

연구논문

항공기 소음모델의 정합성 평가를 통한 소음지도 작성

임봉빈* · 김주인* · 이규성* · 홍현수* · 김선태**

(주)나인에코*, 대전대학교 환경공학과**

(2011년 8월 13일 접수, 2011년 11월 7일 승인)

Noise Contour Map Designed from Validation Study of Model for Predicting Aircraft Noise

Bongbeen Yim* · Joojin Kim* · Kyusung Lee* · Hyunsu Hong* · Suntae Kim**

NINECO Inc.*, Department of Environmental Engineering, Daejeon University**

(Manuscript received 13 August 2011; accepted 7 November 2011)

Abstract

Aircraft noise model such as FAA Integrated Noise Model(INM) has recently been used for forecasting the impact of noise in a residential area near an airport and quantifying the effect of various options for noise mitigation. The noise modeling should be reliable and precise in order to ensure the quality of the results provided. In this study, the validation of the noise levels simulated by the INM against measurement data recorded continuously at multiple monitoring sites was discussed. As a result of validation, the quality of the input data used as a fixed point profiles for the INM was enhanced. The noise contour maps were designed as a way to evaluate the aircraft noise of the vicinity of the airfield. The results of this study indicate that the validation of aircraft noise model by the measurement data would be required for the accurate assessment of the aircraft noise levels.

Keywords : aircraft noise, noise contour map, integrated noise model, model validation, WECPNL

1. 서론

소음은 인간의 청각기관을 자극하여 피해를 주거나 인간이 생활하는 환경에 직접적으로 영향을 주는 대표적인 감각공해로 알려져 있다. 따라서, 소음공해에 노출될 경우 피해지역의 주민은 바로 그 현상

을 인지하지만, 그에 대한 대책은 제한적인 것이 특징이다. 항공기 소음은 피해를 미치는 영향범위가 광범위하고 주파수 특성 때문에 신체적인 영향뿐만 아니라 정서적, 심리적인 영향도 수반함으로 그 피해를 정량화하는 것은 어려운 실정이다.

이러한 공항 주변의 소음피해를 줄이기 위해 정부

및 관련기관에서는 항공기 운항방식의 개선, 방음 시설 설치, 관련법 제정 및 개정 검토 등의 대책을 수립하고 있다. 이와 같은 대책에도 불구하고, 군용 공항의 인접지역과 항로주변에서 생활하는 주민들은 군용 항공기의 운항으로 발생하는 소음에 의한 신체 및 재산상 피해를 호소하고 있으며, 이와 관련된 민원도 증가하고 있는 추세이다.

한편, 군용 항공기의 경우, 비행경로, 비행횟수, 비행속도 및 비행패턴 등의 변화가 다양하고 불규칙하게 나타나고 있기 때문에 피해를 미치는 영향 범위를 산정하는 데 어려움이 있다. 또한, 군용 항공기를 대상으로 한 측정 및 평가방법이 정립되어 있지 않고 소음관련법 등 법적기준도 명확하게 설정되어 있지 않다.

군용 항공기에 의해 유발되는 소음의 영향을 파악하고, 관련 측정 및 평가방법의 확립에 대해 필요성이 대두되고 있는 상황에서 항공기 소음을 객관적으로 평가하여 저감방안을 도출하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다(이준호, 2005; 김미진, 이병찬, 2007; 김봉석 등, 2007; 이진영 등, 2009). 군용 항공기에 의한 소음은 기종 및 이착륙 중량, 항공기 운항횟수, 풍향 및 온도차 등의 기상조건, 항공기의 이착륙 각도 및 경로, 항공기 run up(엔진점검 등을 위한 시운전) 등의 요인에 의하여 그 크기가 결정되는 것으로 알려져 있다(한국환경정책평가연구원, 2002). 그러나 일반적으로 군용 항공기 소음의 영향권을 산정하기 위해 모델에 의한 예측평가 결과를 이용할 경우 위와 같은 다양한 요인을 정확하게 반영하는 과정에서 불명확한 점이 존재할 수 있기 때문에 실제 군용공항 주변에서 측정된 실측소음도와 차이가 발생하는 경우가 많다.

