

研究成果最適展開支援プログラム A-STEP

企業主導フェーズ NexTEP-B タイプ

事後評価報告書

- 開発実施企業： 多摩川精機株式会社
- 代表研究者： 宇宙航空研究開発機構 環境試験技術ユニット 研究開発員 梶川 隆史
- 研究開発課題名： 輸送事業向け無揺動防振装置

1. 研究開発の目的

振動や揺れに弱い精密機器や美術品の輸送は、従前、特殊な機材と経験に頼り、専門業者が作業を行ってきた。本開発は、振動や揺れが搬送品に与えるダメージを、能動的に抑えることで、輸送効率を向上させることを目的としたものである。

通常、搬送物には、振動（鉛直方向の加速度）と揺れ（揺動、前後左右（水平方向）の加速度）の、三次元の加速度が加わる。振動に対しては、柔軟な防振材で支持した防振装置や特殊な車両を用いているが、防振効果の高い柔軟なばね・ゴム材などの支持部材は、それ自体が共振してしまい、輸送時の振動（鉛直方向の加速度）を十分低減できない場合がある。

加えて防振装置では車両の加減速・右左折により生じる揺動や車両の傾きの影響は防げない。揺動については定量的な輸送条件が明確ではないため、一般的な 50km/h 走行を 30km/h 程度に減速することで対応してきた。しかしこれでは輸送可能な時間帯が限られるなど、輸送効率が悪いという問題があった。

本開発では、車両の振動や揺動が搬送物へ与える加速度の影響を抑える無揺動防振装置を開発し、搬送物にかかる振動を定量的に測定、絶縁する防振手段を提供することで、輸送の品質と効率の向上を目指すものである。具体的には、装置による加速度減衰率としてマイナス 10dB 以上、搬送品に与える加速度としては周波数 30Hz 以下の加速度変化 0.1G 以下、を目標にした。これは 50km/h 程度の速度で運んでも、搬送物に与えるストレスは、30km/h まで減速したときと同等に抑制できることを示す。

2. 研究開発の概要

本装置では、代表研究者のシーズ技術である「搭載物の力学的情報を元に、伸縮や屈曲の共振相互作用を防ぐ防振材とその支持位置を算出する制振技術」に基づく防振装置を用い、それに開発企業の有する「揺動や傾きに合わせて搬送物を動的に傾け、搬送物に作用する加速度を底面方向への力に変換する技術」によるジンバル装置を組み合わせて、振動と揺動の低減を実現する。

本開発では、初めに防振装置とジンバル装置で制御する揺れを、数値シミュレーションを用いて各々設計、試作し、試験環境において、それぞれの装置で受け持つ周波数領域における目標性能「振動及び揺動の加速度減衰率：マイナス 10dB 以上」を確認した。独自の加速実験環境を構築して行った初期の実験では目標未達となったが、解析により、振動や揺動の加速度特性の影響を解明し、適切な加速条件を設定することで問題を解決した。次に両装置を結合し、試験環境テストを行ったが、防振装置の揺れが揺動減衰特性に影響する課題が生じた。これに対しては、センサーを含む制御特性の見直しを行うことで改善を図った。その結果、最終的に大型トラックでの 1 時間を超える実車走行においても、防振装置とジンバル装置を一体化した無揺動防振装置で目標を達成した。

3. 総合所見

大型トラックによる一般道での約 50km/h 走行時性能評価において、「振動及び揺動の加速度減衰率：マイナス 10dB 以上。30Hz 以下の振動による加速度変化 0.1G 以下」の開発目標達成を確認した。

本開発で、車両の違いによる加速度特性の変化、センサー性能の及ぼす影響、シミュレーションモデルの改善等、振動を定量的に捉えて制御するための重要な知見を得たことは高く評価できる。一方で、搬送条件に応じて必要な装置の調整について、ユーザーが簡単に使うためには一層の改善が必要であり、さらに技術の完成度を高める必要がある。

本開発で得られた無揺動防振装置は、一台で振動と揺動の加速度を低減できる機器として車載が可能である。事業化に向けては、既にユーザーニーズのある精密機器に限らず、様々な物品や条件に柔軟に対応し、それらの輸送についても事業化が進むことを期待したい。

以上