

I - B235

車両走行による2径間連続PC斜張橋の減衰特性

金沢大学大学院 学生会員 深田宰史
 金沢大学工学部 正会員 梶川康男
 オリエンタル建設 正会員 角本 周

1. はじめに

斜張橋は、一般的に主桁、主塔およびケーブルから成り立っており、特にPC斜張橋は、主桁にPC、主塔にはRC、その主桁を引張に強い鋼材で弾性支持するというそれぞれの材料特性を生かした合理的な橋梁でありその反面、減衰特性も複雑であるといえる。近年では、このようなPC斜張橋が数多く架設されており、過去の研究においても2径間連続PC斜張橋の減衰特性について起振機を用いて各モードの減衰定数を把握するとともに、ひずみエネルギーに基づくモード減衰理論を用いた解析も行われている^{1)~3)}。

本研究では、起振機を用いずに車両走行により本橋の減衰特性を把握し、その実験結果をもとにして解析に用いる主桁、ケーブルおよび主塔・橋脚の各部材の減衰定数を逆解析により求め、さらにそれらの減衰定数をパラメータとした場合の1次、2次の全体モードの減衰定数への影響を考察した。

2. 実験概要

対象とした橋梁は、スパン85mの2径間連続PC斜張橋である。実験内容としては、総重量約20tf(約196kN)の試験車を用いて静的、衝撃加振および車両走行の各実験を行った。本橋の一般図と測点配置図を図-1に示す。

3. 解析方法

本研究における解析方法として、まず本橋を立体骨組構造にモデル化し、車両を用いた静的載荷試験の結果をもとに剛性の評価を確認し、

その後固有値解析を行った。その結果を表-1に、また代表的な1次、2次の振動モードを図-2に示す。

次に、実験に用いた20tfダンブトラックを3軸車両にモデル化し、直接積分法により逐次積分して応答速度を求めた。この際に本研究では、主桁、ケーブルおよび主塔・橋脚の各部材の減衰定数を変化させて、解析上で車両が橋上から退去した後の主桁スパン中央V-2(図-1参照)における自由減衰波形から求める1次、2次の全体モードの減衰定数にどの程度影響するのかを考察し、さらに解析に用いる各部材の減衰定数を逆解析した。ここで、解析に用いた減衰マトリックスは、(1)式に示すような剛性依存型の減衰を仮定した。

$$[C] = \alpha[K] \quad \text{ここに、} \alpha = \frac{h}{\pi f} \quad h: \text{減衰定数、} f: \text{固有振動数} \quad (1)$$

過去の研究から、斜張橋の逆対称モードの減衰定数は、主塔が連成振動するために対称モードのそれよりも大きくなることを、ひずみエネルギーに基づく減衰理論を用いてモード別の各部材(主桁、主塔、ケーブル)のエネルギー寄与率から明らかにされた⁴⁾。また、図-3に示すように、今までに報告された実験結果からもその傾向は明らかであるといえる^{1)~3) 5)}。なお、本橋の減衰定数は、図-4に示すように車両が橋上を退去した後の自由減衰波形から求めた。また、図-4に対応した解析による波形の一例を図-5に示す。

4. 解析結果

主桁、ケーブルおよび主塔・橋脚の各部材の減衰定数をパラメータとして、車両走行による応答解析を行

keywords: PC斜張橋、減衰特性

〒920 金沢市小立野2丁目40-20 TEL 076-234-4601 FAX 076-234-4632

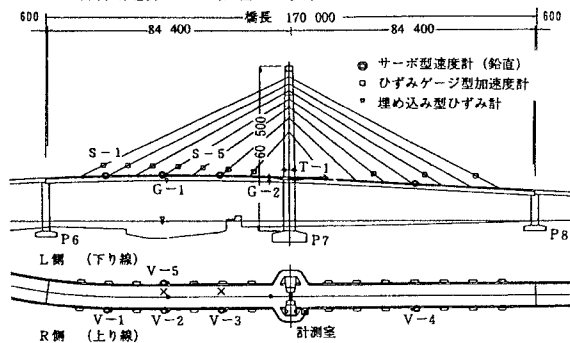
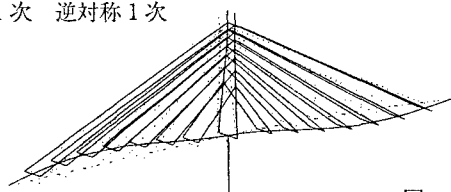
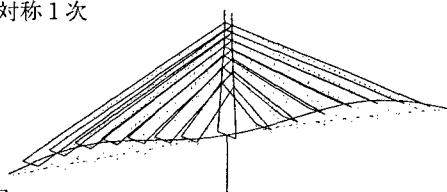


