

汎用仮動的実験システムにおける実験に要する時間の検討

北見工業大学大学院 学生会員 ○高岡 陽 北見工業大学 正会員 齊藤 剛彦
北見工業大学 正会員 宮森 保紀 北見工業大学 正会員 山崎 智之

1. はじめに

複雑な履歴曲線を有する制震ダンパーや免震支承などの特性を橋梁全体の地震応答解析に組み込む方法として、構造実験と数値解析を併用するサブストラクチャハイブリッド実験が挙げられる。著者らの研究グループではこれまでにオープンソースの仮動的実験システムを用い、数値解析部分には国内で多数使用されている汎用構造解析ソフトを利用した、汎用仮動的実験システムを構築している¹⁾。ここで、免震・制震デバイスには速度依存性を有するものもあるため、実時間ハイブリッド実験のような速度依存性を考慮できる実験システムも求められる。そこで、本研究では、現状の仮動的実験システムの計算速度や载荷装置の応答速度を把握することを目的として、異なる载荷装置を用いて一般的なモデルによる仮動的実験を実施し、1ステップ内の各プログラムの所要時間を検討する。

2. 载荷装置の性能と仮動的実験システム

2.1 载荷装置

使用する载荷装置は本学が所有する島津製作所のサーボパルサ 3 機である。各载荷装置の主な载荷能力を表-1 に示す。载荷装置 1, 3 は供試体を鉛直に加振できる。载荷装置 2 は下向きの鉛直力による面圧を供試体に与えながら、振動台を水平方向に加振することで、供試体にせん断変形を与えられる 2 軸载荷装置である。

2.2 振幅特性図

载荷装置の性能を把握するため、無負荷の状態では各振動数の正弦波を入力し、安定して動作する最大の振幅を確認した。得られた振幅特性図を図-1 に示す。载荷装置 1, 2 では 0.15Hz までは最大変位で動作し、1Hz までは徐々に振幅が小さくなり、それ以上は安定した正弦波での加振ができなかった。载荷装置 3 では 0.2Hz までは最大変位で動作し、5Hz までは徐々に振幅が小さくなった。

2.3 仮動的実験システムと実験部分の待機時間

本研究の仮動的実験システムは、NEES プロジェクト

の一環として、イリノイ大学で開発された分散型サブストラクチャ仮動的実験用ソフトウェア UI-SIMCOR²⁾を用いている。図-2 にシステムの構成を示す。UI-SIMCOR では統括プログラムを中心に、モデルを载荷実験する部分と計算部分に分割して応答解析を行う。

表-1 载荷装置の諸元

载荷装置	加振方向	荷重 (kN)	変位 (mm)	待機時間 (sec)
1	鉛直	200	100	0.4
2	水平	200	100	0.2
3	鉛直	500	50	0.06

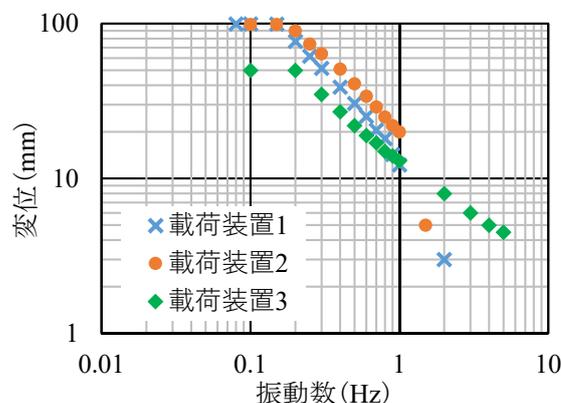


図-1 振幅特性図

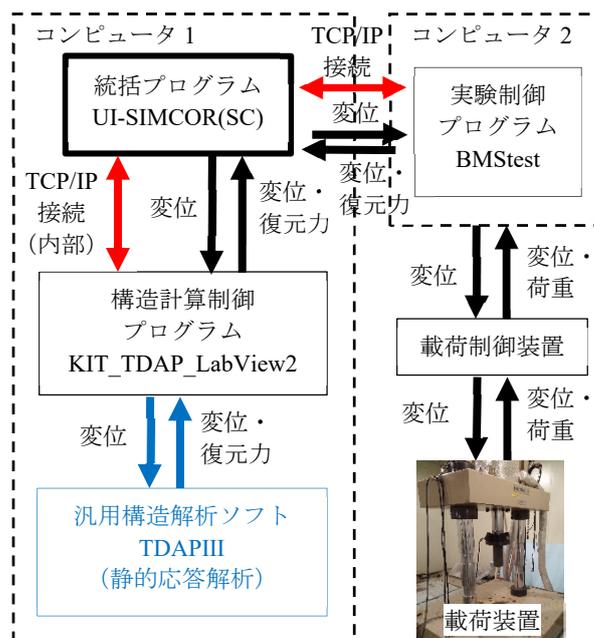


図-2 システムの構成

キーワード 仮動的実験, 所要時間, 応答速度

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 北見工業大学工学部社会環境系 TEL: 0157-26-9477 (齊藤剛彦)

