Original Article
https://doi.org/10.12985/ksaa.2026.34.1.118
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

공항 장비 정치장의 효율적 활용방안 및 사용료 체계에 대한 적정성 분석 연구

박성식*, 추한철**

A Research of Efficient Use of Ground Service Equipment Parking·Storage Area and Ramp Fee Structure at Airport

Sung-sik Park*, Han-chul Choo**

ABSTRACT

This study attempted to conduct a comprehensive analysis on the efficient use of the airport equipment parking area and the reasonable facility charge system. The researcher attempted to present academic and policy implications for this study in terms of improving the efficiency of airport operation in the airside of airport, improving the safety of ground operators, and securing equity among stakeholders. According to empirical analysis, this study proposed a plan to improve the mooring fee system based on the equipment rating system using K-means cluster analysis as a policy alternative to simultaneously reduce congestion in airport equipment parking area and improve profitability of airport operating authorities. First of all, it is to increase the mooring usage fee by 10% for grade 4 GSE equipment. The opportunity cost of space occupancy was reflected through a price signal for the concentrated cluster. In addition, it is expected to suppress inefficient long-term occupancy and induce equipment relocation. Secondly, this paper proposed also the introduction of surcharge for unused GSE equipment left in the parking area.

Key Words : GSE(지상조업), Equipment Parking Area(장비정치장), Airport Operation(공항운영), Ramp Charge(계류장 사용료), K-Mean Clustering Analysis(K-Mean 군집분석)

Ⅰ. 서 론

항공운송산업은 COVID-19 극복 이후 글로벌 교역 확대와 여객·화물 수요 증가에 따라 지속적으로 성장해 왔다. 공항은 단순한 항공기 이·착륙 시설을 넘어 복합 물류 및 항공서비스 플랫폼으로 기능을 수행하고 있다. 특히 지상조업(ground handling service), 항공기 정비(MRO), 화물 하역, 제설·제빙, 항공보안 및 시설 유지관리 등 다양한 공항 에어사이드에서 행하여지는 공항 운영은 항공기 운항 안전성과 정시성 확보에 직결되는 핵심 요소이다.

이러한 활동을 지원하기 위해 공항 내에는 장비정치장(equipment parking and staging area)이 설치·운영되고 있으며, 이는 지상조업장비(GSE: ground support equipment) 및 특수장비의 보관·대기·정비를 위한 필수 인프라이다.

그러나 최근 공항 운영환경의 변화－항공기 회전시간(turnaround time) 단축 압력, 저비용항공사(LCC,

Received: 23. Feb. 2026, Revised: 25. Feb. 2026, Accepted: 10. Mar. 2026
* 국립한국교통대학교 항공운항학과 교수
** 국립한국교통대학교 글로벌융합대학원 항공경영학과
연락저자 E-mail : skychoo77@ut.ac.kr
연락저자 주소: 충북 충주시 대학로 50

low cost carrier)의 증가, 공항 혼잡도 심화, 친환경 전동화 장비 확대 등으로 인해 공항 에어사이드 내 장비정치장이 극심한 포화상태에 이르고 있다. 이로 인해 장비 정치장에 대한 공간 효율성과 운영체계에 대한 점검이 절실한 실정이다. 특히 항공기 입출항 슬롯의 용량이 이미 포화상태에 다다른 연간 이용객 2천만 명급 국내공항(김포, 김해 및 제주국제공항)이나 부지 확장이 제한적인 일부 공항들의 경우, 장비정치장의 물리적 한계로 인해 운영 비효율, 장비 이동 동선의 장거리화, 장비 정치장 이격에 따른 조업자의 산업재해 등 안전 리스크 증가 등의 문제가 발생하고 있는 실정이다.

더욱이 장비정치장은 공항 운영주체(공항공사)와 지상조업사 간의 계약관계 속에서 사용료 체계가 적용되는 공간이기도 하다. 사용료 산정 기준이 면적 기반인지, 장비 대수 기반인지, 혹은 운영 시간·점유율 기반인지에 따라 비용 부담 구조와 시장 경쟁 환경이 달라질 수 있다. 만약 사용료 체계가 시장 원리 및 비용 회수 원칙과 괴리되어 있을 경우, 공정경쟁 저해, 과소·과다 이용, 비효율적 공간 점유 등의 문제가 발생할 수도 있다.

