

AEDT (aviation environmental design tool)을 이용한 김해 국제공항 신 활주로 소음 분석

Noise Analysis of New Runway at the Gimhae International Airport using Aviation Environmental Design Tool (AEDT)

임은하 · 황호연*
세종대학교 항공우주공학과

Eun-Ha Lim · Ho-Yon Hwang*
Department of Aerospace Engineering, Sejong University, Seoul, 05006, Korea

[요 약]

한국의 공항 중 이용객 수 기준으로 4위 공항인 김해 국제공항은 국제선 이용객수가 점차 증가하고 있다. 이에 따라 동남권 신 공항에 대한 필요성이 제기되었고, 국토교통부는 현재 김해 국제공항에 새로운 활주로 1본을 건설하여 확장하기로 결정하였다. 따라서 이로 인해 야기되는 소음을 예측하기 위해 본 연구에서는 FAA (Federal Aviation Administration)의 AEDT (aviation environmental design tool) 소프트웨어를 이용하여 소음 분석을 수행하였다. 본 논문에서는 김해 국제 공항에 신 활주로 건설 시 하루 동안의 항공기 이착륙 자료를 이용하여 현재보다 증가하는 소음 피해지역을 예측하였다.

[Abstract]

The number of international passengers at Gimhae International Airport, the fourth-largest airport in Korea, is gradually increasing. This raised the need for a new airport in southeastern region, and Ministry of Land, Infrastructure and Transport decided to build a new runway for Gimhae International Airport. In this study, to predict the noise generated by a new runway, the noise analysis using the aviation environmental design tool (AEDT) of Federal Aviation Administration (FAA) was performed. In this paper, when a new runway was built at the Gimhae International Airport, an area of noise damage that is increasing than the present was predicted using arrival and departure data of airlines in a day.

Key word : Aviation environmental design tool, Airport noise analysis, Gimhae International Airport new runway, Aircraft noise.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.5.343>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 August 2018; Revised 1 October 2018
Accepted (Publication) 23 October 2018 (30 October 2018)

*Corresponding Author; Ho-Yon Hwang

Tel: +82-2-3408-3773

E-mail: hyhwang@sejong.edu

1. 서 론

김해 국제공항은 부산광역시 강서구 대저2동에 위치한 군·민 공용의 국제공항이다. 이용객 수 기준으로 인천, 제주, 김포에 이은 대한민국 4위의 공항이다. 2018년 1월 5일 한국공항공사 부산지역본부가 발표한 바에 따르면 2017년 김해 국제공항을 이용한 여객 수는 전년 대비 10.1% 증가한 1640만 명을 기록했다. 이 이용객 수에 따라 김해 국제공항은 국제공항협회의 (ACI)가 정한 공항분류기준에 따라 중규모 공항이 되었다. 국제선 이용객의 경우 2016년에 비해 2017년에는 881만 명으로 13.3% 증가한 수치였다[1]. 이처럼 김해 국제공항의 이용객수가 증가하면서 동남권 신공항의 필요성이 제기되었다.

신공항은 관문공항의 기능, 한국의 저가 항공사 (LCC; low cost carrier) 허브 기능, 환 동해 연안도시의 중심공항 기능, 글로벌 복합 수송체계 기능을 목적으로 하여 여러 후보지를 두고 선정하였다[2]. 국토교통부는 선정 결과 신공항을 건설하는 대신 기존의 김해 국제공항을 확장하는 안을 채택하였다. 2016년 6월 21일 국토교통부는 김해 국제공항 확장방안을 발표하였다. 국토 교통부는 신 활주로 건설을 통해 기존 김해공항을 단순히 보강하는 차원을 넘어 활주로, 터미널 등 공항시설을 대폭 신설하고 공항으로의 접근 교통망도 함께 개선할 수 있고, 이를 통해 장래 영남권 항공수요에 충분히 대응할 수 있을 것이라고 발표하였다. 이 확장 안에는 새로운 활주로 1본에 터미널과 관제탑까지 신설하는 등 기존 공항을 사실상 신공항 수준으로 증설하는 방안이 담겨있다. 1년간 동남권 신공항 건설을 위해 용역 조사를 수행한 ADPI 측은 부산 가덕도 또는 경남 밀양에 신공항을 신설하는 방안, 김해공항을 확장하는 방안 등 세 가지 방안을 검토한 결과 김해공항 확장이 최적의 대안이라는 결론을 내렸다. 신 활주로는 기존 활주로의 약 40도 서쪽 방향으로 건설될 예정이다. 새로운 활주로를 건설할 경우 현재 활주로는 대부분의 경우 남쪽에서 북쪽으로 착륙 전용으로 사용하고, 새 활주로는 이륙용으로 사용할 수 있게 된다. 확장 안에 따르면 2017년 김해 공항 확장 기본계획 및 설계, 2021년 김해 공항 확장 착공을 하여 2026년 김해 신공항을 개항 할 예정이다.

