



환경소음 예측 모델 동향

-항공기 소음을 중심으로

이 수 갑*

(서울대학교 기계항공공학부)

1. 머리말

경제 및 사회가 발전함에 따라 사람들은 좀 더 쾌적한 환경에서 생활하기를 바라는 욕구도 같이 커져 왔다. 미국 스탠포드 연구소 및 일본 미쓰비시 종합연구소는 2000년대를 이끌어갈 주요 성장산업 중 하나로 환경산업을 지목하였으며, '쾌적한 환경에 대한 욕구' 및 '무역과 환경의 연계' 를 그 이유로 든 바 있다.

우리나라에서도 환경관련산업이 2010년 이후로 35조 원 이상으로 확대되어 국가 지속 가능발전의 핵심 산업으로 자리 잡을 것으로 예측하고 있다.

환경산업으로 분류할 수 있는 근거법인 환경법에서는 대기환경보전법, 수질환경보전법, 소음진동규제법과 기타 오염방지법 등이 있다. 이 중에서 생명과 직결되는 대기, 수질에 분야는 이미 오래전부터 관심을 받아왔다. 그러나 소음문제에 대해서는 최근까지도 소음 발생·노출의 직접적인 관련요인조차 관심을 받지 못했으며 근래에서야 삶의 질 향상의 욕구에 의해 조금씩 주목을 받고 있는 실정이다. 이는 최근에야 이루어진 항공기에 의한 환경 소음에 대한 국내연구와 누적소음 및 단발소음에 대한 영향을 명확히 정의하기 힘든 소음의 특성 때문이다. 그럼에도 잇따른 법적다툼과 환경분쟁조정신청으로 2008년에는 환경분쟁조정위원회의 조정 및 보상기준이 환경기준에 근접하게 설정되었으며, 특히 항공기 소음 보상기준이 신설되어 공항주변의 소음에 대한 관심을 여실히 보여주고 있다.

국외를 보더라도 환경소음에 대한 관심으로 인해, 환

경소음에 대한 규정을 강화하고 있다. 강화되고 있는 규정에 의해 소음분쟁으로 인한 소송이 잇따르고 있으며, 이를 평가하기 위한 소음 예측 프로그램들의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 특히 유럽과 미국을 중심으로 개발이 이루어져 왔다.

2. 소음 예측 모델 개발

2.1 미국

미국은 고정익기 위주의 소음영향 평가를 위해 INM (the integrated noise model)을 개발하였다. 또한 헬리콥터 소음예측 모델인 HNM(heliport noise model)을 개발하여 헬리콥터 소음 영향 평가를 위해 사용한다. 그리고 NASA와 Wyle Laboratory에서 공동으로 수행하여 HNM을 개량한 RNM(rotorcraft noise model)을 개발하였다.

INM의 소음원 정보는 각각의 항공기 기종에 따라 실험 측정 데이터를 기반으로 구성되어 있다. INM을 통해 얻어지는 지면에서의 소음도는 데이터베이스를 기반으로 단순 거리 감쇠 방식을 취하기 때문에 복잡한 형상을 갖는 지형에서는 한계를 가지고 있다. 또한 전체 누적 시간동안 도달하는 소음도를 도출하기 때문에 소음원으로부터 방사되는 소음이 지면에 전파되는 과정을 알기가 쉽지 않지만, 실험 데이터를 지속적으로 추가하여 다양한 기종들의 해석이 용이하도록 업데이트 되고 있다. 이에 더해 헬리콥터 소음 예측 모델인 HNM의 기능을 추가하여 헬리콥터 소음 예측에도 활용하고 있다.

