

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2025.33.4.135>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

Capacity Coverage Chart(CCC)를 활용한 공항 수용능력 이용률 분석에 관한 연구

신중하*, 이병하*, 김민우*, 조자운**, 이주환***

Study on Airport Capacity Utilization Analysis

Using the Capacity Coverage Chart (CCC)

Joongha Shin*, Byungha Yi*, Minwoo Kim*, Jawoon Cho** Juhwan Lee***

ABSTRACT

The continuous growth of global air traffic has led to mounting capacity constraints at hub airports, particularly within runway operations. This study employs the Capacity Coverage Chart (CCC) to analyze capacity utilization across major international airports over the period 2015–2024, excluding the COVID-19 disruption. Two indicators, the Capacity Utilization Index (CUI) and the Capacity Utilization Level (CUL), are applied to capture both average demand relative to peak conditions and the frequency of congestion. The analysis reveals an upward trend in utilization as flight volumes increase, with many airports approaching critical thresholds of operational saturation. Persistent near-capacity operations are shown to reduce efficiency, limit network connectivity, and restrict airline competition. Such conditions can further contribute to higher fares and declining service quality. The findings underline the necessity of expanding infrastructure and improving operational efficiency to sustain long-term growth and maintain stable airport performance.

Key Words : Airport Capacity(공항수용능력), Capacity Utilization(수용능력이용률), Capacity Coverage Chart(수용능력커버리지차트), Runway Operations(활주로운영), Airport Planning(공항계획)

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

글로벌 항공운송시장은 지난 수십 년간 지속적인 성장을 이루어왔으며, 약 15년마다 두 배의 규모로 확대

되는 추세를 보여 왔다. 글로벌 국제 여객 수요는 2024년에 코로나19 팬데믹 이전인 2019년 수준을 회복하였고, 2024년부터 2043년까지 연평균 약 3.7% 성장할 것으로 예상된다.(ACI, 2025). 이에 따라 2043년에는 약 75억 명의 국제여객을 처리할 것으로 예상되며, 이는 2024년 대비 두 배 증가한 규모이다.

그러나, 글로벌 항공 수요는 특정 소수의 주요 허브공항에 집중되는 경향을 보이고 있다. 실제로 2016년 기준 전 세계 약 4,000개 공항 중 상위 3%에 불과한 120개 공항이 전체 항공편의 절반을 처리하였으며(Marc C. Gelhausen, 2019), 이와 같은 집중화 현상은 향후 허브공항의 수용능력 제약을 심화시킬 가능성이 크다.

Received: 13. Oct. 2025, Revised: 24. Oct. 2025,

Accepted: 3. Dec. 2025

* 인천국제공항공사

** 한국항공대학교 항공교통물류학부 학사과정

*** 한국항공대학교 항공교통물류학부 박사과정

연락처 E-mail : kokomoty97@gmail.com

연락처 주소 : 경기도 고양시 덕양구 항공대학로 76

공항의 수용능력 제약은 주로 활주로 시스템에서 두드러지게 나타난다. 활주로 용량은 항공기 운항의 흐름을 직접적으로 제한하는 병목 지점이 되며, 전체 항공 운송 시스템의 용량을 결정하는 핵심 요소로 작용한다(Schinwald and Hornung, 2014).

FAA의 지침에서는 기존 활주로 용량의 60~75%에 도달할 경우 신규 활주로에 대한 개발계획 수립을 권고하고 있다. 그러나 실제로는 신규 활주로 건설은 계획 수립부터 개항까지 상당한 시간 지연이 발생하고 있다(Dray, 2020).

결과적으로 세계 주요 공항들은 증가하는 수요와 제한된 수용 능력 사이에서 심각한 불균형을 겪고 있으며, 점점 더 많은 공항들이 수용능력 한계에 근접한 상태에서 운영되고 있다.

이는 공항 혼잡과 지연 발생 등 운영 효율성과 서비스 저하로 이어지며, 항공 산업 전반의 효율성과 경쟁력에도 부정적인 영향을 미친다(Schinwald and Hornung, 2014).

따라서, 허브 공항의 지속 가능한 운영과 미래 수요 대응을 위해서는 활주로 수용능력에 대한 이용률(capacity utilization)을 정량적으로 평가하는 것이 반드시 필요하다.

본 연구에서는 traffic ranking curve, 즉 capacity coverage chart(CCC)를 활용하여 글로벌 주요 공항의 수용능력 이용률을 분석하고, 권역별로 공항 수용능력 이용률의 시계열적 변화를 분석하고자 하였다.

1.2 연구 범위

본 연구의 시간적 범위는 2015-2024년으로 설정하였고, 공간적 범위는 2024년 기준 국제여객 처리 실적을 기준으로 한 세계 주요 30대 공항을 대상으로 한다. 이들 공항은 글로벌 항공 네트워크에서 핵심적 역할을 담당하면서, 동시에 수용능력 제약 및 혼잡 문제가 발생할 가능성이 높은 공항들이다.

