

3 ローターティルトウイング機の研究

1. 緒言

近年、無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)の開発が活発である。無人航空機は有人機と比べると運用が容易であり、人が近づけない場所や有人機には不向きな条件下においても運用が可能であるという点から、災害監視や科学観測などの利用が検討されている。

現在の無人航空機の多くは、有人機と同様に固定翼機(飛行機、グライダー形態)と回転翼機(ヘリコプター形態)が運用されており、これらの形態の機体はそれぞれの長所を活かし、固定翼機は長時間・長距離運用目的時に、回転翼機は短時間・近距離運用目的時に用いられる場合が多い。しかし、固定翼機は、離着陸に長大な滑走路などの広いスペースが必要とすることが、回転翼機は、固定翼機と比べて航続時間や搭載可能重量が劣ることが短所として挙げられ、運用上の制限となっている。

垂直離着陸(Vertical Take-Off and Landing; VTOL)機は固定翼機と回転翼機のメリットを合わせた航空機である。このような機体として、ティルトローター形態やティルトウイング形態の研究開発が行われている。ティルトウイング機はティルトローター機と比べて垂直離着陸時にプロペラ後流の妨げがないことから、重量性能や姿勢安定性が優れている。

このような背景のもと、本研究では市販されている3ローターのティルトウイングの模型航空機を用い、ティルトウイング機の特長解析を行った。

2. 使用機体および機体諸元

使用した RC 模型航空機の機体を図 1.に、機体諸元を表 1 に示す。この機体はかつてカナダ空軍において実験機として作られたものである。本機体はその実験機をもとに製造されたスケール機である。

3. 理論値計算とシミュレーション

垂直離着陸モードにおける定点滞空(ホバリング)時、理論上の静止推力 $T[N]$ は、プロペラ直径 $D[inch]$ 、プロペラピッチ $P[inch]$ 、回転数 $N[rpm]$ 、重力加速度 $g[m/s^2]$ 、プロペラ係数 22 を用い、式(1)より求められる。また回転数 $N[rpm]$ はモーターの KV 値とバッテリー電圧より計算できる。

$$T[N] = \left(\frac{D}{10}\right)^3 \times \left(\frac{P}{10}\right) \times \left(\frac{N}{1000}\right)^2 \times 22 \times 10^{-3} \times g \quad \dots (1)$$

図 2 に各スロットル出力[%]における合計静止推力 $T[N]$ と飛行重力 $W[N]$ を示す。これより、理論上定点滞空させるにはスロットル出力 68%が必要とわかる。

水平飛行時、飛行速度 $V[m/s]$ 、大気動粘性係数 ν を $1.46 \times 10^{-5}[m^2/s]$ としたとき、機体諸元より翼のコード長 c は $150[mm]$ なので、その時のレイノルズ数 Re は式(2)により求められる。

$$Re = \frac{cV}{\nu} \quad \dots (2)$$

ここで求めたレイノルズ数と機体諸元に載っている翼型を用

い、2次元翼型解析フリーソフト xflr5 により、この模型航空機の翼の揚力係数等を数値計算により求めた。図 3 に求めた揚力係数 C_l を用いた各飛行速度での揚力 $L[N]$ を示す。

4. 結言

今回の研究では、機体を定点滞空させるために必要なスロットル出力や、低速で水平飛行させた場合に失速せず飛行できる迎角 $\alpha [^\circ]$ などの空力特性の理論値を求めた。今後の予定として、機体にセンサーを載せ飛行させ実験値の値を測定し、理論値と比較しどの程度異なっているか調べていく。



図 1.CL-84 (UNIQUE RC MODEL)

表 1.:機体諸元

機体資材	EPO	飛行重量[kg]	1.8
全長[mm]	1050	主翼面積[mm ²]	1.425×10^5
スパン長[mm]	950	アスペクト比	6.33
コード長[mm]	150	翼平面形	矩形
全高[mm]	340	翼型	NACA 633-418
		重心位置	上翼全縁より48[mm]

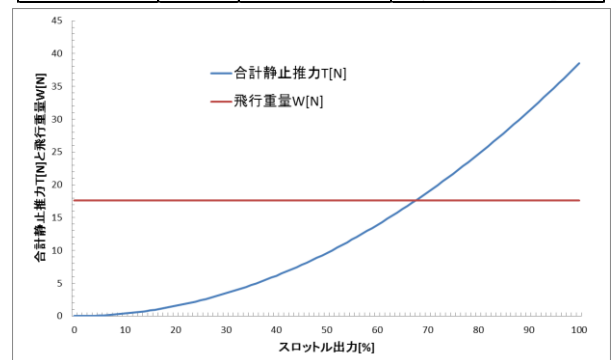


図 2.ホバリング時の合計静止推力 $T[N]$ と飛行重量 $W[N]$

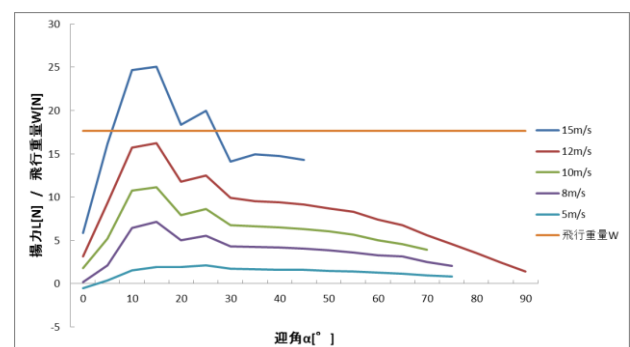


図 3.各飛行速度における迎角 $\alpha [^\circ]$ の変化による主翼の揚力 $L[N]$ と飛行重量 $W[N]$

参考文献

(1)xflr5 : <http://www.xflr5.com/xflr5.htm>