

국내 항공기 소음 평가방법에 관한 실험적 연구

A Study on the Evaluation Method of Aircraft Noise

이태강* · 송국곤** · 김 항*** · 장길수**** · 김선우*****

Tai-Kang Lee, Kook-Gon Song, Hang Kim, Gil-Soo Jang, Sun-Woo Kim

Key Words : Aircraft Noise(항공기소음), Evaluation Method (평가방법), WECPNL,

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 based on from L_{eq} and can also evaluate environmental noise. *WECPNL* used in domestic as an evaluation metric 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 by *WECPNL* due to the complicated calculating procedures as long as automatic measuring system is not used.

Accordingly, this study aims to propose alternative evaluation metric for the aircraft noise. To achieve this purpose, *WECPNL*, L_{eq} , L_{dn} , other metrics and criteria were compared and analyzed.

1. 서 론

항공기 운항회수 및 운송량의 증대는 공항주변의 소음문제 뿐만 아니라 거주자들에게 피해를 심각하게 미치는 등의 사회문제가 되고 있으며, 항공기 소음의 특성상 음향출력이 큰 음원이 상공에서 이동하기 때문에 그 영향 범위가 광범위 하여 집단민원이 많이 야기되는 등의 문제점을 드러내고 있다. 이러한 항공기 소음의 특수성 때문에 선진 외국의 경우에는 항공기 소음 방지 관련법규를 제정하여 항공기 소음피해 시 이를 보상하는 제도 및 각종 소송사건의 기준으로 운용되고 있는데 반해 국내에서는 아직 항공기 소음에 대한 주거환경 개선 및 효율적인 방지대책에 어려움이 따르고 있으며, 항공기 소음피해와 관련된 체계적인 대책이 미미한 실정이다.

또한 현재 국내에서 적용되고 있는 항공기 소음에 대한 규제는 일본의 기준을 그대로 답습한 것에 불과하며, 이미 일본을 비롯한 선진국에서는 자기 나라의

실정에 맞는 항공기 소음 평가량 및 평가지표를 제안하기 위한 많은 연구가 이루어져 왔다.

이런 연유로 본 연구진은 국내 항공기 소음의 실태를 파악하고 기존의 항공기 소음의 대표적인 평가척도라 할 수 있는 *WECPNL*과 측정방법과 평가방법의 용이성에서 주목되고 있는 L_{dn} 과의 호환성에 관한 연구를 꾸준히 진행해 오고 있다.

항공기 소음 기준인 *WECPNL*은 한국, 일본, 중국에서만 사용하고 있는 평가척도로서 전 세계적인 추세로는 L_{eq} 에 기반을 둔 평가척도로 변환하고 있는 추세이다.

이웃 나라인 일본에서도 최근 *WECPNL*의 문제점을 인식하여 추후 L_{den} 척도로의 변환을 준비 중에 있다.

이에 본 연구에서는 각국의 기존 *WECPNL*를 비롯한 항공기 평가척도 및 평가 기준을 고찰하고, 항공기 소음 측정시 항공기의 event 횟수, 배경소음의 영향 및 측정 높이에 따른 *WECPNL*값의 변화를 분석하고자 한다. 이러한 결과는 추후 국내 항공기 소음 평가척도 선정시 기초적 자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 항공기 소음 평가 척도 및 기준

* 정회원, 전남대학교 건축과학기술연구소
E-mail : noiselee@hotmail.com
Tel : (062) 530-0789, Fax : (062) 530-0780

** 정회원, 전남대 대학원

*** 정회원, 한국조선기자재 연구원

**** 정회원, 동신대학교 건축과

***** 정회원, 전남대학교 건축학부

2.1 평가 척도의 비교

현재 WECPNL은 ICAO에서 제안한 항공기 소음 평가량이다. 이 단위는 항공기 소음에 노출되는 주민의 반응을 객관적으로 나타낼 수 있어서 공항 주변 소음 평가에 적절하다는 인정을 받고 있다. 이 같은 장점에도 불구하고 현재 세계적으로 WECPNL을 쓰는 나라는 우리나라와 일본 뿐이다. 미국을 비롯한 유럽의 대부분 국가들은 이미 L_{dn} 을 사용하고 있고, 다른 평가척도를 사용하는 영국 등의 국가도 앞으로 L_{dn} 으로 바꿀 준비를 하고 있다.

L_{dn} 을 선호하는 이유는 WECPNL이 가지는 표면적인 장점에도 불구하고, 일선 소음행정에 종사하는 사람들이 그 근본 뜻을 이해하기가 쉽지 않다는 데 있다. 즉 청감보정 소음도인 dB(A)나 L_{eq} 등 비교적 단순한 개념의 단위에 익숙해온 사람들이 새롭고 복잡한 개념의 단위를 기피하는 경향이 있기 때문이다.

