

김포공항 활주로 운영에 따른 항공기 소음개선 방향

Aircraft Noise Improvement Direction According to the Runway Operation of Gimpo Airport

이 명 식* · 이 준 호†
Myeongsik Lee* and Jun Ho Lee†

(Received October 25, 2022 ; Revised January 7, 2023 ; Accepted January 9, 2023)

Key Words : Gimpo Airport(김포공항), Aircraft Noise(항공기 소음), Runway Operation(활주로 이용)

ABSTRACT

There are two runways at Gimpo airport; one runway is used exclusively for takeoff and the other is used exclusively for landing. Further, 32 direction runways are divided according to time and the take-off and landing runways are changed. As a result of the study, the number of uses of each runway was different, and aircraft noise also significantly differ. This is because runways change depending on the wind direction, and many flights take-off and land at certain times. Runway operation is directly related to aircraft noise levels, and current operational methods do not cause equal aircraft noise damage to the surrounding residents. The government should introduce runway operations that consider the equal generation of aircraft noise.

1. 서 론

김포공항에는 김포방향(32방향, 320°)과 서울방향(14방향, 140°)으로 2개의 평행활주로는 있으며 맞바람을 이용하기 위하여 활주로 이용 방향은 주 풍향에 따라 김포나 서울방향으로 정한다. 2개의 평행활주로는 있는 국내공항중 유일하게 활주로 2개를 모두 민간항공기 운항을 목적으로 사용하는 김포공항은 저소음절차(Noise abatement Procedures)를 시행하기 위하여 활주로 운영(runway operation)⁽¹⁾을 다른 공항과는 다르게 운영하고 있다. 한반도 기후 특성상 주풍향이 북서풍일 때 사용하는 김포방향 활주로는 좌측과 우측 활주로를 3시간 간격으로 이륙활주로는 좌측

활주로를 바꿔서 사용하고 있으며 바람방향이 서울방향일 경우 우측활주로는 착륙 전용, 좌측 활주로는 이륙 전용으로 사용하고 있다.

김포공항을 출발하는 항공기는 공항운영 시간(06시 ~ 23시 한국시간)이 시작하는 06시에는 이륙을 시작하고 김포공항으로 도착하는 항공기는 07시가 넘어야 착륙을 시작한다. 공항운영 종료시간이 가까워지면 항공기는 21시 30분경에 이륙이 끝나고 그 이후 23시까지의 주로 착륙만 한다. 이와 같이 단순하게 3시간 간격으로 관제를 하므로 활주로 좌측과 우측방향의 소음도가 균등할 것으로 보일 수 있으나 상대 공항에서의 출발과 도착 시간에 따라 활주로 좌측과 우측을 통과하는 대수와 시간대별 소음도의 가중치가 다르게 나타날 수 있다.

† Corresponding Author ; Member, Korea Airports Corporation, Researcher
E-mail : 00ping1004@gmail.com
* Korea Airports Corporation, Researcher

‡ Recommended by Editor Deuk Sung Kim
© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

이번 연구에서는 항공기 운항 실적을 분석하여 활주로 좌측과 우측 지점에서 항공기 통과회수와 항공기 소음도의 차이가 발생하는지를 조사하였다.

2. 김포공항 항공기 운영 조건 검토

김포공항의 관제방식에 의하여 좌측활주로와 우측 활주로를 이용해서 통과하는 지점에서 항공기 소음도의 차이가 발생하는지를 조사하기 위하여 다음과 같이 검토조건을 가정하였다.

32방향 좌우 활주로 시단 거리(400 m)와 기종별 소음의 차이가 있으나, 각 활주로에서 발생하는 운항에 따른 발생소음은 동일하다.

좌우측 활주로를 사용하는 항공기 대수는 운항정보 시스템(FOIS : flight operation information system) 자료를 사용하였으며, 활주로 좌우측 지점을 통과하는 시간대별 항공기 통과한 등가횟수 N값을 계산하여 활주로 좌우측 지점의 소음도 차이를 비교하였다.

