

関西国際空港㈱（正会員） 窪田 元祐

関西国際空港㈱（正会員）○川上 賢明

三菱重工業㈱（正会員） 渡部 剛賢

1. まえがき

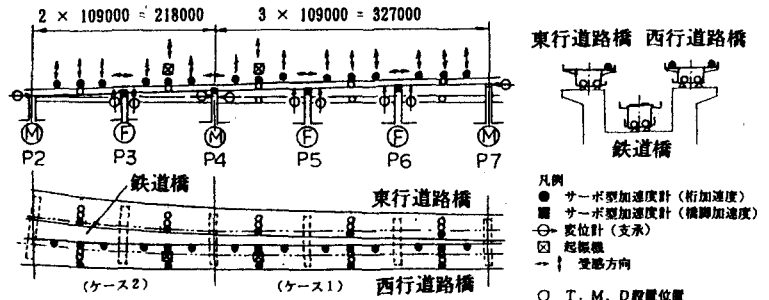
関西国際空港連絡橋の空港島側箱桁橋は、上下方向の限定振動（渦励振）¹⁾の対策として制振装置（T. M. D）を設置している。この制振装置は架設系（舗装前）から設置済み²⁾であるが、この程、舗装などの付帯工事が完了し橋梁が完成状態になった事に伴い、再調整を行った。本報では、この再調整時に行った実橋振動実験の概要について述べる。

2. 実験の対象橋梁

対象とした橋梁は、図1に示す制振装置が設置されている5橋である。制振装置は各橋梁のスパン中央に2基ずつ計26基設置している。制振装置の桁内設置状況を図2に示す。

3. 実験の方法

実験は大別して、振動特性実験とTMD調整確認実験の2種類行っている。振動特性実験は、橋梁の固有振動数、振動モード、対数減衰率等の振動特性を詳細に測定する実験で、桁の上下振動、TMD振動、および橋脚の水平振動をサーボ型加速度計で、支承の回転と水平変位を歪ゲージ式変位計でそれぞれ計測している。また、加振橋梁と反対側橋梁の桁振動も同時に測定している。振動特性実験の計測点例を図1に示す。TMD調整確認実験は、制振装置の調整のみを目的とした実験で、計測点数を少なくしている。振動特性実験の西行道路橋の実験には建設省土木研究所の大型起振機2台（型式：EX-7500HL、最大加振力12t/台）を、3径間鉄道橋の実験およびTMD調整確認実験（東行道路橋）は油圧式起振機を用いた。桁の加振方向は鉛直方向で、側径間L/2点を加振した。実験のケースを表1に示す。なお、実験は、まず制振装置を非作動状態で行い、制振装置の振動数を調整し、その後、制振装置作動状態の実験を行い、制振装置の効果を確認した。



振動特性試験（道路橋西行） 3径間鉄道橋も同様

図1 対象橋梁と試験の概要

表1 実験ケース

ケース	対象橋梁	計測点数	起振機	モード数
ケース1	3径間道路橋西行	23	土研	1次、2次、3次
ケース2	2径間道路橋西行	15	土研	1次、2次
ケース3	3径間鉄道橋	23	油圧式	1次、2次、3次
ケース4	3径間道路橋東行	7	油圧式	1次、2次、3次
ケース5	2径間道路橋東行	5	油圧式	1次、2次

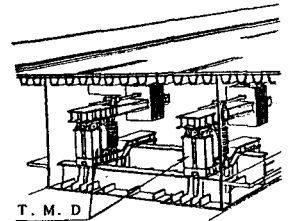


図2 制振装置の設置状況

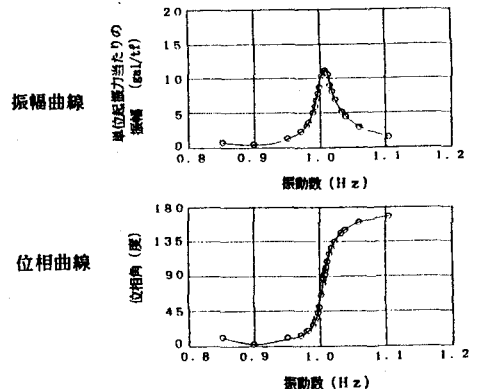


図3 共振曲線（3径間鉄道橋，1次）

4. 実験結果と考察

(1) 固有振動数

共振曲線の計測例を図3に示す。共振曲線はピークを正確にとらえていることが判る。固有振動数の実測値と計算値の比較を表2にまとめて示す。計算値は道路橋2橋と鉄道橋1橋の3橋をモデル化した立体振動解析により求めたものである。実測値と計算値の誤差は最大5%程度で一致している。

