



항공기소음 측정 및 평가

박 영 환*
(나노빅엔지니어링)

1. 머리말

현행 소음 측정 및 평가방법 중 가장 발전된 분야는 항공기소음이라고 생각한다. 운항일정을 감안한 7일간의 소음 측정, 모든 통과 항공기 최고소음도의 에너지평균치 산정 및 시간대에 대한 보정치 적용은 물론 측정 결과를 바탕으로 소음등고선(noise contour)을 작성하고 이를 활용하여 향후 소음현황을 예측한다. 이것이 끝이 아니다. 5년 주기로 재평가하여 소음의 변동 및 적정성을 검

토한다. 결과물을 위한 비용과 시간의 투자도 작지 않지만 현황 고시와 피해대책에 활용의 중요성은 매우 크다. 이 글에서는 항공기 소음 측정과 평가에 대한 실질적인 업무를 소개하고자 한다.

2. 항공기소음의 측정과 평가방법

2.1 항공기소음 측정 및 평가 절차

항공기소음 측정 및 평가의 진행은 일반적으로 그림 1과 같이 진행된다.

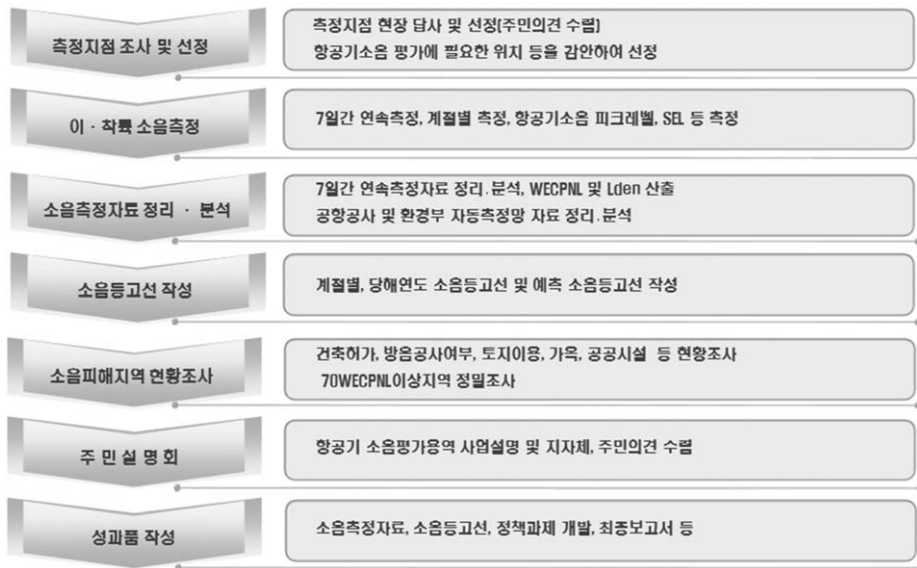


그림 1 항공기소음 측정 및 평가 절차

* E-mail : nanovicpark@gmail.com / Tel : (02)426-2115

2.2 항공기소음의 측정방법

항공기소음 측정방법은 ‘소음·진동 환경오염 공정시험기준(환경부 고시 2008- 22호) 항공기소음한도 측정방법’에 제시되어 있다. 특이한 점은 소음계의 동특성을 느림(slow)모드로 측정하며, 측정지점의 원추형 상부공간(바닥면의 법선에 반각 80의 선분이 지나는 공간)에 장애물이 없어야 한다.

현장에서 측정은 소음등고선 작성을 위한 기준값을 잡기위해 보통 10~50개 정도의 지점을 동시 또는 2~3회에 나누어 7일간씩 측정한다. 측정

시간은 대부분이 6시~22시 이거나 24시간(인천공항)이다. 따라서 측정이 전체 비용의 60%정도를 차지한다.

측정지점 선정에 있어서 검토해야할 사항이 많다. 일단은 배경소음(개구리, 매미소리, 차량, 공장 등)의 영향이 작고, 항공기 통과 시 소음도가 배경소음보다 10 dB이상 커야하며, 항로, 대표성(분포), 민원 지역 등을 고려하며, 이전 평가 시 등고선의 주요경계 지점과 동일지점도 고려 대상이다.

기타 측정에 있어서 고려할 사항을 정리하면 표 1과 같다.



