

# 김포공항 항공기 저소음 운항절차 수립을 위한 연구

## A Study on the Establishments of Aircraft Noise Abatement Procedures in Gimpo International Airport.

손정곤+ · 김연명\* · 박진우\*\* · 김영일\*\*\*

Jung-Gon Son, Yeon-Myung Kim, Jin-Woo Park, Young-Ii Kim

**Key Words :** noise abatement procedures(소음저감절차), preferential runway system(우선활주로 운용방식), thrust cutback(추력감소), CDA(연속강하접근), track(항적), approach(접근 또는 진입), take off (이륙), noise limits(소음한도), aircraft infringement(소음위반항공기), NMS(소음자동측정망).

### ABSTRACT

The final purpose of this study is to develop noise abatement procedures for minimizing damages caused by aircraft noise, to establish appropriate noise limits and to suggest a plan for imposing surcharges and penalties on aircraft infringing the noise limits.

This study establishes noise abatement procedures and suggests a plan to complement and improve upon NMS in Gimpo International Airport by reviewing the NMS structure. In addition, this study establishes a noise limit at each noise monitoring system and a verification system to discriminate infringing aircraft. Finally, this study suggests a control plan for aircraft infringing the noise limit.

### 1. 서 론

#### 1.1 연구개발의 목적 및 필요성

항공기 소음문제는 전 세계적으로 중요한 관심사항인 환경문제의 일환으로 대두되고 있으며 미국, 유럽 등의 항공선진국은 엄격한 항공기 소음기준을 수립하고, 이를 위반하는 항공기에 대해 소음부담금이나 벌금 등의 제재조치를 취하고 있다.

우리 정부는 「항공법」 제107조 및 동법 제40조의 규정에 따라 김포국제공항 등 6개 민간전용공항과 민·군 겸용공항인 김해국제공항의 공항주변지역에 대해 소음 방지대책을 수립하여 시행하도록 규정하고 있다.

이와 같은 소음대책활동과 더불어 이제는 보다 근본적이고 적극적인 방법으로서 소음을 최소화할 수 있는 저소음 운항절차를 마련하고 이를 감시할 수 있는 체계가 필요하다.

본 연구에서는 항공기 소음의 피해를 최소화하기 위해 김포국제공항에 적용이 가능한 저소음 운항절차를 개발하여 적절한 소음기준을 수립하고, 소음측정망(NMS)을 활용하여 소음기준 위반 항공기에 대해 벌과금 및 제재를 취할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

#### 1.2 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 김포국제공항의 저소음운항절차를 수립하고 적절한 규제방안을 수립하는 것으로서 공간적인 범위를 김포국제공항으로 한정한다.

본 연구의 개발 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 국내·외 관련기준 및 외국사례 분석
- 김포공항 주변 소음피해 현황

+ 책임저자: 정희원, (주)동일기술공사, 소음·진동팀  
E-mail : dwhand@hanmail.net  
Tel : (02)2163-6585-6, Fax : (02)2163-6589

\*\*, \*\* 한국교통연구원 항공교통연구실

\*\*\* 문앤지니어링(주)

- 저소음 운항절차 수립
- 저소음 운항절차 운용을 위한 자동소음측정망 구성 검토(추후발표)
- 소음기준 수립(추후발표)
- 소음기준 위반 항공기에 대한 규제방안 제시(추후발표)

## 2. 국내·외 관련기준 및 외국사례 분석

### 2.1 국내 관련 법 현황

#### (1) 관련 법 현황

##### <항공법>

##### 제108조의2 (저소음운항절차)

공항에서 이륙·착륙하는 항공기는 항공기 소음을 감소하기 위하여 건설교통부장관이 정하여 고시하는 운항절차(이하 "저소음운항절차"라 한다)에 따라 운항하여야 한다. [본조신설 2003.12.30]

##### 제109조 (소음부담금의 부과·징수)

① 건설교통부장관은 소음을 발생시키는 항공기를 사용하는 소유자등에 대하여 제108조의 규정에 의한 소음기준 및 제108조의2의 규정에 의한 저소음운항절차의 위반여부에 따라 차등을 두어 소음부담금을 부과·징수할 수 있다. <개정 1997.12.13, 2003.12.30>

② 제1항의 규정에 의한 소음부담금의 부과기준·금액 및 징수절차등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

##### <항공법 시행령>

##### 제44조 (소음부담금의 부과·징수)

① 법 제109조제1항의 규정에 의한 소음부담금은 항공기가 제40조의 규정에 의한 소음대책을 수립·시행하여야 하는 공항에 착륙할 때마다 항공기의 소음등급에 따라 부과한다.

② 건설교통부장관은 다음 각호의 금액을 소음부담금으로 부과·징수한다. <개정 1994.12.23, 2004.6.29>

1. 제1등급 : 당해 항공기 착륙료(부가가치세를 제외한다. 이하 이 조에서 같다)의 100분의 30에 해당하는 금액

2. 제2등급 : 당해 항공기 착륙료의 100분의 25에 해당하는 금액

3. 제3등급 : 당해 항공기 착륙료의 100분의 20에 해당하는 금액

4. 제4등급 : 당해 항공기 착륙료의 100분의 15에 해당하는 금액

5. 제5등급 : 당해 항공기 착륙료의 100분의 10에 해당하는 금액

③ 제2항의 규정에 불구하고 법 제108조의2의 규정에 의한 저소음운항절차에 위반하는 항공기의 소유자등에 대하여는 제2항 각호에서 정한 금액에 그 금액의 2배를 가산한 금액을 소음부담금으로 부과·징수한다. <신설 2004.6.29>

#### (2) 김포공항의 소음저감절차 현황

김포국제공항에 적용되고 있는 소음저감절차(Noise Abatement Procedures)의 내용은 아래와 같다. (AIP 등재내용)

##### RKSS AD 2.21 NOISE ABATEMENT PROCEDURES

##### 2.21.1 Aircraft Operating Procedures(except helicopter)

##### 2.21.1.1 Take off

All departing aircraft should apply ICAO PANS-OPS(Doc 8168) Volume I Noise Abatement Take-off Climb Procedure as follows:

- Noise Abatement Department

##### Procedure ONE (NADP ONE)

·Thrust reduction at 1000ft(305m) or 1500ft(457m) above aerodrome elevation recommended.

##### RKSS AD 2.21 NOISE ABATEMENT PROCEDURES

##### 2.21.1.2 Approach

##### 1. Delayed Flap Setting Procedures

All arriving aircraft shall apply delayed flap approach procedure as follows;

· Aircraft unable to comply with this

procedure for any reason should inform ATC.

##### 3. Exception

Procedures described in the provisions 1 and 2 need not be complied with, for aircraft who have passed the IAF(for RWY32) or intercepted the LLZ(for RWY14) in adverse operating conditions such as the following :

##### 2.21.1.3 Preferential RWY System

##### 1. RWY 14 in use :

Take-off : RWY 14L

Landing : RWY 14R

2. Intersection take-off not available on all runways except in an unavoidable case for traffic flow or other reasons.

2.21.1.4 Starting check only is available between 1400UTC to 2100UTC.

2.21.1.5 Aircraft flying along the VFR route for P73 shall maintain at or above 1500FT while in GIMPO control zone for noise abatement, and use caution for traffic approaching runway 32 at Gimpo airport.

(3) 문제점

김포국제공항은 이미 법률로 소음저감절차가 수립되어 공표되어 있다.

그러나 이런 절차를 따르고 있는지, 혹 위반하는 항공기가 있는지 등 보다 구체적인 하위법령이 제정되어 있지 않다.

따라서 본 연구를 통해 위반하는 항공기를 어떻게 적출할 것인가?, 각 측정국의 소음기준은 얼마로 할 것인가? 위반시 제재조치(벌과금)는 어떻게 할 것인가? 등 구체적인 저소음 운항절차에 대한 운영체계를 수립하여 법제화할 계획이다.

