

桁の振動低減効果に及ぼすTMDの配置に関する実験的研究

JR 東日本 正会員 ○金田 淳

JR 東日本 正会員 小林 薫

1. はじめに

構造物の振動を抑制する手法の一つとして同調質量ダンパー（Tuned Mass Damper, TMD）を設置する方法が広く用いられている。TMD による振動低減効果を最大とするためには、TMD を対象する振動モードの腹の位置に設置すること望ましい。しかし、構造上の理由により対象振動モードの腹の位置に設置することが難しい場合や、所要の制振性能を1台のTMDで得ようとした場合に、TMD装置が巨大となりすぎる場合など、TMDを分散して配置しなければならない場合が考えられる。

本研究はTMDの配置位置が桁の振動低減効果に及ぼす影響について、実験により確認した結果を報告するものである。

2. 実験方法

図-1に今回の実験に使用した実験装置の略図を示す。桁中央付近に設置した起振機により桁に振動を与え、桁上に設置した加速度センサーにより桁の振動状況を測定した。起振機より桁に与える振動は周波数を3～5Hzの範囲で連続的に変化させた正弦波とした。TMDの設置位置はスパン中央部、中央部より0.2L、0.4L（L=スパン）だけ軸方向に離れた位置に設けた。TMDの設置位置にはTMD装置から付加系駆動部分を取り除いたダミーウェイトを配置しており、TMDを設置する際にはダミーウェイトとTMDを入れ替えることとした。これは、TMDの付加系駆動部分以外の質量により桁の固有振動数の変動が生じることのないよう配慮したものである。桁は固有振動数が4.0Hz付近となるよう調整したものを使用している。TMDは質量比が概ね1%、2%となる2種類のものを用意し4.0Hzの振動に対して効果を発揮するように調整した。TMDの配置パターンは表-1に示す通りとし、TMDを分散配置した場合の影響を確認することとした。

3. 実験結果

（1）振動状況

実験番号1、2の各測点の加速度の周波数スペクトルを図-2、図-3に示す。TMDを設置することにより振動が低減されていることがわかる。スペクトルはほぼ同様の形状を示しており、起振機から離れるにしたがって小さな値を示している。これより振動は一次モードが卓越しているといえる。

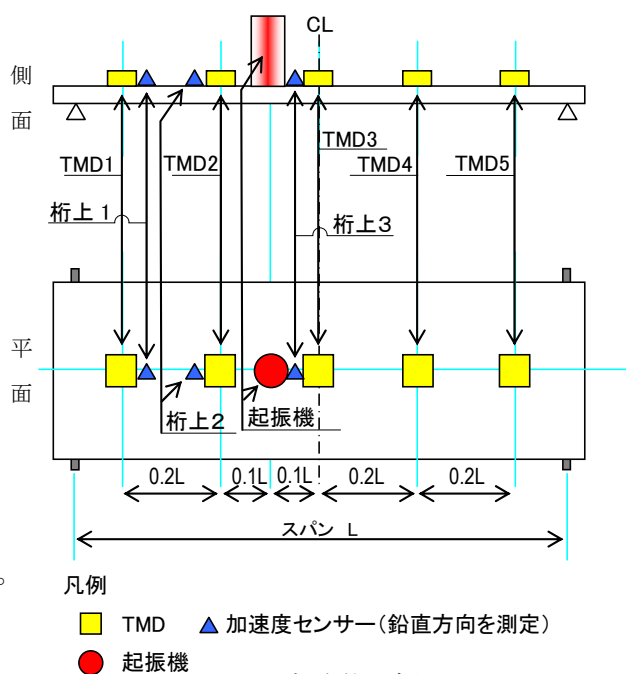


図-1 実験装置概要

表-1 TMDの配置パターン

実験番号	TMD1	TMD2	TMD3	TMD4	TMD5
1					
2			2		
3		1		1	
4	1				1
5	2				
6		2			

数値は質量比(%)を示す。空欄は設置しないことを示す。

キーワード 質量同調ダンパー, TMD

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-0 JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

（２）低減効果の評価方法

振動モードは一次のものが卓越していることより、桁中央付近（図－１内桁上３の位置）に設置した加速度センサーの測定値により評価することとした。測定値より求めた周波数スペクトルの 4.0Hz に対する応答値を TMD を設置しない実験番号 1 における同一応答値で除した値を振動低減率とした。

