

マイコンを利用した振動制御について (アクティブコントローラ)

東北工大 正 高橋龍夫 同正〇山田俊次

1 はじめに

鋼構造を中心とした土木構造物の振動が問題となり、これより防振対策も多岐にわたっている。例えば、構造部材の剛性を増したり、構造物の固有周期を外力との共振域より移動させたりする等の内的手段と、吸振器等の装置を付加して振動を防止する外的手段などが行なわれている。後者には動吸振器・調律質量ダンパー等のパッシブコントローラと自動制御理論等を用いて、外部より力も加えて振動を制御するアクティブコントローラがある。アクティブコントローラは図-1のもの等があり(イ)はテンドンコントローラと云われ、テンドンを介して構造物に力(モーメント)を加え、振動を制御するもの(ロ)は直接構造物に取り付けて振動を制御するものなどがある。いずれも構造物内の複雑な挙動を適宜にとらえ、外力を与えるものもあり、この制御は自動制御することが必要となる。この一手法として当研究室ではマイコンを利用した自動制御を試みた。

本報告は、外力として圧縮空気を用い、マイコンにより噴射時間の自動制御を行ない、簡単な模型の振動制御を行なったものの一部である。

2. 装置の概要

装置の概要は図-2の通りである。振動する構造物にセンサーとして加速度計を取り付ける。加速度は積分回路により速度に変換し、電圧(±25V)として取り出す。サンプリングタイム 0.005 sec 毎に A/D 変換し、デジタル量をマイコンで処理し、スイッチをコントロールする。

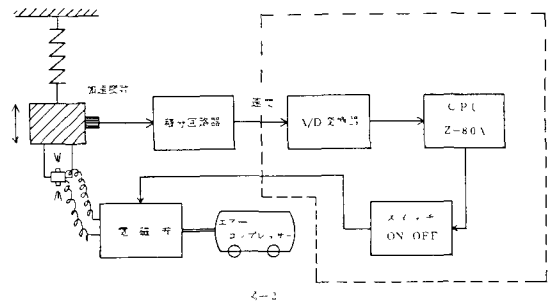
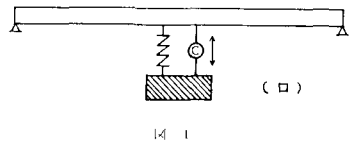
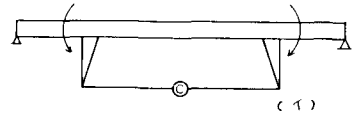
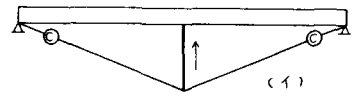
速度は振動変位が極値を示す点で、零となることに着目し、電圧の符号の反転をマイコンで判断させスイッチのコントロールを行なっている。

スイッチのコントロールは、速度による電圧の符号を判断するため、時間とともに変化する振動振幅には左右されなく追従できる装置になっている。

※ ソフトによりサンプリングタイム(最高2.002sec)と作動電圧を任意に入力できるため、一定の変位達した場合自動的にコントロール装置が作動する。

尚、加速度計は容量2gのものを、エア-コンプレッサーは容量10ℓ_{cm}2のものをとれどれ用いた。

図-2の破線で囲んである部分がコントロール部で A/D 変換器に DA5-812 MZB E マイコンは MZ-2200 を採用した。



3. 結果

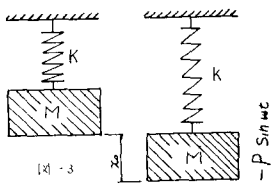
図-3に示されるように減衰のない1質点系に与える初期変位を与え振動を生じさせた後、同周期をもち $\pi/2$ だけ位相のずれた $P \sin \omega t$ なる外力を与えると、1質点系の振動変位は、等差級数的に減少して行く。1 cycle 毎に減少する振動振幅量 Δa は次式で表わされる

$$\Delta a = \frac{T}{2\omega} \cdot \frac{P}{M} \quad (\text{cm})$$

ただし T = 固有周期

M = 質量

P = 周期外力



今、図-4に示される塔模型【曲げ剛性 $EI = 1.067 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$, 塔の総重量 $W = 250 \text{ g}$, 塔長 $l = 205 \text{ cm}$, 固有振動数 $f = 1.20 \text{ Hz}$ ($T = 0.833 \text{ sec}$), 対数減衰率 $\delta = 0.003$] の最上位にエアコンプレッサーによる、

周期外力を与える装置を取り付け

した場合の実験結果を図-5, 図-6に示す。

図-5は縦軸に1 cycle 毎に減少する振幅量 Δa (cm) を、横軸に、周期外力 P と1質点系等価重量(全重量の24%)との比をとり、実験値と計算値との比較を示す。

図-6は 制御された場合と、制御されない場合の振動記録を示す。図-6-(イ) は制御されない場合のものである。(ロ) は 周期外力 P と1質点系等価重量 W (全重量の24%) W との比 $P/W = 0.0083$ のときのもので、(ハ) は $P/W = 0.0133$ のときのものである。

4. 考察

減少する振幅 Δa は周期外力 P と構造物の振動数 $1/f^2$ に比例し、特に周期の長い構造物ほど大きな効果が期待できる。又、図-5に於いて 実験値が下まわっているのは エアコンプレッサーによる周期外力 $P \sin \omega t$ と、予想された周期外力が必ずしも一致しない点や、エアコンプレッサーから噴射ノズル までのタイムラグ があるものと考えられる。

実際の構造物等に対しては、コントローラ作動電圧を調整することにより、最も効率のよい、振動制御ができるものと思われる。

(文献)

- 1) 上野 徳也他「橋梁振動の制御装置開発に用いる基礎的研究」橋梁と基礎 82.12
- 2) 高橋 山田「構造物防振用アクティブコントローラの基礎的研究」, 57年東北支部

