

## 항공기 소음의 평가 척도에 대한 비교 연구

### A compare study on the Evaluation Method of Aircraft Noise

○전지현\* · 안병옥\*\* · 송민정\*\*\* · 장길수\*\*\*\* · 김선우\*\*\*\*\*

Ji-Hyun Jeon, Byung-Og Ahn, Min-Jeong Song,

Gil-Soo Jang and Sun-Woo Kim

**Key Words** : *WECPNL*(연속폭로소음에 대한 가중평균 감각레벨),  $L_{eq}$ (24시간 등가소음레벨),  $L_{dn}$ (등가소음레벨)

#### ABSTRACT

Currently domestic criteria for the aircraft noise is being adapted *WECPNL*(weighted equivalent continuous perceived noise level), while internationally preferred method is  $L_{dn}$  which is originated from  $L_{eq}$  and can evaluate even environmental noise. *WECPNL* used in domestic as a evaluation method is only for the aircraft noise. It is, therefore, not adequate for the evaluation of residents' injury, moreover, it is very difficult to measure the aircraft noise with *WECPNL* due to the complicated calculating procedures as long as automatic measuring system is not used.

Accordingly, this study aims to propose alternative evaluation method for the aircraft noise. To achieve this purpose, the data measured by automatic measuring system were gathered and calculated with three evaluation methods : *WECPNL*,  $L_{eq}$  and  $L_{dn}$ , and the results calculated from different methods were compared and analyzed.

#### 1. 서론

현재 국내에서 사용되고 있는 항공기 소음 기준인 *WECPNL*은 일본에서만 사용하고 있는 평가척도로서 전세계적인 추세로는  $L_{eq}$ 에 기반을 둔 평가척도를 채용하는 방향으로 나아가고 있다. 이는 공항 주변 환경이 항공기 소음만의 영향을 받는 것이 아니라 도로 교통 소음, 철도 소음 그리고 생활 소음 등의 복합적인 소음에 의해 영향을 받게 되기 때문이다.

따라서 이에 대한 평가를 위해서는 항공기 소음만을 평가하기 위해 만들어진 *WECPNL*보다는  $L_{dn}$ 과 같이 생활 전반적인 소음 수준을 평가할 수 있는 척도를 사용하는 것이 더 바람직하다 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 기존 국내에서 사용하고 있는 항

공기 소음에 대해 *WECPNL* 외  $L_{eq}$ 와  $L_{dn}$ , 총 3개의 평가 척도를 사용하여 KJ 공항 주변의 소음 실태를 조사하고 이에 대한 분석을 통하여 현재 적용 중인 항공기 소음 평가 척도의 적정 여부를 판단하고자 한다.

#### 2. 항공기 소음 평가 방법 및 기준

##### 2.1 국내 소음 평가 척도

국내 실태 조사에서 적용되어진 평가 척도를 살펴보면 다음과 같다.

##### (1) *WECPNL*

일본에서는 ICAO에서 제안한 식을 대폭적으로 단순화하여 사용하고 있고 국내에서도 이 평가척도를 사용하고 있다. 국내에서 사용되고 있는 식은 다음과 같다.

$$WECPNL \approx \overline{dB}_A + 10 \log N - 27$$

여기서,  $\overline{dB}_A$  : 이·착륙하는 항공기마다 1일 단위로서 계산한 당일 평균 최고 소음레벨

$N$  : 발생기간에 대해 보정을 한 지수

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

$N_1$  : 야간(00:00 ~ 07:00)의 운항횟수

$N_2$  : 주간(07:00 ~ 19:00)의 운항횟수

$N_3$  : 석간(19:00 ~ 22:00)의 운항횟수

$N_4$  : 야간(22:00 ~ 24:00)의 운항횟수

\* 정희원, 전남대학교 건축공학과 대학원, 박사과정

E-mail : zzocji@orgio.net

Tel : (062) 530-0789, Fax : (062) 530-0780

\*\* 정희원, 전남대학교 건축공학과 대학원, 박사과정

\*\*\* 정희원, 전남대학교 공업기술연구소, 특별연구원

\*\*\*\* 정희원, 동신대학교 건축학과, 교수

\*\*\*\*\* 정희원, 전남대학교 건축학과, 교수

## (2) $L_{eq}$

변동하는 소음의 에너지 평균레벨로 계속 시간이 2배로 되는 것과 피크레벨이 3dB 상승하는 것은 동등한 효과를 가진다는 가정하에 각 측정일의 24시간 등가소음레벨을 구하는 단위이다.

