

I-363 熱田記念橋の振動試験

名古屋市 正員 村瀬勝美 日本車輛 奥嶋 猛
 名古屋市 早川高明 日本車輛 正員 小澤一誠
 日本車輛 加藤雅彦

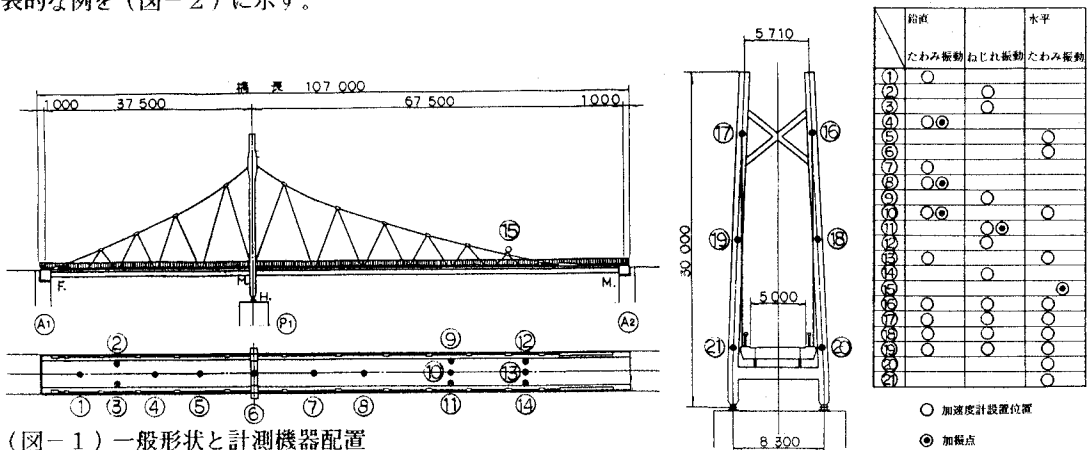
1. まえがき 本橋は支間（37.5m+67.5m）、巾員5mの歩道橋であるが、斜め吊材を有する自碇式吊橋という極めて前例の少ない構造形式である。その設計段階での解析モデルの妥当性を始め、耐震性や耐風性の検討に用いた固有振動数や減衰定数等の物理定数の妥当性について確認する為、竣工後振動試験を行った。又、本橋の付属物が振動特性に及ぼす影響についても検討した。

2. 試験の方法 計測対象とした振動の種類は、①鉛直たわみ振動、②水平たわみ振動、③ねじれ振動の3つとした。加振方法は鉛直たわみ振動とねじれ振動を対象とした軽トラック車（4t車）の後輪落下によるものと水平たわみ振動を対象とした人力による加振を採用し、常時微動を含め、低次の固有振動数とその対数減衰率、振動モードを計測した。一方、計測機器の配置を（図-1）に示すが、サーボ型加速度変換器10ケを用い①鉛直たわみ振動、②水平たわみ振動、③ねじれ振動の各計測項目毎に配置換えを行った。

3. 試験結果と考察

（1）固有振動数 加振は低次の各振動を対象とし、減衰振動波形から加速度応答スペクトルを求め、固有振動数を読み取った。その結果を常時微動から得られた結果と合わせ、（表-1）に示す。解析値は補剛桁断面のみの場合と付属物全てを考慮した場合とを併記した。但し、水平たわみ振動に関しては、ウィンド沓部の隙間両側各1mmが設けられており、境界条件が明確ではない為、境界条件を変えた解析値を併記した。これらの結果から鉛直たわみ振動に関しては、実測値が解析値よりもほぼ高い値を示しており、又、付属物を考慮して全断面を有効と考えた解析値の方がよく整合している様である。ねじりについては巾員が狭い事もあり加振に伴う振動は鉛直たわみ振動が卓越し、ねじれ振動の分離が困難な為、常時微動による測定が有効であった。結果は解析値とほぼ整合している。水平たわみ振動については表-1に示す様にかなり異なる測定結果が得られた。すなわち、境界条件の異なる振動が入りまじっていると思われ、境界条件の異なる振動数にほぼ整合しているものがあるが、今回の測定では測定点不足の為、それらの判別は不可能であった。これらは工学的にそれ程意味を持つものとは考えられないのでこれ以上の追求は必要性がない様に思われる。

（2）振動モード 各実験から得られたパワースペクトルのピーク値と2測点データのクロススペクトル計算結果の位相差を用いて符号を判定し、解析モード図上にプロットしてモードを確認した。モード図の代表的な例を（図-2）に示す。

