

耐風用T.M.D.を設置した鋼箱桁橋の振動観測について

関西国際空港(株)(正会員) 布施 洋一

関西国際空港(株)(正会員) 〇角 和夫

三菱重工業(株)(正会員) 田村 一美

1. まえがき

関西国際空港連絡橋空港島側の鋼箱桁に設置された渦励振振動対策のためのT.M.D. (Tuned Mass Damper) のチューニング及びその効果を確認する目的で、橋梁架設段階における起振機による正弦波加振実験を行った。また供用後の安全性を確認するためのデータ取得を目的とした実風での振動観測が現在行われている。本報では、加振実験の概要について述べるとともに、実風での桁振動の観測結果例を紹介しT.M.D. の効果について考察する。

2. 対象橋梁及びT.M.D. 概要

対象橋梁は図1に示すように、空港島側の2径間連続鋼箱桁の東行道路橋、西行道路橋、3径間連続鋼箱桁の東行道路橋、西行道路橋及び鉄道橋の計5橋である。

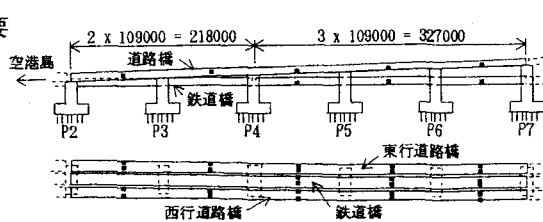


図1. 対象橋梁概要

各橋梁とも現在架設段階であり、アスファルト舗装、電力ケーブル等の付帯設備が未施工の状態である。本T.M.D. は図2に示すように、キャンチレバー方式で支点部、キャンチレバー、オイルダンパー、コイルばね及びウェイトで構成され、支点部を中心に上下に振動する。T.M.D. の振動数はウェイトを水平に移動させることで無段階に調整することができる。T.M.D. は各橋梁のスパン中央に2基ずつ合計26基設置されている。箱桁内のT.M.D. の設置状況を図3に示す。

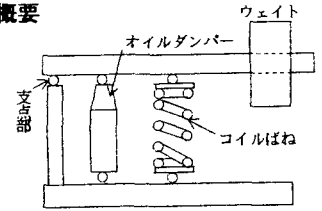


図2. T.M.D. 概要

3. 実験概要

実験はウェイト重量5 ton の起振機を用いて加振することにより、まずT.M.D. をロックした状態で橋梁自体の固有振動数を計測し、この固有振動数に従ってT.M.D. の固有振動数を適正位置に調整した。次に調整したT.M.D. を作動させた状態で橋梁を加振し、自由減衰振動を計測することにより対数減衰率を求めた。この対数減衰率とT.M.D. をロックした状態での対数減衰率とを比較することによりT.M.D. の効果を確認した。

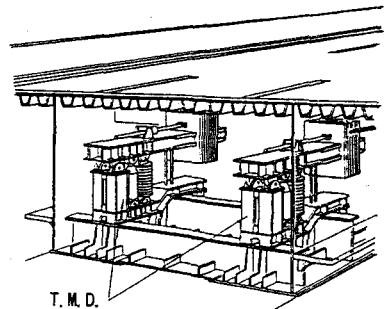


図3. T.M.D. 設置状況

4. 実験結果及び考察

計測された固有振動数、対数減衰率を表1に示す。同表には比較のため固有振動数解析値も合わせて示した。同表に示すように、固有振動数実測値と解析値は最大数%の誤差でほぼ対応していることがわかる。

T.M.D. をロックした状態での橋梁自身の対数減衰率は、各橋梁(鉄道橋を除く)ともほとんど同じスパン、構造でありながらかなりのばらつきが見られた。この原因のひとつとして沓の動きの違いが考えられるが、

Yoichi FUSE, Kazuo SUMI, Kazumi TAMURA

目視観察ではいずれの橋梁の沓もよく動いており、これについては橋梁完成時に実施予定の橋梁完成系でのT.M.D.の調整試験時に沓を含めた詳細な振動計測を実施し、検討する予定である。

