https://doi.org/10.12985/ksaa.2017.25.3.101
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

Technical Review

동적 슬롯 할당기법을 통한 인천공항과 김포공항 수용량 효율화방안

김상현*

Efficient Management for the Capacity of Incheon Airport and Gimpo Airport through Dynamic Slot Allocation

Sang Hyun Kim*

ABSTRACT

Demand for air transportation in Korea keeps increasing, and the number of airport operations also grows as a result. The major two airports in Korea, Incheon International Airport and Gimpo International Airport, share the metropolitan airspace, which is crowd with air traffic. As air traffic increases in the metropolitan airspace, the demand for the airport operations would outnumber the capacities of these airports. However, there is a room to efficiently manage the shortage of the airport capacity due to the different distributions of operations in these airports. This study presents a dynamic slot allocation that allows exchanging slots according to the traffic demand. The dynamic allocation mitigates the airports' capacity problem but the airspace capacity itself should be increased in order to tackle the problem fundamentally.

Key Words : 공항 용량(Airport Capacity), 슬롯(Slot), 동적 할당(Dynamic Allocation), 수도권 공역(Metropolitan Airspace), 효율화(Efficient Management)

1. 서 론

우리나라 전체 공항의 국내선과 국제선 여객은 2009년 이후 지속적으로 증가하고 있다. 2016년 국내선 약 3,091만명, 국제선 약 7,300만명으로, 국내선 여객수는 연평균 10.2%, 국제선 여객수는 연평균 16.8% 증가하였다[1].

이와 같이 공항의 이용객이 증가하면 공항의 출발 및 도착 횟수가 늘어나는 것을 의미한다. 활주로, 유도로, 터미널 등 공항의 모든 시설은 단위 시간 당 처리할 수 있는 용량이 정해져 있고, 특히 활주로의 용량은 공항의 처리량을 크게 좌우하는 병목이라는 것이 알려져 있다[2].

국토교통부의 공항수용능력 설정지침에 따르면 공항수용능력은 활주로나 유도로의 처리 용량, 계류장이나 게이트의 처리용량, 여객 터미널 처리용량, 항공교통관제업무 처리용량 중 가장 작은 값을 사용하는데, 이는 공항 접근 도로, 계류장, 활주로 등 공항을 구성하는 각 시스템을 고려한 공항의 최대 처리량으로 보통 시간당 활주로 이착륙 횟수를 사용한다[3, 4]. 하지만 우리나라와 같은 제한된 공역에서는 슬롯 용량이 공

Received : 10. May. 2017. Revised : 25. Aug. 2017.
Accepted : 25. Sep. 2017
* 한국교통연구원 항공교통본부 부연구위원
연락저자 E-mail : sanghyun@koti.re.kr
세종특별자치시 시청대로 370 한국교통연구원

항수용능력을 제한할 수도 있다[4].

증가된 공항 이용객을 현재의 공항수용능력으로 처리가능한지를 알아보는 것은 공항 이용객 증가에 대한 대응방안을 수립하는 데 필수적인 요소라 할 수 있다. 본 연구는 수도권 주요 공항인 인천공항과 김포공항의 수용능력을 알아보고, 향후 10년간 이들 공항의 운항횟수 전망을 분석한 뒤 증가한 수요가 현재 수용능력으로 처리가 가능한지 살펴보았다. 항공 운항 수요가 집중되는 첨두 시간이나 표1에 나와 있는 밤 시간대 운항제한시간 등 시간대 별 운항횟수의 편차가 존재하는데 이런 특성을 고려하지 않고 일일 전체 운항횟수만 고려하면 첨두 시간에는 용량이 부족하나 다른 시간에는 남는 현상도 발생할 수 있다. 따라서 공항의 운항횟수 전망을 분석할 때 시간대를 고려할 필요가 있다.

