

Original Article

AIP 모델을 응용한 균형적 공항 슬롯 배정 모델에 관한 연구

-인천국제공항 사례 연구-

박학순*, 김기웅**

A Study on Balanced Airport Slot Allocation Model Applying AIP Model

-Focused on Incheon International Airport-

Hak-Soon Park* Kee-Woong Kim**

ABSTRACT

This paper presents a new airport slot allocation model that uses AIP model to balance the use of airport slots within existing capacity based on the limitation of capacity expansion of airport slots. This new model is called a 'balanced airport slot allocation model', which integrates the airport facility usage system, which is applied independently without linkage, with the airport slot allocation system, introducing the market logical characteristic of 'administered incentive pricing. In this paper, we propose a new proposal to dramatically change the airport slot allocation system in the current situation where the expansion of facilities is limited in the urgent problem of the airport slot shortage, and it is necessary to balance the airport slot allocation. Airline paying for the use of an airport slot can determine the slot of the desired time slot based on the costs incurred by differentiating in the new airport slot allocation model. This is a system that allows the airlines that are willing to pay a lot of money in the market to use preferred airport slots.

Key Words : AIP Model(관리적 인센티브 가격책정 모델), Airport Slot Allocation(공항슬롯 배정), Weight(가중치), Airport Slot Charge(공항슬롯 사용료), Market Mechanism(시장원리)

I. 서 론

1.1 연구의 배경

항공운송 수요의 지속적인 증가로 항공교통 시설 특히, 공항의 수용능력의 확장이 불가피한 상황이지만, 공항에서의 항공운송 수요의 미래 성장이 전적으로 물리적 용량 확장에 의해 충족 될

수 있다는 개념은 비현실적이라고 여겨지며 수요의 관리가 미래에는 가장 중요한 것으로 인식되고 있다[1].

보잉의 항공운송 시장 전망에 의하면 지난 5년간 전 세계 여객 수요는 연간 6.2%, 향후 20년간에는 4.7%, 아시아 지역에서는 5.7% 성장을 예측하고 있다[2]. 이렇듯 최근의 폭발적인 수요 증가와 향후 예상되는 지속적인 수요 증가에 대비하여 세계 각국은 공항 수용능력의 확장을 추진하고 있으며, 인천국제공항도 2018년 1월 18일에 기존의 1개 여객터미널 운영으로 인한 수용능력

Received : 07. Feb. 2018. Revised : 25. Feb. 2018.
Accepted : 20. Mar. 2018

* 한국항공대학교 경영학과 박사과정

** 항공대학교 경영학과 교수

연락처 E-mail : kimkw@kau.ac.kr

경기도 고양시 덕양구 화전동 항공대학교로76

포화상태를 해소하고자 제2여객터미널의 운영을 개시하였다.

공항슬롯은 공항에서의 여객처리를 위한 터미널시설의 수용능력 뿐 아니라 항공기 이착륙에 필요한 활주로 용량 및 공역 이용을 고려한 ATC 능력 등의 전체적인 규모를 고려하여 최저 수용력을 기준으로 그 규모를 결정하고 있다. 국내의 슬롯조정 대상 공항의 경우 슬롯 배정의 기준으로 항공기의 시간당 도착 및 출발편의 수를 지정한 ATC 기준, 시간당 출도착 여객의 규모를 정한 CIQ 기준 그리고 노선별 기준 시간당 배정횟수를 정하여 각각의 기준을 모두 충족할 때에만 슬롯을 배정하도록 하고 있다. 즉 특정 시설의 규모 확장만으로는 슬롯의 용량을 확대할 수 없으며, 최근 제2여객터미널을 운영을 개시한 인천국제공항의 경우도 여객터미널의 용량은 충분히 확대되었지만 같은 공역을 사용하는 상황은 개선된 점이 없기 때문에 기존과 동일한 슬롯용량으로 운영되고 있다. 현재 인천국제공항의 공항 수용능력의 문제는 공역과 관련된 ATC 용량에 있으며 특정시간대로 항공기 이착륙이 몰리는 첨두시간과 심야시간 등의 비첨두시간대로 뚜렷이 구분될 수 있을 정도로 공항 자원의 배분이 효율적으로 이루어지고 있지 않고 있다.

