

回転翼部門企画

パネルディスカッション「日本における回転翼騒音研究の現状と将来」

Panel Discussion

「On the Present and Future Aeroacoustic Research Activity for Rotorcraft in Japan」

by

Rotorcraft Technical Committee

概 要

日本における回転翼機の空力騒音研究についてパネルディスカッションの形式で討論が行われた。パネリストは東京大学、航空宇宙技術研究所、コンピュータヘリコプタ先進技術研究所(ATIC)、石川島播磨重工業、川崎重工業、三菱重工業、富士重工業の主な代表者である。議論された内容は、各機関・各社における回転翼騒音研究の概要(機内、機外)、ヘリコプタ騒音の計測技術と対策、CFDを含む騒音解析の現状と設計への反映、航技研での回転翼騒音研究の役割と航技研への要望、国内・国外との研究協力及び体制である。本報告は、パネルディスカッションでの討論内容を要約したものである。

Abstract

The aeroacoustic research activity of rotorcraft in Japan has been discussed. The main institutes, universities and companies have participated in the panel discussion, namely Tokyo University, National Aerospace Laboratory, Advanced technology institute of commuter helicopter(ATIC), Ishikawajima-Harima, Kawasaki, Mitsubishi and Fuji heavy industries. The topics to discuss are as follows: the brief talk with the aeroacoustic research activity in each institutes and companies, the measurement technology and its application in each institutes and companies, the present status of aeroacoustic analysis including CFD techniques and its application into design, the research activity for rotorcraft aeroacoustics in NAL and its role for other institutes and companies and the research cooperation and its organization with foreign research institutes. This report describes the brief summary of the panel discussion.

1. はじめに

将来型ヘリコプタの設計を考えると、最も重要な課題は、環境対策としての騒音である。各国の研究は、米国を始めフランス、ドイツ、イギリス、イタリア、その他のヨーロッパのヘリコプタ生産メーカー、各研究機関及び主要な大学が鎭を削っている状況である。米国では、NASA Ames及びLangley研究所を中心に、Maryland、MIT、Georgia工科、Pennsylvania stateなどの各大学がシコルスキー、ベルボーイング、マクダネル・ダグラスなどの各ヘリコプタ生産メーカーと協力をしながら研究を進めている。他方、ヨーロッパでは、ユーロコプタとフランス航空宇宙研究機関(ONERA)およびドイツ航空宇宙研究機関(DLR)が中心となって研究を進め

ている。また英国ではウェストランド社がDERAとまたイタリアではアグスタが研究を進めている。これら各研究機関は、各国が共同でプロジェクトを進め、総合的な研究体制を組んでいる。最近では、騒音解析手法の相互比較を共同で行い、それぞれ独自で開発した解析コードの現状認識とさらなる発展の基礎としている。

日本においては、1996年基盤技術研究促進センターのもとに、川崎重工業(株)を中心としたコンピュータヘリコプタ先進技術研究所(ATIC)が発足し、ヘリコプタの騒音低減化技術の開発及び航空安全技術の開発を中心に研究が進められている。航技研では、ATIC発足以来、機外騒音発生機構の解明と低減化技術について共同研究を実施し、特にロータの空気力推算にC

FD技術を用いることで、騒音発生機構の解明技術及び低減化技術の確立に貢献してきている。また、DNWで行うための低騒音ロータの開発にも寄与してきている。その間、三菱重工業(株)では、日本初の国産ヘリコプタ MH2000 の開発をすすめ、富士重工(株)では、低騒音ベアリングレスブレードを開発し Bell412 のロータに採用するなど、低騒音化を中心とした我が国独自の技術の向上を目指した研究が進められてきた。

このような状況において、航技研が主催している航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウムにおいて、ともすれば各社独自に進めがちな騒音研究に焦点を絞って、各研究機関と各メーカーとの研究協力などの共通の認識を得べくまた国研である航技研の役割などを議論すべく現在活躍している代表者に出席を仰ぎパネルディスカッションの形で討論を行った。この種の合同討論会は、今まであまり例はなく、今回の討論が議題にもあるような国内外の研究協力の第一歩となれば今回の目標は達成されたこととなる。

2. パネラー

以下の方々に、当日の司会及びパネラーをお願いした。

司会：山川榮一、ATIC 研究部長

(1)河内啓二、東大先端科学技術研究センター 教授

(2)青山剛史、航技研流体科学総合研究グループ 主任研究官

(3)中村良也、IHI 航空宇宙事業本部 技術開発部 要素技術部 環境技術グループ 課長

(4)小林 孝、MHI 名古屋航空宇宙システム製作所 ヘリコプタ技術部 次長

(5)中野満紘、KHI 航空宇宙事業本部 技術部 空力技術グループ 参事

(6)小生方正裕、FHI 航空宇宙事業本部 第1技術部 ヘリコプタ3課

(中館正顯課長の代理)

