

# 항공기소음 예측

강 대 준\*

## Prediction of Aircraft Noise

Daejoon Kang

### ABSTRACT

Aircraft noise is one of the main causes of environmental impact. It is more serious than any other noise nuisance. It has become an increasing source of annoyance to the large number of people who live in communities near airports. This paper demonstrates the prediction of aircraft noise using Integrated Noise Model (INM) 5.1 developed by U.S. FAA and aircraft noise contour map near airports.

#### 1. 서 론

오늘날 도시의 팽창은 공항주변까지 확대·개발되어 공항주변의 시가지화로 항공기가 이·착륙할 때 발생하는 항공기소음이 공항주변의 주거생활에 많은 피해를 유발하여 심각한 사회문제로 대두되고 있다.

제트항공기의 소음은 프로펠러 항공기에서 발생하는 소음을 훨씬 능가하여 심각한 소음공해를 일으키는데 전투기 및 대형 민항기들이 제트항공기에 속하고 군 수송기 및 소형 민항기들은 프로펠러 항공기에 속한다. 우리나라는 평지보다 산지가 많은 열악한 국토환경이라 공항이 주거지역에서 멀리 벗어나 있는 곳은 거의 없고 설사 공항이 신설된 경우라도 신설 당시 몇 년간만 주거지와 격리되어 있다가 얼마 있지 않아 공항인근까지 상업지, 주거지로 잠식당하고 마는 현실이다.

항공기소음은 특정지역에서 지속적으로 발생하기 때문에 피해의 정도나 질 면에서 해당지역 주민들에게 심각한 정신적 피해를 입히고 정상적인 주거생활을 방해한다.

이에 이 연구는 미국 연방항공국(FAA)에서 개발한 항공기소음 예측 프로그램 INM 5.1<sup>2</sup> 를 활용하여 몇몇 주요 공항들의 항공기소음 분포도를 작성하여 소음영향범위를 추적하고 소음대책 기초자료로 활용코자 한다.

#### 2. 항공기소음 예측

##### 2.1 항공기소음예측 인자

INM 5.1에서 항공기소음을 예측하는데 필요로 하는 인자는 활주로의 위·경도와 표고, 기온, 활주로 길이 및 폭, 활주로 수, 활주로 사용비율, 기종, 운항회수 또는 해당기종의 운항비율, 비행경로 등이다.

##### 2.2 기종별 유효지각소음도(EPNL)

국내 A공항의 경우 운항하는 항공기는 MD82, B737-400 및 F4C 이다. 이 항공기들의 엔진추력에 따른 수평거리별 유효지각소음도(EPNL)는 Fig. 1 과 같다.

이 그림에 의하면 F4C의 엔진추력은 다른 두 항공기보다 작지만 소음은 훨씬 심하다는 것을 알 수 있다.

\*정회원, 환경부 국립 환경 연구원

## 2.2 항공기소음 분포도(Contour)

1978년 2월 미국 연방항공국에서 개발한 항공기 소음 예측프로그램인 INM은 지금까지 여러차례의 version up을 하여 세계에서 가장 널리 사용되고 있는 항공기소음 예측도구이다. 이 프로그램은 80% 이상의 정확도를 갖고 있는 것으로 알려져 있다<sup>3</sup>. 그러나 군 전투기의 경우 항로가 일정치 않아 예측치와 실측치가 다소간의 차이가 있을 수 있다.

독일의 어느 한 공항주변에 대해서 자동측정망으로 얻은 실측치와 예측치의 비교는 Table 1, 2와 같다. Table 1은 이륙시, Table 2는 착륙시의 INM Ver. 4.11의 예측치와 실측치의 차이를 나타내고 있다<sup>4</sup>.

다음과 같은 동일한 조건에서 각 항공기들의 소음분포도를 살펴보면 Fig. 2와 같다.

- 이착륙 방향은 한 방향으로 고정.
- 이·착륙 비행회수 각각 10회.
- 항공기소음 평가단위는 WECPNL(최소 70, 최대 95, 간격 5).