図-1 一般図と測点配置図

1次 逆対称1次



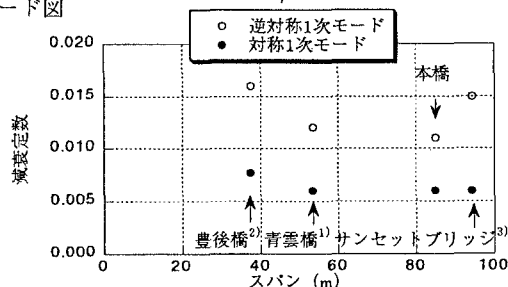
2次 対称1次



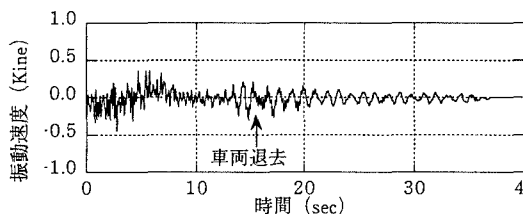
図一2 モード図

表一1 固有振動数(単位:Hz)

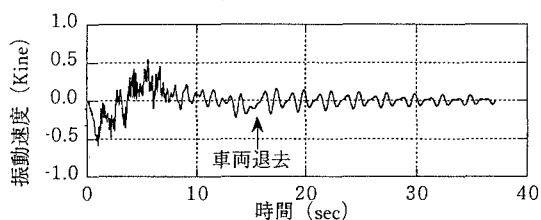
振動モード	実験値	解析値
逆対称1次	0.89~0.93	0.80
対称1次	1.23~1.26	1.20
対称2次	2.63~2.76	2.77
逆対称2次	2.83~2.88	2.80



図一3 減衰定数の比較



図一4 車両走行による速度波形(実測値)



図一5 車両走行による速度波形の一例(解析値)

い、主桁スパン中央で求められた1次、2次の全体モードの減衰定数を表一2に示す。この表から明らかなように、主塔・橋脚の減衰定数が大きくなれば、1次の逆対称モード(ASY)の減衰定数はそれに比例して大きくなっている。また、ケーブルの減衰定数が小さくなれば、2次の対称モード(SY)の減衰定数はそれに比例して小さくなっている。これにより、上述してきたように主塔・橋脚や、ケーブルの減衰定数が各全体モードに対して大きく影響して

表一2 パラメータ解析による減衰定数の変化

主桁:1%			主桁:1.5%		
塔 橋脚 1%	ケーブル 0.1%	ASY 0.00496	塔 橋脚 1%	ケーブル 0.1%	ASY 0.00773
		SY 0.00545			SY 0.00887
	ケーブル 1%	ASY 0.00533		ケーブル 1%	ASY 0.00810
		SY 0.00726			SY 0.01068
塔 橋脚 2%	ケーブル 0.1%	ASY 0.00778	塔 橋脚 2%	ケーブル 0.1%	ASY 0.01054
		SY 0.00553			SY 0.00896
	ケーブル 1%	ASY 0.00815		ケーブル 1%	ASY 0.01092
		SY 0.00734			SY 0.01076
塔 橋脚 5%	ケーブル 0.1%	ASY 0.01129	塔 橋脚 5%	ケーブル 0.1%	ASY 0.01407
		SY 0.00563			SY 0.00909
	ケーブル 1%	ASY 0.01166		ケーブル 1%	ASY 0.01443
		SY 0.00746			SY 0.01091

いることが車両走行による解析からも明らかになった。さらに、本実験における車両退去後の自由減衰から、逆対称1次:1.1%、対称1次:0.6%という結果を得ており、表一2と比較すると、主桁においては約1%、主塔では約5%、ケーブルについては約0.1%を仮定したケースが最もよく対応していると言える。

＜参考文献＞ 1) 林川・桑原・小幡・佐藤：遊歩道斜張橋のモード減衰解析について、年次講演会概要集、PP.162-163、1996。 2) 小坪・鳥野・高西・園田・小深田：P C斜張橋の振動特性の実測と理論的考察、年次講演会概要集、PP.517-518、1984。 3) 麻生・鳥野・北川・船迫・村岡：P C斜張橋(サンセットブリッジ)の動特性とレインバイブレーション、構造工学論文集、Vol.41A、PP.771-778、1995。 4) 山口・加藤：斜張橋のモードエネルギー特性とそれに基づく減衰解析、年次講演会概要集、PP.1132-1133、1994。 5) 山口：ケーブル構造のモード減衰性状と減衰理論、鋼構造論文集、第1巻3号、PP.129-138、1994。