

実験モード解析

低減衰化実験モード解析による高減衰構造物のモード同定

目的

母材にゴム材料が使用されるような高減衰構造物のモード特性の同定は非常に難しい。それは、インパクトハンマによる打撃加振や一つの加振器による加振では構造物全体に振動が行き渡りにくく、周波数応答関数 (FRF) 上で共振峰が明確に現れない振動モードがあるためである。

共振峰を明確にして、モード特性を同定し易くする手法を開発する。(本手法を低減衰化実験モード解析と呼ぶ)

方法(ポイントとなる点)

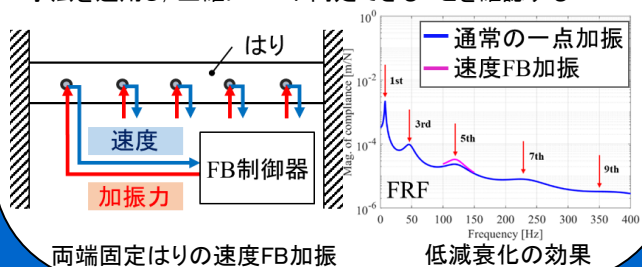
共振峰が明確に現れるようにするために速度フィードバック (FB) 制御を用いる多点加振を行う(減衰力を打ち消す)。その際、構造物の運動方程式を基にして、速度FB制御の制御ゲインを決定する手法を開発する。

そして速度FB加振で得られたFRFから構造物本来のモード特性を同定する。その際、速度FB加振の影響を補正する。

現状・今後

多自由度系および連続体(両端固定はり)を対象とした数値シミュレーションにより、低減衰化できること、良好にモード同定できることを確認し、本手法の妥当性を示した。

今後は実際の両端固定はりや実際の構造物を対象に、本手法を適用し、正確にモード同定できることを確認する。



高減衰構造物の距離減衰のモデル化

目的

母材にゴム材料が使用されるような高減衰構造物のモード特性の同定は非常に難しい。それは、材料特性から定まる一様なモード特性を仮定し、パラメータを同定するからである。

距離減衰が生じる、つまり減衰特性が一樣でない場合に有効なパラメータの同定方法を考案するために、距離減衰をモデル化する。

方法(ポイントとなる点)

高減衰特性を有する構造物(はり)を対象に、インパクトハンマによる打撃加振を実施し、複数の計測点で得られた周波数応答 (FRF) から減衰特性を同定する。

そして(高周波数領域になるほど)減衰特性が一樣に分布しないことを確認する。その結果をもとに、加振点から計測点までの距離と減衰特性の関係をモデル化する。

現状・今後

単純支持のはりを対象に、インパクトハンマによる実験を行い、モード特性を同定した。材料特性の違いにより、高周波数領域になるほど減衰特性が一樣に分布しない場合があるという結果が得られた。

数値シミュレーションでは、距離に応じた減衰特性の変化を考慮できる簡易モデルを作成した。実際の振動現象に一致するモデルにアップデートしていく。



振動抑制

振戦抑制のためのアクティブ動吸振器の設計

目的

本態性振戦は、緊張や恐怖によって手指の振動が増強されることはわかっているが、効果的な治療法はまだ確立されていない。従来の研究では、状態フィードバック制御に基づくアクティブ動吸振器による振戦の抑制が検討されているが、個人の振戦に対応できない場合もある。この個人差に対応できるようにするために、機械学習の技術を取り入れたアクティブ動吸振器を設計する。

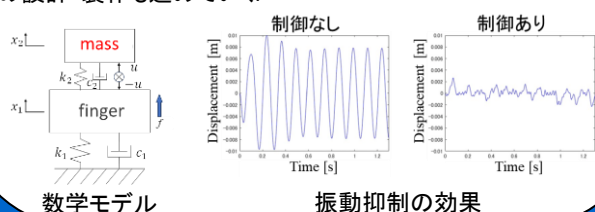
方法(ポイントとなる点)

手指の加速度・速度・変位などの状態量を計測し、そのデータから個人の特徴を抽出したうえで、振戦を抑制するための制御力を学習して作用させるアクティブ動吸振器を設計する。学習にはQ学習を用い、状態量に基づき最適な制御力を得る。実装においては、動吸振器の小型化も図る。

現状・今後

数値シミュレーションにより、Q学習制御による振戦抑制の適用可能性を検証した。具体的には、ある振動数の定常振動に対して、制御力の大きさを一定とし、制御力の方向のみを最適化するように学習して振戦を抑制するという検証を行った。その結果、ある程度の抑制効果を確認できた。

今後は制御力の大きさも学習し、さらに実際の状態量に対応できるように数値検証を進めていく。また、実際の動吸振器の設計・製作も進めていく。



摩擦機能を有した動吸振器の設計

目的

動吸振器は受動的な振動抑制のために有力な手段である。定点定理などの設計理論は、十分に確立されているが、所望の減衰特性を持つように実際に設計することは難しい。

粘性減衰特性に代わり、摩擦減衰特性を持たせる動吸振器を設計し、その数学モデルを構築する。

方法(ポイントとなる点)

動吸振器のばね要素の構造を、摩擦減衰が作用する構造となるように工夫して動吸振器を製作する。

そしてはり構造物に動吸振器を取り付けて振動試験を実施し、振動抑制の効果を確認する。その振動現象をモデル化し、設計指針を立てる。

結果・考察

連続体に対する設計方法の一つの検討として、単独動吸振器と複数動吸振器をはり構造物に設置する場合の検討を実施した。その結果、はり構造物の中央に単独動吸振器を設置すると、振動抑制の効果が高いことがわかった。この知見をもとに、実験検証においても単独動吸振器の設置を検討しており、現在は動吸振器の構造の構想を含めて設計を進めている。