이 그림에서 보면 전투기 F4C의 소음분포가 다른 민항기보다 훨씬 넓다는 것을 알 수 있다. B737-400 및 MD82의 척도는 1cm = 250 m 이고 F4C의 척도는 1cm = 1km 이다.

D공항의 년평균에 근거한 일일 운항회수는 다음 Table 3과 같다.

이 공항의 이·착륙 운항경로(활주로 사용비율)는 년간 운항통계에 의하면 31방향 85%, 13방향 15%로 나타나 있다.

Table 3의 운항회수를 토대로 하여 항공기소음 분포도(등음선도)를 작성하면 Fig. 3과 같다.

이 공항의 표고, 연평균 기온, 기압 및 풍속, 활주로 길이 및 폭은 다음과 같다.

- 표고 : 35.4 m
- 기온 : 13.7 °C
- 기압 : 763.02 mmHg
- 풍속 : 11.11 km/h
- 활주로 — 길이 : 2,870 m
- 폭 : 45 m.

이 그림의 척도는 1cm = 1km 이며, 활주로 끝으로부터 WECPNL 등음선별 거리는 Table 4와 같다.

항공법에서 국제공항에 대해서 소음피해 예상지역으로 규정한 제3종 구역에 해당하는 80 WECPNL은 활주로 끝으로부터 북서방향(NW)으로 5.8 km, 남동방향(SE)으로 6.6 km 이다.

한편, WECPNL 등음선별 영향범위는 Table 5와 같다.

소음피해지역 제1종 구역에 해당하는 95 WECPNL 이상의 등음선(contour) 영향범위는 4.11 km<sup>2</sup> 이고, 제2종 구역에 해당하는 90~95 WECPNL의 등음선 영향범위는 4.289 km<sup>2</sup>로 나타나 있다.

한편, Table 3의 운항회수 및 앞에서 언급한 활주로 사용비율을 근거로 하여 WECPNL 대신에 등가소음도(L<sub>eq,24h</sub>)로 예측한 이 공항의 항공기소음 분포도는 Fig. 4와 같다.

척도를 동일하게 해놓고 Fig. 3과 4를 비교해보면 거의 동일한 등음선에서 L<sub>eq</sub>의 등음선은 WECPNL의 등음선보다 대략 11~14 dB 정도 낮게 나타나 있다.

활주로 끝으로부터 L<sub>eq,24h</sub>의 등음선별 거리는 Table 6과 같다.

L<sub>eq,24h</sub>의 등음선별 영향범위는 Table 7과 같다.

Table 1. Difference between predicted and measured noise ( $L_E$ ) for departure

위 치 기종	X: 3,799m	X: 7,145m	X: 5,735m	X: 3,044m	X: 3,833m	X: 5,781m
	Y: 14m	Y: 100m	Y: 176m	Y: 930m	Y: 930m	Y: 321m
MD81	0.4	-0.5	0.2	-5.7	-6.0	1.4
MD82	1.2	-0.4	0.4	-4.9	-4.9	0.1
MD83	-0.5	0.3	-0.1	-4.8	-4.1	1.3
A320	4.3			1.0	-1.1	1.9
B737-300	-1.2	-1.0		-3.2	-3.0	-3.3
B737-400	-2.1	-2.7		-2.3	-6.0	-2.5
B737-500	-1.0	-1.1		-2.6	-3.5	-0.4
B757-PW	-2.6	-1.0		-4.5	-3.3	-0.5
B757-RR	-3.6	-2.4		-6.5	-3.8	-2.8
DC-9-30	1.8	1.1	2.9	-1.3	-0.1	3.4
B727-D17	4.3	5.7	5.7	0.4	0.9	4.3
B737-D17	2.2	-0.8	1.4	4.6	3.7	2.4

X: Distance from start-roll point of take-off runway.

Y: Distance perpendicular to extension of runway.

