

항공기소음예측에 관한 연구

- 태안비행장 중심으로 -

김도현*, 박수복**, 송병흡***

A Study on Prediction of Aircraft Noise in Tae-an Airfield

D. H. Kim, S. B. Park and B. H. Song

Abstract

Hanseu University's Tae-an Airfield was opened in July, 2005 for aeronautical education such as aircraft flight, air traffic control, avionics, etc., and will play an important part as a base for local economic and industrial developments. On the contrary, the aircraft noise from the airfield will give an impact against the vicinity of the airfield and become a big issue which the airfield authority has to solve.

The aim of this study is to analyse the aircraft noise contour in vicinity of the airfield and to make understand the people around the airfield how much the aircraft noise will have an effect on. For the prediction of the aircraft noise in the local area, this study showed the method to assess the aircraft noise in the developed countries for aviation, and the result to compute WECPNL by INM 6.1 after encoding the various data including environmental input data, tract, and profile.

The major results of the study can be summarized as follows ;

While the area with influence contour of noise from 75 to 80 WECPNL is 0.555km², the area from 80 to 85 is 0.343km², and the area with influence contour of noise over 85 WECPNL is 0.163 km². In addition, there are 4 houses in the contour over 85 WECPNL and the inhabitants(10 people) in this area will have effect from the noise. Therefore Tae-an airfield authority is preparing the noise-prevention method or noise abatement program. Finally, according to the noise contour, it is one of the best way of decreasing the effect of aircraft noise that 33 runway is assigned as calm-wind runway because there is no resident in the area around 15 threshold.

Key Words : Aircraft Noise, INM, WECPNL, Noise Contour, Profile

I. 서론

국민소득증가로 생활수준이 향상되면서 주변 환경에 대한 관심과 생활의 질적 향상에 대한 요구가 날로 증가되고 있다. 그러나 환경에 대한 관심과 생활의 질적 향상 간에는 동전의 앞뒷면과 같이 공

* 한서대학교 항공교통관리학과 조교수

** 한서대학교 항공운항학과 부교수

*** 한국항공대학교 항공운항학과 부교수

존하지 못하고 적절한 사회적 합의점을 찾아야 하는 부분이 있다. 그 한 예가 비행장이다.

오늘날의 비행장은 관련 산업발전에 동기를 부여해주기도 하고, 주변 도시에 대한 지역경제의 활성화 및 지역발전의 원동력으로 작용하기도 한다. 또한 시간과 공간을 단축시키는 편리한 교통수단이자 국민의 심신을 이완시켜주는 관광 및 레저의 한 수단인 항공기가 운항할 수 있는 근간으로써 비행장은 다양한 역할을 수행하고 있다. 반면, 소음이라는 원치 않는 형태의 음을 발생시키기도 하고 인근 지역의 토지이용을 제한함으로써 일어나는 집단 민원의 대상이 되기도 한다.

항공기소음은 하늘에서 발생하기 때문에 피해면적이 넓고[1], 인위적 또는 자연적인 장애물의 방해 없이 대기 중에 자유로이 진행되는 특성을 가지고 있다. 또한 다른 소음에 비해 소음레벨이 높고, 항공기가 지상의 한 점을 통과할 때 소음의 주파수 특성도 시간과 위치에 따라 변하게 되는데 대체로 수음자에 접근시에는 고주파성분이 지배적이고 수음자 상공 통과시 저주파성분이 먼 거리까지 전달되기 때문에 더욱 시끄럽고 오래 지속되게 된다. 따라서 국내 일부 국제공항에서는 저소음 활주로의 사용이나 사람들이 항공소음에 민감해지는 야간에 운항을 규제하는 방법, 지정 고시된 구역별 방음시설 설치 등을 적용하고 있으나 이러한 방법들에 의한 효과는 사전에 예측하여 판단하기 어렵기 때문에 일정수준 이하로 소음을 감소시키지 못하고 있어 여전히 사회적 문제로 남아 있게 된다[2].

2005년 7월부터 비행장 운영에 들어갈 예정인 태안비행장은 항공 전반에 걸친 교육은 물론 지역경제의 기틀로서 그 역할을 하면서도 항공기소음에 대한 지역민의 이해를 구할 필요가 있다고 판단하고 비행장운영에 앞서 주변 항공기소음 영향권 내의 항공기소음을 구체적으로 분석하고자 본 연구가 수행되었다.

