

磁気駆動羽ばたき PAV における推力と翅構造の関係

平野 滉大、本田 崇
(九工大)

Relationship between thrust and wing structure for magnetically driven wing Pico Air Vehicle

K. Hirano, T. Honda
(Kyushu Inst. Tech.)

はじめに

ドローンに代表される小型飛翔体より格段に小さな昆虫サイズの超小型飛翔体(PAV, Pico Air Vehicle)が注目されている。PAV に関する先行研究¹⁾では、圧電素子による羽ばたき機構があり、ケーブルによる給電ではあるが飛翔に成功している。これに対し著者らは、永久磁石を内蔵した羽ばたき機構を外部磁界で駆動する方式について検討し、ワイヤレスかつバッテリーレス化を図るとともに飛翔にも成功した²⁾。本報告では、更なる小型化を図るための翅の設計指針の確立を目指し、推力と翅構造の関係を実験的に考察した。

素子構成と動作原理

Fig. 1 に素子の上面図を示す。胴体部は、厚さの異なる 2 種類の PI フィルム(25 μ m 厚,125 μ m 厚)を貼り合わせた構造で、左右に 25 μ m 厚の PI フィルム(4.5mm 長)による捻りバネを有する。捻りバネには NdFeB 磁石(ϕ 1mm \times 2mm)を極性が逆になるよう配置した。翅は、V 字形に配した棒(PI, PS)の裏側に、長方形の PI フィルム(5 μ m 厚、10mm 幅)を根本部分のみ接着し構成した。Fig. 2 に動作原理を示す。交流磁界により、磁石は磁気トルクを受け捻りバネを中心に回転振動し羽ばたき運動が起こる。このときの打ち上げと打ち下ろしの翅形状に起因する抗力差が上向きの推力となる。

実験結果と考察

本実験では、捻りバネの幅を 0.75mm、0.625mm、0.50mm、翼長を 4mm から 9mm と変えて推力の測定を行った。その際、V 字に配した棒の材質と長さを変え、羽ばたきの周波数特性の調整を行った。磁界強度は 4.8kA/m とした。Fig. 3 は、横軸に翼長、縦軸に各素子の最大推力を発生した周波数をプロットしたもので、各点の最大推力をカラーで示している。傾向を調べるためにすべての条件のデータを載せている。最大推力を発生した周波数は、羽ばたき運動の共振周波数とほぼ一致し、翼長が短くなると慣性モーメントが低下するため上昇した。ここで、推力が 0.5mN 以上の赤色の点に着目すると、同じ翼長でも、翼長が長い場合は周波数の分布の低いところにあるが、翼長が短くなると周波数の分布の高い方にシフトする傾向が見られる。これは推力の増大する条件が羽ばたき運動の共振だけでなく、翅の PI フィルムの曲げ振動の共振も関係しているためと考えられる。

参考文献

- 1) R.J. Wood, et al., Int. J. Robot. Res., Vol.31, pp.1292-1302, 2012.
- 2) 大村修平, 東優樹, 本田崇, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2016(0), 1A1-12b2, 2016.

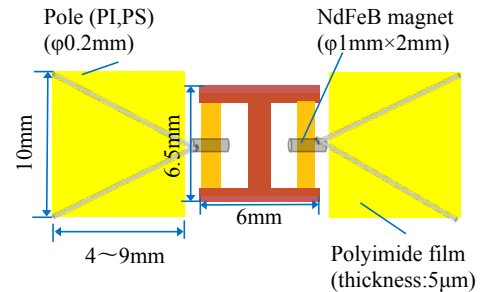


Fig. 1 Structure of flapping mechanism

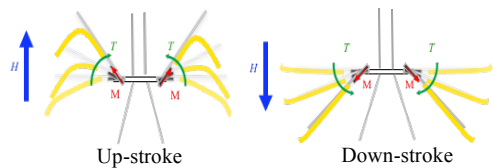


Fig. 2 Actuation principle

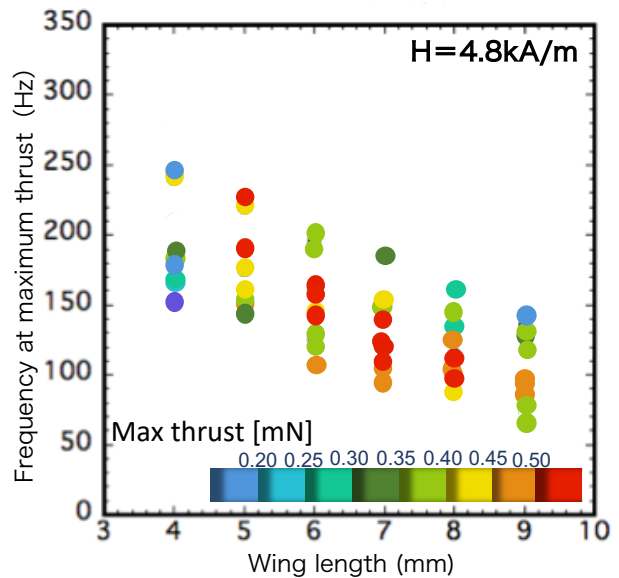


Fig. 3 Relation between frequency at maximum thrust and wing length.