

振動を利用した移動機構の研究 (シミュレーションによる検討)

知能機械力学研究室

吉良春一

1. 緒言

近年、ロボットの移動手段として振動を用いた機構がある。代表的なものに、細管用マイクロロボットや簡易型レスキュー機器の振動駆動型ファイバースコープが挙げられる。これらは、歩行機構や車輪機構では移動困難な場所に適応している。細管用マイクロロボットは、走行支持部にブラシ状の構造を採用し、その両側に取り付けられたアンバランスマスをもつモータを回転させて移動する。しかし、移動方向に対して横回転であるため、前進後退の切り替えが容易に行えないと考えられる。そこで、進行方向に対して縦回転をする機構をとり上げ(図1)、数値シミュレーションから運動性能について検討を行う。

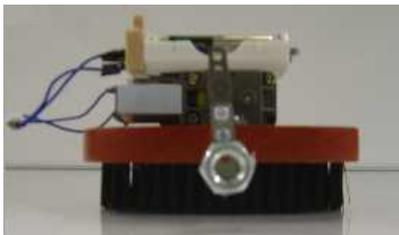


図1. 試作機

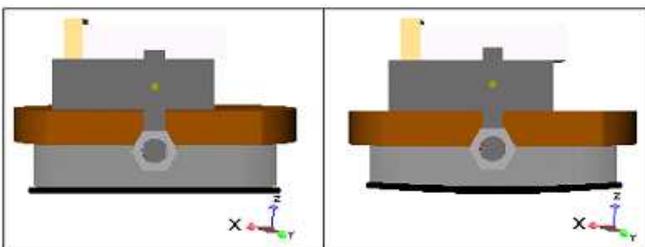
2. シミュレーション

シミュレーションモデルの条件を表1に示す。

表1. 初期条件

Arm length	Unbalance Mass	Position of a shaft	Number of rev
0.0255m	0.009kg	Center	345rpm

試作機のシミュレーションモデル(a)と、ブラシの形状を曲面にした仮想モデル(b)を図2に示す。ブラシの上に搭載したモータユニットは、回転子位置を中心に来るように配置したため、重心はどちらも中心から左側にある。また、モータの回転は進行方向Xに対して時計回りである。今回使用したシミュレーションソフトでは、弾性毛を表現することが難しいためブラシ部分は剛体で表現している。



(a) (b)
図2. シミュレーションモデル

3. シミュレーション結果および考察

モデル(a)とモデル(b)の、条件での10秒間あたりの移動の様子について図3に示し、反時計回りの回転を図4に示す。モデル(a)とモデル(b)は共通して、ブラシ全体が滑るように移動しており、特にモデル(b)は、尺取虫やゆりかごに似た挙動をしている。グラフを比較すると、モデル(a)よりもモデル(b)のほうが、より速く進んでいることが見てとれる。このことは曲面のほうがロッキング振動しやすく、また、ロッキングによるエネルギー消費が少ないことと関連していると考えられる。

次に、モータを反時計回りの回転にすると、モデル(a)は時計回りの時と10秒間の移動距離の違いは0.006mであった。モデル(b)は移動距離が時計回りの回転の時と比べると0.15m程度減少しており、モデル(a)と比べて差が大きかった。モデル(a)は移動距離にあまり差が見られないことから、非対称性(重心位置)の影響が少なかったと考えられ、逆にモデル(b)は、重心と形状による重心位置の影響が大きくでたものと考えられる。

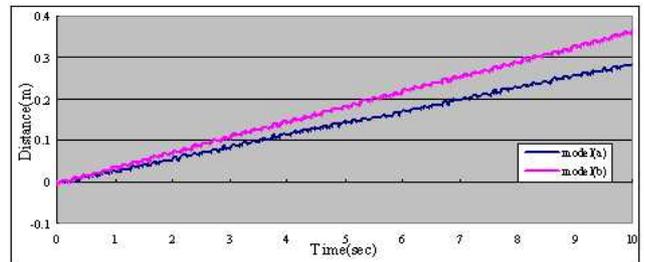


図3. 時計回り時の移動距離の違い

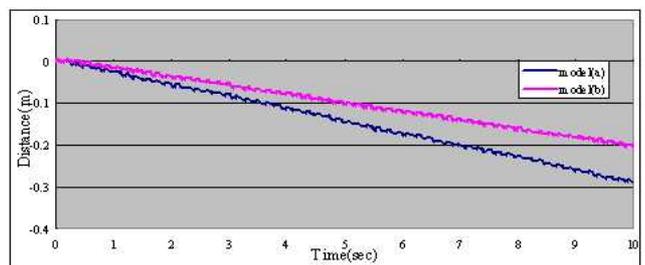


図4. 反時計回り時の移動距離の違い

4. 結言

以上の結果から、アンバランスマスの回転方向により方向を転換できる見通しを得た。また、ブラシの形状や重心位置により運動に影響を与えることがわかった。

今後、シミュレーションによる検討を続けるとともに、その結果を反映させ試作機を改良する予定である。