

首都高速道路公団 正員 矢作 矩
 〃 〃 柄川 伸一
 〃 〃 ○桜井 順

1. はじめに

首都高速道路は、都市内高速道路であるという性質上、各種の制約条件から民家に近接して建設される場合が多く、このため高速道路上の交通が近接する建物に与える振動が振動障害として問題となる場合もある。

本研究は、首都高速道路5号線とケーススタディーとして、橋梁振動のアクティブコントロールについて検討したものである。対象とした箇所は、上部構造は単純合成桁、橋脚は鋼ラーメン、基礎はケーソンであり、4階建ての細長いビルが橋脚に近接している。(図1)これまでの研究により、ビルの振動性状から影響の大きいのは橋脚の橋軸直交方向の振動であり、この振動の低減には橋脚の剛性を増すなど対策工法が試みられたが、最終的にはテンドン方式により橋脚ブレース部をアクティブに制御する方法が最も有効であると判断された。このテンドン方式というのは、橋脚に設置した加速度計(センサー)により得られた信号から速度を求め、速度に比例した制御力をブレース部に加えて振動を制御しようというものである。

そこで今回は、一連の研究に引き続き、実橋脚に装着する防振装置の設計、製作と、橋梁モデルによる制御実験を行なったので、ここに報告する。

2. 防振装置の設計と製作

本防振装置は、テンドン棒、アクチュエータ、および制御装置より構成され、加速度計から得られた信号を制御装置により速度変換、増幅し、アクチュエータに入力、テンドン棒と動かすものである。以下に各部の概要と述べる。

2. 1. テンドン棒

テンドン棒は、アクチュエータで発生する制

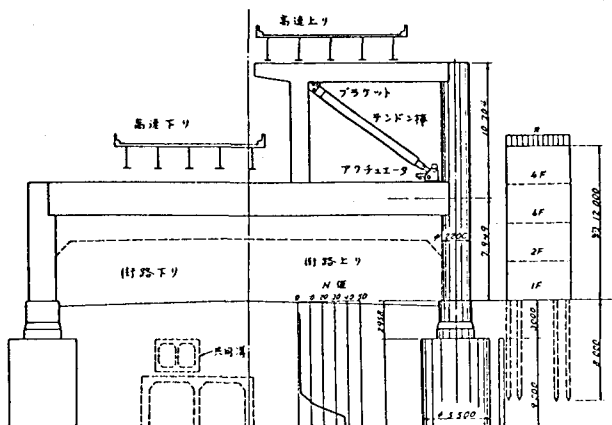


図1 防振装置の概要と構成

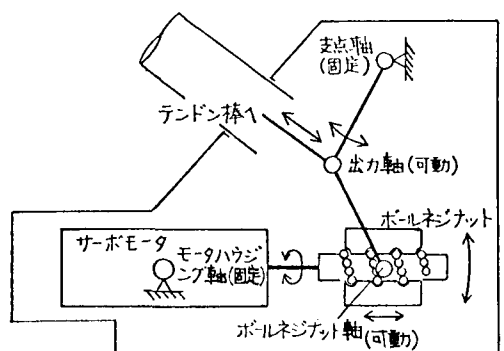


図2 アクチュエータの構造原理

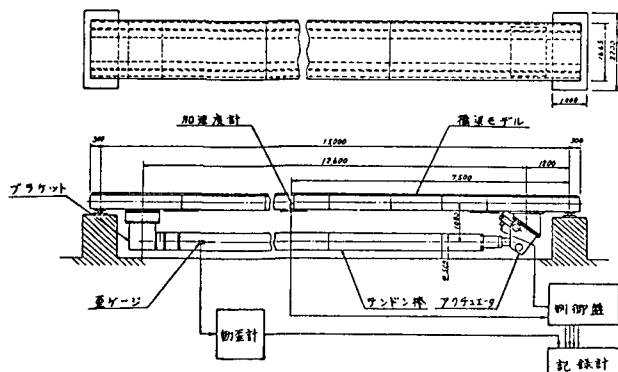


図3 実験装置

御力を有効に伝えるために、制御力により降伏や座屈を生じない断面と有し、かつその縦方向の固有振動数は伝達する周波数より十分高いことが必要である。また、横風によるカルマン渦で不安定な振動を生じないようにしなければならない。よって検討の結果、508φ×19mmの一般構造用炭素鋼鋼管を用いた。