* E-mail : solee@snu.ac.kr / (02) 880-7384

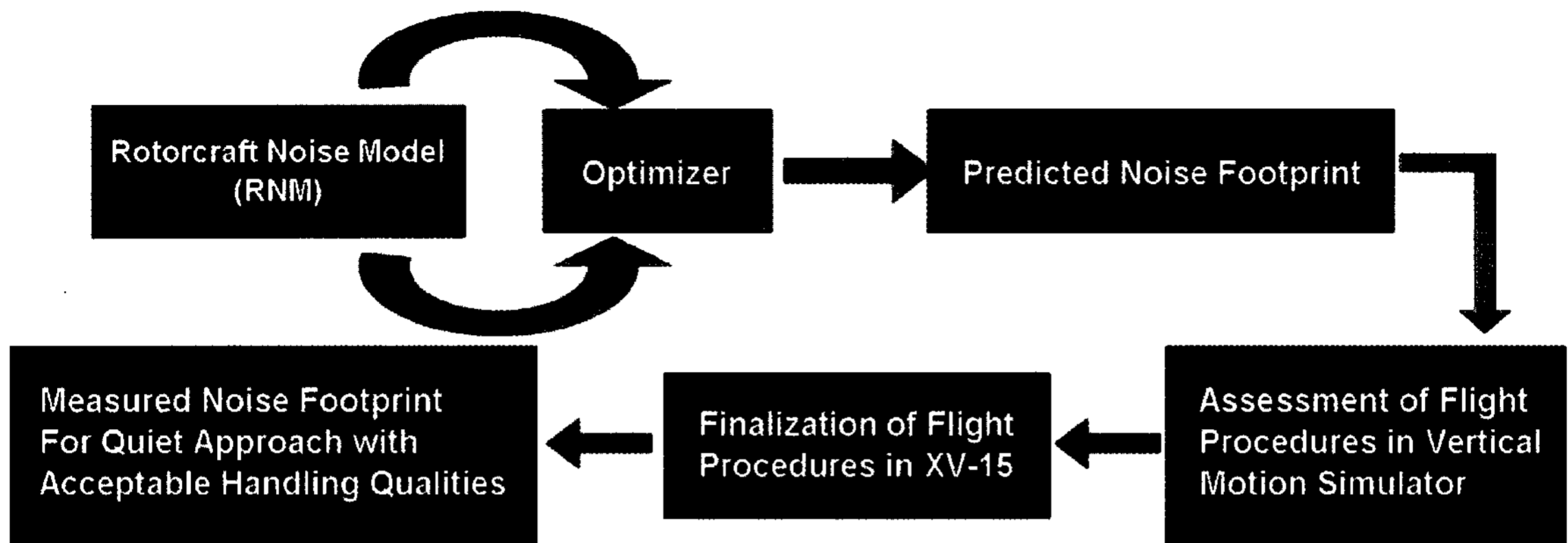


그림 1 RNM 개발 과정⁽²⁾

HNM은 INM을 기반으로 헬리콥터의 소음 영향 평가를 위해 개발한 프로그램이다. INM을 기반으로 구성되었지만, 헬리콥터가 가지는 복잡한 비행경로에서의 해석이 용이하도록 개발되었다. 현재 HNM은 Ver.2.2를 마지막으로 업데이트 되고 있지 않으나, 2007년부터 배포하기 시작한 INM 7.0에서는 헬리콥터 고유의 NPD 데이터에 directivity를 추가하여 기능을 향상시켰다. HNM의 기능을 INM에 편입시킴으로서 INM의 해석 기종이 다양해졌다⁽¹⁾.

RNM은 NASA Langley Research Center와 Wyle Laboratories에 의해 회전익기와 틸트로터 기동시 발생하는 소음범위를 예측하고 저소음 비행경로를 개발하고자 하는 목적으로 개발되었다. RNM은 GIS (geographical information system)의 입력파일을 불러들여 다양한 형상을 갖는 지형에서의 해석이 가능한 것으로 알려져 있다. 그림 1과 같은 과정을 통해 RNM을 개발하였으며, 수차례 헬리콥터 실험을 통해 예측 모델을 최적화하는 방법으로 개발하였다.

