

항공기 소음의 특성과 방지대책

은 희 준

(한국표준과학연구원)

1. 머리말

문명의 발달이 환경파괴라는 대가 위에 이루어진 예는 수없이 많지만 항공기소음문제의 경우처럼 그 대비가 극단적인 예도 드물다. 항공기라는 최첨단 문명의 이기와 소음이라는 어린아이도 알 수 있는 원초적인 환경문제. 이 대비가 너무 극단적인 나머지 초기 항공시대에는 대개의 사람들이 이를 필연적인 결과로 생각하고 받아들였다. 이것은 프로펠러 항공기 시절의 이야기이다. 그러나 1960년대에 들어 제트 항공시대가 열리면서 사람들의 문명의 이기에 대한 이해와 인내심이 한계에 다달았다. 이제는 이 문제가 인내와 너그러움의 한계를 시험하는 범주를 벗어나 실질적인 정신적, 신체적 피해로까지 나타나게 된 것이다.

원칙적으로 항공기소음은 다른 교통소음이나 공장소음 등과 같은 환경소음의 한 종류일 뿐이다. 그러나 세계적으로 항공기소음이 집단민원의 대상이 되는 예가 잦은 것은 이것이 공중으로부터 쏟아지는 소음이라서 피해지역이 넓다는 이유보다도 항공기소음에 대한 공항주변 주민들의 저변에 깔려있는 특이한 심리 때문인 것 같다. 즉 도로변의 주택에서 자동차소음에

시달리는 사람은 자신도 차를 몰며 그 소음의 발생자의 하나일 수 있다는 생각 때문에 인내의 폭을 넓힐 수 있다. 공장주변에서 소음에 시달리는 사람은 공장이 지역사회에 기여하는 혜택 자신에게도 돌아올 수 있다는 기대 때문에 역시 인내의 폭을 넓힐 수 있다. 그러나 공항주변에서 항공기 소음에 시달리는 사람은 원인 발생자는 따로 있고 자신은 피해자일 뿐이라는 생각을 갖을 수 있다. 이같은 생각은 시민의식의 발달에 따라 더욱 보편화 될 것이고, 우리도 최근 경험하고 있듯이 사회의 개방과 민주화에 따라 가속적으로 강도를 더해갈 것이다.

이 글에서는 뒤늦게 부각하고 있는 우리나라의 항공기소음 문제와 그 대책 방향을 체계적으로 조명하고자 하는 첫 시도로서 해외의 관련자료를 요약 설명한다. 이 분야에 대한 국내 조사연구가 아직 미미하여 발표할 수 없는 것이 유감이지만, 이 자료가 항공기소음에 대한 많은 관심을 불러 일으켜서 앞으로의 체계적인 연구와 정책수립 노력에 기여하기를 기대한다.

2. 항공기 소음의 발생원과 특성

항공기 소음의 발생원은 크게 추진계와 기체의 공기동력적 소음으

로 나눌 수 있다. 이 두 발생원의 상대적 기여도는 항공기 운항 모드(순항, 이착륙 등)에 따라 다르지만 환경소음 측면에서는 추진계 소음이 주요 대상이 되며, 따라서 미국 등 선진국의 저소음 항공기 개발은 저소음 엔진 개발이 중심이 되고 있다. 한 예로 비슷한 규모의 항공기를 비교할 때 신형 기종인 B767은 1960년대에 개발된 B707보다 14dB정도 소음도가 낮다. 항공기 엔진 소음감소는 미래의 항공기 개발에서도 계속 중요한 요구사항이 될 전망이다. 여기서는 항공기 소음의 두가지 주요 발생원의 특성에 대하여 고찰해 보고자한다.

2.1 추진계 소음

항공기의 엔진에는 제트엔진과 프로펠러엔진이 있다. 제트엔진은 다시 터보제트(turbojet) 엔진과 터보팬(turbofan) 엔진으로 나눌 수 있다. 이들 각각의 추진시스템에 의한 소음발생 메카니즘에는 차이가 있으며, 이에 대해서 간단히 설명하고자 한다.