(2) 対数減衰率

桁の自由減衰波形の代表例を図4に、減衰波形から求めた対数減衰率を表2に示す。表2には参考に架設系の実測値も記載している。対数減衰率は、桁の振幅変化に伴う減衰率の変動(図5参照)、外気温度の変化による減衰率の変化(図6参照)などが表れたケースもあった。2径間道路橋西行の対数減衰率は、TMD非作動時に、他橋と比較して大きい値である。この時の減衰波形を図7に示す。上図は桁の減衰波形を、下図は支承の減衰波形を示す。支承の動きが止まった所を境にして桁振幅の減少傾向が異なっていることから、支承の摩擦が対数減衰率に影響していると推察される。完成系の対数減衰率を架設系と比較すると、3径間鉄道橋1次振動を除いて、同程度もしくは若干上回った値である。

(3) 制振装置の効果

制振装置作動時は、耐風安定性上必要な対数減衰率0.1を上回っており、制振装置の効果が十分発揮されていることが判る。

5. まとめ

実験の結果、制振装置の効果が確認されたと共に、本橋の耐風性に必要な固有振動特性値が実測できた。この中には、対数減衰率の振幅依存性、外気温度との相関、および西行きと東行き橋の連成など複雑なデータが含まれており、今後詳細解析によって検討を行う予定である。

参考文献 1) HONDA, A. 他: Aerodynamic Stability of Kansai International Airport Access Bridge,

日本風工学会誌, 第37号, 昭和63年10月

2) 布施洋一, 他: 耐風用T.M.Dを設置した鋼箱桁橋の振動観測について

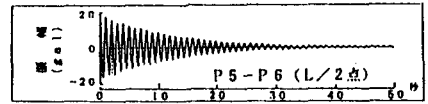
土木学会関西支部年次学術講演会, 1991年4月

表2 固有振動数と対数減衰率

			完 成 系				架 設 系	
			固有振動数		対 数 減 衰 率		対 数 減 衰 率	
			実測値 (Hz)	計算値 (Hz)	橋体のみ TMD 非作動	TMD 作動	橋体のみ TMD 非作動	TMD 作動
3 径 間	道路東行	1次	0.86	0.85	0.02	0.33	0.02	0.2以上
		2次	1.07	1.04	0.04	0.15	0.04	0.16
		3次	1.49	1.55	0.05	0.18	0.05	0.19
	道路西行	1次	0.85	0.85	0.03	0.20	0.01	0.2以上
		2次	1.07	1.04	0.06	0.14	0.04	0.21
		3次	1.51	1.55	0.05	0.29	0.05	0.15
2 径 間	道路東行	1次	1.00	0.96	0.08	0.36	0.11	0.2以上
		2次	1.19	1.19	0.06	0.16	0.02	0.12
		3次	1.70	1.70	0.08	0.18	0.07	0.12
	道路西行	1次	0.84	0.82	0.03	0.14	0.03	0.2以上
		2次	1.32	1.34	0.04	0.11	0.04	0.11
		3次	0.81	0.79	0.17	0.36	0.04	0.2以上
1 径 間	道路西行	1次	1.27	1.31	0.07	0.16	0.05	0.14
		2次						

注) 対数減衰率は、桁振幅の大きい時の値および外気温度で変化したケースでは高温度の時の値を示す。

[TMD
非作動時]



[TMD
作動時]

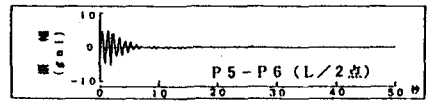


図4 自由減衰波形(3径間鉄道橋, 1次)

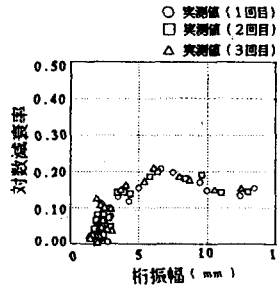


図5 対数減衰率と桁振幅の関係(2径間道路橋西行, 1次)

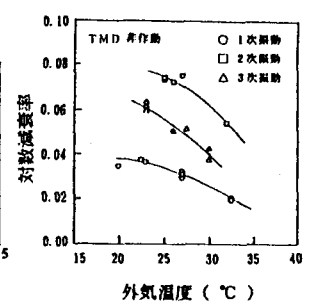
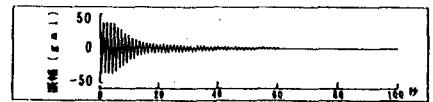


図6 対数減衰率と外気温度との関係(3径間道路橋東行)

桁 振 動
[P2-P3
L/2点]



支 承 振 動
[P4橋軸
水平方向]



図7 自由減衰波形(2径間道路橋西行, 1次)