2.2 유럽

IMAGINE(improved methods for the assessment of the generic impact of noise in the environment)은 유럽연합 소속의 국가에서 산업체, 연구소, 학교 등 총 27개 기관에서 공동으로 수행한 과제로서 도로교통, 철도, 항공기 소음의 영향 평가를 위한 소음도를 도출하는 목적으로 진행하였다. 헬리콥터 소음 예측 프로그램인 HELENA(helicopter environmental noise analysis)도

IMAGINE 과제에서 함께 수행되었다. 또한 HELINOVI (helicopter noise and vibration)을 통해 국제 민간항공기구 (ICAO, international civil aviation organization)의 소음 규정에 적합하도록 헬리콥터의 소음 저감을 이루고자 하였다.

IMAGINE은 이전 과제였던 Harmonoise에서는 소음원과 수음자를 분리하여 소음 전파 모델을 개발하였으며 또한 도로소음과 철도소음에 대한 모델링을 하였다. Harmonoise에서 개발된 예측 모델을 활용하여 IMAGINE에서는 항공기와 산업단지 소음원을 추가하여 전파모델을 활용하여 수치적으로 구현하고 실험을 통한 검증은 통해 운송수단에 의해 발생하는 소음의 영향을 평가하고자 하였다. IMAGINE은 그림 2와 같은 해석과정을 가진다.

HELENA는 실험을 통해 예측 기법을 검증하여 헬리콥터에서 방사되는 환경소음의 영향을 도출하기 위해 개발한 프로그램이다. 이 프로그램은 INM에 비해 헬리콥터의 소음 방향성을 잘 모사하며 이를 활용하여 저소음 경로를 구축할 수 있는 것으로 알려져 있다. HELENA 프로그램의 개발과정은 그림 3과 같다.

HELINOVI는 Eurocopter와 European Research Centres CIRA, DERA, ONERA과 NLR 등의 연구소와 Athens, Manchester 대학 등이 참여하여 소음과 진동을 저감시키고자 수행한 프로그램이다. 이는 국제민간항공기구가 헬리콥터 소음의 규정을 강화함에 따라 유럽에서 헬리콥터의 진동과 특히 이륙과 착륙 시 지면에서 발생하는 소음의 저감을 위한 연구를 수행하였다.

