

덕티드 팬 무인기의 소음 특성 시험

Noise Characteristics of Ducted Fan UAV

장지성† · 이덕주*

Ji Sung Jang and Duck Joo Lee

1. 서론

덕티드 팬 무인기는 길이방향으로 돌출된 부분이 없어 휴대가 간편하다. 그리고 로터가 덕트 안쪽에 있기 때문에 운용 시 안전성이 좋다. 또한 덕트가 Airfoil 형상으로 제자리 비행 및 전진비행 시 양력이 발생하여 공력 성능이 향상된다. 수직이착륙 기능으로 운용 시 활주로가 필요 없다는 점에서 항시 이동하면서 전투를 수행하는 소규모 부대에 적합하다.

주로 정찰임무를 수행하게 될 덕티드 팬 무인기는 소음이 클 경우 적에게 발각될 확률이 크기 때문에 소음에 대한 연구가 필요하다. 덕티드 팬 소음은 덕트 안에서 회전하는 팬에 의해 발생하며, 이 소음이 전파하면서 덕트에 의한 반사 및 회절 현상이 일어난다. 따라서 덕트의 형상이나 재질에 따라 소음 전파 특성이 달라진다.

본 논문에서는 제자리 비행하는 덕티드 팬 무인기의 회전수에 따른 소음변화를 관찰하며, 스테이터(Stator)와 조종면(Control flap)의 유무에 따른 소음변화를 실험하였다.

2. 본론

2.1 실험장치

덕티드 팬 무인기의 제자리 비행 소음 실험은 카이스트 무향 풍동에서 수행되었다. 무인기는 5개의 블레이드와 12개의 스테이터, 4개의 조종면을 가지고 있다. 덕트의 내경은 34cm, 길이는 25cm 이고 단면은 clark-y 에어포일 형상이다. 모터는 brushless motor 를 사용하였으며 실험 시 작동 회전수는 3500, 4500, 5500rpm 으로 하였다. 그리고 스테이터와 조종면은 탈부착이 가능하며 (덕트+팬), (덕트+팬+스테이터), (덕트+팬+스테이터+조종면)의 조합으로 실험을 수행하였다.

† 교신저자; KAIST

E-mail : poust@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-3756, Fax : (042) 350-3710

* KAIST

소음 측정은 그림 1 과 같이 팬 허브를 중심으로 1m 거리에서 측정하였다. 무인기 앞쪽을 기준으로 해서 0 도에서 120 도 까지 40 도 간격으로 4 개의 마이크로폰을 설치하였으며, 각각을 1,2,3,4 번 마이크로폰으로 정하였다. 각각의 소음 측정에서 sampling rate 은 40000, 해상도는 1Hz, 20 번 linear average 를 수행하였다. 주변 배경소음과 모터소음은 덕티드 팬 BPF 소음에 비해 작은 것을 확인 하였다.

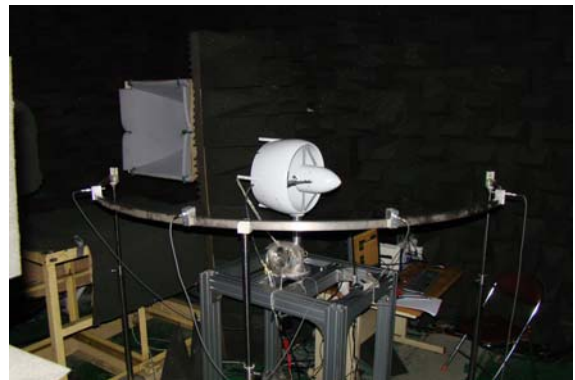


그림 1. 덕티드 팬 소음 실험 장치

2.2 실험결과

(1) 회전수에 따른 추력 변화

덕티드 팬의 추력은 그림 2 에 나타나 있다. 회전수에 따라 추력이 증가하며, 스테이터가 있을 때 추력이 없을 때 추력보다 더 크며 5500rpm 일 때 약 50N의 추력이 발생한다.

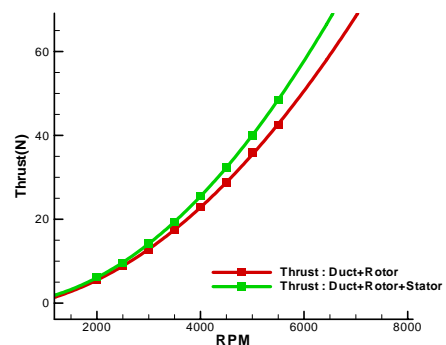


그림 2. 회전수에 따른 추력 변화

(2) 회전수에 따른 소음 변화

회전수에 따라 4 개의 마이크론에서 측정된 소음의 크기를 그림 3 에 나타내었다. (덕트+ 팬+ 스테이터+ 조종면)일 때 소음의 크기이며 1st BPF 소음 크기를 나타내었다. 회전수가 증가함으로써 추력이 증가하고 이에 따라 소음의 크기도 증가하는 것을 확인할 수 있다.