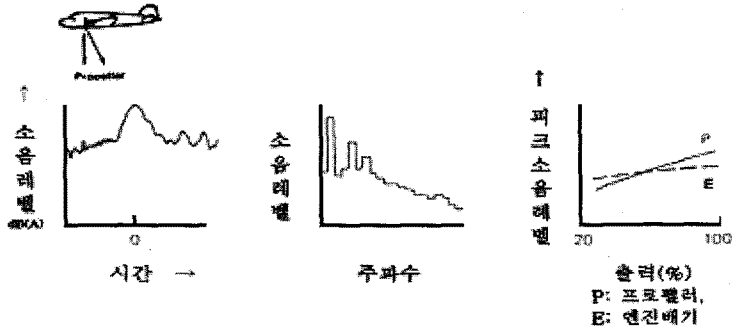
연구방법으로 먼저 항공기소음의 특성과 국내 항공기소음기준, 그리고 항공기소음평가방법에 대해 이론적인 고찰을 한 후, 항공기소음예측을 위한 연구설계를 위하여 태안군지역의 토지이용실태 및 지형/지물데이터를 수집하고, 이 지역의 10년치 기상데이터와 Cessna 172S(IO-360-L2A)항공기의 특성 및 운항 Track, Profile 등의 데이터를 조사하였다. 수집, 조사된 자료를 바탕으로 세계적으로 700개 이상의 기관에서 소음영향의 변화를 예측하는데 사용되는 INM 6.1 프로그램을 이용하여 태안비행장 주변 항공기소음등고선(Contour)을 작성하여 인근지역의 지형 및 주거환경과의 관계를 살펴본 후, 항공기소음에 따른 비행장 주변 소음영향예측을 분석하고 결론을 도출하였다.

II. 항공기소음의 이론적 고찰

1. 항공기소음

1) 항공기소음의 특성

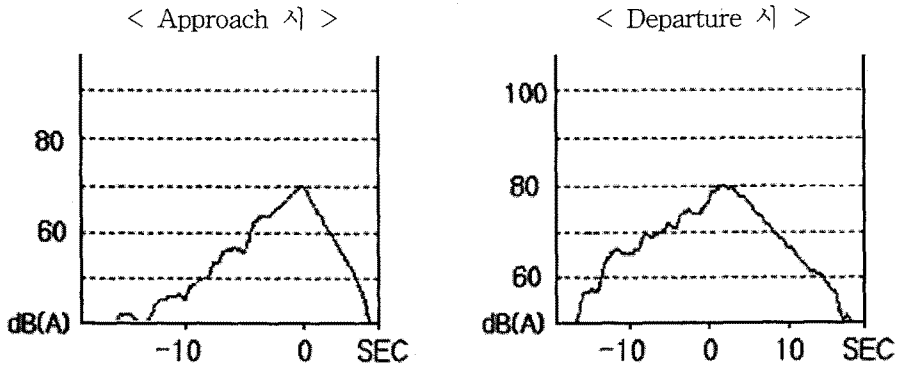
항공기에서 발생된 소음의 크기 및 주파수의 특성은 항공기에 장착된 엔진의 형식, 출력크기 등에 의해서 결정된다. Cessna 172S의 IO-360-L2A엔진은 피스톤엔진으로 소음원은 주로 프로펠러와 엔진에서 발생하며, 저속으로 운항하기 때문에 공기역학에 의한 동체소음은 무시할 수 있다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 항공기가 수음자 직상방에 위치했을 때 또는 통과직후에 최대 소음레벨이 나타나고 이때 주파수의 특성은 낮은 주파수대에서 소음레벨이 탁월하고 50~60%이상의 출력에서는 엔진소음보다는 프로펠러소음이 우세한 것을 알 수 있다[3].



자료 : Paul Nelson(1987), *Transportation Noise Reference Book*, p.19/14

<그림 1> 피스톤프로펠 항공기소음의 특성

이·착륙시 소음발생의 특성을 살펴보면 소음지속시간은 이륙할 때가 착륙할 때보다 일반적으로 소음도가 높고 지속시간도 길다. 이는 이륙시에 고출력 및 급상승으로 인하여 상대적으로 높은 소음도와 이에 따른 긴 소음지속시간을 보이게 되며, 착륙시에는 출력 및 고도를 낮추어 진입함에 따라 상대적으로 소음도가 낮고 주변 건물이나 지형지물 등에 의한 소음차폐 효과가 발생하기 때문으로 볼 수 있다. <그림 2>는 활주로말단으로부터 500m 지점에서 실측한 이·착륙 항공기의 시간변화에 따른 소음도 추이를 보여주고 있다.

