

# 저소음 운항절차 개선을 위한 항공기 소음 측정지점 선정기준에 대한 연구

## Study on Guideline for the Selection of Aircraft Noise Monitoring Spots for Improvement of Noise Abatement Procedures

이 준 호<sup>†</sup> · 정 태 량<sup>\*</sup> · 김 득 성<sup>\*</sup> · 전 형 준<sup>\*</sup> · 손 진 희<sup>\*</sup>  
Jun Ho Lee<sup>†</sup>, Tae Ryaug Choung<sup>\*</sup>, Deuk Sung Kim<sup>\*</sup>, Hyung-Joon Chun<sup>\*</sup>  
and Jin Hee Son<sup>\*</sup>

(Received September 19, 2019 ; Revised January 10, 2020 ; Accepted February 5, 2020)

**Key Words :** Noise Abatement Procedures(저소음 운항절차), Aircraft Noise Monitoring(항공기 소음 측정기)

### ABSTRACT

The Minister of Land, Infrastructure and Transport of Korea has been executing aircraft noise abatement and compensation schemes since 1993; however, there are constant complaints regarding aircraft noise. To establish effective aircraft noise reduction policy, accurate understanding and analysis of aircraft operating noise must be prioritized. This study reviewed the current system and measurement method of aircraft noise and analyzed the measured statistic data of aircraft noise. Three improvement plans were proposed for selecting aircraft noise monitoring spots to manage noise levels in the aircraft noise control areas and to improve noise abatement procedures.

### 1. 서 론

항공기 운항으로 발생하는 항공기 소음을 감소시키기 위한 효율적인 소음대책은 항공기 소음 발생에 대한 정확한 이해와 분석이 필요하며, 항공기 소음피해를 받고 있는 주민들에게는 체감할 수 있는 정책이 필요하다. 항공기 소음으로 인한 민원 발생의 원인을 이해하지 못하고 수립된 법령과 정책은 소음피해 인식을 가중시키게 된다. 국내의 경우, 1993년부터 민간 항공기 소음대책 사업을 시행하였다. 정책과 제도는 완벽할 수는 없으나, 보상사업 성격의 정책은 근본적인 정책이 될 수 없으며, 항공기에서 전달되는

소음을 줄이기 위한 근본적인 정책이 필요하다. 항공기 소음을 줄이기 위한 대표적인 제도는 저소음 운항절차로, 2008년 7월부터 김포국제공항에서 시작하여 10년의 세월이 경과되었다. 그러나 저소음 운항절차를 시행하더라도 해당공항의 소음도 저감 dB(A)에 대한 계획이나 해당공항의 소음도 유지를 위한 구체적인 계획이 없다. 따라서 현재 시행되고 있는 정책에 대한 문제점을 파악하고, 보완 사항을 정책에 반영할 필요가 있다.

이 연구에서는 항공기 소음을 측정하는 제도와 측정방식을 검토하고, 항공기 소음 측정 통계자료를 검토하여, 항공기 소음대책지역의 항공기 소음도 관리와 시행중인 저소음 운항절차 개선을 위한 항공기 소

<sup>†</sup> Corresponding Author; Member, Korea Airports Corporation, Researcher

E-mail : 00ping1004@gmail.com

\* NVT Co.

# A part of this paper was presented at the KSNVE 2019 Annual Autumn Conference

‡ Recommended by Editor Won Ju Jeon

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

음 측정지점의 소음자동 측정망 설치 기준에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

## 2. 항공기 소음 자동측정망 설치기준

항공기 소음 자동측정망은 항공기 운항 소음이 전달되는 지역에 설치되어 있다. 항공기 소음 자동측정망은 배경소음과 항공기 소음을 구별할 수 있는 지점 선정과 측정된 소음에서 항공기 소음을 구별할 수 있는 별도의 기능이 필요하다. 국내의 항공기 소음측정기 설치기준은 국토교통부 예규 제216호 항공기소음 측정업무지침<sup>(1)</sup>과 환경부 국립환경과학원 고시 제2018-15호 소음·진동 공정시험기준<sup>(2)</sup>에 언급되어 있다. 국토교통부의 항공기소음측정업무지침에서 항공기 소음측정은 소음·진동공정시험기준에 따라 시행하고, 소음·진동공정시험기준에 명시되지 않은 사항은 국토교통부 업무지침에 따라야 한다고 명시하고 있어, 상호 보완적인 기능을 수행하도록 되어 있다<sup>(3)</sup>. 또한 항공기소음측정업무지침에는 공항주변 항공기 소음측정 기준, 방법, 자동소음측정망 설치 등의 필요 사항 규정을 제시해 놓았으며, 업무 지침 제6조에는 항공기 소음 자동측정지점 선정기준<sup>(1)</sup> 내용을 업무 지침 제6조에 제시하고 있다.

### 제6조(측정지점 선정)

① 소음 자동측정 지점의 선정원칙은 다음과 같다.

1. 공항별 소음대책지역을 대표하는 지점
2. 항공기 소음분포 확인 및 향로감시가 용이한 지점
3. 배경소음과 지형지물에 의한 영향이 적은 지점
4. 임대가 쉽고 장기간 사용이 가능한 지점
5. 유지보수를 위한 접근이 쉬운 지점
6. 측정장비의 보호가 쉬운 지점

7. 항공기 이·착륙 방향 및 활주로 방향별 지역별 안배
8. 항공기 소음 민원다발 지역 또는 민원발생 가능성이 있는 지역

② 소음 자동측정 지점의 선정방법은 다음과 같다.