따라서, 본 연구에서는 조사대상지역의 소음현황을 파악하기 위하여 군용 항공기에 의해 발생하는 소음을 연속 및 비연속측정지점을 선정하여 측정하였으며, 항공기 소음평가모델인 INM(Integrated Noise Model)을 이용하여 시뮬레이션 된 소음도 예측결과와 비교하는 과정을 통해 INM의 적합성을 평가하였다. 그리고 적합성 평가를 통해 얻어진 결

과를 이용하여 소음도를 예측한 후, 소음지도를 작성하여 대상지역의 항공기 소음을 평가하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 항공기 소음 측정

1) 소음 측정지점 및 비행경로

군용 항공기의 소음측정은 ○○비행장을 대상으로 사전 예비조사를 통해 군용 항공기의 주요 비행 경로와 운항특성에 따라 항공기 소음에 직접적인 영향을 받을 수 있거나 소음영향평가에 참고가 될 것으로 판단되는 지점을 선정하였다. 구체적으로는 24시간 동안 연속적으로 소음도 측정하기 위한 연속측정지점 6곳(A~F)과 조사지역을 비행하는 항공기의 비행특성을 파악하기 위한 비연속 측정지점 21곳(1~21)을 선정하였다. Figure 1에 공항 활주

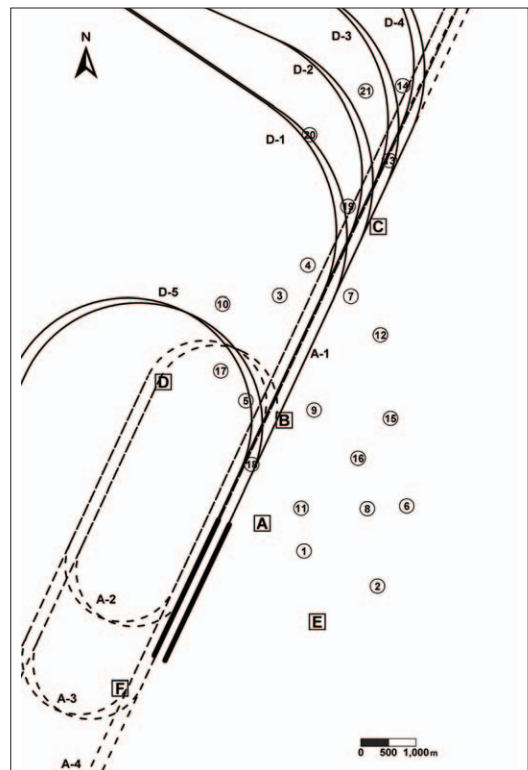


Figure 1. Monitoring sites for measuring noise(□: continuous monitoring, ○: discontinuous monitoring and main flight paths(line: take off, dotted line: landing).

로, 연속 및 비연속 소음 측정지점의 위치와 비행경로를 나타내었으며, 비행경로는 이륙(D-1~D-5) 및 착륙(A-1~A-4) 경로를 표시하였다. 조사 대상 지역에서 비행하고 있는 군용 항공기의 기종은 대부분 KF-16으로 조사되었다. 비행패턴은 이륙, 착륙(장주비행을 포함), 통과 및 touch-and-go (TGO) 등 4개로 조사되었으며, 빈도가 가장 많은 경우는 이륙으로 조사되었다. 이착륙의 경우, 조사 기간 중 활주로 이용방향별 비행횟수는 전체 571회 중 북쪽방향이 64.6%이고, 남쪽방향이 35.4%로 나타났다.

2) 소음측정 및 소음평가레벨

항공기 소음측정은 국내 소음진동공정시험기준(환경부, 2010)에 준하여 실시하였다. 구체적으로 소음계(SVANTEK, SVB 943/953, 폴란드)는 소음진동공정시험기준에 제시된 규정을 만족하는 제품을 사용하였으며, 소음계의 청감보정회로는 A특성으로 고정하였고, 소음계의 동특성은 slow를 선택하였다. 소음계는 측정 전에 TYPE 1의 표준음 발생기(SVANTEK, SV30A, 폴란드)를 사용하여 측정 감도를 교정하였다.

항공기 소음평가레벨은 지점별 \overline{WECPNL} 을 다음과 같은 과정을 통해 산정하였다. 1일 단위로 항공기 통과시에 측정 및 기록된 자료에서 최고 소음도를 추출하여 일평균 최고소음도(\overline{L}_{max})를 구하고, 1일 단위의 WECPNL 및 \overline{WECPNL} 을 구한다(환경부, 2010).

$$\overline{L}_{max} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \right], dB(A) \quad (1)$$

여기서, n은 1일 중의 항공기 소음 측정횟수이며, L_i 는 i번째 항공기 통과시 측정, 기록한 소음도의 최고치이다.

$$WECPNL = \overline{L}_{max} + 10 \log N - 27 \quad (2)$$

여기서, N은 1일간 항공기의 등가통과횟수($N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)$)이다.

$$\overline{WECPNL} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{m} \right) \sum_{i=1}^m 10^{\frac{WECPNL_i}{10}} \right] \quad (3)$$

여기서, m은 항공기 소음 측정일수이며, $WECPNL_i$ 는

i일째 WECPNL값이다.

