

固有モード特性が並列高架橋の対風応答に及ぼす影響

九州工業大学 大学院 学生会員 ○ 吉田通保 学生会員 磯部敏靖
九州工業大学 正会員 久保喜延 正会員 木村吉郎 正会員 加藤九州男
福岡北九州高速道路公社 正会員 古賀淳典 宮崎県 中村康輝

1. まえがき

都市部では慢性的な交通混雑を解消するために、高架都市高速道路の建設が行われるが、工期や経済性の観点から、こうした高架橋は並列橋とされることがある。既往の研究において、並列橋の固有振動モード解析を行う際に、単独橋のみで検討している場合があるが、並列橋を支持する橋脚が一体である場合などでは、2つの橋の振動が連成することにより振動モードが実際とは異なっている可能性がある。そこで、固有振動モードが異なることにより、並列橋の対風応答特性がどのように変化するかを検討するために、支持部が一体である単径間弾性模型を用いた風洞実験を行い、その対風応答特性について検討した。

2. 実験概要

実験は風洞（測定断面 1070×1070mm）内に、3次元模型を設置し、風洞風速 0.6～7.0m/s で測定した。実験に使用した模型は、縮尺率 $1/n = 1/144$ の単径間弾性模型 2 体である。この 3次元模型の剛性は、断面中央に配置した剛性棒によって鉛直・水平曲げ剛性を相似させた。桁部は、剛性棒に長さ 80mm 程度の木製の模型外形材を 1mm 間隔で取り付け、模型外形材の剛性が剛性棒に付加されないように配慮し、支承部は板ばねを剛性棒に取り付けた。表 - 1 に模型の振動諸元を示す。本実験で対象とした振動モードは、鉛直たわみモードである。表 - 2 に示している様に、1 次モードは 2 橋が同位相で振動するモードであり、2 次モードは 2 橋が逆位相で振動するモードである。実験は、模型質量を変化させて、振動モードが異なる 3 つのケースについて行なった。

3. 固有振動解析結果

表 - 2 に固有振動解析結果を示す。(a) は二橋の剛性、質量とも等しいとした場合の結果である。1 次、2 次モードともに、二橋の振幅は全く同じ結果となった。

一方、(b) は (a) の場合の点線で示す橋のみ支承部の板ばねの厚さを 1.2mm から 1.5mm に大きくした場合の結果である。1 次モードでは、実線の橋の振幅がかなり大きなものとなっている。また、2 次モードでは点線の橋の振幅がかなり大きなものとなっている。これは、実験で生じ得る板ばねの設置状態の微妙な違いにより、応答モードにかなりの影響を与えることを示している。



写真 - 1 単径間弾性模型

表 - 1 模型の振動諸元
(強制加振測定値)

case1	1 次	7.4 Hz
	2 次	8.0 Hz
case2	1 次	7.6 Hz
	2 次	8.1 Hz
case3	1 次	7.3 Hz
	2 次	8.0 Hz

表 - 2 固有振動解析結果

	(a)	(b)
1 次モード		
2 次モード		

キーワード : 固有モード, 並列高架橋, 対風応答特性

連絡先 : 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel (093)884-3109 Fax (093)884-3100

4. 実験結果および考察

(1) case1 (図 - 1)

換算風速 $V_r=5$ 付近において 1 次モードの渦励振が最も卓越し、その振幅は二橋ともに無次元倍振幅 $2A/D=2.2$ 程度となっている。また、換算風速 $V_r=6$ 付近において 2 次モードの渦励振が最も卓越し、その振幅は二橋ともに無次元倍振幅 $2A/D=0.1$ 程度となっている。高風速域において、換算風速 $V_r=10$ 付近より 2 次モードのギャロッピングが発生している。しかし、その振幅は下流側の橋の方が顕著に大きくなっている。これは、ギャロッピングが発生する時には下流側の橋に大きな起振力が働いているためだと考えられる。

(2) case2 (図 - 2)

