

変位相殺型アクティブサスペンションの開発

プロジェクト代表者：水野 毅（理工学研究科・教授）

1 目的

本研究では、従来のアクティブサスペンションとは全く異なるアプローチによって、防振機能とセルフポジショニング機能とを両立することを試みている。その原理は、アクティブな支持機構と正のばね剛性を持つ支持機構とを中間質量を介して直列に接続し、ばね剛性を低くすることによって防振機能を確保し、変位相殺制御を適用してセルフポジショニング機能を実現するということである。変位相殺制御とは、外力の影響を受けて正の剛性を持つ支持機構が外力と同じ方向に変位したとき、これを打ち消すようにアクティブ支持機構に逆向きの変位を与える制御方法である。

平成 19 年度は、水平方向のシートサスペンションを対象として、提案する方式のサスペンションがどのような特性を持ち、どの程度の性能を実現できるかを明らかにすることを目的として研究を行った。

2 研究内容

2.1 実験装置

本年度は、水平方向の並進運動をサスペンションの対象とした 1 自由度実験装置を試作し、実際にその性能を評価した。

研究で用いた実験装置の概要を図 1 に示す。装置は、ベース・中間質量・テーブルが配置されている。また、ベース・中間質量間、中間質量・テーブル間にはアクチュエータとしてボイスコイルモータ (VCM) が取り付けられている。実験を行う際必要に応じて可動部を拘束できるよう、可動部を土台に固定できる機構を備えている。また、外乱発生用の VCM は取外し可能なユニットとし、直動外乱に対する性能評価実験の際にはテーブル右側、地動外乱の実験の際にはベース左側に設置する。図 1 は、前者の場合の配置となっている。

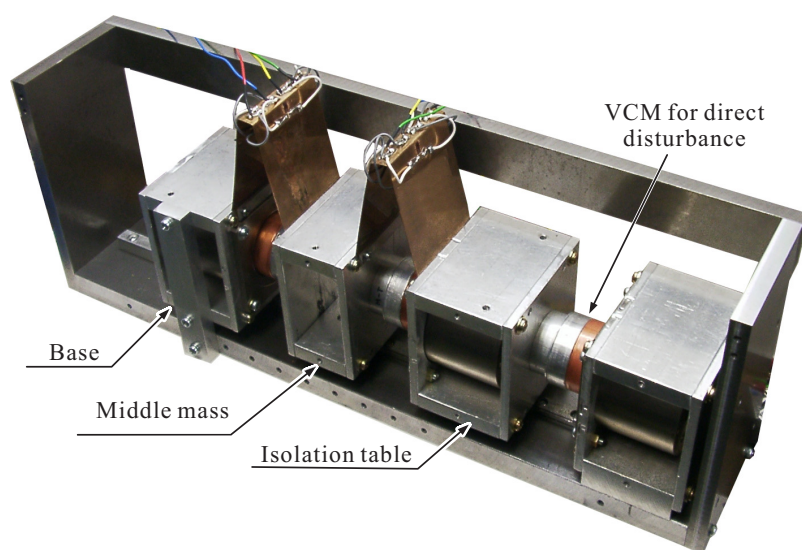


図 1 実験装置

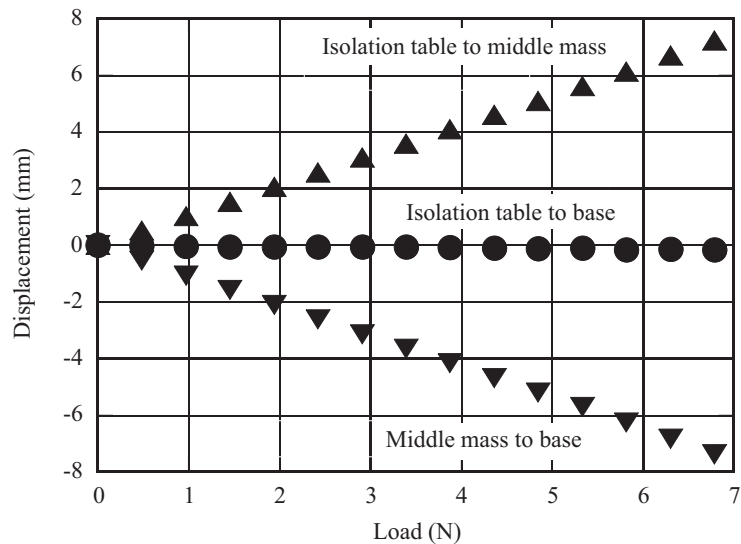


図2 静的な直動外乱に対する応答

2. 2 実験結果

図1の実験装置において、外乱用のVCMを利用して、テーブルに静的な直動外乱を与えたときの応答を図2に示す。この結果から、テーブルに静的な直動外乱を与えると、バネ部分である中間台・ベース間が外乱に対して外乱と同じ方向に動作するが、その変化を相殺する方向にテーブルが動作するため、ベースとテーブルの相対的な位置関係は変化しないことがわかった。この実験によって、変位相殺制御を導入することによって、静的な直動外乱に対して非常に高剛性となり、ゼロコンプライアンスの状態を実現できることが実証された。

さらに、変位相殺制御系を設計する際に指定する閉ループ系の極、ベースから中間台を支持するばねの剛性の大きさ、中間台の質量などのパラメータを様々に変化させながら、地動外乱に対する防振特性、セルフポジショニング機能及び直動外乱に対する制振性能を評価した。

3 研究成果

【解説】

- [1] 水野 毅：負の剛性を利用したユニット型除振装置，精密工学会誌，第73巻，第4号，pp.418-421 (2007).
- [2] 水野 毅：ゼロパワー磁気浮上を利用したアクティブ除振装置，機械の研究，第59巻，第4号，pp.445-452 (2007).

【国際会議プロシーディング掲載論文】

- [1] Mizuno, T., Furushima, T., Ishino, Y. and Takasaki, M., Application of Displacement Cancellation Control to Vibration Isolation System, Proc. International Conference on Control, Automation and Systems 2007 TA14-4, pp.335-338 (2007)
- [2] Mizuno, T., Furushima, T., Ishino, Y. and Takasaki, M., General Forms of Controller Realizing Negative Stiffness, Proc. SICE Annual Conference 2007 in Takamatsu, 3C11-5 (2007)
- [3] Hoque, Md. E., Mizuno, T., Takasaki, M. and Ishino, Y., Horizontal Motion Control in a Six-Axis Hybrid Vibration Isolation System using Zero-Power Control, Proc. Asia-Pacific Vibration Conference 2007, G16-1-4 (2007).
- [4] Mizuno, T., Unno, Y., Takasaki, M. and Ishino, Y., Vibration Isolation Unit Combining a Air Spring with a Voice Coil Motor for Negative Stiffness, Proc. European Control Conference 2007, WeC02.2, pp.3153-3158 (2007).