1. 제1항에 따라 후보지를 선정한다.
2. 후보지 선정은 해당 지역 주민 및 지자체 의견을 수렴하여 향후에 민원이 발생되지 않도록 한다.
3. 각 후보지에 대한 소음측정, 향로 및 주변여건을 조사하여 평가를 실시한다.
4. 각 후보지에 대한 평가는 필요 시 관계전문가 등에게 자문을 받아 측정지점을 선정한다.

하지만 선정기준의 각 호에 대한 세부기준이 없기 때문에, 항공기 소음 자동측정지점 선정 시 논란이 반복되고 있다. 항공기 소음측정 업무지침 중 측정지점 선정원칙 제6조 제1항 제1호에서 제시한 ‘공항별 소음대책지역을 대표하는 지점’은 소음도가 높은 지점인지, 인구가 많은 지역인지, 민원이 많이 발생하는 지점인지 등 ‘대표하는 지점’에 대한 세부기준이 없다. 그리고 선정원칙에 나열된 각 호에 대한 세부기준 뿐만 아니라 제6조 제1항의 각 호의 조항 간 상충하는 경우, 우선순위에 대한 세부기준도 없으며, 소음측정기 설치 지점 부근에서, 소음측정기 추가 설치 시, 항공기 소음측정기 설치 간격에 대한 세부기준 등이 없어, 추가적인 연구가 필요하다<sup>(4)</sup>.

또한, 제6조 제2항의 소음 자동측정지점의 선정방법도 구체적이지 않아 여건변화를 반영하기 어렵다. 측정지점의 후보지가 정해졌다고 그 지점의 민원이 발생되지 않는 것은 아니며, 향로나 취항기종의 변경 등의 주변 여건 변화로 발생할 수 있어, 제2항 제2호의 내용은 선언적 의미에 불과하다. 제3호의 경우, 세

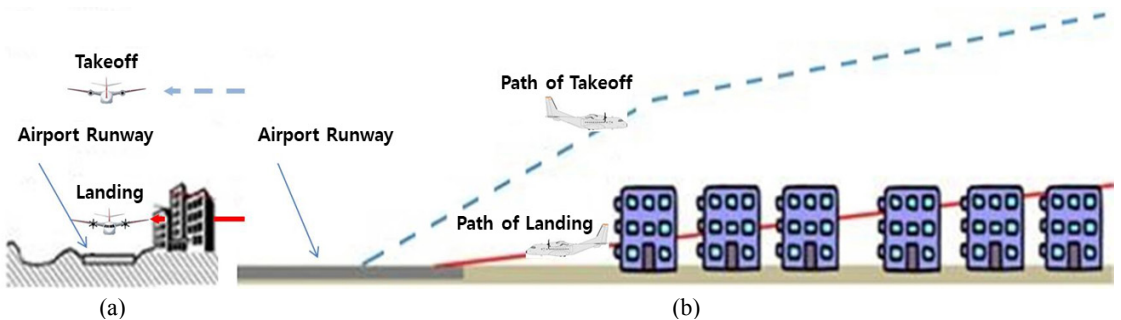


Fig. 1 Effect of building in case of measurement of aircraft noise

부 내용이 없고 제4호의 ‘관계전문가 등의 자문’에 대한 구체적 범위와 내용에 대한 세부기준이 없어, 임의적인 기준과 판단에 의존하게 된다.

국토교통부의 설치기준에서 특별히 명시하지 않은 사항은 소음·진동관리법 제7조의 기준에 의한 소음·진동 공정시험기준의 항공기 소음 관리기준 측정방법 및 환경부의 항공기 소음 자동측정망 운영지침에 명시되어 있어야 하는데, 따로 명시되어 있지 않기 때문에, 문제점을 개선해야 한다<sup>(4,5)</sup>.

그리고 소음발생원인 항공기의 이동경로에서 수음점을 차폐시키는 소음측정지점은 제외해야 한다. 항공기 정면지점(Fig. 1(a))에서는 건물의 차폐가 발생할 가능성이 적고, 상공을 통과하는 상황에서 가장 거리가 가까운 지점으로 통과하므로 최고소음도( $L_{Amax}$ )를 측정하는데 특별한 문제가 없지만, 활주로 측면지점(Fig. 1(b))에서는 정면지점보다 차폐에 의한 음 차단이 자주 발생된다. Fig. 1에서 이륙항공기 경로(파란색 점선, 상부 동선)의 고도는 통과지점이 높기 때문에, 착륙보다 건물에 의한 차폐 영향의 지속시간이 상대적으로 짧다. 그러나 착륙항공기 경로(빨간색 실선, 하부 동선)의 통과고도는 건물에 의한 차폐 영향의 지속시간이 길고, 건물 차폐로 인한 소음 감소까지 발생되어 항공기 소음을 측정하기가 적합하지 않은 상황이 발생된다. 주변지역의 고층 건물로 인한 차폐지역의 존재는 향후 항공기 소음평가단위 개정으로 사용될 SEL(sound exposure level, LE) 측정시 전달되는 에너지양의 변화로 나타나며,  $L_{den}$  평가시 오차의 원인으로 작용할 가능성이 높기 때문에, 소음·진동 공정시험기준을 보완<sup>(6)</sup>할 필요가 있다.