(가) 터보제트 엔진소음

터보제트엔진은 급가속, 고출력 발생을 목적으로 하여 주로 군용기 등에 쓰인다. 이 종류의 제트엔진에서는 콤프레서에 의하여 압축된 공기가 연소실에서 연소되어 제트 노즐을 통해서 외부로 팽창될 때의

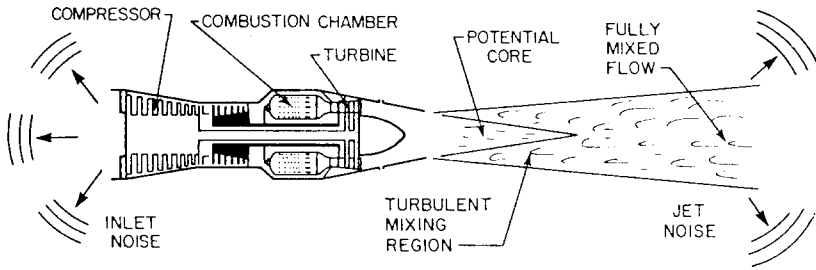


그림 1 터보제트 엔진 소음발생 메카니즘

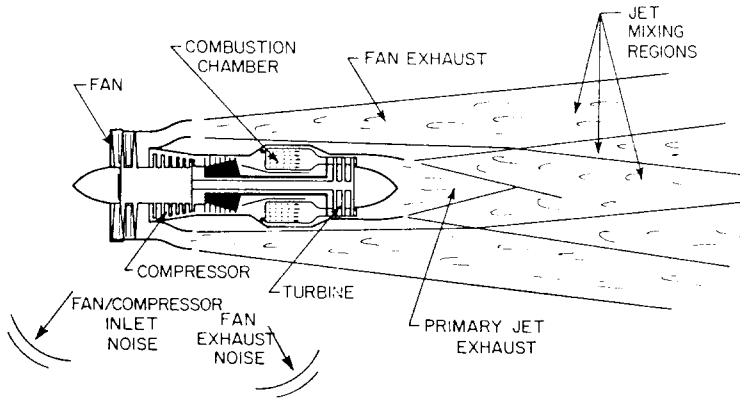


그림 2 터보팬 엔진 소음발생 메카니즘

가속력으로부터 추진력을 얻는다 (그림 1).

이 과정에서 다음의 세 종류 소음이 발생된다.

- 1) 공기 흡입 소음(주로 콤프레서 소음과 흡입과정의 공기 동역학적 소음)
- 2) 엔진 셸(shell)의 진동에 의한 소음
- 3) 배기소음

배기 소음에는 연소소음과 터빈소음이 포함되지만 제트 노즐 밖에서 뜨거운 고속제트와 찬 주변 공기가 급속히 혼합될 때의 공기 동역학적 소음이 주 발생원이다. 고출력 가동에서는 바로 이 공기 동역학적 소음이 다른 소음들을 훨씬 능가하는 지배소음이 된다.

(나) 터보팬 엔진소음

터보팬 엔진소음도 앞서 논술한 터보제트 엔진소음과 발생과정이 비슷하지만 중요한 구조적 차이를 갖고 있다. 즉 터보팬 엔진에는 팬이 있어서 제트추진과 별도의 추진력을 발생시킨다. 또한 제트분사 속도가 터보제트 엔진에 비해서 낮기 때문에 같은 추진력에 대해서 상대적으로 조용한 운항이 가능하다. 이러한 이유로 민간 여객기나 수송기 같이 급가속이 필요없는 항공기에서는 터보팬 엔진을 사용한다(그림 2).

터보팬 엔진도 정상 고출력 가동에서는 터보제트 엔진과 마찬가지로 분사 제트에 의한 공기동역학적 소음이 주성분이 된다. 이러한 분사제트 소음은 전반적으로 광대역 주파수 스펙트럼을 나타내지만 저주파 대역이 더욱 강조되는 경향을 보인다. 반면에 터보시스템과 팬소

음은 회전주파수와 관련된 강한 특정주파수 성분들을 포함한다. 터보팬 엔진을 장착한 항공기에선 잘 알려진 3kHz 근방의 콤프레서 소음은 바로 이 고주파 스펙트럼 성분의 한 부분으로서, 항공기 소음의 특징을 나타낸다. 소음계 청감 보정곡선중 D곡선은 이러한 특성의 항공기 소음을 보정하기 위한 목적으로 정해진 것이다.

(다) 프로펠러 항공기 소음

프로펠러 엔진은 중소형 일반항공기에 많이 사용되며, 가스터빈이나 피스톤 엔진에 의해서 추진된다. 일반적으로 가스터빈 엔진은 쌍발 항공기에 많이 쓰이고, 피스톤 엔진은 단발이나 쌍발 항공기에 쓰인다.

프로펠러 항공기의 소음은 주로 프로펠러 회전에 의한 공기동력학적 소음과 배기소음으로 구성된다. 프로펠러 소음은 일차적으로 프로펠러 끝단의 속도의 함수로 주어지며, 회전속도와 프로펠러 날개수의 정수배의 곱으로 주어지는 주파수 성분에서 강한 스펙트럼 피크를 나타낸다. 대개의 경우 프로펠러 소음은 배기소음보다 더 크다. 특히 피스톤 엔진의 배기소음이 가스터빈 엔진보다 더 크지만 피스톤 엔진 소음은 머플러에 의해서 감소시킬 수 있다.