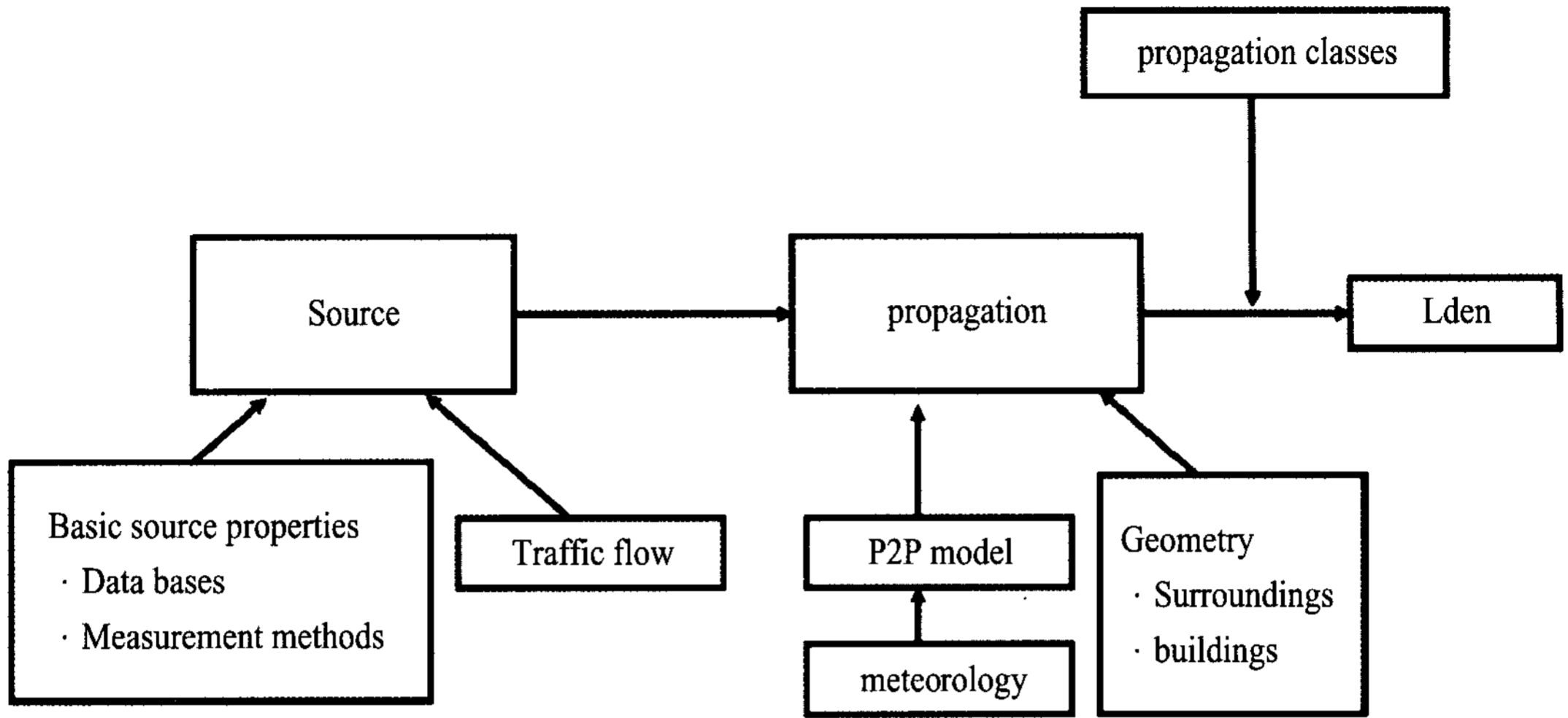


그림 2 IMAGINE 과제의 해석 구조⁽³⁾

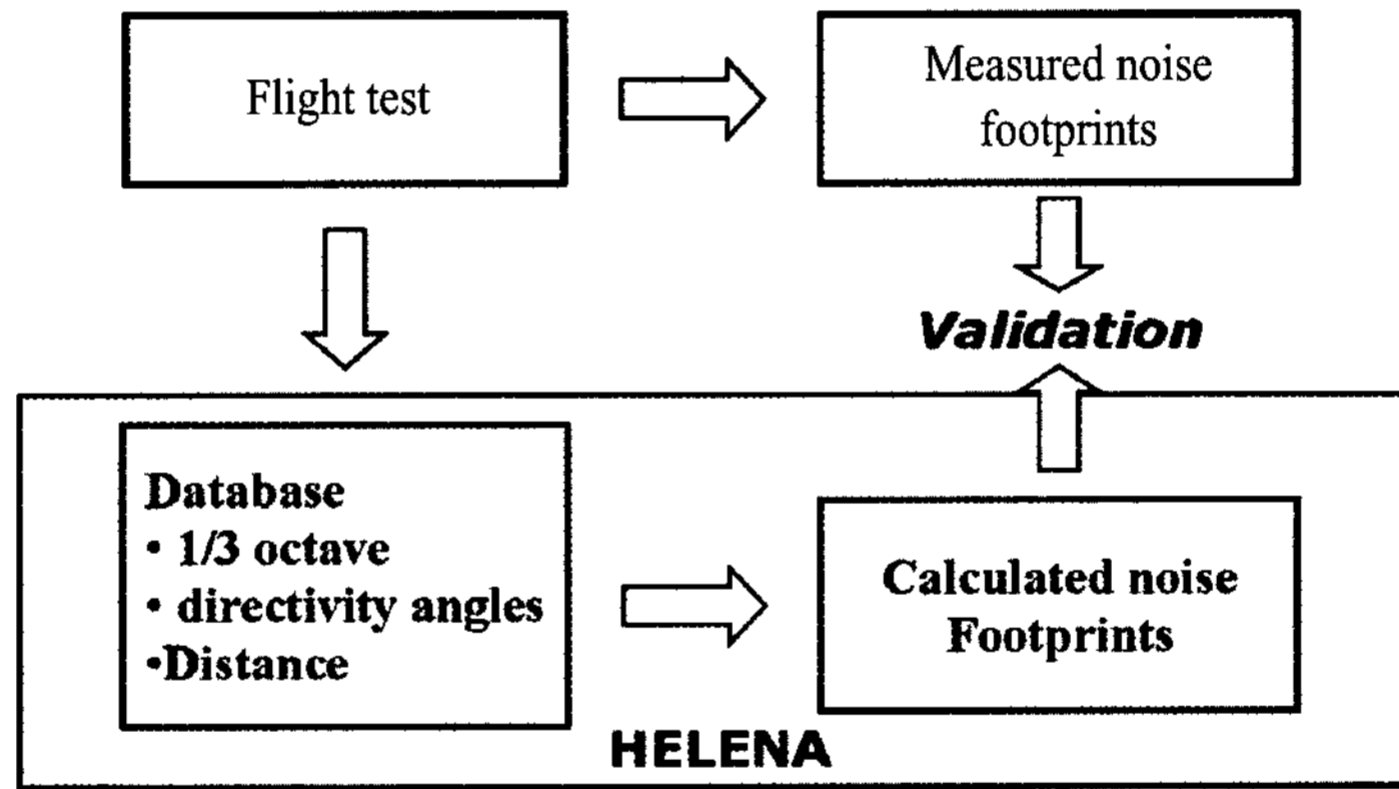


그림 3 HELENA의 개발 과정⁽⁴⁾

2.3 국내동향

공항주변의 소음으로 인해 민간 및 군공항 관련기관에서 개발 필요성을 제기되고 있고 항공기 소음관련 연구인력도 있으나, 연구투자가 이루어지지 않고 있다. 단지 각 공항소음관련 외국사례조사나 현장실태 평가시 상용프로그램을 이용한 해석과 측정 등의 일부 연구 사례에 그치고 있으며, 항공기 관련 고정익 항공기와 헬리콥터 등의 저소음 디자인을 위한 기초연구가 일부 수행되었을 따름이다.

항공기 이동경로상에 전파되는 소음의 예측 프로그램에 관한 시도된 바가 없다가 최근의 한국형 헬리콥터 개발사업의 일환으로 이 분야에 대한 연구투자가 시작되고 있다.

3. 국내의 개발 방향

앞서의 미국이나 유럽의 개발과정을 살펴보면, 각종 소음원 데이터베이스의 구성에 대규모 측정이 이루어졌을 알 수 있으며, 소음 전파 과정에서는 예측식을 이용한 소음분포와 측정을 통한 소음분포의 비교를 통해 예측과정의 검증은 하고 있다. 이의 공통점은 직접측정에 있다. 그러나 이러한 접근 방법은 국내의 특수한 군사적 요인과 각종 항공기의 확보에서부터 주요소음원의 측정치에 근거한 데이터베이스를 구성과 지상의 소음분포의 검증 과정 막대한 연구비의 투자 등의 제약이 따르기 때문에 어려움이 있다.