2.1 활주로 시설

김포공항의 활주로는 모두 계기진입활주로이며, 활주로 정보는 Table 1⁽²⁾과 같고 착륙등급은 RWY 32L, RWY 32R, RWY 14L는 CAT(catagory) I이고, RWY 14R은 CAT III이다.

CAT I에서는 활주로 시정(RVR : runway visibility range)이 550 m 이상인 상태에서 활주로 상공 200 ft까지 접근 후 착륙을 시도할 수 있다. CAT III에서는 활주로 시정을 75 m 이상으로 적용받아 CAT I 보다 더 낮은 시정과 구름 높이의 기상조건에서도 접근 및 착륙을 할 수 있다.

이러한 차이는 공항에 설치된 계기착륙시설과 항공등화에 따라서 결정이 된다. 항공등화 기준은 공항 시설법 시행규칙 별표 14를 적용받는다. RWY 32를 착륙에 사용하는 경우 L, R 활주로의 계기착륙등급은 CAT I으로 동일하고, 이륙에 사용하는 경우, RWY 32R은 400 m의 시정 제한치를 적용하고 RWY 32L은 75 m의 시정 제한치를 적용한다. 14방향의 RWY 14L을 착륙에 사용하는 경우 CAT I, 이륙의 시정 제한치는 400 m을 적용받고, RWY 14R를 착륙에 사용하는 경우 75 m, 이륙의 75 m를 시정 제한치를 적용받는다. 14방향의 경우 착륙시 운영등급의 차이로 인해 RWY 14R은 착륙에 사용하며, RWY

Table 1 Gimpo airport runway information

Division	14R	32L	14L	32R
True bearing	135.00°	315.02°	135.01°	315.03°
Magnetic bearing	144.00°	324.02°	144.01°	324.03°
Runway length	3200 m	3200 m	3600 m	3600 m
Runway width	60 m	60 m	45 m	45 m
Displaced threshold	None	None	None	None
Maximum gradient (length)	0.47 %	0.47 %	0.61 %	0.61 %
Maximum gradient (width)	1.5 %	1.5 %	1.5 %	1.5 %
Pavement type	Asphalt	Asphalt	Asphalt Concrete	Asphalt Concrete
ILS category	CAT III	CAT I	CAT I	CAT I

Note. Runway names are used by rounding off the manetic bearing and L, R stands for Left, Right.

14L은 이륙에 사용한다. 32방향은 착륙등급이 동일하기 때문에 3시간마다 이륙활주로와 착륙활주로를 바꿔가면서 사용한다.

2.2 구역

일반적으로 활주로가 평행일 때 항공기의 이착륙 운영은 Fig. 1⁽⁴⁾과 같은 일반적인 장주패턴으로 비행한다. 김포공항은 공항의 동쪽인 서울 강북지역이 비행 금지구역(P-73B)⁽³⁾으로 지정되어있기 때문에 Fig. 2⁽⁵⁾와 같이 14L-32R의 장주패턴이 Fig. 1과 다른 형태로 운영된다. 이 경우 활주로 방향이 14일 경우에는 14R을 착륙활주로, 14L을 이륙활주로로 사용하는 것이 비행안전과 효율성에서 유리하다.

2.3 활주로 운영

김포공항에서는 저소음운항절차(noise abatement procedures)중 한가지로 활주로를 Table 2⁽¹⁾와 같이 운영(runway operation)을 하고 있다. 시간대별 활주로 분리관제는 부득이한 경우를 제외하고는 기준을 준수하고 있다.

남쪽의 주 풍향조건에서는 140° 방향의 활주로(RWY 14)로 이륙(D)과 착륙(A)을 한다. 320° 방향 활주로(RWY 32)를 사용해야하는 기상조건에서는 06시부터 08시 59분까지(UTC 2100~2359)는 항상 320° 방향의