따라서 본 연구는 공항 장비정치장의 효율적 활용방안과 합리적인 사용료 체계에 대한 종합적 분석을 수행하고자 하였다. 연구자는 에어사이드 내 공항 운영의 효율성을 제고하고, 지상조업자의 안전도를 향상 그리고 이해관계자 간 형평성 확보 측면에서 본 연구가 학술적·정책적 시사점을 제시하고자 하였다.

II. 본 론

2.1 선행연구와의 차별성

공항의 운영 효율성에 관한 국내외 선행연구들은 주로 공항 터미널의 여객처리용량(capacity), 계류장 운영 최적화, 항공기 운항횟수에 따른 활주로 처리능력(runway capacity), 또는 공항 사용료 체계(landing fee, passenger charge 등)에 연구의 초점을 맞추어 왔다. 일부 연구에서는 지상조업 효율성, 장비 배치 최적화, GSE 동선 최소화 모형 등을 다루고 있으나, 장비정치장이라는 공간 단위에 집중하여 공간 활용 효율성과 사용료 체계를 동시에 분석한 연구는 상대적으로 제한적이었다.

공항의 시설 사용료에 관한 연구는 ICAO의 비용회수 원칙(cost recovery principle) 및 비차별성(nondiscrimination) 원칙을 중심으로 착륙료, 여객시설사용료, 소음부담금(noise charge) 및 ICAO CORSIA 시행에 따른 탄소배출부과금(carbon tax) 등에 대한 연구가 주류를 이루어 왔다. 반면, 장비정치장과 같은 부대시설에 대한 요금체계는 개별 공항의 내부 규정에 의존하는 경우가 많아 학술적 검토가 충분히 이루어지지 않았던 것이 현실이다. 이에 본 연구는 다음과 같은 차별성을 가진다고 평가할 수 있다.

첫째, 공항 장비정치장의 공간 활용 현황을 실증적으로 분석하고, 둘째 장비 배치 및 운영 동선 관점에서 효율성 지표를 도출하며, 마지막으로 사용료 체계의 산정 기준과 적정성을 비용·형평성·유인(incentive) 구조 측면에서 분석함으로써 효율적 활용방안과 합리적 요금체계 개선모형을 통합적으로 제시하였다.

2.2 공항 사용료 이론

공항 사용료는 공항 운영자가 항공사 및 관련 사업자에게 공항 인프라 사용에 대한 대가로 부과하는 요금으로, 전통적으로 착륙료(landing fee), 여객서비스료(passenger service charge), 계류장 사용료(ramp charge) 등 항공기 운항과 직접적으로 연계된 항목이 중심을 이루어 왔다(Adler and Berechman, 2001). 그러나 최근에는 상업시설, 정비구역, 장비정치장 등 부대시설에 대한 사용료 체계 역시 공항 재무구조와 경쟁환경에 중요한 영향을 미치는 요인들 중 하나로 인식되고 있다(Button, 2008). 공항 사용료 이론은 크게 원가 기반 접근(cost-based approach), 한계비용 가격이론(marginal cost pricing), 그리고 시장지향적 접근(commercial or market-based pricing)으로 구분할 수 있다(Forsyth, 2006).

첫째, 원가 기반 접근법은 공항 시설 사용료를 부과하는 목적이 공항 인프라의 건설·운영·유지관리 비용을 회수하는 것이다. 공항을 공공재 또는 준공공재로 간주하는 관점에서 출발한다. 이 경우 요금은 투자비 회수 및 합리적 수익 확보를 전제로 산정된다(ICAO, 2022).

둘째, 한계비용 가격이론은 사회적 자원배분 효율성을 극대화하기 위해 한계비용에 근접한 요금을 부과해야 한다는 이론이다. 혼잡이나 피크시간대 수요 집중이 존재하는 경우, 혼잡비용(congestion cost)을 반영한 차등요금제가 효율적이라는 주장으로 확장된다(Brueckner, 2002).

셋째, 시장지향적 접근은 공항을 하나의 기업으로 보

고, 경쟁공항 또는 대체교통수단과의 경쟁 환경을 고려하여 요금을 전략적으로 설정하는 방식이다. 특히 허브공항 간 경쟁, 저비용항공사 유치 전략 등은 차별적 요금정책의 근거가 된다(Oum et al., 2008; Vogel, 2016).