3. 討論

討論は、山川部長の司会で始められた。以下はその要約である。

<回転翼騒音研究の概要>

(1) 河内氏

氏からは各国で行われているヘリコプタ騒音の研究についての解説があった。もともとヘリコプタ騒音は、軍事目的で研究が始まったこと、すなわち陸軍で使用しているヘリコプタが機体前方で音の伝搬が激しく、戦闘に際して敵に発見されやすくなってしまうことであった。理論的な解析にはイギリスの Lighthill 教授の貢献が大きく、その理論を Ffowcs Williams 教授がヘリコプタ・ロータに適応して成功を収めたこと。続いて、米国で Farassat が理論的に発展させその理論が現在広く伝えられている。日本では、中村氏 (IHI)がこの理論をアプリケーションして計算機で解けるようにした。米国では、Farassat の理論を用いて作ったコードが WOPWOP として市販されている。CFDコードを用いた航技研の解析方法は、諸外国に遅れること数年であったが、今日では肩を並べるまでになっていること、また現在ではこの手法は、高速衝撃 (High Speed Impulsive)騒音に有効であり、渦とブレードとの干渉 (Blade-Vortex Interaction)による騒音には、まだ研究の余地があることが挙げられた。騒音の低減法については、翼端形状を変えて翼端渦の性質などを変えるパッシブな方法や高調波制御 (Higher Harmonic Control)やスマートマテリアルなどを用いてブレードにアクティブ・フラップをつけて翼の循環を制御することで翼端渦の位置などを変化させ結果として騒音を下げする方法などが盛んに研究されている。またテイル・ロータは全くなくしてしまうもの (NOTAR)やダクト付きのテイルにして騒音を下げする方法などが研究されており、一部では実用化されている。テイル・ロータのブレードを不均一にしたり、メイン・ロータの回転数を飛行する場所毎に変化させることで騒音を低減化しようとする新たな試みも日本では行われている。

(2) 中村氏

国際民間航空機構 (ICAO) の日本代表委員として、国際的な騒音規制の動向を解説した。固定翼機の場合と同様、回転翼機も今後の動向は個々の機種騒音低減化は避けられず、早晚将来型ヘリコプタの規格として低騒音化が図られることになる予測。航空機の販売は、奇数の増加によって騒音が増加し、それによって騒音規制がまた厳しくなる。このことは、航空機製造メーカに跳ね返ってきて低騒音化が図られるというトライアングルな関係を繰り返すのが通常のサイクルであると解説した。

(3) 小林氏

三菱重工では、低騒音、高性能エンジン、低コストを目標とした MH2000 ヘリコプタを我が国独自で開発した。これは我が国で ICAO の基準値以下でないと販売ができないという法律の改正後初めての機体である。また2年少しというきわめて短期間に開発したまれな機体であることを解説した。その間、とられた騒音対策として、回転数制御またテイル・ロータにダクト・ファンを用いて騒音低減を図っている。またブレードの翼端形状を変えて低減化を図っている。回転数制御で問題となる共振は、FADEC を用いてエンジンコントロールし、複合材の多用化によって共振点を避けるようにしていることや翼型の設計には失速迎角の大きい翼型また翼端に後退角をつけ高性能化と同時に騒音低減化を図っていることを解説した。

(4) 中野氏

川崎重工では、先に説明した ATIC 参加企業の主要会社ということもあって、ATIC で行われている騒音低減研究の説明があった。主な研究テーマは、各要素技術を統合化した低騒音・高性能ロータ・システムの概念設計、高性能・低騒音翼型の研究、高速衝撃騒音が低い翼型及び翼端形状の研究、翼ノ渦干渉騒音の発生メカニズムの解明と低減化技術、低騒音モデル・ロータの試作・評価、低騒音実物大ロータ・システムの試作評価、BVI 騒音予測コードの開発、騒音空力計測技術特に PIV や LDV などの風洞

試験法の研究である。これらのテーマに則った研究成果の紹介と、世界でも一流な新翼型の開発を行ったことを紹介した。

(5) 青山氏

航技研での、騒音低減化研究は特別企画の中で講演済みであるので省略。

(6) 小生方氏

富士重工において進められている騒音低減化研究の説明があった。1990年より騒音解析、騒音予測技術、回転騒音解析技術等の研究を開始し、現在までに騒音解析コード (FW-H 方程式)、ロータ NS コードの開発を終えた。低騒音翼型、低騒音 BVI ロータ、ベアリングレスブレードの開発を行い、BELL412 の機体に搭載し飛行試験を実施した結果、かなりよい結果を得ている。また、Parabolic and Anhedral Tip を採用した低騒音ロータの試作研究を行い良い結果を得ていること、また機内騒音の低減化の手段としてアクティブ・ノイズ・コントロール (ANC) を用いた研究を行ったことなどを解説した。BELL412 の飛行試験では ICAO の基準値に比べて3つのパターンとも低騒音化が図られていることを確認していることを解説した。