Table 2. Difference between predicted and measured noise ( $L_E$ ) for approach

위 치 기종	X: 10,999m	X: 4,445m	X: 3,0365m	X: 8,578m	X: 9,855m
	Y: 14m	Y: 100m	Y: 176m	Y: 65m	Y: 7m
MD81	-2.2	-3.9	-6.3	-5.5	-6.4
MD82	-2.6	-3.5	-5.8	-5.3	-6.2
MD83	-2.6	-3.5	-5.7	-5.1	-6.1
A320	8.7	2.5		-1.2	-3.5
B737-300	0.6	-1.1	-4.3	-1.2	-2.1
B737-400	-0.7	-2.1	-4.3	-1.9	-3.0
B737-500	0.8	-0.8	-3.7	-1.0	-2.1
B757-PW	-0.6	-1.8	-3.3	-1.6	-3.0
B757-RR	-2.1	-3.6	-5.0	-2.5	-3.6
DC-9-30	1.3	-1.3	-4.3	0.2	-0.9
B727-D17	-1.3	-1.8	-3.8	-2.8	-3.6
B737-D17	-1.7	-2.0	-5.1	-1.9	-2.0

Table 3. Aircraft daily operations

Classification	$N_1(7\sim 19)$			$N_2(19\sim 22)$			$N_3(22\sim 7)$			Total		
	DEP	APP	TGO	DEP	APP	TGO	DEP	APP	TGO	DEP	APP	TGO
MD82	17.1	17.1		2.3	2.3					19.4	19.4	
F4C	12.0	12.0	23.0	1.6	1.7	3.2	0.2	0.2	0.4	13.8	13.9	26.6
B737-400	7.2	8.0		1.0	1.0					8.2	9.0	
Total	36.3	37.1	23.0	4.9	5.0	3.2	0.2	0.2	0.4	41.4	42.3	26.6

Table 4. Contour distance from runway end for WECPNL unit: km

WECPNL	13(NW)	31(SE)
95	2.6	3.2
90	3.9	4.7
85	5.2	5.5
80	6.2	7.3
75	8.1	8.9
70	10.5	11.8

Table 5. Contour area for WECPNL

WECPNL	Area, km <sup>2</sup>
95≤	2.958
90≤	5.783
85≤	12.372
80≤	26.967
75≤	43.167
70≤	61.750

Table 6. Contour distance from runway end for L<sub>eq,24h</sub> unit: km

L <sub>eq,24h</sub> (dBA)	13(NW)	31(SE)
85	1.6	2.3
80	2.5	3.2
75	3.7	4.8
70	5.4	5.8
65	6.7	7.9
60	9.2	9.7

Table 7. Contour area for L<sub>eq,24h</sub>

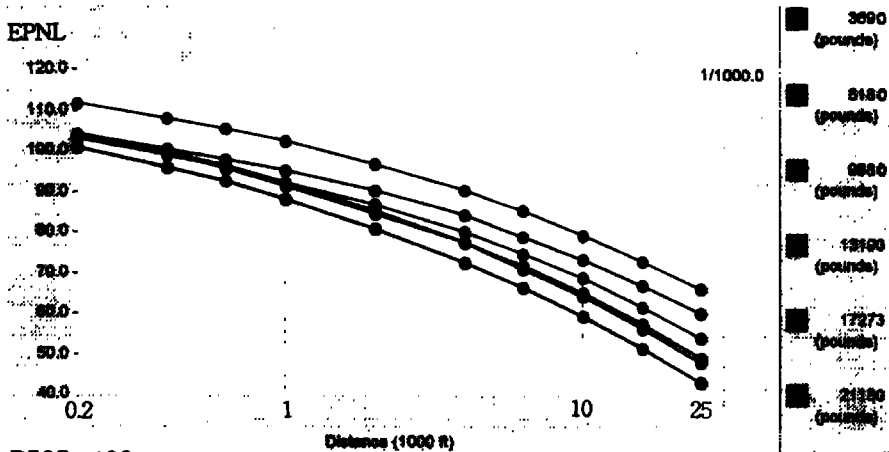
L <sub>eq,24h</sub> (dBA)	Area, km <sup>2</sup>
85≤	1.624
80≤	3.181
75≤	6.827
70≤	16.206
65≤	33.349
60≤	53.211