내용적 범위는 크게 네 가지로 구성된다. 첫째, 공항 수용능력 및 이용률 분석과 관련된 기존 문헌을 고찰하여 이론적 토대를 마련하였다. 둘째, capacity coverage chart(CCC)를 활용한 수용능력 이용률 분석 방법론을 정립하였다. 셋째, 분석 대상 공항의 수용능력 이용률을 분석하기 위한 자료를 수집하였다. 넷째, 수집된 자료를 바탕으로 수용능력 이용률을 비교·분석하고, 시계열적 변화를 검토하였다.

1.3 연구 방법

본 연구는 Fig. 1의 절차에 따라 수행되었다. 먼저, 분석 대상 공항을 선정할 후, 공항별 연간 항공교통 운항실적을 수집하였다. 이후 CCC를 작성하여 2024년 기준 수용능력 이용률을 산출하고, 이를 바탕으로 2015년부터 2024년(코로나 기간 제외)까지의 시계열적 변화를 분석하였다.

II. 본 론

2.1 이론적 고찰

2.1.1 수용능력(Capacity)

공항의 수용능력은 일정 시간 내에 공항이 처리할 수 있는 최대 항공기 운항량을 의미하며, 이는 공항 시설 구성요소 중 가장 작은 처리 용량에 의해 결정된다(공항수용능력 설정지침). 즉, 활주로, 계류장, 여객터미널 등 다양한 요소가 공항의 전체 용량을 구성하지만, 이들 중 활주로 용량(runway capacity)이 전체 수용능력을 결정하는 핵심 요인이다. 따라서 공항계획과 운영 전략 수립에서 활주로 용량은 가장 중요한 고려 요소로 평가된다.

공항에서 1시간 동안 처리할 수 있는 최대 운항 횟수는 일반적으로 활주로 고시 용량(declared runway capacity, DRC)으로 정의된다. 이는 기상 상태가 양

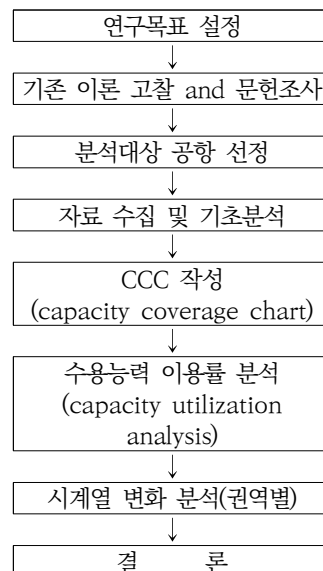


Fig. 1. Flow chart

호한 조건에서 항공 교통 관제(ATC) 시스템이 처리 가능한 최대 운항 횟수를 의미하며, 수용 가능한 수준의 평균 지연(약 4~5분)이 발생하는 상황을 기준으로 설정된다. 즉, 고시용량은 단순한 이론적 최대치가 아니라 실제 운영에서 허용 가능한 지연 한계를 고려한 실질적 용량으로 이해할 수 있다.

활주로 용량을 결정하는 요인은 다양하다. 첫째, 활주로의 개수 및 배치 형태는 용량에 직접적인 영향을 미친다. 평행 활주로, 교차 활주로, V자형 배치 등은 운항 절차와 안전 분리 기준에 따라 처리 효율에 차이를 발생시킨다. 둘째, 운영 방식(예: 혼합운용, 독립운용, 도착 우선운용 등)과 ATC 절차(특히 도착-출발 항공기 간 분리 간격)는 활주로 활용도를 결정짓는 핵심적 요인이다. 셋째, 기상 조건(시정, 운고, 풍향 및 풍속)은 공항 용량의 변동성을 크게 좌우하며, 계절적·시간적 제약 요인으로 작용한다. 넷째, 항행·감시·통신 기술과 항행안전시설의 발전 수준은 분리 기준 단축과 효율적 관제를 가능하게 하여 용량 증대에 기여할 수 있다. 마지막으로, 항공기 혼합률(fleet mix), 도착-출발 항공기의 비율, 고속 탈출 유도로의 배치 등도 용량 활용 효율성에 중대한 영향을 미친다(De Neufville and Odoni, 2013).

운영적 측면에서 볼 때, 활주로 시스템의 고시 용량은 일반적으로 공항의 첨두시간(peak hour) 운항 횟수와 일치하는 것이 바람직하다. 이는 활주로 용량이 첨두 수요를 효과적으로 감당할 수 있어야 공항 혼잡과 항공기 지연을 최소화할 수 있음을 의미한다. 따라서 공항 수용능력의 합리적 산정은 단순히 시설 측면 뿐 아니라, 운영 방식, 수요 특성, 기술적 지원체계 등 다양한 요소를 종합적으로 고려해야 한다.

2.1.2 수용능력(Capacity) 이용률 지표

공항의 수용능력은 특정 기간 내 항공기 운항 횟수가 용량 한계에 근접할 경우 제약을 받는 것으로 간주된다. 따라서 공항의 운영 효율성과 혼잡 수준을 체계적으로 파악하기 위해서는 수용능력 이용률을 정량화할 수 있는 지표 설정이 필요하다.