$$L_{eq}(A) = 10 \log \left[ \frac{1}{24} \left( 10^{\frac{L_{eq1}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{eqn}}{10}} \right) \right]$$

여기서,  $L_{eq1}, L_{eq2}, \dots, L_{eqn}$ 은 1시간 등가소음레벨(dB)

## (3) $L_{dn}$

미국에서 사용 중인 항공기 소음 평가 단위의 하나로, 등가소음레벨( $L_{eq}$ )을 기준 단위로 하며 사람들이 야간의 소음에 더 민감하다는 가정하에 야간 시간대(22:00~07:00)에 10dB의 가중치를 부여한 평가 단위이다.<sup>1)</sup>

$$L_{dn} = 10 \log \left[ \frac{1}{24} (15 \times 10^{0.1L_d} + 9 \times 10^{0.1(L_n + 10)}) \right]$$

여기서,  $L_d$  : 주간 (07:00 - 22:00) 동안의  $L_{eq}$

$L_n$  : 야간 (22:00 - 07:00) 동안의  $L_{eq}$

## 3. 각국의 항공기 소음 환경 기준

### 3.1 미국

미국의 항공기 소음 기준은 연방 정부에서 정책 및 방향 제시만 하고 실제 규제 대상, 규제 방법, 규제 기준은 각 주 정부나 시에서 적절히 조정하여 시행하고 있으며, 자세한 사항은 Table 2와 같다.

FAA, DOD 및 HUD(Department of Housing Urban Development)는 연방 정부 소속으로 NEF와  $L_{dn}$ 을 평가량으로 사용하고, 캘리포니아 주정부의 경우 CNEL(Community Noise Equivalent Level)을 사용하여 실내 소음값을 평가하고 있다.

Table 2. 미국의 항공기 소음 환경 기준(주거지역)

제정 기관	적용 소음	규제 기준		
		최도	규제치 (dB)	규제 내용 및 근거
EPA (1972)	모든 소음	$L_{dn}$	55	건강 유지를 위한 기준 (5% 안전오차 고려)
FAA (DOT)	항공기 소음	$L_{dn}$	65이하	대중의 불평을 근거로 한 기준(거의 불만 없음)
			65이상	불만이 있음
HUD (1971)	항공기 소음	$L_{dn}$	65이하	기본적 수용 가능
			65이상	통상적 수용 불가

1. T.J.SCHULTZ, Community Noise Rating (Second Edition), Applied Science Publishers, 1982, pp.161~165.

제정 기관	적용 소음	규제 기준		
		최도	규제치 (dB)	규제 내용 및 근거
HUD (1979~80)	항공기, 지상 교통 소음	$L_{dn}$	65이하	허용
			65이상	일반적 수용 불가
Joint Federal Agencies (1980)	항공기, 지상 교통 소음	$L_{dn}$	55이하	수용 가능
			55~65	부분적 수용 가능
			65이상	수용 불가
CDA (1971)	항공기 소음	CNEL	65이하	수용 가능
			65이상	수용 불가
ANSI (1980)	항공기 소음	$L_{dn}$	55이하	허용 가능
			55~65	부분적 수용 가능
			65이상	수용 불가

### 3.2 일본

기존의 '공해 대책 기본법'을 보완해 '항공기 소음에 관한 환경 기준에 대하여(1973년 12월)'에서 Table 3과 같은 환경 기준을 설정하여 시행해 오고 있다.