Table 2. Operational Hours of Airports in Korea[5]

공항	운영시간(지역시 기준)
인천 국제	24 시간
김포 국제	0600~2300
제주 국제	24 시간 F급 항공기의 경우 0630~2300
김해 국제	0600~2300
청주 국제	24 시간
양양 국제	0800~1800
대구 국제	0500~2400
무안 국제	여객기 : 24 시간 기타 : 0800~2100
광주	0700~2200
군산	0900~1800
여수	0600~2200
원주	0700~2200
사천	0700~2200
울산	0600~2200
서울	0600~2200
포항	0700~2200
정석	0830~1730
울진	월-금 : 0700-2000 토, 일 : 0900-1800

이를 토대로 우리나라 수도권 공항의 대응방안을 제시하였다. 공항 별로 첨두시간이 다르게 발생할 수도 있으며 첨두시간과 비첨두시간 간의 수요의 편차가 존재하기 때문에 공항수용능력에 맞게 항공 운항 수요를 동적으로 조정하면 한정된 자원인 공항 및 공역을 보다 효율적으로 활용하는 것이 가능해진다.

2. 인천, 김포공항 수용능력

2.1 인천공항 수용능력

김제철 등(2015)[6]에 따르면 인천공항 여객터미널의 연간 처리량은 국내선 200만명, 국제선 T1 3,550만명, 콘코스 A 1,650만명, T2 1,800만명이다. 여객터미널은 2025년 이전까지 용량이 부족하지 않을 것으로 전망되었다.

현재 인천공항에는 근접 평행 활주로(1, 2 활주로)와 독립 평행 활주로(3활주로)가 있다[6]. 1 활주로와 2 활주로의 중심선 간의 간격은 414m로[7] 표2에 나와 있는 분리 평행운용을 위한 ICAO 기준[8]인 760m에 못 미치기 때문에 2개의 활주로에 동시 이착륙이 불가능하다.

Table 3. Minimum Distance between Parallel Runways for Operations[8]

평행활주로 중심선 간 분리 간격	활주로 운용 형태
1,035m	독립 평행 접근(Independent parallel approaches)
915m	종속 평행 접근(Dependent parallel approaches)
760m	독립 평행 출발(Independent parallel departures)
760m	분리 평행 운용(Segregated parallel operations)

그로 인하여서 1, 2 활주로의 용량은 50회/시간으로 독립된 3 활주로 용량인 40회/시간에 비하여 시간당 불과 10회밖에 높지 않다[6, 9]. 3개의 활주로를 최대한으로 사용할 때 총 용량은 90회/시간이 가능하며, 접근방향(북측접근, 남측접근)과 접근방법(독립 평행 접근, 종속 평행 접근)에 따라 이 보다 적어질 수 있다.

인천공항 4단계 사업이 완료되어 4 활주로가 3 활주로와 근접 평행 활주로로 건설되면 3, 4 활주로의 용량은 1, 2 활주로와 마찬가지로 50회/시간이 될 것으로 보이나, 4단계 사업은 아직 확정되지 않은 내용이므로 본 연구에서는 현재의 활주로 용량(90회/시간)이 향후 10년간 변동이 없다고 가정을 하고 이를 공항수용능력으로 사용하였다.

2.2 김포공항 수용능력

김제철 등(2015)[6]에 따르면 김포공항 여객터미널의 연간 처리량은 국내선 3,527~5,067만명, 국제선 606~1,175만명이다. 연간 처리량은 서비스 수준에 따라 달라지는데, 여객인당 여객이용시설 면적을 넓게 책정할수록 처리량은 줄어든다. 여객터미널은 2025년까지 용량이 부족하지 않을 것으로 전망되었다.

현재 김포공항에는 용량이 50회/시간인 근접평행 활주로가 있으나, 인천공항과 공역이 상당부분 겹치기 때문에 슬롯이 34회/시간으로 제한된 상황이다[6]. 이 상황은 인천공항의 슬롯을 낮추지 않는 이상 개선되기 어렵기 때문에 본 연구에서는 김포공항의 슬롯 용량을 공항수용능력으로 사용하였다.