2.2 기체소음

기체의 공기동력학적 소음은 동체와 착륙장치등을 지나가는 공기 흐름에 의해서 발생되며, 순항 상태의 제트항공기에서는 600Hz이상 주파수범위 소음의 주 발생원이 된다. 순항 상태의 항공기는 고도와 위치로 보아 대개의 경우 환경소음과는 관계없으며, 따라서 기체소음은 주로 여객기 내부소음의 관점에서 중요하게 취급된다. 이착륙시 인구 밀집지역을 저공으로 비행

할 때 기체소음이 환경문제에 기여할 수 있었으나, 이 경우 항공기 속도가 낮아서 기체소음 역시 크게 감소되어 그림 3에서 보듯이 추진소음보다 10dB정도 낮게 나타난다. 이러한 이유로 순항시의 기체소음의 중요성에도 불구하고 항공기소음의 환경측면에서의 고려는 엔진소음을 주대상으로 하며, 앞서 말한 바와 같이 저소음 엔진 개발이 항공기소음 감소 대책의 한주요부분이 되고 있다. 이에 대해서는 제4절에서 다시 기술하고자 한다.

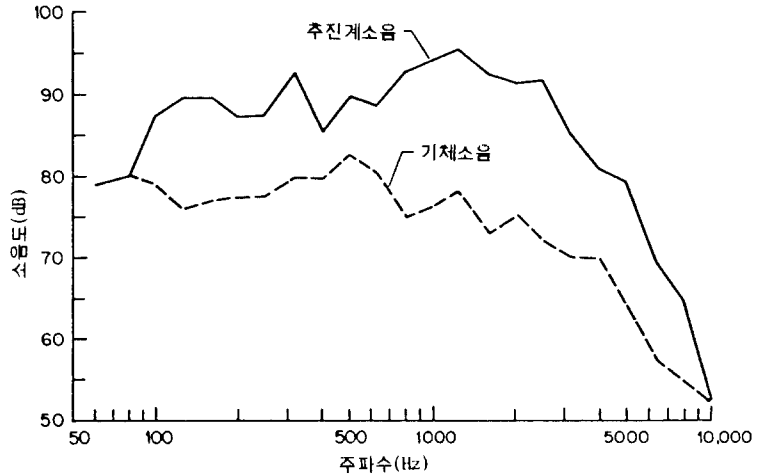


그림 3 착륙시의 추진계 소음과 기체소음 비교

2.3 통과중인 항공기의 지상소음 특성

항공기가 지상의 한 점을 통과할 때 관측되는 소음은 전반적인 소음도에서 뿐만 아니라 스펙트럼 특성에서도 항공기의 위치에 따른 시간 흐름에 따라서 변한다. 대체로 항공기가 접근할 때는 고주파성분이 지배적이고, 항공기가 머리위를 지나 멀어질 때는 저주파성분이 지배적이다. 한 예로 그림 4는 항공기가 이륙할 때 활주로 출발지점에서부터 5.5km 떨어진 활주로 연장선상 지점에서 실측한 소음의 시간변화를 보여준다. 이 그림에서 $t=0$ 는 항공기가 바로 머리위에 있을 때를 나타내고, 이때의 항공기 높이는 350m 정도이었다. $(-t)$ 는 항공기의 접근을 나타내고 $(+t)$ 는 멀어져감을 나타낸다.

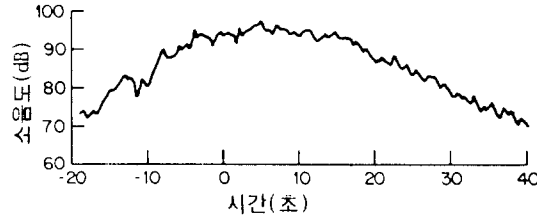


그림 4 항공기 이륙시의 소음시간 변화

이 측정에서 배경소음은 70dB 정도이었으며, 배경소음 이상의 항공기소음은 60초정도 계속되었다. 착륙시에는 항공기 고도가 낮고 출력이 상대적으로 작기 때문에 항공기 소음 지속 시간이 절반 정도로 줄지만 전반적인 소음도 변화 특성은 그림 5와 비슷하다.

그림 5는 앞의 측정에서 세 가지 지점에서 측정된 소음의 스펙트럼 특성을 보여준다.