Table 3. 일본의 항공기 소음에 대한 환경 기준

지역 구분	기준치 (WECPNL))	내용
1	70 이하	전용주거지역
2	75 이하	'1' 이외의 지역으로 통상의 생활을 보전할 필요가 있는 지역

### 3.3 국내의 항공기 소음 환경 기준

국내에서는 항공기 소음을 환경부에서 제정한 소음·진동 규제법과 항공법으로 규제하고 있다.

Table 4. 시설물 용도 제한 기준

구분	구역	소음값 (WECPNL)	용도제한지역
소음 피해 지역	제1종	95이상	1. 완충녹지지역 (이·착륙 안전 지대)
			2. 공항운영에 관련된 시설만 설치가능
소음피해 예상지역	제2종	95미만 90이상	1. 전용공업지역
			2. 일반공업지역
소음피해 예상지역	제3종	90미만 80이상	3. 자연녹지지역
			4. 항공기 소음과 무관한 시설만 설치가능
소음피해 예상지역	제3종	90미만 80이상	1. 준공업지역
			2. 상업지역
소음피해 예상지역	제3종	90미만 80이상	3. 방음시설 의무화 지역

Table 5. 시설물 설치 제한 기준

구분 소음값 (WECPNL) 대상시설	소음피해지역		소음피해 예상지역
	제 1 종	제 2 종	제 3 종
	95이상	90이상 95미만	80이상 90미만
주거용 시설	신축 및 증· 개축 금지	-신축금지 -방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가	방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가
교육 및 의료시설	신축 및 증· 개축 금지	-신축금지 -방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가	방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가
공공시설	신축 및 증· 개축 금지	-신축금지 -방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가	방음시설 시공 조건으로 증· 개축 허가
기타 공장 창고 및 운송시설	공항 운영에 관련된 시설물 설치	항공기 소음과 무관한 시설물 의 신축 및 증·개축 허가	

Table 6. 항공기 소음 평가 기준

등급	WECPNL	적용 대상 지역
가	70 미만	주거지역, 관광휴양지역, 자연환경 보전 지역, 학교지역, 병원
나	70~75	주거지역, 병원, 학교 등은 건물방음을 일부 요하는 지역
다	75~80	상업지역, 준공업지역, 주거, 병원, 학교 등은 건물방음을 필히 요하는 지역
라	80~90	공업지역, 주차장, 창고, 농장등 소음과 무관한 시설만이 신설 가능한 지역, 기타 용도의 경우 기존시설의 방음을 요하는 지역
마	90 이상	공항전용지역, 공항운용에 관계된 시설물

항공법 시행규칙 제274조에서는 Table 4, 5와 같이 시설물 용도제한 및 설치제한 기준을 제시하고 있으며, Table 6은 환경부에서 발표한 환경 영향 평가 작성 지침으로 일종의 환경 기준의 성격을 대신하고 있으며, 공항 주변 인근지역은 90 WECPNL 이하, 그리고 기타 지역은 80 WECPNL 이하로 규정하고 있다.

#### 4. 국내 항공기 소음 실태 조사 및 측정

본 연구에서는 항공기 소음 실태 조사를 위해 KJ 공항 6개소 측정점에서 소음치를 측정하였으며 그 결과를 3가지 평가 척도별로 비교·분석하였다.

#### 4.1 각 공항별 소음 실태

국내 공항 주변의 소음 실태를 알아보기 위해 '98년 8월부터 '99년 12월까지의 측정값을 Fig 1과 같이 3가지 평가척도(WECPNL,  $L_{eq}$ ,  $L_{dn}$ )로 나타내었다.