김해 국제공항 확장을 위해 국토부와 부산시가 과거 실시했던 여섯 차례의 김해 국제공항 확장 용역에서 공항 소음 문제는 항상 이 확장안의 가장 큰 문제 중 하나로 제기되었다. 새로 발표된 확장안에 따라 새로운 활주로는 ‘V’자 형태로 건설될 경우 현재 기존의 활주로 인근의 소음 영향권역의 25개 마을 702 가구가 있는 상황에서 새로운 소음 영향권역이 추가될 것으로 보인다. 정부는 새로운 활주로로 인해 발생하는 소음피해 가구를 1,000가구 미만으로 예상하고 있으며, 따라서 약 1,700여 가구가 소음 영향권으로 들어갈 것으로 전망된다고 발표하였다.

항공기 소음 평가 단위는 항공기 소음으로 인한 피해를 평가하는 지표로 활용되고, 정책을 수립하는데 필요한 수치이다. 각 나라별로 항공기 소음을 평가하는 방법은 다르다. 국내 공항 주변의 소음 평가는 WECPNL (weighted equivalent continuous

perceived noise level)로 측정되고 있고, 환경부 내 자동차소음평가 자료에는 각 지점별로 Ldn, NNI 등의 외국 소음 평가 측정치도 WECPNL과 함께 사용되고 있다[3]. 각 나라마다 측정에 사용되는 단위가 다르기 때문에 각 단위 사이의 상관관계에 대한 연구도 이루어지고 있다[3]. 표 1에 주요 나라별 항공기 소음 평가 단위를 나타내었다.

우리나라에서 사용하고 있는 WECPNL은 국제민간항공기구(ICAO)가 사용을 제안한 소음측정단위로써 항공기 출도착회수, 기종의 음질, 시간대, 소음 지속 시간, 인체에 미치는 영향 등을 감안하여 계속되는 소음 피해정도와 같은 단위로 환산한 것이다. WECPNL은 야간시간대에 이착륙하는 항공기 소음에 대한 영향에 더 가중치를 둔다. 따라서 dB 측정 수치보다 WECPNL의 수치가 높게 나오는 경우가 많다. 일반적으로 70~75 WECPNL이면 일상생활에 불편을 느낄 수 있다고 알려져 있다. 우리나라의 항공법에 의하면 95 WECPNL 이상인 제1종 구역은 이주대상, 90~95 WECPNL 인 제2종 구역은 방음시설 설치, 80~90 WECPNL은 학교에만 방음시설을 설치하도록 하고 있다.

본 논문에서는 김해 국제공항의 신 활주로를 건설되었을 때 발생하는 소음을 분석하였다. 확장 안에 따르면 새로운 활주로는 주로 이륙 전용으로 사용될 예정이기 때문에 이륙할 때의 상황을 모델링하였고, 하루 동안의 김해 국제공항에서 이륙하는 항공기 데이터를 이용하여 소음을 예측하였다. 이를 통해 추가적으로 소음 영향권에 들어가는 지역을 분석하였다.

AEDT (aviation environmental design tool)은 미국 FAA (Federal Aviation Administration)에서 항공기의 환경적 영향을 분석하기 위해 개발한 소프트웨어로[5] 본 연구에서는 항공기 소음 해석을 위해 사용되었다. 본 논문에서는 AEDT에 대해 간단히 소개하고 AEDT의 구조에 대해 설명한 후 AEDT를 이용하여 김해 국제 공항에 새로 건설될 예정인 활주로의 소음을 예측하였

표 1. 세계 주요 국가들의 항공기 소음 평가 단위[4]

Table 1. Aircraft noise evaluation unit of major countries in the world[4]

Country	Target	Classification Criteria	Unit
Korea	Commercial	Environment	WECPNL
Japan	Commercial	Environment	L_{den}
Britain	Commercial	Environment	NNI
			$L_{Aeq,16h}$
USA	Commercial	Environment	L_{den}, L_{AE}
	Military	Regulation	L_{dn}
France	Commercial	Regulation	L_{den}
Germany	Commercial, Military	Regulation	$L_{Aeq,16h}$

다. 또한 기존의 소음 피해 지역에서 어느 지역이 소음 피해 지역으로 추가되는지를 분석하였다.

II. AEDT 소음 모듈 소개

2-1 AEDT 소음 모듈 구조

항공기 소음을 예측하기 위해서는 소음 분포도를 작성해야 하는데, 이를 작성하기 위해서는 많은 지점을 측정해야 하기 때문에 시간과 비용의 문제가 발생하며 소음 측정 시 다양한 변화 요인을 고려한다는 것은 실질적으로 불가능하다. 따라서 항공기 소음 모델링 소프트웨어를 이용하여 항공기 소음을 예측하고 있으며, 각 나라마다 사용하는 대표적인 소프트웨어는 표 2와 같다.

INM은 FAA에서 개발되어 1978년부터 사용된 초기 항공기 소음 모델링 소프트웨어이며 AEDT 소음 모듈도 INM을 기반으로 설계되었다. 현재 지속적으로 개발 중에 있는 AEDT는 FAA에서 개발한 소음, 연료 소모, 배출가스, 대기 오염의 결과를 추정하기 위해 시간과 공간에서 항공기 성능을 모델링하는 소프트웨어이다[5]. 현재 AEDT는 2d 버전 까지 개발되어 판매되고 있고 본 논문에서도 AEDT 2d를 사용하였다.

