

エレベーター 磁気サスペンションシステム

磁気浮上技術を応用した非接触案内制御で 滑らかな乗りごちを実現

エレベーターでは、ガイドレールに沿って乗りかごが昇降しています。その際、乗りかごは車輪とサスペンションによって乗りごちを確保していましたが、エレベーターのいっそうの高速化と乗りごちの向上を目指して、レールの表面状態や敷設状況にかかわらず快適な乗りごちを実現できる磁気サスペンションシステムを開発しました。

このシステムでは、磁力を制御することにより、乗りかごをガイドレールに接触させずにガイドすることで、走行中の揺れやノイズを低減でき、これまでよりも静かで、滑らかな乗りごちを実現します。

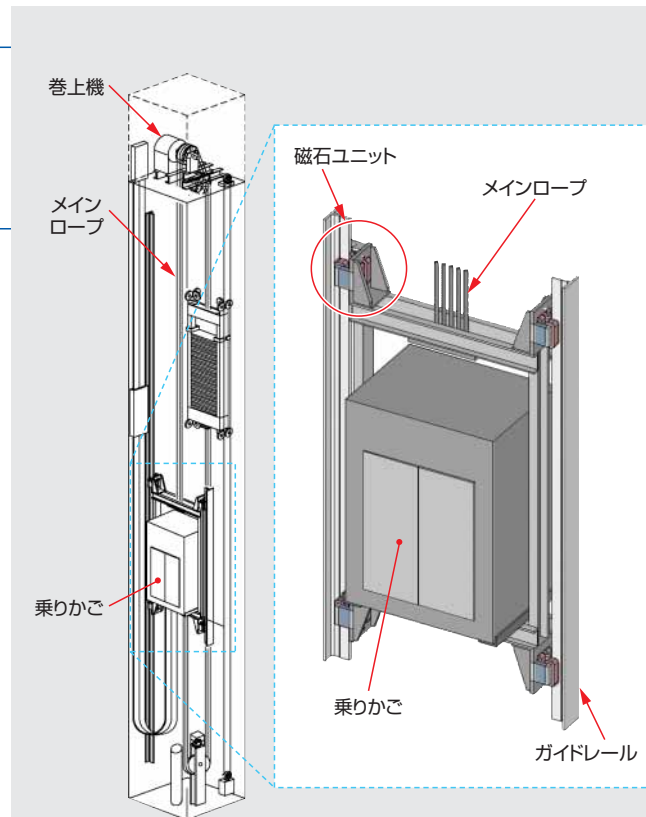


図1. エレベーター磁気サスペンションシステム — 乗りがごは磁石ユニットにより、ガイドレールと接触せずに走行します。

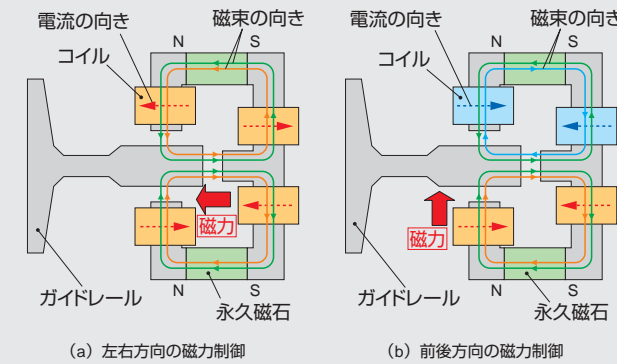


図2. 磁石ユニットの構成と磁力制御方法 — コイルに流す電流によって、前後・左右方向の磁力を独立に制御します。

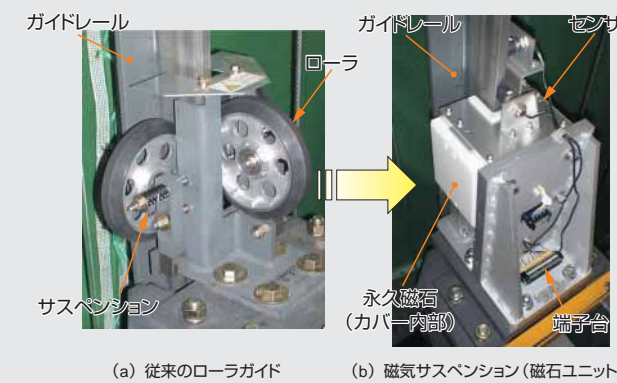


図4. 磁気サスペンションシステム設置の様子 — ローラガイドの代わりに磁石ユニットを乗りがごに搭載し、実機試験を行いました。

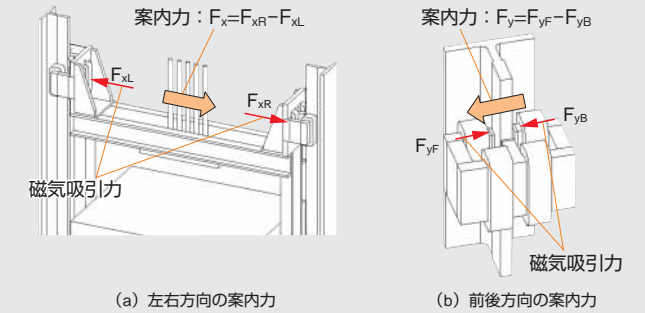


図3. 乗りかごにおける案内力 — 左右方向の案内力 (F_x) は、両側の磁石ユニットの磁気力 (F_{xL} , F_{xR}) の差で発生させ、前後方向の案内力 (F_y) はユニット単体の磁気吸引力 (F_{yF} , F_{yB}) の差で発生させます。