2.2 국제 권고 기준 및 표준

(1) 항공기소음 저감 관련 기준 문서

항공기소음 저감을 위한 운항절차 수립에 관한 국제 권고기준 및 표준을 기술하고 있는 문서는 다음과 같다.

- ICAO 부속서 제 16권 환경보호, 제1권 항공기 소음
- ICAO 부속서 제 6권 항공기 운항, 제1부, 제4장, 제 4.4.9 항 항공기 소음 저감을 위한 항공기 운항절차
- ICAO Doc 8168 항공기 운항절차, 제1권, 제 V 부 소음 저감 절차

(2) 항공기 소음 저감을 위한 운항 기준

항공기 소음 저감을 위한 항공기운항절차는, 그 절차 제정 책임을 진 당국이 적절한 연구와 자문에 근거하여 소음 문제가 존재한다고 판단하지 않는 한 도입하여서는 안된다.

- 권고 - 소음 저감에 대한 항공기 운항절차는 해당 비행장을 사용하는 항공기 운전자(항공운송사업자)와 협의하여 개발하여야 한다.
- 권고 - 소음 저감에 관한 항공기 운항절차를 제정하는 경우에 고려하여야 할 요소에는 다음 사항들이 포함되어야 한다.
  - 아래 사항을 포함하는 소음 문제의 상태와 범위 소음 민감 지역의 위치 및 소음 시간대
  - 항공기 중량, 공항 표고, 온도 고려 요인을 포함하여, 영향을 미치게 되는 항공기 기종
  - 가장 효과적이라고 생각되는 절차의 유형
  - 장애물 회피 (PANS-OPS (DOC 8168), 제1권 및 제2권)
- 권고 - 소음 저감을 위한 항공기 운항절차는 PANS-OPS (Doc 8168), 제1권에 규정한 바를 따르는 것이 바람직하다.
- 권고 - 항공기 운전자(Operator)가 정한 항공기 기종별 소음 저감 절차는 모든 공항에 동일하게 적용 되도록 하는 것이 바람직하다

(3) 항공기 소음저감 절차의 개발

항공기소음 저감절차는 각 항공기 기종별로(항공기 제작사로부터 필요한 조언을 받아) 항공사에 의해 개발되어야 하며, 항공사 등록국가의 동의를 받아야 한다. 특수한 출발로 사용되어지는 출발 절차는 해당 공항을 관할하는 국가의 소음 저감 목적을 충족시키는 절차로 수립되어야 한다.

(4) 항공기소음저감 방법 및 세부절차

ICAO DOC 8168 항공기 운항절차, 제1권, 제 V 부 '소음 저감 절차'에 권고되어 있는 기준을 요약하면 다음 3개의 방법으로 정리되고 이중 소음저감방법으로 많이 활용하고 있는 소음저감 출발절차를 도시하면 Fig1 및 Fig2와 같다.

- 소음 저감 우선 활주로의 사용
- 소음 저감 우선 비행로의 사용
- 소음 저감 출발 또는 접근절차 등의 사용

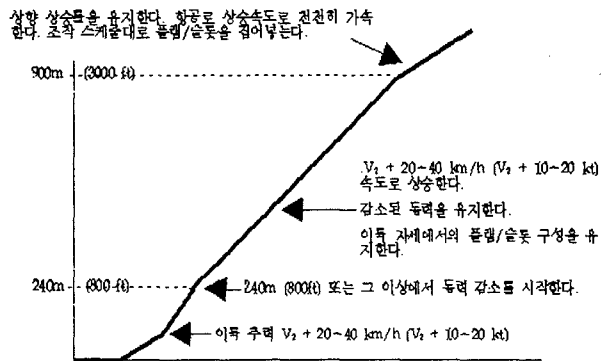


Fig.1 NADP 1

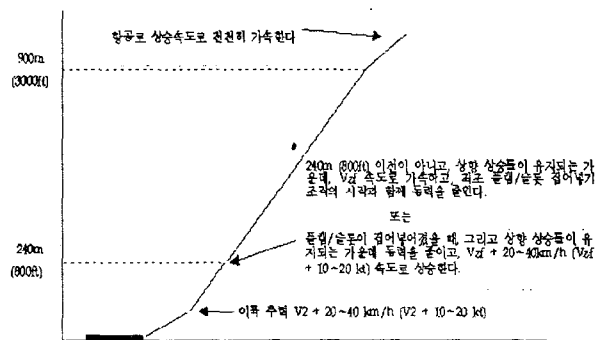


Fig.2 NADP 2

2.3 외국 공항의 사례 조사

(1) 저소음 운항절차 자료 수집

외국 정부의 최신 항공정보간행물(AIP), 웹스 차트 등을 이용하여 해외 33개국 140개 공항의 저소음 운항절차 자료를 수집하였다. (Table.1 참조.)

위 공항중에서 4개 공항에 대한 현지답사를 실시하여 필요한 자료를 보충하였고, 답사 공항은 독일 프랑크푸르트(FRA), 네덜란드 암스테르담/스키폴(AMS), 프랑스 샬 드골(CDG), 영국 런던/히드로(LHR) 공항 등이다.

그리고 “미국 Louisville 국제공항 소음저감 연구 보고서”를 참조하여, 김포공항에 적용 할 수 있는 저소음 운항절차(NADP)는 Table.2와 같다.

Table.1 Total Number of Oversea Airports

순번	조사 국가	조사 공항 수	답사 공항명
1	호주	17	
2	독일	17	FRA
3	영국	22	LHR
4	프랑스	10	CDG
5	네덜란드	1	AMS
6	이태리	12	
7	스페인	3	
8	러시아	11	
9	캐나다	10	
10	미국	3	
11	일본	8	
12	대만	2	
13	기타 21개국	24	
계	33개국	140개 공항	4개 공항

Table.2 Classification of NAP for Oversea Airports

대분류	소분류	김포공항 적용가능성	단기	장기
1. 우선 활주로 운용	<ul style="list-style-type: none"> <li>우선 활주로 운용</li> <li>중간 이륙</li> <li>활주로 전단 이설 운영</li> </ul>	가능(적용 중) 가능(시설보완) 장기과제	●	○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>역 방향 이착륙</li> <li>Contra-flow</li> <li>활주로 균등배분</li> </ul>	불가(ATC) 곤란(ATC)		
2. 우선 비행로 운용 /관리	소음 저감 우선비행로 운용	가능	●	
	레이더 벡터 적용확대	가능(적용 중)		○
	출발 비행 궤도 분산 운용	곤란(ATC)		

대분류	소분류	김포공항 적용가능성	단기	장기
3. 접근 비행 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>CDA</li> <li>Delayed/Reduced Flap setting</li> <li>역 추력 제한</li> </ul>			
	고각도 ILS 접근 (급각도 진입)	가능 (항공사 동의)		○
	<ul style="list-style-type: none"> <li>2단계 강하 절차 운영</li> <li>시각접근 또는 시각접근제한</li> </ul>	곤란 곤란		
4. 출발 비행 절차	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thrust Cutback (NADP 1 or 2)</li> <li>급상승 출발</li> </ul>	가능(적용 중) 가능(항공사)	● ○	
	Rolling Take off	장기과제		○
	5. 운항 규칙 제한	<ul style="list-style-type: none"> <li>엔진 Run up 제한</li> <li>Curfew (부분적 또는 완전)</li> </ul>	가능(적용 중) 가능(적용 중)	● ●

