

回転翼機の反トルク機構の研究

高知工科大学 システム工学群 機械工学専攻

野田允寿

1. 緒言

数ある航空機の中でヘリコプターは、現代社会の中で様々な用途を担ってその重要性を示している。救急、救難、消防、輸送、報道といった代表的な用途を挙げてみても、ヘリコプターが圧倒的な優位性をもっている。それは他の固定翼機に対して、ヘリコプターが回転翼機であるがゆえに、空中静止が可能であることや離着陸のための土地が限られていても運用可能であるなどの特徴があるからである。

ヘリコプターには様々な種類が存在しているが、その多くが1つの回転翼部分のみを持った単ローター型と呼ばれるものである。単ローター型は、空中においてメイン・ローターの回転方向と逆方向に機体自体が回転するような力を受けている。これを反トルクという。単ローター型はこれを相殺するために、尾部にテイル・ローターと呼ばれる回転翼機構を備え付けている。

しかし、このテイル・ローターを起因とした事故が発生している。代表的なものでは、地上人員が回転部分に触れて怪我をするもの、テイル・ローター機構の疲労破壊や整備不良によって墜落事故に至るものなどである。

これらはテイル・ローターが剥き出しであることや構造が複雑であることが原因である。

本研究では、テイル・ローターに代わって縦に翼を取り付けることで下降気流を利用し、反トルクを相殺する機構を研究する。

2. 実験装置および方法

理論的アプローチとしての概算

メイン・ローターによる下降気流の流速と機体重量との関係は次式で表される。

$$2 \rho V^2 A = M g$$

- M :機体重量
- g :重力加速度
- ρ :空気密度
- V :吹き下ろし流速
- A :ローター回転面面積

推力 T は次式で表される

$$T = N \left(L \frac{U}{\sqrt{U^2 + V^2}} - D \frac{V}{\sqrt{U^2 + V^2}} \right)$$

括弧内第2項は微小であるため、これは次式となる

$$T = N L \frac{U}{\sqrt{U^2 + V^2}}$$

- N :メイン・ローター・ブレード枚数
- L :ブレード1枚あたりの揚力
- D :ブレード1枚あたりの抗力
- U :ブレード半径の75%位置での周速

反トルク Q は次式で表される

$$Q = N \left(D \frac{U}{\sqrt{U^2 + V^2}} + L \frac{V}{\sqrt{U^2 + V^2}} \right) \cdot \frac{3}{4} R$$

R :メイン・ローター半径

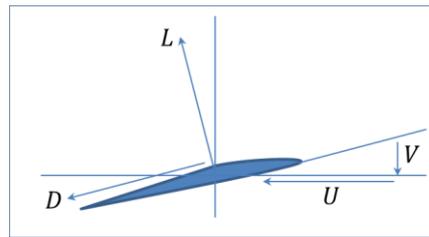


図1.翼断面

尾部に取り付けた翼で発生させる相殺トルク Q_{tail}

$$Q_{tail} = \frac{1}{2} \rho C_{Ltail} V^2 l_{tail} \cdot \frac{1}{2} R \cdot \frac{3}{4} R$$

C_{Ltail} :尾翼の揚力係数

l_{tail} :尾翼の翼弦

尾翼の幅はメイン・ローター半径の1/2としている。

これらの式より、 $C_{Ltail} l_{tail}$ と R との比は

$$\frac{C_{Ltail} l_{tail}}{R} = 8\pi \left(\frac{1}{L/D} + V/U \right)$$

実験装置概要

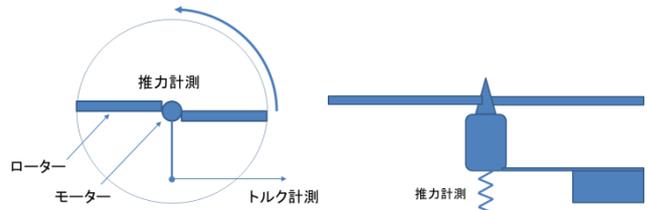


図2.実験装置概要

3. 実験結果および考察

川崎重工 BK117 を対象に概算すると

$$\frac{C_{Ltail} l_{tail}}{R} = 2.75$$

この示すところは、BK117 のメイン・ローター半径が 5.5m であることから、仮に C_{Ltail} が 1.0 であった場合に l_{tail} が約 15m と長大なものになってしまうことである。

この点についての解決法としては、尾翼を機体からより離れた位置に取り付ける、尾翼の枚数を増やす、揚力係数の大きい翼を用いるなどを行う必要がある。

文献

ヘリコプタ (社団法人 日本航空技術協会 2003).