장비정치장의 경우, 전통적 착륙료와 달리 수요의 파생적 성격을 갖는다. 즉, 항공기 운항 규모와 지상조업 활동량에 따라 장비 수요가 결정된다. 따라서 장비정치장 사용료는 항공운송시장 구조, 지상조업사 경쟁환경, 공항의 공간 제약 수준 등과 밀접하게 연계되어 있으며, 단순 면적 임대료 개념을 넘어 전략적 요금정책의 대상으로 분석될 필요가 있다.

2.3 비용회수 및 공정성

공항 시설 사용료 체계는 국제민간항공기구(ICAO)가 제시한 비용회수의 원칙(cost recovery principle)과 비차별성(non-discrimination) 원칙에 기반하여 설계되는 것이 일반적이다(ICAO, 2019). 비용회수의 원칙은 공항 운영자가 합리적인 범위 내에서 투자 및 운영비용을 회수할 수 있도록 보장하는 것을 의미하며, 이는 공항 인프라의 지속가능성을 확보하기 위한 최소 조건으로 간주된다. 비차별성 원칙은 동일 조건의 이용자에게 동일한 요금을 적용해야 함을 의미한다(IATA, 2021). 이는 공정경쟁 환경을 유지하고 특정 사업자에게 부당한 특혜 또는 차별이 발생하지 않도록 하는 규범적 기준이다. 그러나 실제 공항 운영에서 다음과 같은 쟁점들이 발생할 수 있다.

첫째, 비용 배분 문제(cost allocation)와 관련하여 공항 전체 운영비 중 장비정치장에 귀속되는 비용을 어떻게 산정할 것인가라는 쟁점이 발생할 수 있다.

둘째, 공간 기회비용(opportunity cost)과 관련하여 제한된 공항 부지를 장비정치장으로 사용하는 경우, 다른 용도로 활용할 수 있었던 잠재가치는 어떻게 반영할 것인가라는 쟁점이 대두될 수 있다.

마지막으로 형평성(equity) 및 효율성(efficiency) 측면에서 면적기반 요금은 형평성 측면에서 단순·명확하나, 실제 점유율이나 회전율을 반영하지 못할 수 있다. 반면, 사용시간 또는 장비 대수 기반 요금은 효율적 이용을 유도할 수 있으나 관리비용이 증가할 수 있다. 따라서 장비정치장 사용료의 적정성은 단순 원가회수 여부를 넘어, 형평성, 효율성 및 조업사에 대한 인센티브 제도 등을 동시에 고려한 다차원적 분석이 요구된다.

2.4 차지면적에 따른 혼잡도 분석

연구자는 장비정치장 혼잡도 계산을 위해 각 공항별 등록 장비를 파악하고 각 장비가 차지하는 면적을 계산하였다. 연구 대상이 된 표본은 2021년을 기준으로 국내 공항들 중 인천국제공항을 제외한 가장 연간 여객수요 및 항공기 운항횟수가 많은 A-공항, B-공항 및 C-공항을 대상으로 수행하였다. 인천국제공항의 경우 공항 에어사이드 면적이 충분하고 현재 4단계에서 5단계 개발까지 지속적으롱 인프라 확장계획이 추진 중이기 때문에 본 연구의 분석대상에서 제외하였다(Table 1, Table 2).

국내 A-공항, B-공항 및 C-공항에 2021년 기준으로 등록된 항공기 지상조업장비 통계자료를 입수하여

Table 1. Overview on occupied area of GSE equipment at airport

구분	등록장비 (unit)		차지 면적 (m^2)		소계	
	동력	비동력	동력	비동력	등록장비	차지 면적
A-공항	534	1,263	14,907.5	25,360	1,797	40,267.5
B-공항	468	536	11,085.9	9,368.6	1,004	20,454.5
C-공항	481	594	13,735	10,099.5	1,075	23,834.5

Table 2. Measuring the congestion of GSE equipment parking areas at airport

구분	장비정치장 면적 (m^2)	등록 장비 면적 (m^2)	혼잡도 (%)
A-공항	60,614	40,267.5	66.43
B-공항	42,960	20,454.5	47.61
C-공항	40,893	23,834.5	58.29

등록장비의 길이, 폭을 이용하여 장비 차지면적을 계산하였다. 혼잡도 분석을 위해 각 지상조업장비들이 장비정치장에 정치되어 있을 시 장비들의 폭을 최소 기준인 1m로 계산하였다. 이러한 분리 기준을 통해 각 장비들의 길이와 폭에 1m씩을 추가하여 지상조업장비가 차지하는 면적을 계산하였다.

