

非線形複素ばね定数を用いた緩衝材を接続した 弾性構造物の FEM 過渡応答解析

山口 誉夫 藤井 雄作 田北 啓洋 太田 卓 ○能登 達也
(群馬大学) (群馬大学) (群馬大学) (群馬大学院) (群馬大学院)

Transient response analysis for an Elastic Structure that is connected to a Viscoelastic Shock Absorber Using FEM and a Nonlinear Complex Spring Constant

Takao Yamaguchi Yusaku Fujii Akihiro Takita Suguru Ota Tatsuya NOTO
(Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Gunma Univ.) (Gunma Univ.)

S 字構造をした力変換器に接合された粘弾性緩衝材に衝撃荷重を加えると、S 字構造部の固有モードにもとづく動的変形に起因する微小な動的誤差が得られた。本稿では、この実験結果と著者が提案した高速 FEM を用いた数値計算結果の比較検討を行う。本解析で粘弾性緩衝材は非線形複素ばねを用いてモデル化されている。したがって、復元力の非線形ばね定数として複素数が用いられ、ばねの復元力には非線形ヒステリシス減衰が含まれる。

Key words : 衝撃応答, FEM, 粘弾性緩衝材, 弾性変形

1. 諸 言

精密機械などに衝撃を和らげるために粘弾性の緩衝材が用いられる。これらの粘弾性の緩衝材には比較的大きな負荷の下では復元力と変形の間非線形を持つことがある。また、復元力は非線形のヒステリシスを示すことがある。従って、衝撃荷重下における弾性構造と接合された粘弾性緩衝材の非線形の動的特性を明らかにすることは重要である。Yamaguchi が提案した高速 FEM⁽¹⁾⁻⁽²⁾を用いて弾性構造物(S 字構造)に接合された粘弾性緩衝材の衝撃応答の数値計算を行う。この S 字構造は歪ゲージを用いた力変換器の主要部品であり、これが変形することで、その歪みから力を計測する。力変換器からの出力の実測値と計算結果の比較を行う。このような力変換器で動的な力を計測すると、S 字構造部の固有モードにもとづく動的変形に起因する

微小な計測誤差が現れる⁽³⁾。Fujii は自身が提案した Levitation Mass Method⁽³⁾を用いて、別途、力の基準値を計測し、誤差を同定している⁽³⁾。本報告では S 字構造に接合された粘弾性緩衝材に衝撃荷重を加え応答(力、誤差成分の時刻歴波形)を数値解析した。

2. 実験方法

図 1 に Fujii が行った実験⁽³⁾の模式図を示す。図 2 は評価する力変換器の写真である。粘弾性緩衝材の機械的応答を評価するために、S 字力変換器は緩衝材と接合されている。また、緩衝材とは別にゲルが減衰効果を得るために S 字構造の中心孔に充填されている。図中の浮上ブロックは直動空気軸受によりガイドに沿って z 方向のみの並進運動が可能となっている。ブロックとガイドの間には膜厚 8 μm の空気によって圧