

항공기소음예측에 관한 연구

- 태안비행장 중심으로 -

A Study on Assessment of Aircraft Noise in Tea-an Airfield

김도현*, 박수복(한서대학교), 송병흠(항공대학교)

1. 서 론

오늘날의 비행장은 관련 산업발전에 동기를 부여해주시기도 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 그 역할을 다하고 있다. 반면, 직접적으로 인지할 수 있는 소음이라는 원치 않는 형태의 음을 발생시키기도 하고 인근지역의 토지이용에 제한함으로써 일어나는 집단 민원의 대상이 되기도 한다.

특히 항공기소음은 하늘에서 발생하기 때문에 피해면적이 넓고(전성택, 1991), 인위적 또는 자연적인 장애물의 방해 없이 대기 중에 자유로이 진행되는 특성을 가지고 있다. 또한 다른 소음에 비해 소음레벨이 높고, 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(송병흠, 2002).

2005년 7월부터 비행장 운영에 들어가게 될 태안비행장은 지역경제의 기틀로서 그 역할을 하면서도 항공기소음에 대한 지역민의 이해를 도울 수 있는 구체적인 연구가 필요하다고 판단하고 비행장운영에 앞서 주변 항공기소음 영향권 내의 항공기소음을 예측, 분석해 볼 필요성이 대두되어 본 연구가 수행되었다.

연구방법으로 먼저 항공기소음의 특성과 국

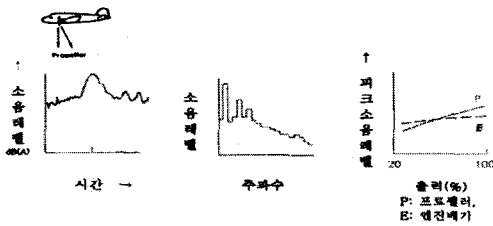
내 항공기소음기준, 그리고 항공기소음평가방법에 대해 이론적인 고찰을 한 후, 항공기소음예측을 위한 연구설계를 위하여 태안군지역의 토지이용실태 및 지형/지물데이터를 조사하고, 이 지역의 10년치 기상데이터와 Cessna 172S (IO-360-L2A)항공기의 특성 및 운항 Track, Profile 등의 데이터를 수집하였다. 수집된 자료를 바탕으로 세계적으로 700개 이상의 기관에서 소음영향의 변화를 예측하는데 사용되는 INM 6.1 프로그램을 이용하여 태안비행장 주변 항공기소음등고선(Contour)을 작성하여 인근지역의 지형 및 주거환경과의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

II. 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 관측자 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.



<그림 1> 피스톤프롭 항공기소음의 특성

이·착륙시 소음발생의 특성을 살펴보면 소음지속시간은 이륙할 때가 착륙할 때보다 일반적으로 소음도가 높고 지속시간도 길다. 이는 이륙시에 급상승으로 인하여 소음노출시간이 길어지고, 착륙시에 고도를 최대한 낮추어 집입함에 따라 주변 건물이나 지형지물 등에 소음차폐 효과가 발생하기 때문으로 볼 수 있다. 수음자 상공을 통과할 때는 소음도나 주파수특성이 시간 및 항공기의 위치에 따라 변하는데 접근근시에는 고주파 성분이 지배적이고 통과후에는 저주파성분이 지배적인 특성을 보인다.

항공기소음은 장애물이 없는 넓은 공간으로 가정시, 인위적 또는 자연적인 장애물의 방해없이 대기중을 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) 기후환경에 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, 주로 소음의 주파수가 크고 습도가 낮으면 그 감쇠효과가 크게 나타난다.

바람이 불 때 보통 지표면 가까이는 점성저항 때문에 풍속이 작고 상공으로 올라갈수록 풍속이 증가한다. 음의 전파속도는 바람의 속도와 벡터합이 되므로 풍상 쪽에서는 음선이 하향굴절하고 풍하 쪽에서는 상향굴절한다. 따라서 풍상 쪽에서는 음이 전달되지 않는 암역이 생기지만 풍하 쪽에서는 먼 곳까지도 소리가 잘 전달된다(전성택, 1991).