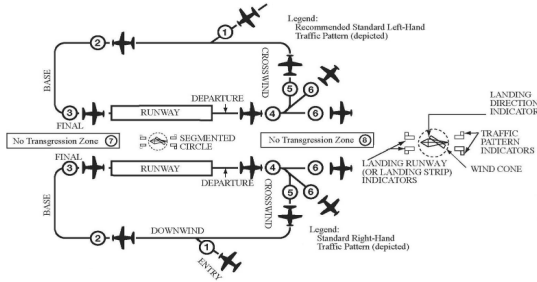


Fig. 1 Traffic pattern operations parallel runways

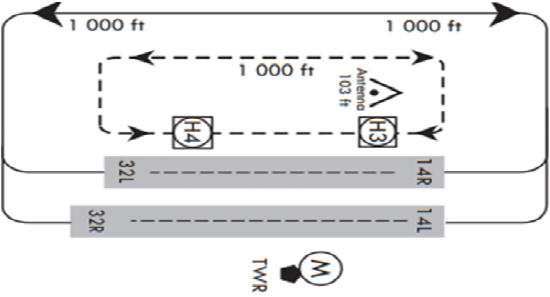


Fig. 2 Traffic pattern operations parallel runways at Gimpo airport

오른쪽 활주로(32R)를 사용하여 이륙(D)하고 320° 방향의 왼쪽 활주로(32L)는 착륙으로 사용한다. 3시간 경과 후 이륙과 착륙 활주로를 교차하는 패턴으로 관제하여 이륙과 착륙소음이 3시간 간격으로 옮겨지고 있다.

2.4. 활주로 이용률

김포공항의 기상은 서북풍이 우세한 특성이 있다. 풍향에 의하여 활주로 방향이 결정되고 Fig. 3⁽⁶⁾과 같이 이륙과 착륙에 따라서 활주로 통과지점이 달라진다.

2016년 이전의 활주로 이용률의 자료를 검토하기 위하여 한국공항공사가 시행한 김포공항 항공기 소음 평가 용역 보고서와 서울시에서 시행한 서울시 서남권 항공기 소음지도 제작 및 정책과제 개발 용역 보고서를 참조하였다.

한국공항공사에서 항공기 소음을 측정된 2015년 8월과 9월 사이의 활주로 이용 비율은 Table 3⁽⁷⁾과 같다. 김포공항 항공기 소음평가 용역 보고서에서는 2015년 활주로 방향별 이용률의 년 평균 자료가 서로 다르게 표기(Table 4⁽⁸⁾의 주 1)과 주 2)의 차이)되어 있지만 별다른 언급이 없고 김포방향으로의 이륙(32

Table 2 Runway operation at Gimpo airport

1. When RWY14 in use
 - a. Take-off : RWY 14L
 - b. Landing : RWY 14R
2. RWY 32 Operation Hours

Operation hours (UTC)	For departure	For landing
2100-2359	32R	32L
0000-0259	32L	32R
0300-0559	32R	32L
0600-0859	32L	32R
0900-1159	32R	32L
1200-1459	32L	32R

• These operation hours can be changed depending on weather condition and traffic situation.

3. Intersection take-off is not available on all runways except in an unavoidable case for traffic flow or other reasons. Run up checks and idle power check are not allowed from 1400 UTC to 2100 UTC. Aircraft flying along the VFR route for P73 shall maintain at or above 1500 ft while in GIMPO control zone for noise abatement, and use caution for traffic approaching runway 32 at Gimpo airport.

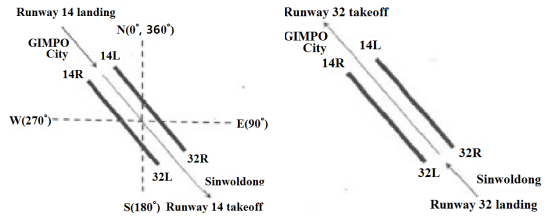


Fig. 3 Runway takeoff and landing

방향)과 서울방향으로의 착륙(14방향)의 운항비율을 2010년보다 5 % 증가한 2015년 활주로 이용비율을 2020년 및 2025년 장래 예측에 적용(Table 4)하였다.

동시기와 유사한 시기에 시행한 서울시 서남권 항공기 소음지도 제작 및 정책과제 개발용역에서는 년 평균 활주로 이용비율을 사용하지 않고 소음측정 기간 동안 기록된 활주로 이용 비율을 적용하였다.