AEDT는 앞으로 FAA의 환경 모델링 소프트웨어인 INM, EDMS (emissions and dispersion modeling system),

표 2. 나라 별 항공기 소음 모델링 소프트웨어 (참고문헌 : 공항소음포털)

Table 2. Aircraft noise modeling software for each country (reference : Airport noise information system)

Software	Countries	Features
INM	USA, Australia, Belgium, Canada, Greece, Hong Kong, Japan, Spain	Methods used worldwide
ANCON	Britian	Developed based on London airport
Psophici Index Model	France	French aircraft noise unit
AzB	Germany, Lux-emburg	Based on DIN Standard
FLULA	Swiss	Reflect rapid rotation

MAGENTA (model for assessing global exposure to the noise of transport aircraft), SAGE (system for assessing aviation's global emissions)를 대체할 예정이다[6]. AEDT는 Microsoft .NET 프레임워크를 기반으로 PC Window 시스템과 Window 서버에서 사용되는 시스템이다. 또한 공항, 구역, fleet 정보에 관한 광범위한 시스템 데이터의 지원을 받는다[7]. 그림 1은 AEDT 2d의 사용자 화면이다. AEDT 소음 모듈은 INM과 전반적인 기능은 유

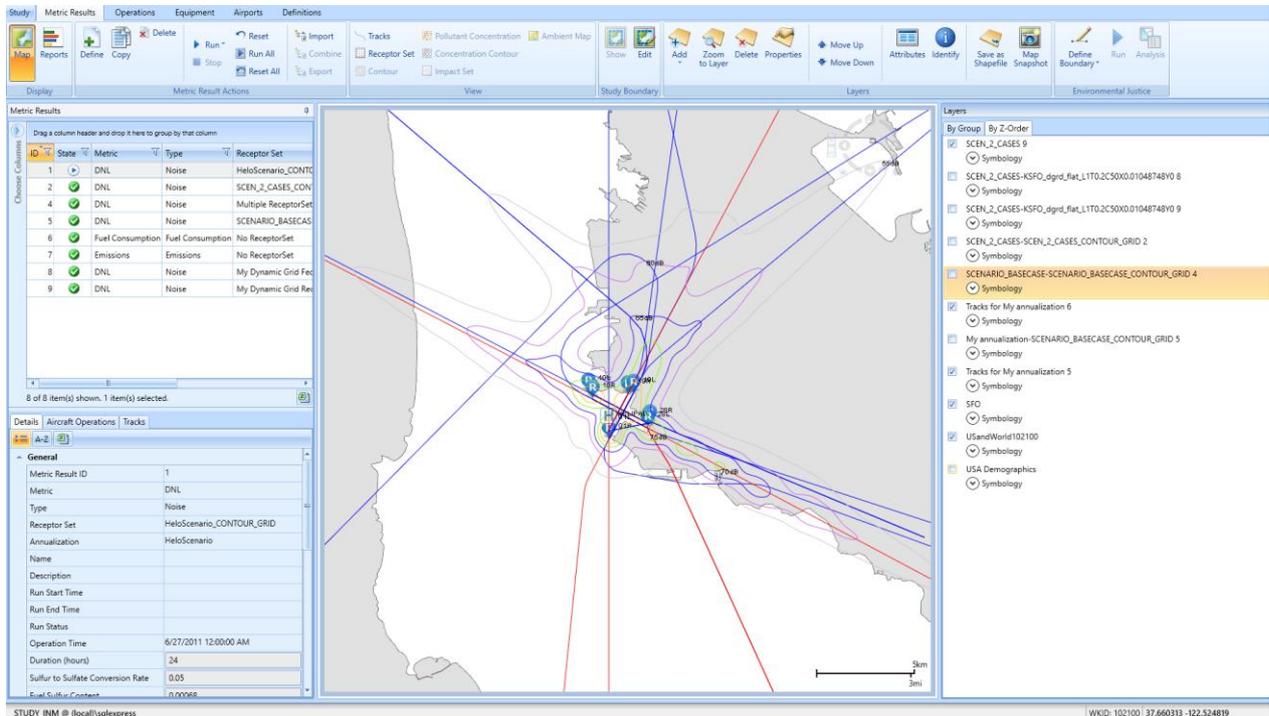


그림 1. AEDT 2d 사용자 화면
Fig. 1. AEDT 2d's user interface.

사하지만, AEDT의 AAM (aircraft acoustics module)은 INM 과의 뚜렷한 구조적 차이를 보인다. AEDT는 AAM에서 항공기 소음 모델링을 하게 된다. AEDT는 특정 환경 영향에 대한 정보를 제공하는 포괄적인 도구로써, 여러 가지 환경 영향 모델링을 단일 도구로 통합하여 NEPA (national environmental policy act)에서 요구되는 환경 검토 활동을 용이하게 한다. 이 소프트웨어는 단일 비행부터 지역, 국가 전체 수준의 시나리오에 이르기 까지 다양한 범위의 연구를 모델링 할 수 있도록 설계 되었다.