따라서 그림 4, 5와 같이 소음원의 예측과 지면에 방

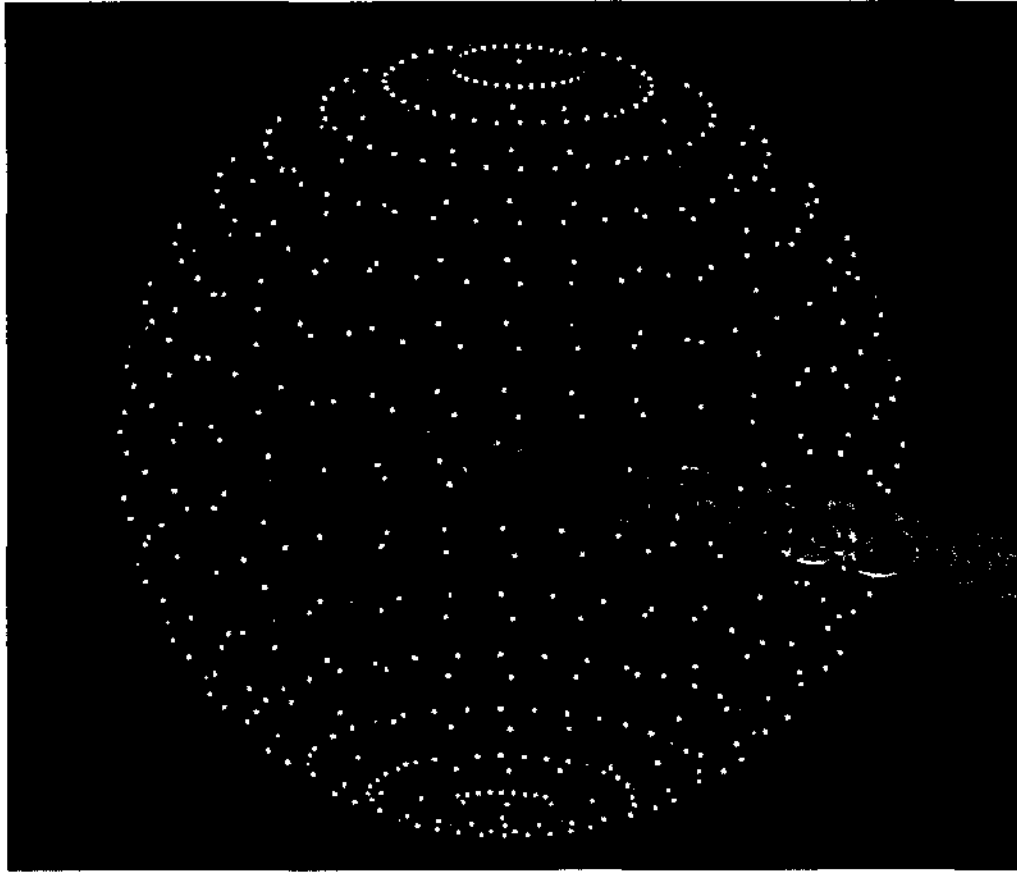


그림 4 소음원의 수치적 접근 - 소음원의 소음도 데이터베이스

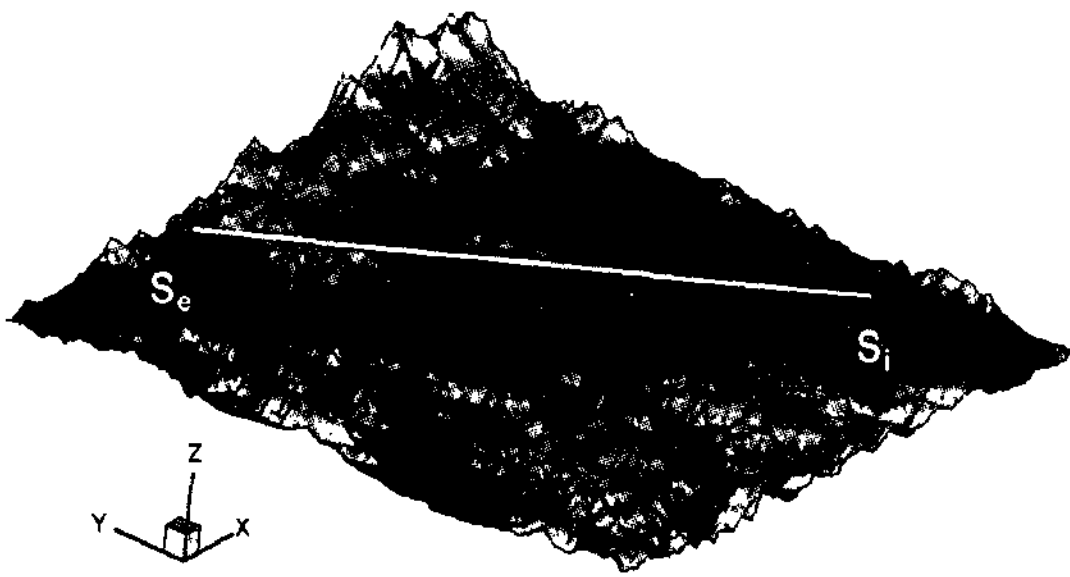



그림 5 소음전파의 수치적 접근 - 항공기 실시간 및 누적 소음지도

사되는 소음 모두를 수치 해석적으로 접근하는 방법을 사용할 수 있다. 헬리콥터에서 발생하는 소음을 수치적으로 해석하기 위한 예측 기법 연구를 수행하고, 해석된 결과를 바탕으로 다양한 기동조건에서의 소음도를 데이터베이스화한다. 이를 기반으로 여러 가지 효과를 고려한 지면에 방사되는 소음을 예측하기 위한 프로그램의 개발이 이루어지게 된다.

4. 맺음말

이 글에서는 항공기 특히 헬리콥터가 중심이었지만, 비단 이에 국한된 개발방향은 아닐 것이다. 비록 유럽과 미국에서는 교통소음이나 항공기 환경소음 예측 프로그램들이 활발히 연구·개발 중이긴 하나, 우리나라의 실정에 맞는 데이터베이스 구축이 필요하고, 구축된

데이터를 토대로 간단한 입력만으로도 원하는 형태의 소음 예측 결과(소음지도)와 소음피해지역에 대한 평가 등을 수행할 수 있는 항공기 소음 예측 프로그램을 구축하고자 하는 것이다. 전산 해석을 통한 항공기의 소음원별 모델 개발을 통하여 소음 방사패턴 해석기술과 같은 소음 요소기술을 확보할 수 있으며, 국내개발 항공기 소음 예측을 통한 기술확보가 가능하며, 비행조건 및 경로상에 발생하는 소음을 예측을 통하여 저소음 항로개발기술의 확보도 가능하다.