수용능력 이용률 평가에 사용할 수 있는 지표는 다양하다. 대표적인 예로는 ① 항공편 지연(flight delays), ② 슬롯 배정 및 신청(slot utilization/requests), ③ 평균 항공기 크기(average aircraft size), ④ 착륙료(price of landing charges), ⑤ 교통성과 측정(traffic performance measures) 등이 있다(Schinwald and Hornung, 2014).

그러나 이들 지표 중 일부는 운항 횟수 외적 요인의 영향을 받기 때문에 수용능력 이용률을 직접적으로 평가하는 데 적합하지 않다. 예를 들어, 착륙료 가격은 교통 혼잡 기간에 수요를 조정하는 수단으로 활용될 수 있으나, 실제 가격 상승 요인이 단순히 혼잡 때문만이 아니라 항공기 취급비용 증가 등 다른 경제적 요인에서 비롯될 수 있다. 또한 항공편 지연 지표는 혼잡과 용량 부족의 결과를 잘 반영할 수 있지만, 지연의 원인이 기상, 항공사 운영 정책, 승객 연결편 대기 등 복합적 요인에 의해 발생하기 때문에 순수하게 수용능력 부족에 따른 지연 시간을 구분하여 측정하는 데에는 한계가 존재한다.

이러한 한계로 인해 수용능력 이용률을 평가하는 가장 적절한 방법은 교통성과 측정(traffic performance measures)을 활용하는 것이다. 이는 실제 교통 흐름과 공항 처리 능력 간의 관계를 기반으로 하여 수용능력 활용 수준을 직접적으로 정량화할 수 있기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 교통성과 지표를 중심으로 공항 수용능력 이용률을 분석하고, 이를 통해 주요 공항의 혼잡 수준과 정책적 시사점을 도출하고자 하였다.

2.2 기존 문헌 고찰

2.2.1 수용능력 이용률 지수에 관한 연구

공항의 혼잡 수준과 용량 제약 정도를 정량적으로 평가하기 위한 다양한 지표가 제시되었다. Gelhausen (2019)은 활주로 교통량과 용량을 활용하여 공항의 수용능력 이용 정도를 설명하는 공항용량 이용률(capacity utilization, CU) 개념을 제시하였다.

$$CU (\text{Capacity Utilisation}) = \frac{\text{연간 교통량}}{\text{공항수용능력}} \quad (1)$$

Capacity coverage chart(CCO)를 활용하여 공항 운영 여건 및 용량 제약 수준을 평가할 수 있는 수용능력 이용률 지수(capacity utilization index, CUI)를 정의하고, 이를 활용하여 활주로 용량 제약을 평가하는 기준을 제시하였다.

$$CUI (\text{Capacity Utilisation Index}) = \frac{T_a}{T_b} \quad (2)$$

$$\begin{cases} T_a = \text{평균 시간당 교통량} = \frac{\text{연간교통량}}{\text{연간운영시간}} \\ T_b = 5\% \text{첨두시 교통량} \end{cases}$$

여기서 T_a 는 평균 시간당 교통량, T_b 는 연간 전체 시간대별 교통량을 내림차순으로 배열했을 때 상위 5%에 해당하는 시간 교통량을 의미한다. 즉, CUI는 공항의 평균 교통 수준이 피크 시간대 교통량 대비 어느 정도의 비율에 해당하는지를 보여주는 지표이다.

추가로 유럽의 대표적 혼잡 공항인 프랑크푸르트(Frankfurt)와 런던 히드로(Heathrow) 공항의 CUI 분석을 통해 CUI 값이 0.65~0.70 범위에 도달하면 상당한 수준의 혼잡이 발생하는 것을 확인하였다. 이는 CUI가 일정 수준 이상일 경우 공항의 활주로 시스템이 한계 용량에 근접하여 운영되고 있음을 시사한다.

따라서 CUI는 단순한 평균 교통량 지표나 지연 지표보다 공항 혼잡 수준을 직접적이고 체계적으로 설명할 수 있는 수단으로 활용될 수 있으며, 향후 수용능력 확충이나 운영 정책 수립의 중요한 기초자료로 기능할 수 있다.

2.2.2 수용능력 이용률 등급 평가에 관한 연구

공항의 혼잡도와 수용능력 제약 수준을 보다 체계적으로 파악하기 위해 용량 이용률 등급 평가방법이 제시되었다.

Schinwald and Hornung(2014)은 capacity coverage chart(CCC)를 기반으로 기본 부하 지수(basic load index, BLI)와 피크 부하 지수(peak load index, PLI)를 정의하여 유럽 내 75개 공항을 대상으로 용량 제약 수준을 평가하였다. 이들은 활주로 용량(5% 피크시 교통량)의 15%를 하한 임계값(lower threshold)으로, 80%를 상한 임계값(upper threshold)으로 설정하였다. 이를 통해 각 공항의 시간대별 교통량 분포가 임계값 범위 내에서 어떻게 변화하는지를 분석하고, 공항별 혼잡 수준을 계량적으로 구분하였다(Fig. 2).