서울시에서 시행한 서남권 항공기 소음지도 용역에서는 부천시 방향으로 이륙(RWY 14R-D)하는 실적이 없고 양천구로 이륙(RWY 14L-D)한 비율이 높은 기간을 적용하여 2015년 활주로 이용비율 보다 5 % ~ 10 % 높게 적용(Table 5, 서울시)하여 한국공항공사에서 시행한 것보다 서울시의 항공기 소음피해지역이

Table 3 Aircraft noise measurement data at Gimpo airport

Period	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D	Total [%]
2014 (first)	20.3 + 58.0 = 78.3 (39.15 %)	16.0 + 0.2 = 16.2 (8.1 %)	0.0 + 22.3 = 22.3 (11.15 %)	63.7 + 19.5 = 83.2 (41.6 %)	100
2014 (second)	54.4 + 23.8 = 78.2 (39.1 %)	23.5 + 0.1 = 23.6 (11.8 %)	0.0 + 36.3 = 36.3 (18.15 %)	22.1 + 39.8 = 61.9 (30.95 %)	100
2014 (third)	58.2 + 31.4 = 89.6 (44.8 %)	13.5 + 0.0 = 13.5 (6.75 %)	0.0 + 23.5 = 23.5 (11.75 %)	28.3 + 45.1 = 73.4 (36.7 %)	100
2014 (fourth)	48.6 + 52.3 = 100.9 (50.45 %)	3.9 + 1.2 = 5.1 (2.55 %)	1.4 + 8.2 = 9.6 (4.8 %)	46.1 + 38.3 = 84.4 (42.2 %)	100
Average in 2015	39.1 + 24.4 = 63.5 (31.75 %)	35.3 + 1.5 = 36.8 (18.4 %)	1.6 + 47.5 = 49.1 (24.55 %)	24.0 + 26.6 = 50.6 (25.3 %)	100

Note 1) First period 2014.8.8~8.14

Note 2) Second Period 2014.8.16~8.22

Note 3) Third Period 2014.9.17~9.23

Note 4) Fourth Period 2014.9.25~10.1

Note 5) Based on average data in 2015, it is used for 2020 and 2025 predictions

Table 4 Runway usage proportion of Gimpo airport

Division	Flight phase	Runway usage [%]				Remarks
		14L	14R	32R	32L	
Runway usage proportion in 2015	Takeoff	47.5	26.6	24.4	1.5	Note 1)
	Landing	1.6	24	39.1	35.3	
	Takeoff	24.4	1.5	26.6	47.5	Note 2)
	Landing	1.6	24	35.3	39.1	

Note 1) pp. 82. Figure 5.3-7

Note 2) pp. 82. Table 5.3-9, pp. 84. Runway usage expectation for 2020 and 2025 predictions

Table 5 Percentage of use by runway directions in Gimpo airport

Publish	Proportion of takeoff directions [%]		Proportion of landing directions [%]		Remarks
	Sinwoldong, Gogangdong (14L + 14R)	Gimposi (32L + 32R)	Sinwoldong, Gogangdong (32L + 32R)	Gimposi (14L + 14R)	
Seoul city	35.1 + 0 = 35.1	25.3 + 39.6 = 64.9	29.6 + 36.8 = 66.4	0 + 33.6 = 33.6	Note 1)
KAC	30.6	69.4	70.2	29.8	Note 2)
	24.4 + 1.5 = 25.9	26.6 + 47.5 = 74.1	35.3 + 39.1 = 74.4	1.6 + 24.0 = 25.6	Note 3)

Note 1) 2015 Development of Noisemap and Policy Tasks in Southwest Region⁽⁹⁾

Note 2) Percentage of aircraft operations as of 2010⁽¹¹⁾

Note 3) Percentage of aircraft operations as of 2015⁽¹²⁾

넓게 나올수 밖에 없었다⁽⁹⁾.

