

ヘリコプターロータブレードの最適設計

報告書番号：R22JDA201C22

利用分野：航空技術

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20649/>

● 責任者

有蘭仁, 航空技術部門航空環境適合イノベーションハブ

● 問い合わせ先

木村桂大(kimura.keita@jaxa.jp)

● メンバ

梶原 史裕, 木村 桂大, 杉浦 正彦, 菅原 瑛明, 田辺 安忠

● 事業概要

JAXA, DLR, ONERA の3機関が所持するヘリコプターブレードの解析ツールおよび最適化手法の検証及び知見の蓄積を目的として、各種飛行条件のブレード形状最適化を各機関にて進めている。今年度はホバリング条件における CFD 解析に加えて前進飛行条件におけるブレード形状の最適化を進めた。最適化においては、得られた設計解の性能を正確に評価することが求められ、CFD 解析による性能評価は詳細な流体现象を考慮した設計において重要となる。本報告書では CFD 解析結果の一部を紹介する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

CFD を用いた最適化において、設計変数を変化させた多数のケースを CFD 解析で実施する必要がある、スパコンの利用が必須となる。DLR/ONERA も同様の HPC 利用の解析を実施しており、スパコンを利用した結果を用いた比較・検討が適切である。

● 今年度の成果

JAXA-DLR-ONERA の3機関で共通のロータブレード最適化問題を設定し、CFD を用いた形状最適化を進めた。また、次年度以降実施する騒音性能最適化に関する弾性変形解析を実施した。

図 1 には、前進飛行条件における最適ブレードのロータ面上の揚力分布を図示した。前進飛行中のロータブレードは前進側と後退側で非対称な流れ場を受ける。最適化されたロータブレードでは機体後方(0deg)と機体前方(180deg)で大きな揚力を分担している。

図 2 に、ヘリコプターが後傾・前傾した状態での前進飛行中にブレードから発生する翼端渦の様子を図示した。ブレードと翼端渦の位置関係がシャフト角によって変化し、ブレード-渦間の相互干渉の大小が現れる。

図3には、弾性変形解析の概要を示した。ブレードのフラップ・リードラグ・ツイストの変形と空力の連成解析を実施している。前進側と後退側で非対称な流れ場に加え、方位角ごとに異なるピッチ角での運転となるため、複雑な変形を示していることがわかる。

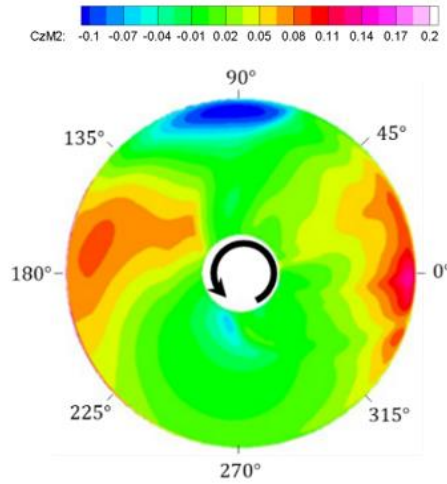


図1: ロータ面上の揚力分布(CzM2)

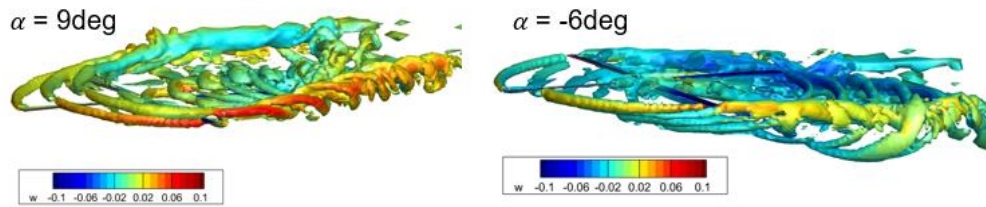


図2: 前進飛行中のロータ周り流れ場の可視化(α : シャフト角)

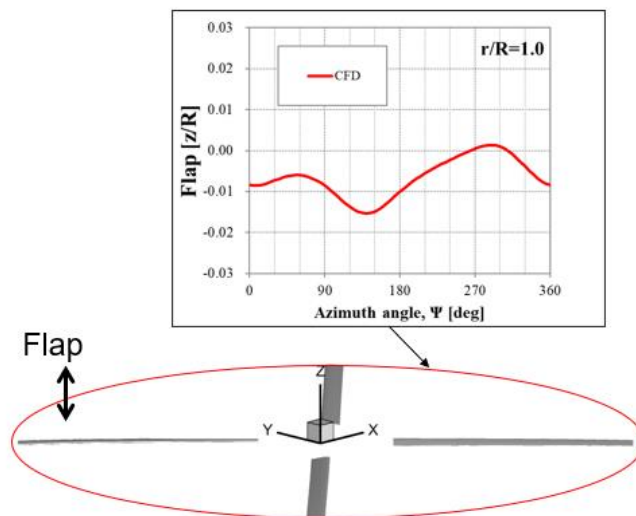


図3: ブレードの弾性変形解析の概略

● 成果の公表

-査読付き論文

Wilke, G., Bailly, J., Kimura, K., and Tanabe, Y., "JAXA-ONERA-DLR Cooperation: Results from Rotor Optimization in Hover", CEAS Aeronautical Journal, Vol. 13, pp. 313-333, April 2022

-口頭発表

Kimura, K., Wilke, G., Bailly, J., and Tanabe, Y., "JAXA-ONERA-DLR Cooperation: Results from Rotor Optimization in Forward Flight", 48th European Rotorcraft Forum, Winterthur, Switzerland, September 2022

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	非該当
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	1
1 ケースあたりの経過時間	200 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.07

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	450,956.15	0.02
TOKI-ST	379,894.87	0.38
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	48,049.66	1.27
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	101.66	0.09
/data 及び/data2	13,466.11	0.10
/ssd	654.15	0.09

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合