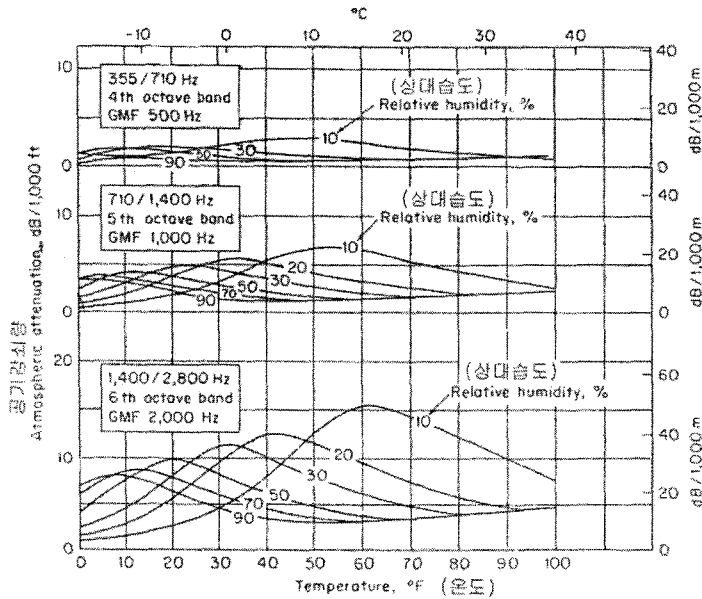


<그림 2> 프로펠러 항공기의 이·착륙시 시간에 따른 소음도

항공기소음은 장애물이 없는 넓은 공간으로 가정시, 인위적 또는 자연적인 장애물의 방해없이 대기 중을 자유로이 진행하기 때문에 소음으로 인한 피해면적이 넓다는 문제를 가지고 있으나 이러한 특성 때문에 다른 교통수단에 비해 컴퓨터에 의한 항공기소음분포모델이 비교적 정확하게 예측되는 측면도 있다.

2) 환경에 의한 항공기소음의 감쇠

공기는 음파가 전달될 때 공기분자의 점성에 의해 소리의 진동에너지가 열에너지로 변하게 되는 흡음특성을 지니고 있다 이러한 흡음감쇠는 기후환경 즉, 기온, 습도, 바람 등에 따라 변하게 되는데 <그림 3>에서 보는 바와 같이 주로 소음의 주파수가 크고 상대습도가 낮으면 그 감쇠효과가 크게 나타난다[4].



자료 : Leo L. Beranek(1992), *Noise & vibration control*, p.164-193

<그림 3> 온도, 습도에 의한 소음의 감쇠

INM 기술매뉴얼에서 제공하고 있는 대기중 소음감쇠와 관련하여 특정 기상상태에서도 소음예측데이터를 얻을 수 있도록 하였는데 다음의 식(1)과 같다[5].

$$AI_{ADJ} = 10\log_{10}[\rho c / 409.81] \quad (dB) \quad (1)$$

이때, $\rho c = 416.86 [\delta/\theta^3]$

$$\delta = [(P / 29.92)^{1/5.256} - (0.003566A / 518.67)]^{5.256}$$

$$\theta = [459.67 + T - 0.003566(A-E) / 518.67]$$

AI_{ADJ} INM NPD 데이터베이스에서 소음레벨(Level) 데이터에 추가된 소음감쇠보정치(dB),

- ρ 공기밀도
- c 음속
- δ 해수면에서 표준 일 기온에 대한 관측자 고도에서의 대기압의 비율,
- θ 해수면에서 표준 일 기온에 대한 관측자 고도에서의 절대기온의 비율,
- A 관측자 고도 MSL(ft),
- E 공항표고 MSL(ft),
- T 공항에서의 기온(°F),
- P MSL과 관련한 공항에서의 대기압(in-Hg).

바람이 불 때 보통 지표면 가까이는 점성저항 때문에 풍속이 작고 상공으로 올라갈수록 풍속이 증가한다. 음의 전파속도는 바람의 속도와 벡터합이 되며[1], 풍향과 일치하면 음선(sound ray)이 하향 굴절하고 풍향과 반대방향이면 상향굴절하여 소음레벨의 변화를 가져올 수 있다. 이렇듯 풍향, 풍속 또한 항공기 소음의 감쇠에 영향을 주는 요소이기는 하지만, 항공기는 무풍이나 정풍상태에서 운항하

는 특성이 있고, 선행연구****에서 소음원 직하에서 정풍 10kts일 때와 무풍일 때의 소음레벨의 차이는 약 1 dB이하로 무시할 수 있다는 전제하에, 태안비행장의 경우, 평균 풍속이 정풍으로 약 8 kts 정도가 됨에 따라 본 연구에서는 바람으로 인한 감쇠는 없다는 가정 하에 수행되었다.

2. 항공기소음평가

1) 항공기소음평가방법

항공기소음평가를 위한 모델의 개발은 주로 국가에서 추진하는 연구과제로 수행되어 왔으며 미국을 비롯한 항공선진국들은 자국의 환경기준과 사회적인 반응도를 조사하고 이에 따른 독자적인 평가방법을 수립하여 적용하고 있다.

국제민간항공기구(ICAO)는 1971년에 부속서 16을 제정하면서 WECPNL (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)을 항공기운항횟수, 운항시 소음도, 소음지속시간, 계절 등을 고려하여 지속되는 소음피해정도로 환산, 다수의 항공기에 의한 장기간 연속폭로소음의 척도로 제안하였고[6], 항공선진국들은 기본적으로 항공기소음의 특성을 평가하기 위해 각각소음레벨(PNL)을 적용하면서 다양한 소음단위를 사용하고 있는데, 미국과 뉴질랜드는 Ldn, 영국과 독일은 Leq(소음평가식에는 차이가 있음), 프랑스는 N 등을 사용하고 있고 일본과 우리나라는 ICAO 부속서 16에서 제시하였던 WECPNL을 변형하여 적용하고 있다.