따라서 항공기 소음을 예측하기 위한 활주로 방향별 이용률은 특정기간 동안만 측정한 자료는 년 평균 자료를 대표할 수 없고⁽¹³⁾ 년간 평균을 대표할 수 있는 기간을 적용하여 사용하여야 한다.

2.5 운항실적

활주로의 이용률을 검토하기 위하여 2016년부터 2022년 8월 19일까지의 국토교통부의 FOIS(운항정

보시스템, Flight Operation Information System) 자료를 분석하였다.

김포공항의 2015년 활주로 방향별 이용률(Table 4, Table 5)은 2020년과 2025년의 활주로 비율로 적용⁽¹²⁾ 하였는데 2016년부터 22년까지의 실제 실적(Table 6)은 32R-A, 14L-D지역인 서울시 신월동 지역의 운항 실적이 2.45 % 증가하였고 14R-A, 32L-D 지역인 김포시 서쪽 지역도 4 %가 증가하여 예측된 항공기 소음도의 변화가 예상된다.

Table 6 Proportion of flight operation directions by year [%]

Year	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D	Ratio [%]
2016	19.9	31.1	31.6	17.4	100
2017	31.9	19.3	19.3	29.5	100
2018	36.4	14.4	17.9	31.3	100
2019	33.3	17.6	22.1	27.0	100
2020	32.6	18.3	21.5	27.7	100
2021	35.5	16.2	17.6	30.6	100
2022 (Note 1)	35.8	16.6	18.5	29.1	100
Average (Note 2)	34.2	17.1	19.5	29.3	100

Note 1) The data for 2022 is until August 19th
 Note 2) The average is from 2017 to August 19, 2022

Table 7 Average number of aircraft operations per day

Year	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D	Total
2016	81.4	127.2	129.5	71.2	409.3
2017	129.8	78.7	78.7	119.9	407.1
2018	146.4	57.9	72.2	125.9	402.3
2019	131.9	69.6	87.4	106.9	395.8
2020	105.2	59.0	69.3	89.4	322.8
2021	140.5	64.1	69.8	121.1	395.5
2022 (Note 1)	151.1	70.1	78.1	122.8	422.1
Average (Note 2)	133	66	76	114	389

Note 1) The data for 2022 is until August 19th
 Note 2) The average is from 2017 to August 19, 2022

Table 6⁽¹⁶⁾에서 16년도의 활주로 이용률이 다른 이유는 김포공항은 활주로의 유지보수를 위한 포장공사(1차⁽¹⁴⁾ 4월~7월 및 2차⁽¹⁵⁾ 8월부터 12월)를 시행하여 평균 자료에서 제외하였다.

2017년부터 2022년까지 평균 운항실적(Table 7⁽¹⁶⁾) 중 김포공항 남쪽의 서울시 양천구 신월동지역(32R-A, 14L-D)을 통과한 평균 운항실적은 133회로

서쪽지역인 부천시 고강동 지역(32L-A, 14R-D) 통과대수 66대보다 101%가 많았고 김포 방향 지역은 김포시 서쪽 지역(14R-A, 32L-D)이 114대로 김포시의 동쪽 지역(14L-A, 32R-D) 통과대수 76대에 비하여 50%가 많았다.

3. 항공기 소음분석

항공기 소음도는 2023년부터 Lden으로 변경⁽¹⁷⁾되지 만 과거 자료를 검토하기 때문에 WECPNL(weighted equivalent continuous perceive noise level)⁽¹⁸⁾ 단위를 사용하여 검토하였다.

$$WECPNL = \bar{L}_{\max} \text{dB}(A) + 10 \log N - 27 \quad (1)$$

$$N = \text{The number of flights between specific hours} \\ = N_1 + 3N_2 + 10(N_3 + N_4) \quad (2)$$

N_1 = The number of flights between 07:00 and 19:00

N_2 = The number of flights between 19:00 and 22:00

N_3 = The number of flights between 22:00 and 24:00

N_4 = The number of flights between 24:00 and 07:00

이번 연구에서는 활주로(좌측과 우측)별 통과하는 항공기에서 발생하는 소음이 지상에서 동일하다고 가정하였고 운항회수에 의하여 WECPNL 값을 계산하였고 항공기 통과대수로 항공기 소음의 운항회수(N) 값을 계산(Table 8)하였다.