3. 인천, 김포공항의 시간대별 운항횟수 전망

3.1 인천공항의 시간대별 운항횟수 전망

인천공항의 연간 운항횟수 전망 및 현 시설 수용능력은 표3와 같다[6]. 현시설 수용능력은 FAA의 AC 150/5060-5에서 제시한 Annual Service Volume 산정식을 근거로 산출한 결과이다[9, 10]. 현재 인천공항의 활주로 용량은 2020년 포화에 가까우며 2021년부터는 수요가 용량을 넘어설 것으로 전망이 되고 있다.

Table 4 Estimated Number of Operations at Incheon Int'l Airport('16-'25)[6]

구분 / 년도	연간 운항횟수			현시설 수용능력 (회)
	국내 회	국제 회	계 회	
2016	4,922	318,271	323,193	410,000
2017	5,059	338,214	343,273	410,000
2018	5,196	359,310	364,506	410,000
2019	5,332	381,615	386,947	410,000
2020	5,469	395,600	401,069	410,000
2021	5,589	411,817	417,406	410,000
2022	5,700	428,589	434,289	410,000
2023	5,802	446,549	452,351	410,000
2024	5,914	465,094	471,008	410,000
2025	6,016	479,916	485,932	410,000

이 자료에서 국내선의 증가율과 국제선의 증가율이 서로 다른 것을 알 수 있다. 국내선은 '16년 4,922회에서 '25년 6,016회로 약 22.2% 증가한 것에 비해 국제선은 '16년 318,271회에서 '25년 479,916회로 약 50.8% 증가한 것을 알 수 있다. 즉, 국제선의 증가율이 국내선의 증가율의 2배가 넘고, 이는 인천공항이 우리나라 국제선의 허브이며 국내선은 제한적으로만 운항한다는 점과 일치한다. 총 운항횟수를 살펴보면 '16년에서 '25년으로 감에 따라 약 50.4% 증가한 것을 알 수 있다.

첨두월을 파악하기 위하여 인천국제공항공사에서 제공하는 "항공통계"의 정기편 여객기 월별 운항횟수를 분석한 결과, 2015년은 12월이 가장 많은 것으로 나타났다[11]. 2015년 12월을 살펴 보았을 때, 평균적으로 운항횟수가 가장 많은 시간대는 19:00-20:00이나 그림1에서 보는 바와 같이 출발횟수는 09:00-10:00, 도착횟수는 17:00-18:00에 각각 많은 것으로 나타났다.

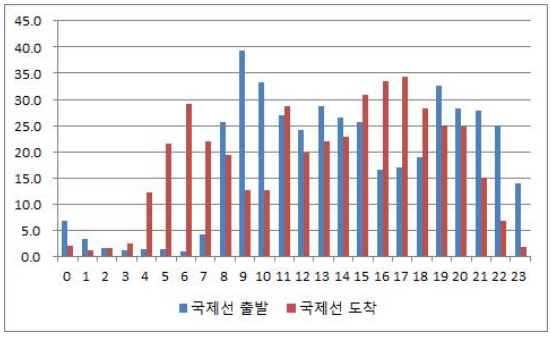

Fig 2. Hourly International Departure and Arrival Operations in Dec. 2015 at Incheon Int'l Airport[11]

인천공항의 2015년 운항횟수는 국내선 운항 4,812회, 국제선 운항 300,634회를 합쳐, 총 305,446회 운항한 것으로 집계된다[12].

2015년 운항횟수 대비 2016년-2025년 증가율을 국내선과 국제선으로 구분하여 적용한 '16-'25년 첨두월의 시간대별 운항횟수와 활주로 용량 초과 시간대는 표4와 같다. 참고로 첨두월은 12월로 동일하다고 가정하였다. 인천공항의 현재 활주로 용량인 시간당 90회를 넘어서는 시간대는 '24년에 19-20시(92.2회), '25년에 11-12시(90.4회), 15-16시(90.6회), 19-20시(95.1회)로 전망이 된다.