<표 1> 주요 소음평가방법

소음평가방법	국가	모델의 형태	비고
NNI	영국	$\overline{PNL} + 24 \log_{10} N - 70$	환경변화에 따라 변화되어 1967년 이후 현재의 NNI 모델적용
\bar{Q}	독일	$13.3 \log \sum G_i \frac{T_i}{T} 10^{L_i/13.3} \text{ dB(A)}$	1971년 항공기 소음보호법 근거
NEF	미국	$\overline{EPNL} + 10 \log_{10} N - 88$	현재 Ldn 등 주마다 각기 다른 평가량 사용
N	프랑스	$\overline{PNL} + 10 \log_{10} (n_1 + 10n_2)t - 32$	1974년부터 현재의 모델적용
Kosten	네델란드	$20 \log_{10} \sum (n_i 10^{L_i/15}) - 157$	1979년 소음방지법에 근거 Kosten 교수제안
CNEL	캘리포니아 주	$10 \log_{10} \sum 10^{LA/10}$	1979년 주 항공기소음규제법 근거
WECPNL	ICAO	$\overline{EPNL} + 10 \log_{10} N - 39.4$	1971년 제안 - 1986년
WECPNL	대한민국, 일본	$L_A + 10 \log_{10} N - 27$	일본은 1972년에, 우리나라는 1992년 7월에 항공법에 규정

ICAO가 제안한 WECPNL은 운항기종이 많지 않던 과거에는 상당히 유용한 방법으로 소음의 지속시간과 순음성을 보정한 EPNL을 기초자료로 비행장 주변에 소음등고선을 작성하여 토지이용을 규제하는 목적의 평가량이다.

우리나라는 일본이 1972년에 개발한 WECPNL을 도입하여 사용하고 있는데, 이 방법은 소음계에서 직접 측정하여 얻은 값에 항공기 통과시간 즉 지속시간을 20초****로 보정하고 순음성을 생략하여

**** 송병홍(2002), 항공기소음 예측모형 구축에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문, p.111-113

얼은 식 (2)를 사용하여 여기에 1일간의 항공기운항횟수를 고려한 ECPNL을 적용한 후 다시 시간대별 가중치를 고려한 방법으로 식(3)과 같다.

$$PNL \approx dB(A) + 13 \quad (2)$$

$$WECPNL = L_A + 10 \log_{10} N - 27 \quad (N : \text{운항횟수}) \quad (3)$$

따라서 우리나라에서 적용하고 있는 WECPNL은 만일 항공기 1대마다의 최고소음도와 지속시간의 변동이 없고 1년간을 통하여 1일당 운항횟수가 거의 일정한 경우(예; 인천, 김포, 김해공항 등)는 ICAO의 방법과 일치한다고 볼 수 있다. 그러나 우리나라에서 적용하고 있는 식(3)은 근본적으로 ICAO에서 제시한 WECPNL의 옥타브분석이라는 복잡한 과정을 생략하였고 PNL과 dB(A)가 주파수 영역대에 따라 5 ~ 18 dB(A)까지 각기 다른 차이를 보이고 있음을 간과하고 있어 항공기소음을 정확히 표현하고 있다고 말할 수 없는 것이 사실이다.

2) INM(Integrated Noise Model)

항공기소음도의 평가는 장기간 반복적으로 측정하고 그 평균값을 가지고 평가한다. 항공기소음의 영향범위를 분석하기 위해서는 소음등고선(Noise contour)을 작성해야 하는데 그러기 위해서는 많은 지점에서 측정해야 하고 이로 인하여 시간과 비용의 문제가 발생하게 된다. 또한 다양한 변화요인이 존재하고 있어 측정에 의한 향후 소음도 예측은 더욱 힘들어 진다.

INM은 미국 FAA 항공기소음평가의 표준기법(tool)으로, 세계 70개 이상의 기관에서 사용되는 항공기소음예측 프로그램이다. 주로 활주로의 확장이나 신설, 항공기 운항특성의 변화, 항로 및 공역체계의 변화 등으로 인한 항공기 소음영향의 변화량을 예측하기 위한 프로그램인 INM은 실측치와의 오차를 최소화하기 위하여 항공기의 제원, 운항형태, profile, track 등의 입력조건과 지형 및 기상 보정을 실시하고 이를 통해 소음등고선을 도출해 준다. 미국의 경우 미국내 비행장 및 비행장 주변의 지형/지물에 대한 데이터를 비롯한 필수 입력 자료가 DB화 되어있어 비교적 쉽게 사용할 수 있으나 우리나라에서는 이러한 DB가 구축되어 있지 않아 자료를 수집하고 입력하는데 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 입력절차도 까다로워 대부분 많은 비용이 드는 연구용역에 의해 수행되고 있다. 최근 국내에서 진행되었던 항공기소음관련 연구를 살펴보면 다음과 같다.

