

非線形構造モデルのサブストラクチャーハイブリッド振動台実験

京都大学大学院 正会員 ○原 裕一
 京都大学工学研究科 正会員 五十嵐 晃
 京都大学工学研究科 フェロー 家村 浩和

1. はじめに

サブストラクチャーハイブリッド振動台実験は、対象構造物を振動台実験部分と数値計算部分に分割した上で、リアルタイムで相互に情報を取り込む振動台実験と数値計算を同時進行させることにより、対象構造物全体の動的応答を評価しようとするものである¹⁾。本研究は、実験部分構造の持つ非線形性がサブストラクチャーハイブリッド振動台実験の信頼性に及ぼす影響および実験システムの妥当性を実験的に検討するものである。

2. 実験供試体

本研究で用いた振動台実験用構造モデルを図1に示す。最下部にシャフトとベアリング軸受けによる回転ヒンジが設けられており、動的挙動はその部分での回転角－底面モーメント関係に非線形性が生じるような回転逆振り子型の形式となっている。直立状態より $\pm 20^\circ$ 程度までの回転変形が可能となっており、振動部分の質量 14.88kg 、およそその固有振動周期 1.3sec の1自由度系により近似できる。

計測により得られた回転角－底面モーメント関係を図2に示す。ここに見られる非線形性は、幾何学的な効果の寄与によるものは小さく、主にバネ機構の復元力特性によるものである。この復元力特性の近似式として、最小二乗法を用いて次式が得られた。

$$M = 555.53 \times \theta e^{-1.0\theta} \quad (\text{N.m})$$

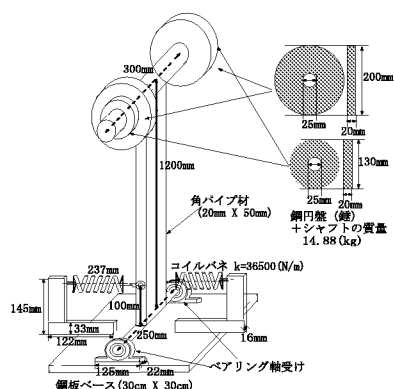


図1 実験供試体

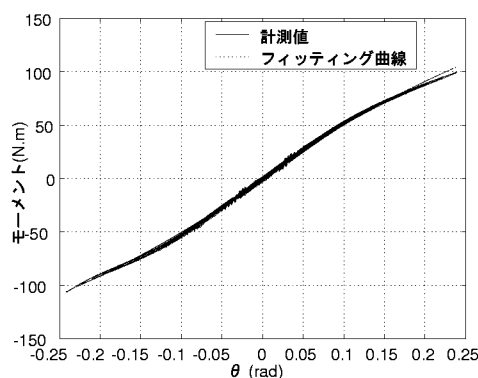


図2 復元力履歴

3. 実験システム

実験システムの構築にあたっては、電気油圧サーボ式振動台とこれを制御するDSPシステム(TI社製 TM-S320C6701GJCを使用)を組み合わせており、A/DおよびD/Aインターフェースを通じて計測信号を元に振動台への入力信号をリアルタイムで算出している。本システムのコーディングはMATLAB/SIMULINKで行い、Real-Time WorkshopによりC言語に変換しMTT社製PassC67を用いてDSPに実装した。実験システムの概要を図3、写真1に、振動台の諸元を表1に示す。

4. 振動台動特性の補償

加振遅れ等の振動台動特性を補償するデジタルフィルタを作成し、計算・制御系に組み込んだ。作成したデジタルフィルタは3次FIRフィルタと、高周波ノイズ除去用の3次IIRフィルタをカスケードしたものを、振動台の入出力関係の計測に基づいて決定した。デジタルフィルタによる補償前の振動台動特性を図4に、補償後の特性を図5に示す（上段は振幅特性、下段は位相特性）。

キーワード: 動的応答, 振動台実験, 非線形構造モデル, リアルタイムシミュレーション

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel: (075)753-5088 / Fax: (075)753-5926

