

都市内高架橋における低周波振動の減衰特性と TMD 設置効果の検証

横浜国立大学大学院 学生員 ○池田 潤考 横浜国立大学大学院 正会員 佐々木 栄一
 横浜国立大学大学院 フェロー会員 山田 均 横浜国立大学大学院 正会員 勝地 弘
 NTT データ 正会員 石川 裕治 NTT データ 正会員 宮崎 早苗

1. まえがき

近年、橋梁の長大化や交通量の増加によって、交通荷重に起因する橋梁本体からの低周波振動が社会問題となっている。その対策として、防音パネル・化粧版の取り付けや TMD の設置が行われているが、橋梁の振動特性・減衰に着目した評価が十分になされていないため、TMD などの対策の評価が不明瞭となっているのが現状である。そこで本研究では、橋梁の振動特性を把握し、TMD 設置効果の検証を行った。

2. 対象橋梁と研究の概要

対象橋梁は東名川崎付近に実在するスパン 34.5m の 4 主桁橋梁で、図 1 に示すように、スパン中央に TMD が 3 台設置されている。計測は、三軸加速度によりスパン中央で行った。計測時のサンプリング周波数はデータ収集装置の最高性能で行い、180Hz とした。

都市内高架橋で計測された三軸加速度実測データから自己相関関数を求め、そこから対数減衰率・周期といった振動特性を把握した。まず、TMD 停止時のデータを用いて橋梁の振動特性を把握し、その上で、TMD 停止時と稼動時の振動特性を比較し、TMD 設置効果の検証を行った。

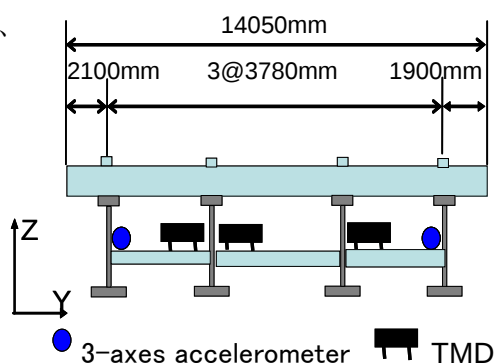


図 1 対象橋梁断面図

3. 自己相関を利用した振動特性分析

今回取り扱う振動波形は、車両による振動の他に常時微振動の周波数成分が含まれており、直接振動特性を把握することが容易ではなかった。実際に計測された振動波形の例を図 2 に示す。そこで本研究では、実測データから減衰振動部を切り出し、そのデータから得られる自己相関を用いて振動特性を把握した。図 3 が実測データから得られた自己相関図となっており、隣り合う極大値の比をとり、その対数を考えることで対数減衰率 δ が得られる。また、極大値間の λ の大きさが周期 T_D となる。

$$\delta = \log \left(\frac{C(0)}{C(T_D)} \right) = \log \left(\frac{C(iT_D)}{C((i+1)T_D)} \right)$$

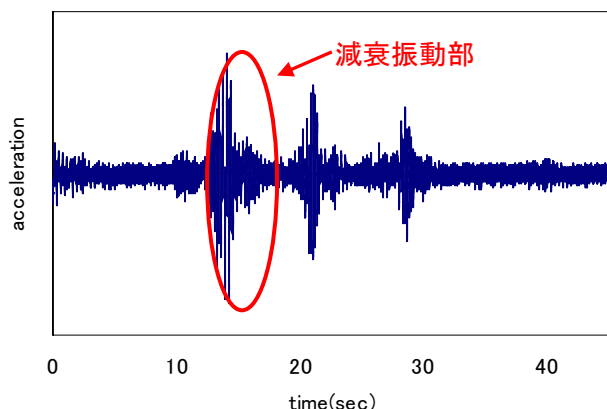


図 2 実測振動波形

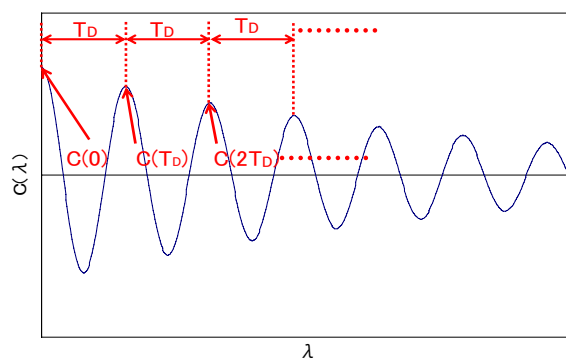


図 3 自己相関図

キーワード 低周波振動 振動特性 TMD 高架橋

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学 構造研究室 TEL 045-339-4041

4. 実橋梁の振動特性分析結果

TMD 停止時の実測データから減衰振動部を切り出したものに上記自己相関の理論を適用し得た、振動特性分析結果を図 4 に示す。分析により TMD 停止時の対数減衰率は 0.19 程度、固有周期は 0.29 秒程度という結果を得た。