이를 토대로 환경소음 예측 프로그램을 토대로 국가 항공교통 정책, 공항주변 토지 이용, 공항주변 도로, 철도와의 소음 영향 평가 등에 활용이 가능하다. 또한, 앞으로 국내 기술을 바탕으로 개발될 항공기 비행조건 및 경로에 따른 소음의 영향을 파악하여 활용할 수 있다. 그리고 지속적인 연구로 항공기뿐만 아니라 자동차, 철도소음으로 적용이 가능하여 개발완료하면 학교 연구소 및 기업을 통하여 소음저감 기술개발을 위한 토대로 활용될 수 있을 것이다. 

참고문헌

- (1) Harris Miller Miller & Hanson Inc., 2007, "Inm News".
- (2) ATAC Corporation, 2000, "Heliport Noise Modeling Report", Model Review and Program Plan.
- (3) David, A. C., 2001, "An Overview of the Rotorcraft Noise Model (RNM)", International Military Noise Conference, Baltimore, Maryland.
- (4) David, A. C., 2002, "A Tool for Low Noise Procedures Design and Community Noise Impact Assessment: The Rotorcraft Noise Model", Heli Japan.
- (5) Hemsworth, B., 2006, "Introduction (IMAGINE)", Imagine Final Conference, Budapest.
- (6) "FRIENDCOPTER", 2006, Imagine Final Conference, Budapest.
- (7) 이수갑, 2007, "헬리콥터 환경소음 예측 프로그램 개발", 산자부.
- (8) Waitz, I. A., "Military Aviation and the Environment : Historical Trends and Comparison to Civil Aviation".