AEDT는 지리정보시스템 (GIS; geographic information system)과 관계형 데이터 베이스 기술을 활용하여 모델링하고 결과를 탐색한다. AEDT와 INM은 둘 다 통합된 경험적 항공기 소음 모델링 방법론을 구현한 것으로 AAM의 항공기 소음 모델링 방법론은 INM의 방법론을 기본으로 하지만 AEDT와 INM은 뚜렷한 구조적 차이를 보인다. 주어진 항공기의 기하학적 형상과 항공기의 성능 특성을 감안하여 소음은 일련의 소음 수준 조정을 통해 생성된다. 소음 수준 조정이란 대기의 영향, 항공기 속도 및 성능, 기하학적 연구, 지형과 관련된 조정을 의미한다. AEDT와 INM에서 고정익 단일 비행 경로 중 소음 노출 지표(metrics)는 식 (1) 에 따라 계산된다[6].

$$E_{seg} = 10^{\frac{[L_{EP,d} + N_{ADJ}]}{10}} \quad (1)$$

여기서 E_{seg} 는 관찰자 위치에서 단일 비행의 소음 노출비 (sound exposure ratio), $L_{E.P,d}$ 는 주어진 항공기에서 특정 시계 거리와 동력에서의 소음 노출 수준 (noise exposure level), N_{ADJ} 는 소음 수준 조정을 의미한다.

소음 노출 비는 운용 횟수와 시간별 가중치에 의해 계산되며 비행 경로상의 누적 소음 노출 비는 식 (2)에 의해 계산된다 [6].

$$E_{ut,ft} = \sum_{i=1}^{n_{seg}} [W_{d(i)} * N_{d(i)} + W_{e(i)} * N_{e(i)} + W_{n(i)} * N_{n(i)}] * E_{seg(i)} \quad (2)$$

여기서 $N_{d(i),e(i),n(i)}$ 는 i 번째 세그먼트에서 사용자가 지정한 시간(낮, 저녁, 밤)에서의 운항 횟수, $W_{d(i),e(i),n(i)}$ 는 i 번째 세그먼트에서의 가중치(weighting factor), n_{seg} 는 3차원 비행경로에서 세그먼트의 수를 의미한다.

이와 같은 방법이 단일 비행일 때 AEDT의 AAM과 INM에서 사용된다. 그러나 누적 소음 매트릭스를 계산할 때 AEDT의 AAM과 INM은 차이가 발생한다. INM은 단일 비행 매트릭스를 모두 더하는 방식으로 누적 소음 매트릭스를 계산한다. 하지만 AEDT는 AAM을 이용하여 단일 비행 소음 매트릭스만을 계산하도록 되어있다. AAM을 이용하여 누적 소음 매트릭스는 계산하지 않는다. 대신 다른 모듈과의 조합을 통해 계산하게 된다. 이런 모듈화는 AEDT가 INM보다 기능 및 확장성 측면에서 더 높은 수준의 유연성을 가질 수 있게 한다. 먼저 모듈화는 여

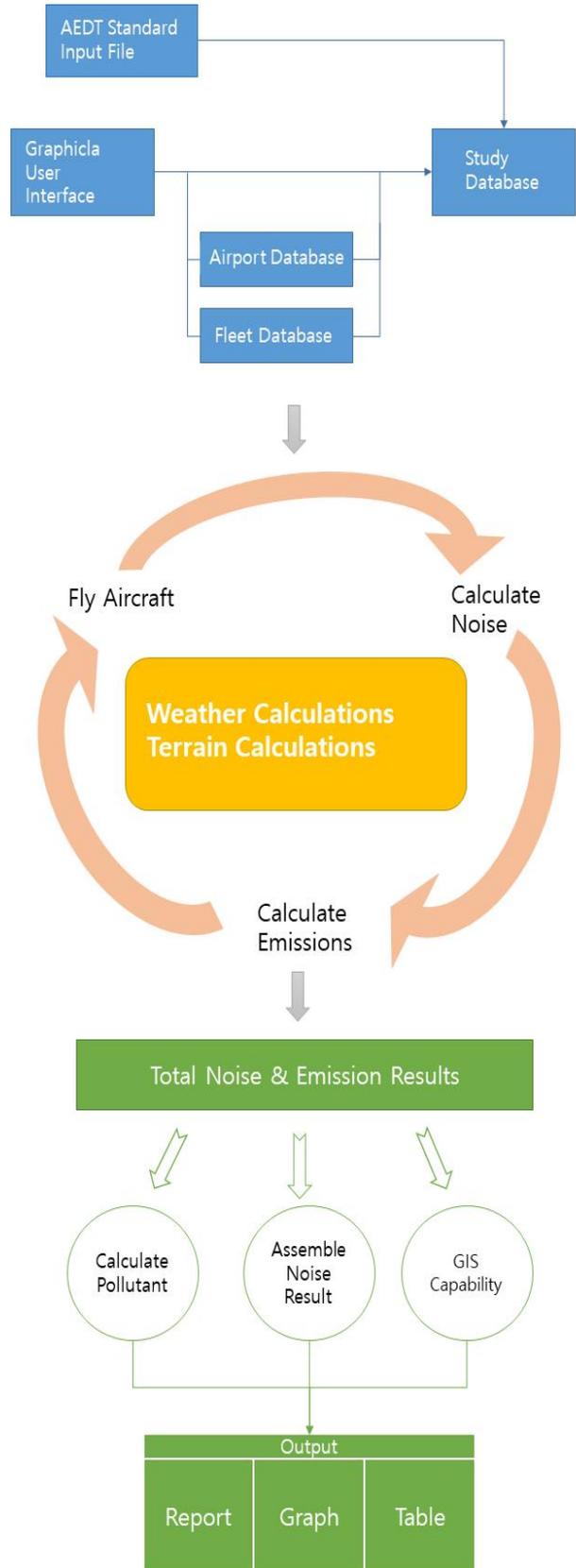


그림 2. AEDT 시스템 구조 [5]
Fig. 2. AEDT system structure [5].