### 3. 결 론

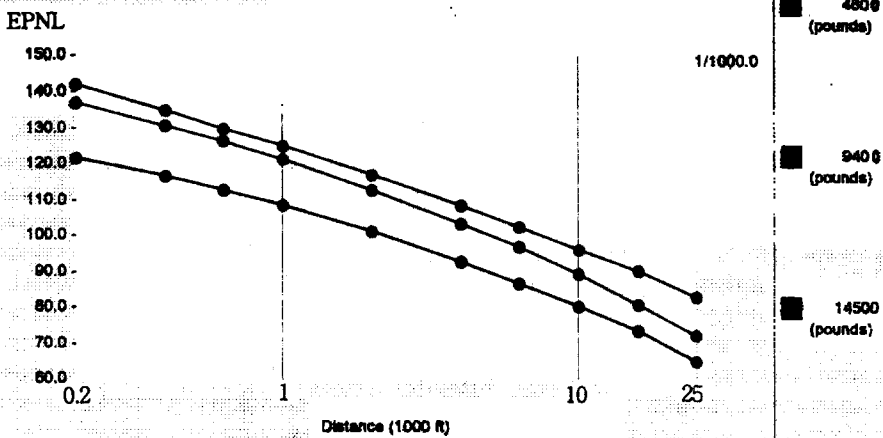
항공기소음이 날로 심각한 사회문제로 대두되고 있는 상황에서 항공기소음을 적절하게 예측·평가하여 사전에 이러한 문제점에 대처할 수 있는 수단으로 예측 프로그램인 INM을 적절히 활용하면 실측하는데 소요되는 많은 시간과 노고를 덜어줄 수 있으리라 판단된다. 정확한 예측을 위해서는 정확한 비행경로 및 예측인자 설정이 필수적이라 하겠다.

### 참 고 문 헌

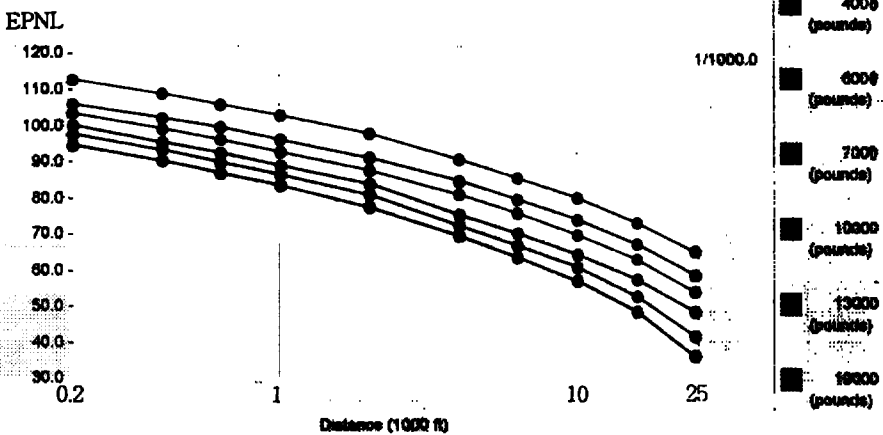
- (1) Raney, J. P. and Cawthorn, J. M., "Aircraft Noise", Ch. 34 of Handbook of Noise Control(2nd ed.), C. M. Harris, ed., McGraw-Hill, New York, 1979.
- (2) Olmstead, et. al., Integrated Noise Model (INM) Version 5.1 User's Guide, Report No. FAA-AEE-96-02, Washington, D.C.: Federal Aviation Administration, December 1996.
- (3) Smith, M. J. T., Aircraft Noise, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- (4) 吉岡序, 山田一郎, 航空機の騒音豫測—米國 蓮邦航空國の 航空機騒音豫測モデル, 騒音制御, 20, 3, 42~46, 1996.



B737-400



F4C



MD 82

Figure 1. Effective perceived noise level for distance according to engine thrust.