2. 항공기 소음평가 모델(Integrated Noise Model, INM)

본 연구에서 항공기 소음평가 모델은 미연방항공국(Federal Aviation Administration, FAA)이 공표한 INM 6.2a를 사용하였다. 항공기 소음 공간 분포는 조사지역 내 항공기 소음측정결과와 실측한 비행횟수, 비행경로 및 비행패턴 등 운항 특성자료를 바탕으로 운영한 INM 결과를 이용하여 해석하였다.

III. 연구 결과 및 고찰

1. 소음 측정 결과

공항 활주로 주변에 설정된 연속측정지점에서는 총 7일간(1일~3일째는 훈련상황, 4일~7일째는 평상시 상황임) 실시간으로 항공기 소음을 측정하여 소음계에 내장된 기록장치에 1초 간격으로 저장하였다. 연속적으로 측정 및 저장된 소음도의 시간적 변화량을 분석하여 항공기 운항에 의해 발생한 최고 소음도(L_{max})를 추출하였다. 우선, 주변지역에 영향을 가장 많이 미칠 것으로 생각되는 이륙시의 측정지점별 L_{max} 값의 분포를 Figure 2에 나타내었다. A와 B지점의 경우 L_{max} 값의 범위가 각각 88.5~109.3dB(A)와 89.4~108.6dB(A)로 나타났으며, 다른 지점보다 L_{max} 값의 변화폭이 적게 나타났다. 이것은 이 지점들이 활주로에 바로 인접해 있으며, 이륙경로에 위치하였기 때문에 이륙시 다른 지점보다 일정한 소음현황이 반영된 것으로 생각된다. 한편, C 및 D지점의 경우 항공기가 이륙 후 경로(D-1~D-5)를 변경하는 위치에 있는 측정지점으로 이륙 후 경로에 따라 소음도의 변화가 반영되어 나타났다. 특히 C지점은 4개의 비행경로에 따라 소음도의 변화가 반영되어 중앙값을 기준으로 상하 25% 값의 범위가 다른 지점보다 큰 특징을 보이고 있다. 또한, 활주로 남쪽방향에 위치한 F지점의 경우, 이륙방향에 따라 소음도의 편차가 크게 나타난

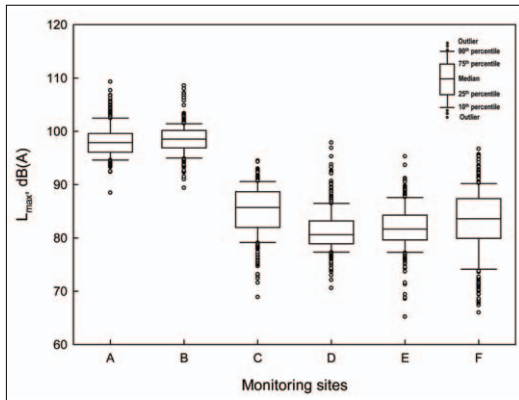


Figure 2. Box plot of Lmax measured at continuous monitoring sites.

것으로 생각되며, 중앙값을 기준으로 측정값의 범위가 크게 나타났다.

추출된 L_{max} 의 평균값과 시간대별 가중치를 고려한 비행횟수를 이용하여 \overline{WECPNL} 및 을 산정하고, 측정지점별로 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. 전체적인 경향을 보면, 항공기의 등가통과횟

수가 많이 관측된 훈련시의 WECPNL이 평상시보다 높게 나타났다. 또한, 활주로에 가깝게 위치하고 있으며 가장 큰 소음발생 특성이 나타나는 이착륙시의 경로에 위치한 A와 B(북쪽방향으로 이륙시) 및 F(남쪽방향으로 이륙시)의 WECPNL이 높게 나타났다. 특히, F지점의 경우 훈련시 평균 L_{max} 값은 평상시보다 낮게 나타났지만, 22:00~07:00에 해당하는 야간비행횟수가 227회로 다른 지점보다 많이 관측되어 WECPNL이 높게 나타난 것으로 생각된다. 그리고 4일째(평상시)의 경우에는 등가통과횟수가 훈련시와 비교하여 적지만, 이착륙 방향이 100% 남쪽으로 기록되어 F지점의 소음도(평균 L_{max} : 102.1dB(A), WECPNL: 98)가 높게 나타났다.

한편, 측정기간 중 6개 연속측정지점의 \overline{WECPNL} 은 83~96으로 나타나 군용 항공기소음과 관련하여 국방부에서 입법예고한 소음대책사업의 기준인 75WECPNL(공공시설) 및 80/85 WECPNL(개인주택)을 초과하는 결과가 나타났다(국방부, 2012).