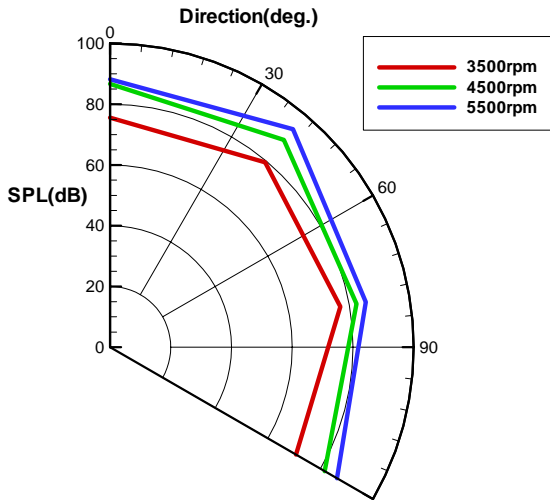


그림 3. 회전수에 따른 소음 변화

(3) 구성요소에 따른 소음 변화

그림 4 는 (덕트+ 로터)-(a), (덕트+ 로터+ 스테이터)-(b), (덕트+ 로터+ 스테이터+ 조종면)-(c)에 대한 그림이다. 세가지 구성요소 조합에 대한 소음 실험을 하였으며 5500rpm 일 때 1st BPF 소음 크기는 그림 5 에 있다.

마이크로폰 1, 2 에서는 (a)의 소음이 가장 작으며 (b), (c)가 비슷한 크기로 측정되었다. 이는 앞의 회전수에 따른 추력 그래프에서 스테이터가 있는 것이 없는 것보다 추력이 더 크게 나오기 때문에 소음 역시 더 크게 발생하는 것으로 생각된다. 마이크로폰 4 에서는 (a)가 (b),(c)에 비해 큰 결과를 보이고 있으며 이는 덕트 뒤쪽으로 나오는 팬 소음이 스테이터와 조종면에 의해 방향성이 변한 결과로 생각된다.

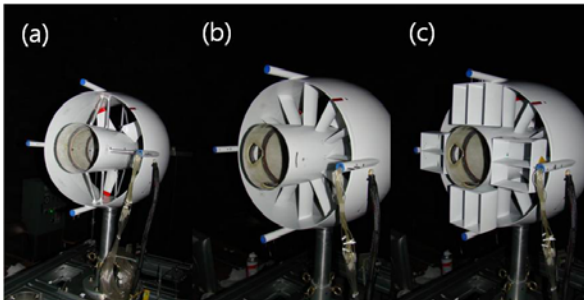


그림 4. 3 가지 구성요소 실험

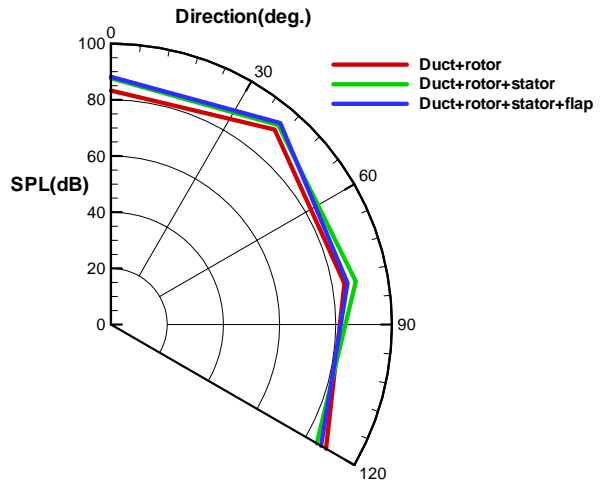


그림 5. 구성요소에 따른 소음

소음의 방향성은 40 도 방향으로 소음이 가장 크게 나타나며 대체적으로 120 도 방향으로 가장 작게 전파하는 특성을 보인다.

실제 무인기 비행시 발생하는 소음은 (c)와 같이 조종면까지 모두 장착된 상태이며 이때 모든 방향에서 90dB 정도의 소음이 측정되었다.

3. 결 론

본 논문은 덕티드 팬 무인기의 소음측정을 통해 소음의 크기 및 방향성을 관찰 하였다. 무인기의 소음은 추력에 비례하여 증가하며 덕트와 스테이터, 조종면에 의한 산란 및 회절현상이 발생하는 것을 확인하였다. 50N 추력이 발생할 때 약 90dB 정도의 큰 소음이 발생하며 향후 무인기 개발에 있어서 소음 저감에 대한 연구가 필요할 것이다.

후 기

본 연구는 한국과학기술원 국방무인화기 특화연구센터를 통한 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행 되었습니다.