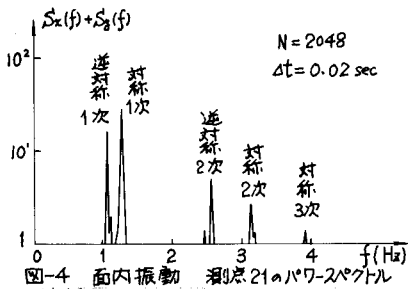


図-3 データ処理



3. 理論解析

本橋を有限個の質点に分割し、多質点系置換法により、面内、面外振動、各々、次の要領で解析した。

ⅰ) 面内振動

一個の質点に対し、 U^2 , V^2 , θ^2 の3個の自由度を持たせて、影響係数を算定し、上下方向慣性、及び、橋軸方向水平慣性を考慮して解析した。又、桁中央の70mm不動番を、a) ローラー、b) ピンとした場合の両者について解析した。

ⅱ) 面外振動

一個の質点に対し、 θ^2 , θ^2 , θ^2 の3個の自由度を持たせて、影響係数を算定し、回転慣性をも考慮して解析した。

i), ii) がいずれにおいても、影響係数の算定には有限要素法を用い、アーチ部は、部分的に、FEM部材に近似して解析した。

4. 結果及び考察

常時微動、及び、理論解析の結果得られた、固有振動数、振動型、減衰定数を、図-5、表-1に示す。

理論解析から得られた固有値を、実験値と等置することにより、弾性係数 E を推定してみた。対称1次でこれを行なうと、面内で $E = 3.28 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、面外で $E = 3.24 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ となった。

表-1を見ると、i)-d) の場合の逆対称の1次の固有振動数が、実験値とかけ離れ、i)-d) の場合は、大体一致していることが認められる。これは、本実験のような微し振動においては、不動番が、ローラーというより、ピンに近い状態で働いているからと考えられる。全体として、固有振動数、振動型については、実験値と理論値が、よく一致しているといえる。

減衰定数は、パワースペクトルの形状に依り、half power method、最小二乗法の2通りで求めた。減衰定数及び、弾性係数は、耐震設計上、重要な因子であるが、それらに対する考察、及び、理論解析における種々の支弁条件、簡便化 etc. については、講演時に譲る。

参考文献

小坪、島野「常時微動測定による構造物の振動性状解析」 土木学会論文報告集 第222号 1974年2月

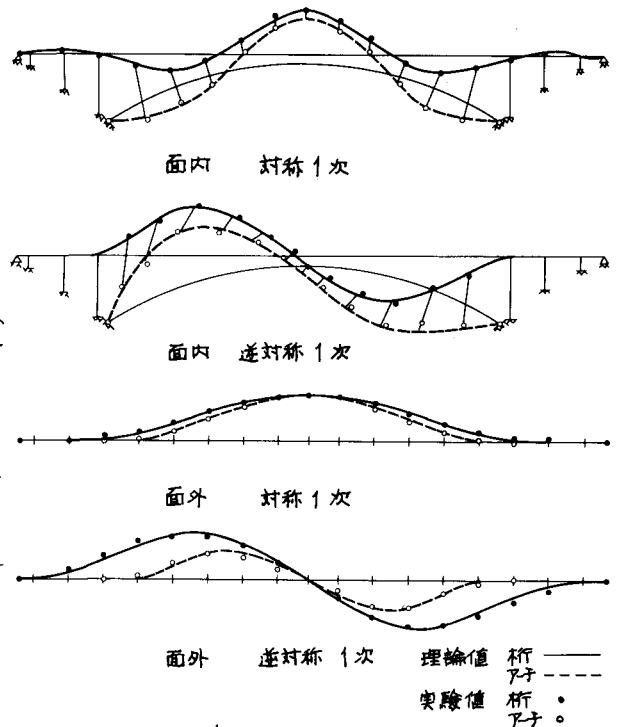


図-5 振動型

		固有振動数 (Hz)		減衰定数 (%)		弾性係数 $E (\times 10^5 \text{ kg/cm}^2)$
		常時微動	理論値	half power method	最小二乗法	
面外振動	対称	1	1.04	1.04	1.46	3.24
	逆対称	2	3.20	2.92	0.50	
		3	4.64	4.70	0.33	
		1	2.37	2.28	0.70	
面内振動	対称	2	4.25	3.61	0.38	3.28
	逆対称	(a)	(b)			
		1	1.30	1.30	1.28	
		2	3.10	3.21	0.48	
	対称	3	3.91	3.90	0.39	3.28
		1	1.13	0.62	1.37	
		2	2.59	2.50	0.63	
	逆対称					

表-1 固有振動数 及び 減衰定数