

I-325

東神戸大橋 主塔の振動実験

阪神高速道路公団 ○正田正一, 北沢正彦

同 上 千代憲司, 三浦龍太郎

川崎重工業(株) 高枝新伍

1. はじめに

東神戸大橋は、橋長885m, 中央径間485mの3径間連続鋼斜張橋である。本橋は、橋軸方向の主構の支持条件が全支点で可動となる、オールフリー構造を採用しているため、橋全体の固有周期が長周期構造となっている。また、塔には制振対策として、Tuned Mass Damper (TMD) が設けられている。このような特徴を持つ本橋の場合、主塔の振動性状が橋全体の振動性状に大きな影響を及ぼすことが考えられる。よって、主塔の振動特性、および主塔制振装置の有効性を確認するため、ケーブル架設前に、塔の振動実験を実施した。本稿は、実験の概要と測定結果の中間報告を行うものである。

2. 実験の概要

実験は、神戸側主塔(P23)の各塔頂に設置された2台の大型起振機(建設省土木研究所殿所有)により塔を橋軸方向に加振し、加速度計により塔の構造減衰ならびに固有振動数を計測した。計測機器の設置位置を、図-1に示す。実験ケースは、表-1に示すように、まず、常時微動計測して固有振動数の推定を行った後、起振機を用いて、定常加振実験、自由振動実験を行った。表中の英数文字はケース番号を表す。定常加振実験、自由振動実験では、TMDの効果調べる目的で、TMDを作動させた場合(制振)とピンで固定した場合(非制振)の2ケースについて、実験を行った。また、定常加振実験では、構造減衰の振幅依存性を調べるために、大振幅、中振幅、小振幅と、加振力を変化させて実験を行った。

表-1 実験ケース

		非制振 曲げ1次 曲げ2次		TMD制振 曲げ1次
常時微動		TWRA		-----
定常加振	大振幅	TWR1SL	TWR2SL	TMD1SL
	中振幅	TWR1SM	TWR2SM	TMD1SM
	小振幅	TWR1SS	TWR2SS	-----
自由振動		TWR1F	TWR2F	TMD1F