반면, ISO(the international organization for standardization) 20906<sup>(6)</sup>에서의 항공기 소음 자동측정망

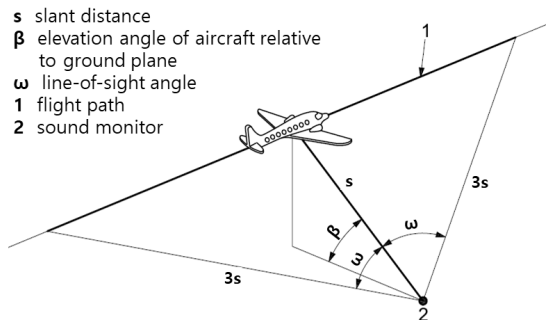


Fig. 2 Installation criteria for monitoring spots of aircraft noise by ISO 20906

설치기준은 우리나라 기준과는 달리 구체적인 기준이 제시되어 있다. Fig. 2는 ISO 20906에서 제시한 항공기 소음 측정지점 선정에 대한 세부 기준을 제시한 것으로, 항로에서 소음측정기까지의 최단거리(s) 지점의 소음도와 배경소음도와와의 차이가 최소 15 dB(A) 이상인 지점, 비행경로 상에서 발생하는 소음의 빈도가 가장 많은 지점, 거리 s와 3s 사이에 장애물이 없는 지점, 다른 소음의 영향을 받지 않는 지점, 최소 10 m 이내 반사표면이 없고, 거리 s와 3s에서의 소음도 차이가 최소 10 dB(A) 이상인 지점(자유음장의 구형 확산 고려), 거리 s와 3s의 각도( $\omega$ ) 등을 표시하고 있다. 여기서, 거리 s와 3s의 각도( $\omega$ )는 자유음장의 구형 확산을 고려하면, 70°로 상한치를 나타내지만, 대기 흡음, 지형성 등을 고려하면, 10 dB 감소되는 이륙시의 각도( $\omega$ )는 약 50°, 착륙시에는 60°의 각도를 일반적으로 사용하며, 마이크론의 높이는 지면 반사 효과를 배제하기 위하여 지상으로부터 최소 6 m에서 최대 10 m까지 설치할 것을 권장하고 있다.

ISO 20906에서 제시한 항공기 소음 자동측정망 설치기준을 검토해보면, 국내의 항공기 소음 자동측정망 설치기준에 대한 보완이 필요하다는 점을 인식할 수 있다<sup>(4)</sup>.

### 3. 항공기 소음 저감대책

항공기에서 발생하는 소음을 저감시키는 대책 중 항공기 자체(기체 및 엔진 등)에 대한 소음저감 방안과 수음점 소음대책을 제외한 항공기 운항과 관련된 일반적인 소음대책 종류는 통과고도와 관련된 ‘연속강화접근(CDA, continuous descent approach)’, ‘활주로 시단

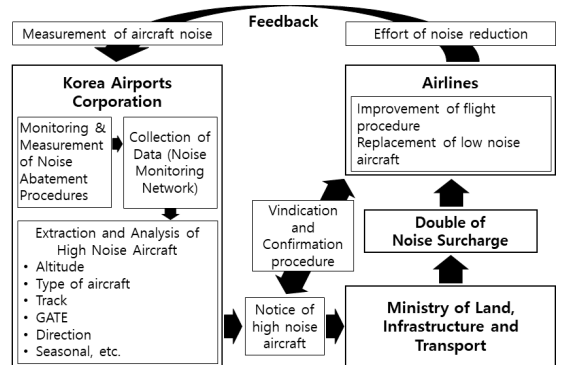


Fig. 3 Flowchart of noise abatement procedures in Korea

이설(runway displaced threshold), ‘급상승 이륙(climb out)’, ‘급각도 진입(two segment approach)’, ‘고정상 공통과(fix point fly over)’, ‘최저통과고도(NMA, noise area minimum altitude)유지’ 등의 대책과 거리감쇠 목적의 ‘우선활주로(preferential runway) 및 우선 비행로(preferential route)’, ‘중간이륙(intersection takeoff)’, 엔진추력 제한과 관련된 ‘엔진추력제한(thrust limit)’, ‘엔진 시운전(engine run-up) 장소·시간 및 보조동력장치(APU, auxiliary power unit) 사용 제한’ 및 ‘역추진(reverse thrust) 금지’, 통과고도와 엔진추력 제한과 관련된 ‘저소음운항절차(NADP, noise abatement departure procedure)’ 그리고 동체소음 저감을 목적으로 하는 ‘지연플랩(delayed/reduced flap)설정’ 등으로 정리할 수 있다<sup>(7)</sup>.

항공기 운항과 관련된 다양한 소음저감 대책을 시행하는 목적은 해당지점에서 항공기 소음을 저감 또는 추가적인 소음 발생을 억제시켜 항공기 소음을 감소시키는 것이다. 국토교통부의 공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률<sup>(8)</sup> 제9조에는 소음저감운

항 의무 등의 내용으로 공항에 적용 가능한 저소음 운항절차를 수립하고 소음기준을 설정함으로써 항공기 소음피해를 최소화하는 소음저감 절차를 시행하고 있다. 대표적인 소음저감 절차는 소음부담금으로, 특정 측정지점의 고소음 기준을 초과하는 항공기는 소음부담금의 2배를 추가 납부해야 한다. 그러나 항공기 소음도와 소음부담금의 상관성이 부족하므로, 법 제정 취지에 맞도록 소음도와 소음부담금의 상관성이 반영될 수 있도록 추가적인 연구와 보완이 필요하다<sup>(9)</sup>.