표 3. AEDT의 소음 측정 특정 가중치[5]
Table 3. AEDT noise metric-specific weighting [5].

Noise Family	Metric Type	Noise Metric
A-Weighted	Exposure Based	SEL
		DNL
		CNEL
		LAEQ
		LAEQD
		LAEQN
	Maximum Level	LAMAX
	Time-Based	TALA
C-Weighted	Exposure Based	CDNL
		CEXP
	Maximum Level	LCMAX
	Time-Based	TALC
Tone-Corrected Perceived	Exposure Based	EPNL
		NEF
		WECPNL
		PNLTM

러 모듈이 병렬적으로 실행되기 때문에 전체 프로그램을 바꾸지 않고 각 모듈 업데이트를 할 수 있으며 문제점이 발견되었을 때 쉽게 수정할 수 있다. 또한 기능이 확장된 하위 모듈이나 새로운 모듈을 추가하는 것이 용이하며, 대체되거나 개선된 소음 계산 알고리즘을 삭제하는 것 또한 쉽게 가능하다. 그리고 이러한 모듈화를 통해 전체적인 계산 과정의 투명성을 증가시킨다. AEDT는 TM (task master), EBME (event based methodology engine), APM (aircraft performance module), DAM (database access module), AMM (acoustics metrics Mmodule)과 같은 여러 모듈과의 협력을 통해 소음 지표를 계산한다. DAM의 저장된 AEDT의 소음 데이터와 APM에서 계산된 항공기 성능 데이터를 처리하기 위해 AAM은 TM에 의해 호출된다. 모든 비행이 AAM을 통해 실행되면 EBME는 해당 소음 격자(grid)를 누적한다. 그 다음 AMM을 통해 적절한 소음 측정치를 계산하고 누적 소음 결과를 취합하여 다시 TM에 피드백하여 출력한다. 이러한 모듈간의 통합적인 과정을 통해 AEDT에서 소음 지표가 계산되고 그 결과들을 보고서, 그래프, 표의 형태로 제공한다.

EBME와 AEDT에 데이터베이스 구조가 도입됨에 따라 다양한 비행 시나리오와 여러 공항 구성에 대한 소음 데이터를 생성할 수 있고 저장 및 데이터 컴파일 기능도 갖추고 있다. 이를 통해 기존 공항 연구에 추가적인 비행경로를 추가하여 계산할 때 모든 계산을 새롭게 수행하지 않고 세부적인 계산이 가능하게 해주고 전체적인 계산 시간을 크게 감소시켜 준다. 그림 2는 AEDT의 구조를 간단히 나타낸 그림이다.

2-2 AEDT에서 측정 가능한 소음 분석 지표(metrics)

AEDT에서 제공하는 소음 측정 매트릭스들은 A-weighted,

C-weighted, Tone-Corrected Perceived로 나눌 수 있다. A-weighted noise level은 인간이 더 예민한 주파수를 반영하도록 설계된 가청 주파수의 표준 가중치이다. 2,000 Hz에서 6,000 Hz의 범위에서 더 높은 수준을 나타내고 이 범위보다 더 낮거나 높은 범위에서는 낮은 수준을 나타낸다. C-weighted noise level은 100 Hz에서 2 kHz의 소리 범위를 중요시 한다. C-weighted는 약 90 dB 이상의 소리에 대한 인간의 민감도를 시뮬레이션하기 위한 것이다. Tone-Corrected Perceived noise level은 항공기 소음에서 일반적으로 저주파가 지배적인 환경을 평가하는데 사용된다. 항공기 소음의 연속 1/3 옥타브 대역 음압 사이에서 발생할 수 있는 불규칙 정도와 관련된 조정을 추가한 것이다. 표 3은 AEDT에서 측정 가능한 소음을 특정 가중치별로 분류한 표이다.

III. 신활주로 분석

현재 김해 국제공항 활주로의 가장 큰 문제는 북쪽에 360 m 높이의 돛대산, 신어산이 있어 항공기가 남쪽에서 바람이 불 경우 착륙을 시도할 때 안전사고의 발생 위험이 높아진다는 점이었다. 항공기는 일반적으로 맞바람을 맞으며 착륙하게 되는데 남풍이 불 경우 항공기가 북측으로 선회하여 남풍을 받으며 착륙해야 하므로 늘 항공기 사고의 우려가 뒤따랐다. 그림 3은 국토교통부의 확장안을 보여주고 그림4는 이를 토대로 AEDT의 Designer tool을 이용하여 새로운 활주로를 그린 것을 보여준다.



그림 3. 김해 공항 확장 계획
Fig. 3. Gimhae airport's expansion plan.