- 김포공항주변 항공기소음분포에 관한 연구(1999)
- 광주공항 항공기 소음피해 개선방안(1999)
- 흑산도 경비행기 활주로 설치사업 예비 타당성 조사 용역(2000)
- 성남시 지역발전을 위한 서울공항활용에 관한 연구(2000)
- 인천국제공항 항공기소음정밀조사 용역(2002)

3. 국내 항공기소음관련 규정

항공기소음과 관련된 국내 관련법으로는 환경부에서 1990년 8월에 제정한 소음진동규제법과 건설교통부에서 1991년 12월에 제정한 항공법이 있다. 항공법의 소음관련 규정은 1987년부터 제기되어온 김포국제공항 주변의 항공기소음 민원을 해소하기 위하여 항공기소음기준을 설정하고 소음을 발생시

***** ISO에서 제안된 EPNL은 0.5초마다 측정된 PNL에 순음을 보정한 TPNL을 10초 동안의 에너지로 환산한 것

키는 항공기운송업자에 대하여 소음기준에 차등을 두어 소음부담금을 과세할 수 있는 법적 근거를 마련하기 위하여 그동안 꾸준히 개정되었다. 최근('04.7.3)에 개정된 항공법시행규칙 제271조 등에 따르면 지방항공청장이 공항의 소음피해지역을 소음등급에 따라 3개 구역으로 분류·지정하도록 하였고, 기타 소음영향도 산정방법, 소음영향도에 따른 시설물의 설치제한 등 소음대책마련을 위한 실질적인 기준이 설정되었다[7].

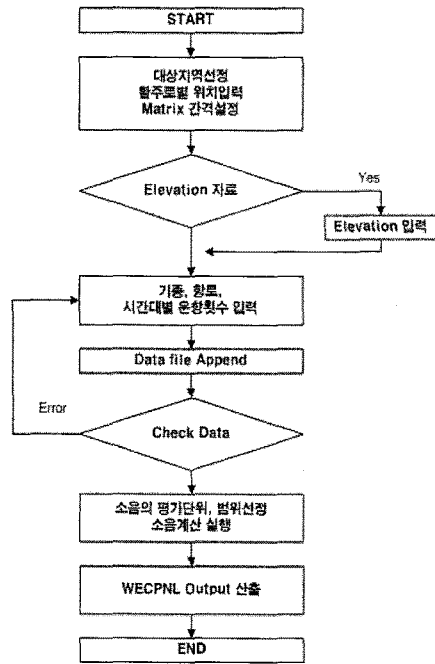
환경부에서 1994년 7월 소음진동규제법 시행령이 개정되어 항공기소음 한계치를 규정하고 있는데 공항 인근지역은 WECPNL 90이하 그리고 기타지역은 WECPNL 80이하로 규정하고 있다. <표 2>는 항공법 시행규칙 제271조와 소음진동규제법 제42조 제1항 및 동법 제10조의 2항과 그리고 시행규칙 제58조의 2에 규정된 내용을 비교한 것이다.

<표 2> 관련 항공기소음평가기준의 비교

구 분	항공법 시행규칙 제 271조	소음진동규제법 시행령 제 10조의 2
지역구분	- 소음피해 지역 - 소음피해 예상 지역	- 공항주변 인근지역 - 기타지역
내 용	지방항공청장은 법 제107조 제2항 및 영 제41조 제1항의 규정에 의하여 공항소음피해지역 또는 공항소음 피해예상지역을 항공기 소음영향도에 따라 다음 표의 구역별로 지정 고시하여야 한다.	법 제 42조 1항의 규정에 의한 항공기 소음의 한도는 공항주변 인근지역은 항공기 소음도 90 (WECPNL)으로 하고 기타지역은 80으로 한다.
평가기준	- 소음피해지역 · 제 1종 지역 : WECPNL 95이상 · 제 2종 지역 : WECPNL 90이상 95미만 - 소음피해 예상지역 · "가"지역 : WECPNL 85이상 90미만 · "나"지역 : WECPNL 80이상 85미만 · "다"지역 : WECPNL 75이상 80미만	- 공항주변 인근지역 : WECPNL90 - 기타지역 : WECPNL 80

III. 항공기소음예측을 위한 연구설계

본 항공기소음예측에 관한 연구는 태안비행장을 중심으로 항공기소음예측 프로그램인 INM 6.1을 통하여 <그림 4>에서 보는 바와 같이 태안군 남면지역의 환경데이터(대상지역, 기상 등), 비행장 데이터(활주로방향, 표고, 좌표 등), 운항데이터(항공기종 및 특성과 운항횟수) 등을 조사하여 입력하고, 운항패턴(track 및 profile 자료)을 예측하여 설정한 후, 이를 바탕으로 INM을 실행한 결과(소음등고선)를 분석하였다. 소음매트릭스로는 WECPNL을 선택하였다.



