

항공기 소음 저감시설의 음향 성능 관련 실험 및 예측에 관한 연구

Experimental and computational study of acoustic performance of the aircraft hush house

정환익* · 김관주* · 박진규* · 김상헌**

Hwanik Jung, Kwanju Kim, Sanghun Kim and Jinkyu Park

Key Words : Hush House(허쉬하우스)

ABSTRACT

Aircraft noise is the serious problem for inhabitants near an air force base. Noise by ground test of aircraft, however, can be minimized through test room construction. In this study, environmental effects of the noise by aircraft ground test were investigated by experiments under the standard act and by performance prediction of the Hush house, constructed for the noise reduction.

석에서 마련된 음향모델은 향후 소음저감시설 개선 시 유용한 자료로 사용될 예정이다.

1. 서론

공군기지 주변은 군 작전 수행으로 인한 빈번한 항공기의 이착륙과 저공비행, 급추진 등의 여러 소음원에 노출되어 있다. 이로 인하여 환경소음 관점에서 기지 주변의 거주자들의 삶의 질 저하를 초래하고, 민원의 대상이 되고 있는 실정이다. 항공기의 이착륙에 따른 소음은 항공법에 따라 측정하고 관리하고 있지만 지상에서 수행되고 있는 항공기의 엔진 성능의 지상 실험시 발생하는 소음을 최소한으로 노출하기 위한 소음방지 시설이 마련되고 있다.

본 연구에서는 항공기의 지상 실험시 발생하는 소음을 저감시키기 위해서 제작된 소음저감시설(Hush house)의 음향 성능에 관련된 실험 및 예측을 수행하였다. 음향 실험은 소음저감시설 내에서 항공기 엔진 구동 시 평가 기준에서 규정한 소음저감시설 내, 외부 위치에서의 음압레벨을 측정하였다. 음향 해석 분야에서는 저감시설의 구조물 중 Splitter로 구성되어 있는 공기흡입구의 투과 손실과 흡음재로 둘러싸여 있는 배기관(그림 1 참조)의 흡음률을 실험 자료를 근거로 모델링 하였으며, 음향관련 상용프로그램을 수행하여 그 해석 예측결과를 측정 결과와 비교, 검증하였다. 해

2. 소음저감시설의 구조 및 본 연구 내용

2.1 소음저감시설의 구조설명

소음저감시설은 지상에서 실시되는 항공기 및 엔진의 성능 실험과 고장 진단 시 발생하는 소음을 저감시키기 위한 건축물을 말한다. 소음저감시설의 구조는 항공기가 출입하는 주 출입문, 성능 실험시 항공기가 위치되는 시험실, 원활한 공기 유입을 위한 Splitter 형태의 공기흡입구, 항공기 실험시 배출되는 가스의 외부 유출을 위한 배기관과 배기탑, 시험을 통제하며 시험실 내부를 관찰할 수 있는 통제실로 구성되어 있다.

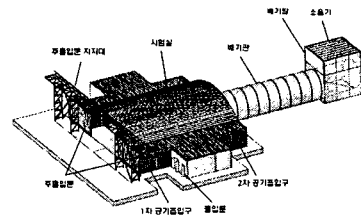


Fig. 1 The structure of the hush house

2.2 소음저감시설의 음향성능 관련 실험 및 해석 내용

* 홍익대학교 기계공학과 대학원
E-mail : kwanju@hongik.ac.kr
Tel : (02)336-1465, Fax : (02)320-1113

** 산업기술 시험원

본 연구의 연구흐름도를 실험, 해석 부분으로 구분하여 Fig.2에 나타내었다.

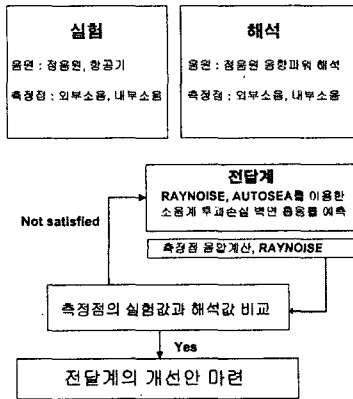


Fig.2 Flow chart of experiment and computational analysis for calculating the acoustic performance of the hush house

2.3 소음저감시설의 성능평가 기준

외부 측정점은 소음원(배기구 전방, 배기탑 후방)으로부터 76m 떨어진 20개 지점이며 소음 측정 높이는 내부소음의 경우에는 통제실 실내 중앙 바닥에서 1.5m 높이에서 측정하고 외부소음의 경우에도 기존건물이나 장애물이 없는 경우에는 바닥에서 1.5m 높이에서 측정하였다. 기존건물이나 시설에 의해 영향을 받을 경우에는 환경부 고시 소음, 진동 공정시험 방법에 명시된 측정점 산정 기준에 근거하여 변경하였다.