이 중 '25년의 11-12시와 15-16시는 90회를 살짝 넘는 수치이며 그 전후로 운항횟수가 80회 이하이므로 큰 문제가 발생하지 않을 것으로 보인다. 하지만 '24년 이후 19-20시는 활주로 용량을 각각 2.2회, 5.1회 넘는 운항수요가 발생하며, 이는 그에 해당하는 운항횟수를 전후의 시간대로 조정할 필요가 있다는 점을 시사한다.

Table 5 Estimated Hourly Operations in the Peak Month(Dec.) at Incheon Int'l Airport during 2016-2025

시간대	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
00~01	9.4	10.0	10.6	11.3	11.7	12.2	12.7	13.2	13.8	14.2
01~02	4.6	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.5	6.7	7.0
02~03	3.6	3.8	4.0	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4
03~04	3.9	4.1	4.4	4.7	4.8	5.0	5.2	5.5	5.7	5.9
04~05	14.6	15.5	16.5	17.5	18.2	18.9	19.7	20.5	21.4	22.0
05~06	24.4	25.9	27.6	29.3	30.4	31.6	32.9	34.3	35.7	36.8
06~07	31.8	33.8	35.9	38.1	39.5	41.1	42.8	44.6	46.5	47.9
07~08	29.3	31.1	33.0	35.0	36.2	37.7	39.2	40.8	42.4	43.7
08~09	50.6	53.7	56.9	60.3	62.5	65.0	67.6	70.4	73.2	75.5
09~10	55.2	58.7	62.3	66.2	68.6	71.4	74.3	77.4	80.6	83.2
10~11	48.7	51.7	54.9	58.3	60.5	63.0	65.5	68.3	71.1	73.4
11~12	60.1	63.9	67.8	72.0	74.6	77.7	80.8	84.1	87.6	90.4
12~13	46.5	49.5	52.5	55.8	57.9	60.2	62.7	65.3	68.0	70.2
13~14	53.9	57.3	60.8	64.6	67.0	69.7	72.5	75.6	78.7	81.2
14~15	53.1	56.4	59.9	63.6	65.9	68.6	71.4	74.4	77.4	79.9
15~16	60.1	63.8	67.8	72.0	74.7	77.7	80.9	84.3	87.8	90.6
16~17	53.1	56.4	59.9	63.7	66.0	68.7	71.5	74.5	77.6	80.0
17~18	57.3	60.8	64.5	68.4	70.8	73.7	76.6	79.7	83.0	85.6
18~19	50.2	53.4	56.7	60.2	62.4	65.0	67.6	70.4	73.4	75.7
19~20	63.5	67.4	71.5	75.9	78.6	81.8	85.1	88.6	92.2	95.1
20~21	56.6	60.2	63.9	67.9	70.3	73.2	76.2	79.4	82.7	85.3
21~22	45.6	48.4	51.5	54.6	56.7	59.0	61.4	63.9	66.6	68.7
22~23	34.5	36.6	38.9	41.3	42.8	44.5	46.3	48.2	50.2	51.8
23~24	17.1	18.2	19.3	20.5	21.3	22.1	23.0	24.0	25.0	25.8

3.2 김포공항의 시간대별 운항횟수 전망

앞서 인천공항의 분석과 마찬가지로 김포공항의 연간 운항횟수 전망 및 현 시설 수용능력은 표5와 같다[6]. 김포공항은 향후 10년간 증가하는 수요를 현재의 용량으로 처리가 가능할 것으로 보인다.

김포공항 역시 국내선과 국제선의 증가율('16년→'25년)이 각각 42.3%와 16.2%로 다르나, 인천공항과는 다르게 국내선의 비중 및 증가세가 국제선을 훨씬 능가하는 것을 알 수 있다. 이는 김포공항이 단거리 국제선 일부를 운항하나 국내선 중심으로 운영이 되고 있다는 점을 반영한다.