2. 항공기소음평가

1) 항공기소음평가방법

항공기소음평가를 위한 모델의 개발은 주로 국가에서 추진하는 연구과제로 수행되어 왔으

며 미국을 비롯한 항공선진국들은 자국의 환경기준과 사회적인 반응도를 조사하고 이에 따른 독자적인 평가방법을 수립하여 적용하고 있다.

<표 1> 주요 소음평가방법

방법	국가	모델의 형태
NNI	영국	$PNL + 24 \log N - 70$
NEF	미국	$EPNL + 10 \log N - 88$
Kosten	네델란드	$20 \log \sum (n10^{Li/15}) - 157$
WECPNL	ICA O	$EPNL + 10 \log N - 39.4$
WECPNL	대한민국, 일본	$LA + 10 \log N - 27$

국제제간항공기구(ICAO)는 1971년에 부속서 16을 제정하면서 WECPNL (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level) 을 다수의 항공기에 의한 장기간 연속폭소음의 척도로 제안하였고 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 적용하고 있다.

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

우리나라는 일본이 1972년에 개발한 WECPNL을 도입하여 사용하고 있는데, 이 방법은 소음계에서 직접 측정하여 얻은 값에 항공기 통과시간 즉 지속시간을 10초로 보정하고 순음성을 생략하여 얻은 식 (1)를 사용하여 여기에 1일간의 항공기운항횟수를 고려한 ECPNL을 적용한 후 다시 시간대별 가중치를 고려한 방법으로 식(2)와 같다.

$$PNL = dB(A) + 13 \tag{1}$$

$$WECPNL = LA + 10 \log N - 27 \quad (N: \text{운항횟수}) \tag{2}$$

따라서 식(2)는 항공기 1대의 최고 소음도에

평균지속시간을 10초로 하여 모든 소음에너지를 적분한 후 1일 24시간으로 평균한 등가소음 레벨이라 할 수 있고 만일 항공기 1대마다의 소음 Peak Level과 지속시간의 변동이 없고 1년간을 통하여 1일당 운항횟수가 거의 일정한 경우는 ICAO의 방법과 일치한다고 볼 수 있다.

2) INM(Integrated Noise Model)

INM은 미국 FAA 항공기소음평가의 표준기법(tool)으로, 세계 700개 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 기상적 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.

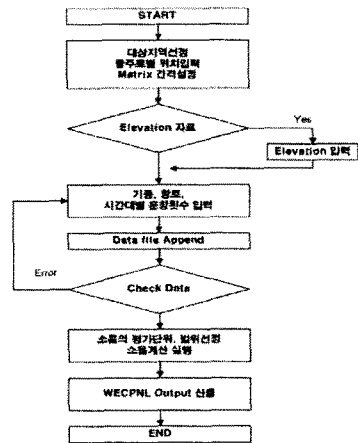
3. 국내 항공기소음등급

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 발생시키는 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. 환경부에서 1994년 7월 소음진동규제법 시행령이 개정되어 항공기소음 한계치를 규정하고 있는데 공항 인근지역은 WECPNL 90이하 그리고 기타지역은 WECPNL 80이하로 규정하고 있다.

<표 2> 관련 항공기소음평가기준의 비교

구분	항공법시행규칙 제271조	소음진동규제법 시행령 제10조의 2
평가 기준	-소음피해지역 · 제1종지역: WECPNL 95이상 · 제2종지역: WECPNL 90이상 95미만 -소음피해 예상지역 · "가"지역: WECPNL 85이상 90미만 · "나"지역: WECPNL 80이상 85미만	-공항주변 인근지역 : WECPNL90 -기타지역 : WECPNL 80

III. 항공기소음예측을 위한 연구설계



<그림 2> INM 6.1 Flow Chart

본 항공기소음예측에 관한 연구는 태안비행장을 중심으로 항공기소음예측 프로그램인 INM 6.1을 통하여 <그림 2>에서 보는바와 같이 태안군 남면지역의 환경데이터(대상지역, 기상, 활주로위치 등)와 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.

