

直列ダンパーの実時間ハイブリッド実験の開発

埼玉大学 大学院理工学研究科 学生会員 ○秋池 佑香 日本鑄造(株) 正会員 山崎 信宏
 埼玉大学 大学院理工学研究科 正会員 党 紀 日本鑄造(株) 非会員 染谷 優太

1. はじめに

橋梁の高減衰免震ゴム支承 (HDR) は減衰機能と支持機能を担うため、破断後の橋梁機能維持や早期復旧などに問題がある。そこで機能分離の概念に基づき、鋼製ダンパーと地震動速度に応答依存するシリンダ型ダンパーから成る直列ダンパーを、すべり支承と共に橋台上部に設置した図-1の免制震機構¹⁾が提案された。

実橋梁へ応用させるには、動的実験による信頼性の高い実験データを得る必要がある。しかし、土木構造物のような大きい構造物の実地震応答を得ようとする、大規模な装置や施設が必要になる。

以上より、本研究では、直列ダンパーのみの载荷実験と他部材の動的応答解析によって構造系全体の挙動を評価する実時間ハイブリッド実験手法²⁾を採用し、直列ダンパーの実地震動応答を考慮した免制震橋全体の地震応答特性を検討する。

2. ハイブリッド実験

ハイブリッド実験とは、図-2に示す通り、計算機による数値計算と動的载荷装置による载荷試験を組み合わせ、構造物全体の地震応答を調べる手法である。本研究の制御システムには、主な演算をホスト・コンピュータ (Host PC) で行う図-3(a)のシステムと、デジタル・シグナル・プロセッサ (DSP) で行う図-3(b)のシステムの2種類を用いた。

Host PC 演算では、载荷目標変位を Host PC で数値解析し、デジタル信号とアナログ信号の高速変換および制御が可能な DSP に目標変位を送信して载荷装置を制御させる。Host PC 演算での問題は、実時間载荷においても解析処理などで約 7 倍以上の载荷遅れが生じることである。しかし、DSP 演算の場合、処理するデータ量に制限があるが、DSP 内で数値解析も行うので、実時間での解析処理などによる遅れはほとんどなくなる。

想定する構造モデルは栃木県那須烏山市に位置する山あげ大橋を参考にした。HDR を各橋脚上部に 2 基ずつ計 10 基、直列ダンパーとすべり支承を橋台上部に 2 組ずつ計 4 組設置することを想定し、相似率 2.2 を考慮