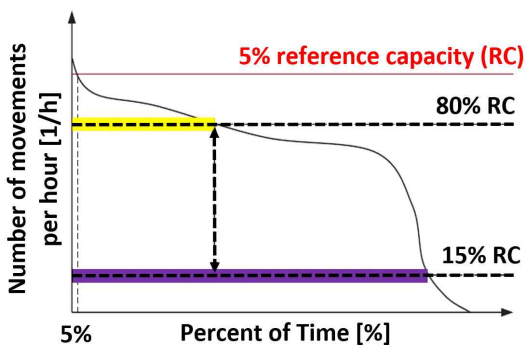


Fig. 2. Example of PLI calculation using CCC

$$PLI(\%) = \frac{T_u}{T_l}, BLI(\%) = \frac{T_l}{T_m}$$

$$\begin{cases} T_u = \text{상한임계값이상운영시간}(t) \\ T_l = \text{하한임계값이상운영시간}(t) \\ T_l = \text{하한임계값이상처리운항횟수} \\ T_m = \text{활주로 최대 운항횟수} \end{cases} \quad (3)$$

Gelhausen(2019)은 분석 범위를 확대하여 연간 운항 횟수가 7만 회 이상인 229개 공항을 대상으로 용량 제약 수준을 평가하였다. 그는 공항별 활주로 배치 형태에 따라 5% 피크시 용량을 추정된 뒤, 총 운영 시간 중 5% 피크시 용량의 70%를 초과하는 시간의 비율을 산출하였다. 이를 기준으로 공항을 네 개 등급으로 분류하였으며 (Table 1), 등급이 높을수록 혼잡과 제약 수준이 큰 것으로 해석하였다.

특히, C등급 이상의 공항은 전체 운영 시간의 절반 이상에서 용량 제약이 발생하며, 심각한 수준의 지연과 혼잡이 발생한다고 지적하였다. 또한 D등급 공항은 배정 가능한 슬롯이 모두 포화된 상태로, 추가적인 항공 교통량의 증가가 불가능한 공항으로 규정하였다(Fig. 3).

이처럼 Schinwald(2014)와 Gelhausen(2019)는 시간대별 분포와 임계값 기준을 활용한 등급화 방법론을 제시함으로써 공항 혼잡 수준을 보다 세밀하게 평

Table 1. Capacity utilization grade table

Class	70% 초과 운영시간
A	운영시간 < 5%
B	5% ≤ 운영시간 < 35%
C	35% ≤ 운영시간 < 65%
D	운영시간 ≥ 65%

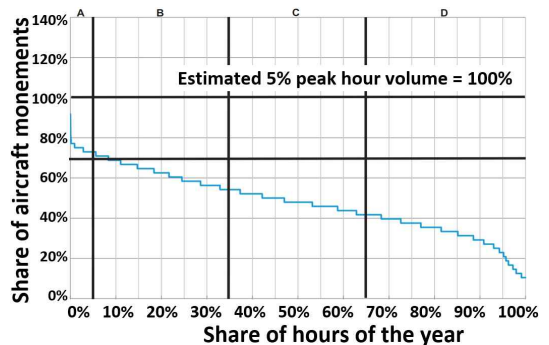


Fig. 3. Example of capacity utilization grade

가할 수 있음을 보여주었다. 이러한 접근은 향후 공항 확장 계획, 슬롯 배분 정책, 혼잡 관리 전략 수립에 있어 중요한 참고 기준이 될 수 있다.

2.3 연구 방법

2.3.1 분석 대상공항 선정

본 연구는 ACI에서 발표한 2024년 기준 국제여객 처리 실적 상위 30대 공항을 분석 대상으로 선정하였다. 분석 대상 공항의 국제여객 수요와 지역적 권역은 Table 2와 같다.

2.3.2 자료수집 및 기초분석

분석을 위해 OAG(official aviation data)¹⁾에서 제공하는 운항스케줄 자료를 이용하였다. 분석 기간은 2015년부터 2024년까지의 연간 운항횟수와 시간대별 운항횟수를 산출한 후, 이를 바탕으로 capacity coverage chart(CCC)를 작성하였다. 이러한 과정을 통해 공항별 수용능력 제약 수준을 평가할 수 있는 기초자료를 마련하였다.

2.3.3 공항수용능력 이용률 분석 방법

공항 수용능력 이용률 평가는 기존 연구에서 제안된 지표들을 참고하여 수행하였다. 먼저 용량 이용률 지수(CUI)는 공항의 평균 시간당 교통량을 첨두시 교통량으로 정의된 용량으로 나눈 비율로 산정하였다. 이는 평균적인 수요 수준이 피크 수요 대비 어느 정도의 수준에 해당하는지를 나타내며, 공항 혼잡 수준의 기초적 판단 기준이 된다.

