

消費電力低減を考慮したエレベータ用アクティブ制振技術の実用化

1. はじめに

近年のビル高層化にともない、エレベータも高速化が進められた。乗り心地指標の一つである横振動は、主にかごを案内するレールの加工誤差や据付誤差によってかごが強制的に加振されることで生じる。従来は、かごの上下左右に設置されるガイド装置のばね剛性と減衰を適正に調整することで横振動を低減してきたが、高速エレベータでは剛性・減衰の最適化だけで振動を抑制することが難しく、振動原因であるレール変位を加工時と据付時に厳しく管理することで高品質な乗り心地を達成してきた。しかし、この方法は高レベルの加工・据付技術を要するため、据付熟練者の不足する海外で国内と同等な品質を維持することが難しいという問題がある。

このような背景から高速エレベータ用のアクティブ制振技術を開発し実用化した。エレベータ向けのアクティブ制振技術はそれまでも多くの手法が検討されてきたが、広く実用化するためには既存のエレベータ設備仕様を変更せずに設置する必要があるため、消費電力の低減が重要な開発要素となる。

2. 消費電力低減のための施策

一つめの消費電力低減施策は、振動を低減するための制御力を発生するアクチュエータの設置場所である。この検討には振動原因であるレールの特性を把握することが不可欠であるため、実際のレール変位を多数実測し、レール変位がレール1本分の長さを周期とする周波数に大きな成分を有することを確認した。この結果より、アクチュエータを図1に示すようにガイド装置のばねと並列に設置する構成とした。これは実測したレール変位の主成分周波数が、ガイド装置のばね部分が最も大きく揺れる振動モードの周波数と近接し、最も大きく揺れる場所にアクチュエータを設置することで効率的に振動を低減できるためである。

二つめの消費電力低減施策は、アクチュエータの方式である。まず前提条

件として、寿命・信頼性・メンテナンス性を考慮し非接触式とした。非接触式アクチュエータの代表例である電磁石とボイスコイルモータ（以下、VCM）について、単位電力あたりの力定数を最大化し、比較した結果を図2に示す。電磁石は力定数がストロークの2乗に反比例するため、ストロークが短い場合に有利である。一方、VCMは力定数がストロークにほとんど依存しないためストロークが長い場合に有利となる。既存のエレベータへの設置を考えた場合、±10mmのストロークが必要であり、VCMは電磁石と比較して6~7倍の力定数となるため、VCMを選択し最適設計した。

3. 性能検証

図1に示したシステムを実機に搭載し、性能検証試験を実施した。なお図1に示すように、本技術では4個あるガイド装置のうち下側2個のみをアクティブ制振している。これは、かご重心が比較的低い位置にあること、乗客が接する床が下側ガイドに近いことを考慮して決定している。

かご床の実測波形を図3に示す。図3より、かご振動を 0.23m/s^2 から 0.09m/s^2 と良好に低減できたことが確認できる。またアクチュエータ全体の消費電力は最大で70Wと非常に小さいことも確認できた。以上より、本技術が開発コンセプトどおり、少ない消費電力で高速走行時のかご振動を効果的に低減できることを実機試験においても確認することができた。

4. おわりに

振動原因となるレール変位の特性を考慮したアクティブ制振システム構成と、非接触式高効率アクチュエータの最適設計により、高い制振性能と消費電力の低減を両立した。これにより、本アクティブ制振技術は世界で初めて分速300m以上の高速エレベータに標準的に適用可能となった。本技術によりレールの必要据付精度が緩和できるので、据付技術者が不足する海外においても高品質な乗り心地を標準的に実

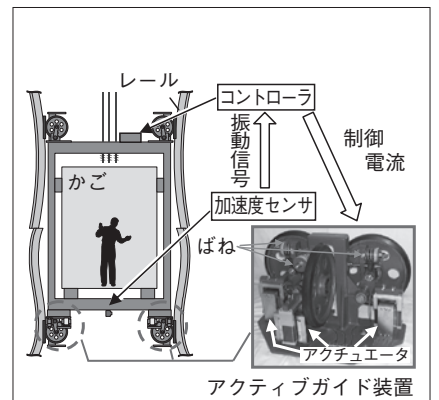


図1 アクティブ制振システム概略図

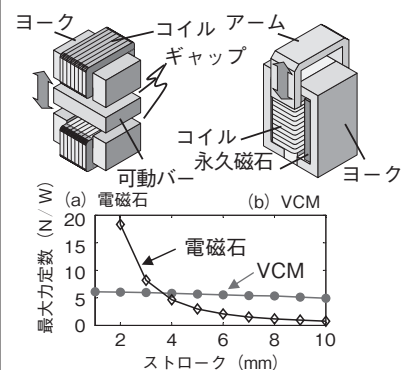


図2 力定数の比較

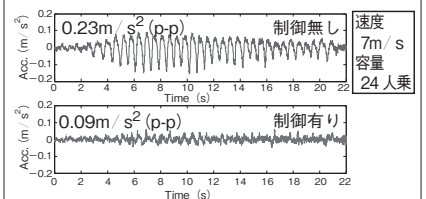


図3 実機試験結果

現できる。以上が評価され、本技術は平成22年度電機工業技術功績者表彰を受賞した。

(原稿受付 2011年5月9日)

[宇都宮健児 三菱電機(株)]