항공기 소음은 하늘이라는 자유공간에서의 소음

Table 1. Comparison of \bar{L}_{max} , N, WECPNL, and calculated from measurement data at continuous monitoring sites

Site		1 st day	2 nd day	3 rd day	4 th day	5 th day	6 th day	7 th day	\overline{WECPNL}
A	\bar{L}_{max}	96.8	97.0	96.1	96.8	96.7	94.7	95.6	96
	N*	834	783	656	406	230	308	180	
	WECPNL	99	99	97	96	93	93	91	
B	\bar{L}_{max}	97.2	97.4	97.1	94.8	97.9	89.5	96.5	96
	N*	746	749	626	281	219	279	156	
	WECPNL	99	99	98	92	94	87	91	
C	\bar{L}_{max}	86.7	86.6	87.0	85.8	87.4	85.8	87.5	85
	N*	667	599	552	248	152	206	88	
	WECPNL	88	87	87	83	82	82	80	
D	\bar{L}_{max}	82.5	83.4	82.9	87.2	85.0	82.0	82.7	83
	N*	704	725	622	185	191	181	163	
	WECPNL	84	85	84	83	81	78	78	
E	\bar{L}_{max}	84.0	83.3	83.4	87.9	83.6	85.8	82.3	83
	N*	798	728	637	162	174	136	119	
	WECPNL	86	85	84	83	79	80	76	
F	\bar{L}_{max}	85.4	87.2	88.7	102.1	93.5	99.7	93.4	93
	N*	1,034	1,380	1,042	181	364	149	212	
	WECPNL	89	92	92	98	92	94	90	

*: N stands for a value calculated by the following equation: $N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)$, where N_1 is the number of aircraft between 0:00 and 7:00, N_2 the number between 7:00 and 19:00, N_3 the number between 19:00 and 22:00 and N_4 the number between 22:00 and 24:00.

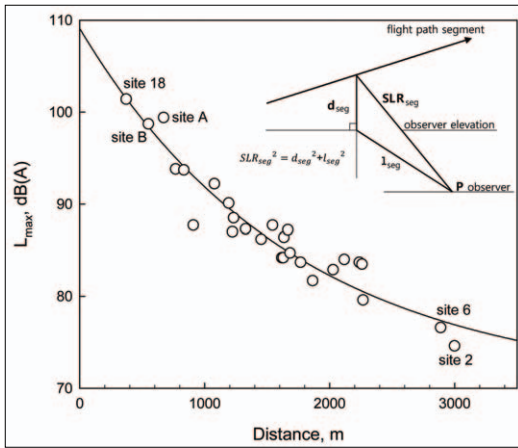


Figure 3. Relationship of distance from flight path segment and L_{max} measured at monitoring sites. Inset figure represents profile for the determination of slant distance.

발생 및 전파로 피해면적이 넓고, 고도에 따라서 주변지역에 미치는 소음도가 달라질 수 있는 특징을 가지고 있다. INM을 이용한 항공기 소음 예측 시 영향 변수에 관하여 연구한 결과(김미진과 이병찬, 2007)를 보면, 고도에 따라 예측소음도가 변화되었지만, 그 변화가 일정하지 않아 고도변수가 예측소음도에 미치는 직접적인 영향은 적은 것으로 보고 하였다. 그러나 선회고도에 변화에 따른 소음영향을 분석한 연구 결과(이진영 등, 2009)에서는 선회 고도가 높아질수록 선회 경로내의 지점들에서 소음 영향권역이 감소하는 것으로 나타났다.

따라서, 본 연구에서는 고도에 따른 측정지점(연속 및 비연속 27개 지점)과의 거리와 측정소음도 (L_{max})와의 관계를 알아보기 위해 Figure 3(Inset)에 나타낸 것처럼 비행경로에서 지면에 수직하는 점과의 거리(고도, d_{seg})와 측정지점(P)과의 거리(l_{seg}) 관계를 이용하여 비행경로와 측정지점과의 경사거리(slant distant, SLR_{seg})를 산정하였다(FAA, 1999). 그리고 산정된 거리와 각 측정지점별 소음측정결과(평균 L_{max})와의 관계를 Figure 3에 나타냈다. 이 결과를 보면, 이륙비행경로와 측정지점과의 거리가 멀수록 소음도가 낮아지는 경향을 나타내고 있다. 특히, 활주로에 가장 가까워 측정지점과의 거리가 가장 가까운 연속측정지점 A(671m)와 B(549m)