따라서 비록 제2여객터미널이 운영을 개시하여 기존에 이루어지고 있었던 입출국 절차와 관련된 서비스 품질은 향상되었다고 하더라도 눈에 보이지 않는 혼잡의 문제는 여전히 상존하고 있다. 즉, 항공 여행을 떠나려는 여객이 아무리 빠르게 출국 수속을 하고 탑승구에 대기하거나 항공기에 탑승하였다고 해도 출도착 항공기가 밀집되어 있는 시간에는 탑승지연이나 이륙지연 등이 빈번히 발생하는 것이다. 본 논문은 이러한 문제점을 해소하고 공항 자원의 효율적 배분 및 이용을 위한 새로운 개념의 슬롯배정 모델이 제시되어야 하겠다는 필요성에서 출발하였다.

1.2 연구의 목적

공항슬롯의 배정은 가용한 공항 인프라가 부족한 공항에서 필요하며, IATA의 WSG(Worldwide Slot Guidelines)에서는 이들 공항을 제3종¹⁾ 공항

으로 지정하고 해당공항의 슬롯의 배정을 담당하는 슬롯 코디네이터의 허락이 있어야 사용이 가능하도록 규정³⁾하고 있으며, 미국을 제외한 전세계 대부분의 국가에서 IATA의 규정을 준수하거나 준용하고 있다. 즉, 공항슬롯 배정의 목적은 혼잡한 공항에서 가장 많은 수의 수요자에게 공항 인프라를 가장 효율적으로 사용하도록 하기 위한 것으로 공항의 슬롯 조정자의 허락으로 사용이 가능한 특정일 특정시간의 항공기의 도착과 출발 시간대를 말한다.

공항슬롯의 배정은 물리적인 확장 한계성을 지닌 공항의 수용능력 부족 문제를 해결하기 위하여 최소한 자원의 효율적 사용을 극대화하는 방향으로 이루어져야 한다.

지금까지 공항 슬롯 배정에 관한 선행연구가 많이 있어왔지만 주로 이론적인 검토나 행정적 절차나 지연 등에 따른 단순한 용량부족과 혼잡비용 발생에 관한 것 등 원론적인 수준으로 연구되었음을 알게 되었고 구체적인 배정모델에 대한 연구는 발견하지 못했다.

따라서 저자는 통신분야에서 전파대역에 따른 사용의 혼잡성을 해소하는 방안으로 제시된 AIP 모델⁴⁾을 공항슬롯 배정체계에 도입하여 혼잡한 공항 특히, 특정시간대 용량이 부족한 공항에서 불균형적으로 이루어지고 있는 배정을 균형 잡힐 수 있도록 하는 새로운 슬롯배정 모델 개발의 필요성을 인식하였다.

본 연구는 공항슬롯 배정과 관련하여 단순한 이론적 검토 및 의견제시를 넘어 슬롯조정이 필요한 제3종 공항에서 시장 메커니즘을 반영하여 공항자원의 효율적 활용을 극대화하는 적용 가능한 균형적 공항슬롯 배정 모델을 구체적으로 제시하고자 한다.

1.3 연구의 범위

현행 공항슬롯 배정체계가 자국의 독자적인 슬롯배정 체계로 운영되는 미국식 방식과 IATA의 지침에 따르는 유럽식 방식으로 대별되어 있으며, 미국을 제외한 국가들은 유럽식 공항슬롯 배정체계를 적용하고 있으며 한국 또한 IATA의 WSG를 준용하여 정부 지침을 제정하고 대상공항의 슬롯배정 업무에 적용하고 있다.

1) “3종 공항(Level 3)”이라 함은 공항능력대비 항공교통흐름 등이 매우 혼잡하여 당해 공항에 도착 또는 출발 항공기를 운용하고자 하는 자는 반

드시 사전에 슬롯조정을 받아야 운항할 수 있는 공항을 말한다.

공항슬롯 배정체계에 관한 기존의 연구들은 대부분 미국 및 IATA방식의 공항슬롯 배정 규칙에 대한 이론적 분석을 통하여 배정체계에 따른 특징들을 살펴보는 수준이었다. 비록 시장기반 접근법으로 최적의 사용료 수준 결정과 연계된 슬롯배정 체계나 공항 슬롯의 경매 그리고 1차 슬롯 조정의 비효율성을 수정하기 위한 2차 거래 등을 연구하였고 공항 슬롯 배정 전략에 따른 슬롯배정 체계에 관한 연구가 진행되었지만 구체적으로 실무에서 적용 가능한 슬롯배정 모델에 대한 제안은 발견하지 못하였다.

본 연구는 IATA 방식의 공항슬롯 배정 체계를 준용하는 국내 공항의 슬롯배정 규칙에 시장 메커니즘을 접목하였다. 즉, 항공사가 기꺼이 많은 비용을 지불하더라도 선호하는 시간대의 공항슬롯을 사용할 수 있는 배정 모델을 제안하는 것을 연구 범위로 하였다. 실증분석은 인천국제공항을 대상으로 2017년 하계 성수기 가운데 가장 운항편이 많은 날짜의 실제 공항 슬롯 배정 데이터를 사용하였다.

