

## 既設河川横断橋に対する耐震補強を目的とした制震装置の適用

熊谷組技術研究所 正会員 勝川藤太、正会員 金子 蒼、正会員 鈴木猛康

## 1. はじめに

パワフルTMD<sup>1)</sup>とは、TMDをベースにてこの原理を利用して制震効果を大きく高めた大地震に適用可能な橋梁用制震装置である。本制震装置は、新設橋梁はもちろんのこと、耐震補強を目的とした既設橋梁への適用も可能である。筆者らはこれまでに、支承を弾性ゴム支承に置換えるとともに本装置の適用を図ることによる橋梁の耐震補強について、数値解析によってその制震効果を確認してきた。2)本稿では、既設橋梁の耐震補強として支承の置換えを行うことなく既設橋梁の可動端側に本装置を適用したケースについて、非線形地震応答解析を実施し、制震効果を確認したので報告する。

## 2. 解析モデルおよび条件

図-1に解析対象とした橋梁の一般図を示す。上部工は三径間連続鋼鈹桁で橋長140m、支間長40m+60m+40m、総重量約900tである。下部工は昭和45年以前の標準的な設計に基づく橋脚構造を想定した小判形のRC橋脚で、橋脚高約11mである。基礎工は鋼管杭、地盤種別はII種地盤とした。図-2に上部構造慣性力の作用位置における橋脚の水平力と変位の関係を示す。また、許容塑性率はかぶりコンクリートが剥落しない範囲とした。

解析対象は、固定橋脚1基と、それが支持する上部構造部分からなる設計振動単位とし、図-3に示すようなモデル化を行った。上部工は固定橋脚が受け持つ上部工の質量を集中質量としてモデル化し、橋脚はバイリニア型のせん断バネでモデル化した。ただし、橋脚基部は完全固定の条件とした。パワフルTMDは、質量比 $\mu=0.01$ 、てこ比 $r_L=5$ で、橋梁の主たる振動モードである1次モードを制震対象とし、橋脚の降伏時剛性をを用いて最適調整した。なお、入力地震波には、タイプIのII種地盤用標準波3波と兵庫県南部地震・東神戸大橋近傍地盤上の実地震波1波を用いた。

## 3. パワフルTMDの制震効果の検討

図-4(a)~(c)は、III種地盤用標準波3波を入力地震波とした時の橋桁の応答変位の時刻歴波形を示したものである。また、図中の $\delta_y$ 、 $\mu\delta_y$ はそれぞれ、降伏変位、許容塑性率相当変位を示している。III種地盤用標準波は、H2道示・保耐法震度に相当する地震波である。(a)では、制御有り・無しの場合ともに許容塑性率に相当する変位（以下、許容変位という）以下に収まってはいるが、制御有りでは降伏変位を若干越える変位応答が波形の後半に認められる程度なのに対して、制御無しでは地震動のほぼ全継続時間を通して降伏変位を越える変位応答となっている。(b)では、制御無しでは橋桁の変位は許容変位を超え、また残留変位も降伏変位以上となっている。一方制御有りでは、橋桁の応答変位は許容変位以下で、さらには降伏変位以下に収まっており、本装置が極めて有効に作用したことが分かる。(c)においても制御無しでは橋桁の変位は若干許容変位を超えているが、制御有りでは許容変位以下に収まっている。(制御有りのケースの応答変位が22秒付近で急に大きくなっているが、これは入力地震波の振動数が、制震装置の対象とした振動数と大きく異なった為と考えられる。)

図-4(d)は、兵庫県南部地震・東神戸大橋近傍地盤上の実地震波を入力地震波としたケースの橋桁の応答変位の時刻歴波形を示したものである。このケースでは、制御有り・無しのいずれのケースでも、橋桁の変位はほぼ降伏変位以下の弾性範囲内であり、制御有り・無しにかかわらず、橋桁はほぼ同様な応答を示している。

## 4. 考察

①非線形地震応答解析を実施することで、III種地盤上の既設橋梁のように、支承を弾性支承に置換えにくい橋梁に対して、橋梁の可動端側にパワフルTMDを適用することにより、支承を弾性ゴム支承に置換えるとともにパワフルTMDの適用を図った場合と同様の大きな制震効果が得られる。

②既設河川横断橋の耐震補強として鋼版巻立て補強等を適用する場合には仮締切りを伴うが、パワフルTMDでは仮締切りを必要としないので経済的である。

キーワード：制震装置・地震応答解析・耐震補強

連絡先：〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪1043・TEL:0298-47-7501・FAX:0298-47-7480