（２）TMD の配置位置の振動モードの腹からの離れ度合いの定量化

TMD の配置位置の振動モードの腹からの離れの度合いについて以下の簡易な方法で定量化することを試みた。腹からの離れ度合いは起振機設置位置から桁に単位荷重を加えた場合の桁のたわみに着目し、TMD 設置位置のたわみを最大たわみの値で除した値とした。また、TMD を複数台設置した場合の離れの度合いは、TMD 設置位置のたわみを最大たわみ値で除した値について各 TMD の付加質量により重みづけした加重平均値とした。

（３）TMD の配置位置が振動低減効果に与える影響

表－２、図－４に試験結果を示す。TMD の設置個数が同一の場合 TMD の設置位置が振動モードの腹の位置より離れる度合いが大きくなるにしたがって、振動低減効果の小さくなることがわかる。また、実験番号 4 と 5、3 と 6 の結果を比較すると TMD を振動モードの腹の両側に分散して配置する方が腹の片側のみに TMD を配置する場合よりも振動低減振動低減効果が大きいことがわかる。

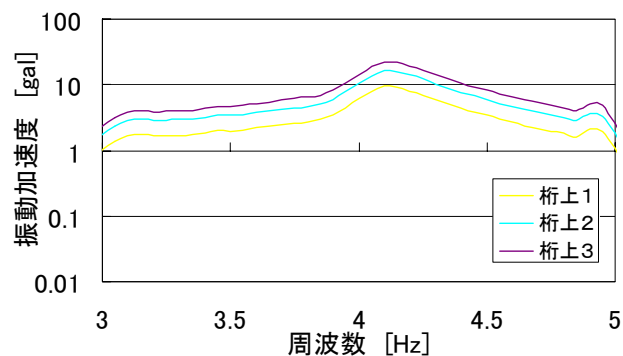
５．まとめ

TMD の設置位置、個数を様々に変化させた桁状試験体の振動試験を実施した結果次のことが確認できた。

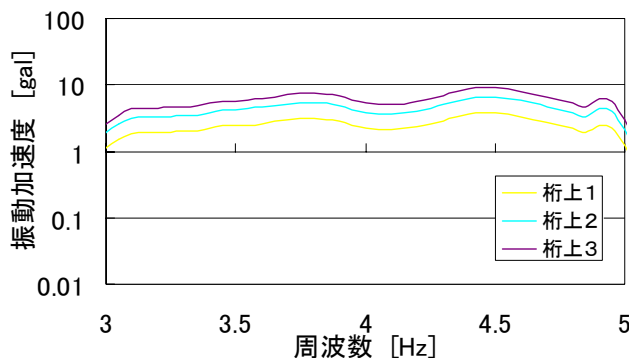
- ・ TMD の設置個数が同一の場合、TMD の設置位置が振動モードの腹の位置から離れる度合いが大きいほど振動低減効果が小さくなる。
- ・ TMD の設置位置が振動モードの腹から離れる度合いほぼ同一であり、付加質量の和が等しい場合、振動モードの腹の片側のみに TMD を配置する場合よりも、両側に TMD を配置したほうが振動低減効果は大きい。

参考文献

- ・ 三船 博史著「振動の解析」 東京電機大学出版局 1992 年



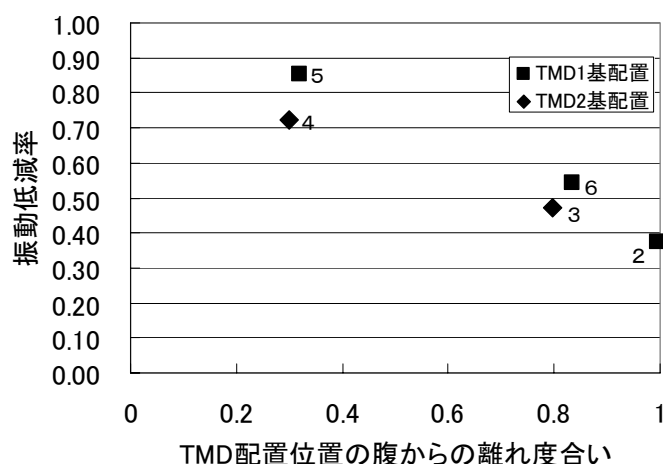
図－２ 実験番号 1 試験結果



図－３ 実験番号 2 試験結果

表－２ 実験結果

実験番号	桁上3部位 加速度[gal]	腹からの離 れ度合い	振 動 低 減 率
1	14.4	—	1.00
2	5.4	1.00	0.38
3	6.8	0.80	0.47
4	10.4	0.30	0.72
5	12.3	0.32	0.85
6	7.8	0.84	0.54



図－４ TMD の配置位置と振動低減率の関係