또한 세계적으로 대부분의 큰 공항들이 도로소음과 각종 생활소음이 혼재하는 지역에 둘러싸여 있기 때문에 항공기 소음을 이들 다른 환경소음과 분리하여 취급하는 것이 무의미하기 때문이다. 즉, 공항주변 도로지역 주거지의 환경 소음은 항공기 소음과 교통소음을 동시에 다루기 때문에 두 경우의 소음 평가단위가 다르게 되면 그 주거지 전체의 소음 문제를 적절히 평가할 수 없게 된다. 따라서 WECPNL은 공항 주변의 항공기 소음을 객관적으로 평가할 수 있는 가장 이상적인 단위임에도 불구하고 현실적인 적용상의 어려움 때문에 이용을 기피당하고 있는 실정이다.

반면에 L_{dn} 은 비교적 단순하고 사용하기 편하다. 항공기 소음 평가단위로 L_{dn} 을 사용하면 편할 뿐만 아니라 항공기 소음을 다른 환경소음과 동일한 차원에서 비교 평가할 수 있는 장점이 있다. 또한 L_{dn} 을 사용함으로써 주민들은 항공기 소음에 대한 피해 정도를 이미 익숙해져 있는 다른 환경소음과 비교할 수 있고, 피해보상이나 토지이용 규제 시행 등을 위한 공항관리측과 협의시 서로의 의사를 입증하는데 활용될 수 있다.

한편 우리와 평가척도가 같은 일본에서는 30여년 넘게 WECPNL을 사용하고 있지만, 나리타 공항의 기존 활주로와 잠정 활주로 이용으로 인해 소음 악화를 우려하여 측정된 WECPNL 값을 분석한 결과, 두 개의 활주로에 이착륙하는 항공기의 소음도가 한 쪽 활주로에 이착륙 하는 항공기 소음도 보다 낮게 되는 장소가 발생하게 되어 이에 대한 전반적인 검토

가 이루어지게 되었다. 원래 ICAO의 WECPNL값은 에너지 가법성을 원리로 하는 평가량이어서 소음이 증가하면 WECPNL값도 증가하게 되지만, 일본에서 값은 ICAO식을 근사한 간편식(최대레벨의 파워평균에 비행횟수를 보정한 식)이기 때문에 발생한 것으로 여기에 LAeq를 베이스로 하는 항공기 소음 평가방법에 대한 개정작업을 시작하게 되었다.

2.2 각국의 항공기 소음 관련 기준

Table 1은 14개 주요 환경 선진국과 국내의 항공기 소음에 대한 규제기준 또는 권고 내용을 도표화한 것으로 주택 신축, 기존 주택 방음 시설, 택지 개발 계획에 관한 기준들이다.

Table 1. 각국의 항공기 소음 관련 기준

국가	소음 지수	기준치		규정
		국가 소음지표	L_{Aeq} in dB	
호주	ANEF	< 20	< 53	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
		20~25	53~58	
		25 <	58 <	
캐나다	NEF	≤ 25	≤ 57	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
		28~30	60~62	
		35 <	68 <	
중국	WECPNL	≤ 70	≤ 54	주거 가능
덴마크	L_{den}	≤ 55	≤ 51	주거 가능 주택 신축 금지 코펜하겐공항에 방음 공사 지원
		55 <	51 <	
		60 <	56 <	
프랑스	I_p	< 84	< 62	주거 가능 기존주택 방음대책 필요
		84~89	62~71	
독일	L_{eq} (24h)	< 62	< 62	주거 가능 주택 신축 방음 대책 (차음도 > 40dB) 주택 신축 금지, 기존 주택 방음 공사 지원 (차음도 > 45dB)
		67~75	67~75	
		75 <	75 <	
영국	L_{eq} (16h)	≤ 57	≤ 55	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 엄격 제한 주택 신축 금지 런던 공항에 방음 계획
		57~66	55~64	
		66 <	64 <	
		72 <	70 <	
		69 <	67 <	
일본	WECPNL	< 70	< 54	주거 가능 방음 대책 필요 (실내소음레벨 ≤ 65WECPNL)
		85 <	69 <	
네델란드 B (Kosten)	Ke	≤ 35	≤ 50	주거 가능 일반적으로 택지 개발 금지 일반적으로 주택 신축 금지 기존 주택 방음 대책 지원 (차음도 : 30~35dB) 기존 주택 방음 대책 지원 (차음도 : 30~40dB)
		35 <	50 <	
		40 <	53 <	
뉴질랜드	L_{dn}	40~50	53~60	
		50~55	60~64	
		≤ 55	≤ 52	
		55~65	52~62	
노르웨이	EFN	65 <	62 <	주거 가능 주택 신축 방음 대책 필요 주택 신축 금지
		≤ 60	≤ 55	
		60 <	55 <	
		60~70	55~65	주거 가능 주택 신축 금지 방음 대책 필요 (실내소음레벨 < 35NEF)