Fig. 3은 국내에서 시행중인 저소음 운항절차 흐름도이다. 현재 시행되고 있는 대책에 의한 소음도 저감 여부를 확인하고 효과에 따른 피드백 결과를 정책에 반영하여야 한다. 또한 항공기 소음을 저감시키고자 하는 연도별 감소 계획이 수립 시행되어야 한다. 소음피해지역 주민들의 정서를 반영할 수 있도록 항공기 소음을 저감시키기 위한 연도별 계획을 수립하고 이에 따른 효과도 검증하여 피드백 결과를 정책에 반영하여야 한다. 따라서 효과를 검증하기 위해서는 항공기 소음도를 측정하는 소음기준이 제대로 설정되어야 한다.

#### 4. 항공기 소음 기준 수립

한국에서 고소음 항공기 운항에 대한 소음기준을 수립하기 위한 계획은 2006년 현 국토교통부의 ‘저소음 항공기 운항절차 수립을 위한 연구’에서 시작되었다<sup>(10-12)</sup>. 당시 연구는 영국 히드로 공항의 사례를 참조하여 Fig. 4와 같이 항공기 통과지점 중 소음측정기 상공 60° 범위 내를 통과했던 항공기의 소음도 값을 소음기준(noise limit)으로 정하였다.

항공기 통과범위를 정해서 소음기준을 설정하려면 항공기가 상승할 수 있는 높이와 추력 등 항공기 성능을 기준으로 설정해야 한다. 기존(과거)에 운항했던 항공기의 통과지점과 소음도 값으로 소음기준을 설정한 후 항공기의 통과고도와 향로 폭의 편차가 발생할 경우, 지상에서의 소음도가 변경되어 고소음 기준값의 대표성이 상실된다. 또한 히드로 공항의 소음기준을 국내공항의 초기 소음기준으로 도입했을 때, 대형기종 비율이 높은 히드로 공항과 국내공항의 조건에 대한 차이(항공기의 기종 비율, 비행거리에 따른 이륙중량의 차이로 인한 통과고도 차이 등)로 추가적인 소음변화의 변수가 발생한다는 것을 기준에 고려했어

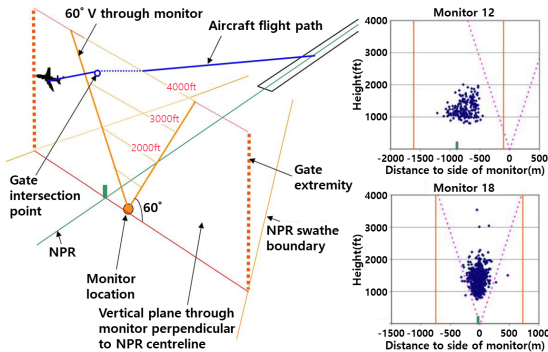


Fig. 4 Measurement range of noise monitor location at Heathrow airport

Table 1 Enforcement of aircraft noise abatement procedures by airports

Airport	The first notification and enforcement date / present notification
Gimpo	SRAA <sup>1)</sup> , Notification No.2008-49, 2008.7.1. SRAA, Notification No.2016-71
Gimhae	BRAA <sup>2)</sup> , Notification No.2013-3, 2013.9.5. BRAA, Notification No.2017-30
Jeju	JRAA <sup>3)</sup> , Notification No.2013-23, 2014.2.9. JRAA, Notification No.2016-14

1) SRAA=Seoul regional aviation administration

2) BRAA=Busan regional aviation administration

3) JRAA=Jeju regional aviation administration

야 했다. 그리고 국내공항은 히드로 공항과 달리 대형기종의 운항비율이 매우 적기 때문에, 소음이 높게 발생하는 대형기종의 소음도를 기준 소음도로 선택한다면, 기준 소음도보다 낮은 소음이 발생하는 기종들은 일정수준의 추가 소음(고도 낮춤 등)이 발생하더라도 기준 소음도를 만족할 수 있다. 따라서 전반적으로 항공기 소음을 낮출 수 없게 되므로 기종마다 특정 소음도를 정해서 시행할 필요성이 있다.

국내 김포공항의 경우, 소음을 가장 크게 발생시키는 기종(예, B747-400)을 소음기준으로 설정하였고, 김포공항 항공기 저소음 운항절차 연구결과를 기반으로 선정된 김해, 제주, 여수, 울산공항의 기준소음도 값은 기준점에서 거리감쇠를 보정하여 활주로의 방향

별 소음측정지점의 고소음 기준으로 적용되고 있으며, 공항별 고소음 기준은 Table 1에 제시한 항공청 고시에 서술되어 있다<sup>(13-15)</sup>. 공항별 항공기 소음 측정 지점의 소음기준은 활주로의 방향별로, EPNL (effective perceived noise level)을 dB(A)로 변경한 소음도에 기준점까지의 거리감쇠 보정량을 적용하여 사용하고 있다.