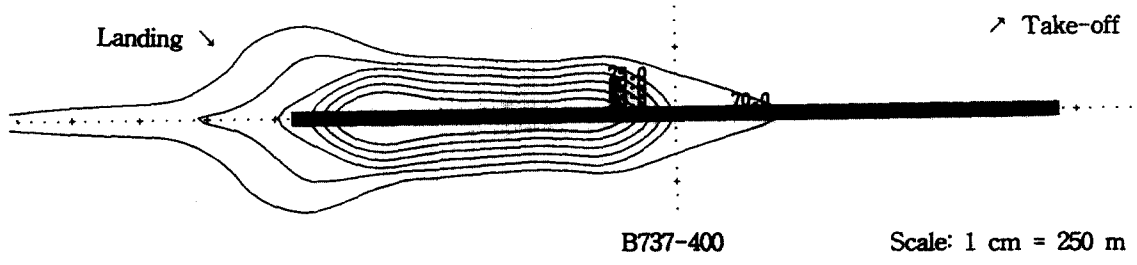
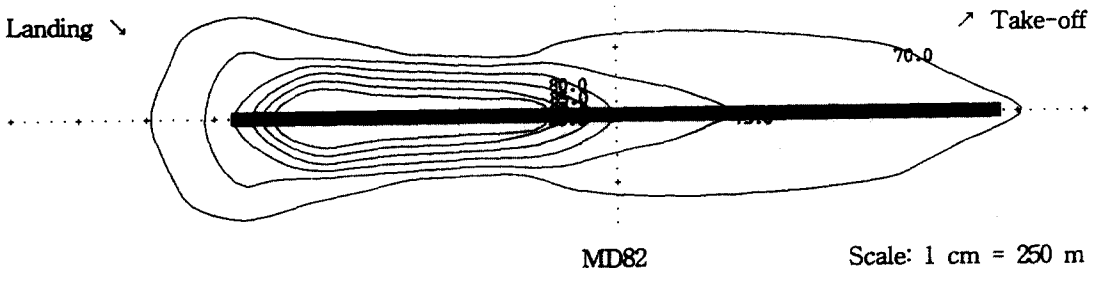
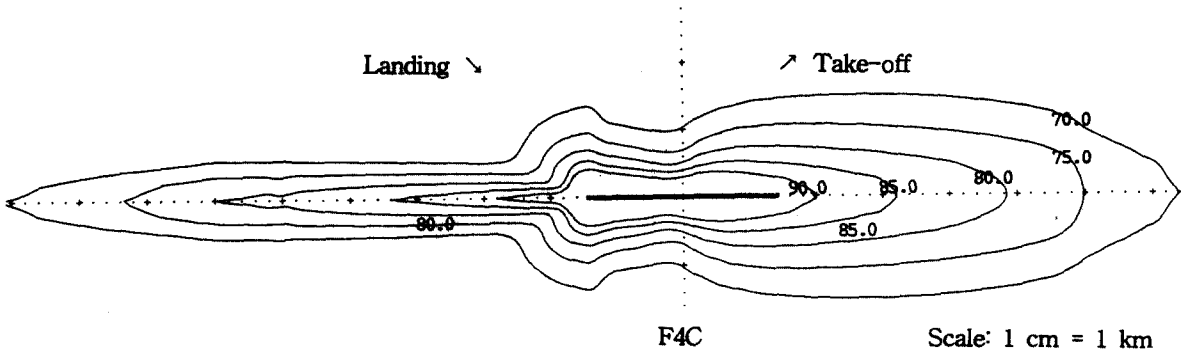


Figure 2. WECPNL Contour for Aircraft Types.

