

I-B 30

パワフルTMDの有効減衰の評価

熊谷組技術研究所 正会員 勝川藤太
熊谷組技術研究所 正会員 金子 啓

1. はじめに

筆者らは、橋梁の制震装置としてTMDをベースに制御力の増幅を図ったパワフルTMD¹⁾を開発している。橋梁にパワフルTMDを取り付けたときの制震効果は動的解析により確認できるが、設計の初期段階では概略の効果が簡便に求められることが望ましい。パワフルTMDを取り付けたときに橋の減衰定数がみかけ上増加するものとして扱うことができれば、橋の応答が容易に推定できる。そこで、みかけ上の減衰定数の増加分を有効減衰定数として与えることとする。本報告は、有効減衰定数の定義の提示と、その中で地震動の非定常性を考慮するために導入した補正係数に関して行った検討結果について述べるものである。

2. 有効減衰定数

パワフルTMDにより付加される有効減衰定数 h_{eff} は、調和振動外力が作用したときの有効減衰定数 h_{eff0} と地震動の非定常性に基づく補正係数 c_h の積として次式で定義する。

$$h_{eff} = c_h \cdot h_{eff0} = c_h \cdot \frac{h_T r_L^2 \mu \nu}{(\nu^2 - 1)^2 + (2 h_T \nu)^2} \quad (1)$$

ここで、 μ はTMD重錘と橋の質量比、 ν はTMDと橋の振動数比、 h_T はTMDの減衰定数、 r_L はてこ比である。

3. 補正係数の検討

有効減衰定数の補正係数を検討するために、地震応答解析によるパラメトリックスタディーを行った。地震応答解析は、パワフルTMDを取り付けた2自由度振動系の運動方程式を直接解く方法と、有効減衰定数を用いて1自由度振動系の運動方程式を解く方法の2方法で行い、両者の最大応答値を比較することにより、補正係数を評価した。パラメータとしては、橋の固有周期 ($T_s=1.0, 3.0, 5.0\text{sec}$)、入力地震動6波および補正係数 ($c_h=0.5\sim 1.0$)を用いた。なお、パワフルTMDの質量比は $\mu=0.03$ 、てこ比は $r_L=3$ で一定とした。

図-1は、横軸に補正係数を取り、縦軸に有効減衰定数を用いた1自由度振動系モデルの最大応答変位と2自由度振動系モデルの最大応答変位との比を取り、両者の関係を橋の固有周期別に示したものである。すべてのケースで、補正係数が大きくなるほど、つまりパワフルTMDによるみかけの減衰定数を大きく見積もるほど、最大応答変位の比は小さくなる傾向を示している。補正係数として最適なのは最大応答変位比が1.0となるときである。最適値はかなりばらついており、不明なケースもあるが、補正係数として $c_h=0.7$ 程度が適当と思われる。補正係数 $c_h=0.7$ としたときの最大応答変位比は、(e)Taftの固有周期1.0secのケースでは0.80であるが、それ以外のケースでは0.9~1.1の範囲にある。

図-2は、固有周期 $T_s=3.0\text{sec}$ の橋の応答変位時刻歴を2自由度振動系モデルと補正係数 $c_h=0.7$ とした1自由度振動系モデルとで比較して示したものである。どの入力地震動に対しても、比較的良くあっているといえる。