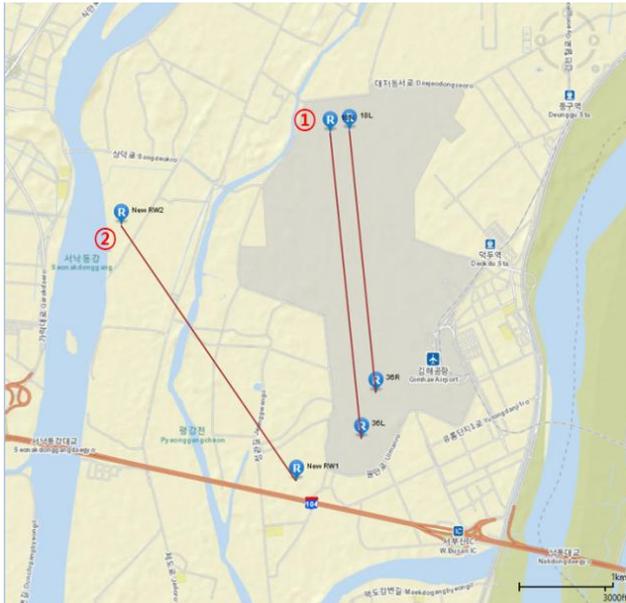


그림 4. 김해공항 기존 활주로 및 신 활주로
 Fig. 4. Gimhae airport's existing runway and new runway.

표 4. 2018년 5월 14일 김해 국제공항 항공기 스케줄 (도착)
 (출처 : Flight radar 24) [8]

Table 4. Flight schedule on May 14, 2018 at Gimhae international airport (arrival) (Source: flight radar 24) [8].

Time	Flight	From	Airline	Aircraft
6:10	ZE942	Kota Kinabalu	Easter Jet	B738
6:10	7C3451	Saipan	Jeju Air	B738
6:10	7C6254	Taipei	Jeju Air	B738
6:20	ZE922	Bangkok	Easter Jet	B738
6:20	BX382	Macau	Air Busan	A321
6:20	LJ32	Angeles City	Jin Air	B738
6:20	OZ306	Guangzhou	Asiana Airlines	A320
6:25	KE618	Hong Kong	Korean Air	B739
6:25	LJ38	Cebu	Jin Air	B738
6:30	VN426	Hanoi	Vietnam Airlines	A332
6:30	BX392	Hong Kong	Air Busan	A321
6:30	7C2452	Cebu	Jeju Air	B738
6:35	BX712	Cebu	Air Busan	A321
6:35	BX798	Taipei	Air Busan	A321
6:35	LJ76	Da Nang	Jin Air	B738

표 5. 2018년 5월 14일 김해 국제공항 항공기 스케줄 (출발)
 (출처 : Flight radar24) [8]

Table 5. Flight schedule on May 14, 2018 at Gimhae international airport (departure) (Source: flight radar 24) [8].

Time	Flight	To	Airline	Aircraft
6:50	BX8101	Jeju	Air Busan	A321
7:00	BX8800	Seoul	Air Busan	A320
7:00	KE1100	Seoul	Korean Air	B739
7:00	OZ8532	Seoul	Asiana Airlines	A321
7:05	KE1001	Jeju	Korean Air	B739
7:05	KE1402	Seoul	Korean Air	B739
7:05	ZE901	Jeju	Easter Jet	B738
7:10	7C201	Seoul	Jeju Air	B738
7:15	7C1452	Fukuoka	Jeju Air	B738
7:30	BX148	Fukuoka	Air Busan	A321
7:35	BX8107	Jeju	Air Busan	A321
7:35	KE1003	Jeju	Korean Air	B739
7:35	LJ561	Jeju	Jin Air	B738
7:35	LJ647	Guam	Jin Air	B738

그림 4의 ①은 기존의 활주로이고 ②는 새로 건설예정인 활주로이다. 항공기 운항 상황을 AEDT를 통해 모델링 하기 위해서 2018년 5월 14일의 김해국제공항의 실제 항적 자료를 조사하였다. Flightradar24 사이트를 통해 5월 14일 김해국제공항에도 도착, 출발하는 모든 항공기의 항공사, Flight number, 출발시간, 도착시간을 얻을 수 있었다[8]. 오전 6시 10분부터 오후 10시 30분까지 23개 항공사의 총 300번의 운항이 있었고 그 중 150대의 항공기가 착륙하고 150대의 항공기가 이륙하였다. 표 4, 표 5는 2018년 5월 14일 운항 일정의 일부를 보여준다.