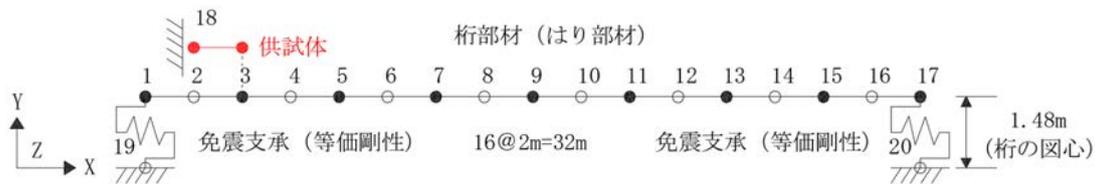


図-3 対象モデル

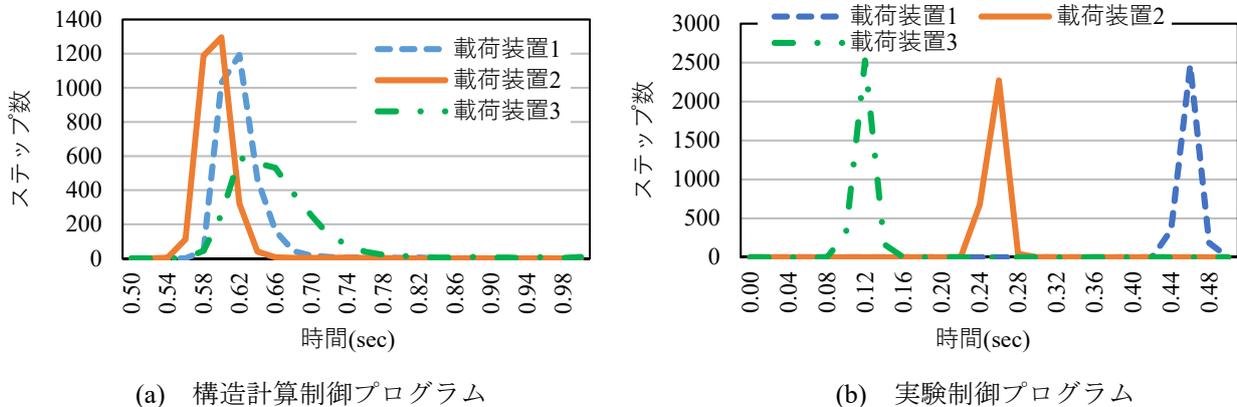


図-4 各プログラムの所要時間のヒストグラム

構造解析部分ではプログラムに汎用構造解析ソフト TDAPIII バッチ版を組み込むことで静的解析を行う。載荷実験部分では載荷装置に 1 つの命令変位を入力し、動作後に 1 つの応答変位、応答荷重を得るようにしており、載荷装置が動作を終えるまでの待機時間は載荷装置の性能から決定する必要がある。そこで、予備実験から待機時間を表-1 のように決定した。

3. 実験条件

仮動的実験の対象モデルは図-3 に示すように、線形ばねで支持された桁部材に供試体を取り付けたものである。供試体は鉛直に加振する載荷装置 1, 3 では線形ばねを、水平に加振する載荷装置 2 では NR の積層ゴム支承を用いる。入力地震波は ElCentro 波を橋軸方向に 0.01 秒間隔で 30 秒間入力する。そのため、実験の総ステップ数は 3000 である。

4. 実験に要する時間の検討

各載荷装置を用いた実験による、各プログラムの所要時間の平均を表-2 に示す。通信や統括プログラムの所要時間は安定している。実験部分は待機時間の違いにより所要時間が異なっている。計算部分と実験部分は並列で実行されているため、実験部分の所要時間が短くなっても 1 ステップの所要時間は短くならない。結果として、計算部分が 1 ステップの所要時間の約 85% を占めている。これは、汎用構造解析ソフトを使用する際の入力ファイルの書き換えや、出力ファイルの保存を行っていることが要因と考えている。ここで、計算部分と実験部分の各ステップの所要時間のヒストグラム

表-2 各プログラムの実行時間の平均値(sec)

載荷装置	PC1 命令通信	構造計算	実験制御	PC1 応答通信	統括	1step
1	0.026	0.614	0.452	0.033	0.041	0.714
2	0.026	0.588	0.247	0.032	0.039	0.686
3	0.026	0.659	0.109	0.033	0.047	0.766

を図-4 に示す。図-4(b)から、実験部分のヒストグラムの形状は安定しており、平均値は待機時間に合わせて変化している。図-4(a)の計算部分は正規分布になっておらず、形状に違いがある。計算部分は載荷装置の違いに関連しないはずだが、載荷装置 3 は 1, 2 と実験室が異なるため、周辺環境の違いが影響した可能性はある。

5. まとめ

本研究では仮動的実験に要する時間を検討した。本システムの重要なポイントである、汎用性を持たせるために導入した汎用構造解析ソフトの使用によって、所要時間が長くなっていることが分かった。プログラムの改善、ハードウェアの更新により時間を短縮できる可能性がある。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP19K15069 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 宮森ら：汎用構造解析ソフトを利用した低温環境下における仮動的実験システムの構築，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.68，No.4(地震工学論文集第 31-b 巻)，pp.I_608-I_616，2012.
- 2) Oh-Sung Kwon et al.: User Manual and Examples for UI-SIMCOR v2.6 NEES-SAM v2.0, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007.