

군용 항공기 소음평가 방법에 관한 연구

A Study on the Evaluation Method of a Military Aircraft Noise.

송화영* · 홍병국* · 양수영** · 제현수** · 이주원*** · 이동훈****

Hwa-Young Song, Byung-Kuk Hong, Su-Young Yang, Hyun-Su Je, Ju-Won Lee, Dong-Hoon Lee

Key words : Civil Aircraft Noise(민간 항공기 소음), Duration Time(지속시간), Equivalent Noise Level(등가소음도),
Military Aircraft Noise(군용 항공기소음), Time-Weighting(동특성), WECPNL(가중등가지속 감각소음레벨)

ABSTRACT

항공기 소음평가 방법에 있어 전혀 다른 소음특성을 갖는 군용 항공기 소음과 민간 항공기 소음을 환경부에서 고시한 소음·진동공정 시험방법에 의거하여 소음을 측정하고 평가하는데는 많은 문제점이 뒤따른다. 따라서 본 연구에서는 민간 항공기와 군용 항공기 소음의 측정 및 평가방법에 대한 문제점들을 고찰하였다. 연구결과로 부터, 민간 항공기나 군용 항공기의 정확한 소음측정을 위해서는 동특성을 빠름(Fast)으로 설정하여 측정하는 것이 바람직한 것으로 확인되었다. 또한 등가 소음도를 측정하여 항공기 소음을 평가하는 방식은 민간 항공기 소음평가시에는 적절하지만, 이를 군용 항공기 소음에 적용하여 평가할 때에는 상당한 오차를 포함하는 것으로 조사되었다. 그리고 군용 항공기 이·착륙지점에서의 소음 지속시간이 대부분 30초를 초과하는 것으로 조사되었기 때문에, 군용 항공기 소음평가시에는 지속시간에 대한 보정이 반드시 반영되어야 할 것으로 사료된다.

1. 서 론

환경문제에 대한 인식이 다양화, 구체화되는 추세에 직면하여 소음문제가 사회적으로 큰 이슈화되고 있다. 특히, 공항주변의 시가지화로 인한 항공기 소음이 주민 생활권에 많은 피해를 유발하여 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

최근 들어 민간 항공기 소음보다 군용 비행장에서 발생하는 군용 항공기 소음문제로 인하여 공항 인근 주민들은 항공기 소음피해 방지대책의 수립, 수면방해, 대화곤란 등 생활권 침해에 대한 보상, 군용항공기지법에 항공기 소음 관련 규정의 신설, 소음피해지역 또는 피해예상지역으로의 지정, 소음피해보상법 제·개정 등의 민원제기가 날로 증가하고 있는 추세이다.⁽¹⁾

이러한 사회적 현실을 반영하여 군용 항공기 소음기준 설정 등과 같은 군용 항공기 소음관련법 규정이 시급하지만 규칙적이고 일정한 운항패턴을 가진 민항기와는 달리, 군용기의 비행시간, 비행패턴 등 혼란목적에 따라 불규칙하고 예측하기 어려운 비행특성으로 인하여 현재까지 측정 및 평가방법이나 법적기준이 수립되지 못하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 민간 항공기와 군용 항공기 비행장의 이·착륙 지점에서 항공기 소음을 정밀 측정하고 비교·분석하여 군용 항공기 소음의 측정 및 평가방법에 대한 문제점들을 고찰하고, 이에 대한 개선점을 제시하고자 한다.

2. 군용 항공기 소음평가 방법의 문제점

민간 항공기 소음은 환경부에서 고시한 소음·진동공정 시험방법에 의거하여 측정 및 평가하고 있다. 또한 군용기의 경우도 이와 동일한 시험방법을 통하여 항공기 소음을 측정·평가하고 있다.

그러나 군용 항공기의 경우는 불규칙적이고 다양한 비행 패턴으로 인하여 민간 항공기와 전혀 다른 소음특성을 갖는다. 이 때문에 환경부에서 고시한 소음·진동공정시험방법에 의거하여 소음을 측정하고 평가하는데는 많은 문제점이 뒤따른다. 특히, 측정단계에서의 동특성 설정방법, 평가단계에서의 지속시간 보정방법 및 등가 소음도를 이용한 소음평가 방법 등이 대표적인 문제점이라 할 수 있다.

따라서 다음 절에서는 이에 대한 문제점에 대하여 구체적으로 기술하고자 한다.