### 3. 김포공항 주변 소음피해 현황

#### 3.1 소음자동측정망(NMS) 설치현황

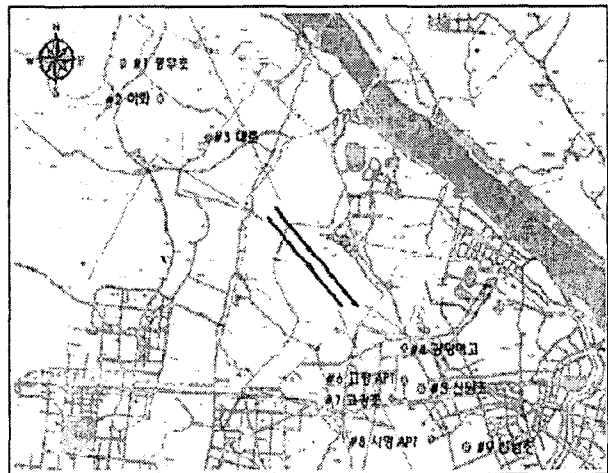


Fig. 3 Location of Permanent Noise Monitors

#### 3.2 소음도 현황

Table.3 Aircraft Noise Level at Monitoring Sites in 2004. (unit:WECPNL)

환경부	소음측정국 설치위치	소준부락	별말부락	월정초교	서원아파트	금성공업사	오곡초교	고척도서관	신월동	대장초교	송정중학교	강서초교	사우초교
	항공기 소음도		75	76	61	57	67	71	73	82	61	67	76
한국공항공사	소음측정국 설치위치	풍무초교	이화마을	대준마을	광명여고	신원초교	고강아파트	고강초교	신월공원	신남초교	-	-	-
	항공기 소음도		72	74	76	74	81	81	71	72	76	-	-

### 3.3 김포공항 주변 소음노출인구 추정

다음 Table.4는 2005년도 김포공항 주변의 소음등급별 토지이용 및 인구현황을 조사한 것이다. 이를 기초로 지역별 소음노출 밀도를 산출하면 활주로 남서측에 위치한 양천구가 14,353인/km<sup>2</sup>로 가장 높고, 다음이 부천시 오정구 2,224인/km<sup>2</sup>이며, 김포시는 324인/km<sup>2</sup> 그리고 가장 낮은 곳이 인천광역시 계양구로 4인/km<sup>2</sup> 이다.

항공기소음에 영향을 받는 비율은 양천구가 전체의 대지 및 인구에 비해 38.8%와 20.7%로 가장 높고, 계양구의 경우 14.2%와 0.8%,오정구의 경우 82.2%와 8.2%,그리고 김포시의 경우 6.7%와 1.2%로 대부분의 면적이 소음영향권 내에 있으나 양천구 외는 인구밀도가 낮아 소음노출인구 비율은 상대적으로 낮다.

## 4. 항공기 이·착륙 비행절차 분석

### 4.1 김포공항 운항 여건

김포공항은 국내선 운항 공항의 중추(Hub) 공항과 같은 역할을 담당하고 있는 공항임. 활주로는 북서-남동 방향 (RW 14-32 방향)으로 놓인 2본의 활주로로 운영되고 있으며, 서편 활주로의 길이는 3200m, 동편 활주로의 길이는 3,600m이다.

김포공항의 두 평행활주로 중심선간의 간격은 약 360m이다. 이 정도의 이격 거리로는 두 항공기가 동시에 착륙하거나 동시에 이륙하는 형태의 운항은 실행될 수 없으므로, 김포공항의 활주로 이용은 마치 단일 활주로 운영 체제와 거의 흡사한 개념 하에 운용되어야 하는 여건이다. 즉 두 평행 활주로는 너무 근접되어 있어서, 1개 활주로 상으로 어떤 항공기가 이륙을 하고, 다른 활주로 상으로는 다른 항공기의 착륙을 한다고 하더라도, 동시 이·착륙은 허가될 수 없는 비독립 근접 평행 활주로 체계로 운영되어야 하는 여건이다.

공항 운영시간은 24시간으로 고시되어 있음. 그러나 매일 23:00 이후 익일 06:00까지의 시간대에는 운항금지/제한 규제(Curfew)가 이루어지고 있어서, 정기 운항편의 이·착륙은 사실상 중지되고 있는 실정이다.

### 4.2 이·착륙 방향의 결정

항공기 이·착륙 방향, 즉 사용 활주로의 방향은 당시 풍향 풍속 요인을 고려하여 항공기가 바람을 안고 이·착륙 한다는 원칙에 따라 결정됨. 풍속이 5 knots 이상일 경우에는 바람이 불어오는 쪽으로의 활주로 방향이 사용됨. 예를 들면 시속 15 Knots의 북서풍이 불고 있다면, 사용 활주로의 방향은 32 방향으로 정해져 있다.

김포공항의 경우에 두 평행 활주로 중에서 어떤 활주

로 상으로 이륙 또는 착륙을 허가할 것인가는 전적으로 항공교통관제사의 재량권에 속하는 사항이다. 항공교통관제사는 당시 교통 여건을 고려하여, 항공기간의 분리와 원활한 교통 소통이 이루어질 수 있는 방향으로 각각의 항공기에게 이륙 또는 착륙을 하는데 사용할 활주로를 지정해 준다. 이 경우에 적용되는 관제사의 판단 및 결정 기준은 다음과 같이 정해진 김포공항의 활주로 운용 원칙을 따르게 된다.

- 사용 활주로 방향이 14 방향(공항 북서쪽으로부터 진입하여 착륙하고, 남동쪽으로 이륙하는 방향)일 동안에는 동편 활주로(14L)는 이륙하는데 사용하고, 서편 활주로(14R)는 착륙용으로 사용.
- 사용 활주로 방향이 32 방향일 경우의 우선 활주로 운용 절차는 미 설정.

### 4.3 활주로 14 방향 계기 이·착륙 비행로(Fig.4)

#### (1) 착륙비행로

착륙하는 항공기는 공항 북서쪽의 활주로 전단으로부터 약 7마일 밖에서 활주로 중심선의 연장선으로 진입하여, 활주로 중심선을 따라 진입해 들어와서, 마일 당 약 320 ft (약 5.2% 강하) 비율로 강하하여 활주로에 착륙한다.

#### (2) 이륙비행로

이륙 항공기는 공항 남동쪽 방향으로 이륙하여, 이륙 활주로 끝으로부터 밖으로 약 2 NM되는 곳에 이를 때까지는, 대략적으로 활주로 중심선 연장선이 되는 궤도를 따라 직진하면서, 최소 6.5% (395 ft/NM) 비율로 상승한다.

그 후 강서구, 양천구, 구로구 인구밀집지역 상공을 거쳐 관악산 방면이나 오산 방면으로 직행하면서 고도 6,000피트에 도달할 때까지 최소 6.5% (395 FT/NM) 비율로 계속 상승한다.

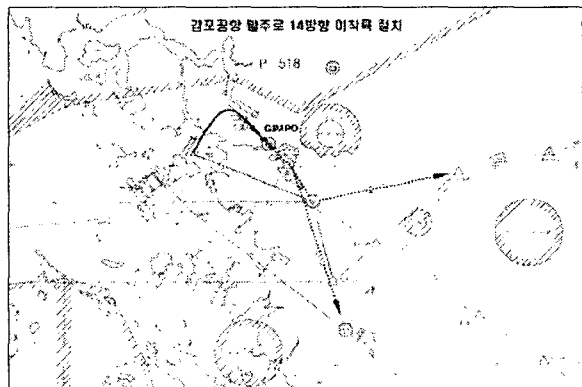


Fig.4 Flight Paths for Runway 14

4.3 활주로 32 방향 계기 이·착륙 비행로(Fig.5)

(1) 착륙비행로

착륙 항공기는 공항 남동쪽의 활주로 전단으로부터 약 12 NM 밖에서 활주로 중심선 연장선이 되는 궤도상으로 진입하여, 활주로 중심선을 따라 진입해 들어온다.

(2) 이륙비행로

이륙 항공기는 공항 북서쪽으로 이륙하여 이륙 활주로 끝으로부터 밖으로 약 2 NM되는 곳에 이를 때까지는 대략적으로 활주로 중심선 연장선이 되는 궤도를 따라 직진하면서, 최소 6.5% (395 ft/NM) 비율로 상승한다.

