射場 大輔 教授

お問合せ先
corc@kit.ac.jp
産学公連携推進センター

神経振動子を用いたアクティブ動吸振器による機械の制振

生物の歩行を規範とした振動制御システム

■キーワード
振動制御　制振　神経振動子　位置制御器　動吸振器

■研究の概要

機械や構造物の振動制御に用いられる動吸振器は、制振対象に質量をばねとダンパによって接続し、制振の対象となる機械・構造物の応答にこの付加的な振動系の固有振動数を合わせることで応答振幅が低減できるパッシブ（受動）型の制振装置です。このように動吸振器は非常に単純な構造ながら、エネルギの吸収能率が高く、後付けが可能である等のメリットがあることから、現在、様々な機械・構造物において利用されています。この制振性能をさらに向上させるため、モーターや油圧アクチュエータ等のアクチュエータを備えて外部からエネルギが供給できるアクティブ（能動）型の動吸振器も実用化されていますが、設置スペースの制約を起因とする質量の稼働範囲制限の問題や、制振対象の経年劣化等の影響によってパラメータが変化した時のロバスト性能に関する問題などが解決すべき課題として挙げられています。

そこで、歩幅に制限がありながら、様々な路面状況においても異なる速度で柔軟に歩行することができる生物の歩容システムに着目し、制約条件下で安定した歩行を具現化しているシステムを規範とした新しいアクティブ動吸振器の制御システムを提案しました。

■研究・技術のプロセス／研究事例

生物の安定した歩行を支えているアルゴリズムには、神経細胞から構成される神経振動子が重要な役割を持っているとされています。神経振動子は左右両脚の適切な位相関係を保ちながらリズミカルな運動を発生させるリズム発生器として働き、外部環境の変化（路面状況の変化等）にも非線形振動子としての特徴である同期特性を利用して柔軟に対応することが可能です。こうした神経振動子を、外部からの入力を受けて振動している機械や構造物の応答に同期させ、その振動子の出力から制振装置である動吸振器の補助質量を動かすタイミングと移動量（目標値）を決定し、さらに位置制御器を利用して補助質量を目標値まで駆動することで、その質量の運動の影響によって機械・構造物の振動エネルギを消散する新しい制御システムを開発しました。

研究では、超高層構造物が大地震によって長時間に渡り大振幅で振動する問題に対して、この新しい振動制御システムを適用することによって解決を試みています。

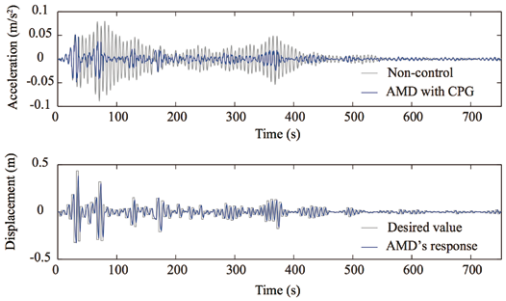

図 1. アクティブ動吸振器によって振動制御を行った構造物の応答に関する数値計算結果

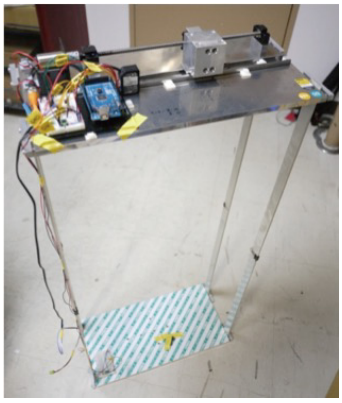

図 2. 構造物の振動制御（実験装置）

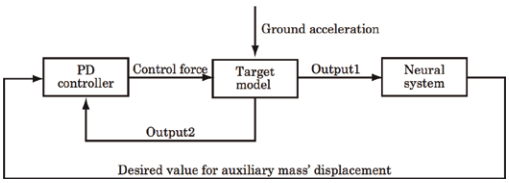

図 3. 制振システムのブロック線図

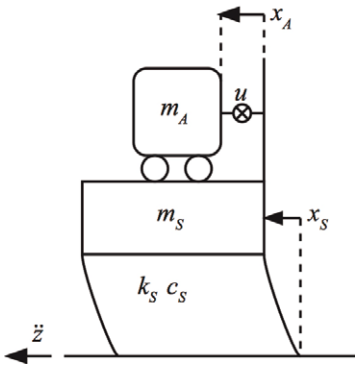

図 4. 制振対象とアクティブ動吸振器

■セールスポイント

制御系の設計パラメータは直感的に理解しやすく、制振対象である機械や構造物の必要となる情報が非常に少なくて済む設計しやすい制振システムです。