

I-482

動吸振器(TMD)の制振効果について

株式会社 フジエンジニアリング 正会員 讃岐康博
金沢大学 工 学 部 正会員 梶川康男
阪神高速道路公団 松浦康夫
株式会社 フジエンジニアリング 正会員 薄井王尚

1. はじめに

都市内高速道路の沿道環境のうち、高架橋の交通振動問題は、平面道路に比べその発生、伝播の機構が複雑で各関係機関において調査研究が推し進められているが、未だに有効な防振対策は得られていない。今回、弾性バネおよび粘性減衰機構を主な構成要素とする動吸振器(Tuned Mass Damper)の防振対策としての適用性を検討すべく、阪神高速梅田入路(図-1参照)において起振器を利用した強制加振実験が実施された。その結果制振効果が最も大きく現れる適正周波数比(動吸振器の固有振動数/上部工の固有振動数)、適正作動数および最適条件時の制振効果を把握することができたのでここに報告する。

2. 動吸振器の固有振動数の調整法

上部工と動吸振器との固有振動数比の最適条件を見出すため、上部工の固有振動数 f_0 に対し、動吸振器の固有振動数を $0.9f_0$, $0.925f_0$, $0.95f_0$, $0.975f_0$, $1.0f_0$ の5段階に調整した。調整法は、図-2に示すような動吸振器の薄板バネのバネ定数が $(\frac{t^3}{r}) \times b$ に比例することを利用し、板厚、

板幅の異なるバネの組合せを変えることによった。

なお、バネ変更による周波数の変化は人力による共振法で確認した。(表-1参照)

表-1 薄板バネの組合せによる固有振動数の変化

固有振動数比 (f/f_0)	目標振動数 (Hz)	薄板バネの組合せ	組合せによる 振動数 (Hz)
90 %相当	2.11	$t=1.0$ $r=50$ $b=87$; 2組 $t=0.7$ $r=50$ $b=87$; 4組	2.05~2.14
92.5%相当	2.16	$t=1.0$ $r=50$ $b=87$; 4組 $t=0.7$ $r=50$ $b=87$; 0組	2.14~2.15
95 %相当	2.22	$t=1.0$ $r=50$ $b=87$; 2組 $t=0.7$ $r=50$ $b=87$; 2組	2.15~2.25
97.5%相当	2.28	$t=1.0$ $r=50$ $b=87$; 4組 $t=0.7$ $r=50$ $b=87$; 4組	2.25~2.34
100 %相当	2.34	$t=1.0$ $r=50$ $b=87$; 6組 $t=0.7$ $r=50$ $b=87$; 0組	2.34~2.44

f ; TMDの固有振動数, f_0 ; 桁の固有振動数

3. 加振法および測定項目

本実験で使用した起振器は大型サーボ型起振器で、曲げ一次振動、ねじり一次振動に着目して起振させ、それに伴って派生する上部工、橋脚、地盤の振動変位、振動加速度、振動レベル等を測定した。

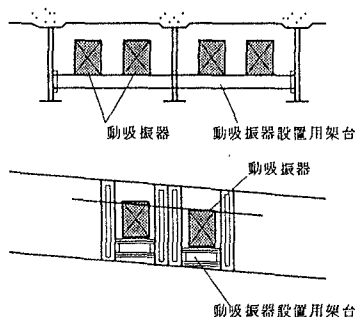
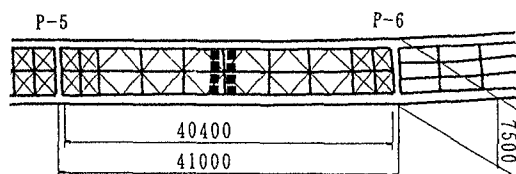


図-1 梅田入路の動吸振器

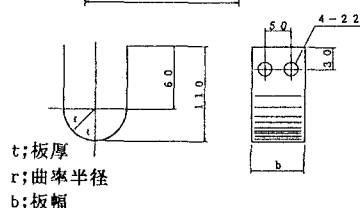
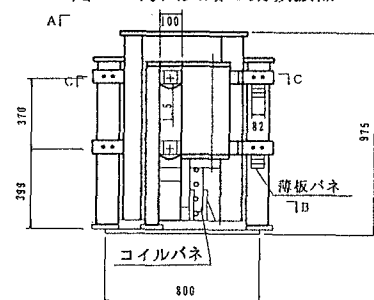


図-2 動吸振器の薄板バネ

4. 実験結果および考察

起振器による強制加振実験のうち、スウィープ加振時の上部工応答変位波形から共振曲線を作成（図-3参照）し、制振効果を検討した。図によると、動吸振器停止状態では共振峰が高く顕著なのに対し、動吸振器作動時には共振峰も低く明確な共振点も見られず、動吸振器作動に伴う制振効果が認められる。

