

載荷装置の性能と仮動的実験に要する時間の検討

Performance of the loading facility and time required for pseudo dynamic test

北見工業大学大学院	学生員	○高岡 陽 (Akira Takaoka)
北見工業大学	正会員	齊藤剛彦 (Takchiko Saito)
北見工業大学	正会員	宮森保紀 (Yasunori Miyamori)
北見工業大学	正会員	山崎智之 (Tomoyuki Yamazaki)

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実験システムとしてはオープンソースの UI-SIMCOR を利用し、温度制御可能な実験室内の載荷装置を動作させるプログラムと組み合わせることで構築した。しかし、免震・制震デバイスには速度依存性を有するものもあり、上記の実験システムは仮動的実験であるために速度依存性を考慮できていない。速度依存性も考慮できる実時間ハイブリッド実験を実現するには、計算に要する時間と、載荷装置の応答時間それぞれについて検討する必要がある。

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載荷装置の応答速度を把握することを目的とする。具体的には、載荷装置の振幅特性図を作成し、性能を把握することと、単純なモデルによる仮動的実験を実施して、1ステップ内の各段階での所要時間を検討する。

2. 載荷装置の性能

2.1 載荷装置の仕様

使用する載荷装置は図-1 に示す島津製作所のサーボパルサ EHF-JD200KN である。電気油圧式サーボ機構であり、エネルギー伝達媒体として油圧を用いている。最大荷重は静的載荷時は 300kN、動的載荷時は 200kN で、最大変位は±100mm である。油圧源は QF-70L、アキュムレーターは 5L×1L、サーボバルブは 76-005 を 1 つ使用している。この載荷装置は 1994 年に導入したのち、2015 年に油圧源、アキュムレーターを増強している。

2.2 振幅特性図

前節の通り、この載荷装置は増強したため、性能を確認するための振幅特性図が得られていない。そこで、各振動数で正弦波を入力し正常に動作する最大の片振幅をプロットする振幅特性図を作成し、性能の確認を行った。実験条件として油圧は最大の 21.0MPa、gain は 250 で行った。供試体は設置せず、無負荷の状態で行った。サイクル数は 11 サイクルとした。

実験によって得られた振幅特性図を図-2 に示す。0.15Hz までは最大変位の 100mm で動作し、0.15Hz 以降は徐々に振幅が小さくなった。1.0Hz 以降は安定した正弦波が確認できなくなった。このことから、載荷装置が高振動

数領域の載荷を想定した仕様にはなっていないと考えられる。

2.3 シングル入出力

本研究で用いる仮動的実験システムでは、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いる。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、仮動的実験システムと同様に、MATLAB のプログラムより、指定した変位に移動するシングル入力、変位の記録を取るシングル出力を行う。変位は仮動的実験を想定した±2mm を入力する。これらの結果より、適切な待機時間は 0.4 秒であることが分かった。

