

무베어링 로터시스템의 회전시험 준비

Test Preparation for Bearingless Rotor System Rotating Test

송근웅† · 최종수*

KeunWoong Song, Jong Soo Choi

1. 서 론

헬리콥터 로터 시스템은 헬리콥터의 양력/추력 및 조종력을 발생시키는 핵심 구성품이다. 이러한 힘을 발생시키기 위해서는 로터 시스템도 많은 하중을 받는다. 특히 허브시스템은 블레이드 회전에 따른 플랩, 리드래그, 토션방향의 과도한 하중을 받게된다. 이러한 하중을 감당하기 위해 3개의 힌지(베어링)가 장착된 관절형 허브시스템이 1950년대부터 현재까지 사용되고 있다. 이러한 힌지의 도입은 헬리콥터가 비행 가능하도록 하였으나 무겁고 복잡한 기계적 단점을 갖고 있으며, 과도한 항력 및 중량, 정비 소요 등의 문제가 대두되었다. 이러한 부분을 개선하고자 1970년대 후반부터 복합재료기술의 발전을 토대로 무힌지(hingeless) 허브시스템이 연구개발되었다. 최근에는 힌지뿐만 아니라 베어링의 역할까지 구조물의 탄성을 이용하도록 한 무베어링(bearingless) 허브시스템이 개발되고 있다. 다만, 현재까지는 복합재료의 기술적 한계로 인해 허브 하중이 큰 대형 헬기에는 무베어링 허브시스템을 적용하지 못하고 있다.

이러한 세계적 추세에 따라 한국항공우주연구원(이하 항우연)에서는 2011년부터 무베어링 허브시스템 개발 사업을 진행하고 있다.

본 논문에서는 헬리콥터 로터 시스템 개발절차를 간단히 기술하고, 실물 허브시스템 개발 사업의 최종 목표인 실물시제 회전 시험 준비과정을 기술하였다. 회전시험은 항우연이 보유한 고힘 항공센터 내 헬타워 시험설비를 이용하여 수행 예정이다.



Figure 1 Helicopter Hub System

2. 무베어링 허브 시스템 개발

2.1 개발 목표

무베어링 로터 허브시스템은 기존 허브시스템 대비 부품수 감소 따른 운영유지비 감소, 복합재료 적용에 따른 피로수명 증대, 정비성 개선과 허브 자체 중량 감소에 의한 헬리콥터 유사하중 증대 등의 많은 장점이 있다.

항우연에서는 이러한 무베어링 허브시스템을 개발하기 위해 최대 중량 3500 ~ 7000lbs급 헬리콥터에 장착 가능한 복합재료 무베어링 로터 허브시스템 개발을 2011년 착수하였다. 이 사업의 최종 목표는 개발되는 복합재료 무베어링 허브시스템의 지상시험(구조시험, 회전시험)을 통한 기술 시험이다.

이러한 무베어링 허브시스템을 개발하기 위해서는 아래와 같은 기술들이 개발되어야 한다.

- 복합재료 무베어링 로터 허브시스템에 작용하는 하중 해석 기술
- 복합재료 무베어링 로터 허브시스템의 성능 및 안정성 해석 기술
- 복합재료 무베어링 허브시스템의 핵심 부품(유연보, 토크튜브) 설계, 성형/제작 기술
- 탄성체 리드-래그 댐퍼 설계 기술
- 허브시스템 지상(구조시험, 회전시험) 기술

2.2 개발 과정

무베어링 허브시스템을 개발하기 위해서는 다음과

† 교신저자; 정회원, 한국항공우주연구원 회전익기술팀

E-mail : skw@kari.re.kr

Tel : 042-860-2196, Fax : 042-870-3520

* 충남대학교 항공우주공학과

같은 절차로 연구가 진행된다.

- (1) 대상 헬리콥터 선정
- (2) 요구도 수립
- (3) 설계(OML)
- (4) 해석(구조/성능/동안정성)
- (5) 복합재/금속재 부품 성형/제작
- (6) 정적구조시험 및 피로시험
- (7) 회전시험(성능, 동특성 시험)

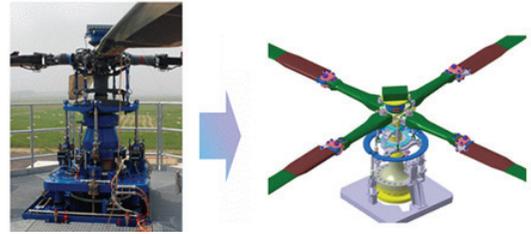


Figure 2 WFFT(Whirl Tower Test Facility)

3. 무베어링 허브 회전시험

3.1 시험 목표

무베어링 로터 허브시스템 개발사업의 최종 목표는 개발 시체의 지상시험을 통한 기술 시험이다. 지상시험은 구조시험과 회전시험으로 구분된다. 구조시험은 정적구조시험과 피로시험으로 나뉘어 현재 수행중이며, 회전시험은 항우연이 보유한 휠타워 시험설비에서 수행할 예정이다.

3.2 휠타워 시험 설비

휠타워 시험설비는 항우연 항공센터(전남 고흥)에 2007년 구축되었으며, 수리온 헬리콥터 개발에 사용되었다. 현재는 수리온 헬리콥터 주블레이드 양산 밸런싱 시험을 수행중이다.

휠타워 시험설비는 최대 2.7MW의 파워와 최대 7.78kNm의 토오크를 갖는다. 회전부 60채널을 10kHz로 측정할 수 있으며, 동특성 시험을 위한 유압 가압기도 설치되어 있다.

그림 2는 휠타워 시험설비와 무베어링 로터시스템 장착 예시이다.



Figure 3 BMR 1st Assembling

3.3 무베어링 회전시험 준비

회전시험 절차는 다음과 같다.

- (1) 시험계획서/절차서 작성(시험 조건 수립)
- (2) 무베어링 허브시스템 제작후 조립성 확인
- (3) 게이징(허브/블레이드) 및 센서 교정
- (4) 시제 설치(휠타워)
- (5) 로터 동적 밸런싱 수행
- (6) 성능시험 및 동특성 시험 수행
- (7) 데이터 분석 및 보고서 작성

위의 절차중 (1) ~ (3) 항목이 시험 준비과정이다. 회전시험 중 측정할 데이터로는 46채널을 확정하였다.

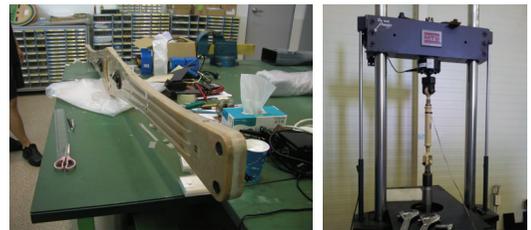


Figure 4 Gauging and Pitch-link Calibration

그림 2는 복합재 부품과 금속재 부품으로 구분되어 제작된 무베어링 허브시스템의 1차 조립성 확인 결과이다. 그림 3은 회전시험을 위한 게이징 부착 장면과 피치링크 하중 측정용 센서 교정 장면이다.

4. 결 론

본 연구에서는 헬리콥터 무베어링 로터 허브시스템 개발에 관한 일반적 절차와 회전시험 절차 및 준비 사항을 기술하였다. 현재 계획대로 회전시험 준비가 진행되고 있으며 금년 말 국내에서는 최초로 무베어링 로터시스템의 회전시험을 수행할 예정이다.

후 기

동 연구는 지식경제부 항공우주부품기술개발사업(무베어링 로터 허브시스템 개발) 연구결과 중 일부임.