항공기가 접근할 때 ($t=-10$)는 엔진 흡입에 의해서 발생하는 2kHz 근방에서 강한 피크성분을 나타낸다. 항공기가 머리위를 지나면서($t=0$) 이 성분은 감소되고 500Hz 이하의 저주파성분이 증가하기 시작한다. 동시에 팬 배기소음에 의한 3kHz 근방 성분이 나타난다. 항공기가 멀어지면서($t=+10$) 소음은 앞서 설명한 분사제트에 의한 저주파성분에 의해서 지배된다. 저주파 소음은 대기중에서 먼 거리를 진행할 수 있기 때문에 항공기가 지나간후에 오래도록 남는 여음의 원인이 된다.

3. 항공기 소음측정 및 평가단위

미국연방항공국(FAA)은 새로 제작되는 민간 항공기의 소음인가

(noise certificate)에서 L_{PNE} (Effective Perceived Noise Level)을 단위로 사용한다. 이 단위는 항공기 소음에 대한 인체반응, 스펙트럼의 순음성분에 의한 영향 및 운항통과의 소음지속시간등 복합적인 요인들을 고려하고 있어서 개별 항공기의 소음 피해를 비교 평가하는데 적절한 것으로 알려져 있다. FAA는 현재 운항중인 모든 종류의 항공기에 대한 이러한 자료를 작성하여 보급함으로써 각 공항의 항공기소음 평가에 이용하도록 하고 있다.

공항 주변지역의 평가 소음도는 그 공항에 운항중인 항공기들의 종류에 따른 개별 소음 데이터(미국에서는 L_{PNE} 이용)와 종류별 항공기의 운항회수, 운항시간, 운항코스 등 운항데이터와 기상 및 지형

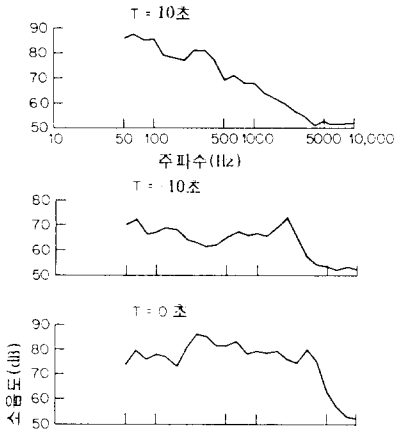


그림 5 통과시점에 따른 이륙소음 스펙트럼

데이터 등을 이용해서 계산으로 구한다. 현재 국제 민간항공국(ICAO)에서 권장하고 있는 평가소음 단위는 WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)이다. 이 단위는 항공기 소음에는 노출되는 주민의 반응을 객관적으로 나타낼 수 있어서 공항 주변 소음평가에 적절하다는 인정을 받고 있다. 이같은 장점에도 불구하고 현재 세계적으로 이 단위를 쓰는 나라는 우리나라와 일본 뿐이다. 미국에서도 70년대에는 WECPNL과 비슷한 NEF(Noise Exposure Forecast)를 다른 단위와 섞어 사용하였으나 이제는 FAA에 의해서 L_{dn} (Day-Night Equivalent Noise Level, 아래에 설명함)을 공식단위로 사용하고 있다. 기타 유럽의 대부분 국가들도 이미 L_{dn} 을 사용하고 있던가, 영국과 같이 PNdB등 다른 단위를 사용하는 국가도 앞으로 1~2년 이내에 L_{dn} 으로 바꿀 준비를 하고 있다. 이러한 현상의 근본 이유는 WECPNL이 갖는 표면적인 장점에도 불구하고 일선 소음행정에 종사하는 사람들이 그 근본 뜻을 이해하기가 쉽지 않다는데 있다. 즉 dB(A)나 L_{eq}

(Equivalent Noise Level)등 비교적 단순한 개념의 단위에 익숙해진 사람들이 새롭고 복잡한 개념의 단위를 기피하는 경향이 있다는 것이다. 또 하나의 큰 이유는 세계적으로 대부분의 큰 공항들이 도로소음과 각종 생활소음이 혼재하는 주거지로 둘러싸여 있어서 항공기소음을 이들 다른 환경소음과 분리하여 취급하는 것이 의미가 없다는 것이다. 한 예로 공항주변 도로지역 주거지의 환경소음은 항공기소음과 교통소음을 동시에 포함할 것이며, 이 경우에 두가지 소음의 평가단위가 다를때 그 주거지의 전체 소음문제를 평가할 수 없을 것이다. 결국 WECPNL이 공항주변의 항공기 소음만을 대상으로 할 때 현재로서는 가장 이상적인 평가단위임에도 불구하고 현실적인 적용상의 문제 때문에 이용을 기피당하고 있다고 보아야 할 것이다.