다음으로 용량 이용률 수준(CUL)은 첨두시 교통량의 70%를 초과하는 시간의 비율을 전체 운영 시간 대비로 산정하였다. CUL은 실제 혼잡이 빈번히 발생하는 시간대의 비중을 반영함으로써 공항 운영 안전성 평가에 활용될 수 있다. CUI와 CUL 산정 시 운영시간은 야간 제한(curfew)이나, 야간 시간대의 낮은 수요 운영시간이 반영될 경우 평균값이 인위적으로 낮아질 수 있어 항공기 운항 횟수가 5회/시를 초과하는 시간대로 한정하였다.

Schinwald & Hornung(2014)은 유럽 주요 75개 공항을 분석하여 5% 피크시 교통량이 고시용량과 가장

Table 2. Selection of target airports for analysis

순 위	공 항 명(Code)	국제여객 (천 명)	권역
1	두바이(DXB)	92,331	중동
2	히드로(LHR)	79,194	유럽
3	인천(ICN)	70,669	아시아
4	창이(SIN)	67,063	아시아
5	암스테르담(AMS)	66,825	유럽
6	샤를드골(CDG)	64,469	유럽
7	이스탄불(IST)	62,975	중동
8	프랑크푸르트(FRA)	56,185	유럽
9	첵랍콕(HKG)	52,949	아시아
10	도하(DOH)	52,714	중동
11	방콕(BKK)	50,333	아시아
12	마드리드(MAD)	48,722	유럽
13	타오위안(TPE)	44,743	아시아
14	쿠알라룸푸르(KUL)	41,875	아시아
15	바르셀로나(BCN)	40,721	유럽
16	개트윅(LGW)	40,292	유럽
17	로마피우미치노(FCO)	38,216	유럽
18	뉴욕 케네디(JFK)	35,403	미주
19	뮌헨(MUC)	35,258	유럽
20	더블린(DUB)	34,444	유럽
21	킹압둘아지즈(JED)	33,610	중동
22	나리타(NRT)	32,151	아시아
23	안탈리아(AYT)	31,679	유럽
24	비엔나(VIE)	31,356	유럽
25	리스본(LIS)	31,115	유럽
26	취리히(ZRH)	30,688	유럽
27	토론토(YYZ)	30,370	미주
28	맨체스터(MAN)	28,887	유럽
29	아부다비(AUH)	28,727	중동
30	코펜하겐(CPH)	28,276	유럽

높은 상관관계를 갖는다는 점을 근거로, 이를 용량 지표로 활용하였다. 반면, 본 연구에서는 실제 공항 운영 현황과 유사성을 높이기 위해 ADPM-PH를 첨두시 교통량의 대푯값으로 사용하였다. 이는 5% 피크시 교통

1) OAG(official aviation guide)는 글로벌 항공 데이터 제공업체로, 전 세계 항공 스케줄, 항공편 상태, 연결시간 등 포괄적 항공 운항 정보 제공.

량보다 고시용량(슬롯)에 더 근접한다는 점에서 본 연구의 분석 목적에 적합하다고 판단된다.

Fig. 4와 Table 3은 각각 인천국제공항의 CCC 그래프와 CUI, CUL 값을 산정한 결과 예시이다.

2.4 분석결과

2.4.1 수용능력 이용률 분석(2024년 기준)

분석대상 공항의 2024년 기준 용량 이용률 분석(CUI, CUL) 결과는 Table 4와 같다.

분석 결과 CUI가 0.65 이상인 공항은 히드로, 두바이, 창이, 게트윅 등 4개 공항으로 나타났다. 특히, 히드로와 두바이 공항은 CUL 역시 0.65 이상으로 분석되어, 분석 대상 공항 중 용량 제약 수준이 가장 큰 공항으로 확인되었다.

용량 제약 수준이 큰 히드로, 두바이 공항과 제약 수준이 상대적으로 낮은 로마 피우미치노, 도하 공항의 CCC를 비교한 결과는 Fig. 5~8과 같다.

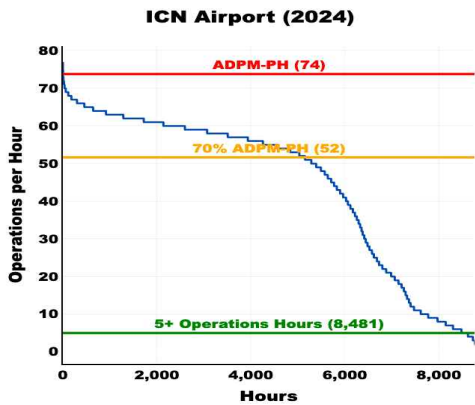


Fig. 4. CCC graph (example: ICN)

Table 3. Example of capacity utilization analysis (example: ICN)