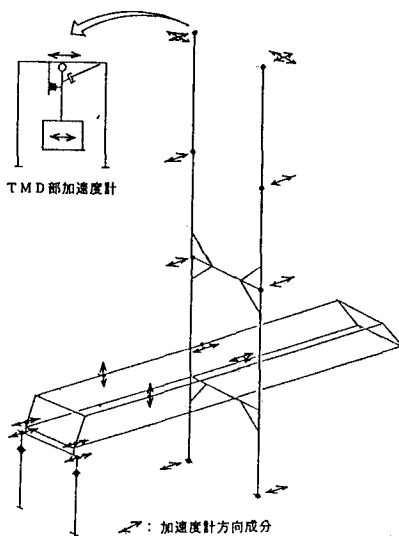


図-1 計測機器の設置位置

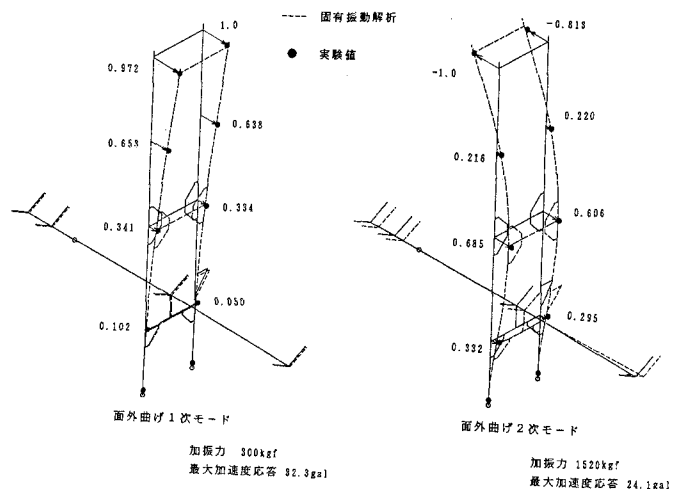


図-2 振動モード

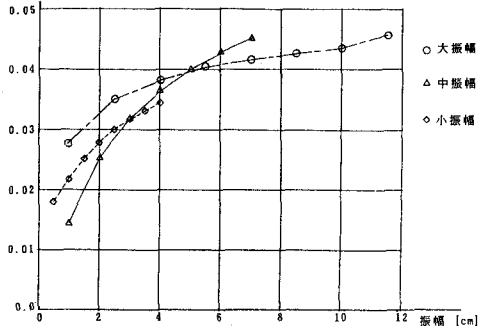
対数減衰率 δ 

図-4 振幅と減衰との関係

3. 結果と考察

(1) 塔の振動特性：各実験によって得られた固有振動数を設計値と比較すると、表-2 のようになる。実験値は設計値より若干高くなっているが、良い一致を示しているといえる。図-2 に、固有値解析から得られた振動モードの理論値と定常加振実験での各部の応答から求めた実験値の比較を示す。また、図-3 に周波数応答曲線の理論値と実験値の比較を示す。

(2) 塔の減衰性：自由振動実験から得られた振幅と減衰との関係を 図-4 に示す。図より、曲げ1次モードにおける対数減衰率は0.02~0.05程度で、振幅が小さくなるにつれ、減衰率は低下する傾向にある。この値は、設計上の構造減衰0.01と比較すると、大きな値となっている。

(3) 制振装置の有効性：制振装置が付加された周波数応答解析値と実験値とを比較すると、図-5 のようになる。解析値は、塔の対数減衰率を3%、制振装置の減衰定数を20%として求めたものである。図より、制振時の全体系の対数減衰率は0.09程度に増加し、設計上の所要減衰率0.04を十分に上回っている。

4. まとめ

本実験により、東神戸大橋主塔の振動特性として、次のようなことが明らかとなった。

① 固有振動数については、曲げ1次、曲げ2次のそれぞれのモードにおいて、固有振動解析によって得られた解析結果と実験値は良く一致した。② 減衰については、塔の設計上の構造減衰に比べ、曲げ1次モードにおける実験値は大きい値を示した。③ 制振装置は十分な減衰効果をもっていることが確認された。

表-2 主塔の固有振動数

曲げ1次	常時微動	定常加振	自由振動	設計値
主塔のみ	0.2592	-----	-----	0.2616
主塔+起振機+TMD	0.2534	0.2526	0.2560	0.2488

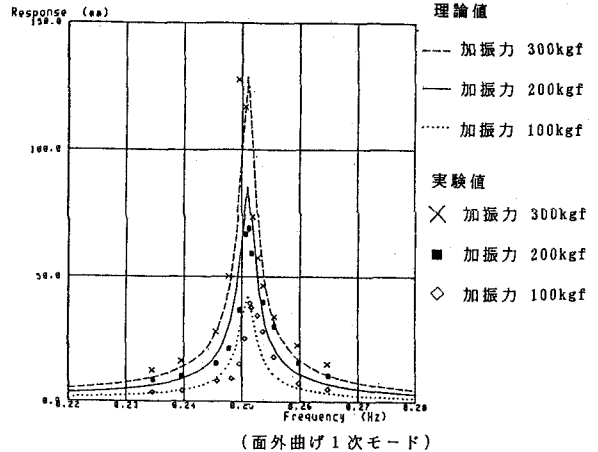


図-3 周波数応答曲線

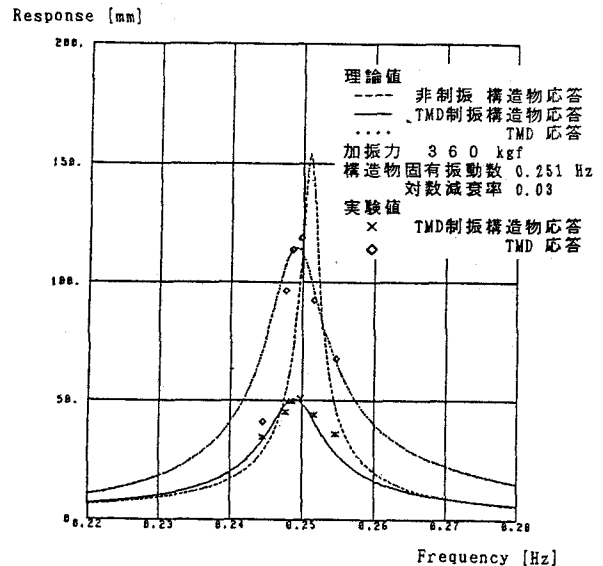


図-5 制振装置の効果