3. 측정실험

3.1 외부소음도 실험

2.3절의 성능평가 기준에 따라 음원에서 76m 떨어진 지점에서 외부소음도를 측정하였다.



Fig.3 Measurement of outdoor noise

3.2 통제실의 소음도 측정

2.3절의 성능평가 기준에 따라 통제실 내부 중앙 높이 1.5m 지점에서 내부 소음도를 측정하였다.



Fig.4 Measurement of control room noise

3.3 공기흡입구의 Noise Reduction 측정 실험

무지향성 스피커를 음원으로 하여 스플리터가 완전히 개방되었을 경우에 실험을 수행하였다. 4개의 마이크로폰으로 2개는 Splitter 내부에 설치하고 나머지 2개는 Splitter 외부에 설치하여 지면으로부터 1.2m와 2.3m 높이에서 소음도를 측정했다. 무지향성 스피커는 스플리터와 2m 떨어진 곳에 위치시키고 4지점에서 측정된 음압 값은 평균값으로 정리하여 Noise Reduction 값을 계산하였다.

$$NR = (\text{내부에서 측정된 SPL}) - (\text{외부에서 측정된 SPL})$$

4. 소음도 예측

4.1 흡음률 예측

소음방지시설의 전체 외부 소음도 해석 시에 각 벽면의 흡음률 값을 이론적으로 적용하여 소음방지시설의 음향해석에 필요한 데이터를 확보하고자 음향해석 프로그램인 AUTOSEA를 이용하여 흡음률을 예측하였다.

흡음률 예측을 위한 각 벽면의 물성값은 프로그램에 입력되어있는 상용화된 값을 적용하였으며 여기서는 대표적으로 공기흡입구의 흡음률 예측값을 수록하였다.

◆ 공기흡입구의 흡음률

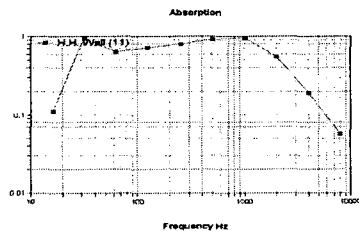


Fig.5 Absorption prediction of splitter using AUTOSEA

4.2 투과손실 예측

(1) 공기흡입구의 투과손실 예측

공기흡입구의 투과손실을 예측하기 위해 3.3절의 NR값을 측정하고 RAYNOISE모델에서 측정된 NR값을 이용하여 반복 해석 과정을 거쳐 보다 정확한 투과손실값을 예측한다.

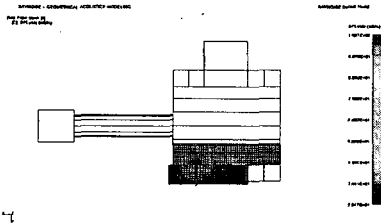


Fig.6 Prediction of Transmission loss using RAYNOISE

Table 1 Prediction of Transmission loss

Freq.(Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
NR	16.7	21.9	30.1	43.3	42.9	38.4	42.3	32.6
TL	10.0	24.3	39.8	58.3	61.0	58.5	61.3	48.6

(2) 통제실 (Control room) 2중 유리벽의 투과손실 예측

통제실에 설치되어 있는 이중유리는 유리0.05m, 공기층 0.2m, 유리 0.3m의 구조로 되어 있다.

통제실의 투과손실값은 강원대 기계공학과에서 개발된 차음성능해석 전용 프로그램인 TLOSS를 수행하여 예측하였다. 이 프로그램은 이미 입력되어진 물성값 Database를 통해 다층재의 투과손실을 예측할 수 있고 여러 과제 수행을 통해 그 해석의 신빙도가 있다.

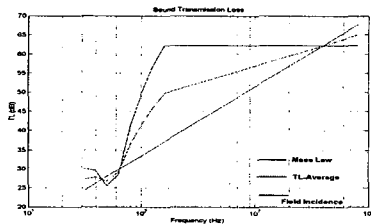


Fig.7 Transmission loss of control room

Fig.10의 투과손실값을 보면 질량법칙에 의한 투과손실, 필드입사에 의한 투과손실, 질량법칙과 필드입사의 평균값의 투과손실값의 3가지 값이 도시되어 있다. 질량법칙에 의한 투과손실값은 재료의 면밀도만 고려한 투과손실이며 필드입사는 음의 입사각도(78°)를 고려한 투과손실값으로서 이것의 평균 투과손실값을 통제실의 투과손실값으로 적용했다.