<그림 4> INM 6.1 Flow Chart

1. 환경 및 비행장 데이터

태안비행장은 태안군 남면(면적; 60.58km², 인구; 4,568명)에 위치하고 있다. 삼면이 바다로 접한 곳으로 계절풍에 영향을 받아 겨울에는 북서계절풍이 강하고, 여름에는 바닷바람으로 인하여 고온다습하나 동일 위도상의 내륙보다는 서늘한 편이다. 최근 10년간(1994~2003)의 연평균 기온은 12.0℃, 평균 습도 73.0%, 평균기압은 1016.54hPa, 평균 풍속은 2.4m/s이며 강수는 7~8월에 집중한다. 천기일수는 맑은 날 84일, 흐린 날 106일, 강수일 108일, 서리 97일, 안개 40일, 눈내린 날 30일이다.

활주로는 15-33방향으로 배치된 1,100m F급 활주로이며 비행장표고는 5.0m(15; 4.5m, 33; 5.5m)이다. 비행장주변의 가옥은 약 60여 가구이며 특히 항공기소음과 관련하여 활주로 말단부근에 위치한 가구는 약 10가구 정도이다.

<표 3> 연도별 기상현황

연도	기 온 (℃)			강우량 (mm)	상대습도(%)		해면기압 (hPA)	일조 시간(H)	풍 속(m/s)	
	평균기온	평균최고	평균최저		평균 습도	최소 습도			평균	최대
1994	12.6	18.5	8.0	1,234.5	72	16	1,016.0	2,359.7	2.2	15.7
1995	11.6	17.3	7.0	1,448.3	73	18	1,016.3	2,334.7	2.4	15.7
1996	11.5	17.2	7.1	830.1	73	10	1,016.6	2,257.3	2.0	15.0
1997	12.2	18.1	7.3	1,156.9	73	10	1,016.6	2,354.5	2.0	14.2
1998	12.9	18.0	8.2	1,711.6	75	11	1,016.5	2,042.9	2.6	16.7
1999	12.3	17.4	7.5	1,826.6	72	13	1,016.3	2,112.5	2.5	16.3
2000	11.3	16.6	6.4	1,424.8	73	9	1,017.2	2,184.1	2.6	22.5
2001	11.8	17.5	6.7	986.8	71	10	1,017.1	2,214.2	2.5	13.5
2002	11.8	17.5	6.8	1,387.6	73	10	1,016.2	2,050.1	2.8	17.2
2003	12.0	17.5	7.1	1,433.4	75	39	1,016.6	1,858.7	2.4	5.9
평균	12.0	17.6	7.21	1,344.1	73.0	14.6	1,016.54	2,176.9	2.4	15.3

자료: 태안군, 태안군 통계연보, 2004[8]

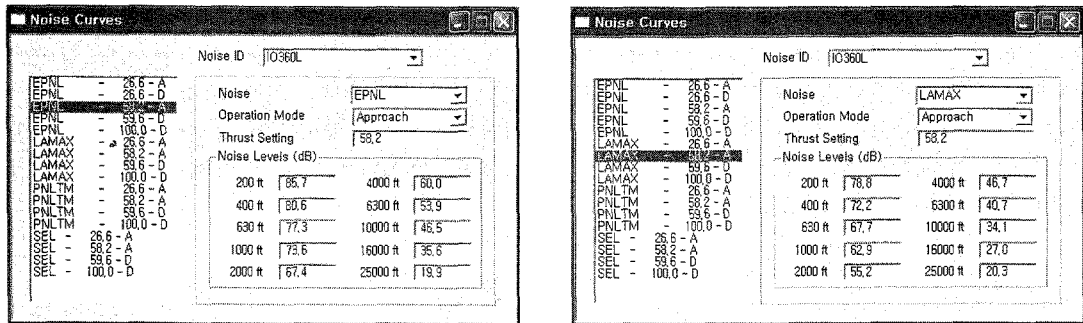
2. 운항데이터 및 패턴

태안비행장에서 사용되는 항공기는 C172S(IO-360-L2A)로 최대이륙중량은 약 2550 lbs, 최대착륙할 주거리는 약 520m이다. 일일평균 항공기운항횟수는 총 70회로 Departure가 20회, Approach가 20회, Touch and Go가 30회로 모두 주간에 이루어지는 것으로 하였다.