및 비연속측정지점 18(372m)의 경우, L_{max} 값이 각각 99.4, 98.7, 101.4dB(A)로 나타난 반면에 가장 거리가 먼 비연속측정지점 2(2,999m)와 6(2,888m)의 경우, L_{max} 값이 각각 74.6, 76.6dB(A)로 나타났다. 이러한 연구결과를 바탕으로 이륙뿐만 아니라 선회비행 등 군용 항공기가 피해영향을 받을 수 있는 주거 밀집지역을 비행할 경우에는 충분히 고도를 높이거나 비행항로를 변경하여 피해지역과의 거리를 가능한 한 멀리 유지하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

2. INM의 정합성 검토

INM에서는 항공기가 이륙과 착륙 등 비행이 이루어 질 때 비행경로별 여러 지점에서의 거리, 고도, 속도 및 추진력 등에 관한 fixed-point 프로파일을 기본적으로 제공하고 있으며, 사용자에 의해 수정 또는 추가가 가능하다. 항공기 비행과 관련된 fixed-point 프로파일을 작성하기 위한 바람직한 방법은 대상 항공기의 항적자료 및 비행패턴별 비행조작과 관련된 다양한 자료 등을 이용하는 것이지만, 군용항공기의 특성상 이와 관련된 자료를 입수하는 것은 곤란하다.

따라서, 항공기 소음지도를 작성하기 위해 INM의 기본 프로파일을 이용하여 주변 소음도를 추정할 수 있지만, 항공기 소음의 특성상 영향을 미치는 범위가 넓고, 비행경로, 비행패턴 및 비행추력 등의 변화가 심하기 때문에 모델결과가 항공기 소음에 의해 영향을 받는 노출지역의 소음 현황을 정확하게 반영하고 있다고 할 수 없다. 이러한 한계를 보완하기 위해 실제 현장측정을 통해 공항주변 및 비행경로 상에 있는 27개의 연속 및 비연속측정지점에서 측정된 소음도와 INM 결과를 비교하여 정합성을 검토하였다. INM의 정합성을 검토하기 위해 비행경로가 일정하고, 소음도가 높아 주변지역에 미치는 소음도의 비중이 클 것으로 생각되는 이륙시의 자료를 이용하였다. 즉, 이륙시 측정된 실측 소음도와 INM 기본 프로파일(F-16기종의 경우 standard1과 noisemap2) 결과 및 수정된 프로파

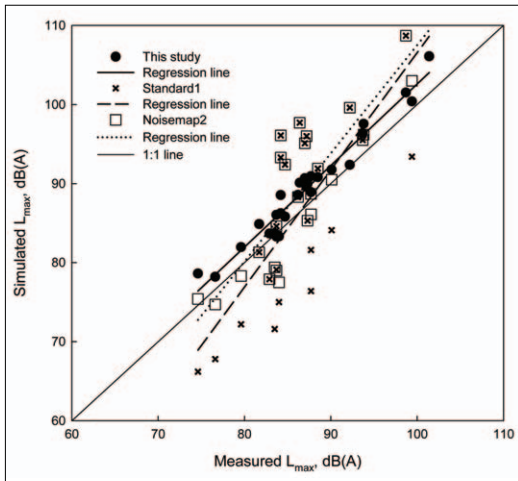


Figure 4. Parity plot between measured and simulated L_{max} with the default flight profiles or corrected profile for INM.

일을 이용하여 얻어진 INM 결과를 비교하였다. INM 기본 프로파일은 전혀 보정되지 않은 기본 값으로, standard1과 비교하여 noisemap2는 항공기의 무게와 이륙 후 afterburner의 사용여부에 따라 추력 요소가 추가된 것이다(FAA, 1999).

Figure 4는 실제 측정된 측정지점별 평균 L_{max} 값과 INM 기본 프로파일 및 수정된 프로파일 이용하여 시뮬레이션 한 결과를 비교한 것이다. INM 수정 프로파일의 경우, 비행속도, 고도 및 추력을 시행착오(trial and error)법으로 변화시키면서 fixed-point 프로파일을 생성하는 과정을 통해 27개 지점의 실제결과와 유사하도록 보정하였다. 이 과정에서 fixed-point는 기본적으로 7개가 지정되어 있지만, 본 연구에서는 측정지점의 위치를 고려하여 fixed-point를 10개로 세분화시켜 비행속도, 고도 및 추력을 상세하게 조정함으로써 측정지점의 소음도가 잘 반영되도록 하였다. Figure 4의 결과를 보면, 본 연구를 통해 수정된 프로파일을 이용하여 예측한 모델결과(simulated $L_{max} = 1.03 \times$ measured L_{max} , $R = 0.977$)가 실제 측정결과와 유사하게 나타났다. 그러나 시행착오법을 통해 프로파일의 변수를 보정한 결과, 실제 측정결과보다 약간 과대평가되는 경향을 나타내었다.