반면에 L_{dn} 은 비교적 단순하고 사용하기 편하다. 이 단위는 등가소음도 L_{eq} 에서 야간시간대에 발생하는 소음을 가산 보정한 것이다. 야간시간대의 정의와 가산보정량은 국가마다 사회활동의 특성을 고려하여 결정하지만 대체로 저녁 6시 이후를 야간 시간대로 보고, 보정량을 10dB이다. 경우에 따라서는 주간과 야간시간대 사이에 저녁시간대를 정의하여 5dB의 가산보정을 하기도 한다(현재 우리나라의 환경소음 기준). 항공소음 평가단위로 L_{dn} 을 사용하는데 따른 큰 장점은 항공기소음을 다른 환경소음과 동일한 차원에서 비교 평가할 수 있다는 것이다. 이렇게 하여 주민들은 자신의 항공기소음에 대한 피해정도를 이미 익숙하여있는 다른 환경소음과 비교할 수 있고, 이것은 피해보상이나 토지이용규제 시행등을 위한 공항등과의 협의시 서로의 의사를 나타내는데 중요한

기본이 된다.

4. 항공기 소음 방지 대책

항공기 소음 문제는 공항주변 주거지에 대한 환경소음 문제와 공항내에서의 정비등 각종 operation에 의한 작업환경 문제로 나누어 생각할 수 있다. 공항내에서의 작업환경 문제는 그 대상이 일차적으로 공항 종사원들과 항공기 이용객들이며, 주요 발생원은 항공기 run-up에 따르는 소음이다. 이 소음은 본 학회지 표지의 사진과 같은 엔진소음 silencer에 의해 감소시킬 수 있으며, 국내에서도 설치를 계획중인 것으로 알려져 있다. 그러나 환경소음 측면에서 항공기소음의 주요 고려 대상은 공항 주변의 주거지이며, 따라서 여기서는 이 문제에 국한하여 논술하고자 한다.

항공기 소음 대책은 다음의 세 단계로 나누어 생각해 볼 수 있다.

- 1) 소음원 대책:
저소음 항공기 개발, 출력규제
- 2) 운항절차 대책:
운항 코스 및 운항시간규제
- 3) 수음점 대책:
토지이용규제, 주택방음시설

4.1 소음원 대책

항공기 소음 방지 대책중 가장 확실한 방법은 항공기 자체의 소음을 줄이는 것이다. 물론 이 대책을 강구할 수 있는 나라는 현재 세계적으로 민간항공기를 생산할 수 있는 몇 나라에 불과하지만, 이들 생산국들은 자국의 항공기소음 대책 측면뿐만 아니라 자국 생산 항공기의 세계시장 점유 확대 측면에서도 저소음 항공기 개발을 제도적으로 의무화하고 있다. 미국의 경우 항공기들을 발생 소음도의 크기에 따라서 Stage I, Stage II 및 Stage

Ⅲ로 구분하여 연차적으로 소음이 덜 발생하는 항공기의 사용 비율을 증대시켜 가고 있다. Stage I에는 B707과 B727등 초기에 개발된 시끄러운 항공기들이 포함되며, StageⅢ에는 B767과 A-300등 신기술을 이용한 조용한 항공기들이 포함된다.

신기술 엔진의 대표적인 것이 high-bypass-ratio 엔진이다. 이 종류의 엔진에서는 흡입유도 vane의 제거와 함께 팬 날개와 배기유도 vane의 재 설계 및 덕트의 흡입처리 등을 통하여 팬소음을 크게 감소시키고 있다. 또한 연소실을 비켜가는 공기흐름의 양과 연소실 내를 통과하는 공기의 양의 비를 대단히 크게 함으로써 분사제트 소음의 고주파성분을 크게 감소시켜 사람의 귀에 덜 민감한 저주파소음을 주로 발생시킨다. StageⅢ의 항공기들은 이같은 종류의 신기술 엔진을 장착하고 있어서 Stage I의 항공기들 보다 10dB에서 20dB 이상까지 소음감소 효과를 보이고 있다. 현재 선진국의 대부분의 큰 공항들이 늦어도 서기 2000년까지는 StageⅢ의 항공기만을 운항시킬 계획으로 있다. 이렇게 될 때의 항공기소음감소 효과를 보여주는

한 예로서 그림 6은 Washington National Airport의 1989년(실선) 당시의 항공기소음 분포도를 1998년(점선)과 비교해서 보여준다. 1998년의 곡선은 모든 운항 항공기가 StageⅢ에 속한다는 가정하에 예측한 것이다. 이 두 곡선의 비교에서 저소음 항공기의 사용에 의한 환경소음 개선 효과를 분명하게 볼 수 있다.

