

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：ロボットコンポーネント

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 8 年 度

研究開発課題名：

壁付近でのマルチロータ機の飛行挙動の CFD 解析による検討

研究開発機関名：

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

研究開発責任者

田辺 安忠

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

課題1) ロータのピッチ角制御

試作される可変ピッチロータの性能計算と試験結果との検証

課題2) ダクテッド・ロータ化

試作されるダクト設計案の空力性能の計算と試験結果との検証および評価

課題3) 壁付近でのマルチロータ機の挙動解析

マルチロータ機が上方と側方の壁に接近する際の空力性能の変化の把握

課題4) ミニサーベヤー飛行試験

可変ピッチロータとダクトのミニサーベヤーへの搭載効果の予測と搭載案の決定

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

課題1) 試作された可変ピッチロータについて、性能計算を実施し、風洞試験結果と検証した。

課題2) 試作された数種類のダクト設計案について、空力性能の計算を実施し、試験結果との検証を行い、ダクトの性能を評価した。

課題3) マルチロータ機が上方と側方の壁に接近する際の空力性能の変化を CFD シミュレーション手法で解析した。

課題4) 可変ピッチロータの試験機を試作し、飛行試験により、制御性の向上と飛行時間の延長を確認した。

2-2 成果

課題1) 可変ピッチロータの性能計算と風洞試験結果との検証

共同研究メンバーである大阪大学で実施した可変ピッチロータの推力とトルクの性能評価試験データと JAXA が開発した回転翼機用 CFD 解析コード rFlow3D を用いて計算した結果と良好な一致が得られた。

課題2) ダクテッド・ロータの設計案の空力性能計算と試験結果との検証および評価

rFlow3D の機能を拡張し、ダクトを含む流れ場の解析も可能にし、大阪大学で試作した 6 種類のダクト形状について、CFD 解析の結果と試験結果が良好な一致が得られた。また、空力性能の優れたダクト形状を絞り込むことができた。

課題3) マルチロータ機が上方と側方の壁に接近する際の空力性能の変化の把握

単独ロータ及びマルチロータの上方に壁(天井)がある場合、ロータ半径程度の間隔あたりから、急激に推力が上昇し、ロータが天井に吸い込まれることが分かった。(図 1, 2 参照)

また、単独ロータが側壁に近づくと、ロータの性能が劣化し、推力が減少することが分かった。マルチロータの場合は、ロータによって、側壁からの距離が異なるため、壁に近いロータの推力が減少することによって、機体全体としては、側壁に向かって傾き、壁に吸い寄せられる現象が発生

する。(図 3, 4, 5 参照)

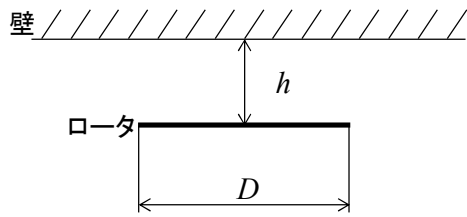


図 1 ロータの上方に壁がある場合

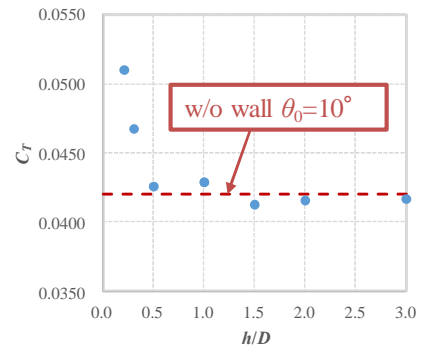


図 2 ロータ推力と上方の壁との距離の関係

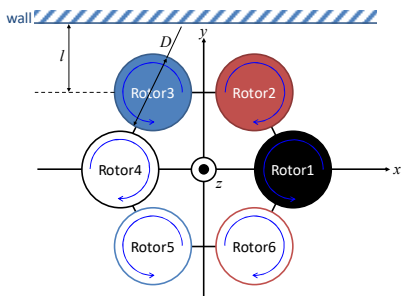


図 3 側壁がある場合

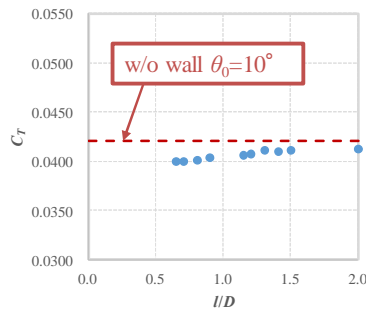


図 4 側壁からの距離と推力変化

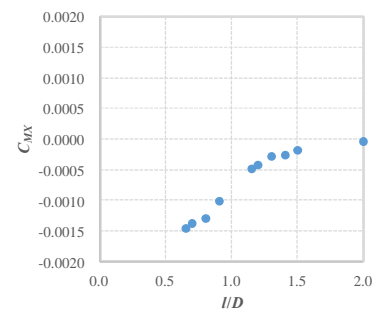


図 5 側壁からの距離とローリングモーメントの変化

課題 4) 可変ピッチロータ試験機の飛行試験による評価

マルチロータ型無人機専用の試験飛行場において、大阪府立大学が試作した可変ピッチ制御マルチロータ機ピッチ角を固定し、ロータ回転数で制御する場合とピッチ制御する場合の飛行特性の比較試験を行った。操舵応答性については、明らかに可変ピッチ制御のほうが優れていることが分かった。また、飛行時間については、可変ピッチ制御のほうは消費電力が小さく、飛行時間は約 1 割伸ばせることができた。

2-3 新たな課題など

災害救助などの場面では、上方、側面に壁がある場合だけでなく、四方に壁で囲われたような狭隘空間内をドローンで探索する必要が生じることも想定される。しかしながら、狭隘空間内では、ロータからの吹きおろしによって、循環流が形成され、ロータの空力性能が低下し、飛行できなくなる場合も考えられる。狭隘空間の大きさとマルチロータ機の空力性能との関係を数値シミュレーションによって、解明していきたい。

3. アウトリーチ活動報告

特に無し。