1 次、2 次モードの渦励振ともに図 - 1 の場合と同様の換算風速で発生しているが、その二橋の振幅の比は表 - 3 のモードと同等となっている。図 - 1 と比較すると、1 次モードの渦励振の振幅が小さくなっており、2 次モードの渦励振の振幅が大きくなっている。また、高風速域において、2 次モードのギャロッピングが発生しているが、その発生風速はさらに高風速側に移動している。

(3) case3 (図 - 3)

1 次、2 次モードの渦励振ともに図 - 1、2 の場合と同様の換算風速で発生しているが、その二橋の振幅の比は表 - 3 のモードと同等となっている。また、図 - 1 と比較すると、1 次モードの渦励振の振幅が大きくなっており、2 次モードの渦励振の振幅が小さくなっている。また、図 - 1 と同様に、高風速域において換算風速 $V_r=10$ 付近より 2 次モードのギャロッピングが発生しているが、その振幅の比は図 - 3 の場合よりも小さくなっている。このギャロッピングについては、表 - 3 の振幅の比を考慮すると対応しているようにも見えるが、図 - 2 では図 - 1 よりも小さく、必ずしも振幅の比は振動モードの振幅の比と対応しない。

図 - 1～3 の結果より、渦励振の 1 次、2 次モードは下流側の橋が大きな振幅である固有振動モードの場合の時に、より振幅の大きな結果を示している。

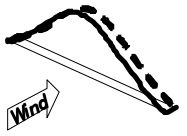
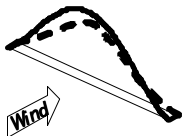
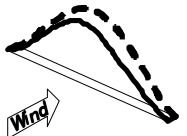
4. まとめ

本研究により、並列橋においては固有振動モードが応答特性に大きな影響を及ぼすことがわかった。したがって、支持部が一体となった並列橋の対風応答特性を検討する場合には、実橋の固有振動モードを反映したモデルを用いて実験する必要がある。

参考文献

中村康輝：平成 12 年度 第 55 回土木学会講演概要集，3 次元モデルによる並列高架橋の対風特性

表 - 3 固有振動モード（強制加振測定値）

	case1	case2	case3
1 次モード			
振幅の比	1.0	1.5	0.8
2 次モード			
振幅の比	1.0	0.4	1.6

* 振幅の比 = 上流側の振幅 / 下流側の振幅
下流側：---
上流側：——

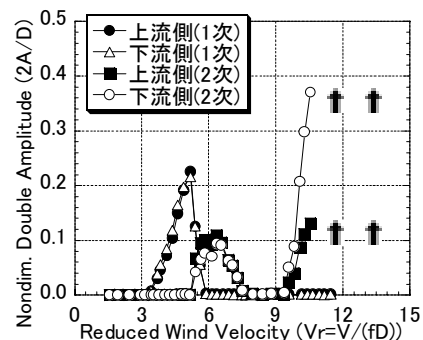


図 - 1 case1

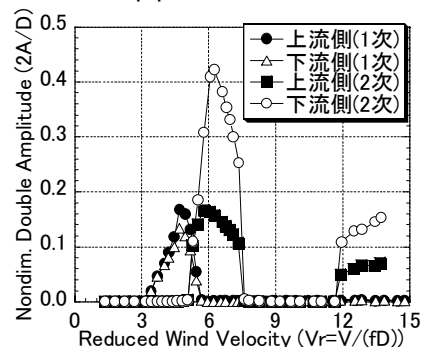


図 - 2 case2

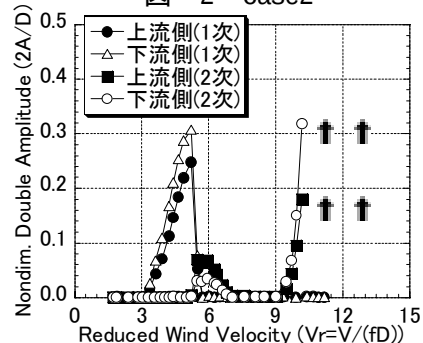


図 - 3 case3