그 후 김포공항 무선표지국(KIP VOR/DME)으로부터 3 NM 이상 떨어지고, 고도 2,500피트에 도달하거나 5 NM 거리가 되는 곳(김포 신도시 아파트 단지 상공)에서 좌선회하여 김포공항과 인천공항 사이의 공역을 거쳐 관악산 방면이나 오산 방면으로 직행한다.

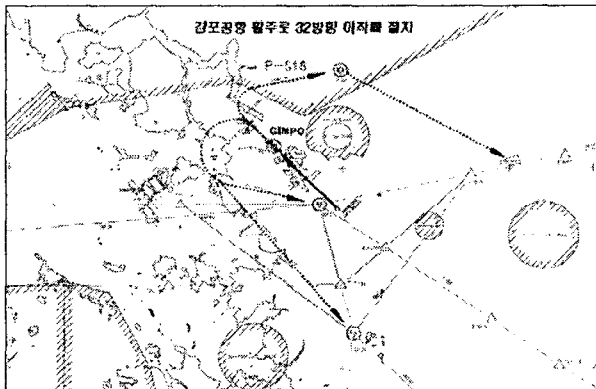


Fig.5 Flight Paths for Runway 32 Table.4 Noise Impact Area, House and Population in the Vicinity of Gimpo Int'l Airport.

Table.4 Area, Houses and Population in the Vicinity of Gimpo Int'l Airport.

구분	WECPNL	대지면적 (Km <sup>2</sup> )	가옥수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (인)	
서울특별시	강서구	95이상	0,742	-	-	-
		90~95	0.985	-	-	-
		85~90	1.276	-	-	-
		80~85	1.573	-	-	-
		75~80	2.117	-	-	-
	소 계	6.693	-	-	-	
	양천구	95이상	-	-	-	-
		90~95	-	-	-	-
		85~90	-	-	-	-
		80~85	0.285	531	1,432	3,683
75~80		1.934	6,236	10,199	28,167	
소 계	2.219	6,767	11,631	31,850		

Table.4 continued

구분	WECPNL	대지면적 (Km <sup>2</sup> )	가옥수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (인)	
서울특별시	강서구	95이상	0.742	-	-	-
		90~95	0.985	-	-	-
		85~90	1.276	-	-	-
		80~85	1.573	-	-	-
		75~80	2.117	-	-	-
	소 계	6.693	-	-	-	
	양천구	95이상	-	-	-	-
		90~95	-	-	-	-
		85~90	-	-	-	-
		80~85	0.285	531	1,432	3,683
75~80		1.934	6,236	10,199	28,167	
소 계	2.219	6,767	11,631	31,850		
인천광역시	계양구	95이상	0.081	-	-	-
		90~95	0.097	-	-	-
		85~90	0.333	-	-	-
		80~85	1.299	19	22	63
		75~80	2.008	22	31	88
소 계	3.818	41	53	151		
부천시	오정구	95이상	-	-	-	-
		90~95	-	-	-	-
		85~90	0.006	-	-	-
		80~85	0.495	125	141	393
		75~80	0.862	805	945	2,638
소 계	1.363	930	1,086	3,031		
김포시	95이상	-	-	-	-	
	90~95	-	-	-	-	
	85~90	-	-	-	-	
	80~85	0.130	130	190	526	
	75~80	1.851	30	41	116	
소 계	1.981	160	231	642		
합 계	95이상	0.823	-	-	-	
	90~95	1.082	-	-	-	
	85~90	1.615	-	-	-	
	80~85	3.782	805	1,785	4,665	
	75~80	8.772	7,093	11,216	31,009	
소 계	16.074	7,898	13,001	35,674		

5. 김포공항 이·착륙 항적(Track)분석

5.1 레이더(Radar) 자료의 해석방법

지금까지 비행로와 관련하여 언급한 내용은 항공정보 간행물(AIP)에 규정된 내용이며 다음에 기술하는 내용은 2005년 현재 김포공항에 이·착륙하는 각종 항공기의 이·착륙 레이더 자료를 분석한 것이다.

항적자료의 대표성 확보를 위해 기간은 2005년 8월과 11월에 각각 1회당 평일 및 휴일을 포함한 7일간의 레이더 운항자료를 분석한다.

김포공항의 운항자료에 대한 것은 인천공항의 수신레이더로부터 입수한 것으로 항적자료의 가공은 우선 항

공기 한 대를 총 15개의 Track Data로 나누고 1 Track을 다시 10 ~ 15개의 Target Data로 세분한 후 1 Target 당 거리에 대한 정보와 고도에 대한 정보를 각각 얻어 이를 근거로 이착륙시 항적을 작성하였다.

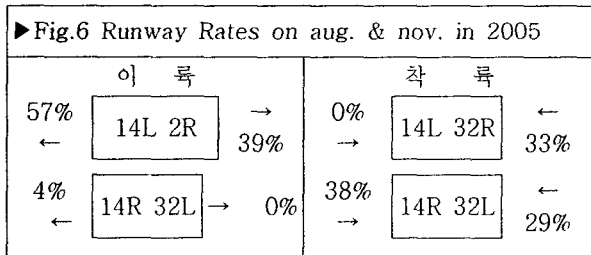
5.2 항공기 이·착륙 현황

활주로 이용회수 및 이용률 분석

- 2005.8. 1~8. 7 & 2005.11. 7 ~11. 14동안 김포 공항에 이·착륙한 자료를 기초로 분석한 활주로 이용률은 우선 2본의 활주로는 약 50% 씩 같으나 이륙 시는 주로 32/R이 57%로 가장 많고 다음이 14L이 39%이다.
- 착륙의 경우 32R과 32L이 각각 33%와 29%로 비슷하고 다음이 14R이 38% 순이다.

Table.5 A Number of Aircraft Operation During 14 Days

구분	방향	이륙	착륙	계
구 활주로	14L	645	0	2,136
	32R	937	554	
신 활주로	14R	6	638	1,189
	32L	67	478	
계		1,655	1,670	3,325



5.3 대표기종의 선정

이들 중 대표기종의 선정기준은 우선 김포공항에 이·착륙하는 횟수가 가장 많은 기종을 우선으로 하고 다음은 소음도의 크기와 항공기의 크기에 따라 적재용량이 각각 대, 중, 소 각각의 1기종씩만을 선정코자 한다

2004년 1년 동안 김포공항의 연간 운항회수는 총 105,923회로 이중 B737이 59.3%로 가장 많고 다음이 A300(19.4%)과 A330(13.5%)로 이들 3개 기종이 전체의 92.2%를 차지하고 대형기종인 B747은 0.6%에 그치고 있다.

따라서 운항회수가 가장 많은 B737 기종과 소음도가 비교적 크고 중형기종 이면서 운항회수가 많은 A330과 A300기종 그리고 대형기종으로 B747기종 등 총 4기종을 대표기종으로 선정하였다.

5.4 항적분석결과

(1) 비행로 분석결과

상기 4기종 각각에 대한 활주로 방향별 이륙 및 착륙시 비행로 분석을 위해 이륙의 경우 고도 약 1,400m (≒ 4,600ft)이하와 착륙의 경우 고도 약 600 ~800m (≒2,000~2,600ft)에 대한 것만을 선택하여 14일간 운항 자료를 근거로 4기종 모두 작성한 비행로는 Fig.7와 같다.

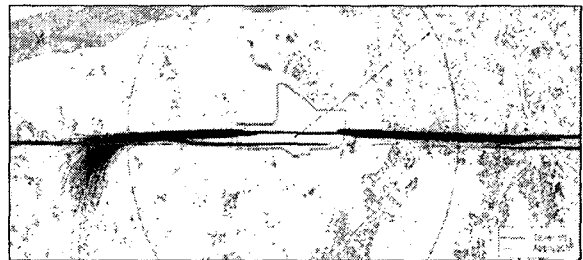


Fig.7. Flight Paths of Inbound and Outbound in Gimpo Airport

(2) 이륙 및 착륙 프로파일(Take-off & Approach Profile)

비행로 분석시와 같이 4기종의 14일간 자료를 근거로 A300기종의 이륙 및 착륙시 활주로 방향별 각각의 프로파일은 Fig.8과 Fig.9와 같고, 나머지 3기종에 대한 것도 작성하였다.