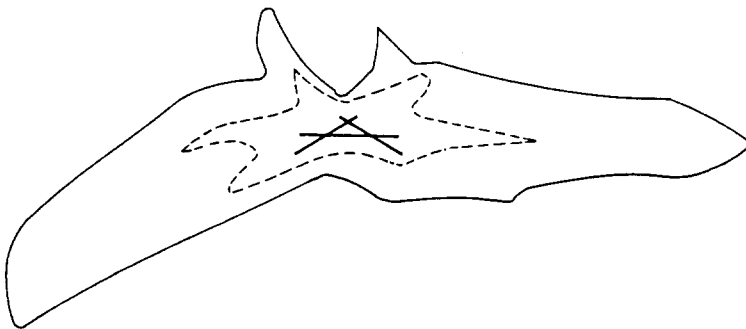
일단 제작된 항공기의 사용 상태에서 소음발생원(항공기)에 취할 수 있는 유일한 방법은 이착륙시의 항공기 엔진 출력을 규제하는 것이다. 한 예로 저출력 운항은 이착륙시에 순항거리를 증가시킴으로써 소음 노출지역이 항로를 따라 길게 늘어지는 문제가 있다. 반면에 고출력 급상승 이륙은 항로방향의 소음노출 지역을 줄이는 효과가 있으나 항로 좌우로 피해지역이 확대되는 문제가 있다. 따라서 특정 공항에서의 항공기 엔진출력 규제는 그 공항 주변의 소음보호대상 지역의 분포상황을 면밀하게 고려하여 결정되어야 한다.

4.2 운항절차 대책

이 방법은 공항주변에서의 항공기 운항코스과 운항시간을 규제하

는 것이다. 세계의 대부분 공항에서 이 방법이 현실적으로 취할 수 있는 거의 유일한 항공기 소음 대책이며, 많은 경우에 높은 효과를 나타내고 있다. 우리나라에서 밤 11시 이후의 민간항공기 운항을 금지하고 있는 것도 같은 취지에서 비롯된 것이다.

항공기 운항코스 결정은 풍향등을 고려한 항공기 안전이 우선이며, 항공기소음 감소 대책은 이 범위내에서 고려된다. 또한 한 지역의 소음노출을 피하기 위하여 다른 방향으로 코스를 결정할 때 새로운 소음피해 지역이 발생할 수 있으므로 운항코스의 선정에는 공항주변 지역의 인구분포 상황에 대한 다각적인 고려가 필요하다. 공항 특성에 따른 계절적 요인에 맞춰서 몇 가지 다른 운항코스를 사용하는 경우도 있다. 세계적으로 큰 공항들은 대개 두개 이상의 활주로를 갖고 있으며, 이들 활주로의 이착륙 방향 조절도 공항주변 항공기소음 감소에 도움이 될 수 있다. 한 예로 런던의 Heathrow 공항은 두개의 활주로를 오전과 오후 시간대로 나누어 각각 착륙과 이륙전용으로 사용한다. 두개의 활주로가 그림 7(a)와 같이 이용될 때 B지역과 C지역은 소음을 피할 수 있다. 그러나 시간대가 바뀌어 이착륙이 그림 7(b)와 같이 될 때 B와 C지역은 소음피해를 보는 반면에 A와 D지



미국 Washington National Airport 소음등고선($L_{dn}=65$)
실선:1989 현황 점선:1998 예측

그림 6 저소음항공기 사용에 의한 소음노출지역 감소 예

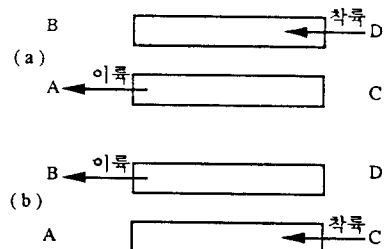


그림 7 이중 활주로 사용방법 예

역은 소음을 피할 수 있다.

이 방법의 기본목적은 공항주변 주민들을 하루중 절반 정도라도 항공기 소음으로부터 해방시키자는 것으로서, 영국사람들다운 재미있는 착상이다. 항로 감시는 레이더에 의해 수행되며, 코스를 이탈한 항공기의 소속항공사에 경고장을 보내는 절차를 흔히 취하고 있다.