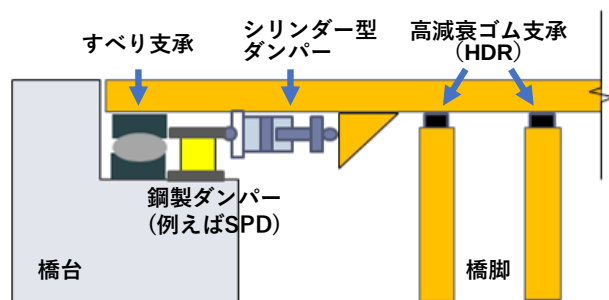


図-1 機能分散を考慮した免制震橋¹⁾

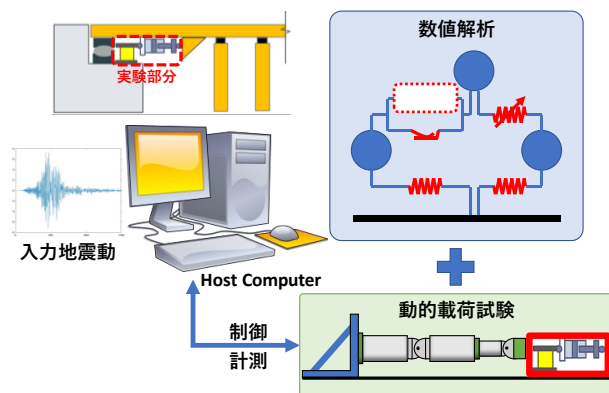


図-2 ハイブリッド実験の概要

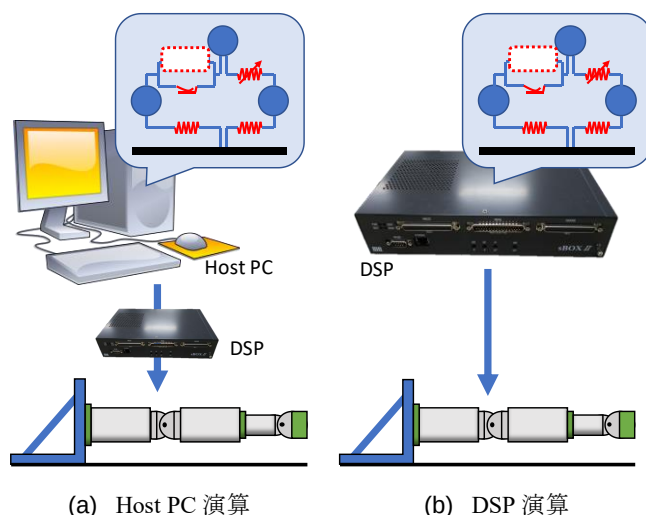


図-3 ハイブリッド実験の制御システム

キーワード : 実時間ハイブリッド実験, 直列ダンパー, 免制震, 機能分散

連絡先 : 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255

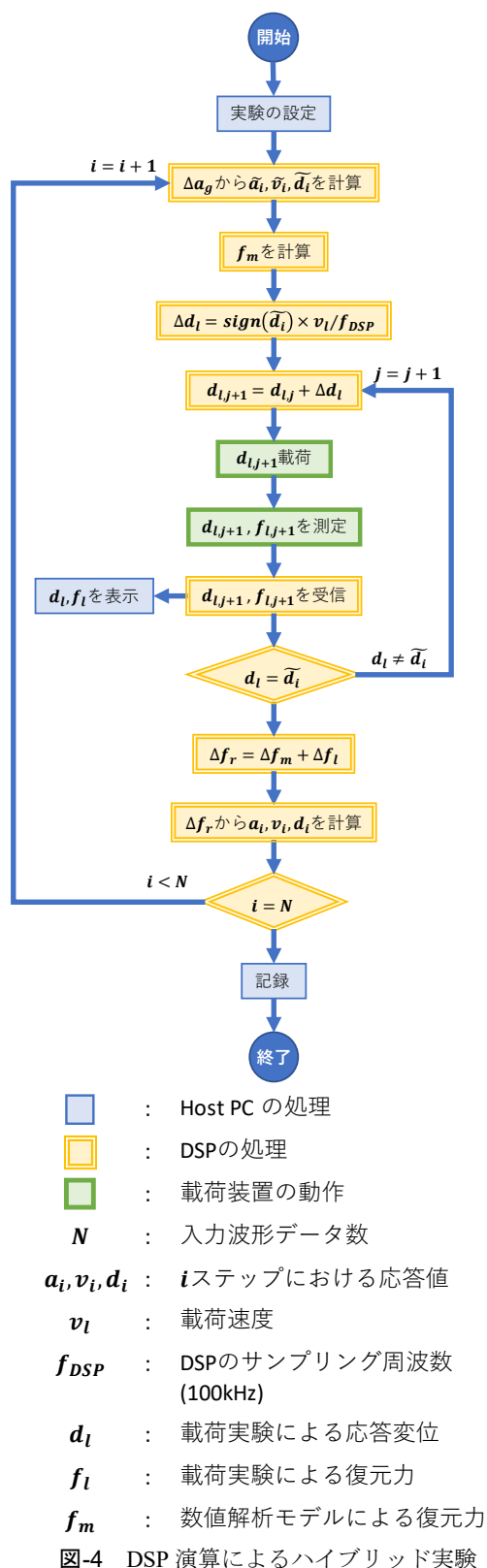


図-4 DSP 演算によるハイブリッド実験

した. 構造系の地震応答解析には Newmark- β 法 ($\beta=1/6$) による予測修正法を用いた. 図-4 に DSP 演算によるハイブリッド実験の流れを示す.

3. 実験結果

DSP 演算による測定変位と载荷目標変位の比較を図-5 に示す. DSP 演算によって入力波形とほぼ等しい時間

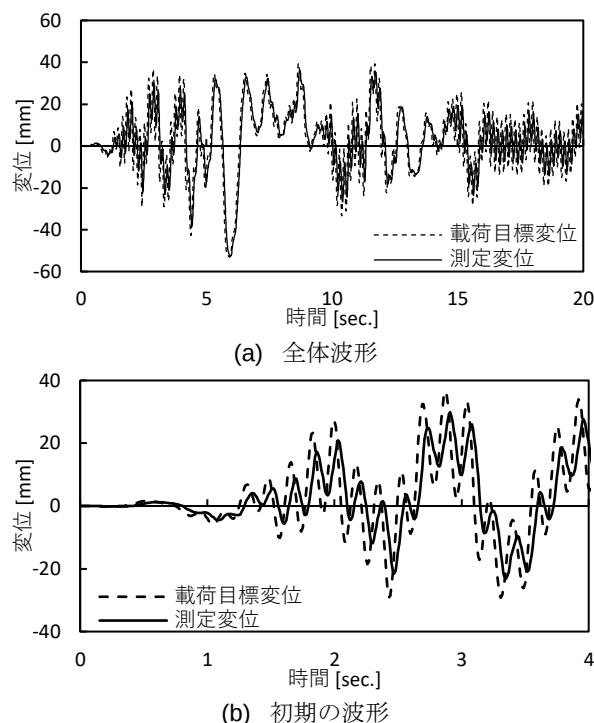


図-5 DSP 演算による測定変位と载荷目標変位の比較

に処理ができ, 実時間による载荷が実現した. しかし, 図-5(b)をみると目標値と計測値の間に約 0.035 秒の差があることから, 油圧载荷システムの時間遅れが生じていることがわかる. また, 目標値と計測値に位相差が生じたことで, 実時間载荷で発振する傾向がある.

4. 結論

DSP 演算による実時間ハイブリッド実験システムは, 入力波形とほぼ等しい時間で処理したことから, 実際の地震動応答を再現性良くシミュレーションできた. しかし, 油圧载荷システムの時間遅れや実時間载荷での発振など, この信頼性検討手法にはまだ改良の余地はある. 将来の展望として, 载荷システムの同定と IIR や FIR などのデジタルフィルターを用いた载荷システムの補正³⁾を検討する.

参考文献

- 1) 党 紀, 金井 寛裕, Bidha L. Joshi : 危機耐性と経年劣化を考慮した機能分離型免制震橋, 第 19 回性能に基づく橋梁等の耐震性能に関するシンポジウム講演論文集, pp.45-52, 2016.
- 2) 袁 涌, 家村 浩和, 五十嵐 晃, 青木 徹彦, 山本 吉久 : 実時間ハイブリッド実験による高減衰免震ゴム支承の耐震性能の評価, 土木学会論文集 A, Vol.63, No.1, pp.265-276, 2007.
- 3) 五十嵐 晃, 家村 浩和, 田中 創 : サブストラクチャーハイブリッド振動台実験システムの開発と振動制御デバイスの性能検証実験への適用, 構造工学論文集 A, Vol.49, pp.281-288, 2003.