그림에서와 같이 동일기종 임에도 착륙에 비해 이륙시 고도의 차이가 크게 나타나고 있는데, 이것은 항공기의 이륙중량에 따른 것으로 판단되고 이로 인해 지상의 소음도 증감에 대한 원인을 제공한다.

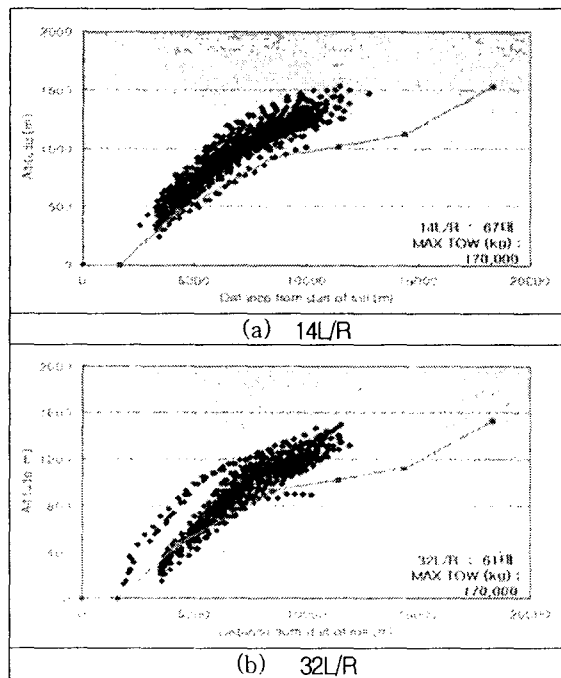


Fig.8 Take -off Profile of A300

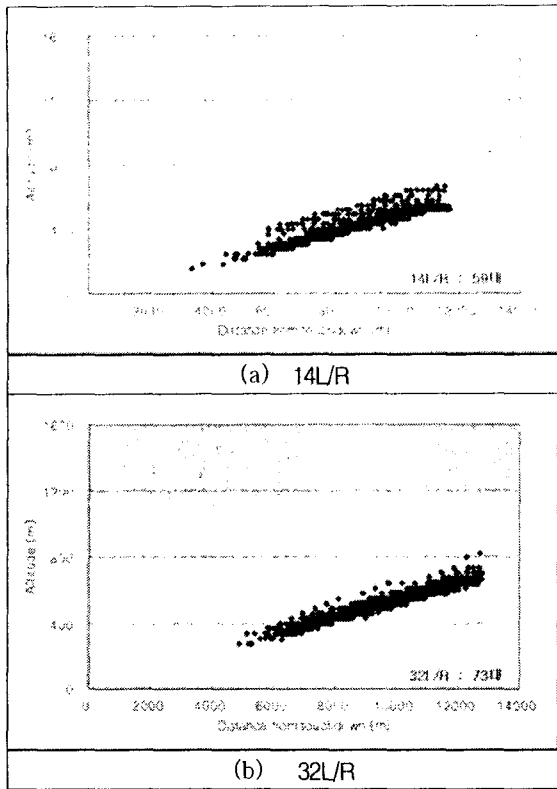


Fig.9 Approach Profile of A300

6. 저소음 운항절차의 개발

6.1 저소음 운항절차 개선 가능성 검토

앞에서 제시한 외국공항의 저소음 운항방식 중에서 김포공항에 적용 가능한 저소음 운용방안은 Table.6과 같고, 적용 가능성을 구체적으로 검토하면 다음과 같다.

Table.6 Available NAP in Gimpo Airport

범례: ● 적용 중, ○ 추가 또는 보완

대 분류	소음저감 방안		적용 구분	비고
	분류 코드	방안 설명		
활주로 운영개선	R1	우선 활주로 운영	○	부분적으로 적용 중
비행로 개선	T1	우선 비행로 운영	○	SID 적용, 보완 필요
접근비행 운항절차 개선	AO1	CDA	○	
	AO2	Delayed/Reduced Flap setting	●	양방향 일치 가능성 검토 적용
출발비행 운항절차 개선	DO1	추력 Cutback -N ADP 1 or 2	○	
	DO2	급상승 출발	○	현 6.5%보다 높은 상승률 적용가능성 검토
운항 제한	L1	Reverse Thrust 제한	○	적용필요성 검토 필요
	L2	Curfew	●	계속 적용

6.2 소음저감 목적의 우선활주로 운영방안(R1)

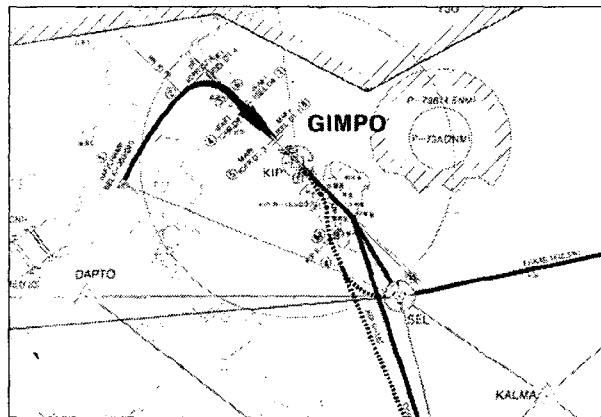
현재의 우선활주로 운영계획;

- 사용 활주로 방향이 14 방향일 경우에는, 이륙 14L(동편 활주로), 착륙 14R(서편 활주로)을 사용하는 것으로 AIP에 고시 중.
- 사용 활주로 방향이 32 방향일 경우에는 AIP에는 고시되어 있지 않음. 그러나 통상적으로 이륙은 32R(동편 활주로), 착륙은 32R과 32L 활주로를 50:50 비율로 사용 중.

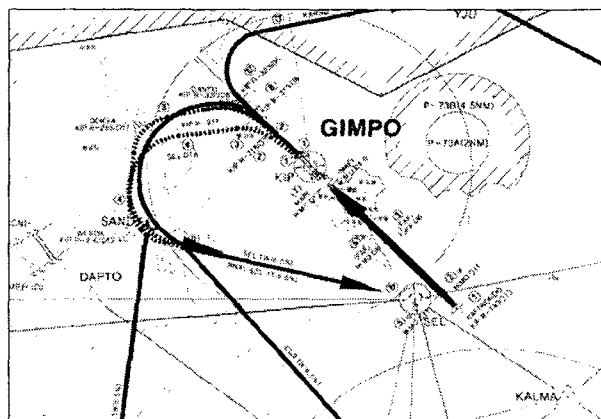
우선활주로 운영계획 개선 가능성 검토 결과;

- 김포공항의 경우에 서편 활주로를 이륙용으로 동편 활주로를 착륙용으로 운용할 경우에는 약간의 소음 저감 효과는 얻게 될 것으로 검토된다.

6.3 소음저감 목적의 계기출발비행로(T1)(Fig.10)



(a)Runway 14



(b) Runway 32

Fig.10 "Trial"(dashed) -Departure Flight Paths



6.4 Continuous Descent Approach 기법(AO1)

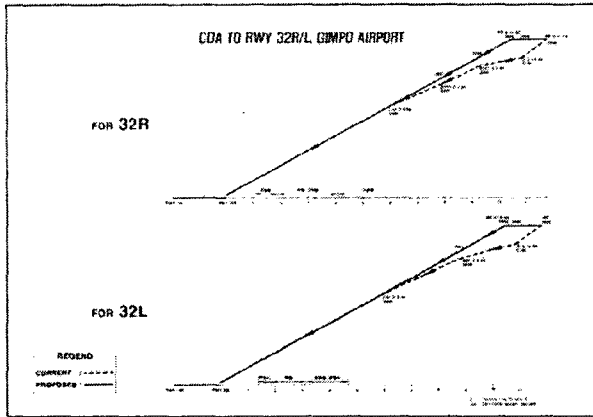


Fig.11 "Trial"(unbroken)- Arrival Flight Paths

6.5 Thrust cutback 절차 개선(DO1)

현재 김포공항에 적용중인 4기종의 추력감소(Thrust Cutback)에 대한 개선방안은 FIG.12와 같고 이 경우 거리별 소음감소정도는 FIG.13과 같이 기종별 차이가 있다.

