

I-358

回転式アクティブダンパーによる制振実験

長岡技術科学大学 学生員 梢 進一
 榑横河橋梁製作所 正 員 鈴木 泰之
 榑横河橋梁製作所 正 員 横尾 正幸

1. はじめに

吊橋・斜張橋の主塔は、架設段階において風による渦励振が発生することが知られている。この現象が起こると、架設作業に支障をきたすだけでなく、架設機材や塔本体にも損傷を与えかねない。このため多くの制振方法が提案されているが、筆者らはその一例として「回転式アクティブダンパー」を考案した。本報告は、模型実験による本装置および制御システムの制振効果について述べるものである。

2. 実験装置

①回転式アクティブダンパー

図-1に装置の模型写真を示す。本装置の特徴は、付加質量を回転させることにより得られる遠心力を利用したものであり、制振力は半径 r の位置に取り付けた2個の付加質量を、互いに逆方向に回転させることによって生み出される。この制振力を、構造物の運動方向と反対方向に作用させることで制振効果を得る。また、本装置は主塔架設時の振動数の変化、振動方向の変化に対しても付加質量の回転数や配置を変えることによって対応できる。さらに、付加質量の回転半径を変えることにより、任意な大きさの制振力を得ることができる。

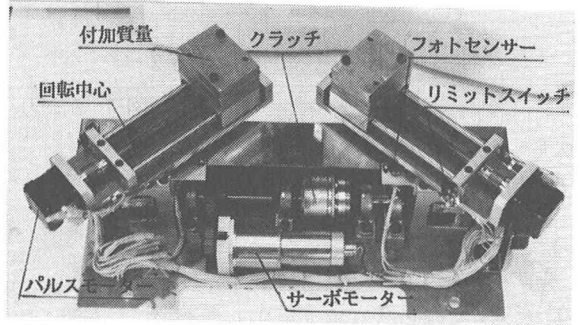


図-1 アクティブダンパー（模型）

②振動体

実橋の主塔で想定される振動数領域と一致させるためにH鋼で高さ10mの振動体を製作し、頂部から1mの位置に起振機を設置して主塔の揺れを再現した。（図-2右下参照）また、振動体に3ヶ所の継手を設けることにより、高さを8m,6mにすることができる。これは主塔の架設中に変化する振動数に対しても、本装置

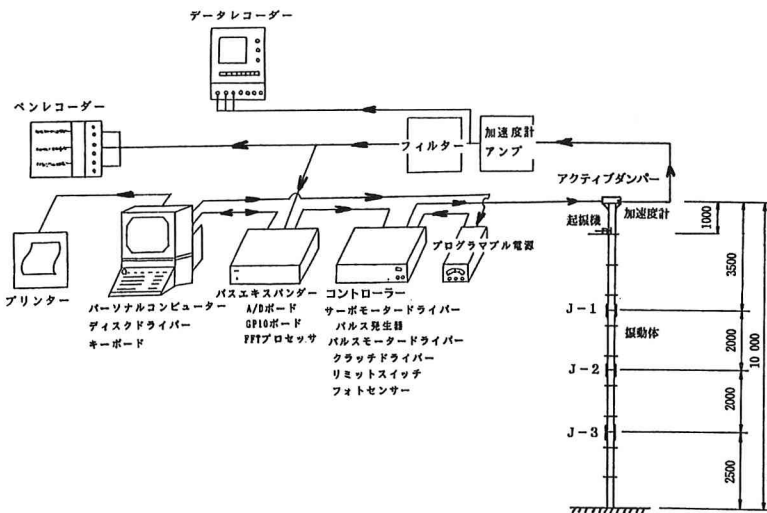


図-2 振動体および制御システム

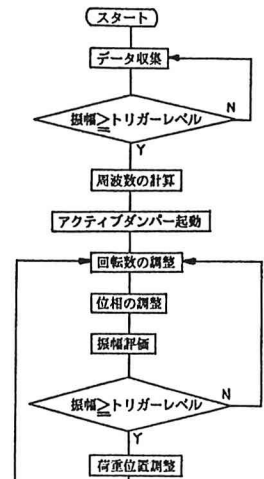


図-3 フローチャート

の有効性を検証するためである。

③制御システム

図-2に制御システムの構成を示す。本制御システムは、コンピュータによる自動制御となっており、振動体の振幅、振動数の変化に対応できるように、フィードバック制御を行なっている。この制御フローチャートを図-3に示す。