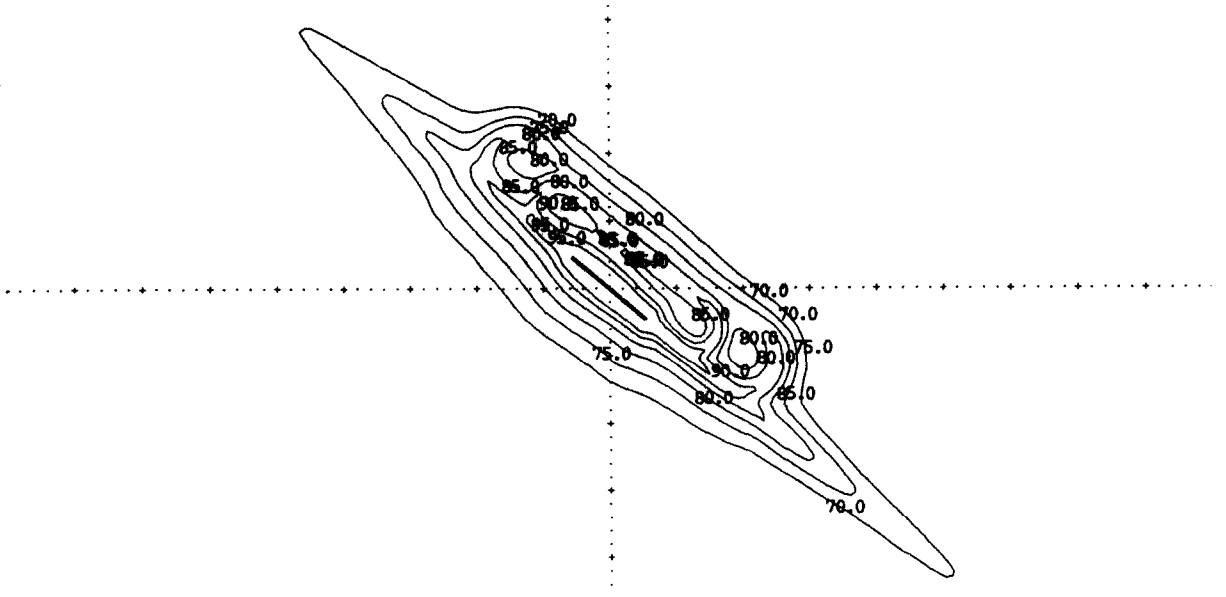


Figure 3. Contour for WECPNL.

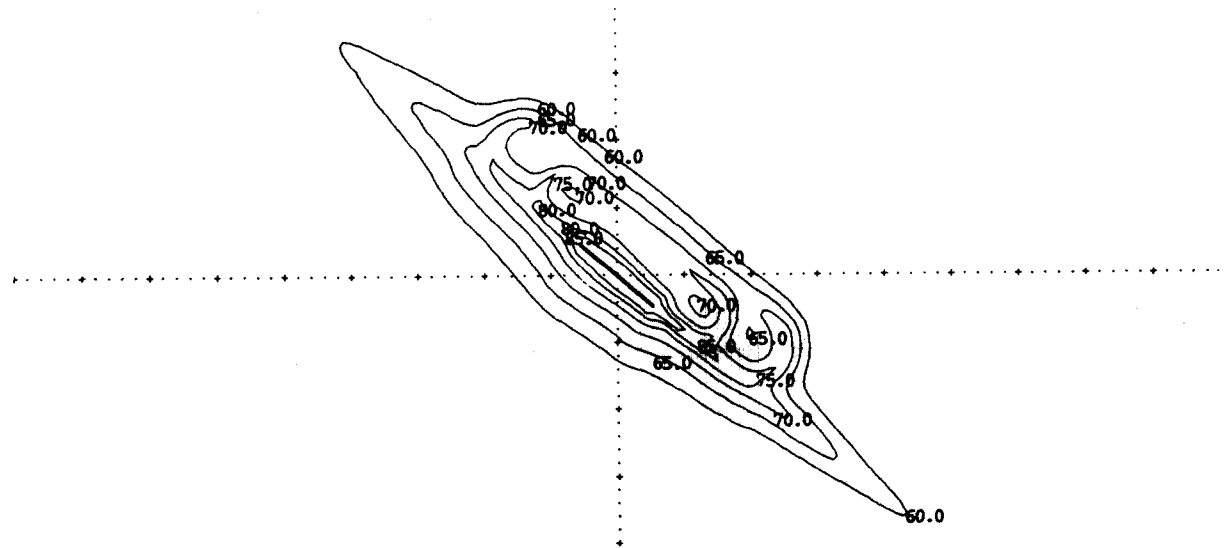


Figure 4. Contour for  $L_{0.24}$ .