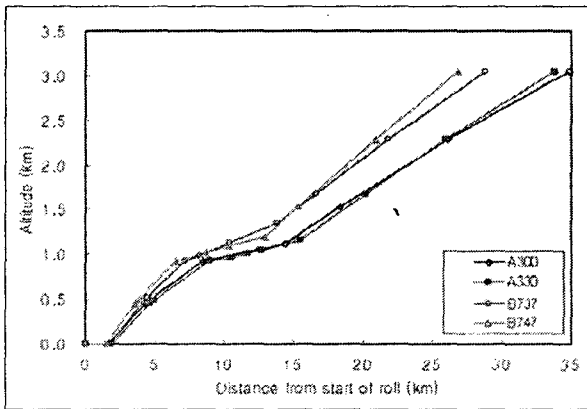


Fig.12 Current Take-off Profiles

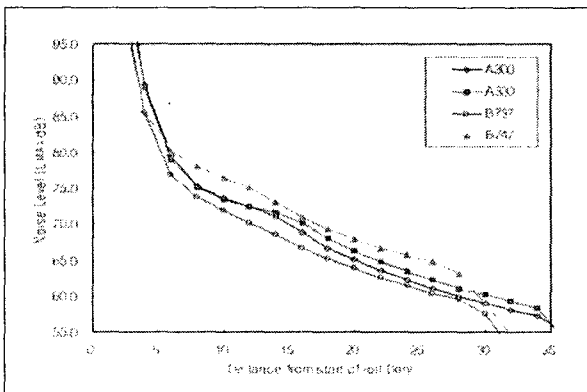


Fig.13 Noise Level due to Current Take-off Profiles

6.6 저소음 운항절차 개선대안의 수립

대안설정의 범위:

- 우선활주로 운영체계의 개선
- 이륙절차의 개선
- 착륙절차의 개선

대안설정의 방법

- 상기 3가지 개선대안에 대해 현행 김포공항에서 실제로 적용하고 있는 기존절차와 현실적으로 적용 가능한 방안을 개선대안으로 설정하고 기존의 방법과 서로 비교하여 개선 여부를 몇 가지 정량적인 지표로 분석할 것이다.

대안설정의 종류

(1) 우선활주로 운영체계의 개선대안

Table.7 Trials of Preferential Runway Operation

구분	현행 (AIP)	대안1 -1	대안1 -2	대안1 -3	비고 (실제운항률)
우선활주로	14L	이륙	착륙	-	이륙:착륙 = 9:0%
	14R	착륙	이륙	-	이륙:착륙 = 0:38%
	32L	없음	-	착륙	이륙:착륙 = 4:29%
	32R	없음	-	이륙	착륙

(2) 이륙(Take-off) 비행로 개선대안

이륙비행로의 개선은 14방향과 32방향 각각에 대해 현행의 이륙행로를 변경하고 그리고 각각의 비행방향에 따라 적절한 소음저감운항방식을 채택할 경우 각각의 대안에 대한 개선여부를 정량적으로 분석하였다.

Table.8 Trials of Departure Flight Paths

구분	현행 (AIP)	대안 2-1	비고 (실제운항시)		
14 방향 비행 절차	최초 비행로	수평 TRACK	직진 우측 12°선회	직진 # 143	
	선회점	-	-	-	
	소음저감 운항 방식	NADP1	NADP1		
구분	현행 (AIP)	대안 2-2	대안 2-3	비고 (실제운항시)	
32 방향 비행 절차	최초 비행로	수평 TRACK	좌측 8°선회	좌측 8°선회	좌측 선회 # 323
	선회점	KIP D5	KIP D5	KIP D3	KIP D5
	소음저감 운항 방식	NADP1	NADP1	NADP1	

(3) 접근(Landing) 절차 개선

Table.9 Trials of Arrival Flight Paths

구 분	현행 (AIP)	대안 3-1	대안 3-2 (B747경우)	비고 (실제운항시)	
32L/R	강하시작 고도	2,000ft	3,500 ft	3,500 ft	
	최종접근 지점	GP D6 /2000	GP D6 /2000	GP D4 /1320	GP D6/2,000 D4/1,350
	Reduced Flap	Intermediate flap until GP D6	Intermediate flap until GP D6	Intermediate flap Until GP D4	
	Delayed Flap	Set Flap at GP D6	Set Flap at GP D6	Set Flap at GP D4	
14L/R	없음	-	-	-	GP D6/1,790 D4/1,170

6.7평가기준 및 방법의 설정

(1) 평가기준

이상 총 8가지의 대안 각각에 대한 평가기준은 다음 2가지로 설정한다..

- 첫째 소음도(Noise Level)와 소음노출면적(Noise exposure area)임. 소음도의 평가척도는 크게 최고 소음도 L<sub>Amax</sub> dB(A)와 현재의 항공법에서 정하고 있는 WECPNL dB 또는 L<sub>Amax</sub> dB등으로 평가하고자 한다.
- 둘째 소음노출면적의 평가척도는 면적(S km<sup>2</sup>) 이다.

(2)평가방법

소음도에 대한 평가방법은 현재 지상에 설치된 총 9개소의 소음자동측정망 측정치를 기본으로 하여 여기서 제시된 각 대안의 결과를 이들 측정치와 상호 비교한 후 그 차이점으로 소음도의 증가 또는 감소 정도로 평가할 것이다.

다음 소음도별 노출면적의 경우 이미 조사한 김포공항 주변의 소음영향지역인 서울특별시의 강서구와 양천구 부천시 오정구 그리고 인천광역시의 계양구 및 김포시 등 총 4개의 행정구역에 대한 소음도 WECPNL75-80와 WECPNL80-85에 대한 각각의 단위면적(km<sup>2</sup>) 당 가옥수와 세대수 및 인구수와 소음노출면적을 구하고 이를 근거로 세대수와 가구수 및 인구수를 산출한 후 마지막으로 소음대책비용의 증감을 평가할 것이다.

7.예측결과

7.1 현행(AIP) 운항시 소음도 예측결과

Fig.14의 소음지도는 대표기종(A330, A330, B737, B747) 등에 대한 최근 실제 비행로와 운항횟수와 이·착륙 프로파일은 자동측정망의 측정치와 가장 근접한 경우의 것들을 선택하여 작성한 소음지도이다.

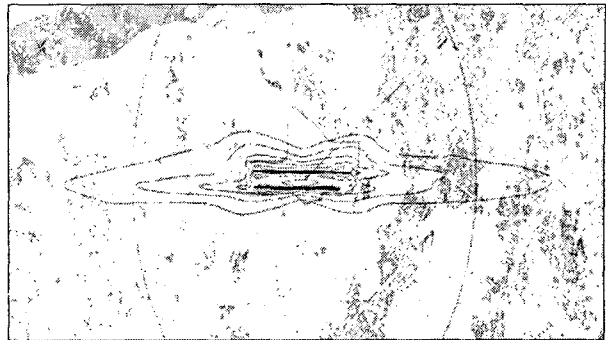


Fig.14 Current Noise Map of Gimpo Airport onaug. to nov. in 2005

또 하나의 평가 기준으로 이미 앞에서 언급한 바와 같이 소음노출면적을 대안 평가에 사용하기 위해 소음도 WECPNL75-80와 WECPNL80-85에 대한 소음노출면적을 산출하면 Table10과 같이 노출면적은 6.708km<sup>2</sup> 이고, 가옥수는 4,357호 세대수는 7,130세대 그리고, 소음노출인구수는 19,578명으로 산출할 수 있다.

