

可変磁路制御機構による2つの鉄球の非接触浮上に関する検討

1. 緒言

著者らのグループでは現在までに円盤磁石を用いた可変磁路制御型磁気浮上機構により角棒の非接触浮上に成功している⁽¹⁾。本研究では、同様の浮上システムを用いて2つの鉄球の同時浮上を提案する。この浮上システムでは、回転モータ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2つの鉄球の浮上を実現するものである。

2. 浮上力の制御原理

可変磁路制御機構による浮上力の制御原理を示す。まず、Fig.1(a)の状態では図の矢印のように円盤磁石のN極からS極へ左右のコアの中だけを磁束が流れるため、2つの鉄球に吸引力は働かない。一方、Fig.1(b)では、右側コアのN極がコアに面する面積がS極より大きくなる。そのとき、N極から出た磁束の一部が右のコアを通り右の鉄球に到達する。その結果、コアと鉄球の間に吸引力が発生する。

また、磁石の回転角度が大きくなるにつれて左右の鉄球を通る磁束の量が増加する。よって、コアと鉄球の吸引力を磁石の回転角度で制御することができる。

3. 試作装置

試作装置の概略図をFig.2に示す。この浮上機構は、円盤磁石、回転モータ、F型強磁性体パーマロイのコア、2つの鉄球、2つの渦電流センサで構成されている。

円盤磁石は、直径30mm、厚さ10mm、直径方向上に磁極が半分になっているネオジウム磁石で、垂直固定板の裏側に取り付けてある回転モータによって回転駆動される。

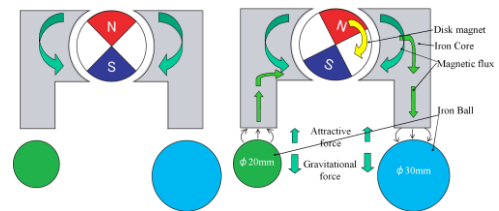
4. 浮上実験と考察

2つの鉄球をリニアレールに取り付け、浮上の自由度を上下方向のみに制限して浮上実験を行った。安定浮上している左右の鉄球を上へ6μm動かすステップ入力に対する応答を観測した。結果をFig.3に示す。結果より、ステップを入力した後も左右の鉄球は安定浮上していることがわかる。ステップ入力後、2つの鉄球は下に変位することがわかった。なお、磁石の回転角度はステップ入力前よりも大きくなった。リニアレールを用いたのはFig.4の右図のように2つの鉄球の間に水平方向の吸引力が働き安定浮上ができなかったためである。平衡点が存在するかを検証する必要がある。つまりFig.4の左の図のように完全に非接触浮上させるためには水平方向の力により機構も含めた上で吸引力が斜め上になり、つりあう点が存在するかを確認する。また、点の近傍での力の変化を測定する必要がある。円盤磁石の位置をずらして水平方向の力、斜め上にかかる力を測定し安定点を見つける。現在計算と実験から平衡点を確認中である。

5. 結言

円盤磁石と回転モータを用いた2つの鉄球の同時浮上システムを提案した。まず、可変磁路制御機構による浮上力の原理を説明し、試作の浮上装置を製作した。試作装置を用いた吸引力の測定を行い、フィードバックゲインを決定した後実

験を行い、2つの鉄球の同時浮上が可能なことが確認できた。



(a) The magnet stops at 0 degree. (b) The magnet rotated.
Fig.1 Control principle of suspension forces

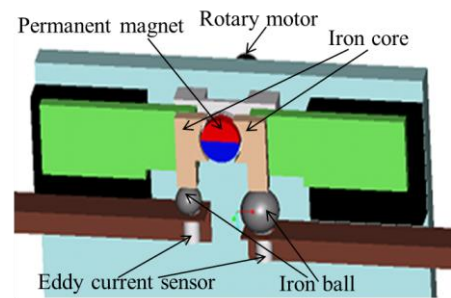


Fig.2 Illustration of the simultaneous suspension device

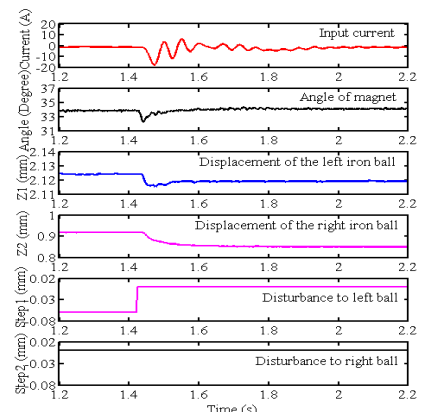


Fig.3 Step response to the left iron ball

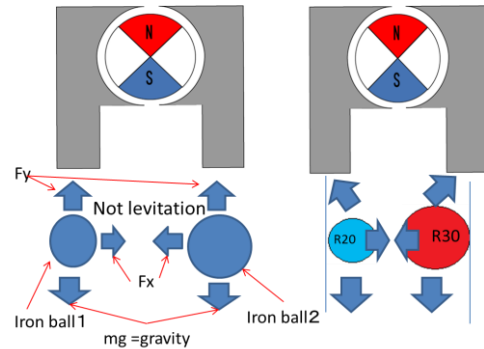


Fig.4. The relationship between the horizontal forces

文献

- (1) 孫 鳳, 岡 宏一, 西原 雄太, “回転モータを利用した浮上システムの開発”, Dynamics & Design Conference 2009, 札幌, 日本, P.436, 2009.