Fig. 5는 항공기 A300-622R 기종에 장착된 PW4158 엔진의 EPNL과  $L_{Amax}$ 의 거리별 소음도를 비교한 NPD(noise power distance) 곡선이다<sup>(16)</sup>. 항공기에 장착된 엔진 종류와 추력 마다 이와 유사한 형태의 그래프가 나타난다. 두 단위의 소음도 차이는 이격 거리에 따라 다르기 때문에, 두 소음도를 일정 상수의 변환식으로 사용할 경우, 각 공항의 거리별에 따른 적절한 소음도로 전환될 수 없다. 저소음 운항절차를 시행하고 있는 공항에서 고소음 기준 위반에 대한 항공사의 이의제기가 꾸준히 발생되고 있는 이유는 소음도에 대한 문제와 거리 감쇠에 대한 이해가 부족한 상태에서 소음기준을 정했기 때문이다<sup>(17,18)</sup>.

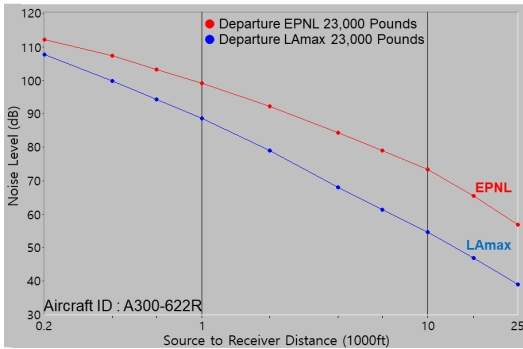


Fig. 5 Comparison of NPD curve(L<sub>Amax</sub> and EPNL) for PW4158 engine

Table 2 Number of violations by aircraft type for noise abatement procedures at Gimpo airport

Year	Aircraft type						
	A320	A330	B737	B747	Other	Total	
2008	0	7	0	53	8	68	
2009	0	4	0	24	10	38	
2010	3	2	0	6	6	17	
2011	0	7	0	0	1	8	
2012	0	3	1	33	10	47	
2013	0	6	0	5	3	14	
2014	0	5	5	8	5	23	
Violation	Tot	3	34	6	129	43	215
	Avg.	0.43	4.86	0.86	18.43	6.14	30.71
Annual avg. number	11 271	2520	38 284	2084	8141	62 301	
% of aircraft type	18.09	4.05	61.45	3.35	13.07	100.00	
% of violation	0.004	0.193	0.002	0.884	0.012	0.071	

### 5. 항공기 소음 통계분석 결과

이 장의 내용은 한국공항공사의 통계자료를 분석한 결과이다.

#### 5.1 저소음 운항절차 시행결과

2008년 7월 1일부터 저소음 운항절차를 시행하고 있는 김포공항은 7년 동안 연평균 62 301대가 이륙하였고, 연 평균 43대가 저소음 운항절차 위반으로 적발되었으며, B747 기종이 대부분을 차지하고 있다. 이륙 항공기 중 3.35%를 차지하는 B747 기종의 위반율은



Fig. 6 Comparison of crossing altitude for aircrafts at Gimpo airport



0.88 % 이상이고, 항공기 중 18.09 %와 61.45 %를 차지하는 A320과 B737 기종의 위반율은 두 기종을 합하여도 0.01 % 미만으로 분석되었다. 이 결과는 Table 2에 제시해 놓았다.

국내에서 적용하고 있는 저소음 운항절차의 소음 기준은 가장 높은 소음을 발생시키는 항공기 소음을 기준으로 시행하고 있어, 고소음 발생 항공기를 관리하고 있으나, 운항비중이 높은 항공기종에 대한 소음 관리는 반영하지 못하고 있다.

항공기 통과고도를 분석하기 위하여, 김포공항의

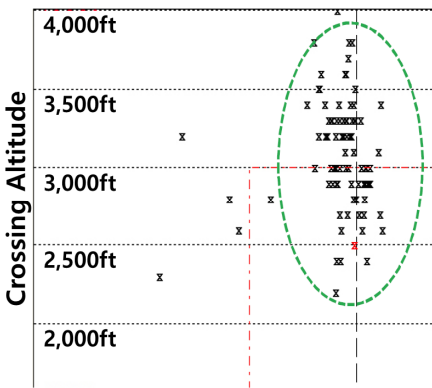
**Table 3** Crossing average Altitude by aircraft type

Year	Aircraft type					Avg.
	A320	A330	B737	B747	B777	
2008	3000 ft	2400 ft	2600 ft	2400 ft	2400 ft	2400 ft
2014	2600 ft	2500 ft	2400 ft	3100 ft	2500 ft	2500 ft

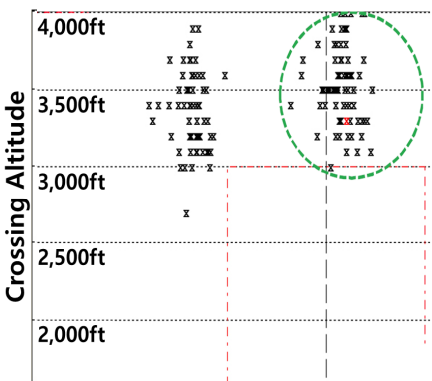
북쪽 방향으로 이륙(14 departure)하는 활주로 끝단에서 3000 m 이격된 측정지점(Fig. 6의 GATE)을 통과하는 항공기의 기종별 통과고도를 저소음 절차가 시작된 2008년과 2014년으로 구분하여 분석하였다. 여기서 붉은색 실선들은 항공기의 통과경로를 나타낸다. 기종별 통과고도 분석결과, 김포공항 운항기종 중 가장 높은 소음을 발생시키는 B747 기종을 제외한 나머지 기종들은 통과고도를 유지하거나 고도가 낮아진 것을 Table 3에서 확인할 수 있다.