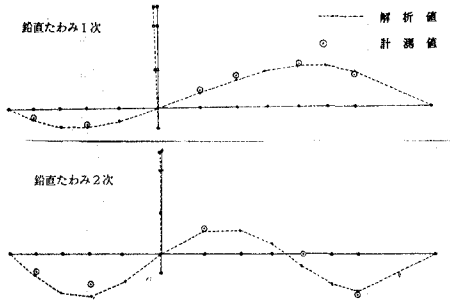


（図-1）一般形状と計測機器配置

（3）対数減衰率 車輪落下及び人力加振試験で測定した自由減衰波形の振巾から求めた対数減衰率と、常時微動を含みパワースペクトルの共振曲線より求めた対数減衰率とを（表-2）に示す。この内自由減衰波形より得られた値は各点共同様の値を持っており安定して得られるが、ハーフパワー法で得られた値はばらつきが大きかった。又、（図-3）に代表的な自由減衰波の振巾対数グラフを示すが、鉛直3次はBeating波形となっておりばらつきが大きいため、文献-1）の方法でこれらを分離し、その結果を（表-2）中に併記した。Beating のもう一方の振動はその振動数から斜め吊材の塔付4本の内の一本であると考えられる。次に本橋で求めた対数減衰率（0.048～0.096）を他の同規模の斜張橋、川崎橋（0.032～0.044）、雪吊橋（0.043程度）やモノケーブルの北港連絡橋（0.02～0.027）と比較してもかなり大きな値となっている。この原因としては①2面の斜め吊材による影響、②化粧板を含む付属物による影響、③規模の違い、等が考えられる。

以上から、本橋の設計で用いた構造モデルは基本的には妥当であり、この程度の規模では使用性等の検討時のモデルに付属物を含めた剛性を用いるのが実情に合う様である。又対数減衰率についても問題ないものと思われる。

尚、本橋の計測、解析に当たって、名大・加藤雅史先生に多くの適切な助言を頂いた事を深く感謝致します。



（図-2）振動モード図

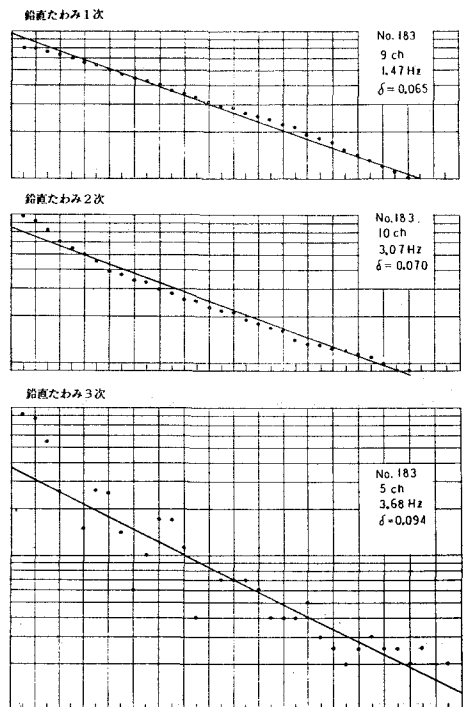
解	主 構 体	鉛直たわみ振動				ねじれ	水平たわみ振動				
		1次	2次	3次	4次		1次	2次	3次	4次	5次
析	剛 支 点	1,234	2,599	3,213	5,830	5,957	1,869	2,551	5,957		
	付 属 物 含 む	1,357	2,942	3,710	6,963	—	2,073	3,159	7,089		
	橋直方向のP1上支持をフリー						1,678	2,184	5,433		
計 測 値		1,524	3,125	3,833	6,454	6,079	塔及びその付近	塔及びその付近	長径間	長径間	塔及びその付近
							1,777	2,148	2,479	3,008	5,840

（表-1）固有振動数の一覧表

			1 次	2 次	3 次
減衰波形	加振	長径間中央付近	0.065	0.053	0.048
		" $l/4$ 付近	0.067	0.070	0.096
		短径間中央付近	0.069	0.069	0.065
ハーフパワー法	加振	長径間中央付近	0.094	0.020	0.023
		" $l/4$ 付近	0.099	0.061	0.018
		短径間中央付近	0.052	0.038	—
	常時微動	格点平均	0.043	0.028	0.016
		Beating波形 長径間 $l/4$ 付近		—	—

（表-2）鉛直たわみ振動の対数減衰率一覧表

文献 1) 讃岐他、『Beating 波形からの各単振動の対数減衰率算出法』, 第2回橋梁振動に関するコロキウム論文報告集, 1989-8



（図-3）自由減衰波の振巾対数グラフ