<騒音計測技術>

MHI は MH2000 において実施した騒音計測では次のような課題を提起している。日本において実機を用いた騒音計測を行う場合、適当な場所が無いこと、ICAO の基準にあった飛行試験を実施することは大変難しいこと。天候や計測制度の問題が多く、PAPI を用いた進入角度の精度、また横風や湿度などの気候による条件を満たすケースがあまりなく、実際に試験したケースは当所の約 1/6 にすぎなかったことが述べられた。

FHI においては、やはり同様な課題が述べられた。また、進入角度の計測では、レーザーを用い、高度・位置計測では DGPS による計測を行った。

KHI においては、主に計算結果と風洞試験の話があり BVI 解析に重要な翼端渦の計測法に PIV や LDV を用いたことなどが述べられた。

河内氏からは、騒音計測は計測の仕方でも結果が変わってしまうこと、民間ヘリコプタでは前方だけでなく機体まわりの騒音、離着陸時の騒音低減が需要であることが述べられた。

<航技研への要望>

要望については、各パネリストの意見を羅列するにとどめる。

航技研のような国研では、メーカではなかなか手の着けられない研究テーマまた実際には実用化は難しいけれども有用な騒音低減手法である高調波制御やアクティブ・コントロールなどの先行的な研究を行うべきである。

我が国においては、大型の風洞試験設備がなく特に騒音試験のできる設備が少ない。このことは、外国に出かけて行って試験をするという結果にもなっており、実際問題としてなかなか実行しがたくなっているのが現状。したがって、国として騒音研究を進めるに当たって、大型の低騒音風洞を作っていただきたい。そうすれば、メーカとしてもよりいっそう騒音研究に有益なデータベースの構築や低騒音研究のために非常に有用であること。また、航技研にある計算機資源をメーカにも解放していただきたい。特に共同研究において実施する計算は、今後益々必要となると思われ、これからの共同研究においてはよりよい方向に進むものと期待される。

飛行試験の一部を、計算機シミュレーションでおき替えれるようにしていただきたい。

現場の要望としては、実際に即設計に役立てられるような理論を構築してもらいたい。そのためにも航技研における設備をより充実してもらいたい。現在進めている風洞設備の整備において、可視化技術や物理現象解明の解析ツールの開発をすすめる、将来的にはヘリコプタの導入

を図っていただきたい。

官の立場として、メーカ間の垣根を低くしてもらいたい。実質的な情報交換の場を作りいろいろ自由に話せる環境が作り出せると良い。逆に、官の方ではこのままでは日本に学生などはとどまらず、またメーカとしても航技研ではなく外国の研究機関に研究の相手として流れてしまうことも予想され、我々も相当覚悟しなければならない。

4. 所感

今回初めて、日本のヘリコプタ関連の機関メーカが集まり率直な意見をうかがう機会を得た。時間の関係もあり十分に意見を述べあうことはできなかったが、今後の我が国におけるヘリコプタ研究の方向性が多少なりともかいま見られたことは大変喜ばしいことである。国内外の研究協力のあり方や、国研としての今後の取り組み方、メーカとのニーズなどの情報交換の場の必要性、大型設備の必要性、有用な計算解析コードの解放、試験技術の向上などの課題が多く出され、どの技術をとっても単独で行うにはコスト面や人の面などで非常に難しい問題を抱えているため今後の協力がより一層重要性を増していることが実感される。

数値シミュレーション技術等シンポジウムといういわば理論解析や計算機関係の発表の場であるにもかかわらず、(飛行、風洞) 実験という工学の研究に欠かせない分野を融合させることでより一層精度の良い解析コードの開発や現象解明が促進されるという確信のもとで、今回日本におけるヘリコプタ研究の代表的な方々に討論に参加していただいた。航技研としての研究の位置づけまた国内外との研究協力などの課題を抽出し、将来のヘリコプタ研究の発展を期待することを目指したパネルディスカッションを企画した回転翼部門の意図はほぼ達成された感がある。

御忙しい中本討論会に参加して下さった方々に、本誌を借りて感謝すると共に、今後さらなる企画への参加を重ねてお願いする次第です。