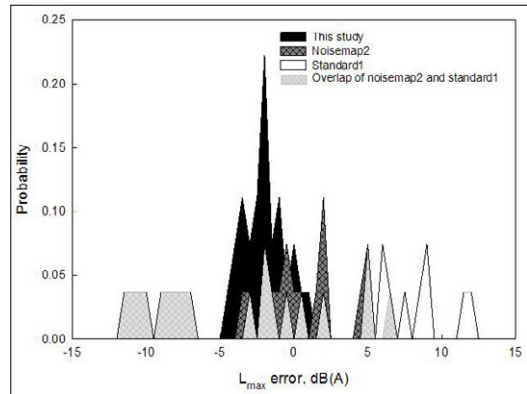


Figure 5. Error between measured and simulated L_{max} with the default fixed point profiles or corrected profile for INM.

Figure 5는 측정지점에서 실측한 평균 L_{max} 자료와 INM 기본 및 수정 프로파일에 의해 시뮬레이션 된 자료와의 오차(error)를 계산하여 분포도로 나타낸 것이다. INM 기본 프로파일인 standard1과 noisemap2는 오차범위가 각각 $-11.9 \sim 11.3$ dB(A)와 $-11.9 \sim 6.5$ dB(A)로 나타나 실측과의 차이가 넓은 범위에 분포하고 있는 것으로 나타난 반면에, 수정된 프로파일의 경우에는 $-4.7 \sim 0.7$ dB(A)로 오차범위가 좁게 나타났으며, 0에 가까운 부근에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 따라서, 이륙상황에 대해서 수정된 프로파일을 이용하여 INM 모델을 운영하여 얻어진 소음도 평가결과가 대상지역에 미치는 항공기 소음영향을 적절하게 설명할 수 있음을 알 수 있었다.

위의 정합성 검토를 통해 얻어진 INM 수정 프로파일을 이용하여 예측한 연속측정지점에서의 WECPNL과 시간대별 비행횟수, 비행패턴 및 소음도 실측자료 등의 자료를 이용하여 계산한 WECPNL을 비교하였다. Figure 6을 보면, 수정 프로파일을 이용하여 예측한 WECPNL이 실제 측정된 소음도를 이용하여 계산한 WECPNL과 비교할 때 소음도 및 거리에 관계없이 편차가 약 5% 미만으로 양호한 상관관계를 나타내고 있다. 한편, 기본 프로파일을 이용한 경우, 편차가 다소 크게 나타나 INM을 이용하여 소음도를 예측할 경우에는 실측결과를 반영하여 프로파일을 수정하여 이용하는 것이 바람직할 것

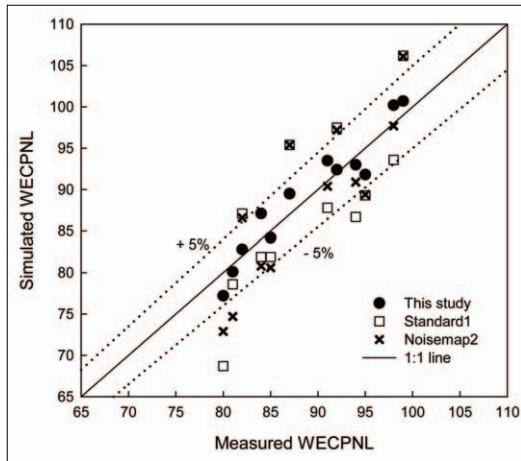


Figure 6. Comparison of WECPNL measured at continuous monitoring sites and simulated with the default fixed point profiles or corrected profile for INM.

로 생각된다. 또한, 이륙시의 L_{max} 값으로 비교한 Figure 4의 결과에서는 예측결과가 다소 과대평가되는 경향이 나타났지만, 예측된 WECPNL의 결과는 전체적으로 과대 또는 과소평가되는 경향이 나타나지 않았다. 이렇게 정확성 평가를 통해 실제 측정결과를 반영한 INM 프로파일을 이용한다면, 실제로 광범위한 측정을 수행하지 않더라도 항공기 소음에 의해 피해영향을 받을 수 있는 지역의 소음도를 실제 소음도와 유사하게 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