WECPNL은 $\bar{L}_{\max} \text{dB}(A)$ 이 일정하다면 시간대별 항공기 통과대수 N값과 27의 차이에 의하여 결정된다. 즉 $\bar{L}_{\max} \text{dB}(A)$ 의 값이 일정한 장소에 항공기 운항회수(N)가 증가한다면 WECPNL 값이 증가하고 07시부터 19시까지 항공기 통과대수 시간대별 운항회수(N_1)보다 N_2 시간대부터 N_2 시간대의 운항회수가 많아지면 가중값(식 (2), 3배 또는 10배)에 의하여 WECPNL 값이 증가한다.

항공기 소음도는 소음지역에서 항공기 운항회수(N)값에 의하여 WECPNL값이 계산되므로 활주로

Table 8 Average number of aircraft operations per day

Year	Average number of aircraft operations			
	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D
2016	22.2	24.8	23.8	20.7
2017	24.6	22.4	22.0	23.7
2018	25.5	19.7	22.8	23.2
2019	25.1	20.6	23.0	22.0
2020	23.7	20.0	22.4	21.0
2021	25.1	20.6	22.4	22.5
2022 (Note 1)	25.2	20.8	22.2	22.6
Average (Note 2)	24.9	20.8	22.5	22.6

Note 1) The data for 2022 is until August 19th
 Note 2) The average is from 2017 to August 19, 2022

Table 9 Average number of aircraft operations in specific times per day

Time	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D	Total (N)
07:00~19:00	98	45	53	96	293
19:00~22:00	20	19	15	13	67
22:00~24:00	10	1	0	3	14
00:00~07:00	5	0	8	2	15
Total	133	66	76	114	389

Note. The data is from 2017 to August 19, 2022

Table 10 Weighted average of Table 9

Time	32R-A + 14L-D	32L-A + 14R-D	14L-A + 32R-D	14R-A + 32L-D	Total (N)
07:00~19:00	98	45	53	96	293
19:00~22:00	59	58	45	39	201
22:00~24:00	103	13	1	25	142
00:00~07:00	47	3	79	21	150
Total	307	119	178	181	785

운영에 의하여 통과되는 숫자가 중요하다.

항공기 횡수를 시간대별 운항비율을 반영한 결과 김포공항의 서쪽쪽 방향의 동쪽 지점(32R-A, 14L-D, 서울시 양천구 신월동)은 항공기 소음의 운항회수(N)가 16년도를 제외하고 17년부터 서쪽지점(32L-A, 14R-D, 부천시 고강동)보다 4.1 WECPNL(Table 8의 17~22년 평균)이 높았다. Table 9의 시간대별 소음도 가중치가 높은 N₃부터 N₄까지(22시부터 익일 07시)까지의 운항비율은 15:1(N₃ 시간대 10:1, N₄ 시간대 5:0)로 높고 운항회수도 두 배(133:66)나 높은 것이 원인이며, 가중치를 반영(Table 10)하면 두 지점의 값 차이는 307:114로 더 커진다.

김포공항의 김포쪽 방향의 동쪽 지점(14L-A 32R-D)은 서쪽 지점(14R-A 32L-D)보다 50% 항공기 통과대수가 적었지만 항공기 소음의 운항회수(N)가 서로 유사(Table 8의 17~22년 평균 22.5:22.6)한 것은 시간대별 소음도 가중치가 높은 N₂부터 N₄까지의 운항비율이 높은 것이 원인이다.

항공기가 통과하는 숫자가 많아도 소음도가 커지고 동일한 숫자의 항공기가 통과하더라도 소음도의 가중치가 높은 시간대를 통과하므로 김포공항 주변의 주민들은 동일한 항공기 소음 피해를 받고 있다고 보기 어렵고 특정 지역 주민들의 항공기 소음 피해가 더 크다.

저소음운항절차로 사용하고 있는 좌우 활주로 지역의 항공기 소음의 균등화(runway operation)는 시간대별 항공기 운항통제 없이 효과가 있다고 볼 수 없다.

