

機械・構造物に作用する励振力の同定

目的

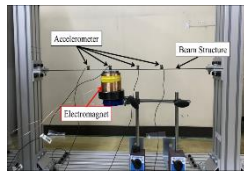
機械や構造物の動的設計や診断を行う場合、対象物に作用している外力を同定する必要がある。従来の研究は、外力作用位置が既知の場合に、外力と応答の間の周波数応答関数を構築することを基本としている。本研究室では、外力作用位置が明確でない場合に適用できる手法をいくつか構築している。(a) センサーの数に応じて同定できる外力の数を定める手法、(b) 対象物に作用する分布力をセンサーと同じ数の未知数で近似する手法、(c) 質量が既知の重りを付加して独立な方程式を増やして同定問題を解く方法である。

手順・方法(ポイントとなる点)

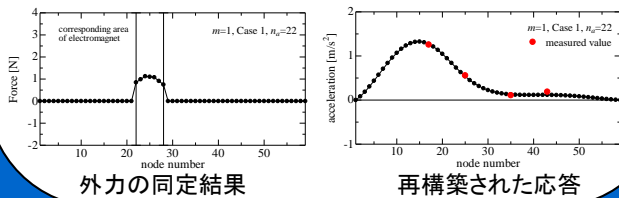
電磁石を用いて非接触加振が実現できる実験装置を構築し、同定精度を検証している。

現状・今後

実測データを用いて方法(b)で外力を同定した結果、電磁石の位置も実測データによく一致した。今後は、外力の作用範囲を変化させて適用性を検証する。



右図: 実験装置
(両端弾性支持はりを電磁石で非接触加振する)



外力の同定結果

再構築された応答

層状構造物の健全性評価

目的

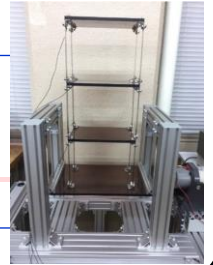
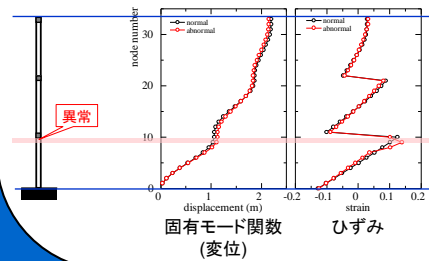
構造物の健全性評価(SHM: Structural Health Monitoring)は、持続可能社会の実現のために非常に重要な技術である。本研究では、層状構造物のどこかの階層の外壁、あるいは外壁と床との結合部に何らかの異常が生じた場合に、異常が発生した階層を特定する方法を提案する。

手順・方法(ポイントとなる点)

実際の層状構造物の外壁は床面で回転自由度が拘束されているため、特定の階層で発生した異常による変化がその階層に局所化し、他の階層に伝わらないことを利用する。そのため、初めに、各階層の外壁で正常時にひずみがほぼ0になる位置を特定し、その位置でひずみを常時測定する。特定の階層で異常が発生すると、もともとはほぼ0であったその階層のひずみのみが有意な値を持つようになり、異常が発生した階層を特定することが可能であると思われる。

現状・今後

数値シミュレーションによって、提案手法の有効性を確認した。現在は三層構造物に対する実験を行い、適用性を検証している。さらに不規則外力による不規則応答を測定し、外力の統計的特性を同定する手法を検討する。



三層構造物

長周期地震動を考慮した免震テーブルの設計

目的

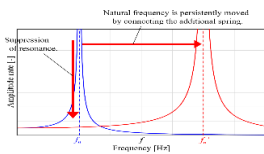
現在、いろいろなタイプの免震装置が開発されているが、それらの多くは短周期地震動を対象としており、固有周期が1~5秒に設定されている。最近注目されている長周期地震動は、まさにその固有周期に近い周期成分を含んでいるため、免震テーブルが共振するという問題点がある。

手順・方法(ポイントとなる点)

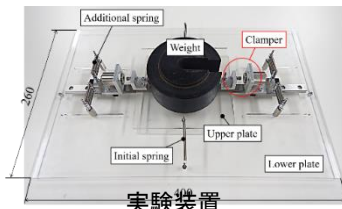
本研究では、短周期地震動を想定して設計された免震装置に長周期地震動が作用して免震テーブルの振動振幅が大きくなった時に、免震テーブルに復元要素を追加することで免震装置の固有振動数を高くて共振を抑制するシステムを提案する。そしてその考え方を実装する。

現状・今後

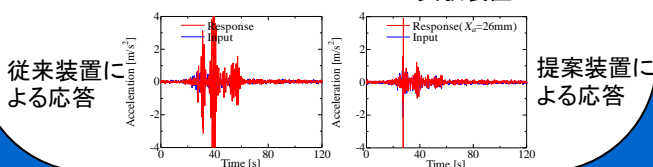
数値シミュレーションおよび実験において、提案手法の有効性が示された。しかし付加ばねが結合する際に加速度が大きくなるので適当な減衰を付加する必要があり、さらに異なる考え方で免震テーブルの固有振動数を変化させる方法を考案する。



提案手法の考え方



実験装置



従来装置による応答

提案装置による応答

ボルト締結部のモデル化に関する研究

目的

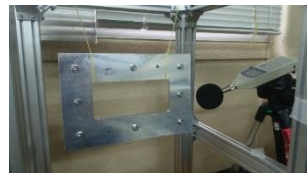
一般に機械構造物は複数の構成要素の組み合わせによって構成されており、結合部ではボルト・ナットによる締結が広く用いられている。そしてそのような構造物の静及び動特性を設計段階で精度良く予測するための高精度な数値解析モデル(有限要素モデル)の構築が望まれている。

手順・方法(ポイントとなる点)

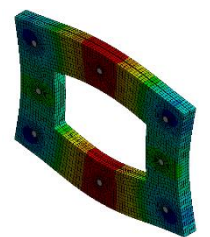
有限要素法汎用解析ソフトウェアANSYSによるボルト・ナット結合体のモデリングを採用する。そこではボルト・ナット部をビーム要素で表現した簡易モデルを用いている。このとき対の構造物の接触部でボルト軸近傍の任意の範囲を指定して節点を共有させ、部分的に固着させる。節点を共有させる範囲により固有振動数が変化し、最も実験値に近いものを最適な共有範囲とし考察を行う。

現状・今後

ボルト・ナット締結部のモデル化の際、接触面の適切な範囲の節点を共有させることで、実測された固有振動数を求めることができた。今後は、振動モード形状を考慮し、例えばひずみエネルギー分布から、最適な節点共有範囲を推定できる考え方を構築する。



実験装置



せん断変形モード