

1.はじめに

永久磁石を用いた磁気浮上システムは種々あるが¹⁾、これらの浮上システムの問題点として、浮上体が一度吸着してしまうと、浮上状態に戻せないこと、浮上システムのステータコアの磁気極性を変えられない事がある。これらの問題は、浮上システムが永久磁石を用いているため、起磁力をゼロにはできないという本質的な機構の問題に起因する。本報告では、永久磁石を回転させることによりこれらの問題を解決する制御機構について考察する。

2.浮上原理

浮上原理の図を Fig1 に示す。ロータリアクチュエーターに取り付けられた永久磁石の回転角度を制御することにより、浮上体を通る磁束量を変化させ浮上力を調整する。Fig.1(a)のように永久磁石のN極がちょうど真上に来たとき、N 極から流出した磁束の半分は右側のコアに、もう半分は左側のコアへと流れ込むと考えられる。これらの磁束は左右のコア内部を通り、下部のS 極に面した部分へと流れ込む。よって永久磁石からの磁束は浮上体を通ることはないの、コアと浮上体との間に吸引力は生じない。

また、永久磁石の回転角度の変化により、磁束の大きさだけでなく、向きも変化させることが可能である。

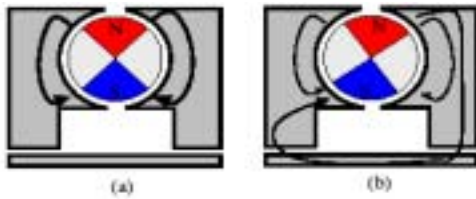


Fig.1 : Flux path of suspension system

3.試作装置

今回実験した浮上機構の写真 Fig.2 に示す。中央の円形のものが永久磁石である。この円形の永久磁石は、一本の直径方向に、N 極、S 極が着磁されている。永久磁石は垂直固定板の裏側に取り付けられている DC アクチュエーターによって回転駆動される。永久磁石の回転角は、アクチュエーターに取り付けられたエンコーダによって計測される。永久磁石を囲むように左右に取り付けられた F 型、および逆 F 型の部分は強磁性体で作られたコア(パーマロイ)であり、コアは鉛直固定版に取り付けられる。2 つのコア下の棒上のものが浮上体である。浮上体は、回転軸に固定されたレバーとなっており、その自由度が制御されている。これは浮上の自由度を減ずることによって、浮上そのものの特性を観察するためである。浮上体の位置は、コアの下部に配置する変位センサによって検出する。

4.基礎実験

吸引力の調整が可能であることを確認するために、試作装置を用いて磁束密度に関して基礎的な実験を行った。

吸引力を求めるには空隙部の磁束を測定する必要があるが、今回はガウスメータを用いてステータ下部の磁束密度と磁石の回転角の関係を求める実験を行った。測定方法はガウスメータより片側のコアの下部 2[mm]おきの磁束密度を永久磁石を 30 度ずつ回転させて計測した。結果を Fig.3 に示す。図より、永久磁石の回転に従って磁束密度はほぼ正弦波状に変化することがわかる。これにより吸引力をほぼゼロにできること、磁石の方向を変えることが可能であることがわかった。

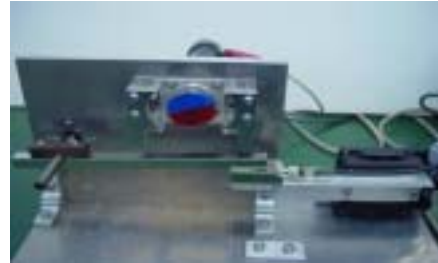


Fig.2 : photograph of developed suspension mechanism

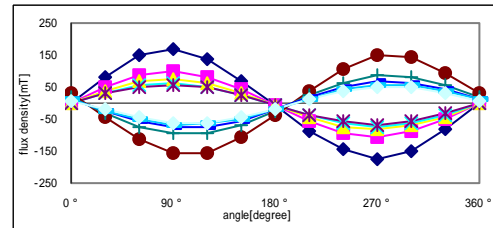


Fig.3:Attractive force about permanent magnet angle

5.浮上実験

Fig.2 に示した装置を用いて浮上実験を行った。浮上中の測定データを Fig.4 に示す。図は実際に浮上体を浮上させた時のデータであり、上から磁石回転角度、モータ出力値、センサ出力値を示す。実験は、あらかじめ浮上体を手で支えておき、手を離れた直後から浮上が始まる。図は手を手を離れた直後のものである。

グラフのように浮上中は常に安定な値を検出しており、この浮上原理で安定な浮上が可能であることを証明できたといえる。

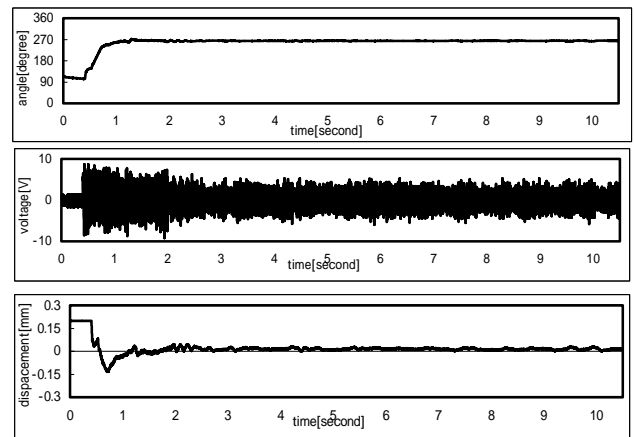


Fig.4 : Data during surfacing

6.終わりに

本報告では永久磁石をロータリアクチュエーターによって駆動する形式の磁気浮上機構を提案した。本機構は、それまで問題となっていた吸引力を零にできない問題を解決できるものである。試作した装置にて浮上を確認した。今後は詳細な実験を行い浮上機構の設計指針を確立していく予定である。

参考文献

1) K.Oka, and T.Higuchi: "Magnetic levitation system by reluctance control-levitation by motion control of permanent magnet-",Int.J. of Applied Electro magnetics in Materials, 4,369-375(1994)