

헬리콥터 로터시스템 소음/진동저감 연구사례 및 향후계획 소개

Introduction to the Past Studies and Future Plans for the Noise/Vibration Reduction of Helicopter Rotor System

김승호† · 황창전* · 정기훈 · 김도형 · 김덕관 · 송근웅**

Seungho Kim†, Changjeon Hwang*, Kihoon Chung, Do-Hyoung Kim, Deog-Kwan Kim, Keun-Woong Song**

1. 서 론

헬기는 로터시스템, 트랜스미션, 엔진 등 비행체의 많은 부분이 회전하는 구성품으로 이루어진 비행체로서 구성품 자체 회전에 의한 진동 및 회전익에서 생성된 익단와류에 의한 비정상 공력변화로 소음/진동이 강하게 발생하는 것이 고정익기와 다른 특징 중의 하나이다. 이러한 헬리콥터 로터시스템의 소음/진동은 헬기 구조물의 수명 단축, 조종사의 피로도 증가에 따른 안전성 감소, 승객의 안락성 감소 및 비행운용 영역의 제한 등, 문제점을 발생함에 따라 소음/진동을 감소시키거나 제어하고자 하는 연구들이 국제적으로 꾸준히 진행되고 있다.

로터 소음/진동제어 방법은 크게 수동적 진동제어 방법과 능동적 진동제어 방법 두 가지로 분류할 수 있다.

수동식 진동제어 방법은 고정된 방식으로 특정 주파수의 진동만 줄여주는 것인데 대표적인 예로 로터 설계시 질량 및 강성 분포를 최적화하여 설계하는 방법, 바이필라(bifilar)와 같은 무게 밸런스를 부착하는 법, 래프트(raft)와 같이 탄성체 재료로 만들어진 감쇠기를 부착하는 법 등이 존재한다. 또한 수동적 소음제어 방법으로는 로터 깃단속도 저감, 블레이드 개수 증가, 로터면적 저감, 총중량 감소 등을 먼저 고려할 수 있다. 보편적으로 적용하는 기본 개념은 BVI 소음 저감을 위해서 깃단 와류(Vortex)의 세기를 감소시키거나, 와핵(Vortex Core) 크기를 늘리거나 후행 블레이드와의 이격거리를 증가시키기 위하여 깃단 형상을 변경하는 방법이다.

능동적 소음/진동제어 방법은 대표적인 예로 블레이드 뒷전에 플랩 장착 후 작동기와 연결하여 진동을 제어하는 Trailing Edge Flap (이하 TEF) 방법, 블레이드 자체의 스파나 외피 구조에 스마트 재료를 심어 비틀림이 발생하도록 하는 Active Twist Rotor (이하 ATR) 방법, 로터 시스템

의 피치링크를 작동기로 교체하여 진동을 제어하는 방법 등이 존재한다.

본 논문에서는 한국항공우주연구원에서 과거에 수행되어 온 소음/진동저감을 위한 수동/능동적 진동/소음저감 방법을 소개하고 마지막으로 국제공동연구로 진행될 예정인 소음저감연구에 대하여 간략히 기술하였다.

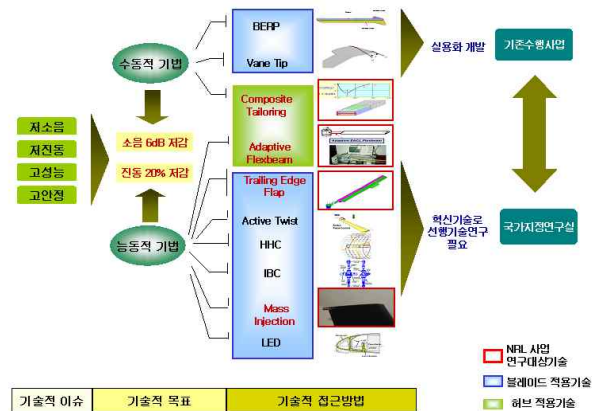


그림 1. KARI 소음/진동저감 연구 진행도 (~2008)

2. 본 론

2.1 수동적 소음/진동 저감 연구

(1) 차세대 로터블레이드 개발

2001년부터 4년간 항우연 주관으로 차세대 헬리콥터 로터 시스템 개발을 수행한 바 있다. 차세대 로터 시스템에서 소음 저감 방법으로는 깃단형상 수정방법을 적용하였다.