2.1 동특성 설정에 대한 문제점

환경부에서 고시한 소음·진동공정시험방법에 의하면 민간 항공기 소음은 「소음계의 동특성을 느림(Slow)을 사

* 서울산업대학교 에너지환경대학원

E-mail : hysong@snu.ac.kr

Tel : (02)970-6331, Fax : (02)979-7331

** 서울산업대학교 산업대학원

*** 서울산업대학교 소음진동연구센터

**** 서울산업대학교 기계공학과 / 에너지환경대학원

용하여 측정하여야 한다.」라고 명시되어 있다.⁽²⁾ 군용기의 경우는 민간 항공기와는 달리 비행특성과 비행시간, 비행 패턴 등 훈련목적에 따라 불규칙하고 변동이 심한 소음을 발생시키며, 특히 이륙시에는 강한 충격성 소음을 방사시킨다. 그러므로 군용기의 경우는 소음계의 동특성을 느림(Slow)으로 설정하고 측정하면 데이터 손실이 많으므로 빠름(Fast)으로 설정하고 측정하는 것이 적절하다고 판단된다.

2.2 등가 소음도를 이용한 소음평가의 문제점

국내의 항공기 소음은 ICAO에서 제안한 WECPNL을 사용하여 다음 식으로 평가하고 있다.

$$WECPNL = \bar{L}_{A,\max} + 10 \log N - 27 \quad (1)$$

여기서, $\bar{L}_{A,\max}$: 1일 동안의 평균 최고 소음도

$$N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)$$

N_1 : 야간 00:00 ~ 07:00의 운항회수

N_2 : 주간 07:00 ~ 19:00의 운항회수

N_3 : 석간 19:00 ~ 22:00의 운항회수

N_4 : 야간 22:00 ~ 24:00의 운항회수.

또한 공항주변에는 항공기 소음뿐만 아니라 도로교통소음과 생활소음 등이 혼재하므로 최근 몇몇 연구문헌에서는 항공기 소음을 다음과 같은 경험식을 이용하여 평가하고 있다.⁽³⁾

$$WECPNL = L_{eq,24} + 13 \quad (2)$$

식 (2)에서 $L_{eq,24}$ 는 24시간 등가 소음도를 뜻한다. 특히 식 (2)는 민간 항공기 소음을 다른 환경소음과 동일 차원에서 비교 평가할 수 있다는 장점은 있지만, 군용기 소음을 평가하는데는 문제점이 있다. 즉 군용기의 경우는 민간 항공기와 비교하여 소음의 발생과 전파특성이 매우 다르기 때문이다.

2.3 지속시간 보정에 대한 문제점

민간 항공기 소음의 평가에서는 비행회수, 비행시각 및 평균 최고 소음도외에도 지속시간에 대한 보정값을 식 (1)에 가산하도록 하고 있다. 지속시간 δ 은 암소음 레벨보다 10 dB(A) 이상 높은 항공기 소음이 지속되는 시간을 말하며, 지속시간이 30초 이상인 경우는 다음 식을 이용하여 계산한다.⁽²⁾

$$\Delta\alpha = 10 \log \frac{\bar{D}}{20} \quad (3)$$

민간 항공기의 경우는 규칙적이고 일정한 패턴의 비행 특성을 갖기 때문에 지속시간이 대부분 30초를 넘지 않지만, 군용 항공기의 경우는 비행시간, 비행패턴 등 훈련목적에 따라 항공기 소음의 지속시간이 불규칙적으로 변동하는 비행특성을 갖기 때문에 지속시간이 대부분 30초를 초과한다. 따라서 민간 항공기와 군용 항공기의 구분 없이 지속시간에 대한 기준치를 30초로 설정하는 것은 적절치 않은 것으로 사료된다.

3. 군용 항공기 소음평가 방법에 대한 고찰

3.1 동특성에 따른 WECPNL값 비교

Table 1과 Table 2는 동특성 조건을 Fast와 Slow로 각각 달리 하며 민간 항공기와 군용 항공기 소음을 측정한 결과이다. 괄호내의 F와 S는 Fast와 Slow를 의미한다.

Table 1 소음계 동특성에 따른 WECPNL (민간 항공기)

구분	이륙		착륙	
	Fast	Slow	Fast	Slow
$\bar{L}_{A,\max}, \text{dB}(A)$	87.7	86.2	81.9	80.1
$\bar{L}_{A,\max}(F) - \bar{L}_{\max}(S)$	1.5		1.8	
$WECPNL, \text{dB}(A)$	83.2	81.7	78.1	76.4
$WECPNL(F) - WECPNL(S)$	1.5		1.7	

Table 2 소음계 동특성에 따른 WECPNL (군용 항공기)