장비 댓수 및 차지면적 현황을 분석한 결과 A-공항에 등록된 GSE 장비와 장비 차지 면적이 가장 많은 것으로 나타났다. B-공항이 가장 적은 등록 장비와 장비 차지 면적을 가지고 있었지만, C-공항과 B-공항의 등록 장비와 장비 차지 면적은 유의미하게 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. A-공항의 경우 일반 차량을 제외한 등록 장비는 총 1,797대이며 해당 등록 장비는 40,267.5m^{2}의 면적을 차지하고 있었다. B-공항의 경우 일반 차량을 제외한 등록 장비는 총 1,004대이었으며, 해당 등록 장비는 20,454.5m^{2}의 면적을 차지하고 있었다. 마지막으로 C-공항에는 일반 차량을 제외한 등록된 GSE 장비 댓수는 총 1,075대이었으며, 해당 등록 장비는 총 23,834.5m^{2}의 면적을 차지하고 있는 것으로 파악되었다.

장비정치장의 면적 대비 등록된 GSE 장비 면적을 측정한 결과 A-공항은 약 66.43%의 혼잡도를 나타냈으며, B-공항의 경우 47.61% 그리고 C-공항의 경우 58.29% 혼잡도를 나타냈다. 해당 혼잡도 수치만 본다면 장비정치장 면적 대비 등록장비가 차지하는 면적이 47~66% 수준으로적절하다고 판단될 수 있다. 하지만, 본 연구에 제시된 국내 3개 대형 공항 에어사이드에서 지상조업사 및 정비업체들이 조업 시 원격 주기장 주변에 마련된 장비정치장을 활용하는 비중이 현저히 낮기 때문에, 여객 및 화물터미널 앞에 마련된 장비정치장은 극심한 혼잡도를 나타내고 있는 실정이다.

A-공항 및 C-공항의 경우 원격 주기장 주변 장비정치장의 위치가 국내선 및 국제선 터미널 혹은 에어사이드 내에서 조업하는 지상조업사 사무실과의 거리가 매우 이격되어 있어 원격 주기장 주변 장비정치장의 활용도가 저조하다 왜냐하면 국내선 및 국제선 터미널 또는 지상조업사 사무실에서 원격 주기장 주변 장비정치장으로 이동하기 위해서는 주기되어 있는 항공기 및 타사 지상조업 장비들을 피해서 일직선 최단거리 이동이 불가능하기 때문에 원거리를 돌아서 원격 주기장으로 이동이 필요하기 때문이다. 아울러 원격 주기장 주변 장비정치장에 장비를 정치 시 지상조업 작업자들이 한파, 폭염시 피할 장소가 없고 휴식을 할 장소가 없어 원격 주기장 주변 장비정치장의 활용도가 많이 떨어지는 상황인 것이다.

2.5 K-Mean 군집분석

본 연구는 Table 3과 같이 계류장 사용료 부과체계를 기준으로 사용료 적정성을 분석하고자 하였다. 공항시설료 사용규정(제5차 개정, 2020)에 따르면 지상조업장비에 대한 계류장 사용료는 동력장비와 비동력장비로 구분하여 부과하고 있으며 등록장비의 경우 평균 500원/일에서 600원/일 사이로 부과하고 있는 것으로 파악되었다.

연구자는 계류장 사용료 체계를 개선하여 장비정치장의 혼잡도를 완화하기 위한 개선방안으로 크게 다음의 실증분석의 목적을 설정하였다. 첫째, 계류장 사용료 등급제를 통해 장비정치장에 정치하는 지상조업장비들의 등급별 요율을 산정하고자 하였다. 둘째, 가장 많은 장비들이 집중되어 있는 등급에 대한 계류장 사용료 요율을 인상할 것을 제안하고자 하였다.