항공기 운항패턴은 15-33기준으로 동측장주를 설정하여 Touch & Go시에는 이 장주를 통하여 비행하는 것으로 하였고, Departure시에는 15활주로의 경우 직진출 후 좌선회, 33활주로의 경우 직진출 후 우선회하는 것으로, Approach시에는 항공기가 모두 Downwind leg로 진입하여 장주비행후 착륙하는 것으로 track을 설정하였으며, C172S의 profile 형태는 INM에서 제공하고 있는 표준데이터(항공기 속도 및 강하율 등)를 적용하였다(부록 참조).

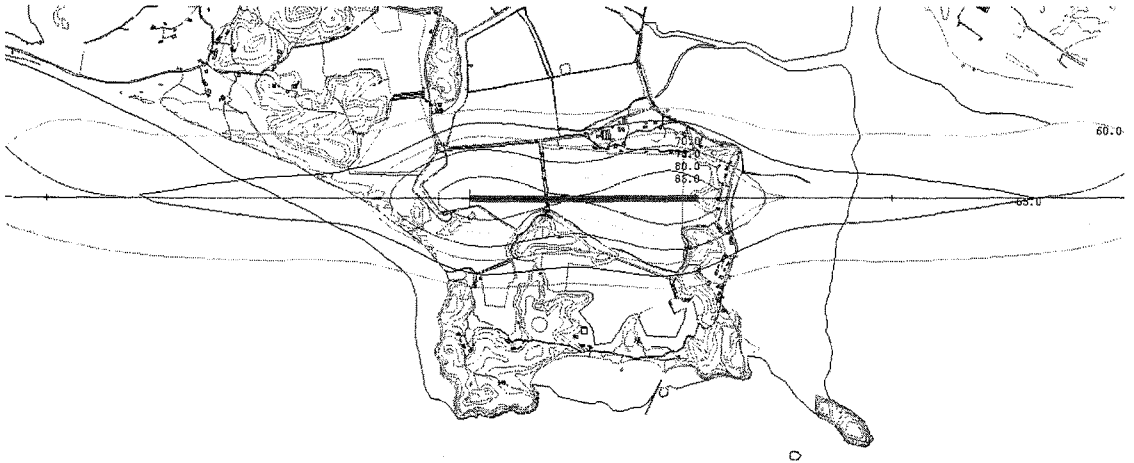
IV. INM을 이용한 분석

INM 프로그램에서 제공하는 항공기엔진의 출력에 따른 소음치를 비교해 보면, <그림 5>에서 보는 바와 같이 Cessna172S가 IO360L엔진으로 출력 58.2%로 접근하고 있다고 가정할 때, 항공기와의 고도가 200피트이면 EPNL과 LA_{max} 간의 차이가 6.9를 나타내고, 항공기의 고도가 증가하면서 그 차이도 함께 증가하여 고도 4000피트에서 13.3의 차이를 보이는 것을 확인할 수 있으며, 이 때, 식 (2)에서 제시한 EPNL과 LA_{max} 간의 차이인 +13과 유사하게 나타남을 알 수 있다. 따라서 INM에 의한 소음예측분석이 우리나라에서 사용하고 있는 WECPNL 방식과 차이가 있음을 감안할 때, 태안비행장 근접시 본 연구에 의한 예측치는 우리나라에서 적용하는 소음평가기준 보다 더 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.



<그림 5> Cessna 172S IO320L엔진출력 58.2%시 EPNL과 LA_{max} 간의 비교

제III장에서 명시된 입력데이터를 근거로 하여 WECPNL 60이상의 소음등고선을 작성한 결과 <그림 6>과 같은 결과를 도출할 수 있었다. 이 소음등고선은 2005년 7, 8월에 실시된 운항계획을 바탕으로 작성된 것이며, 추후 운항데이터가 누적되 되고, 소음실측이 이루어질 경우 보다 정확한 자료로 up-date 될 예정이다.



<그림 6> 항공기 소음 등고선

태안군 곰섬일대의 지형도를 바탕으로 비행장 15-33활주로 말단의 항공기소음정도를 분석해본 결과 WECPNL 75~80사이의 지역은 0.555km²이고, 80~85사이의 지역은 0.343km², 85이상의 지역은 0.163km²인 것으로 파악되었고 이 지역은 항공법상의 소음피해예상지역(제3종 구역)에 해당하게 된다. 이 지역에 속해 있는 가옥은 총 4곳으로 모두 민박을 운영하고 있으며 상시주거주민은 10명으로 파악되었다. 따라서 항공법상 소음피해예상지역으로 분류되는 지역의 경우 방음시설이 설치되어야 하므로 이에 대한 고려가 있어야 할 것으로 판단된다. 한편, 비행장의 배치와 주변 주거지의 위치를 고려해 볼 때, 무풍시 이륙활주로의 방향은 33을 사용하는 것이 소음피해를 다소나마 줄일 수 있는 대안으로 제시할 수 있다.