구분	이륙		착륙	
	Fast	Slow	Fast	Slow
$\bar{L}_{A,\max}, \text{dB}(A)$	95.4	92.1	99.7	97.6
$\bar{L}_{A,\max}(F) - \bar{L}_{\max}(S)$	3.3		2.1	
$WECPNL, \text{dB}(A)$	88.6	85.3	93.0	90.9
$WECPNL(F) - WECPNL(S)$	3.3		2.1	

Table 1은 김포공항에서 민간 항공기가 이·착륙할 때 동특성을 달리 하며 구한 $\bar{L}_{A,\max}$ 와 WECPNL이다. 결과에서 보듯이 이·착륙지점 모두에서 \bar{L}_{\max} 와 WECPNL 값이 동특성에 따라 약 1~2 dB(A) 차이가 있는 것으로 조사되었다. 또한, Table 2는 ○○ 공군비행장에서 군용 항공기

가 이·착륙할 때 동특성을 달리 하며 구한 $\bar{L}_{A,max}$ 와 $WECPNL$ 값으로서 민간 항공기보다 더 큰 약 2~4 dB(A) 차이가 있는 것으로 조사되었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 민간 항공기나 군용 항공기의 정확한 소음측정을 위해서는 동특성을 빠름(Fast)으로 설정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

Fig. 1은 군용 항공기가 이륙할 때 측정한 소음파형을 나타낸 것이다. 참고로 두 파형간의 중첩을 피하기 위해 이격시간을 두어 도시하였다. 결과에서 보듯이 소음계의 동특성 설정에 따라 두 파형의 피크음압레벨에 차이가 있음을 확인할 수 있다. 즉 동특성을 빠름(Fast)으로 측정한 경우가 느림(Slow)으로 한 경우보다 2~3 dB(A)정도 더 높게됨을 알 수 있다.

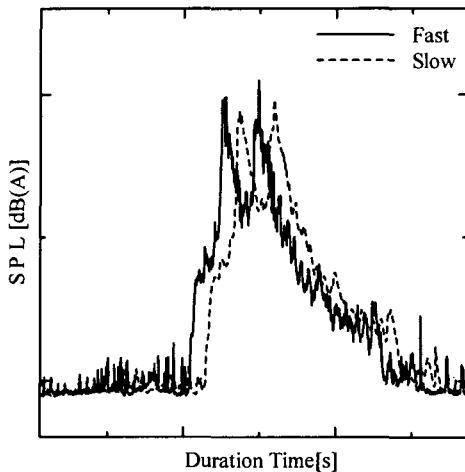


Fig. 1 소음계 동특성에 따른 소음파형 비교

3.2 평가방법에 따른 $WECPNL$ 값 비교

Table 3은 민간 항공기와 군용 항공기가 이륙할 때 측정한 등가 소음도와 최고 소음도를 식(1)과 식(2)에 대입하여 산출한 1일간의 $WECPNL$ 값을 비교한 결과이다.

Table 3 평가방법에 따른 $WECPNL$ 값 비교 (dB(A))

구분	이·착륙	식(1)	식(2)	식(1)-식(2)
민간 항공기	이륙	81.7	82.7	-1
	착륙	76.4	76.4	0
군용 항공기	이륙	85.3	87.3	-2
	착륙	98.6	95.3	+3.3
	선회	83.6	81.6	+2

Table 3에서 민간 항공기의 경우 이륙과 착륙시에 평가방법에 따라 약 1 dB(A)의 차이가 있는 것으로 조사되었

다. 반면에 군용 항공기의 경우는 민간 항공기보다 훨씬 큰 2~3 dB(A)정도의 차이가 있는 것으로 조사되었다. 결과적으로 간략식인 식(2)를 이용하여 군용 항공기 소음을 평가하게 되면 평가결과에 상당한 오차가 포함되는 것으로 판단된다.

3.3 지속시간에 따른 $WECPNL$ 값 비교

Fig. 2와 Fig. 3은 민간 항공기와 군용 항공기의 이륙시의 소음파형으로부터 지속시간을 도시한 결과이다. 지속시간은 2.3절에서도 언급하였듯이 암소음 레벨보다 10 dB(A) 이상 높은 항공기 소음이 지속되는 시간을 뜻한다.