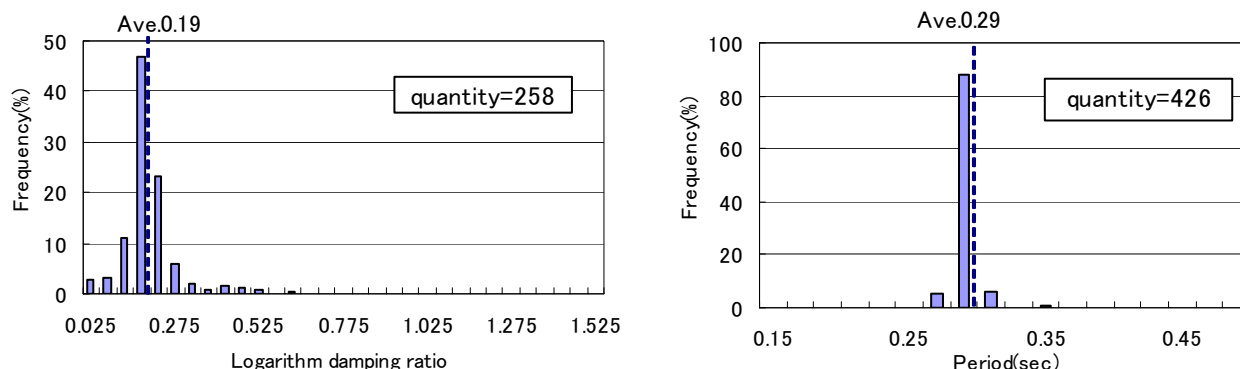


図 4 TMD 停止時における振動特性分析結果

5. TMD 設置効果の検証

TMD 稼動時における実測データから求めた振動特性と、TMD 停止時のデータから求めた振動特性を比較することで TMD 設置効果の検証を行った。結果を図 5 に示す。図 5 を見ると、TMD を稼動させることで対数減衰率について、分布・平均値とも若干上昇傾向にある。t 検定を行った結果、TMD 停止時と稼動時で、対数減衰率の平均値に 0.05 程度の差があること、固有周期については TMD 停止時と稼動時で平均値に差がないことが確認された。固有周期については平均値に差がないという結果を得たが、直接 TMD の設置効果を示す対数減衰率は上昇しており、TMD の設置効果はあると言える。

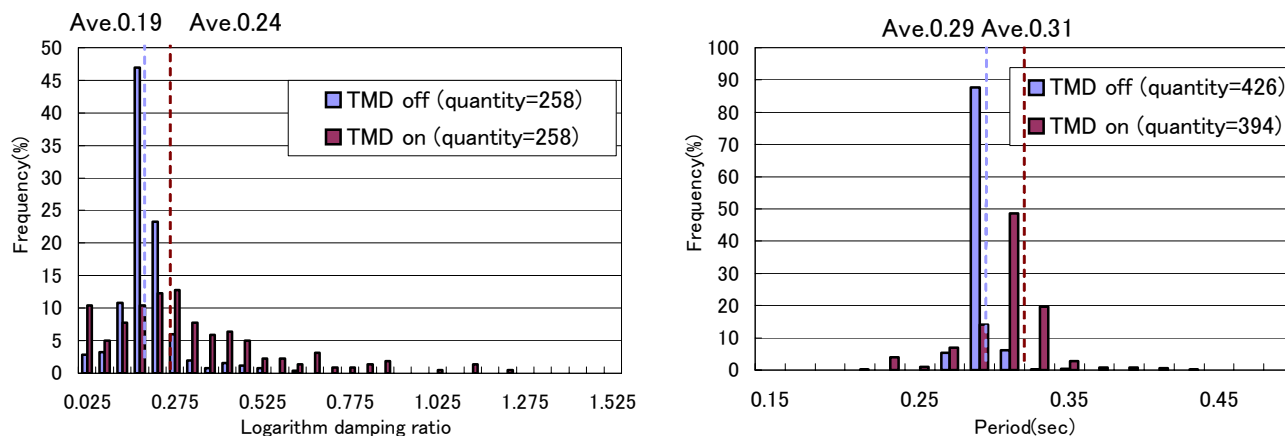


図 5 TMD 停止時と稼動時の比較

6. 結論

本研究では、実測データから自己相関を用いて、簡便に振動特性を分析する手法を示し、実橋梁に適用した。その手法を用いて、実橋梁の振動特性として、対数減衰率 0.19・固有周期 0.29 秒という結果を得た。TMD を稼動させることにより、対数減衰率が 0.24、固有周期が 0.31 秒へ変化することが確認され、TMD の設置効果があることが分かった。また、本研究で示した手法は、現場で TMD 設置時のチューニングの際、その場で適用することができ有用であると考えられる。

参考文献

Yuji Ishikawa , Shingo Furukawa , Eiichi Sasaki , Sanae Miyazaki and Hitoshi Yamada : Estimation of Bridge Vibration Using Optical Fiber Inclinoimeters Towards Bridge Health Monitoring , WCEAM,2006