이러한 실증분석의 목적을 달성하기 위해서 연구자는 K-mean 군집분석(clustering analysis)라는 통계적 방법론을 적용하였다. 본 연구는 계류장 사용료 등급제를 설계하기 위하여 장비정치장에 정치 중인 지상조업장비(GSE)의 특성을 기반으로 등급을 도출하고, 각 등급별 요율 차등화 가능성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 비지도학습(unsupervised learning) 기법 중 하나인 K-means 군집분석을 적용했다. K-means 군집분석은 관측치들을 사전에 설정된 군집 수 K개로 분류하되, 동

Table 3. Ramp charge rate

산정 기준	요금 체계
• 차량(동력)이나 장비(비동력)의 공부 상 자체중량 • 1톤 미만은 100kg 단위로 계산하여 적용하되, 100kg 미만은 100kg으로 간주	(가) A-공항 / B-공항 / C-공항 • 차량(동 력): 등록된 경우 1일 톤당 500원, 비등록된 경우 1회 출입시 톤당 500원 • 장비(비동력): 등록된 경우 1일 톤당 600원 비등록된 경우 1회 출입시 톤당 600원

일 군집 내 관측치 간 유사성은 극대화하고, 군집 간 이질성은 극대화하는 것을 목표로 하였다. 본 연구에서 각 관측치는 개별 지상조업장비이며, 군집은 장비정치장 사용 특성에 따른 요율 등급으로 해석하였다.

장비 I (i=1,2,⋯,n)에 대해 다음과 같은 특성 벡터를 정의할 수 있다. 전체 데이터는 n×p 차원의 행렬로 표기된다.

$$X_i = (X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \ldots X_{ip}) \tag{1}$$

아울러 변수간의 차이를 보정하기 위해서 표준화(Standardization) 작업을 수행하였다.

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_j}{\sigma_j} \tag{2}$$

여기서 μ_{ij} 는 변수 j의 평균이며, σ_{ij}는 표준편차이다. K-means의 핵심은 군집 내 제곱합(within-cluster sum of squares, WCSS)을 최소화하는 것이다. 군집 C_k의 중심(centroid)를 아래와 같이 정의할 수 있다.

$$\boldsymbol{\mu}_k = \frac{1}{|C_k|} \sum_{\mathbf{x}_i \in C_k} \mathbf{x}_i \tag{3}$$

전체 목적함수도 다음과 같다.

$$\min_{C_1, \ldots, C_K} J = \sum_{k=1}^{K} \sum_{\mathbf{x}_i \in C_k} \|\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_k\|^2 \tag{4}$$

여기서 $\|\mathbf{x}_i - \boldsymbol{\mu}_k\|$는 유클리드 거리(Euclid norm)를 의미하며, J는 군집 내 제곱거리의 총합 즉, K-mean은 다음의 최적화 문제를 해결하게 되는 것이다.

$$\arg\min_{C} \sum_{k=1}^{K} \sum_{i \in C_k} \sum_{j=1}^{p} (x_{ij} - \mu_{kj})^2 \tag{5}$$

연구자는 A-공항에서 2019년 9월 기준 이동지역 차량 및 장비들의 무게 자료를 입수하여 이에 대한 공항운영당국의 계류장 사용료 부과실적 데이터를 바탕으로 K-mean 군집분석을 수행하였다. K-mean 클러스터링 알고리즘은 클러스터링 방법 중 분할법에 속한다. 분할법은 주어진 데이터를 여러 파티션 (그룹)으로 나누는 방법이다. 예를 들어 n개의 데이터 오브젝트를 입력받았다고 가정할 경우, 이 때 분할법은 입력 데이터를 n보다 작거나 같은 k개의 그룹으로 나누는데, 각 그룹은 클러스터를 형성하게 된다. 데이터를 한 개 이상의 데이터 오브젝트로 구성된 k개의 그룹으로 나누는 것이 본 분석방법의 핵심인 것이다.

표본을 그룹으로 나누는 과정은 거리 기반의 그룹간 비유사도(dissimilarity)와 같은 비용 함수 (cost function)을 최소화하는 방식으로 이루어지며, 이 과정에서 같은 그룹 내 데이터 오브젝트 간 유사도는 증가하고, 다른 그룹에 있는 데이터 오브젝트와의 유사도는 감소하게 된다.

Table 4～Table 6에 제시된 군집분석의 결과에 따라 이동지역 차량 및 장비를 무게와 계류장 사용료에 근거하여 총 4개의 군집으로 구분될 수 있는 것으로 분석되었다. 향후 계류장사용료 체계를 개편할 경우 4등급 체계로 개편하는 데 기초자료로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

A-공항에 등록된 지상조업장비 및 계류장 사용료 데이터를 분석한 결과 4등급에 속한 차량 및 장비(1,971대, 무게 약 1.83톤)가 가장 많았던 것으로 나타났다. 이동지역 장비정치장 혼잡도를 완화하기 위해서는 4등급에 속한 장비들(5톤 이하)의 숫자를 감축하는 것이 가장 효과적인 방법일 것일 것이다.