1. 환경데이터

태안비행장은 태안군 남면(면적; 60.58km², 인구; 4,568명)¹⁾에 위치하고 있다. 최근 10년간(1994~2003)의 연평균 기온은 12.0℃, 평균 습도 73.0%, 평균기압은 1016.54hPa, 평균 풍속은

1) 자료: 태안군, "통계연보", 2004

2.4m/s이며 강수는 7~8월에 집중한다. 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.

2. 운항데이터 및 패턴

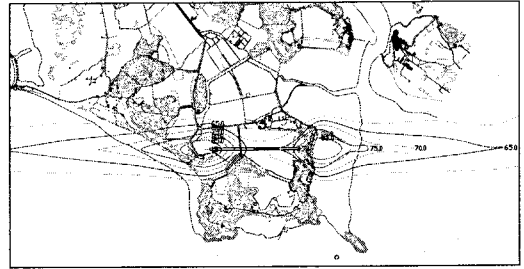
태안비행장에서 사용되는 항공기는 C172S (IO-360-L2A)로 최대이륙중량은 약 2550 lbs, 최대착륙활주거리는 약 520m이다. 일일평균 항공기운항횟수는 총 70회로 Departure가 20회, Approach가 20회, Touch and Go가 30회로 모두 주간에 이루어지는 것으로 하였다.

항공기 운항패턴은 15-33기준으로 동측장주를 설정하였고 Departure시에는 15활주로의 경우 직진출 후 좌선회, 33활주로의 경우 직진출 후 우선회하는 것으로, Approach시에는 항공기가 모두 Downwind leg로 진입하여 장주비행후 착륙하는 것으로 track을 설정하였고, C172S의 profile 형태는 INM에서 제공하고 있는 표준데이터(항공기속도 및 강하율 등)를 그대로 적용하였다.

IV. INM을 이용한 분석결과

제III장에서 명시된 입력데이터를 근거로 하여 WECPNL 60이상의 소음등고선을 작성한 결과 <그림 3>과 같은 결과를 도출할 수 있었다. 이 소음등고선은 2005년 7월에 예정되어 있는 운항계획을 바탕으로 작성된 것이며, 추후 운항데이터가 누적어 되고, 소음실측이 이루어질 경우 보다 정확한 자료로 up-date 될 예정이다.

활주로 말단의 항공기소음정도는 WECPNL 80이상으로 항공법상의 소음피해예상지역에 속하는 것으로 분석되었다. 이 지역에 속해 있는 가옥은 총 4가구로 모두 민박을 운영하고 있으며 상주거주민은 약 10여명으로 파악되었다. 따라서 앞서 언급한 소음실측과 병행하여 정확한 소음등고선이 분석되기까지 아직 시간적 여유가 있으나 본 연구에서 예측, 분석한 소음의 분포결과를 볼 때, 이들 주민에 대한 소음대책이 필요할 것으로 사료되어진다.



<그림 3> 항공기소음 등고선

V. 결론

태안비행장 주변 항공기소음도를 예측, 분석한 결과, WECPNL 80~85사이의 지역은 0.270 km²이고 85이상의 지역은 0.154km²로 분석되었고, 80이상의 지역에 거주하고 있는 가옥은 총 4가구 10여명의 상주거주민이 있는 것으로 조사되어 앞으로 이들 주민에 대한 소음피해 대책(국내 항공법상 방음시설의 설치)을 마련해야 할 것으로 분석되었다. 또한 항공기 소음분포도를 고려할 때, 무풍활주로의 방향은 주민의 토지이용도가 낮은 33활주로를 사용하는 것이 항공기소음으로 인한 피해를 줄이는데 효과적인 것으로 분석할 수 있다.

참고문헌

1. 전성택(1991), 소음진동편람, 동화기술
2. ICAO(1993), ICAO Annex 16-Environmental Protection
3. P. M. Nelson(1973), Transportation Noise Reference Book
4. 송병흠(2002), 항공기소음 예측모형 구축에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문
5. 인천국제공항공사(2001), 인천국제공항 항공기소음정밀조사용역보고서