

I - B 473

DSPを用いたアクティブ振動制御実験

埼玉大学大学院 学生会員 山本忠広

埼玉大学工学部 正会員 山口宏樹

1. はじめに

近年、土木・建築の分野において次々に巨大な構造物が建設されている。このような構造物は、高強度材料の開発や軽量化によりフレキシブル化しており、地震や風、交通に起因する振動が発生しやすいものとなっている。その振動応答が安全性、使用性を大きく脅かすものとなれば、振動を制御することが重要な問題となってくる。振動を制御する方法としては大きく分けてパッシブ型とアクティブ型が存在するが、装置の規模が小さく固有振動の変化にも対応しやすいアクティブ型の適用例が増えてきている。このような状況のなかにあつて、各種制御方法の性能を実験により検証するため、自由度の高い制御実験システムを実験室レベルで構築することが本研究の目的であり、本報告ではその過程で明らかとなった問題点について考察を加えることとする。

2. 実験システム

実験システムを構築するためには、図1のような構造物、センサー、コントローラー、アクチュエーターの入出力関係を再現する必要がある。本研究では実験システムを図2に示すようなものとした。つまり、構造物として三層構造模型を配し、外乱は小型振動台（IMV社製：CVL-30-06）を用いた地盤動を外乱として与える。構造物の状態を知るためのセンサーにはサーボ型速度計を使用し、制御力を決定して命令を発するコントローラーとしてはDSPを核としたパーソナルコンピュータを用いている。また、制御力を発生させるアクチュエーターは、モノキャリアとステッピングモーターを組み合わせている。

3. 各部の詳細

各ハードウェアの詳細は以下の通りである。構造物模型は三層の建物模型であり、各層はアルミ、柱はステンレスでできている。質量は最上層がアクチュエーターや速度計等を取り付けるため重く3.4kgであり、他の層は0.8kgである。模型高さは全体で70cmであり各層間は20cmとしている。各架台の大きさは12cm×45cmである（写真1）。コントローラーはパーソナルコンピュータ（DEC Celebris 566FXs）にDSPボードとA/D・D/A変換ボード（中部電機社製：ADSP324-00, ADSP324-03）を組み込んでいる（図3）。DSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）とは、リアルタイムに信号を処理するような数値演算に特化したプロセッサであり、制御力を算出する計算はこのプロセッサ上においてなされる。このDSPボードを組み込むことにより複雑な演算をリアルタイムで処理することができる。制御器を実現するソフ