그림 2. 차세대 로터블레이드 무인헬기 적용 예

† 교신저자; 한국항공우주연구원 로터팀
E-mail : kseungho@kari.re.kr
Tel : (042) 860-2287, Fax : (042) 860-3590

* 한국항공우주연구원 KHP총괄팀

** 한국항공우주연구원 로터팀

차세대 로터 블레이드는 하나의 강한 깃단 와류를 2개의 약한 와류로 분리하여 BVI소음을 저감시키는 것이 이 개념의 핵심이다. 개발된 차세대 주로터 블레이드는 해석 결과뿐만 아니라 100kg급 무인헬기에 적용한 지상/비행시험 및 풍동시험을 통해 효율 및 소음 특성이 개선되었음을 입증하였다.

(2) 비등간격 테일팬시스템 개발

2001년부터 5년간 고안전 저소음 헬리콥터 꼬리로터 기술개발을 위해 테일팬(Tail Fan) 반토오크 로터 기술개발을 수행하였다(그림3). 동 연구에서 적용된 저소음화 접근방법은 비균등 간격으로 꼬리로터 팬 블레이드를 배치함으로써 각 블레이드에서 발생된 소음이 위상 차이를 갖도록 배치함으로써 음원의 위상차이로 인한 상호 상쇄되도록 최적의 블레이드 간격을 도출하여 전체소음을 저감시키는 방법이다.



그림 3. 테일팬 블레이드 비균등간격 형상

(3) 절단성 유연보 설계

2003년부터 5년간 회전익기 로터시스템 소음진동 저감 혁신기술사업을 통하여 개발된 고유진동수 조절이 용이한 무베어링 로터 시스템용 십자형 단면의 복합재 플렉스 빔은 무베어링 로터시스템 유연보의 단면을 십자형으로 구성하고 복합재료 적층으로 비틀림 유연성을 증가시킴으로써 진동을 줄이는 기술이다. 무한지 적층형 유연보 로터 장치는 복합재료의 적층각 변화에 따른 탄성 커플링 효과 및 무한지 로터시스템 유연보를 이용하여 공탄성 안정성을 증대시켰다.



그림 4. 무베어링허브용 십자형 단면 복합재 플렉스빔

2.2 능동적 소음/진동 저감 연구

2003년부터 5년간 회전익기 로터시스템 소음진동 저감 혁신기술사업을 통하여 압전세라믹 적층형 작동기를 이용한

능동제어 TEF(Trialing Edge Flap)을 차세대 로터 블레이드 축소모델에 장착하여 지상/풍동시험을 수행하였음.



그림 5. 능동 TEF 로터 블레이드 풍동시험

2.3 로터소음 저감을 위한 국제공동연구

헬리콥터 소음저감연구는 국제공동연구를 통한 신기술, 기술인력, 연구비 공동활용의 형태로 추진되는 추세이며 이에 따라 한국항공우주연구원은 NASA, AFDD, DLR, ONERA, DNW, JAXA, 건국대와 공동으로 능동비틀림 로터(ATR) 개발 및 풍동시험을 위한 Smart Twist Active Rotor (STAR, 이전 가칭 HART-III에 해당) 프로그램에 참여하고 있다.

Organized by IIR and ATR

- Agencies:
- Presentation of the HART III Proposal
- Objectives and Approach
- Status of IIR HARTIC Test Article
- Content and cost estimate of OMM test
- Possible partner contributions

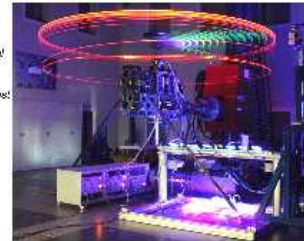


그림 6. 능동비틀림 블레이드 국제공동연구

또한 2010년부터 4년간 JAXA와 공동연구를 통하여 Active Tab을 장착한 능동제어블레이드 개발 및 풍동시험을 계획하여 추진 중에 있다.

3. 결 론

헬리콥터 로터 소음/진동 저감연구는 친환경 기술의 하나의 중요 기술로 향후 신규 헬리콥터 개발을 통한 국제시장 우위 확보 및 기존 운용되고 있는 헬리콥터의 업그레이드를 위해 지속적인 연구/개발이 필요하다.

후 기

학연협력과제인 “친환경 저소음 로터기술 연구”의 지원에 감사드립니다.