현재 김해 국제공항으로 인해 지정된 소음 대책지역은 부산시에서 강서구(대저1,2 동, 강동동, 식만동) 일부지역, 김해시에서는 어방동, 불암동 일부지역이다. 제 1종 구역의 면적은 1.2 km^2 , 제 2종 구역은 0.6 km^2 , 제3종 구역은 14.67 km^2 로 총 16.47 km^2 가 소음대책 대상 지역으로 지정되어있다[9]. 본 연구에서는 새로운 활주로나 건설되었을 때 기존의 소음대책 대상 지역에서 추가되는 소음 피해 지역을 알아보기 위해 먼저 기존의 활주로에 대한 소음 모델링을 수행하였다. 새로운 활주로는 대부분 이륙용으로 활용될 예정이므로 이륙하는 상황에 대해 시뮬레이션을 수행하였으며, 우리나라의 소음 측정 단위인 WECPNL을 사용하여 계산하였다. 식(3)은 WECPNL을 측정하는 수식이다.

$$WECPNL = dB(A) + 10\log N - 27 \tag{3}$$

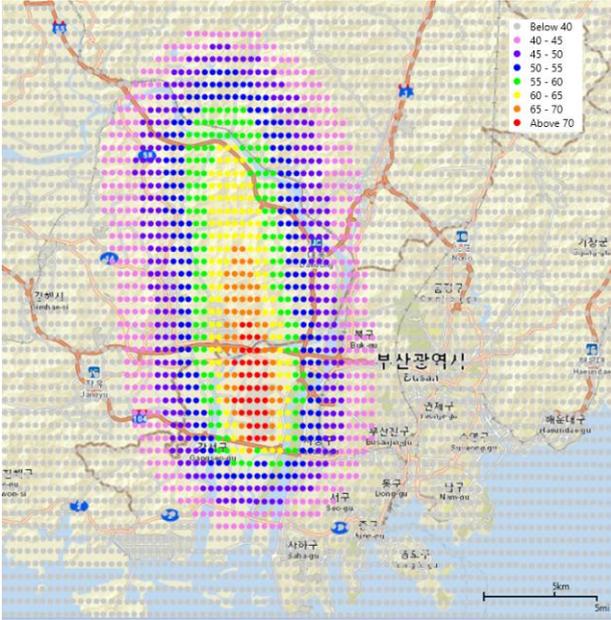


그림 5. 김해 국제공항 기존 활주로의 AEDT 소음 분석 결과
 Fig. 5. AEDT noise analysis result of existing runway at Gimhae international airport.

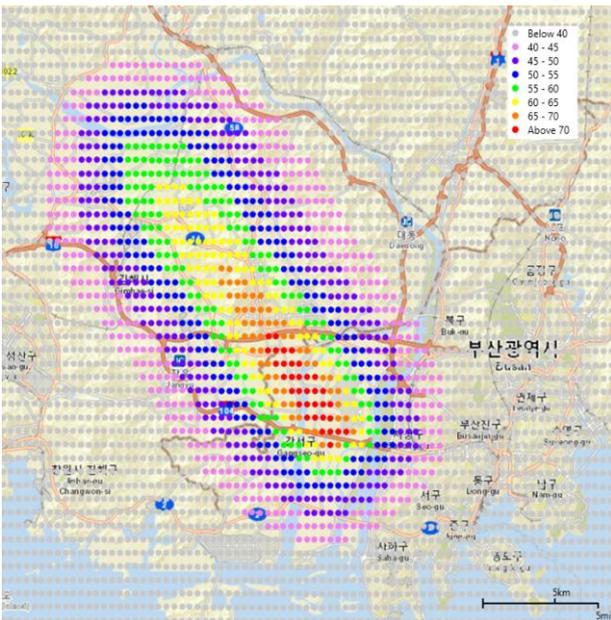


그림 6. 김해 국제 공항 신 활주로의 AEDT 소음 분석 결과
 Fig. 6. AEDT noise analysis result of new runway at Gimhae international airport.

여기서 $dB(A)$ 은 이착륙하는 항공기마다 1일 단위로 계산한 당일 평균 최고 소음도이고 N 은 1일간의 항공기 이착륙 횟수이다. 이때 N 은 식(4)로 계산된다.

$$N = N_2 + 3N_3 + 10(N_1 + N_4) \quad (4)$$

표 6. 75 WECPNL 이상의 Grid

Table 6. Grids above 75 WECPNL.

Noise Result Index	Latitude (deg)	Longitude (deg)	Noise Level (dB)
2451	35.163668	128.926386	86.65
2452	35.163652	128.932484	86.57
2549	35.172044	128.914219	78.47
2550	35.172030	128.920318	91.29
2551	35.172015	128.926417	78.77
2648	35.180406	128.908149	80.52
2649	35.180391	128.914249	85.27
2650	35.180377	128.920348	81.41
2747	35.188767	128.902078	76.51
2748	35.188753	128.908178	78.69
2749	35.188738	128.914278	77.74
2847	35.197144	128.902106	75.81

여기서 N_1 은 오전 0시에서 오전 7시, N_2 은 오전 7시에서 오후 7시, N_3 은 오후 7시에서 오후 10시, N_4 은 오후 10시에서 오후 12시 사이에 항공기가 이착륙한 횟수를 의미한다[9].

소음을 분석하기 전 AEDT를 이용하여 Receptor를 지정해 주어야 한다. Receptor의 종류는 Grid를 선택하여 분석을 진행하였으며, X count를 100개 Y count를 100개 지정하여 총 10,000개의 Grid를 생성하였다. 각 Grid의 간격은 X count 는 0.3 nautical mile, Y count 는 0.5 nautical mile로 지정하였다. 따라서 X dimension은 $(100-1) \times 0.3 = 29.7$ nmi , Y dimension은 $(100-1) \times 0.5 = 49.5$ nmi이고, 결론적으로 Grid dimension 은 29.7 nmi \times 49.5 nmi이다. 그리고 grid의 시작점은 위도 34.963724 , 경도 128.621469으로 지정하였다. 표5를 이용하여 총 150 개의 항공기 이륙에 대해 AEDT에서 Annualization을 지정하고 소음 분석을 수행하였다. 그림5 는 기존 활주로의 소음 분석을 수행한 결과이고 그림 6은 건설 예정인 활주로의 소음 분석을 수행한 결과이다.