이상 논술한 운항코스 조절에 의한 항공기소음 대책도 우리나라에서는 적용하기 힘든 경우가 대부분이다. 한 예로 김포공항 주변에서 보듯이 주거지가 광범위하게 분포되어 있어서 어느 방향으로 코스를 정해도 소음피해 지역이 존재한다. 또한 산악과 언덕이 많은 우리나라의 지형 특성도 운항코스의 자유로운 선정을 제한하는 요소이다. 결국 우리나라의 대부분의 기존공항의 경우에 항공기소음 대책은 다음절에서 논술하는 수음점 대책이 거의 유일한 선택으로 남게된다.

4.3 수음점 대책

본 절에서 논술하는 항공기소음 방지 대책중 수음점 대책이 마지막으로 제시된다는 것은 결코 이 대책의 우선순위가 낮다는 뜻은 아니다. 앞서 논술한 항공기소음 대책들은 공항주변 지역의 소음노출을 완화시켜주는 효과는 있지만 대개의 경우 만족스러운 수준에서 문제를 해결하지는 못한다. 그러나 이 과정에서 공항주변의 최종적인 소음피해 지역과 피해정도에 대한 정보가 얻어진다. 이로부터 얻게되는 대표적인 결과가 앞의 그림 6과 같은 공항주변 소음등고선지도이다. 물론 이러한 소음등고선지도는 어떠한 형태의 항공기소음 대책을 강구해야만 얻을 수 있는 것은 아니다. 한 공항에 대한 소음등고선지도는 그 공항에 운항하는 항공기들의 종류와 운항회수, 운항코스 및

기상과 지형정보들을 바탕으로 컴퓨터에 의해서 계산으로 구할 수 있다. 이러한 컴퓨터 프로그램의 대표적인 예가 미국연방항공국(FAA)에서 개발한 INM(Integrated Noise Model) 프로그램이다.

대개의 경우 항공기소음의 수음점 대책은 이같이 구한 소음등고선 정보로부터 출발한다. 이러한 대책은 성격상 수동적이라고 볼 수 있다. 즉 소음이 주어진 상태에서 그에 대처한다는 의미이다. 이에 반해서 앞서 논술한 두 대책은 능동적이라고 볼 수 있다. 능동적 대책이 수동적 대책에 비해서 더 효율적인 것은 사실이지만 이 두가지가 병행 적용되는 경우가 대부분이며, 특히 우리나라와 같은 여건에서는 수동적 대책에 의존할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 이 수동적 대책은 다시 예방적 대책과 치유적 대책으로 나눌 수 있다. 예방적 대책의 대표적인 예가 공항주변 토지이용 규제이다. 엄밀한 의미에서 토지이용 규제가 예방적 효과를 갖는 경우는 신설 공항에 적용될 때이다. 그러나 기존 공항의 경우에도 앞으로 늘어나는 항공운항에 의한 소음문제 확대를 방지하고, 특히 소음노출 지역에서의 건물신축등 사회 경제 활동을 부분적으로 제한하는 근거로 이 제도를 실시하고 있다. 표 1은 미국연방 정부가 제정한 공항주변지역 토지이용 규제 기준을 보여준다. 지면 관계로 이 표에서는 관련법규의 일부만 제시한다.

이 표에서 R()은 괄호안의 숫자만큼 건물의 차음대책을 강구하는 조건으로 가능하다는 의미이다. 다른 선진국들도 이 표와 비슷한 토지이용 규제기준을 시행하고 있으며, 우리나라도 비슷한 개념의 제도를 부분적으로 실시할 것을 검토중인 것으로 알려져 있다.

기존공항의 경우 표 1과 같은 토지용도별 소음기준은 소음에 노출된 기존 건물의 방음시설 설치나 수매등 보상대책의 기본자료가 될 수 있다. 이것은 소음의 존재가 불가피함을 인정한 후에 마지막으로 시도되는 일종의 치유대책으로서, 경우에 따라서는 기대밖의 좋은 효과를 주기도 한다. 이 대책을 적용하기 위해서는 우선 해당지역의 항공기소음등고선 지도를 작성한다. 이것은 기본적으로 앞서 언급한 등고선 지도와 동일하지만 이제는 보상문제가 따르니만치 소음도 구분을 좀 더 자세하고 분명히 할 필요가 있다. 다음 단계로 이 지도의 소음노출구간과 표 1의 기준을 비교하여 보상대상 지역과 건물을 선정한다. 한가지 유의할 것은 표 1은 기본적으로 신설 공항에 적용되는 것으로서, 기존 공항의 경우에는 이를 참고하여 주민과 공항의 협의에 의해서 결정되는 예가 많다. 대표적인 예가 미국 시애틀 국제공항 경우로서, 주민과 공항대표 및 각계 전문가로 구성된 위원회의 40개월에 걸친 노력의 결과로 1976년에 보상안이 확정되어 시행되었다. 이 안에서는 소음 피해 정도에 따라 가옥의 완전수매, 완전방음, 부분방음 등 몇 단계로 나누어 보상 하도록 하였다. 이와 비슷한 보상은 세계적으로 여러 다른 공항들에서도 시행되었다. 여기서 특히 관심을 끄는 부분은 방음시설의 효과이다. 가옥 구조상 방음시설의 효과를 기대하기 힘든 경우도 있다. 그러나 잘 설계되고 시공된 방음시설은 30dB 이상의 방음이 가능하여 실내소음을 적정수준 이하로 유지할 수 있다는 것이 많은 선진국 공항들의 이제까지의 경험이다. 이러한 경험은 우리의 문제 해결에 시사하는 바가 크다고 생각된다.