3. 実験結果

実験結果を図-4, 5に示す。

図-4は、起振機によって振動体に一次曲げ振動を与え、定常状態になったところでアクティブダンパーを起動させ、予め設定しておいたトリガーレベル以下に振動を抑えた結果である。縦軸は振動体頂部の変位、横軸は時間を示す。この図より、起振機の起動後約370secで片側最大変位25.2cmとなり、アクティブダンパー起動後約200secでトリガーレベル2.2cm以下になることが分かる。

図-5は、振動の発達過程を抑えた実験である。予め設定した振幅が振動体に生じた時即座にアクティブダンパーが起動して、制振効果を示している。この図より、①起振機により25.2cmの振幅が生じるところ、アクティブダンパーの効果により最大9.9cmに抑えること、②制振効果が顕著に表れるまで約10波を要することが分かる。

実際に適用する場合は、図-5に示すように振動が予め設定した起動レベルに達すると、ただちにアクティブダンパーが起動して制振を行なうことになる。

表-1は、数値計算との比較を示したものである。この表より、有効に作用している制振力は、本来装置の持つ制振力（計算値）の88%であることが分かる。この値が100%にならないのは、フィードバック制御の過程で振動体とアクティブダンパーの周期（回転数）、位相が完全に一致しないためであると考えられる。

この他、振動体の高さを8m($f=0.391$), 6m($f=0.734$)と変えることによって振動数を変化させて、制振効果を検証した。その結果、最大振幅、制振させるまでの時間などはそれぞれ異なるが、図-4, 5と同様に振動を抑えることができ、トリガーレベルで安定した。

4. おわりに

今回の実験結果より、①本装置は周期、位相を制御すれば、制振装置として有効なこと、②主塔架設中の振動数の変化に対しても有効なこと、③本制御システムは、実橋の主塔で想定される渦励振の振動数範囲内では、有効であることが明らかにされた。今後は、自然風による主塔の応答を考慮した制御システムの作成とその検証、さらに本装置の信頼性向上に取り組んでいきたいと考える。

最後に、本実験にあたり御指導を賜った長岡技術科学大学鳥居教授に謝意を表する。

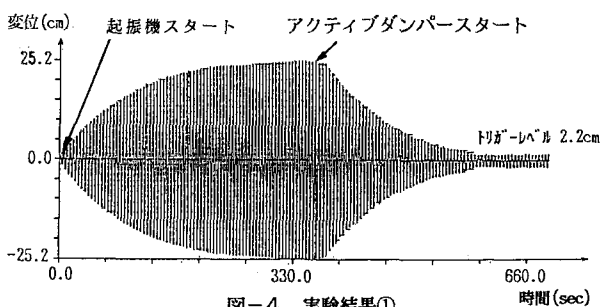


図-4 実験結果①

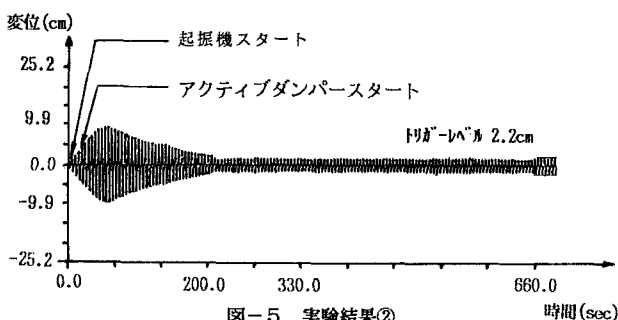


図-5 実験結果②

表-1

	実験値	計算値
振動体の固有振動数 (Hz)	0.217	0.220
起振機による定常振幅	25.2cm	—
制振時の定常振幅	2.2cm	—
制振振幅	23.0cm	28.1cm
制振効率	23.0/26.1=0.88	
制振時に達するまでの時間 (sec)	201	192