운영시간 (5회/시 이상)	첨두운항 (회/시)	평균운항 (회/시)	첨두운항×70% 이상 운영시간
8,481	74	46.5 (394265÷8481)	5,152

$$CUI = \frac{\text{평균 운항}}{\text{첨두운항 (ADPM-PH)}} = \frac{394,265 \div 8,481}{74} = 0.63$$

$$CUL = \frac{\text{첨두운항} \times 70\% \text{ 이상 운영시간}}{\text{운영시간 (5회/시 초과운항)}} = \frac{5,152}{8,481} = 0.607$$

Table 4. Results of capacity utilization analysis

순위	공 항 명(Code)	연간운항 (회)	CUI	CUL
1	두바이(DXB)	433,359	0.768	0.758
2	히드로(LHR)	481,486	0.794	0.808
3	인천(ICN)	394,265	0.630	0.607
4	창이(SIN)	360,247	0.677	0.625
5	암스테르담(AMS)	328,880	0.618	0.537
6	샤를드골(CDG)	432,547	0.598	0.395
7	이스탄불(IST)	481,376	0.580	0.325
8	프랑크푸르트(FRA)	431,880	0.634	0.459
9	책랍콕(HKG)	336,683	0.557	0.330
10	도하(DOH)	269,758	0.459	0.163
11	방콕(BKK)	357,669	0.642	0.473
12	마드리드(MAD)	392,169	0.602	0.379
13	타오위안(TPE)	242,957	0.600	0.347
14	쿠알라룸푸르(KUL)	357,156	0.577	0.397
15	바르셀로나(BCN)	328,880	0.620	0.428
16	게트윅(LGW)	262,176	0.652	0.511
17	로마 피우미치노(FCO)	309,500	0.513	0.193
18	뉴욕 케네디(JFK)	438,461	0.644	0.580
19	뮌헨(MUC)	311,597	0.559	0.252
20	더블린(DUB)	230,200	0.582	0.329
21	김포국제공항(ICN)	269,320	0.622	0.281
22	나리타(NRT)	234,397	0.611	0.340
23	안탈리아(AYT)	183,722	0.354	0.043
24	비엔나(VIE)	230,146	0.609	0.308
25	리스본(LIS)	221,836	0.791	0.780
26	취리히(ZRH)	232,678	0.611	0.326
27	토론토(YYZ)	353,754	0.590	0.321
28	맨체스터(MAN)	188,336	0.546	0.269
29	아부다비(AUH)	156,399	0.428	0.108
30	코펜하겐(CPH)	226,407	0.519	0.157

2.4.2 수용능력 이용률 특성 분석

대상 공항 30개에 대해 2015년부터 2024년까지의 기간(코로나 기간 2020~2023년 제외)에 대한 용량

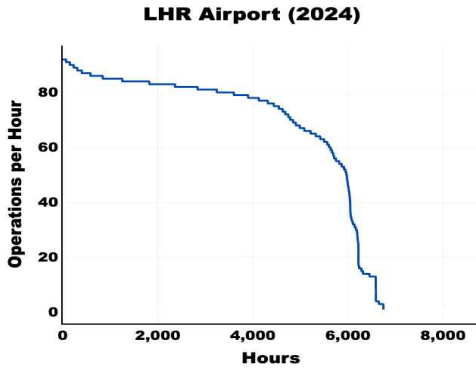


Fig. 5. CCC of Heathrow Airport (2024)

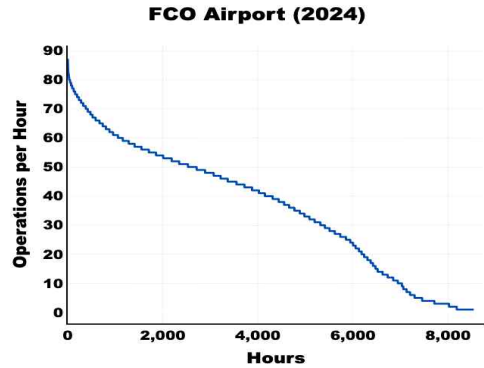


Fig. 7. CCC of Rome Fiumicino Airport (2024)

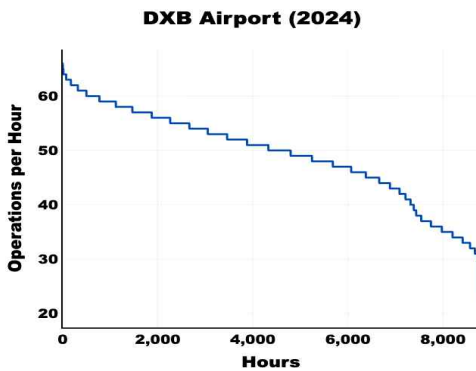


Fig. 6. CCC of Dubai Airport (2024)

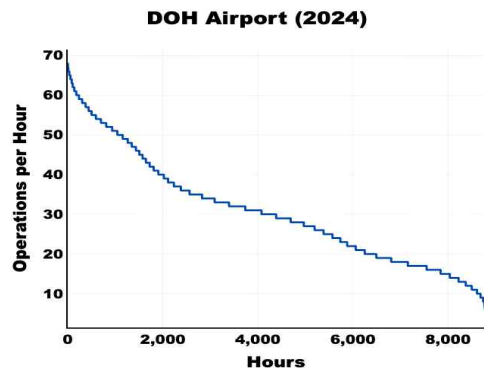


Fig. 8. CCC of Doha Airport (2024)

이용률 지수를 분석한 결과, 연간 운항횟수가 증가함에 따라 용량 이용률 지수(CUI, CUL)가 상승하는 경향을 보였다(Fig. 9, 10).