Table 6. Estimated Number of Operations at Gimpo Int'l Airport('16-'25)[6]

구분 / 년도	연간 운항횟수			현시설 수용능력 (회)
	국내	국제	계	
2016	128,420	20,466	148,886	226,000
2017	134,454	20,885	155,339	226,000
2018	140,776	21,304	162,080	226,000
2019	147,258	21,722	168,980	226,000
2020	154,073	22,141	176,214	226,000
2021	161,518	22,560	184,078	226,000
2022	166,557	22,979	189,536	226,000
2023	171,755	23,244	194,999	226,000
2024	177,130	23,509	200,639	226,000
2025	182,695	23,775	206,470	226,000

김포공항의 2015년 운항횟수가 가장 많은 달은 8월이었다[13]. 김포공항은 국내선 위주이며 대부분 제주노선임을 고려하면 여름 휴가철인 8월에 제주노선 증가로 인한 운항횟수가 가장 많은 것으로 판단된다.

그림2의 2015년 8월 김포공항의 시간대별 운항횟수를 보면 운항횟수가 가장 많은 시간대는 18:00-19:00로 나타났으며, 출발과 도착의 첨두시간대는 각각 다르게 나타났다. 참고로 23시부터 익일 06시까지는 운항이 전혀 없는데, 이는 김포공항의 curfew 때문이다. 국토교통부 AIP RKSS AD 2.3 Operational Hours에 의하면 김포공항의 운영시간은 21:00-14:00 UTC 이다. 그에 따라 이른 아침의 첫 국내선 비행편들은 100% 출발이었으며, 늦은 밤의 마지막 국내선 비행편들은 거의 다 도착이라는 점이 주목할 만하다.

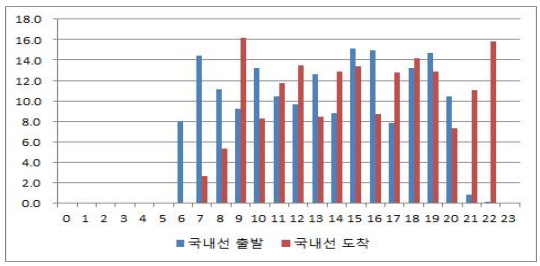

Fig 3. Hourly Domestic Departure and Arrival Operations in Aug. 2015 at Gimpo Int'l Airport[13]

김포공항의 2016년-2025년 첨두월(8월)의 시간대별 운항횟수는 인천공항과 같은 방식으로 구하여 표6에 제시하였다. 그 결과, 김포공항의 현재 활주로 용량인 시간당 50회를 넘어서는 시간대는 없으나, 인천공항과 슬롯을 공유하는 영향으로 시간당 34회로 제한된 것을 고려하면 상당히 많은 시간대에 용량을 초과하는 것을 알 수 있다. 표에서 회색 영역은 시간당 34회를 넘어선 시간대이다. 특히 그림3과 같이 2025년에는 09시부터 20시까지 지속적으로 용량을 초과하는 상황이며, 이 초과부분은 약간의 스케줄 조정으로 해결될 정도가 아니고 상대적으로 운항횟수가 적은 이른 아침이나 늦은 밤으로 스케줄을 변경해야만 처리가 가능하다.

Table 7. Estimated Hourly Operations in the Peak Month(Aug.) at Gimpo Int'l Airport during 2016-2025

시간대	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
06~07	8.4	8.8	9.2	9.7	10.1	10.6	10.9	11.3	11.6	12.0
07~08	17.9	19.5	20.4	21.3	22.3	23.4	24.1	24.8	25.6	26.4
08~09	17.2	22.4	23.4	24.3	25.3	26.4	27.2	27.9	28.7	29.5
09~10	31.5	32.9	34.3	35.7	37.2	38.9	40.0	41.1	42.3	43.5
10~11	24.2	25.3	26.4	27.6	28.8	30.2	31.1	32.0	33.0	34.0
11~12	28.5	29.7	31.0	32.3	33.6	35.1	36.1	37.1	38.1	39.2
12~13	30.0	31.3	32.6	33.9	35.3	36.9	37.9	39.0	40.1	41.2
13~14	24.3	25.3	26.5	27.6	28.8	30.2	31.1	32.0	33.0	33.9
14~15	26.8	28.0	29.2	30.4	31.7	33.1	34.1	35.0	36.0	37.1
15~16	31.7	33.2	34.7	36.2	37.8	39.6	40.8	42.1	43.3	44.7
16~17	28.0	29.3	30.6	31.9	33.3	34.8	35.8	36.8	37.9	39.0
17~18	25.0	26.1	27.2	28.4	29.6	30.9	31.8	32.7	33.7	34.7
18~19	32.4	33.9	35.4	36.9	38.5	40.2	41.4	42.6	43.9	45.2
19~20	31.2	32.6	34.1	35.6	37.2	38.9	40.1	41.3	42.5	43.8
20~21	22.1	23.0	24.0	25.0	26.1	27.2	28.0	28.8	29.6	30.5
21~22	17.0	17.7	18.4	19.1	19.8	20.6	21.2	21.8	22.4	23.0
22~23	20.3	21.2	22.1	23.0	23.9	25.0	25.7	26.4	27.2	27.9