공항 에어사이드 내 장비정치장 정치된 장비들을 감축하기 위해 계류장 사용료를 등급별로 차등화하여 점진적으로 인상함으로써 장기간 방치되거나 버려진 지상조업장비의 숫자를 감축하게 하는 것이 하나의 대안으로 판단된다. Table 7에 따라 지상조업장비가 가장 많이 집중되어 있는 4등급 구간만 매년 점진적으로 10%씩 인상하는 것으로 가정할 경우, 2020년 기준 A-공항 계류장 사용료 수입의 총액은 88,921천 원에서 94,349천 원으로 약 6.1% 인상되는 효과가 발생하였다. 계류장 사용료 인상은 중앙정부와 협의를 통해 점진적으로 시행하되 지상조업사들의 부담을 완화하는 방안으로, 5등급 구간을 신설하여 친환경(전기식, 하이브리드 등) 지상조업장비로 교체를 유도하는 효과를 기대할 수 있을 것이다. 아울러 장비정치장 내 미사용 장기방치된 조업장비들에 대해서는 별도로 최대 200% 범위 내에서 할증요율을 적용하여 부과하는 방안을 혼잡도 완화를 기대할 수 있을 것이다. 연구자가 제시한 최대 200% 범위 내의 할증요율은 다음의 정책적 근거를 기반으로 하고 있다. 연구자는 '제4차 공항소음 방지 및 주민지원 중기 계획(2026-2030)'[1]에 따라 공항

Table 4. K-mean clustering analysis: centroid of clusters

	1등급	2등급	3등급	4등급
무게 (톤)	51.13	38.63	14.08	1.83
사용료	760,012.50	518,950.00	197,788.89	27,542.37

Table 5. K-mean clustering analysis: distance among clusters

	1등급	2등급	3등급	4등급
1등급		241,062.500	491,407.627	321,161.112
2등급	241,062.500		732,470.127	562,223.612
3등급	491,407.627	732,470.127		170,246.515
4등급	321,161.112	562,223.612	170,246.515	

Table 6. K-mean clustering analysis : ANOVA

	군집		오차		F	p-value
	평균제곱	자유도	평균제곱	자유도		
무게(톤)	12401.851	3	5.106	2121	2,428.823	.000
사용료	2,444,631,540,026.306	3	678,345,709.281	2121	3,603.814	.000

Table 7. Categories of ramp charge according to K-mean clustering

(예시)	표본수	무게 구간 (ton)	사용료 (KRW)	비고
1등급	4	50 이상	500	
2등급	6	20~50 이하	500	
3등급	144	05~20 이하	500	
4등급	1,971	0~05 이하	550	10%/년 요율 인상
미사용 장기방치	-	-	1,000	최대 200% 범위 내 할증
5등급	-	면제	면제	친환경 지상조업장비

소음피해 저감을 위해 야간에 운항하는 항공기에 대한 할증요율을 친환경 지상조업장비 도입 확대를 위해 공항 장비정치장에도 동일한 요율을 적용하였다.

Ⅲ. 결 론

공항 에어사이드 내 장비정치장에서 혼잡도를 일으키는 원인으로 본 연구에서 분석한 결과 다음과 같은 주요 원인들이 파악되었다. 가장 큰 원인으로는 낮은 원격 주기장 주변 장비정치장의 활용도였으며 그 외의 원인들로는 지상조업사별 작업 구역의 구분이 불명확했고, 조업사 별 장비들이 대부분 중복되었으며, 이동지역 내 비운용 지상조업장비들이 장기간 방치되고 있었기 때문이다.

본 연구에서 연구자는 계류장 사용료 체계를 개선하기 위한 방안을 제시하기 위해서 통계적 실증분석을 수행하였다. 실증분석 방법론으로서 연구자는 K-mean clustering 군집분석을 수행하였다. 국내공항들 중 A-

1) 항공기 소음 저감을 유도하기 위해 항공사에 부과하는 소음부담금(착륙료의 10~25%)을 2배 할증하는 시간대를 심야(오후 11시~이튿날 오전 6시)에서 저녁·새벽(오후 7시~이튿날 오전 7시)까지로 확대.

공항의 2019년 지상조업장비 현황 및 계류장사용료 데이터를 표본으로하여 K-mean 군집분석을 수행한 결과 지상조업장비들을 총 4개 군집으로 구분할 수 있었다.

