

I - B34

2層系模型を対象とした実時間ハイブリッド振動実験と準動的ハイブリッド実験の比較

建設省土木研究所 正 員 小林 寛
正 員 田村 敬一

1. はじめに

従来のハイブリッド実験は、装置の制約（計算機の能力、アクチュエータの遅れ補償等）上、時間軸を伸長した準動的実験が中心であった。しかしながら、実験対象物の振動挙動が加速度もしくは速度に依存する場合、実時間の実験が必要となる。そこで本研究では、実時間かつ振動台を用いたハイブリッド振動実験を行い、全体系振動実験との整合性を検証するとともに、従来の準動的実験と実時間実験の比較を行った。

2. 実時間ハイブリッド振動実験の特長

本研究で用いているハイブリッド振動実験とは、デジタル計算機による振動応答数値解析と振動台による振動実験を結びつけた新しい概念の実験であり、次のような特長を有する。

①振動応答数値解析を含めて反力の入力から信号

の出力までの時間間隔が短い¹⁾。実験中、振動応答数値解析（中央差分法）により次ステップの変位を繰り返し計算するが、センサーで計測された反力の入力からアクチュエータへの次ステップの変位値信号出力までの時間間隔 Δt を2.08msとしている。

- ②アクチュエータの遅れ補償²⁾を行っている。油圧アクチュエータでは、油圧の性質上、どうしても指令値を出した時刻に対して指令された変位をアクチュエータが実現する時刻は遅れることになる。つまり、振動応答数値解析によって求めた実現すべき変位（計算変位）とアクチュエータにより実現される変位（実現変位）が一致しない。そこで、過去の計算変位からアクチュエータの遅れ時間分だけ先の変位（予測変位）を予測し、予測変位を指令値として出力する。次に、計算変位と実現変位を比較し、随時その値が等しくなるように予測変位を修正している。

3. 2層系模型を用いた実時間ハイブリッド振動実験

図1に実験の概要を示す。実験対象構造物は、H型鋼で枠組みした中にコンクリートを敷き詰めたスラブを積層ゴムで支持した2層

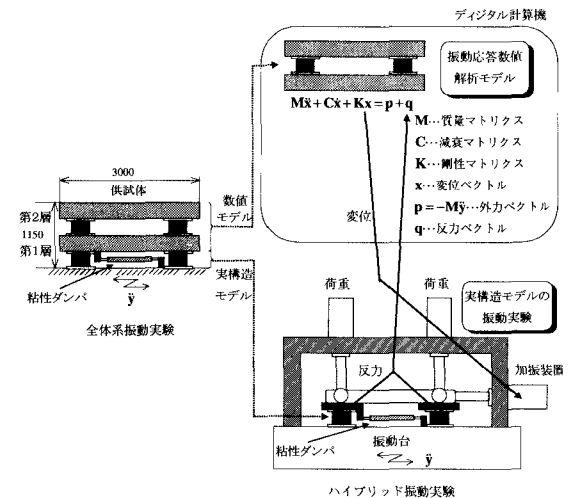


図1 実験の概要

表1 実験ケース

加振方法	第2層	第1層	入力波形	入力レベル
実時間	線形 モデル	非線形 モデル	1.7Hz 正弦波 5 波 (実験ケース 1)	100gal
			神戸海洋気象台観 測地震波形 (実験ケース 2)	500gal
1.7Hz 正弦波 5 波 (実験ケース 3)			100gal	
準動的			神戸海洋気象台観 測地震波形 (実験ケース 4)	500gal

キーワード：実時間ハイブリッド振動実験、振動台実験、アクチュエータ遅れ補償、準動的実験

〒305-0804 つくば市大字旭1番地 Tel:0298-64-4963 Fax:0298-64-0598

系の模型であり、振動台-第1層のスラブ間に粘性ダンパーを取り付けることにより、ハイブリッド実験の実験供試体に非線形性を付与した実験を行った。

まず、2層系模型全体の振動挙動を明らかにするため、2層系模型全体を振動台上に設置し、振動台実験（全体系振動実験）を行った。次に、図1に示すように、第2層の質量、減衰及び剛性と第1層の質量を振動応答数値解析モデルとして組み込み、実時間ハイブリッド振動実験を行った。ここで、振動台の入力地震動が水平成分のみであり、積層ゴムは鉛直方向には十分な剛性を有しているため、実験供試体は水平方向にのみ振動するとみなすことができる。したがって、アクチュエータ制御に関しては、鉛直方向には自重相当の荷重を載荷し、水平方向のみをハイブリッド実験の制御対象とした。さらに、実時間ハイブリッド振動実験との比較を行うため、実験の時間軸を50倍に伸長した準動的ハイブリッド実験（振動台固定）を同様にを行った。実験では、いずれのケースについても、入力地震動として1.7Hz（2層系模型の1次の固有振動数）、最大加速度100galの正弦波5波及び地震波（兵庫県南部地震による神戸海洋気象台観測記録を最大加速度500galに調整したもの）を用いた。

4. 実験結果

第1層の変位時刻歴を図2に示す。実験結果は以下に示すとおりである。

- ①実時間ハイブリッド振動実験と全体系振動実験の結果を比較すると、正弦波入力、地震波入力とも両者の結果は整合している。
- ②準動的ハイブリッド実験（ケース3、4）では、実験供試体が有する減衰力（一般的に速度に比例）を適切に評価できないため、全体系振動実験よりも過大な変位応答を与えるとともに、周期もずれている。

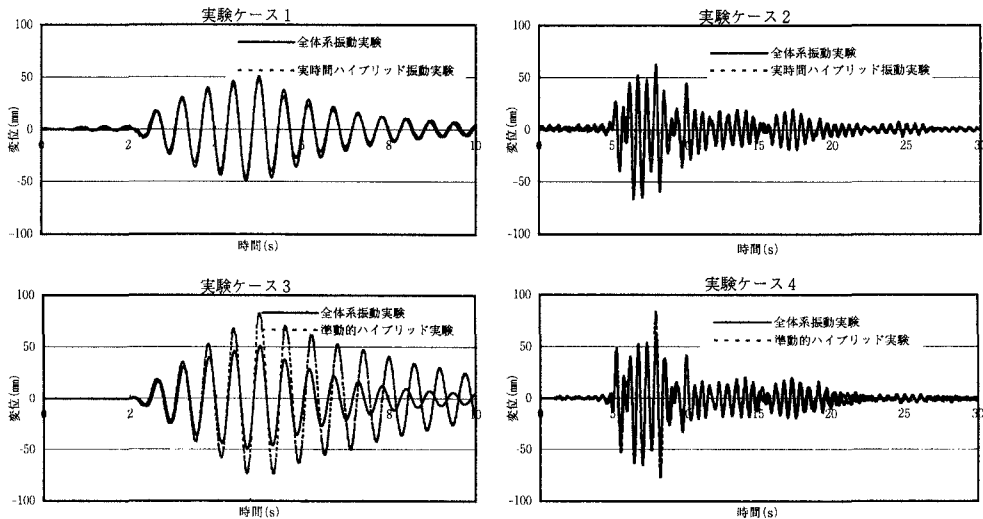


図2 実験結果

参考文献：1) 梅北ほか, 平面3自由度加振型実時間ハイブリッド耐震試験装置向けスーパーリアルタイムコントローラ (SRC) 用C言語ライブラリの開発, 第40回自動制御連合講演会, 1997

2) 堀内ほか, 加振機の応答遅れを補償した実時間ハイブリッド実験システムの開発 (第1報, 補償方法と1自由度系の実験への適用), 日本機械学会論文集 (C編), 1995.4