기존 활주로의 AEDT 소음 분석 결과인 그림 6에서 10,000개의 Grid는 위도 34.963724부터 35.788570 까지, 경도는 128.621469부터 129.229835까지 분포되어 있다. Grid 중 그림에 표시되는 40 WECPNL 이상인 Grid는 1162개이며 그 중 34 개의 Grid가 70 WECPNL 이상으로 나타났다. 새로 건설되는 활주로의 예상 소음의 크기는 기존 활주로에서 나타난 것과 같지만, 방향만 다르게 나타나는 형태이다. 마찬가지로 10,000개

중 34개의 Grid 가 70 WECPNL 이상으로 나타났다. 그 34개의 Grid 중 에서 소음대책지역으로 구분되는 75 WECPNL 이상은 12개의 Grid로 나타났다. 가장 높은 수치는 위도 35.172030 경도 128.920318의 91.29 WECPNL로 나타났다. 표 6은 75 WECPNL 이상의 Grid의 위치와 수치를 나타낸 표이다. 그림 6에서와 같이 70 WECPNL 이상인 지역은 약 11.27 km² 으로 예측 되었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 FAA에서 개발한 항공기의 환경적 영향을 평가하는 AEDT 소프트웨어를 이용하여 건설 예정인 김해 국제공항 신 활주로의 소음을 예측하였다.

2018년 5월 14일 하루 동안의 김해 국제공항의 항공기 이착륙 데이터를 이용하여, 기존의 활주로를 이용 시의 소음 분석과 신 활주로를 이용 시의 소음 분석을 AEDT 소프트웨어를 이용하여 수행하였다. 신 활주로는 주로 이륙시 사용될 예정이기 때문에 본 연구에서는 이륙 데이터만을 이용하여 소음을 분석하였다.

기존의 소음피해 지역은 부산시 강서구의 대저1동, 대저2동, 강동동, 식만동 일부지역 그리고 김해시의 어방동, 불암동 일부 지역이었다. 새로운 활주로가 건설되었을 때 부산시의 대저1동, 대저2동, 강동동, 식만동, 죽림동, 가락동, 봉림동 그리고 김해시의 강동과 같은 일부지역이 70 WECPNL 이상인 지역으로 예상되어, 소음 피해지역이 기존보다 더 늘어날 것으로 예상된다.

추후 연구에서는 이륙 뿐만 아니라 착륙 시의 상황도 함께 분석할 예정이다. 또한 AEDT를 이용한 결과와 실제 측정 결과의 차이가 있는지 알아보기 위해 실제 측정결과와 비교 분석할 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구사업임(국토교통과학기술진흥원에서 부여한 과제번호 : 16CTAP-C114866-01)

References

- [1] Korea Airport Corporation [Internet]. Available : <https://www.airport.co.kr/www/main.do>
- [2] C. K. Choi, Basic Study to New Airport Preliminary Study in Southeast Region, Busan Development Institute, 2016.
- [3] H. J. Chun, S. I. Chang, and K. J. Lee, "A correlation comparative method with noise assessment unit and WECPNL that use aircraft noise automatic measuring system," in *Korean Society for Noise and Vibration Engineering Annual Spring Conference*, Jeju; Korea, pp. 266-269, May 2006.
- [4] K. B. Kim, Comparison and correlation analysis of aircraft noise assessment units, Masters dissertation, Seoul National University, Korea, August 2017.
- [5] D. Joe, M. Mohammed, Aviation environmental design tool - technical manual version 2d, Federal Aviation Administration, MA, OBM, No. 0704-0188, Sept. 2017.
- [6] E. Boeker, G. Fleming, Functional Description of the FAA's Aviation Environmental Design Tool's Aircraft Acoustic Module, *NOISE-CON*, Michigan, July 2008.
- [7] H. J. Joo, Emission estimation and reduction effect analyses for airports in Korea, Masters dissertation, Sejong University, Korea, August 2016.
- [8] [Internet]. Available : www.flightradar24.com
- [9] [Internet]. Available : www.airportnoise.kr/noise/index



임 은 하 (Eun-Ha Lim)

2017년 2월 : 세종대학교 기계공학과 (공학사)

2017년 3월 ~ 현재 : 세종대학교 대학원 항공우주공학과 석사과정

※관심분야 : PAV Design, On-Demand Mobility, Assessment of Environmental Impacts from Aviation



황 호 연 (Ho-yon Hwang)

1993년 5월 : 미국 Georgia Institute of Technology 항공우주공학과 (공학박사)

2000년~ 현재 : 세종대학교 항공우주공학과 교수

※관심분야 : PAV Design, Solar Aircraft Design, Assessment of Environmental Impacts from Aviation