그림 2 항공기소음 측정

표 1 항공기소음 측정관련 고려사항

구분	고려사항	비고
시기	우기, 바람의 세기 및 방향, 공정 등	일기예보
일자	공휴일 등 운항 변화	군용기 훈련
지점수	측정지점의 수와 동시 측정지점수	가능한 동시 측정
대표지점	비교와 평가단위 산정을 위한 지점(2~6개)	활주로 근접지점
운항회수 및 시간	평균 운항횟수 및 운항시간(시작~끝)	공개자료 활용 (군용기 미 공개)
민원	민원(소송) 여부 및 요구사항, 참관 등	주민 협조 중요
장비	기록저장, Lmax, SEL, 1/3oct 분석 등	옥외용 마이크로폰
운항기종	해당 공항(비행장) 운항하는 항공기 기종	특히 군용
운항패턴	해당 공항(비행장) 이, 착륙 절차	군용기 Touch & Go
인원	지점 당 측정자 1명+4~5개 지점당 팀장	2~3교대
측정지점사용협조	장소 사용, 출입, 화장실, 전원 사용 등	현장 정리 정돈
업무지원	보고회, 주민설명회, 공정 및 관계기관 협의	고시 등 사후 지원
기타	예비 인원 및 장비, 검교정, 사진, 교육 등	녹음, 녹화

2.3 항공기소음의 평가방법

현재 우리나라의 항공기소음 평가단위는 WECPNL를 쓰고 있다. 이는 본래의 ICAO의 WECPNL 단위를 일본에서 간략화한 형태를 사용하고 있다.

ICAO의 WECPNL 산정방법

- 1) PNL(perceived noise level) 구하기
 - 0.5초 이내 간격으로 50~10000 Hz 범위 1/3 octave band 주파수 분석
 - 감각소음도 곡선에서 각 주파수 대역별 Noy 값 산출 → 총 감각소음도 산출
 - $PNL = 40 + 33.2 \log N$
- 2) EPNL(effective PNL) 구하기
 - 고주파 톤 성분 보정 : $PNLT = PNL + C$ (톤 보정인자: 10단계 과정)
 - $EPNL = PNL_{Tmax} + D$ (지속시간 보정인자): 항공기 1대에 대한 평가
- 3) ECPNL(equivalent continuous PNL) 구하기
 - $ECPNL = EPNL$ 평균 + $10 \log N + 39.4$
- 4) WECPNL(weighted equivalent continuous PNL) 구하기

$$WECPNL = 10 \log \left[\frac{d}{24} 10^{\left(\frac{ECPNL_d}{10}\right)} + \frac{c}{24} 10^{\left(\frac{ECPNL_c+5}{10}\right)} + \frac{n}{24} 10^{\left(\frac{ECPNL_n+10}{10}\right)} \right] + S$$

ICAO의 WECPNL 단위평가는 기본적으로 1/3 octave band 주파수 분석장비 사용하여야 하며, 산출과정 복잡하고, 자동 분석장비를 사용하더라도 지속시간에 대한 확인과 대상 이벤트의 개별적인 확인이 필요하여 배경소음이 높거나 항공기 소음이 작은 경우 평가 어려움이 있다.

간략화 과정

- 1) $PNLT_{M} = L_{max} + 13$ 으로 가정
- 2) 지속시간을 20초로 일정하다고 가정
- 3) 계절보정치를 삭제
- 4) 주간, 저녁, 야간의 최고소음도가 일일 평균 최고소음도와 같다고 가정
- 5) 상수 100.5 (≒3.162...) 을 3으로 26.4를 27로 단순화

국내에서는 항공기 소음평가절차의 방법으로 간략화한 WECPNL을 사용하며, 소음진동환경 오염공정시험기준 항공기소음한도 측정방법과 항공법 시행규칙 제273조 소음영향도의 산정방법에 제시되었다.

$$WECPNL = \overline{dB(A)} + 10 \log [N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4)] - 27$$

여기서, dB(A)는 이착륙하는 항공기마다 1일 단위로서 계산한 당일 평균 최고소음도

N_1 : 야간(00:00~07:00)의 운항회수
 N_2 : 주간(07:00~19:00)의 운항회수
 N_3 : 석간(19:00~22:00)의 운항회수
 N_4 : 야간(22:00~00:00)의 운항회수

2009년에는 개선방안으로 Lden 평가방안이 제시되었고, WECPNL과의 환산식을 다음과 같이 제시하였다.(환경부 한국공항공사/ 서울대환경소음진동연구센터)

$$Lden = WECPNL - 13 \text{ (차감환산)}$$

or $Lden = 0.8 * WECPNL \text{ (비례환산)}$

2.4 소음등고선 작성

항공기 소음등고선 작성을 위해서는 다음과 같은 기초자료가 필요하다.

- 1) 활주로: 제원, 이착륙 방향별 이용률 등
 - 2) 항로: 이착륙 절차, 실제 이용을 반영한 대표 항로 등
 - 3) 항공기: 기종, 운항횟수, 운항거리(목적지) 등
 - 4) 기타: 지형, 기후(온도, 습도) 등 주변여건
- 소음등고선의 적정성을 검토하기 위해서는 다양한 지점(자동측정망 포함)의 측정결과를 측정 시기의 운항 상태를 바탕으로 작성한 소음등고선과 비교하여 보정한다.

해당연도에 대한 소음등고선이 작성되면 이를 바탕으로 향후 운항계획(수요와 기종 등)을 반영하여 목표연도의 소음등고선을 작성한다. 이는 영점사격 후 실거리 사격을 하는 것과 같다.