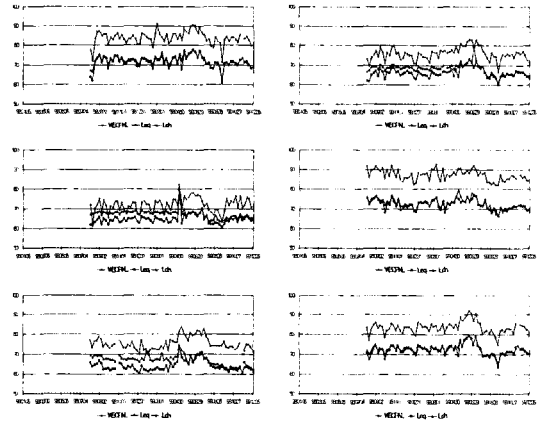


Fig 1. KJ 공항의 측정점별 소음실태

KJ 공항의 측정점별 평균 소음값을 살펴보면 WECPNL은 80.3dB,  $L_{dn}$ 은 69.3dB,  $L_{eq}$ 는 68.9dB의 값을 나타내고 있다(Fig 2).

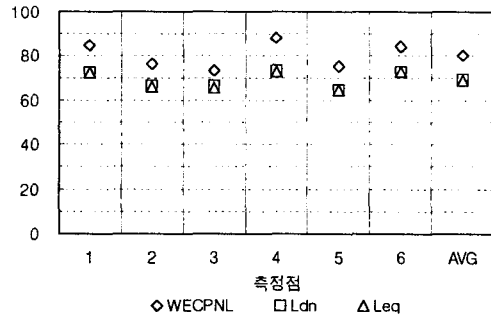


Fig 2. 각 공항의 평가척도별 소음레벨

위와 같은 결과를 국내 항공법 시행규칙에 적용하였을 때 모든 측정점에서 소음피해예상지역(3종)으로만 분류되어 제안 기준에 만족하고 있는 것으로 나타났으며 (Table 5 참조), 방음 시설을 갖춘 경우에는 주거지역으로도 사용 가능한 지역으로 평가된다(Table 6 참조).

그러나 미국의 FAA 규제기준인  $L_{dn}$  65dB(A)에 적용하였을 때는 일반적으로 택지개발이 금지되는 지역으로 분류되고 있으며(Table 1 참조), 우리나라와 동일한 평가척도를 사용하고 있는 일본의 기준에 적용할 경우에도 전용주거지역에서는 WECPNL 70 이하로 규정하고 있어서 국내 기준만이 소음피해가 없는 것으로 분류된다는 것을 알 수 있다(Table 3).

## 4.2 측정 척도별 소음차 비교

현재 *WECPNL*은 일본과 우리 나라에서만 사용하고 있는 평가척도로 여러 선진국에서는  $L_{dn}$ 을 사용하고 있거나 사용 검토 중에 있다. 따라서 종합적인 소음 환경을 평가할 수 있는  $L_{dn}$ 의 사용 고려를 위해 KJ 공항의 소음 측정에 사용되었던 3가지 평가 척도간의 소음차를 살펴보았다(Table 8).

Table 8. 공항별 평가척도 소음차[dB]

공항	<i>WECPNL</i> - $L_{dn}$			<i>WECPNL</i> - $L_{eq}$			$L_{dn}$ - $L_{eq}$		
	max	min	avg	max	min	avg	max	min	avg
1	18.1	5.4	11.6	18.7	9.3	12.2	4.7	1.0	1.9
2	11.8	2.2	7.9	12.8	6.8	9.9	11.0	1.1	3.2
3	10.2	1.5	5.4	11.2	1.0	7.4	6.2	1.0	3.2
4	17.2	11.2	14.4	17.4	11.4	15.1	4.1	1.0	1.9
5	15.5	1.0	8.5	15.7	6.0	11.2	9.4	1.1	4.1
6	12.9	6.8	10.8	13.4	9.5	11.4	4.2	1.0	1.7
평균차	14.3	4.7	9.8	14.9	7.3	11.2	6.6	1.0	2.7

Table 8을 살펴보면 *WECPNL*- $L_{dn}$ 은 평균 9.8dB, *WECPNL*- $L_{eq}$ 는 평균 11.2dB의 소음차가 있음을 알 수 있다. 이는 국내 항공기 소음 환경기준을  $L_{dn}$ 이나  $L_{eq}$ 로 적용하기 위해서는 *WECPNL*의 현재 기준보다 10dB 정도 낮춰 적용하여야 한다는 사실을 의미한다.