아시아 권역의 공항 역시 연간운항 증가율이 두드러지며, 이로 인해 용량 제약 문제가 심각하게 대두되고 있는 것으로 확인되었다.

이에 인천공항은 제4활주로 신설, 제2여객터미널 확장 등 4단계 사업을 2024년 12월 완료하여 1억 6백만 명의 수용능력을 확보하였다. 홍콩, 창이, 푸둥 등 아시아 지역의 다른 공항들 역시 수용능력 제약 해소를 위해 활주로, 터미널 등 대규모 인프라 확충을 활발히 진행 중이다(Table 5).

III. 결 론

본 연구는 capacity coverage chart(CCC)를 기반으로 공항 수용능력 활용도를 분석하고, 글로벌 주요

공항의 혼잡 수준과 그에 따른 정책적 시사점을 도출하였다.

용량 제약은 항공 연결성(air connectivity)을 제한하고, 항공사의 운항 전략에도 직접적인 영향을 미친다. 제한된 슬롯 환경에서 항공사들은 수익성이 높은 노선에 집중할 수밖에 없으며, 이는 신규 목적지로의 연결편 개설을 저해하여 시장의 다양성과 잠재적 성장 기회를 축소시킨다. 특히 허브 공항의 경우, 특정 노선의 손실은 허브 네트워크 전체의 연결성 약화로 이어져 항공사 노선망 확장을 저해할 수 있다(OECD, 2017).

또한, 수용능력 제약은 신규 항공사의 진입 장벽으로 작용하여 항공사 간 경쟁을 제한한다. 제한된 경쟁 환경은 공급 부족으로 이어지고, 결과적으로 항공요금 상승을 초래한다.