3. 仮動的実験に要する時間の検討

3.1 実験条件

本研究の仮動的実験システムは、NEES プロジェクト

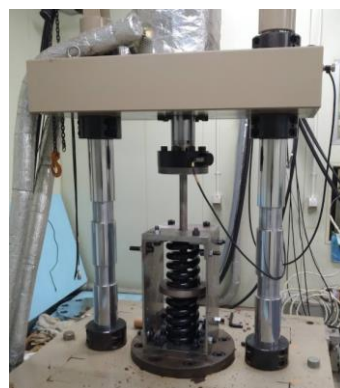


図-1 載荷装置

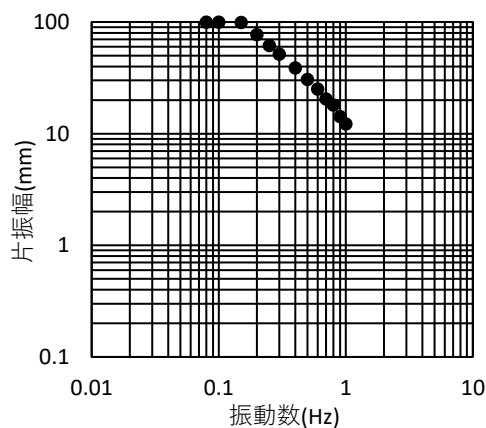


図-2 振幅特性図

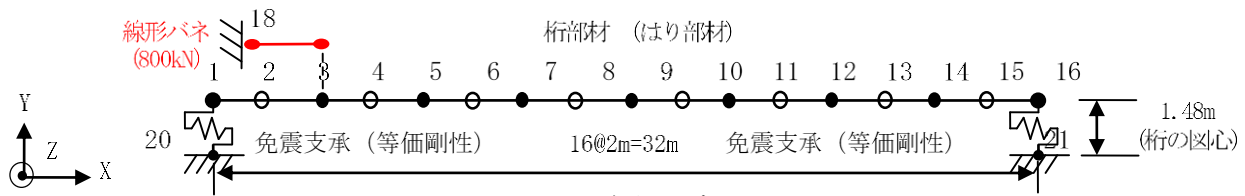


図-4 解析モデル

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-3 にシステムの構成を示す。UI-SIMCORでは統括プログラム (Simulation Coordinator : SC) を中心に、モデルを構造実験を実施する部分と数値解析を行う数値モデル部分に分割して応答計算を行う。構造実験部分では MATLAB により構造実験装置を制御するプログラム (BMStest) を作成し、供試体の応答を測定する。数値解析部分では MATLAB プログラム (KIT_Tdap_LabView 2) に汎用構造解析ソフト TDAPIII バッチ版の静解析プログラムを組み込むことで解析を行う。SC、構造計算制御プログラム、実験制御プログラムそれぞれで 1 ステップに要する時間を計測し、比較する。

仮動的実験の解析モデルを図-4 に示す。両端を支承バネで指示した 1 径間のはりにバネ部材を取り付けた単純桁モデルとなっている。実験供試体は図-1 に示すように、2 つの圧縮バネを組み合わせるものを用いる。入力地震波は ElCentro 波を橋軸方向に 0.01 秒間隔で 30 秒間入力している。

3.2 実験結果と考察

図-5 は 1 ステップ間の時間を全ステップ分載せたグラフである。1 ステップに要する時間の平均値は 0.762 秒であった。実験の結果、構造計算制御プログラムと実験制御プログラムは並列で処理していることが分かった。ただし、構造計算プログラムによる計算時間よりも載荷装置の待機時間が長い場合、実際には実験制御プログラムのほうが時間を要していると思われる。

4. まとめ

本研究では、今後の実時間ハイブリッド実験に向けて、載荷装置の性能を確認し、現在の仮動的実験システムの各プログラムに要する時間を検討した。

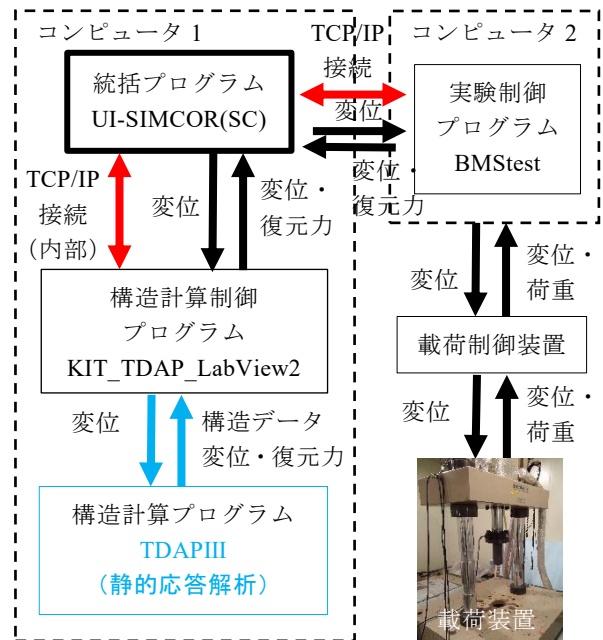


図-3 システムの構成

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.1_608-1_616, 2012.
- 2) Oh-Sung Kwon, Narutoshi Nakata, Kyu-Sik Park, Amr Elnashai, and Bill Spencer: User Manual and Examples for UI-SIMCOR v2.6 NEES-SAM v2.0, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2007.

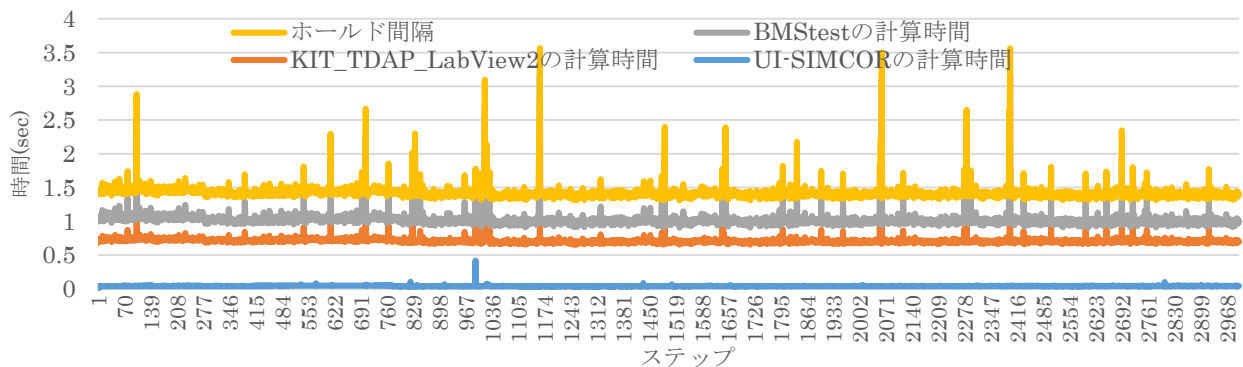


図-5 全ステップ分の 1 ステップ当たりの時間