스웨덴	L _{den}	<55	<51	주거 가능
스위스	NNI	45 < 45~55	62 < 62~72	주택 신축 금지 방음 대책 지원 - 벽 차음도 > 50dB - 창문 차음도 > 35dB
미국	L _{dn}	≤ 65	≤ 62	주거 가능
		65~70	62~67	일반적으로 택지 개발 금지 (차음도 > 25dB)
		70~75	67~72	택지 개발 업격 제한 (차음도 > 30dB)
		75 <	72 <	택지 개발 금지

3. 국내 항공기 소음 측정 및 분석

3.1 측정 방법

항공기 소음 측정은 소음진동 공정 시험법에 의하여 2007.07.28 ~ 2007.08.22 사이에 측정하였으며, 측정 기기의 구성도는 다음 표 2와 같다.

Table 2. 측정 기기 구성도

기기명	제작회사	비고
Symphonie dBtrig32	01dB stell	측정소프트웨어
Symphonie dBtrate32	01dB stell	분석소프트웨어
Microphones	B&K	
Calibrator	B&K	음향교정
Wind screen	B&K	
아스만 통풍 건습도계		온습도측정
카메라		기록보존
기록지		기록보존
Tripod		
Lemo extension cable	제작	
풍속계 DVA 6000T		풍속측정

이 항공기 소음측정은 소음진동 공정 시험법에 의해 주변 배경소음보다 10dB 이상 크고 항공기 소음의 지속시간이 10초 이상인 항공기 소음을 대상으로 측정하였다.

또한 소음진동 공정 시험법의 항공기 소음 측정높이는 지면 또는 바닥면 1.2 ~ 1.5 m 높이로 하며, 상시 측정용의 경우 1.2 ~ 5m 높이로 할 수 있다고 규정하고 있으나, 유럽의 경우에는 4m, ISO/DIS 20906에 의하면 6m 이상으로 규정하고 있어 본 연구에서는 측정 높이 4m, 6m로 구분하여 측정하였다.

3.2 일일측정 결과 분석

측정 항공기 소음은 G항, J공항 2개 공항을 대상으로 운용중인 항공기 자동측정망 지점중 연간 event가 발생 건수가 높은 지점을 선정하여 일일간의 항공기 소음도를 측정하였다.

항공기 소음 측정과 평가에 가장 중요한 사항은 항공기 소음 측정시의 통과 항공기 소음의 지속시간 10초 이상인지의 유무와 배경소음과의 10dB 이상인 값을 선별하는 것이다.

지속시간의 적합성 평가는 계측용 timer나 측정장비를 통해 쉽게 해결할 수 있으나, 배경소음과 10dB 이상의 값을 지닌지의 정확한 판단 여부는 수시로 변하는 주변 소음을 모니터링 하면서 적합도를 판정해야 하기 때문에 분석과 측정이 동시에 가능한 시스템을 이용하거나, 그 지역에서 장 시간에 걸쳐 조사된 배경소음도를 이용해야 한다.

본 연구에서 이런 상황을 고려하여, 항공기 자동측정망의 측정지점에서의 배경소음과, 본 연구의 측정장비를 통한 배경소음 레벨을 기준으로 측정한 배경소음 영향에 따른 WECPNL값을 비교 분석하고, 각 측정 지점별 측정 높이 차이에 의한 WECPNL값을 비교한 결과는 표 3과 같다.

Table 3. 항공기 소음 일일 측정결과

측정높이	G공항		J공항		
	4m	6m	4m	6m	
1일 총 운항횟수	134	134	100	100	
항공기 event	횟수	27	27	42	42
수정 event	WECPLN	79.0	79.0	76.7	75.9
수정 event	횟수	52	52	59	59
수정 event	WECPNL	78.8	78.8	77.9	77.7

* 항공기 event : 자동측정망 운용 배경소음보다

10dB 이상, 10초 이상인 경우의 항공기 event

* 수정 event : 측정시 trigger level 변화에 따른 배경소음보다 10dB 이상, 10초 이상인 경우의 항공기 event

2개 공항 1일 총 운항 횟수가 100대 이상으로 나타나고 있으나, 소음지속 시간 및 배경 소음과의 영향으로 항공기 소음으로 인정할 수 있는 횟수는 상대적으로 낮음을 알 수 있다.