T.M.D. 作動時の橋梁の対数減衰率は、いずれも耐風安定上必要な対数減衰率0.1以上となっており、T.M.D. の効果が十分発揮されていると言える。

なお、自由減衰振動波形の例を図4に示す。

5. 実風での観測結果例

台風28号接近時(1990年11月30日)の計測結果例を次に示す。図5は最大風速約18 m/s、平均風速約10m/s(風向はほぼ橋軸直角方向)時の2径間道路橋の桁の加速度を示したものである。風上側の東行道路橋のT.M.D. は全て作動、風下側の西行道路橋のT.M.D. は全てロックされた状態である。同図から最大加速度で比較すると西行道路橋(T.M.D. ロック)の62.4gal に対し、東行道路橋(T.M.D. 作動)では16.7galと約1/4になっている。

橋梁の計画時に実施された風洞試験の結果¹⁾では、風上側、風下側ともほぼ同程度の振幅となること、風上側道路橋を拘束すると風下側道路橋の振動振幅は半減することからみても、本計測結果の両橋の加速度振幅の差はT.M.D. によるものと考えられる。

6. まとめ

(1)耐風対策としてT.M.D. が設置された関西国際空港連絡橋空港島側の鋼箱桁の起振機による加振実験を行いT.M.D. を作動させることにより耐風安定上必要な箱桁の対数減衰率0.1を十分確保できることを確認した。

また、実風での桁振動観測によっても、T.M.D. の効果が十分発揮されることを確認した。

(2)T.M.D. をロックした橋体のみの対数減衰率は、構造的にはほとんど同じ橋梁でありながら、かなりのばらつきがみられた。これより、橋梁の安全性を確認するためには実機計測が重要であるとともに、設計へと反映させるためにはこれらのデータを蓄積していくことが必要であると考えられる。

参考文献

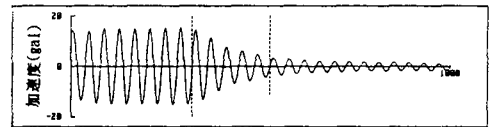
- 1) HONDA, A., SHIRAIISHI, N., MOTOYAMA, S.: Aerodynamic Stability of Kansai International Airport Access Bridge, 日本風工学会誌, 第37号, 昭和63年10月.

表1. 固有振動数, 対数減衰率

			固有振動数(Hz)		対数減衰率	
			実測値	計算値	橋体のみ	T.M.D. 作動時
2径間	東行道路	1次	0.945	0.923	0.029	0.2以上
		2次	1.487	1.542	0.037	0.11
	西行道路	1次	0.925	0.894	0.036	0.2以上
		2次	1.450	1.496	0.045	0.14
3径間	東行道路	1次	0.977	0.952	0.020	0.36
		2次	1.225	1.216	0.041	0.16
		3次	1.701	1.798	0.053	0.19
	西行道路	1次	0.976	0.955	0.012	0.27
		2次	1.213	1.220	0.037	0.21
		3次	1.708	1.803	0.045	0.15
	鉄道	1次	1.283	1.267	0.110	0.26
		2次	1.507	1.553	0.021	0.12
		3次	2.216	2.254	0.073	0.12

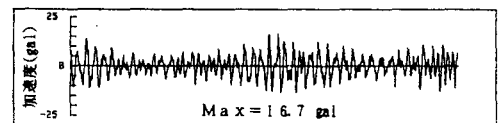


(a) T.M.D. ロック

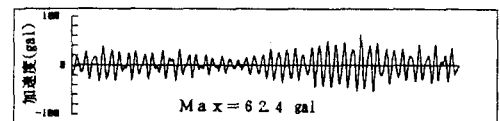


(b) T.M.D. 作動

図4. 自由減衰振動波形例(2径間西行道路橋)



(a) 東行道路橋 (T.M.D. 作動)



(b) 西行道路橋 (T.M.D. ロック)

図5. 実風による桁の加速度計測例