Fig. 7(a)에 제시한 B747 항공기의 통과고도는 저소음 운항절차가 시행된 7월부터 고도가 상승하기 시작하였다. 항공기 운항특성상 하절기보다 동절기에 고도가 상승하는 패턴이지만, Fig. 7(b)와 비교해보면, 인위적 상승 결과인 것으로 판단된다.

또한, Table 3에 제시한 B747 기종의 통과고도는 2008년도에 3000 ft 이하를 통과하였으나, 2014년에는 3000 ft 이상으로 상승하였으며, 이는 고소음 기준

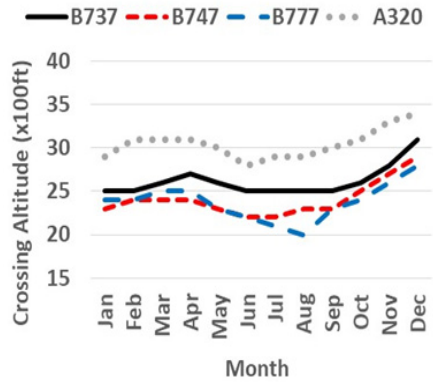


(a) 2008

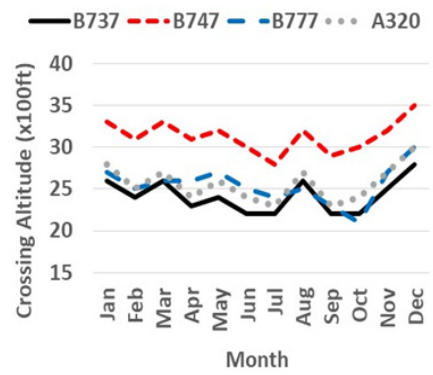


(b) 2014

**Fig. 7** Crossing altitude for B747 aircraft at GATE of Gimpo airport



(a) 2008



(b) 2014

**Fig. 8** Crossing altitude by aircraft type at GATE of Gimpo airport

을 회피하기 위한 비행으로 판단할 수 있다. 김포공항을 운항한 기종의 통과고도를 비교한 Fig. 8을 보면 운항의 약 80%를 차지하는 B737과 A320 기종은 오히려 2008년도보다 2014년도의 통과고도가 낮아졌다. 이는 다른 기종의 경우, 고소음 기준의 B747보다 상대적으로 소음기준에 여유가 있어, 통과고도를 낮추더라도 고소음 기준에 적발될 우려가 적기 때문에, 해당기종의 통과고도를 유지 또는 높게 운항할 필요가 없었던 것으로 추정할 수 있다.

**5.2 항공기 소음대책지역과 측정지점의 관계**

Fig. 9는 항공기 소음대책지역(A지역)과 이외의 지역(B지역)을 통과하는 제주공항 25방향 이륙항공기의 일부를 표기한 것이다<sup>(19)</sup>. 항공기는 이륙 후 고도 1500 ft에서 선회할 수 있어, 고도 450 m ~ 500 m 정도가 되면, 항공기는 선회하여 정해진 방향으로 이동한다. 하지만 선회가능 지점의 좌표를 지정하지 않으면, Fig. 9의 B지역으로 통과할 수 있다. 국내의 항공기 통과지점의 항로 폭과 상하 고도에 대한 기준이 정

해져 있지 않기 때문에, 항공기는 항공기 소음과 관련하여 소음대책지역을 벗어나서 운항하더라도 저소음 운항절차의 측정지점별 소음기준만 초과하지 않으면 제재를 받지 않는다. ①지역을 통과해야 할 항공기가 ②지역으로 통과하게 되면, B지역에서도 항공기 소음에 대한 민원이 발생할 수 있다. B지역에서 항공기 소음의 영향을 배제하기 위해서는 항공기가 소음대책지역과의 상관성을 유지하면서 비행하여야 한다<sup>(19)</sup>.

Fig. 10은 현재 사용되고 있는 항공기 소음측정기 적정 위치에 대한 표기이다<sup>(10,13,14)</sup>. 항공기가 활주로 방향으로 직선 비행을 한다면, 항공기는 distance B point(0 m)를 통과할 것이다. 그리고 B point(Fig. 9의 A지역 좌측 하단지점에 ①이 표시된 빨간 화살표 시작지점)가 75WECPNL이므로 소음측정기 정면 상공을 통과하는 항공기 소음은 75WECPNL을 초과하지 않는 범위 내에서 측정되어야 한다.

예를 들어, 580 m 고도로 B point(0 m) ②를 통과하는 항공기의 소음이 75WECPNL로 측정된다면, 같은 성능의 비행조건 하에서는, A point(-200 m) ①은 75WECPNL이 되고, B point ②는 75WECPNL보다 낮은 소음이 측정될 것이다. 또한 C point(+280 m)를 통과하면, C point ③은 75WECPNL이 되지만, B point ②는 75WECPNL보다 낮은 소음이 측정될 것이다.

국내의 저소음 운항절차 수립시에는 소음측정기의 상공 60°를 통과하는 모든 항공기의 소음 평균값을 적용했다. 만약 B point(0 m) 소음기준이 75WECPNL이고, 소음기준을 만족한다면, A point나 C point로 항공기가 통과하는 것은 제한해야 한다. 소음대책지역에 해당하지 않는 A point나 C point로 항공기가 통과하여 75WECPNL을 초과한다면, 소음민원이 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 B point는 75WECPNL을 넘지 않아야 하고, A point나 C point를 통과하는 항공기를 고려한 별도의 측정기준을 수립해야 한다.