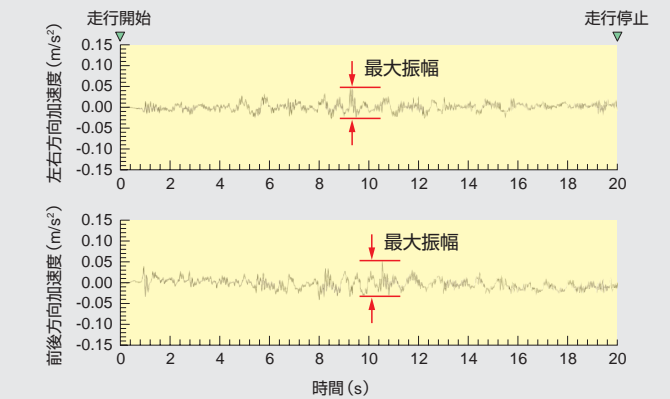


図5. エレベーター走行時の振動の応答 — 磁気サスペンションを用いた乗りがごの走行試験により、低振動で走行できることを確認しました。

エレベーターの案内装置

エレベーターでは、昇降路の上部に設置された巻上機によって乗りがごを駆動し、乗客を輸送します。このとき乗りがごは、ガイドレールに沿って走行し、一般にローラガイドと呼ばれる案内装置によってガイドされています。ローラガイドは、ローラとサスペンションで構成されており、乗りがごを支持するとともに、走行中の振動を吸収して乗りごちを確保しています。

しかし、ローラガイドを用いたガイド方式では、ガイドレールの表面状態や敷設状況によって、振動や騒音が発生することがあります。特に、高速エレベーターではこの傾向は大きくなり、この振動や騒音の問題を解決することが、エレベーターの快適性を向上さ

せるための重要な課題となっています。

そこで東芝は、磁気浮上技術を応用して、乗りがごをガイドレールに接触させずに、滑らかに案内する磁気サスペンションシステムを開発しました。

磁気サスペンションシステム

磁気サスペンションシステムでは、ローラガイドの代わりに、磁石ユニットと呼ばれる案内装置を乗りがごに搭載します(図1)。この磁石ユニットとガイドレールとの間に発生する磁力を制御することで、ガイドレールとの間にすき間を保ったまま、乗りがごを走行させる構造になっています。

ガイドレールとの接触をなくすることで、レールの据付状態にかかわらず、乗りがごの揺れを抑えることができるとともに、回転音や摩擦音といった

ノイズをなくすることができ、従来のガイド方式より快適な乗りごちが得られます。

磁石ユニットと非接触案内制御

現在開発中の磁気サスペンションシステムでは、永久磁石と電磁石を組み合わせた複合形磁石ユニットを採用しています。永久磁石の磁力を利用することにより、電磁石だけで構成した場合に比べて、磁力制御に必要な電流を減らすことができ、少ない電力で乗りがごを支えることが可能になります。

磁石ユニットは、ガイドレールに対して3方向から磁極を対向させ、各磁極とガイドレールとの間に磁力を発生させます。この磁力を、四つのコイルからなる電磁石で制御して、ガイドレールから浮かせて乗りがごを支えます。

また、各コイルに流す電流の向きによって、乗りがごの左右方向と前後方向について磁力を制御できます(図2)。

この磁力制御により乗りがごを支える案内力を発生させますが、その際、左右方向の案内力については、両側に設置された磁石ユニットの磁気吸引力の差によって発生させます。一方、前後方向の案内力は、磁石ユニット単体の磁極の磁気吸引力差で作り出す構成としています(図3)。

また、乗りがごをガイドレールに接触しないように支持するためには、磁気浮上技術を応用した非接触案内制御が必要になります。このシステムでは、磁石ユニットに搭載されたセンサによってガイド状態を検出し、安定して支持できるように磁力を制御します。また、乗りがごを支えるための電流を

最小化するゼロパワー制御を適用することで、少ない電力で乗りがごを支えるとともに、高い振動吸収効果が得られるよう、制御部を構成しました。

磁気サスペンションで 滑らかな走行が実現

従来のローラガイドの代わりに、今回開発した磁気サスペンションシステムを試験塔エレベーター(24人乗り高速エレベーター:昇降行程60m、定格速度240m/min)に設置し(図4)、実機試験による検証を行いました。この試験において、乗りがごはガイドレールから約4mm浮上し、レールに触れることなく走行することに成功しました。

また、走行中のかご室床面での振動を計測した結果、0.1 m/s²以下に抑え

られており、高速走行においても快適な乗りごちを実現できることが立証されました(図5)。

今後の展望

ビルの高層化に伴い、エレベーターの高速化という要求が高まっています。高速化と快適な乗りごちを両立させることがエレベーター開発の重要な課題となっています。磁気サスペンションシステムは、このようなニーズに応えるための新技術として期待されています。

伊東 弘晃

電力システム社
電力・社会システム技術開発センター
電機応用システム開発部