ACI(2017)에 따르면 공항 혼잡이 10% 증가할 때마다 항공 요금은 약 1.4%~2.2% 상승하며, 추가 비용

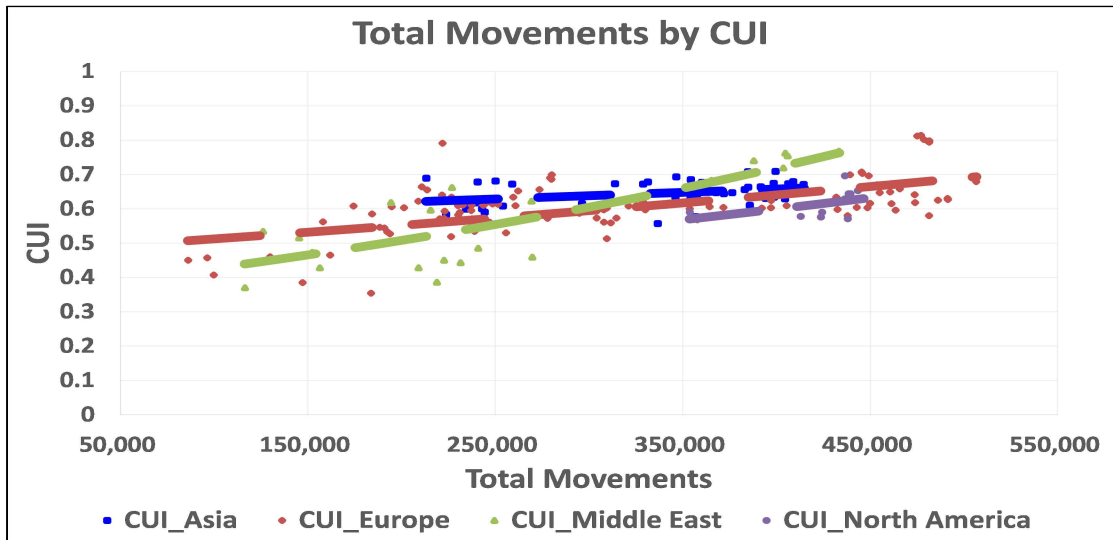


Fig. 9. Variation of CUI by annual aircraft movements

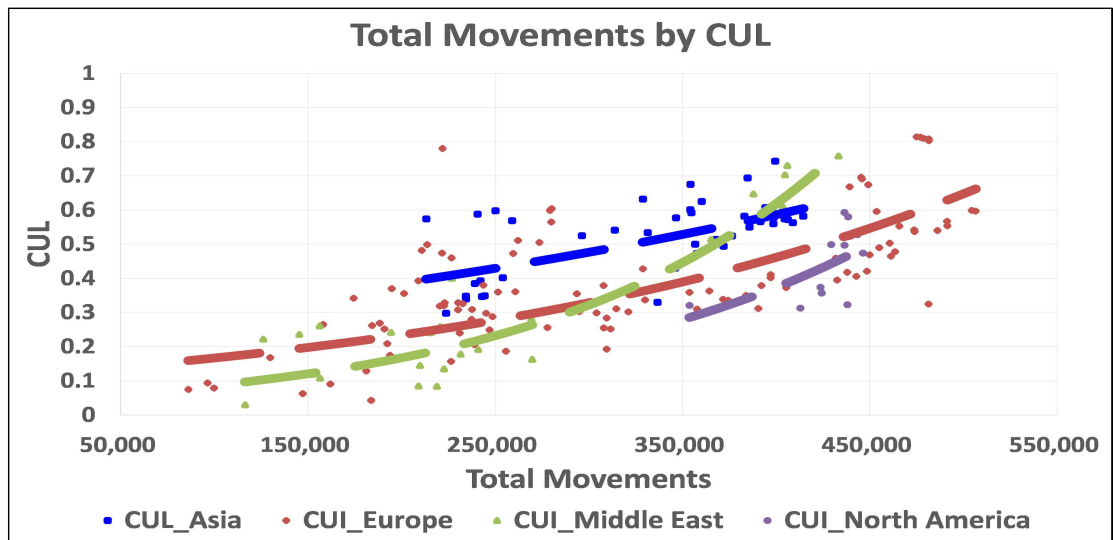


Fig. 10. Variation of CUI by annual aircraft movements

Table 5. Airport development plans in Asia

공항	개발계획		
	활주로	터미널	수용능력
홍콩	제3활주로 (3독립)	T2 탑승동 (40백만 명)	80백만 명 → 1.2억 명('26)
창이	제3활주로 (3독립)	T5 (50백만 명)	90백만 명 → 1.4억 명('30s)
푸동	제5활주로 (3독립 2근접)	T3 (50백만 명)	80백만 명 → 1.3억 명('25)
광저우	제4, 5활주로 (3독립 2근접)	T3 (40백만 명)	80백만 명 → 1.2억 명('30s)
타오위안	제3활주로 (3독립)	T3 (45백만 명)	37백만 명 → 82백만 명('25)
나리타	제3활주로 (3독립)	터미널 통합·확장	62.5백만 명 → 1.37억 명('30s)

이 여객들에게 전가될 것으로 전망된다. 이는 수용능력 부족이 단순히 항공 산업의 문제가 아니라 국가 경제와 소비자 후생에도 중대한 영향을 미친다는 사실을 보여준다.

이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위한 궁극적인 방법은 수요에 부합하는 수준으로 공항 수용능력을 확충하는 것이다. 충분한 공항 용량을 확보하게 되면, 기존 및 신규 항공사 모두 슬롯 접근성을 보장받아 운항 공급을 확대할 수 있으며, 이는 좌석 확보 비용 절감과 항공 요금 안정화로 이어진다. 결과적으로 항공 접근성과 연결성이 강화되고, 이는 국가 경제 성장과 사회적 편익 증대에 기여한다(ACI, 2017).

따라서 본 연구는 공항 수용능력 제약을 해소하기 위한 전략적 접근이 필요함을 강조한다. 향후 연구에서는 CCC 기반의 정량적 지표와 실제 운영 데이터(예: 지연 시간, 슬롯 배정 현황)를 결합하여 보다 정교한 분석을 수행할 필요가 있다.

Acknowledgments

본 연구는 기상청 “차세대 항공교통 지원 항공기상 기술개발 (과제번호: KMI2022-00510)”의 연구지원으로 수행되었습니다.

References

1. Gelhausen, M., Berster, P., and Wilken, D., "Airport Capacity Constraints and Strategies for Mitigation: A Global Perspective", Elsevier, London, 2019.
2. Schinwald, C., and Homing, M., "Methodical approach to determining the utilization of airports: The development of the European air traffic system between 2008 and 2012", Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, 2014.
3. Dray, L., "An empirical analysis of airport capacity expansion", *Journal of Air Transport Management*, 87, 2020, pp. 101850.
4. De Neufville, R., and Odoni, A., "Airport Systems: Planning, Design and Management", McGraw-Hill, New York, 2013.
5. Federal Aviation Administration, "National plan of integrated airport system (2001 - 2005)", FAA, 2002.
6. Federal Aviation Administration, "AC 150/5060-5: Airport capacity and delay", FAA, 1983.
7. International Civil Aviation Organization, "Doc 9184-AN/902, Part 1: Master planning", ICAO, 1987.
8. Airports Council International, "Annual world airport traffic dataset", ACI, 2025.
9. Airports Council International, "How airport capacity impacts air fares", ACI, 2017.
10. Organisation for Economic Cooperation and Development, "Capacity building through efficient use of existing airport infrastructure", OECD, 2017.
11. Airports Council International, "World airport traffic forecasts 2024 - 2053", ACI, 2025.