**5.3 소음측정지점의 통과고도와 항로 폭 설정**

측정지점을 통과하는 항공기의 소음도와 소음대책지역의 소음도를 유지하기 위해서는 항공기가 소음대책지역을 통과하여야 하고, 소음대책지역을 벗어난 지역에서 기준 소음도 이상의 소음이 발생되지 않아야 한다. 그러기 위해서는 항공기 소음 측정지점 설정과 관련된 기존의 연구에 대한 수정 및 보완이 필요하다. 60° 각도를 사용하는 방식의 문제점은 5.2에

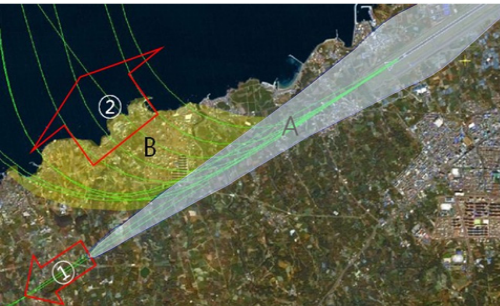


Fig. 9 Crossing points of aircraft at Jeju airport

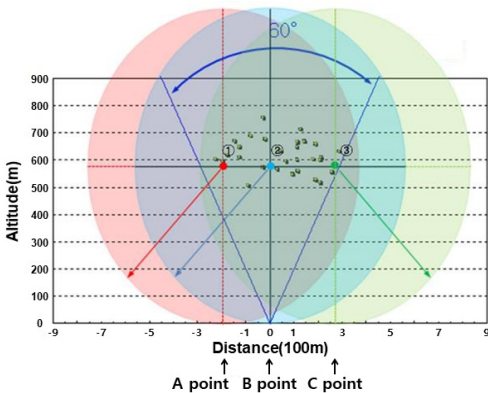


Fig. 10 Criteria for location of aircraft noise monitoring system

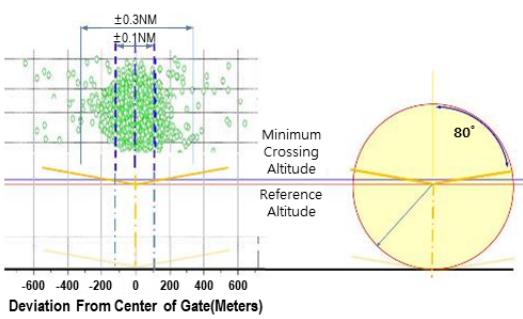


Fig. 11 Proposal of criteria for crossing altitude of aircraft

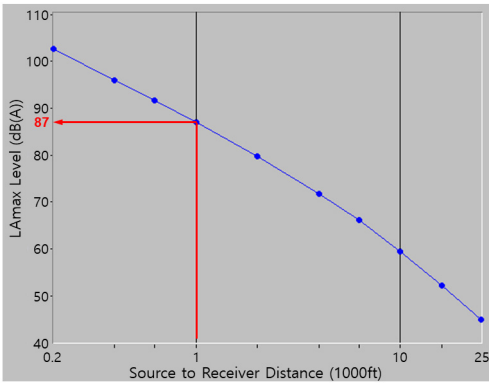


Fig. 12 Application of NPD curve for aircraft noise

서 서술한 바와 같다. 이 연구에서 제안하는 통과 항공기와 소음대책지역의 상관성을 유지하기 위한 측정지점 설정 기준안은 Fig. 11에 제시해 놓았다. 항공기가 Fig. 11의 0 m 지점(소음측정기 설치 지점)을 통과할 때의 통과고도는 해당 지점의 최대허용 소음도에 의하여 결정된다<sup>19)</sup>.

대상 공항을 운항하는 기종의 최대추력 상태에서의 소음도와 소음측정지점까지의 거리감쇠 보정량을 적용하면, 측정지점에서의 기준고도가 결정된다. 측정지점에서 기준고도를 정하는 것은 Fig. 12에서 제시한 NPD 곡선<sup>16)</sup>으로 결정한다. NPD 곡선은 이륙과 착륙과정의 엔진별 추력 상태에 따라 거리와 소음도의 상관관계를 도식화한 그래프로 추력과 거리로 소음도를 예측할 수 있다.

만약 Fig. 11의 0 m 지점의 기준소음도는 엔진 추력 상태에서, 소음측정지점의 소음기준이 87 dB(A)를 초과하지 않아야 한다면, Fig. 12에 제시한 대상 항공기의 통과고도는 1000 ft임을 확인할 수 있다. 따라서 소음측정기 설치지점을 통과하는 최저 기준고도는 1000 ft가

된다. 해당공항을 운항하는 항공기종에 따른 이·착륙별 엔진추력 상태로, 특정고도 이상으로 상승하지 못하는 항공기는 이륙중량 제한 등을 고려하여 특정고도 이상으로 상승시키는 방안을 강구해야 한다.

Fig. 11에서 80° 각도는 소음·진동 공정시험기준에서 제시한 측정반경의 반각으로 해당 범위에 장애물이 없어야 하는 점을 반영하였다. 기준고도에서 반각 80° 범위와 항공기의 향로 폭에 의한 각도만큼 소음 저감 여유 고도를 추가로 상승시켜 최저통과 기준고도를 정하면 된다. 이때 항공기의 향로 폭은 0.1 NM을 제안한다. 여기서 NM(nautical mile)은 해상마일로 불리며, 1 NM = 1.852 km이다.