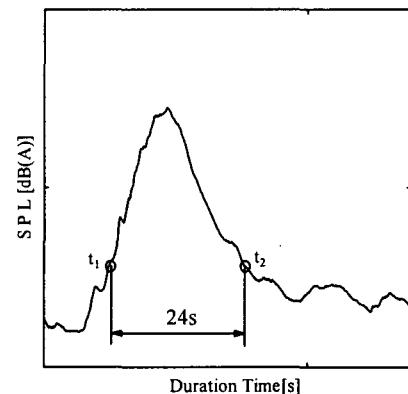


Fig. 2 민간 항공기 소음파형과 지속시간

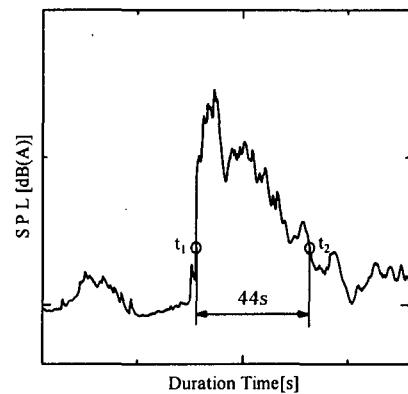


Fig. 3 군용 항공기 소음파형과 지속시간

도시된 결과에서 민간 항공기보다 군용 항공기의 소음이 더 길게 지속되는 것을 확인할 수 있다.

한편 Table 4는 민간 항공기와 군용 항공기의 이륙과 착륙시에 측정한 지속시간 평균치 \bar{D} 를 식(3)에 대입하여 보정값을 구한 결과이다. 또 이 보정값을 식(1)

에 가산하여 *WECPNL*값에 지속시간의 영향이 어느 정도 반영되는지를 상호 비교하였다.

Table 4 지속시간에 따른 *WECPNL*값 비교

구분	이·착륙	\bar{D} (초)	식(1)	식(3)	식(1)+식(3)
민간 항공기	이륙	25	81.7	-	81.7
	착륙	14	76.4	-	76.4
군용 항공기	이륙	85	85.3	6.3	91.6
	착륙	50	90.9	4.0	94.9

Table 4에서 보듯이 민간 항공기의 평균 지속시간은 이륙지점에서 25초, 착륙지점에서 14초로 조사되었으며, 두 값 모두가 지속시간 보정기준치 30초 이하이므로 식(1)에 가산할 보정값이 없다. 반면에 군용 항공기의 경우는 지속시간 평균치 \bar{D} 가 이륙지점에서 85초, 착륙지점에서 50초로 조사되었다. 이를 식(3)에 대입하여 계산하면 각각 6.3 dB(A)와 4.0 dB(A)정도의 보정값이 산출된다. 이 때문에 *WECPNL*값은 4~7 dB(A) 증가하게 되므로 군용 항공기의 경우는 소음평가시에 지속시간에 대한 보정이 반드시 필요한 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 민간 항공기와 군용 항공기 소음의 측정 및 평가방법에 대한 문제점을 고찰하였으며, 이를 통하여 도출된 개선점을 요약하면 다음과 같다.

1) 민간 항공기 소음이나 군용 항공기 소음은 모두 소음 계의 동특성 영향을 받는 것으로 확인되었다. 특히 군용 항공기 소음을 빠름(Fast)으로 하여 측정하게 되면 민간 항공기소음보다도 약 2~4 dB(A) 정도 더 큰 소음도가 *WECPNL*값에 반영되는 것으로 조사되었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 민간 항공기나 군용 항공기의 정확한 소음평가를 위해서는 동특성을 빠름(Fast)으로 설정하여 측정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

2) 등가 소음도를 측정하여 항공기 소음을 평가하는 방식은 민간 항공기 소음평가시에는 적절하지만, 이를 군용 항공기 소음에 적용하여 평가할 때에는 상당한 오차가 포함되는 것으로 확인되었다. 따라서 군용 항공기 소음 평가시에는 등가소음도를 측정하여 평가하는 것은 바람직하지 않다고 사료된다.

3) 민간 항공기 이·착륙지점에서의 소음 지속시간은 대체로 30초 미만이며, 군용 항공기의 소음 지속시간은 대부분 30초를 초과하는 것으로 조사되었다. 따라서 민간 항공기의 경우는 지속시간에 대한 보정이 필요치 않으나, 군용 항공기의 경우는 소음평가시에 지속시간에 대한 보정이 반드시 필요한 것으로 사료된다.

이상의 결론을 종합하여 볼 때, 환경부에서 고시한 소음·진동공정시험방법에 명시되어 있는 항공기 소음의 측정 및 평가방법에 대한 일부내용의 개정이 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- (1) 정학진, “항공기 소음피해 구제에 관한 법적 문제점”, 저스티스 통권 제70호, pp. 289~306
- (2) 환경부, 소음·진동공정시험방법, 2003
- (3) 환경부, 항공기 및 철도 소음의 환경기준 설정에 관한 연구, 2001
- (4) Smith, Michael J. T, Aircraft noise, Cambridge University Press, Cambridge, 1989
- (5) J.S. Anderson and M. Bratos-Anderson, Noise its Measurement, Analysis, Rating and Control, AVEBURY, 1993