

マルチプルマスダンパー（MMD）の橋梁への適用と解析

オイレス工業 正会員 二木 太郎 オイレス工業 非会員 五十嵐隆之
 オイレス工業 正会員 横川 英彰 オイレス工業 非会員 岩崎 雄一
 オイレス工業 正会員 下田 郁夫

1．はじめに

橋梁振動の対策工として、既往の事例では、TMDによる対策¹⁾、アクティブコントロールによる対策²⁾、また、粘性ダンパーによる対策³⁾などがなされてきた。しかしながら、TMDに関しては、共振周波数が狭いこと、TMDを設置することにより、他のモードを刺激してしまうことなどが問題となり、あまり実用に供されていないのが現実である。ここでは、既往の機械工学の分野などに用いられていたマルチプルマスダンパー⁴⁾（以下、MMDとする）を橋梁へ適用した場合の解析法と、簡単なシミュレーションを行ない、橋梁の振動制御への可能性について検討を行なった。

2．マルチプルマスダンパー

MMDとは、振動数・減衰定数を微かに変化させた1自由度系の集合である。MMDとTMDの周波数応答の比較を図-1に示す。ここでMMDは4基と設定し、質量の合計は、TMDの質量と同じ値としている。図-1から、質量と、固有振動数を分散させたMMDのほうが、1つの質量で振動を制御させるTMDと比較して、応答を低くすることが可能である。また、固有振動数を分散させることにより、図-2に示すように、ロバスト性の向上も期待でき、橋梁のような固有振動数が日々変化すると考えられる構造に適している振動制御の方法であると考えられる。

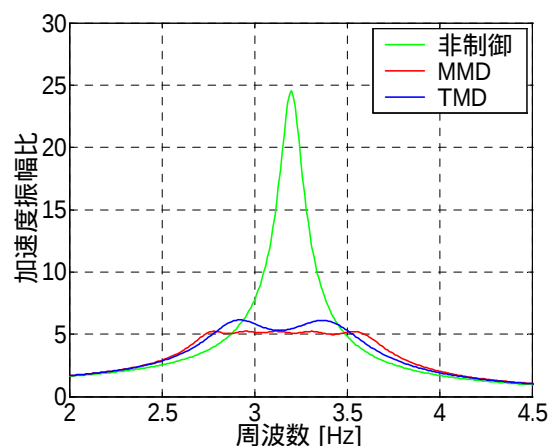


図-1 MMDの周波数応答

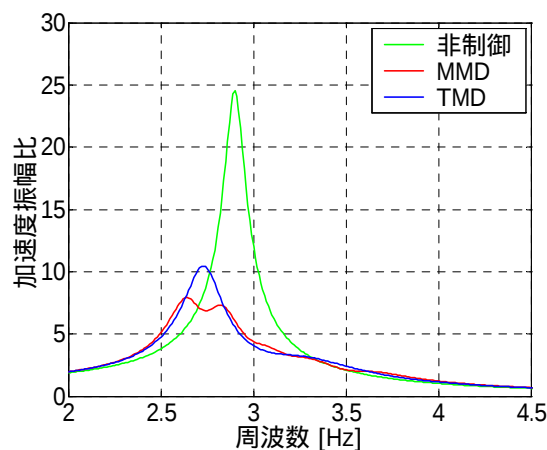


図-2 MMDのロバスト性

3．実橋に対する数値シミュレーション

ここでは、簡単なシミュレーションを行なう。橋梁の概要を表-1に示す。また、図-3に示すような径間の中央に1次モードと、2次モードを対象としたMMDを設置する。このMMDのパラメータを表-2に示す。

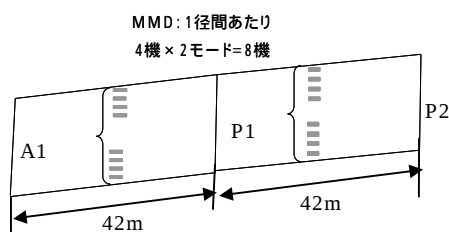


図-3 MMDの設置位置

表-1 橋梁の概要

2径間連続橋梁
1径間スパン長:42(m)
MMD:1モードあたり4個
桁のモデル:棒モデル
単位長さあたり質量:183.4(kN)

表-2 MMDのパラメータ

	MMD No.1	MMD No.2	MMD No.3	MMD No.4
質量 [kg]	1500	1500	1500	1500
振動数 [Hz]	2.36	2.47	2.59	3.49
減衰比 [%]	2.7	2.7	2.7	2.7