표 1 공항주변지역 토지이용 규제기준(미국)

토 지 이 용	항 공 기 소 음		
	L _{dn} 65~70	L _{dn} 70~75	L _{dn} 75이상
주 거 지	불가	불가	불가
양로원등 요양시설	불가	불가	불가
호 텔	R(25)	R(30)	R(30)
학 교	R(30)	불가	불가
교 회	R(25)	R(30)	불가
병 원	R(30)	R(35)	불가
사 무 실	가	R(25)	R(30)
체 조 업	가	가	가
옥외 스포츠 시설	가	가	불가

5. 맺음말

이 글에서는 항공기소음의 발생 및 특성과 그 대책에 대해서 살펴 보았다. 이 과정에서 지난 20여년 간 저소음 항공기 개발 노력이 얼마만큼 결실을 맺었는지 살펴보았으며, 앞으로의 개선 가능성에도 주목하였다. 즉 항공기소음은 피할 수 없는 필연이 아니라 저소음 자동차나 가전제품등과 같이 우리의 노력에 따라서 최소화 시킬 수 있는 환경소음의 한 특이한 형태일 뿐이라는 인식이 중요함을 의미한다. 소음 발생원인 항공기는 세계적으로 몇몇 나라에서만 제작되기 때문에 우리로서는 그 결과를 받아들일 수 밖에 없는 것이 사실이다. 그러나 선진국 공항들과 마찬가지로 저소음 항공기 그룹인 Stage III 항공기 운항을 촉진하고 국적 항공사들의 저소음항공기 도입을 유도함으로써 우리도 범세계적인 저소음항공기 개발 노력에 간접적으로 기여할 수 있다. 정부의 항공정책

입안자들은 이점에 특히 유의해야 할 것이다.

우리나라의 특수한 사회적, 지형적 여건은 외국에서 시도되고 있는 많은 항공기 소음방지 대책의 적용을 힘들게 하는 경우가 많다. 이런 가운데도 우리가 시도할 수 있는 몇몇 대책은 나름대로 효과가 있음을 외국 공항들의 경험에서 살펴볼 수 있다. 공항주변 주택들에 대한 방음보완이 한 예이다. 영종도공항과 청주공항등 신설공항 주변의 토지이용 규제제도의 실시도 항공기 소음 예방적 차원에서 면밀히 검토되어야 할 것이다. 이제 항공기 소음 문제는 다른 선진국들의 문제만이 아닌 우리 스스로의 문제이다. 우리는 앞서가는 나라들의 경험으로부터 귀중한 교훈과 정보를 얻을 수 있다. 이같은 우리의 입장을 최대한 활용하면서 우리의 문제해결을 시도할 때 항공기소음 문제는 불가능의 벽만은 아님을 인식해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) Duerden, C., Noise Abatement, Philosophical Library Inc., New York(1971)
- (2) Federal Aviation Administration, Advisory Circular, Estimated Airplane Noise Levels in A-Weighted Decibels, AC No ; 36-3F(1990)
- (3) Federal Aviation Administration, INM Integrated Noise Model Version 3 User's Guide, FAA Report No. FAA-EE-81-17(1982)
- (4) Federal Aviation Administration, Federal Aviation Regulations, Airport Noise Compatibility Planning (1981)
- (5) Federal Aviation Administration, Planning for the Airport and It's Environs ; The Sea-Tac Success Story (1978)
- (6) Federal Aviation Administration, Aviation Noise Abatement Policy(1976)
- (7) Harris, Cyril M., Handbook of Noise Control, McGraw-Hill Book Co., New York (1979)
- (8) Metropolitan Washington Air-ports Authority, Noise Compatibility Study(1990)