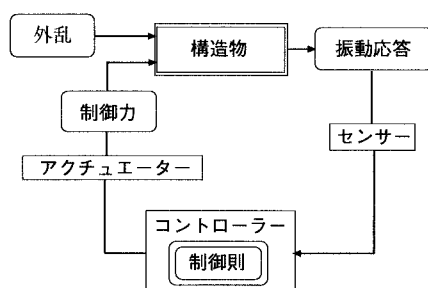


図1 入出力関係

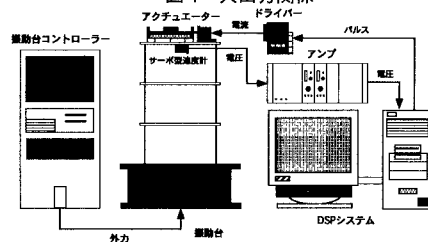


図2 実験システム

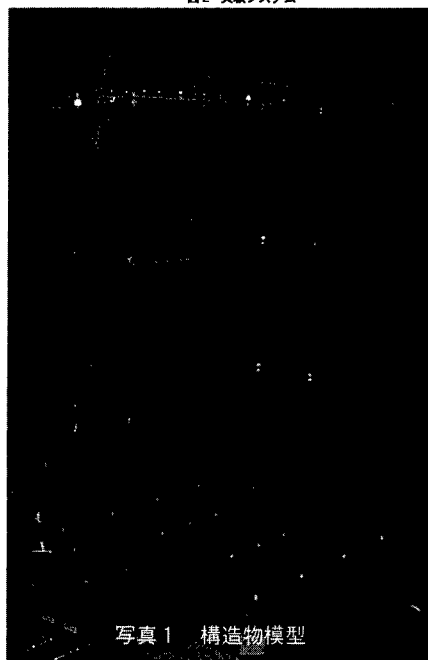


写真1 構造物模型

キーワード : 振動制御・アクティブ制御・模型実験

連絡先 : 338 浦和市市も大久保255 埼玉大学工学部建設工学科構造研究室

TEL/FAX : 048-858-3552/048-855-9361

トウェアとしては、次のようなものを使用する。MATLAB：SIMULINK：RealTimeWorkshop（MathWorks社製）、Cコンパイラ（Texas Instruments社製）、RealtimeMonitor（中部電機社製）を用いた。図4に示す通り、MATLAB/SIMULINKブロック線図（mファイル）により制御プログラムを作成し、次にRealTimeWorkshopでブロック線図をC言語に変換した後、Cコンパイラでコンパイル・リンクして実行形式のファイルをDSPに実装する。実行時にはmファイルをRealTimeMonitorによって実行することによりC言語の実行形式のファイルを自動的にリアルタイムで実行する。制御力を作り出すアクチュエーターには、モノキャリア（NSK社製：MCM05）とステッピングモーター（オリエンタルモーター社製：UPD-544N）を組み合わせている（写真2）。アクチュエーターの全質量は約2.6kgであり、可動部の質量は500gとなっている。全体の長さは約40cmでスライダーのストロークは10cmとなっている。また、目安として2Hzで0.1Nの制御力を生み出すことができる。

4. 信号の流れ

実験システムの信号の流れとしては、模型の振動を模型の最上層に取り付けたサーボ型速度計で感知し電圧の変化としてアンプへ送る。アンプで増幅された電圧は、DSPシステムのA/D変換部でデジタル量に変換されDSPに実装された制御プログラムに送られる。制御プログラムはこのデータを用いて各種の制御則により制御力をデジタル量で出力する。このデジタル量はD/A変換部で再度アナログ量に変換された後、パルス発生器に送られそこでパルスに変換される。さらにモーターのドライバがパルス発生器より送られたパルスの数によりモーターの回転角を決めそれに見合った電流をモーターに流すことによりモーターを回転させ、スライダー（質量500g）を動かす（図5）。現時点ではパルス発生器の組み込みが終わっていないため実際にDSPで計算した制御力に対しパルスを発生させることができないためスライダーを動かし、制御力を発生させるには至っていない。

5. 振動実験

次に、振動台をつかった振動実験の結果を図6に示す。上が振動台の速度、下が模型の最上層の速度となっている。振動台は振動台コントローラーで加速度を周波数4Hz、振幅5galの正弦波で設定したが12.5Hz付近で大きく乱れている。これは振動台が強制振動終了後にその位置をデフォルトでは保持していないため構造物模型の振動の影響を受けたためである。また、このデータをもとに重み係数を1として出力フィードバック制御で制御力を求めた（図7）。しかし、実際にアクチュエーターを動かすためにはパルスを発生させる必要があり、今後そのための機器を選定し設定を行う予定である。

6. まとめ

アクティブ制御を行うための実験室レベルでのシステムの構築の試みについて報告した。現時点で計測のためのシステムはできているものの制御をするためのシステムが完成しておらず、実際に制御実験を行うには至っていない。今後、アクチュエーターを動作させ模型の動特性を調べた後に、種々の制御則を適用した制御性能比較実験を行う予定である。

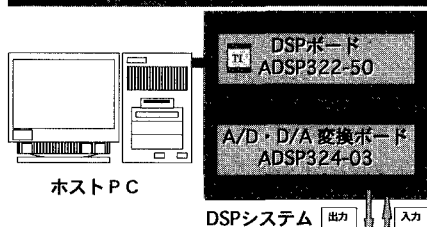


図3 DSPシステム

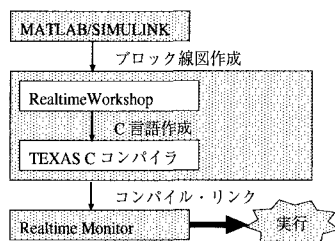


図4 ソフトウェアの構成

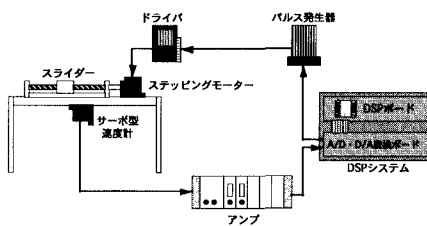


図5 センサー・コントローラー・アクチュエーター

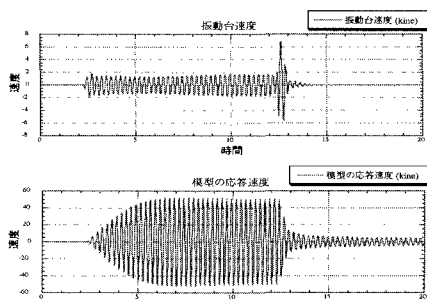


図6 模型の振動応答

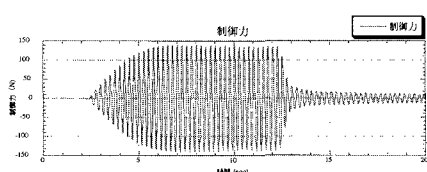


図7 制御力