2. 2. アクチュエータ

駆動装置としてのアクチュエータは、制御の容易さ、保守の容易さ等を考慮してモータ駆動とした。アクチュエータの構造原理を図2に示す。サーボモータの回転をボールネジナットにより左右方向の動きに変換し、テコを介してテンドン棒と動かす構造となっている。

2. 3. 制御装置

制御装置は、電源部、制御部、リレー制御部、サーボ増幅部より構成され、防滴キュービクルに納めている。また、装置全体の安全性を考慮し、各種の保護機能を持たせると共に、保守性を考慮して各構成毎にブロック化した。さらに点検用に各種モニタを内蔵している。

3. 橋梁モデルにおける振動制御実験

制御実験は、走行荷重およびジャンピング荷重による制御効果の確認を行なった。図3に、防振装置と橋梁モデルに取付けた実験装置を示す。

3. 1. 走行荷重による振動の制御実験

この実験は、橋梁上を2人(約120kg)で同期をとりながら走り、橋梁に振動を与え、この振動を制御ゲインをパラメータに測定し、制御効果を確認するものである。図4に、走行荷重を加えたときの橋梁中央部の加速度波形を示す。また図5に、制御ゲインに対する橋梁中央部の最大加速度およびモータ電流を示す。図より、振動の最大加速度は、制御ゲインの増加に応じて減少し、約1/3.5まで近減されることわかる。

3. 2. ジャンピング荷重による振動の制御実験

橋梁中央部において、橋梁の1次固有振動数に同期するようにジャンプを繰り返して荷重を与え、一定振幅の振動を生じさせる。この荷重条件のもとにおいて、制御ゲインと可変し制御効果の確認を行なった。図6にジャンピング荷重を加えたときの橋梁中央部の加速度波形を示す。また、図7に制御ゲインに対する橋梁中央部の最大加速度およびモータ電流を示す。図より、最大加速度は約1/4.5まで近減されることわかる。

4. おわりに

実橋脚に設置する防振装置を設計、製作し、工場内での橋梁モデルによる制御実験を行ない、良好な成績を収めた。したがって今後は、橋梁振動のアクティブコントロールという、これまでに例のない初めての実験と実橋梁を使って行なう予定である。最後に、本研究の遂行にあたり御協力いただいた三菱電機(株)のかたがたに、深謝の意を表する次第である。

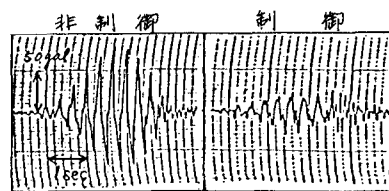


図4 加速度波形(走行荷重)

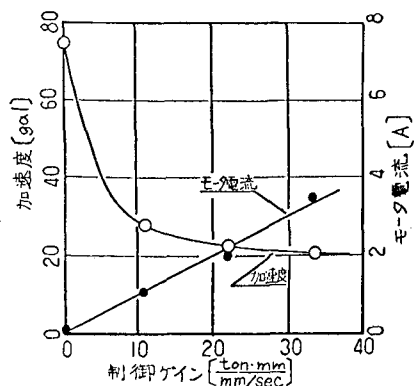


図5 走行荷重による振動の制御

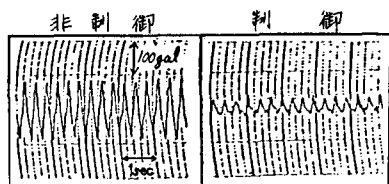


図6 加速度波形(ジャンピング荷重)

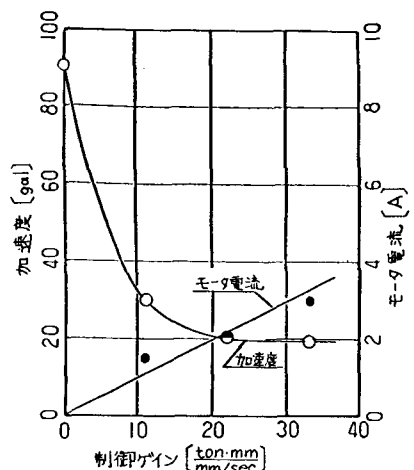


図7 ジャンピング荷重による振動の制御