물론 앞서 언급한 바와 같이 본 연구가 비행장 개장에 앞서 소음분포의 정도를 예측하기 위한 연구이므로 소음실측과 병행하여 보다 정확한 소음분포를 파악할 수 있는 소음등고선이 완성되기까지는 아직 대책을 마련하기에는 한계가 있다. 그러나 국내 연구들을 분석한 결과, 소음실측치와 INM에 의한 예측치 간의 오차가 입력데이터가 충실하다는 전제하에서 크게 WECPNL 8 이내임을 감안한다면 본 연구결과에서 예측, 분석한 소음등고선 중 WECPNL 75이내에 속한 주민에 대해서는 적절한 소음대책에 대한 준비가 필요할 것으로 사료되어진다.

V. 결 론

INM 프로그램에서 제공하는 항공기엔진의 출력에 따른 소음치는 항공기와의 고도가 증가함에 따라 EPNL과 LA_{max} 간의 차이도 일정고도까지 함께 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 EPNL과 LA_{max} 간의 차이를 +13이라는 가정 하에 설정되어진 우리나라 WECPNL 방식과 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 태안비행장을 중심으로 INM에 의한 소음예측분석을 한 본 연구의 결과치는 우리나라에서 적용하는 소음평가기준 보다 더 크게 나타나고 있다고 할 수 있다.

태안비행장 주변 항공기소음도를 예측·분석한 결과, 삼면이 바다로 둘러싸여 있는 천혜의 조건으로 그 피해지역은 극히 제한적인 것으로 나타났다. 소음매트릭스로 선택한 WECPNL을 기준으로 75~80사이의 지역은 0.555km²이고, 80~85사이의 지역은 0.343km², 85이상의 지역은 0.163km²로 분석되었고, 75이상의 지역에 거주하고 있는 가옥은 총 4가구 10명의 상시거주자가 있는 것으로 조사되어 앞으로 이들 주민에 대한 소음피해 대책(국내 항공법상 방음시설의 설치)을 마련해야 할 것으로 분석되었다. 또한 항공기 소음분포도를 고려할 때, 무풍활주로는 주민의 토지이용도(주거 목적)가 낮은 15활

주로 주변을 감안하여 33활주로 방향을 사용하는 것이 항공기소음으로 인한 피해를 줄이는데 효과적인 것으로 판단되어진다.

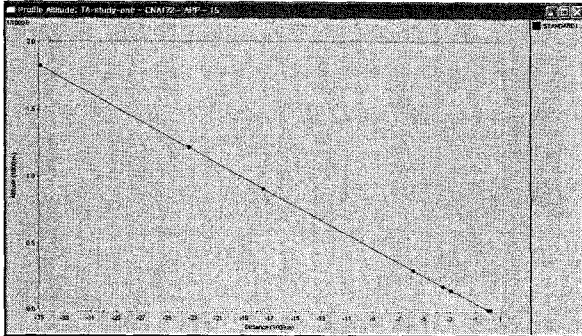
본 연구결과는 예측프로그램에 의한 결과이기 때문에 입력데이터를 충실히 하더라도 항공기소음 실측 당시의 환경 및 운항형태의 변화 등에 의하여 실측치와의 오차가 발생할 수 있다. 따라서 보다 정확한 소음등고선을 도출하기 위해서는 앞으로 비행장 운영과 함께 항공기 소음영향도를 분석하기 위한 지속적인 데이터의 확보가 필요할 것이고 이를 바탕으로 예측치와의 보정이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

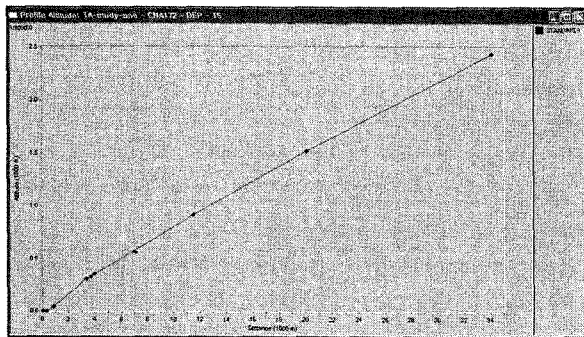
- [1] 전성택, "소음진동편람", 동화기술, 1991
- [2] 송병흠, "항공기소음 예측모형 구축에 관한 연구", 영남대학교 대학원 박사학위논문, 2002.
- [3] Paul Nelson, "Transportation Noise Reference Book", Butterworths, 1987, pp.19/14.
- [4] Leo L. Beranek, "Noise & vibration control engineering", John welly & sons, 1992, pp.164-193.
- [5] FAA, "INM Technical Manual & User's Manual", 2000.
- [6] ICAO, "ICAO Annex 16-Environmental Protection", 2002.
- [7] 노해, "항공관계법규집", 노해출판사, 2005.
- [8] 태안군, "태안군 통계연보", 2004.

부록 - C172S의 profile 형태 - 활주로 15

1. Approach 시



2. Departure 시



3. Touch and go 시