Table 2 Transmission loss of control room

Freq.(Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
TL	29.1	45.8	51.4	54.1	56.8	59.5	62.3	64.9

4.3 항공기의 음향파워

Table 3 PWL of aircraft

[단위 :dB(A)]

주파수(Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	O/A
PWL(dB)	163	168	168	166	162	159	158	159	173.5

5. 해석 결과

5.1 통제실

예측된 통제실의 투과손실과 항공기의 음향파워, 각 벽면의 흡음률을 바탕으로 통제실 내부의 소음도를 RAYNOISE를 이용하여 예측하였다.

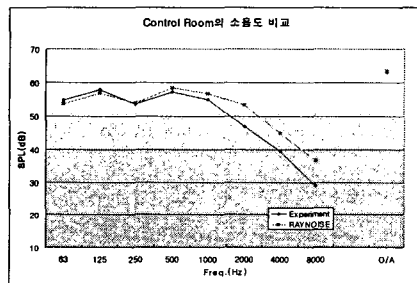


Fig.8 SPL of control room

실험과 해석 모두 Overall 값 기준으로 규정된 70dB를 넘지 않고 소음도 경향도 유사하다. 다만 실험과 해석에서 2kHz 영역에서부터 약 4.5dB의 차이가 나는 점은 TLOSS 프로그램에서 예측된 투과손실값이 실험에서의 투과손실값보다 높은 경향을 보이기 때문이다.

5.2 소음저감시설 외부 소음도 예측

기준에는 전, 후방 76m 지점의 20개 지점을 측정기준으로 하지만 여기서는 소음저감시설 전방(M17), 후방(M07) 양측면(M01,M12) 4개 지점을 선택하여 비교하였다.

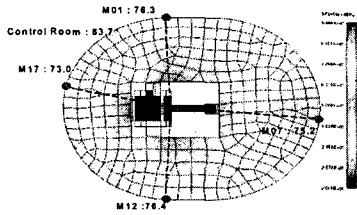


Fig.9 Exterior measurement point by RAYNOISE

① 소음저감시설 전방 측정점의 소음도

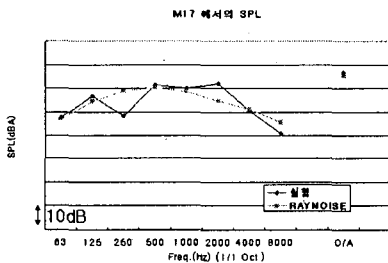


Fig.10 [M17]Noise comparison of forward area [dB(A)]

② 소음저감시설 측면 측정점의 소음도

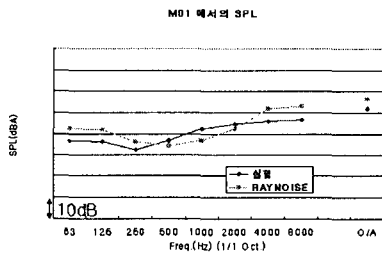


Fig.11 [M01]Noise comparison of side area [dB(A)]

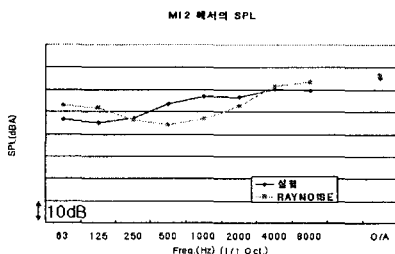


Fig.12 [M12]Noise comparison of side area [dB(A)]

③ 소음저감시설 후방 측정점의 소음도

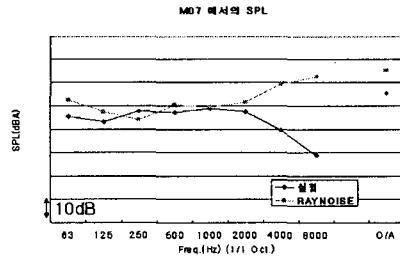


Fig.12 [M07]Noise comparison of back area [dB(A)]

6. 결론

전방 측정점의 경우 250Hz 영역에서 차이를 보이지만 전반적으로 유사한 경향을 보이고 있고 측면과 후방의 측정점은 기저 특성상 나무가 우거진 숲으로 이루어져 해석값보다 낮은 경향을 보인다. 이에 실제 측정값은 항공기의 경우 외부 측정소음도는 66dB(A)~77dB(A), 통제실의 경우에는 63dB(A)~66dB(A)로서 또한 평가기준에 만족한다.

후 기

본 연구는 홍익대학교 교내연구비에 지원을 받은 논문임. 관계자에게 감사를 드린다.

참 고 문 헌

- (1) M.L. Munjal & M. Vorlander, 2001, Formulas of Acoustics I,II, pp. 527~683
- (2) M.L. Munjal,, 1987, Acoustics of Ducts and Mufflers Chap. 6 Dissipative Ducts, pp. 230~253
- (3) M.L. Munjal, 2002, Analysis and design of pod silencers, pp. 45~80
- (4) R.J. Hooker, 2002, Transmission and Absorption Predictions and Performance, pp. 25~56