キーワード 振動制御，TMD，MMD，橋梁振動

連絡先 〒105-8584 東京都港区浜松町 1-30-5 オイレス工業株式会社 第三事業部 TEL 03-3578-7930



図—4 1次モード(2.5Hz)のモード形状



図—5 2次モード(3.5Hz)のモード形状

次に、モード形状を図—4と図—5に示す．どちらも、モードの腹が、各径間の中央部にあり、本橋梁のMMDの設置位置として、最適な部位であることがこの結果から確認することができた．

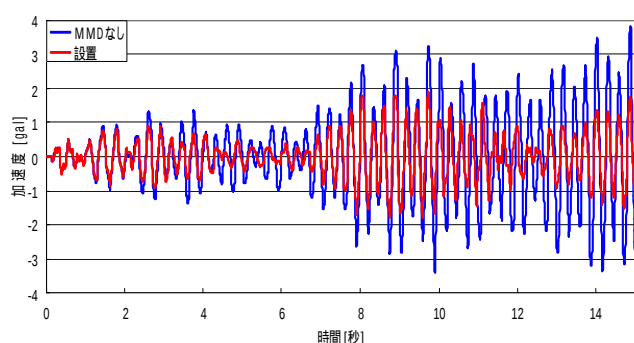


図 - 6 シミュレーション結果（時刻歴）

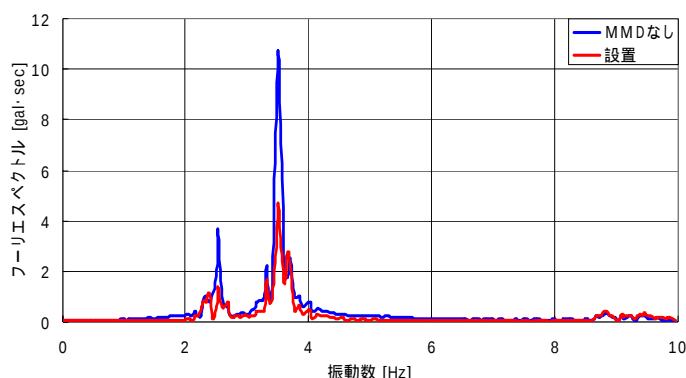


図 - 7 シミュレーション結果（フーリエ変換結果）

4．シミュレーション結果

図 - 6 に時刻歴解析結果を、図—7 に時刻歴解析結果にフーリエ変換を行なった結果を示す．

両者ともA 1 - P 1 点のけた中央部の加速度である．図 - 6 から、MMDを設置した場合、設置しない場合と比較して、最大加速度時に、約 75%程度振幅が下がっていることがわかる．また、図—7 から、周波数領域で比較を行なうと、2つのモード双方で、1/2 以下のフーリエ加速度振幅となることが確認された．しかしながら、本結果の外力は、路面の凹凸と走行車両を考慮した走行荷重ではなく、実橋で得られた加速度を等価な加振外力として用いているため、今後、これらのことを勘案した精緻なモデルで解析を行ない、評価を行なう必要があると考えられる．

5．まとめ

ここでは、簡易シミュレーション結果から、MMDによる振動制御の可能性を示した．本結果から、振動の低減に対する効果があることが確認された．今後、より精緻なモデルを用いて解析を行ない、適用性についてさらに検討する所存である．

謝辞：金沢大学深田宰史助教授・フジエンジニアリング薄井王尚氏には、振動解析・評価の方法についてご教授いただきました．ここに御礼申し上げます．

参考文献：1) 梶川康男，沖野真，宇藤滋，松浦康夫，伊関治郎：動吸振器による高架橋の振動軽減対策，構造工学論文集，Vol.35A，pp.585-595，1989.3.2) 矢作枢，吉田和彦：高架橋における交通振動のアクティブコントロール，土木学会論文集，No.356/I-3，pp.435-444，1985.4.3) 比江島慎二，藤野陽三：桁端ダンパーによる橋梁の交通振動の軽減，土木学会論文集，No.465/I-23，pp.107-116，1993.4) 神谷圭二，鎌形健太郎，松本 進，背戸一登：多重動吸振器の最適設計法：日本機械学会論文集(C 編)第 62 巻，601 号，pp.22-27，1989.