3. 소음지도에 의한 항공기 소음평가

항공기 소음에 의해 피해가 예상되는 지역의 소

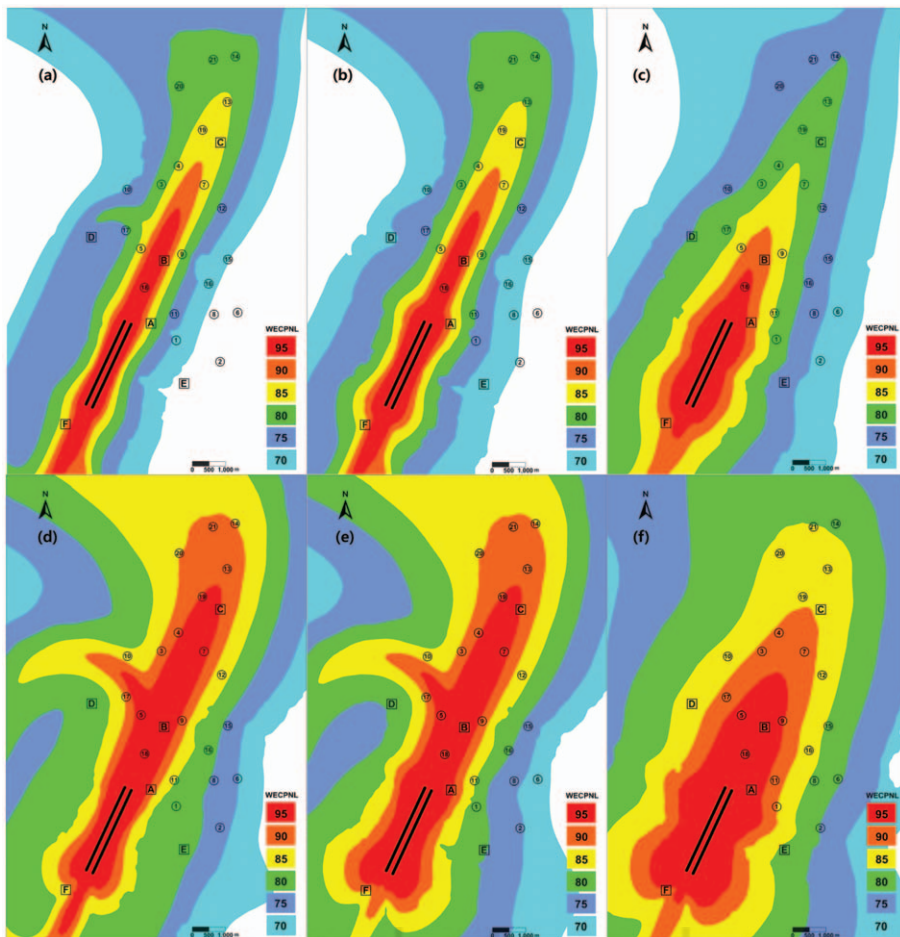


Figure 7. Noise contour maps simulated by INM with different fixed point profiles. (a) usual day: standard1, (b) usual day: noisemap2, (c) usual day: this study, (d) training day: standard1, (e) training day: noisemap2, (f) training day: this study.

음변화를 예측하기 위해서는 장기간 여러 지점에서 측정을 수행하여 얻어진 평균자료를 가지고 소음도 분포를 작성하는 것이 바람직하다. 그러나 실제로 공항주변의 광범위한 지역을 대상으로 측정을 수행한 후 측정자료를 바탕으로 소음분포도를 작성하여 피해지역을 산정하거나, 향후 대책을 수립 후 효과를 평가하는 데는 어려움이 있다(민지훈 등, 2000). 본 연구에서는 대상지역에서 측정된 항공기 소음자료와 항공기 관련자료(항공기 사양, 운항자료, 비행 경로, 비행경로별 횟수), 공항관련 자료(활주로 배치, 활주로별 이용빈도 등) 및 기후조건 등 소음도 계산에 필요한 요소로 이용하여 예측값을 산출하고 그 결과를 소음지도로 나타내었다.

Figure 7은 INM 기본 프로파일 및 본 연구에서 정합성 평가를 통해 수정된 프로파일을 이용하여 예측한 평상시와 훈련시의 소음지도이다. 전체적인 경향을 보면, 등가통과횟수가 많이 기록된 훈련시의 WECPNL이 평상시보다 보다 넓은 면적에 소음 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 훈련시 75 WECPNL 이상이 차지하는 소음 노출면적은 기본 및 수정 프로파일에 따라 다르지만 대상지역의 면적 126km² 중 105~117km²(83~92%)으로 평상시의 60~68km²(48~54%)보다 훨씬 넓은 면적을 차지하고 있다. 이 지역의 경우, 1년 중 훈련기간이 길지 않지만, 훈련시의 항공기 소음에 의해 피해를 받을 수 있는 지역의 범위가 넓기 때문에 비행횟수, 비행고도, 비행항로 등의 조정을 통해 피해지역의 범위를 최소화 할 필요가 있다.