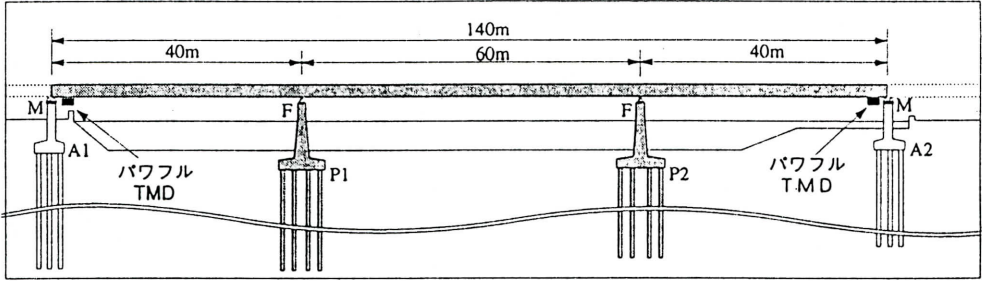


図-1 検討対象とした橋梁の一般図

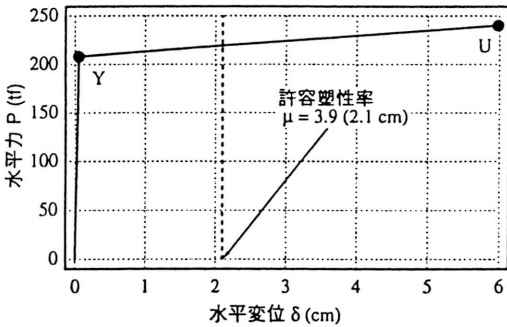


図-2 橋脚の水平力と変位の関係

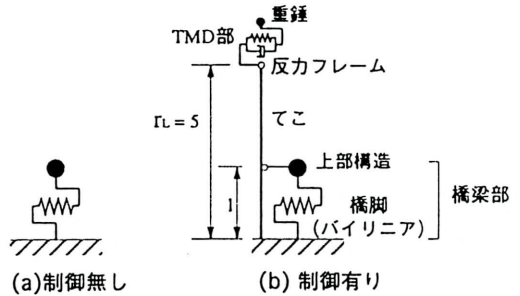
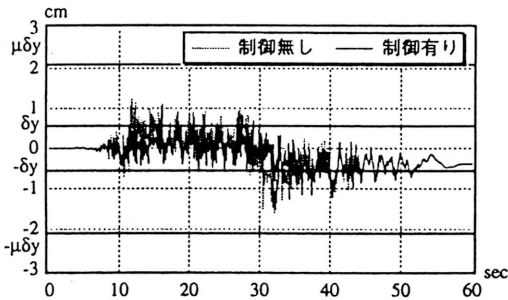
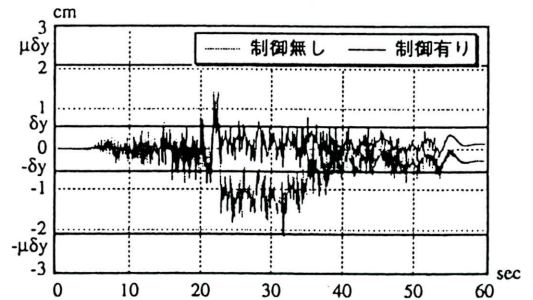


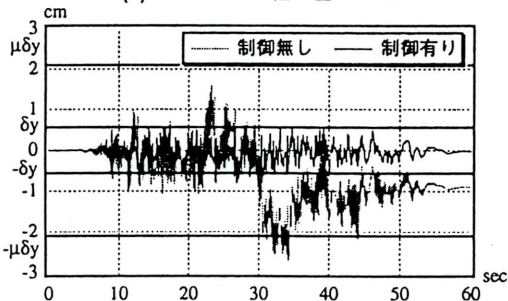
図-3 動的解析モデル



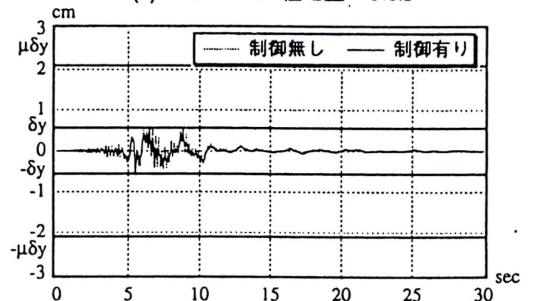
(a) 17'I III種地盤 No.1



(c) 17'I III種地盤 No.3



(b) 17'I III種地盤 No.2



(d) 東神戸大橋・橋軸直角

図-4 主桁応答変位波形

参考文献

- 金子, 勝川, 鈴木, 井澤, 利根川: てこを利用して制震効果を高めたTMD型橋梁用制震装置, 第1回免震・制震コロキウム, pp.241-248, 1996.11
- 勝川, 金子, 鈴木: 既存橋梁の耐震補強に対する制震装置の適用に関する解析的検討, pp.317-320, 1997.7