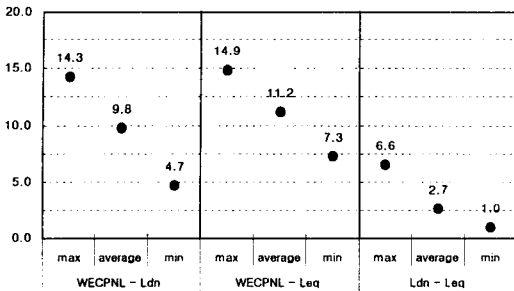


Fig 3. 평가척도별 평균 소음차

Fig 3은 KJ 공항의 평가척도별 평균 소음차를 그래프화 한 것으로 *WECPNL*로 적용하였을 때보다  $L_{dn}$ ,  $L_{eq}$ 로 평가하였을 때 평균 10dB 정도 낮게 평가됨을 한 눈에 확인할 수 있다.

## 5. 결론

세계 여러 나라에서는 현재 자국에 적합한 평가 단위를 개별적으로 사용하고 있으며, 이렇듯 다양한 소음 평가 지표들 중에서 보다 나은 청감 반응성을 표시할 수

있는 단위를 제안하는데 연구의 초점을 맞추고 있다.

이러한 세계적 동향에 맞게 기존에 사용되고 있는 *WECPNL*과 종합적인 소음 환경을 평가할 수 있는  $L_{dn}$  (미국에서 현재 사용중이고 유럽 등에서 사용 검토중)을 가지고, 국내의 항공기 소음 실태를 파악하였다.

측정 결과 분석에서 나타난 국내 항공기 소음 평가 방법의 문제점들은 다음과 같다.

1) 평가 척도에 있어서 국내 공항의 경우 주민들이 거주하는 지역에 항공기 소음 외에도 도로교통소음과 생활 소음 등이 복합적으로 작용하여 기존의 평가척도인 *WECPNL*과 같이 항공기 소음만을 평가하는 평가척도로는 주민들의 피해 정도를 정확히 판단할 수 없었으며, 측정방법에 있어서도 일부 지역에 설치된 자동측정망을 제외하면 정확한 측정이 이루어지기 힘든 상황으로 이에 대한 개선이 필요한 것으로 사료된다.

2) 측정결과에 있어서 *WECPNL*의 경우 대체로 항공기 소음에 대한 피해의 정도가 적게 평가되는 경우가 많아 좀 더 강화된 환경기준을 제안할 필요가 있는 것으로 나타났으며,  $L_{dn}$ 과 같이 다른 척도를 사용하게 될 경우에는 10dB 정도 낮춰 적용해야 할 것으로 판단된다.

따라서 위와 같은 사항들을 미루어 볼 때 일본의 환경기준 수준인 *WECPNL* 70dB 내지는 구미에서 사용되고 있는  $L_{dn}$  65dB(A) 정도로 규정을 강화시키는 방향으로 연구를 진행시켜야 하겠으며, 보다 신뢰성 있는 결과를 확보하기 위해 더 많은 공항의 소음 실태를 조사하여야 하겠다.

## 참고문헌

1. 환경부, "항공기 및 철도 소음의 환경기준 설정에 관한 연구", 2001, 3
2. 전남대학교 공업기술연구소, "대한예수교장로회 광주 제일교회 신축교회 항공기소음 영향평가 및 대책", 1998, 6
3. 전남대학교 환경연구소, "광주 상무택지개발지구내 학교 예정부지에 대한 항공기 소음 실태 측정 및 평가 보고서, 1996, 10, p.31
4. 김경도, "항공기 소음이 학교 수업 환경에 미치는 영향평가에 관한 실험적 연구", 전남대학교 대학원 석사학위논문, 1998
5. T. J. SCHULTZ, Community Noise Rating (Second Edition), Applied Science Publishers, 1982, pp.161~165.
6. 한국공항공단, "항공기 소음대책 제도개선방안 연구", 1999