表-2は上部工と動吸振器の固有振動数比を変化させ、さらに動吸振器作動数を変化させた場合の共振点での応答変位量をまとめ、制振効果ならびに適正周波数比を検討したものである。

表によると、制振効果の最も大きくなる最適条件は、固有振動数比97.5%，作動数8基（全基）であることがわかる。そして、この最適条件時での制振効果制振率で表すと38%となり、共振時のピークが2/3以下に低減されることがわかる。

また、図-4は共振点で加振を急停止させたダンピング加振時における上部工の自由減衰振動波形を示したものである。図中上段は動吸振器停止時の自由減衰振動波形であり、下段は動吸振器を最適条件で作動させた時の自由減衰波形である。両波形から減衰定数を算出し比較すると、

動吸振器停止時； $h = 2.6\%$

動吸振器作動時； $h = 3.9\%$

となり、減衰定数にも動吸振器作動による制振効果が認められる。

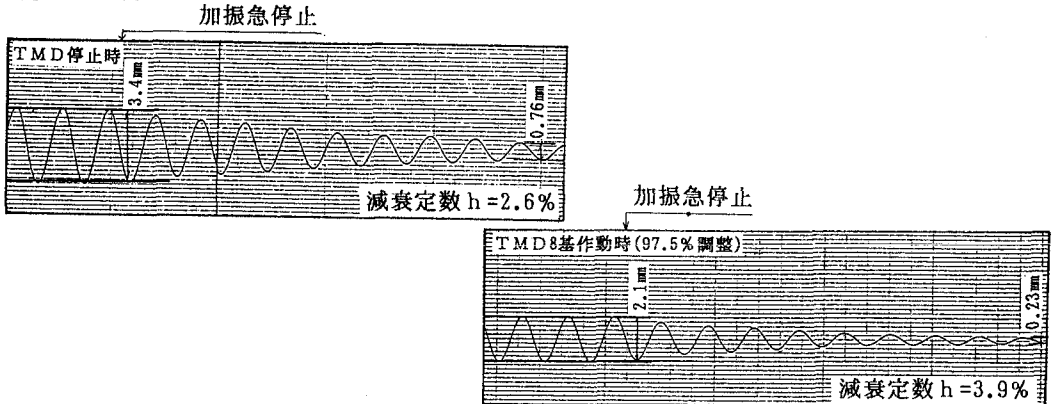


図-4 ダンピング加振時の主桁の自由減衰振動変位波形の代表例

5. まとめ

以上、動吸振器を最適条件に調整すれば、共振点での主桁応答変位は38%の制振率を示し、しかも、減衰定数にも制振効果が現れることを確認した。今後は、ねじり振動に対する制振効果や周辺地盤に対する制振効果について検討し、高架橋の防振対策として期待される動吸振器の実橋への適用性について検討していく予定である。

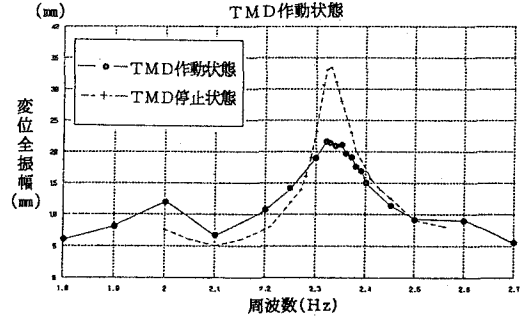


図-3 動吸振器作動時と停止時の共振曲線の比較

表-2 主桁の応答変位と制振効果

単位：mm（全振幅）

固有振動比	0 基 (停止状態)	動 吸 振 器 作 動 数			
		1 基	2 基	4 基 (半数)	8 基 (全数)
曲 90 %	—	—	—	3.1(8%)	2.6(23%)
一 げ 92.5 %	3.4	—	—	2.4(29%)	2.5(26%)
次 95 %	3.3	—	—	2.2(35%)	2.2(35%)
振 97.5 %	—	—	—	2.2(35%)	2.1(38%)
動 100 %	3.4	3.1(8%)	2.9(14%)	2.3(32%)	2.2(35%)

* ただし、加振力は一定。（起振機のカウンターウェイトの加速度を100galに制御）
（ ）内数字は次式で示す制振率を表わしている。

$$\text{制振率} = \frac{(\text{TMD停止状態での応答値} - \text{TMD作動時の応答値})}{\text{TMD停止状態での応答値}}$$