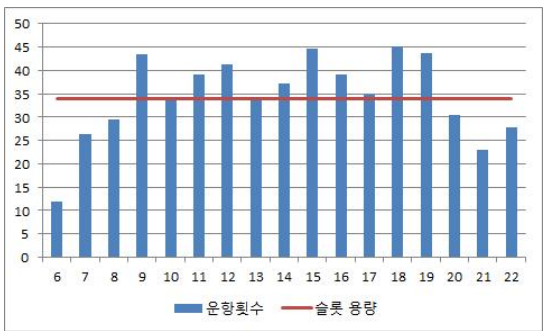

Fig 4. Hourly Operations at Gimpo Int'l Airport in Aug. 2025 and the Slot Capacity

이와 같이 주간시간 내내 슬롯 용량을 초과하는 수요가 존재하나 김포공항의 curfew를 제외한 전체 운영시간(06시-23시)의 평균 시간당 운항횟수는 2015년의 월별 추세가 2025년까지 동일하다고 가정하였을 때 첨두월인 8월에 34.4회/시간으로 1년 전체 평균은 슬롯 용량인 34회/시간 이하가 될 것으로 보인다. 이는 앞서 김제철 등(2015)[6]에서 전망한 바와 같이 2025년까지 연간 운항횟수는 현재의 시설 용량으로 처리가 가능하다는 예측과 일치한다. 하지만 이는 전체의 합일 뿐 시간대별로 분석하면 대부분의 시간동안 현재 배정된 슬롯으로 수요를 처리할 수 없고, 이에 따라 인천공항과 공유하는 슬롯이나 스케줄 조정 등을 통한 수요 분산의 방법을 적용해야 할 것으로 보인다.

4. 동적할당을 사용한 인천, 김포공항 수용량 증대 방안

인천공항과 김포공항의 향후 10년간 운항횟수와 용량을 살펴본 결과, 연간 용량을 초과하는 경우가 발생할 것으로 전망되었다.

인천공항의 경우, '24년부터 일부 시간대에 활주로 용량을 넘어서는 수요가 발생하나, 용량 초과된 5대 이내의 항공편의 스케줄만 소폭 조정하면 현재의 활주로 시설로 처리가 가능하다고 판단된다.

김포공항의 경우, 2018년부터 슬롯 용량을 초과하는 수요가 발생하며 2025년에는 09시부터 20시까지 현재의 슬롯 용량으로는 처리가 불가능할 정도로 운항횟수가 크게 증가하였다. 인천공항과 달리 소수의 항공편 스케줄만 조정해서 해결될 수 있는 수준이 아니기 때문에 슬롯 혹은 스케줄 조정 등을 통한 수요 분산의 방법을 적용해야 할 것으로 보인다.

김포공항은 2025년에 이르면 대부분의 시간동안 슬롯의 용량을 초과하게 된다. 실제 김포공항 활주로의 용량은 2025년에도 충분(50회/시간)하나 인천공항과 공역을 공유하는 것으로 인하여 슬롯이 34회/시간으로 제한되기 때문이다. 그에 비해서 인천공항은 2025년에도 활주로 혹은 슬롯 용량인 90회/시간을 많이 초과하지 않는다.