이 연구에서는 항공기의 이륙과 착륙 및 좌우 활주로를 통과하는 소음이 동일하다고 가정하였으나 실제 소음도를 고려하면 더 큰 차이가 발생할 수도 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

김포공항 주변 RWY 32-D 방향의 동쪽과 서쪽은 아파트가 밀집되어 있고 RWY 32R-A 방향은 서울시 양천구 신월동 지역, RWY 32L-A 방향은 부천시 고강동 지역으로 주거지역이 밀집되어 있어 어느 방향이라도 쉽게 주민 주거지역을 회피할 수 없다.

김포공항의 활주로는 이착륙 등급의 차이로 인하여 RWY 14방향의 RWY 14R 활주로는 착륙에 사용하고 RWY 14L 활주로는 이륙에 사용한다. RWY

32방향은 RWY 32L과 RWY 32R은 착륙 등급이 동일하기 때문에 3시간마다 이륙과 착륙 활주로를 바꿔서 관제하고 있다.

이번 연구에서 검토한 바와 같이 활주로 좌 우측 활주로를 통과하는 항공기 대수와 이로 인해 발생하는 항공기 소음도의 차이가 발생하고 있었다.

또한, 항공기 소음대책지역을 지정고시하기 위한 항공기 소음영향도 조사에서는 활주로 이용비율을 특정기간을 사용하게 되면 매년 활주로 이용율이 달라져 항공기 소음도는 변하게 될 것이다.

다만 항공기 소음영향도 조사시 설계 인자를 여유 있게 설정한다면 해당지역의 항공기 소음도가 예상 값을 초과하지 않겠지만 실제보다 높은 항공기 소음 지역으로 예측하여 정부 예산이 과다하게 집행되는 문제가 발생된다.

김포공항에서 저소음운항절차의 한 가지 방법으로 RWY 32방향은 3시간 간격으로 이륙과 착륙 활주로를 교대로 사용하고 있으나 이러한 활주로 이용방식은 항공기 통과지역의 소음도를 균등하게 유지하기에는 적합하지 않은 방식으로 보인다.

따라서 3시간 간격으로 활주로 이용시간대를 변경하는 방식을 도입할 때 어떠한 논의가 있었는지 추가적인 검토가 필요하고 적합한 활주로 이용방식을 새롭게 지정해야 할 것이다.

항공기 소음피해지역 주민들을 위하여 저소음운항절차에 맞춰서 좌우 활주로 직하지역의 항공기소음을 균등하게 관리하기 위해서는 항공기 통과고도를 정하여 소음도를 관리⁽¹⁹⁻²³⁾하는 활주로 운영 및 항공기 관제를 시행하여야 하며 다음과 같은 기준의 적용이 필요하다.

- 운항회수를 결정하는 활주로 비율(runway operation)은 항공기 소음도를 고려하여 적합하게 배분하여야 한다.
- 14방향 활주로의 착륙등급의 차이는 공항시설법 시행규칙 별표 14에 따라 활주로 14L-32R에 활주로 중심선등을 추가적으로 설치해야 착륙등급을 올릴 수 있으므로 시설개선이 필요하다.
- 두 개의 활주로를 이착륙에 제약없이 사용하기 위해서는 비행금지구역(P-73B)의 축소를 검토하여야 한다.