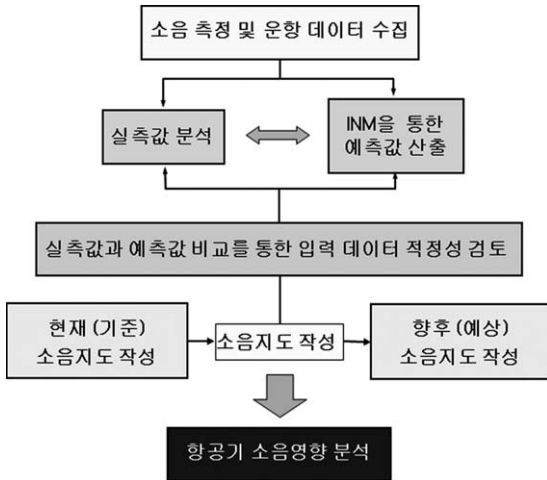


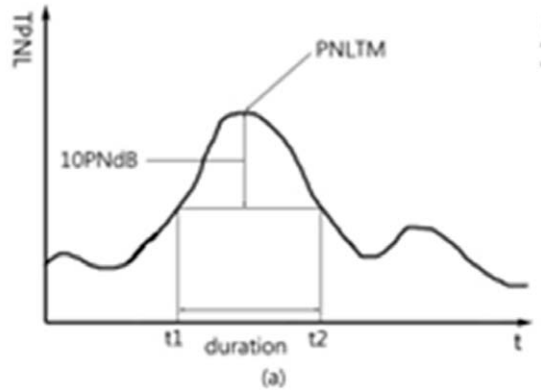
그림 3 항공기 소음지도(등고선) 작성 절차

3. 맺음말

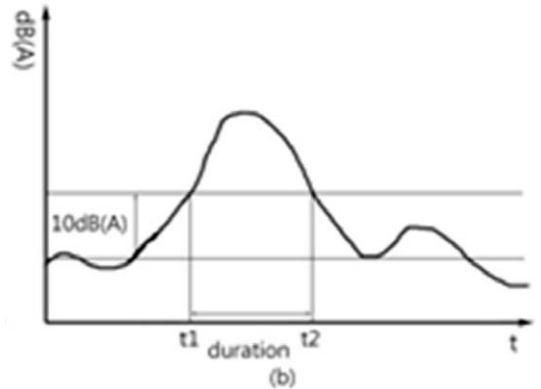
항공기소음의 측정은 현장에서는 장기간 여러 지점에서 동시에 측정이 이루어다보니 그중 한 곳이나 한번이라도 우천, 바람, 장비 이상, 다운 로드 등에 따른 측정 자료의 누락이 발생된다. 이를 막기 위해 예비 장비나 인력을 둔다고 하더라도 갑작스럽게 부는 강풍과 비 등으로 인한 측정값의 이상은 어쩔 수 없는 실정을 감안하여 측정 자료 획득 실패에 대한 현실적인 대책방안을 측정의 목적과 정확성 그리고 현실성을 고려한 기준을 미리 정하여 두는 것이 필요하다. 참고로 자동측정망에 대한 '항공기 소음 측정 업무 매뉴얼'에는 1일 가동률 90% 이상, 월 7일 이상 가동된 경우 자료를 인정하는 것으로 되어있다.

Lden 평가방식의 도입도 현실적인 업무에 있어서는 배경소음과 지속시간의 판단이 어렵고, 측정장비와 공정시험기준에서 지속시간 정의가 달라 개별 이벤트 마다 확인 필요하기 때문에 측정 결과분석에 많은 노력이 필요할 것으로 보여 이를 고려한 측정 및 평가방법이 만들어져야 할 것이다.

또한 Lden 평가를 위한 SEL값의 산출에 있어서 항공기 통과 시 개가 짓는 경우와 같이 이벤트소



(a) 장비 및 외국의 경우



(b) 한국

그림 4 배경소음의 판단

음(항공기소음)에 배경소음이 겹치는 경우 WECPNL은 최고소음도만을 따지기 때문에 그 영향이 상대적으로 작아 문제가 적었지만, Lden은 이를 분리하기 어려운 점이 있음을 고려할 필요가 있다.

항공기소음에 대한 측정 및 평가는 한국공항공사를 중심으로 6개의 민간국제공항이 대상이 되어 5년 단위로 진행하여 왔다. 최근에는 군과 지자체 등의 주도로 측정 및 평가용역도 발생되고 있어 보다 많은 관심과 참여가 요구된다. 또한, 측정 장비의 발전으로 장시간, 자동 그리고 원격 통제 모니터링이 가능하여, 도로, 철도 등 다른 분야도 충분한 시간의 측정과 보다 발전된 방안의 평가방법이 적용되기를 바란다. KSNVE