따라서 1가옥당 방음대책비를 500만원 에서 1,000만원으로 가정할 경우 현재의 방음대책 소요비용은 약 220억원에서 440억원으로 추정된다.

Table.10 Effect of Noise Exposure Area ,House and Population

소음도 (WECPNL)	노출면적 (km <sup>2</sup> )	가옥수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (인)	비고
80-85	1.796	383	848	2,214	
75-80	4.912	3,974	6,282	17,364	
합 계	6.708	4,357	7,130	19,578	

7.2 우선활주로 운영체계의 개선대안 예측결과

우선활주로 운영체계의 개선개안은 현재의 이·착륙방식은 실제운항시와 같고, 다만 이용활주로의 이·착륙 방향만을 변경시키는 방안이다.

- 그리고 여기서 제시하는 대안 외의 이착륙 방식은 현재의 방식을 적용하였다. 예를 들어 대안1-1의 경우 14L(이륙)과 14R(착륙)을 14L(착륙)과 14R(이륙)으로 바꿀 경우 32L/R방향의 운항조건은 현재와 같이 유지시키는 조검임. 그 반대도 마찬가지다.
- 다음 Table11은 이상의 대안에 대한 예측결과로써 이를 정리한 것이다.

7.3 이륙절차의 개선대안 및 착륙절차의 개선대안 예측결과

이륙절차의 경우 모두 3가지 개선대안(2-1안,2-2안 및 2-3안)을 제시 했으며,착륙절차의 경우 모두 2가지 (3-1안 및 3-2안)을 개선대안으로 제시하여 위의 우선 활주로운영체계와 같은 예측방식을 사용하여 그 개선효과를 산출하였다.

예측결과는 Table12와 같다.

7.4 대안의 평가요소 및 접근방법

(1) 소음도의 경우

i) 소음도가 높은 지역 순으로 즉 WECPNL 80-85 그리고 WECPNL 75-80일 경우 전자의 감소효과가 후자보다 클 것.

ii) 소음도 감소폭이 현재보다 크고 또한 소음도의 증가개소가 최소일 것.

iii) 전체적으로 소음도 감소지역이 증가지역에 비해 많을 것.

(2)소음노출면적의 경우

i) 소음도가 낮은 지역보다 높은 지역의 면적감소가 클 것.

ii) 기존지역의 소음노출면적 감소보다 새로운 지역의 노출면적 증가가 현 재와 같거나 또는 적을 것.

Table.11 Effect of Preferential Runway Operation

개선대안	대안예측시				
	소음도 (WECPNL)	면적 (km <sup>2</sup> )	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)
#1	71				
#2	72				
#3	76				
#4	70				
#5	73				
#6	78				
#7	69				
#8	72				
#9	72				
80-85		1.712	365	808	2,111
75-80		4.647	3,759	5,944	16,427
소 계		6.359	4,124	6,752	18,538

Table.11 continued

개선대안	개선 효과					비교 (면적)
	소음도 (WECPNL)	면적 (km <sup>2</sup> )	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)	
#1	-1					
#2	-1					
#3	0					
#4	-3					
#5	-6					
#6	0					
#7	-1					
#8	+1					
#9	-3					-4.7%
80-85		-0.084	-18	-40	-103	-5.4%
75-80		-0.265	-215	-338	-937	-5.2%
소 계		-0.349	-233	-378	-1040	

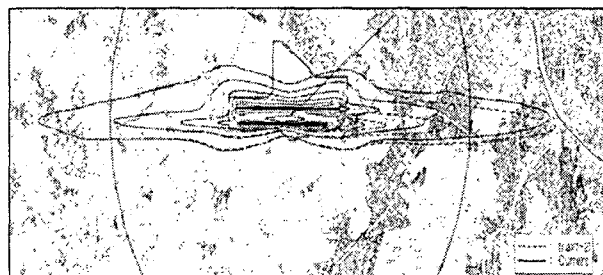


Fig.15 Noise Map of "Trials 1-2"

7.5 최적대안의 선정

첫째, 우선활주로 운영체계의 개선시

개선효과 : Table11의 개선대안 "1-2" 참조

최적대안은 "1-2"안이 적절할 것으로 생각된다. 32R에서 이륙하고 32L로 착륙할 경우 인구밀집 정도가 상대적으로 낮은 지역으로 생각되나 향후 이 지역 등은 현재 양천구 신정동일대의 대단위 신도시 개발과 김포 풍무지구의 공동주택지 개발 등이 진행되는 곳으로 이렇게 될 경우 또 다른 항공기소음 민원이 예상된다.

소음감소효과는 공항과 인접된 인구밀집지역인 신월동 일대의 소음감소효과가 WECPNL로 최대 6dB이며, 그 밖에 소음도 증가지역이 1개소, 현재와 같은 지역이 2개소 그리고 감소된 곳이 6개소로 나타났으며 전체면적이 기존면적 대비 약 4-5% 정도 감소한 것으로 분석된다.

또한 면적감소로 인해 가구수는 233가구감소하고 세대수는 378세대, 그리고 전체감소인구는 1,040명으로 산정되어, 경제적인 효과는 약 12-23억 정도 될 것으로 추정된다.

둘째, 이륙절차의 개선대안으로

개선효과 : Table12 참조

대안은 신월동방향으로 “2-1”안과 김포방향으로 “2-3”안이 적절할 것으로 생각된다.

- 신월동방향은 이륙시 현재의 항로보다 약 우측으로 12° 선회하는 “2-1”안이 적절할 것으로 생각된다.
  - 소음감소효과는 현재의 소음도와 같은 곳이 3개소 그리고 소음감소효과가 있는 곳이 6개소로 그 감소정도는 WECPNL1~3dB이고 전체면적이 기존면적 대비 약 2% 감소한 것으로 나타난다.
  - 또한 면적감소로 인해 가구수는 86가구 감소하고, 세대수는 135세대 그리고, 전체감소인구는 373명으로 산정되어, 이로 인한 경제적인 효과는 약 5-9억 정도 될 것으로 추정된다.
- 김포방향은 이륙시 현재의 항로보다 약 좌측으로 8° 선회하며 이때 선회점이 KIP D3인, “2-3”안이 적절할 것으로 생각된다.
  - 이 역시 김포의 기존 사가지를 회피하여 인구가 덜 밀집된 인천광역시 계양구 지역으로 운항하기 때문에 상대적으로 소음영향 정도가 낮은 지역이다
  - 소음감소효과는 현재의 소음도와 같은 곳이 1개소 그리고 소음감소효과가 있는 곳이 8개소로 그 감소정도는 WECPNL1~3dB이고, 전체면적이 기존면적 대비 약 1% 감소한 것으로 나타난다.
  - 또한 면적감소로 인해 가구수는 61가구 감소하고, 세대수는 108세대 그리고, 전체감소인구는 298명으로 산정되어, 이로 인한 경제적인 효과는 약 3-6억 정도 될 것으로 추정된다.