References

- (1) Lee, J. K., Chai, J. B. and Jang, H. K., 2005, Study on the Evaluation of Sound Quality of a Vehicle Interior Noise, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15, No. 8, pp. 945~953.
- (2) Kang, S.-W., 2016, Sound Quality Evaluation of Vehicle Interior Noise using Virtual Sound Quality Analysis, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 27, No. 1, pp. 100~106.
- (3) Shin, S.-H., Ih, J.-G., Hashimoto, T. and Hatano, S., 2009, Sound Quality Evaluation of the Booming Sensation for Passenger Cars, Applied Acoustics, Vol. 70, No. 2, pp. 309~320.
- (4) Takada, M., Mori, H., Sakamoto, S. and Iwamiya, S., 2019, Structural Analysis of the Value Evaluation of Vehicle Door-closing Sounds, Applied Acoustics, Vol. 156, pp. 306~318.
- (5) Liu, Z., Li, X., Du, S., Chen, W., Shao, J. and Zheng, Q., 2021, Strategy and Implementing Techniques for the Sound Quality Target of Car Interior Noise during Acceleration, Applied Acoustics, Vol. 182, p. 108171.
- (6) Park, S.-G., Lee, H.-J., Bae, C.-Y., Lee, B.-H. and Oh, J.-E., 2007, Sound Quality Evaluation of Interior Noise of Driving Vehicle using Mahalanobis Distance, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 18, No. 1, pp. 57~60.
- (7) Shin, T.-J., Lee, Y.-J. and Lee, S.-K., 2012, Sound Quality Evaluation of Turn-signal of a Passenger Vehicle based on Brain Signal, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 22, No. 11, pp. 1137~1143.
- (8) Jung, I. S., Kim, H. K., Shin, D. H., Lim, H. G. and Kim, S. H., 2015, A Study on Sound Quality of Exhaust Tail-pipe Noise of Vehicle, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 25, No. 2, pp. 90~100.
- (9) Wang, Y. S., Shen, G. Q., Guo, H., Tang, X. L. and Hamade, T., 2013, Roughness Modeling based on Human Auditory Perception for Sound Quality Evaluation of Vehicle Interior Noise, Journal of Sound and Vibration, Vol. 332, No. 16, pp. 3893~3904.

(10) Wang, Z., Li, P., Liu, H., Yang, J., Liu, S. and Xue, L., 2021, Objective Sound Quality Evaluation for the Vehicle Interior Noise based on Responses of the Basilar Membrane in the Human Ear, *Applied Acoustics*, Vol. 172, p. 107619.

(11) Wang, Y. S., 2009, Sound Quality Estimation for Nonstationary Vehicle Noises based on Discrete Wavelet Transform, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 324, No. 3-5, pp. 1124~1140.

(12) Lee, S.-K., 2007, Objective Evaluation of Interior Sound Quality in Passenger Cars during Acceleration, *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 310, No. 1-2, pp. 149~168.

(13) Yıldırım, S. and Eski, I., 2008, Sound Quality Analysis of Cars using Hybrid Neural Networks, *Simulation Modeling Practice and Theory*, Vol. 16, No. 4, pp. 410~418.

(14) Tan, G.-P., Wang, D.-F. and Li, Q., 2011, Vehicle Interior Sound Quality Prediction Based on Back Propagation Neural Network, *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 11, pp. 471~477.

(15) Huang, H. B., Huang, X. R., Li, R. X., Lim, T. C. and Ding, W. P., 2016, Sound Quality Prediction of Vehicle Interior Noise using Deep Belief Networks, *Applied Acoustics*, Vol. 113, pp. 149~161.

(16) Huang, H. B., Li, R. X., Yang, M. L., Lim, T. C. and Ding, W. P., 2017, Evaluation of Vehicle Interior Sound Quality using a Continuous Restricted Boltzmann Machine-based DBN, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 84, pp. 245~267.

(17) Yamashita, R., Nishio, M., Kinh Gian Do, R. and Togashi, K., 2018, Convolutional Neural Networks: An Overview and Application in Radiology, *Insights into Imaging*, Vol. 9, pp. 611~629.

(18) Lee, D., Jeon, S. and Lee, D., 2022, CNN Model Transition Learning Comparative Analysis based on Deep Learning for Image Classification, *The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 26, No. 1, pp. 370~373.



Myeongsik Lee MSc degree in Aviation Management from Korea Aerospace University in 2019. He is currently a Ph.D. candidate in Korea Aerospace University. He has been in the airport design, aviation safety field for about 8 years at Korea Airports Corporation (KAC). His research interests are in the area of airport design, pilot training and aircraft noise.



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 32 years at Korea Airports Corporation (KAC). His research interests include policy, assessment, measurement, analysis and equipment related to aircraft noise.