현재 RNP(required navigation performance) 절차에 의한 항공기의 자동항법 수준은 0.1 NM이내의 향로 폭으로 통과할 수 있는 기술을 갖고 있다. 다만 관계절차에서는 0.3 NM을 향로 폭 범위로 사용하고 있어, 초기에는 0.3 NM의 향로 폭을 적용하되, 유예기간을 거쳐 0.1 NM 이내로 기준을 설정하는 것을 제안한다.

최종적으로, 항공기의 향로 폭 0.1 NM(또는 0.3 NM) 범위 밖으로 통과하거나 기준고도 이하로 통과하는 항공기는 저소음 운항절차 위반으로 관리할 수 있도록 한다면, 소음대책지역의 소음을 저감 또는 유지시키면서, 고소음 발생 항공기를 관리할 수 있을 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

이 연구에서 분석한 결과를 토대로, 다음과 같은 소음측정기 설치 기준에 대한 정책적인 개선안을 제시하고자 한다.

(1) 항공기 소음 자동측정망 설치 기준과 측정업무 지침은 현재의 서술내용으로는 지속적인 민원이 발생할 수 있으므로, 구체적인 세부기준을 설정하여, 체계화되도록 개선되어야 할 것이다.

(2) 항공기 소음대책은 주민들에게 보상의 수준으로 한정해서 시행하는 것이 아니라 항공기에서 발생한 소음을 계획적으로 감소시켜, 지상에 전달되는 소음을 감소시키는 노력이 필요하다. 따라서 공항에 따라 연도별 소음감소계획을 공포하고, 이에 따른 소음 저감효과를 제도적으로 반영하여야 할 것이다.

(3) 소음측정기 향로 폭과 최저통과 기준고도는 해



당 공항을 운항하는 항공기의 기종별로 기준을 수립 하여야 하며, 항공기 운항에 대한 항로 감시 업무가 법제화 되어야 한다.

이 연구의 결과는 항공기 소음에 대한 소음대책 시행에 따른 과거의 문제점과 향후 발생할 수 있는 문제점들을 파악하고, 보완할 수 있는 가이드라인으로 활용할 수 있으며, 향후 항공기 소음저감 연구의 Land, Infrastructure and Transport, 2018기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## References

(1) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018, Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports, Established Rules, No. 216.

(2) Ministry of Environment, 2018, Noise and Vibration Process Trial Standards, Notification No. 2018-15.

(3) The Korea Transport Institute, 2009, A Study on the Establishment of Master Plan for Airport Noise Countermeasure, TRKO201600014054.

(4) Lee, J. H., 2015, A Study on the Standards of Installation Distance to Fixed Aircraft Noise Monitors, Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 63, pp. 195~214.

(5) Lee, J. H., 2009, Problems of Korea Standard Method for Noise and Vibration Regarding Aircraft Noise Measurement, Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 50, pp. 154~169.

(6) International Organization for Standardization, 2009, Acoustics - Unattended Monitoring of Aircraft Sound in the Vicinity of Airports, ISO 20906.

(7) Lee, J. H., 2016, A Study on the Variation of Aircraft Noise Level by Changing the Noise Abatement Procedures, Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 64, pp. 31~47.

(8) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2019, Airport Noise Prevention And Areas Assistance Act, No. 15725.

(9) Lee, J. H., 2013, The Study on Realizing Aircraft Noise Surcharge Imposing System, Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 60, pp. 97~126.

(10) Ministry of Construction & Transportation, 2006,

A Study on the Establishment of Noise Abatement Procedures, TRKO201000018711.

(11) Son, J. G., Kim, Y. M., Park, J. W. and Kim, Y. I., 2007, A Study on the Establishments of Aircraft Noise Abatement Procedures in Gimpo International Airport, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 17, No. 5, pp. 379~390.

(12) Son, J. G. and Kim, Y. M., 2007, A Study on the Establishments of Aircraft Noise Abatement Procedures in Gimpo International Airport(II), Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 17, No. 9, pp. 874~880.

(13) The Korea Transport Institute, 2007, A Service on the Establishment of Noise Abatement Procedures.

(14) The Korea Transport Institute, 2009, A Service on the Establishment of Noise Abatement Procedures - Yeosu, Ulsan Airport.

(15) Kim, Y. M., Kim, M. S., Son, J. G. and Kim, Y. I., 2008, Study on Establishment of Aircraft Noise Abatement Procedures in Gimhae International Airport, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 889~893.

(16) Federal Aviation Administration, 2007, INM(Integrated Noise Model) 7.0 User's Guide, OMB No. 0704-0188, 2007.

(17) Lee, J. H., 2005, A Comparative Research between WECPNL of ICAO and WECPNL of dB(A), Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 38, pp. 119~136.

(18) Lee, J. H., 2005, A Comparative Research between WECPNL and ICAO WECPNL by dB(A), Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 39, pp. 99~120.

(19) Lee, J. H., 2012, A Study for Maintaining the Designated Noise Level in Aircraft Noise Contour Area, Journal of Aviation Development of Korea, Vol. 59, pp. 65~81.



**Jun Ho Lee** received Ph.D. degree in Environment Engineering from Jeju National University in 2010. He has been in the aircraft noise field for about 30 years at Korea Airports Corporation(KAC). His research interests include policy, assessment, measurement, analysis and equipment related to aircraft noise.