Table.12 Effect of Take-off Profiles<14L/R and 32L/R>

개선대안	대안예측시				
	소음도 (WECPNL)	면적 (km2)	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)
2-1	#1	71			
	#2	72			
	#3	76			
	#4	70			
	#5	76			
	#6	76			
	#7	70			
	#8	71			
	#9	73			
80-85		1.794	382	847	2,212
75-80		4.807	3,889	6,148	16,993
소 계		6.601	4,271	6,995	19,205

Table.12 continued

개선대안	대안예측시				
	소음도 (WECPNL)	면적 (km2)	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)
2-3	#1	71			
	#2	72			
	#3	76			
	#4	72			
	#5	76			
	#6	76			
	#7	68			
	#8	70			
	#9	73			
80-85		1.796	383	848	2214
75-80		4.848	3,922	6,201	17,138
소 계		6.644	4,205	7,049	19,352

개선대안	대안예측시					비교 면적
	소음도 (WECPNL)	면적 (km2)	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)	
2-1	#1	-1				
	#2	-1				
	#3	0				
	#4	-3				
	#5	-3				
	#6	-2				
	#7	0				
	#8	0				
	#9	-2				
80-85		-0.002	-1	-1	-2	-0.1%
75-80		-0.105	-85	-134	-371	-2.1%
소 계		-0.107	-86	-135	-373	-1.6%

2-3	#1	71				
	#2	72				
	#3	76				
	#4	72				
	#5	76				
	#6	76				
	#7	68				
	#8	70				
	#9	73				
80-85		1.796	383	848	2214	0
75-80		4.848	3,922	6,201	17,138	-1.3%
소 계		6.644	4,205	7,049	19,352	-1.0%

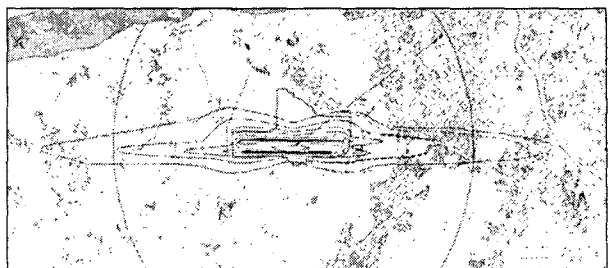


Fig.16 Noise Map of "Trials 2-1"

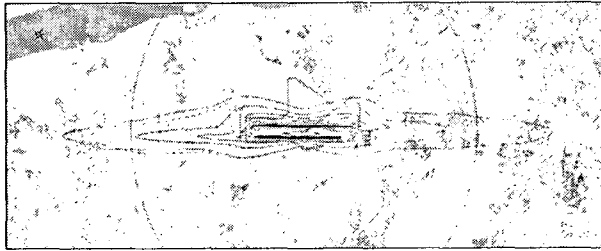


Fig.17 Noise Map of "Trials 2-3"

셋째, 착륙절차의 개선대안으로

개선효과 : Table.13 참조

“3-1”안의 경우 소음감소효과는 현재와 같은 곳이 1개소이고 나머지 8개 소 모두 WECPNL 1~3dB의 효과가 있는 것으로 분석되었으며, 소음감소면적 역시 기존면적 대비 약 1~5% 정도이며 이중, 소음도가 낮은 곳(WECPNL 75-80)의 감소정도가 큰 것으로 나타나 공항 인접지역의 소음저감보다 먼 곳의 소음저감 효과가 큰 것으로 분석된다.

소음노출현황으로 가구수는 현재보다 86가구가 줄어들고, 세대수는 148세대 그리고 인구수는 401명이 WECPNL 75~85 범위로부터 벗어날 것으로 예상된다. 이를 소음대책비로 환산하면 약 5~9억 정도 줄어들 것으로 추정된다.

종합적으로 평가하면 위에서 제시한 4가지 대안을 함께 적용할 경우 예상되는 기대효과는 가구수 466가구, 세대수 769세대 그리고 인구수는 2,112명이 감소할 것이며, 이로 인한 경제적 효과는 25억에서 47억원 정도 될 것으로 추정된다.

Table.13 Effect of Arrival Flight Paths

개선대안	대안예측시				
	소음도 (WECPNL)	면적 (km2)	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)
3-1	#1	71			
	#2	72			
	#3	76			
	#4	72			
	#5	76			
	#6	76			
	#7	68			
	#8	70			
	#9	73			
	80-85	1.700	362	802	2,096
	75-80	4.832	3,909	6,180	17,081
	소 계	6.532	4,271	6,982	19,177

Table.13 continued

개선대안	대안예측시					비고 면적
	소음도 (WECPNL)	면적 (km2)	가구수 (호)	세대수 (세대)	인구수 (명)	
3-1	#1	-1				
	#2	-1				
	#3	0				
	#4	-1				
	#5	-3				
	#6	-2				
	#7	-2				
	#8	-1				
	#9	-2				
	80-85	-0.096	-21	-46	-118	-5.3%
	75-80	-0.080	-65	-102	-283	-1.6%
	소 계	-0.176	-86	-148	-401	-2.6%

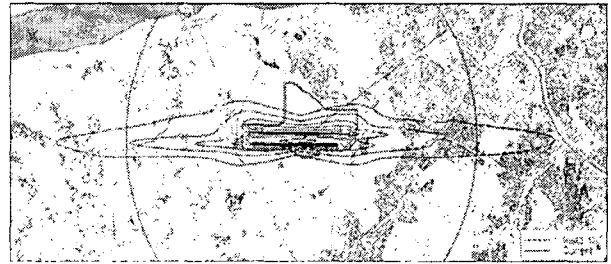


Fig.18 Noise Map of "Trials 3-1"

### 8. 결 론

본 연구의 최종 목표는 항공기 소음의 피해를 최소화 하기 위해 김포국제공항에 적용이 가능한 저소음 운항절차를 개발하며, 적절한 소음기준을 수립하는 것임. 또한, 소음 측정망을 활용하여 소음기준 위반 항공기에 대해 벌과금 및 제재를 취할 수 있는 방안을 제시하는 것이다.

#### 기술적 측면의 기대 효과

- 저소음 운항절차와 공항의 자동소음측정망을 연계하여 활용함으로써 기술의 시너지 효과를 발생시킬 것이다.
- 김포국제공항뿐만 아니라 국내 타 공항에 대해서도 본 연구결과를 활용하여 저소음 운항절차 및 지역적 특성에 적합한 소음기준을 개발하고 이를 적용할 수 있다.

#### 경제산업적 측면의 기대효과

- 국가적으로 발생하는 소음관련 손해배상청구와 민원을 최소화할 것이다.
- 김포국제공항주변에 발생하는 소음피해를 최소화하여 공항주변 지역민들의 생활복리를 증진함.

- 소음피해지역 축소로 인해 소음대책 사업비용을 절감할 것이다.
- 항공선진국 수준의 저소음 운항절차 및 소음원 저감 대책을 수립시행함으로써 국제민간항공기구의 이사국으로서 대외신인도를 향상시킬 것이다.
- 체계적이고 합리적인 소음기준 수립으로 인해 저소음 항공기 개발과 도입과 친환경적인 항공산업 육성을 유도할 것이다.
- 공항주변 환경의 피해를 체계적으로 고려하고 개선함으로써 지속가능한 공항운영을 추구할 것으로 기대한다.

### 후 기

본보고서는 2005년도 건설기술평가원의 연구과제로 본 연구에 도움을 주신 서울지방항공청 및 한국공항공사 관계자 여러분에게 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- (1)건설교통부.1988,“김포공항 항공기 소음 종합 대책”
- (2)건설교통부/한국건설교통기술평가원,2005,“저소음 항공기 운항절차 수립을 위한 연구보고서”소음분야 해외사례조사.
- (3)국립환경연구원,2002,“교통소음 노출인구 산정에 관한 연구(Ⅱ)”.
- (4)항공안전본부/교통개발연구원,2002,“항공기소음”,부속서1 6. 환경보호 Vol.1
- (5)환경부,1999,“항공기소음자동측정망운영지침”.
- (7)한국공항공사,2005,“항공기소음자동측정망”,월간리포트(1월호~12월호)
- (8)한국공항공사,2005,“제주공항 항공기 소음 평가용역 보고서”.
- (9)한국공항공사,2005,“김포공항 항공기소음 평가용역보고서”
- (10)Aeroports de Paris,2006,“Monitoring du bruit des avions et suivi de leurs trajectoires”
- (11)Australia Air services,2003,“Noise and Flight Path Monitoring System Canberra Quarterly Report”,No. 1354
- (12)Australia Transport and Regional Services,2001,“Monitoring and Reporting Aircraft Noise”
- (13)BAA Gatwick,1977-1988,“Aircraft operations review of Performance”
- (14)BAA Heathrow,2004,“Protecting against airport noise”
- (15)CAA,1995,“Review of the Departure Noise Limits at Heathrow, Gatwick and Stansted Airports”,CS Report 9539.