

係数励振を利用した制振技術の研究

Study of Vibration Control Using Parametric Excitation

安井健治* 小山慶樹* 柳沼勝夫** 川澄悠馬***
Kenji Yasui, Yoshiki Koyama, Katsuo Yaginuma, Yuma Kawasaki

研究の目的

構造物のパッシブな制振には、その固有振動数に同調させた付加マスをを用いる動吸振器（チューンド・マス・ダンパー）が使われることがある。この制振装置は構造物の固有振動数における制振効果は大きいものの、付加マスにより構成される新たな振動系の共振現象から逃れることはできない。そこで、この共振現象の発生を防ぐ新たな制振装置として係数励振の特性を応用した制振装置の研究に取り組んでいる。今回、振り子とねじり棒ばねを連結した制振装置を提案し、それを取り付けた模型振動実験により、その効果を確認した。更に実験をモデル化した応答解析により、モデル化の妥当性を確認した。

研究の概要

係数励振を利用した制振装置の概要を図-1に示す。上下方向に振動する主系に、その固有振動数の1/2で振動する振り子を取り付ける。主系の上下方向の振動は、振り子にとって通常一定の値である重力加速度が変動することに相当し、係数励振の特性により、新たな振動系を連成することなく振り子の振動を励起し、主系の振動を低減することができる。

提案した振り子とねじり棒ばねを連結した制振装置と試験体の概要を図-2に、その外観を写真-1に示す。両端ピン支持の単純梁の中央に制振装置を取り付け、起振実験を実施するためにピエゾアクチュエータを梁中央近くに取り付けた。

振り子の自由振動実験結果より得られた振り子と梁の固有振動数を図-3に示す。振り子の固有振動数を梁の固有振動数の1/2に調整した。ピエゾアクチュエータを用いた起振実験の結果を図-4に示す。同図は、固有振動数に対する加振振動数の比とピエゾアクチュエータに取り付けた付加マスの梁に対する相対加速度を入力とした梁の応答加速度の倍率を示している。制振有りの場合、新たな共振現象を起こすことなく、制振無しに比べ応答倍率を約1/2に低減している。

起振実験をモデル化した応答解析結果を図-4にあわせて示す。起振実験の応答が再現され、解析モデルの妥当性が確認された。この解析モデルを用いて、制振装置の減衰をパラメータとした応答解析を実施した。その結果を図-5に示す。装置の減衰が小さい程、応答倍率が小さくなり、制振効果が及ぶ範囲も広くなることが確認された。

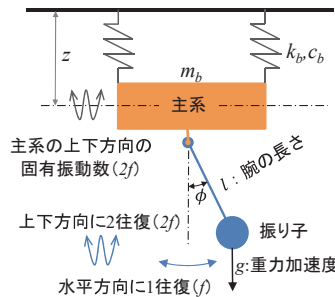


図-1 制振装置の概要

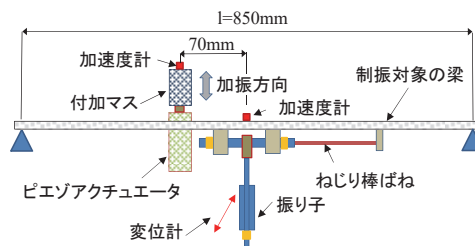


図-2 試験体の概要

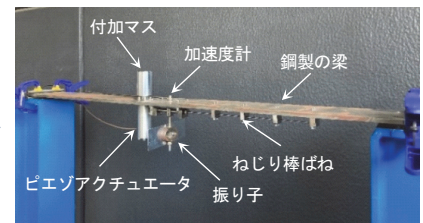


写真-1 試験体の外観

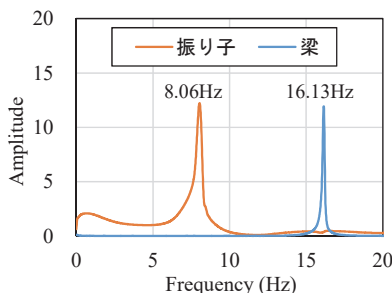


図-3 自由振動実験結果

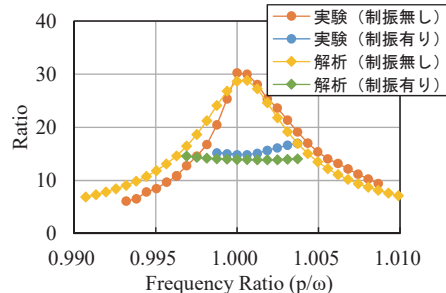


図-4 起振実験結果と応答解析結果

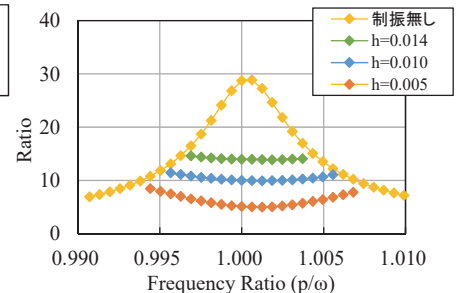


図-5 制振装置の減衰検討結果

研究の成果

係数励振の特性を利用した制振装置を提案した。振り子とねじり棒ばねを連結した制振装置を用いた模型振動実験と応答解析により、以下に示す事項を確認した。

- 質量比 1/75 の制振装置により、新たな共振現象を起こすことなく、梁の応答が約 1/2 程度に低減する
- 梁と制振装置を適切にモデル化した応答解析により、制振効果を精度よく評価することができる
- 制振装置の減衰が小さいほど、制振効果（応答低減率・応答低減範囲）が大きい