

加速度または変位によるアナログ制御制振装置

四国建設コンサルタント 正 ○笹岡 幹夫
奥村組土木工業 岡本 和彦
高知高専 正 黒岩 哲夫

1) はじめに

建築・土木分野におけるアクティブ制振装置の、提案またはすでに実施されている付加質量の支持機構は各種の振子型や質量バネ型など、いくつかが併存した状態にある。一方、研究成果発表の場で示される制御則は、ここ数年の間に近代制御理論が多くを占めてきている。

既報¹⁾では、制振の対象とした1自由度系の倒立振子の自由振動に対して、頭頂付近で検出した加速度または変位信号をアナログのまま増幅して、同、頭頂に取り付けた単振子を直流ギア・モータで駆動したときの効果を示した。

ここではその継続として、減衰の効果を示す等価粘性減衰定数を自由振動からの外、倒立振子支点に強制振動を与えて共振させたときの加速度振幅の比からも算出して、両者の値を比較した。

2) 制振装置など

図-1 に試作した制振装置を示す。透明アクリル樹脂を枠としてミニチュア・ベアリングで支持されたM 8の寸切に単振子が固定されている。この寸切の回転は30φの歯車を介して、いずれも20φの歯車を持つ12Vの直流ギア・モータと9Vの小型直流モータによって拘束されている。前者は既報と変わらないが、後者は廃品VTRから取り外した品で、機械的なダッシュ・ポットを置き換えたものである。

図-2 に、ひずみゲージ式加速度変換器、変位検出のひずみゲージおよびギア・モータと測定器間の結線図を示す。

一方、実構造の固有振動数 0.1Hz、重量約 1万tonfを想定、また質量比 $\mu=0.01$ として付加振動体質点の重量を設定した。こうして、長さの相似比 λ を $\lambda=3^6=727$ として決定した、制振の対象の倒立振子質点の重量と固有振動数などを表-1に示す。

加振装置は高知高専設置の加振力300Kgf、 ± 5 cmの油圧アクチュエータによる加速度制御型一軸振動台で、相似比が大きいため必要とする加振力や変位振幅はきわめて小さく、十分な余力を持つ。

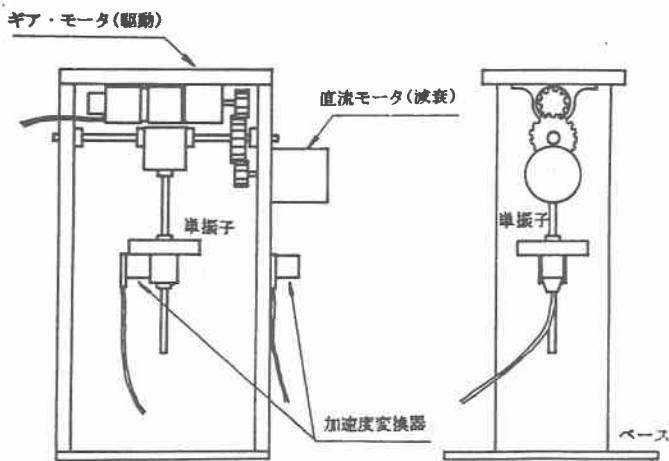


図-1 制振装置

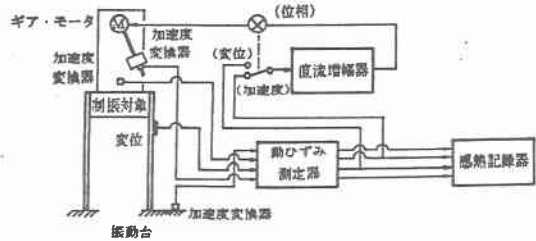


図-2 結線図

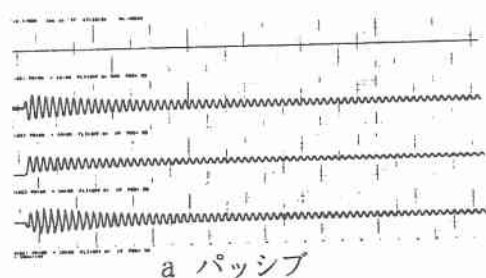
表-1 実構造諸元と相似比

物理量	初期変位 (cm)	加速度 (cm/sec ²)	時間・周期 (sec)	振動数 (Hz)	弾性係数 (Kg/cm ²)	力・重量 (Kg)	
相似比	$\lambda=3^6$	1	$\sqrt{\lambda}$	$1/\sqrt{\lambda}$	1	λ^2	
実構造	(1453)	—	10	.1	—	10.8E5	106E3
模型	2	—	.370	2.7	—	20.0	.200

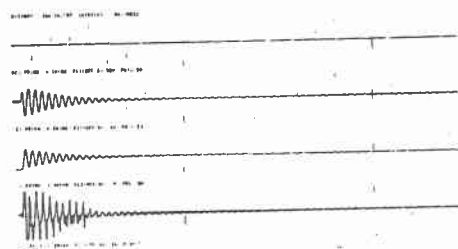
3) 実験および結果

初期変位 2 cm の自由振動に対する応答を図-3に示す。各図 4 ch は上から、振動台加速度、倒立振子加速度、同変位、付加振動体振子加速度である。図 a がパッシブ、b が加速度制御、c が変位制御であるが、いずれも最も効果の大きい条件を選んだ結果である。

共振振動数である 2.7 Hz で支点を加振したときの応答を図-4に示す。図 a、b、c および各図中の 4 つの ch の応答はそれぞれ図-3 と同じである。



a パッシブ

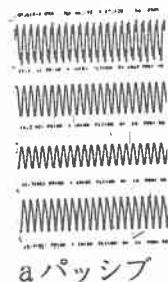


b 加速度制御

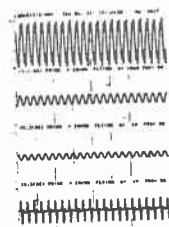


c 変位制御

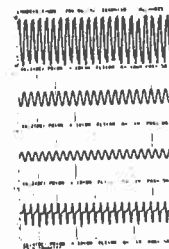
図-3 自由振動



a パッシブ



b 加速度制御



c 変位制御

図-4 共振

4) まとめ

比較的大きな相似比を設定した制振構造模型によって一部、再実験を含む実験を実施した。得られた等価粘性減衰定数を表-2に示す。既報¹⁾同様、加速度制御の場合の効果が大い。また共振による値の方が大きく表れた。これは付加振動体の非線形性が原因であると考えられる。既報¹⁾に比して得られた等価粘性減衰が小さかった原因はつぎのように考えられるが、①から逃れるためにはあまり大きくない相似比の模型実験が望まれる。

表-2

	パッシブ	加速度制御	変位制御
自由振動(既報)	0.021	0.053	0.043
自由振動	0.009	0.028	0.022
共振	0.010	0.036	0.024

- ① 相似比を大きく取ったことから固有振動数が高くなり相対的に摩擦の影響が大きくなった。
- ② ダッシュ・ポットの代わりに取り付けた減衰装置の減衰力が適切に設定できなかった上、摩擦力の増加に荷担した。

<文献1)岩村、黒岩、他「単振子とギアモータによるアナログ簡易アクティブ制振装置」

平成8年度四国支部技術研究発表会講演概要集>