한편, INM에서 기본으로 제공하는 프로파일과 본 연구에서 정합성 평가를 통해 수정된 프로파일을 이용하여 소음도(WECPNL)를 예측한 결과를 비교해 보면, 기본 프로파일을 이용한 경우에는 소음지도의 모양이 이륙시 비행항로 방향으로 길게 나타난 반면에 수정된 프로파일을 이용한 경우에는 비행항로를 중심으로 좌우방향으로 넓게 나타난 것이 특징이다. 이러한 소음분포가 나타난 이유로는 수정된 프로파일 작성시, 실측한 연속측정지점의 소음도를 반영하기 위해 이륙시 추력을 높이고, 비

행속도를 줄였기 때문이며, 기본 프로파일을 이용한 경우, 비행항로를 따라 길게 소음분포가 이루어진 것은 비행속도가 빠르고 이륙 후 비행고도가 낮게 설정되었기 때문이다. 이렇게 현장에서 측정된 소음자료를 반영하여 측정되지 않은 다른 지점의 소음도를 예측한다면, INM 기본 프로파일의 사용으로 지점에 따라 소음도가 과대/과소평가 될 수 문제점을 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 결론

본 연구는 군용 항공기에 의해 발생하는 소음도를 예측하고 대상지역의 소음지도를 작성하기 위해 수행되었다. 소음피해가 예상되는 지역을 대상으로 군용 항공기에 의해 발생하는 소음을 연속 및 비연속측정지점을 선정하여 측정한 후, 항공기 소음평가모델인 INM으로 시뮬레이션 하여 얻어진 예측 소음도를 비교하는 과정을 통해 INM의 정합성을 평가하였다. 그리고 정합성 평가를 통해 얻어진 결과를 이용하여 소음도를 예측한 후 소음지도를 작성함으로써 대상지역의 항공기 소음분포를 평가하였다.

군용 항공기의 경우, 비행경로, 비행횟수, 비행속도 및 비행패턴 등의 변화가 다양하고 불규칙하게 나타나고 있기 때문에 항공기 소음평가모델인 INM에서 기본적으로 제공하고 있는 fixed point 프로파일을 이용할 경우, 실제 소음도 현황을 반영하는 데는 다소 어려움이 있는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 실제 소음도 측정값을 반영한 수정된 프로파일을 이용하여 INM에 의한 시뮬레이션을 수행함으로써 실제 소음도 현황과 유사한 결과를 도출할 수 있었다. 또한, 이러한 과정을 거쳐 피해 대상지역의 소음지도를 작성한다면 INM 기본 프로파일의 사용으로 피해 지역의 소음도가 과대/과소평가 될 수 있는 문제점을 해결할 수 있어 정확한 피해영향권을 산정하는 데 도움이 될 것으로 생각된다. 그러나 측정소음도를 반영시키기 위해 INM 프로파일을 생성하는 과정이 아직까지

명확하게 정립되어 있지 않기 때문에 앞으로 현장 실측자료를 반영한 INM fixed point 프로파일을 생성시키는 작업을 최적화 할 수 있는 방안의 수립에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 국방부, 2012, 군용비행장 등 소음방지 및 소음대책 지역 지원에 관한 법률 제정(안).
- 김미진, 이병찬, 2007, 군용항공기 소음예측시 오차저감에 관한 연구, 한국소음진동공학회논문집, 17(3), 249-256.
- 김봉석, 장서일, 이연수, 2007, 군용항공기의 예측 최고소음도와 측정된 최고소음도의 비교를 통한 WECPNL의 산정에 관한 연구, 한국소음진동공학회 2007년 춘계학술대회논문집,
- 민지훈, 김정태, 손정근, 2000, 항적자료를 이용한 공항소음 피해예측, 한국소음진동공학회지, 10(5), 792-799.
- 이진영, 이찬, 길현권, 2009, 군용항공기의 운항 경로 변경에 따른 소음영향 및 저감 평가, 한국환경영향평가학회지, 21(2), 143-150.
- 이준호, 2005, 군용항공기 소음평가 단위에 관한 연구, 한국소음진동공학회논문집, 15(5), 550-557.
- 한국환경정책평가연구원, 2002, 군용 항공기 소음 기준(안) 설정에 관한 연구, 한국환경정책평가연구원.
- 환경부, 2010, 소음진동공정시험기준, 항공기 소음 한도 측정기준, 환경부.
- FAA, 1999, Integrated Noise Model(INM) 6.0 User's Guide, Federal Aviation Administration(FAA).

최종원고채택 12. 11. 09