인천공항과 김포공항의 2025년 첨두월의 시간대별 운항횟수를 보면 그림4와 같다. 참고로 인천공항의 첨두월은 12월이고 김포공항의 첨두월은 8월로 상이하나 본 연구에서는 최악의 시나리오를 가정하고 두 수치를 단순 합산하였다. 두 공항의

용량을 합치면 124회/시간이 되는데 이 용량을 넘는 시간대는 길지 않다는 것을 알 수 있다. 즉, 김포공항의 운항횟수만 고려할 때는 제한된 슬롯 용량을 크게 초과하게 되나, 두 공항을 동시에 고려하면 상대적으로 적은 수의 스케줄만 조정해도 현재 시설로 처리가 가능하다는 것을 알 수 있다.

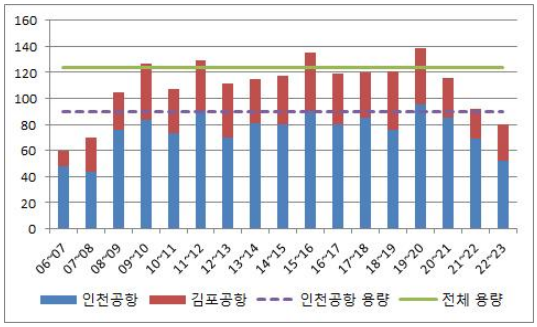

Fig 5. Hourly Operations at Incheon and Gimpo Int'l Airport in 2025 and the Slot Capacity

불규칙하게 발생하는 일들을 제한된 용량을 가진 복수개의 장치로 처리를 하기 위해서는 각각의 장치에게 사건을 할당해야 하는데 모든 장치에게 일을 동일하게 배분하면 일의 발생 빈도가 일정하지 않기 때문에 어떤 장치는 용량을 넘을 수도 있고 다른 장치는 용량을 다 활용하지 못하는 경우도 생기게 된다. 이로 인한 비효율성을 해결하기 위해 동적 할당 기법이 사용되는데, 일반적으로 컴퓨터 프로그래밍에서 메모리를 관리하는 기법이나 통신 패킷을 위성에 할당하는 데에 많이 사용한다[14].

동적할당을 공항에 활용한 예로 제한된 활주로 용량을 출발과 도착에 동적으로 할당하여 최적화하는 연구[15], 공항 체크인 카운터의 운영시간 및 개수를 최적화하는 연구[16] 등이 있다.

동적할당을 적용하여, 김포공항이 혼잡한 시간에는 상대적으로 덜 혼잡한 인천공항의 슬롯을 김포공항이 유동적으로 사용할 수 있도록 조정하면 자원을 효율적으로 활용함과 동시에 김포공항의 수요-용량 간 불균형을 조절할 수 있다고 보인다.

5. 결 론

본 연구는 공항수용능력을 보다 자세히 분석하기 위해 시간대별 운항횟수 전망을 현재의 활주로 또는 슬롯 용량과 비교해보았다. 우선 2015년에 가장 운항횟수가 많은 달과 그 달의 시간대별 운항횟수를 계산한 뒤, 국제선과 국내선의 성장률을 각각 적용하여서 향후 10년간 운항횟수를 산출하였다. 그 다음 각 공항의 슬롯 용량과 비교하여 이를 초과하는 수요가 존재하는지 살펴보았다.

그를 바탕으로 수도권 공역을 공유하고 있는 인천공항과 김포공항의 슬롯을 동적으로 할당하는 방법으로 각 공항의 용량을 넘어서는 수요를 최대한 만족시키는 방안을 제시하였다.

하지만 인천공항과 김포공항은 동일한 수도권 공역을 같이 사용하고 있기 때문에 활주로와 같은 공항 자체적인 용량한계 뿐만 아니라 공역수용량에도 제한을 받게 되며, 이에 따라 인천·김포공항의 현재 공역 수용용량은 시간당 74대로 제한하고 있다[4].