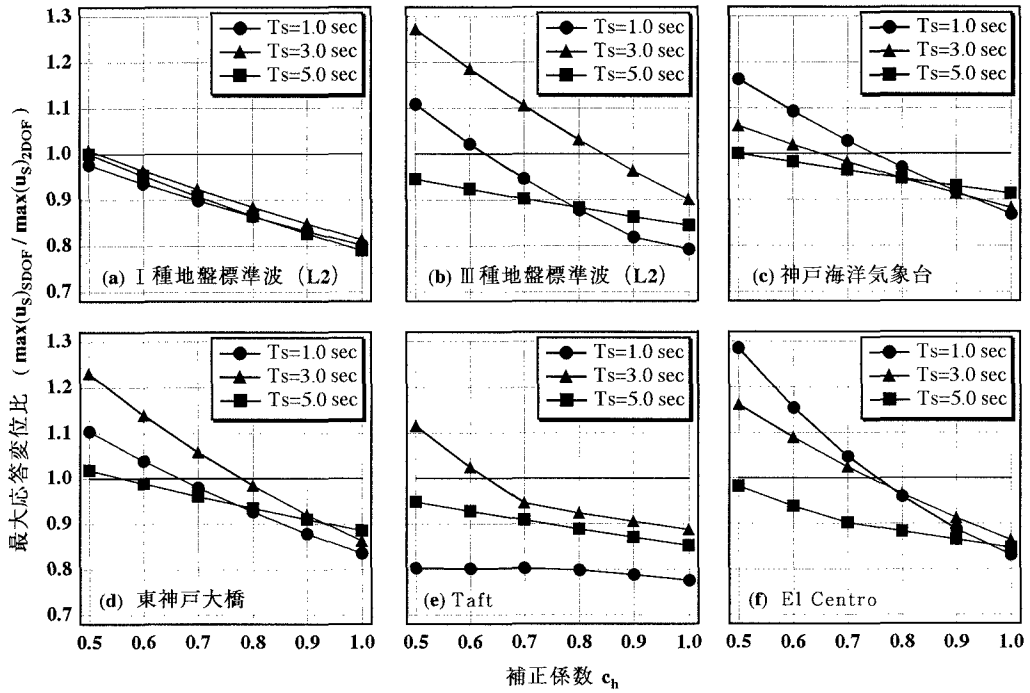
4. まとめ

- ① パワフルTMDによる減衰を簡便に評価するために有効減衰定数を提示した。
- ② パラメトリックスタディーより、地震動の非定常性に基づく減衰定数の補正係数は $c_h=0.7$ 程度が適当である。

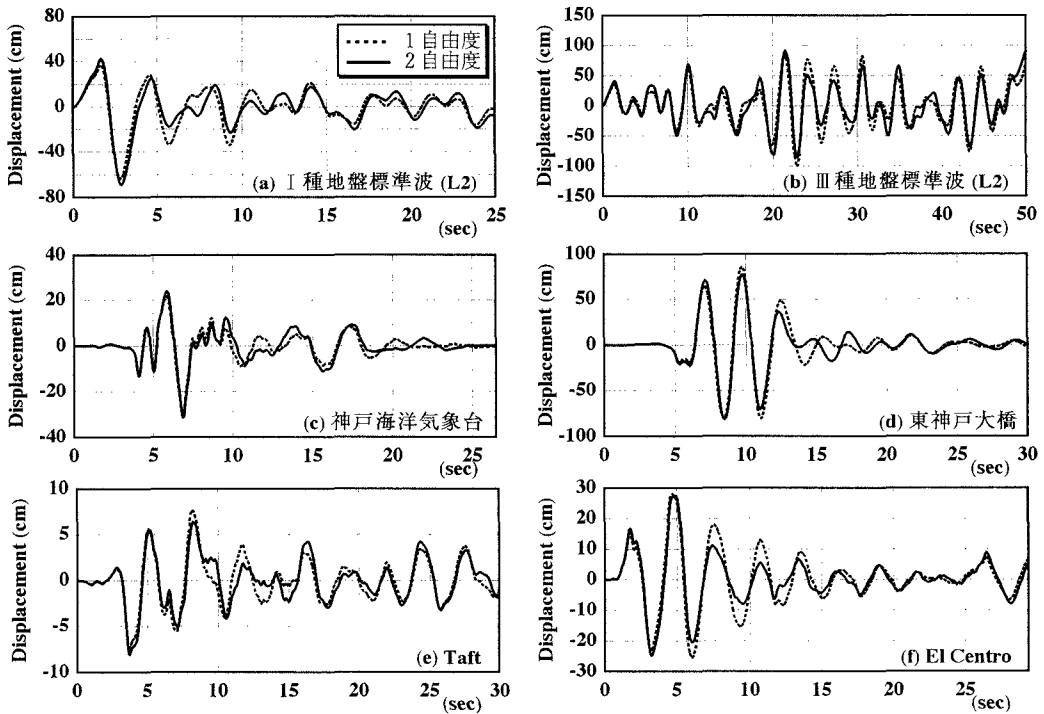
なお、本研究は建設省土木研究所、(財)土木研究センターおよび民間19社による共同研究「高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発」の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所、他：高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発に関する共同研究報告書（その3）、1996.3
- 2) 土木学会：振動制御コロキウム、A. 構造物の振動制御、1991.7



図－1 有効減衰定数の補正係数と最大応答変位比の関係



図－2 2自由度振動系モデルと1自由度振動系モデル ($c_h=0.7$)の時刻歴応答の比較 ($T_s=3.0$ sec)