본 연구는 공항 장비정치장의 혼잡 완화와 공항운영당국의 수익성 제고를 동시에 달성하기 위한 정책적 대안으로, K-means 군집분석을 활용한 장비 등급제 기반 계류장 사용료 체계 개선방안을 제시하였다.

실증분석 결과, 지상조업장비의 무게를 기준으로 총 4개 등급(cluster 1~4)으로 군집화될 수 있음을 확인하였다. 특히 가장 많은 장비가 집중되어 있는 4등급 군집은 평균 정치시간이 길고 점유면적 대비 회전율이 낮은 특성을 보이며, 장비정치장 혼잡에 상대적으로 높은 기여도를 나타냈다. 이에 본 연구는 다음과 같은 요율 조정 방안을 제안하였다.

첫째, 4등급 장비에 대해 계류장 사용료 10% 인상하는 것이다. 집중 군집에 대한 가격 신호(price signal)를 통해 공간 점유의 기회비용을 반영하였다. 아울러 비효율적 장기 점유 억제 및 장비 재배치 유도할 것으로 기대한다.

둘째, 연구자는 장기간 미사용 장비에 대한 200% 할증제 도입할 것을 제안하였다. 이러한 할증제 도입을 통해 실질적 사용 없이 공간을 점유하는 비활성 장비에 대한 강력한 페널티 부과하게 되며, 유휴 장비의 자발적 철수 또는 효율적 활용 유도할 수 있을 것이다. 이러한 차등요율 구조는 단순한 비용 인상이 아니라, 혼잡 완화를 위한 행태유도형(incentive-based) 요금 정책이라는 점에서 의의를 가진다.

공항 시설 사용료 체계의 개편은 단순히 연구자의 노력 혹은 공항운영당국의 정책적 시도로만 이루어지기 어렵다. 왜냐하면 공항 시설 사용료 체계의 개편은 중앙정부, 공항운영당국 그리고 수요자(항공사 및 항공기취급업 사업자 등) 모두의 의견이 반영되어야 하는 중요한 사안이기 때문이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 국가정책적 측면에서 매우 편협한 데이터와 분석방법론이지만 향후 장비정치장 혼잡도 완화를 위해 요금 차등화 정책이 성공하기 위해서는 본 연구에서 적용한 통계적 방법론처럼 투명한 기준 설정이 전제되어야 함을 강조한다.

K-means 군집분석을 활용한 등급 분류는 데이터 기반(data-driven) 의사결정이라는 점에서 정책 정당성을 확보하는 데 기여할 수 있을 것이다. 아울러 공항운영당국은 장비정치장 사용료 개편을 위해 등급 산정 기준의 사전 공개, 일정 유예기간 부여, 연 1회 재분류를 통한 객관성 유지 등 다양한 보완책을 고민할 필요가 있을 것이다. 이를 통해 공항운영당국은 항공사 및 지상조업사와의 장비정치장 혼잡도 및 사용료 체계 관련 갈등을 최소화하고 정책 수용성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구 결과물은 2025년도 교육부 및 충청북도의 재원으로 충북 RISE센터의 지원을 받아 수행된 지역혁신 중심 대학지원체계(RISE)의 결과입니다(2025-RISE-11-004).

References

1. Adler, N., and Berechman, J., "Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: An application of data envelopment analysis", Transport Policy, 8(3), 2001, pp.171-181.
2. Button, K., "The impacts of globalisation on international air transport activity. Past trends and future perspectives", Journal of Air Transport Management, 14(5), 2008, pp.216-222.
3. Forsyth, P., "Airport competition and airport regulation: The Australian experience", Journal of Transport Economics and Policy, 40(3), 2006, pp.425-449.
4. International Civil Aviation Organization(ICAO), "ICAO's policies on charges for airports and air navigation services (Doc 9082)", ICAO, 2022
5. Brueckner, J. K., "Airport congestion when carriers have market power", American Economic Review, 92(5), 2002, pp.1357-1375.
6. Oum, T. H., Yan, J., and Yu, C., "Ownership forms matter for airport efficiency: A stochastic frontier investigation", Journal of Urban Economics, 64(2), 2008, pp.422-435.
7. Vogel, H. , "Airport performance benchmarking", Transportation Research Procedia, 14, 2016, pp.3049-3058.
8. ICAO, Airport economics manual (Doc 9562). ICAO. 2019.
9. International Air Transport Association (IATA), Airport charges manual. IATA, 2021.