그에 비해 본 연구에서는 인천공항의 용량을 90회/시간, 김포공항의 용량을 34회/시간으로 가정하여 인천·김포공역의 제한된 수용용량(74대/시간)을 넘는 상황에 기반하여 분석하였다. 따라서 본 연구에서 예상한 것보다 더욱 심각한 문제가 인천공항과 김포공항에서 발생할 수 있다. 근본적으로는 수도권 공역의 수용량을 확보하는 동시에 제한된 공역의 수용용량을 동적인 슬롯 할당을 통하여 가장 효율적으로 사용할 필요가 있다고 판단된다.

추후에는 양 공항의 실제 스케줄 및 이착륙 경로 배정 등을 고려한 시뮬레이션을 통하여 동적 슬롯 할당의 효과를 정량적으로 분석하는 연구가 수행될 필요가 있다.

그리고 동적인 슬롯 할당을 적용해도 공항 활주로나 공역 수용량을 넘어서는 선호 시간대에 대해서는 공항 사용료의 차등화나 항공사 별 슬롯 사용 한도를 설정함으로서 지나친 첨두시간 집중도를 낮추는 정책이 필요하다고 보여진다.

후기

본 연구는 한국교통연구원의 2016년 기본과제 "외국인 관광객 2천만 시대 지역관광 활성화를 위한 관광교통체계 개선방안"의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

Reference

[1]Aerial Information Portal System, "Air Traffic Statistics - Summary of Air Transport Performance", Final View on May 4, 2017

[2] Vandenwilt, M., “Comparison of Some Methods to Determine the Delays of Landing Aircraft with Respect to Runway Capacity,” NLR-MP-77028-U, 1979.

[3] Ministry of Land Transport and Transport, "Guidelines for Establishment of Airport Capacity", Ministry of Land, Transport and Logistics Ordinance No. 527, Final inspection on July 18, 2017.

[4] Kim, Moo Won, "A Study on Improvement of Airspace Capacity in Incheon International Airport for Increasing the Capacity of Aircraft in the Seoul Metropolitan Area," Airline Promotion, No. 1, 2005, pp.64 ~ 90

[5] Ministry of Land Transport, AIP AD, http://ais.casa.go.kr/AIP.ASP?GUBUNCODE=3&GubunName=AD, July 18, 2017 Final inspection

[6] Kim Jae Chul, Oh Sung Yeol, Song Ki Han, Jung Sei Yeon, and Jung Woong Son, "A Study on Establishment of the Mid-Term and Long-term Comprehensive Plan for Airport Development (Airport Facilities Status and Development Requirements Review)", Korea Transport Research Institute, 2015, p. 10, 26.

[7] "The era of liberalization of aviation - Construction of Incheon International Airport - Airport facilities", final inspection on November 17, 2016.

[8] ICAO, Annex 14, Vol. 1, 3.1.12 Recommendation

[9] Korea Transportation Research Institute, "Incheon International Airport Construction Master Plan (after Phase 2) Refurbishment Service - Airport Facilities Report (Airside)", 2008, pp. IV-15 to IV-26.

[10] FAA, “AC 150/5060-5, Airport Capacity and Delay”, pp. 16~17.

[11] Incheon International Airport Corporation, "Air Traffic Statistics", Final inspection on October 31, 2016.

[12] Airborne Information Portal System, "Performance by Airport", final inspection on November 17, 2016.

[13] Korea Airports Corporation, "Air Traffic Statistics", Final inspection on October 31, 2016.

[14] Roberts, L. G., “Dynamic Allocation of Satellite Capacity through Packet Reservation,” Proceedings of the national computer conference and exposition, ACM, 1973.

[15] Gilbo, E. P., “Airport Capacity: Representation, Estimation, Optimization,” IEEE Transactions on Control Systems Technology 1(3), 1993, pp. 144~154.

[16] Parlar, M., Sharafali, M., “Dynamic Allocation of Airline Check-in Counters: a Queueing Optimization Approach,” Management Science, 54(8), 2008, pp. 1410~1424.