2개 공항에서의 모두 측정 높이 차이에 따른 총 운항횟수 및 event 횟수의 감지에 대한 차이가 없음을 알 수 있으며, 항공기 event와 수정 event에 의한 WECPNL값은 거의 유사한 값을 지니고 있음을 알 수 있어, 측정 높이 4m와 6m와의 차이에 따른 영향은 매우 미미한 것이라 판단할 수 있다.

한편 항공기 event의 비행횟수가 수정 event의 비행횟수에 비해 2개 공항 모두 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다.

이는 측정값에 직접 영향을 미치는 자동 측정망의 고정 배경소음을 적용한 경우 측정 event 수는 적게 나타나는 반면에, 상대적으로 측정시의 배경소음을 적용하면 측정 event 수는 자동측정망 배경 소음보다

Table 4. 일주간 측정결과

측정 일시	비행기 대수			항공기 event		측정시간
	군용기	민항기	계	횟수	WECPNL	
8.16(목)	117	19	136	8	70.0	07:00~22:30
8.17(금)	165	16	181	27	75.2	07:00~22:30
8.18(토)	1	21	22	1	53.5	07:00~22:30
8.19(일)	1	16	17	1	51.5	07:00~22:30
8.20(월)	138	21	159	13	70.4	07:00~22:30
8.21(화)	88	21	109	2	61.7	07:00~22:30
8.22(수)	60	19	79	3	58.1	07:00~22:30
누계	570 (81%)	133 (19%)	703	55		
일주일간 WECPNL				69.1		

낮은 경우도 있기 때문에 그 횟수가 증가한 것이라 할 수 있다.

그러나 전체적으로 WECPNL값의 변화를 살펴보면, 2개 공항 모두 배경소음의 영향으로 인한 값의 변화는 거의 없는 것으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

3.3 일주간 측정 결과 분석

소음진동 공정 시험법에 의한 항공기 소음의 평가는 일주간의 측정을 원칙으로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 일주간의 변화추이를 통한 배경소음의 영향을 분석하고자 G 공항의 항공기 운항항로 근처에 인접한 지구를 대상으로 일주간 측정을 실시하였으며 그 측정결과를 정리하면 표 4와 같다. 표에서 알 수 있듯이 G공항은 평일에는 군용 비행기의 운항 횟수가 많고, 토요일과 일요일에는 민항기의 운항횟수가 많아, 군용기의 영향이 많이 나타나는 공항이라 할 수 있다.

측정결과에서 알 수 있듯이 WECPNL값은 일일 측정결과와 유사하게 event 횟수의 증가 됨에도 불구하고 일일 WECPNL, 일주간 WECPNL값의 차이는 거의 없는 것으로 나타나고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 각국의 기존 WECPNL를 비롯한 항공기 평가척도 및 평가 기준을 고찰하고, 항공기 소음 측정시 항공기의 event 횟수, 배경소음의 영향 및

측정 높이에 따른 WECPNL값의 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 국내 항공기 소음 평가척도인 WECPNL는 항공기 소음에 노출되는 주민의 반응을 객관적으로 나타낼 수 있어서 공항 주변 소음평가에 적절하다는 인정을 받고 있으나, 측정 및 평가방법이 복잡하여 Leq 베이스의 평가척도의 전환과 이에 대한 충분한 검토 작업이 필요한 것으로 사료된다.

(2) 2개 공항에 대한 일일간, 일주간의 항공기 소음 측정 결과 측정높이 4m, 6m 차이에 따른 WECPNL 값의 차이는 없는 것으로 판단되었으며, 장시간 배경소음 측정에 의한 배경소음과 측정시의 배경소음 차이에 따른 WECPNL 값의 차이도 거의 없는 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 환경부, 2001.3. “항공기 소음 및 철도소음의 환경기준 설정에 관한 연구”
2. 전남대학교 공업기술연구소, 2000.5. “항공기 소음에 대한 상호설계 차음성능 검토 및 방안연구”
3. 전남대학교 공업기술 연구소, 1998. 6. “대한 예수교 장로회 광주제일교회 항공기 소음 영향평가 및 대책”
4. 전남대 환경연구소, 1996.11. “광주상무택지개발지구 내 학교예정부지에 대한 항공기 실태 측정 및 평가보고서”
5. Dieter Gottlob, “Regulation for community Noise”, Noise/news International, pp 223~236, 1995.12
6. T.J.Schultz, 1982, Community Noise Rating(2nd Edition), Applied Science Publishers, pp.161~165.