II. 이론적 배경

본 연구는 기존의 공항슬롯 배정 체계의 한계를 극복하고 기득권의 보유는 인정하되 원하는 수익자 부담의 원칙을 적용하여 기득권 보유 항공사가 비용 지불을 통하여 원하는 슬롯을 계속하여 보유하거나 보유를 포기하고 풀(pool)로 반환하여 신규 진입 항공사나 보유가 더 절실한 항공사에게 기회를 제공함으로써 희소한 공항자원을 보다 더 효율적으로 이용하기 위한 아이디어에서 출발하였으며, AIP 모델을 적용한 슬롯배정 체계에 관한 선행연구에서 착안하여 시작하였다.

초기 슬롯배정 체계는 항공교통 흐름을 보다 효율적으로 유지되도록 행정적 또는 절차적 접근에 주안점을 두고 있었다. 행정적 조치는 교통흐름을 공간적으로 전환하여 허브공항 또는 위성공항으로 수요를 분산하는 것으로 특정공항에서 항공사가 슬롯의 경제적 가치에 따라 기꺼이 비용을 지불하고자 하는 재정적 도구와는 거리가 있다. 항공사가 슬롯을 사용하면서 지불하는 착륙료 등의 공항시설 사용료는 전형적으로 MTOW에 따라 획일적으로 부과하였다.

본 연구의 이론적 배경은 공항슬롯 배정체계에 관한 선행연구에서 나타난 미국식 및 IATA식의 특

징을 먼저 소개하고 다음으로 공항슬롯 배정체계에 대한 주요 이론들을 살펴본 뒤 마지막으로 AIP모델에 관하여 고찰하고자 한다.

2.1 미국, IATA의 슬롯 배정체계 비교

미국식 공항슬롯 배정 체계는 먼저 신청한 자에게 먼저 제공하는 방식(a first-come first-serve basis)으로 미리 예약하는 것이 허용되지 않는다. 이러한 미국식 공항슬롯 배정 체계는 현재의 높은 수준의 항공교통 수요를 처리하는 것에 부적당하기 때문에 경제적인 비효율을 초래한다[5].

미국식 공항슬롯 배정체계의 선착순 방식은 4개의 대규모 공항에서는 예외적으로 고밀도 규칙을 적용하도록 허용하였고 1985년까지 지속되었다.

1986년부터는 매매 규칙(Buy-Sell Rule)을 도입하여 2차 시장에서 공항슬롯을 거래할 수 있도록 하였다. 슬롯 거래는 항공사 뿐 아니라 은행 및 기타 이해관계자들이 참여할 수 있도록 한 점이 유럽식 규칙과 다른 점이라 하겠다.

Table 1. USA vs IATA Approach

구분	Us-Approach	IATA-Approach
적용	미국	유럽 및 대부분의 국가
특징	-First-Come First-Serve Base -Buy-Sell Rule	-Grandfather Right -Use it lose it Rule
신청자	항공사 및 항공기 운영자	항공사 외에도 은행 등 기타 이해관계자

유럽은 1993년 공항슬롯 배정 공통 규칙을 제정하였는데, IATA의 WSG를 기반으로 하여 공항슬롯의 효율적 사용과 비차별 접근이 가능하도록 하고 있다. 미국식 방식과 크게 다른 점은 항공사와 항공기 운영자에 한하여 정해진 우선순위에 따라 공항슬롯을 배정하고 있으며 공항슬롯의 기득권을 인정하여 지난 시즌에 보유한 슬롯은 동일기간 동안 현재 시즌에도 보유할 수 있는 권리를 확보할 수 있다. 다만 Use-It-Lose-It 규칙을 적용하여 부여받은 슬롯을 계획대비 80% 이상 사용할 경우에만 기득권을 확보할 수 있으며, 그렇지 않을 경우 해당 슬롯은 슬롯 풀로 반환되게 된다. 즉, 공항 슬롯을 항공사의 재산권으로 보지 않으며 공항시설 사용권으로 간주하고 있는 것이다. 그러나 공항슬롯의 소유권에 대한 논쟁이 완전히 정리된 것은 아니다[6].

IATA식 공항슬롯 배정 체계는 현행 항공사가 운항계획의 안정성과 투자의 용이성 측면에서 장점을 보이고 있으나 경제적인 효율성 측면에서는 한계를 보이고 있다고 보는 데 그것은 첫째, 희소한 공항 자원을 기득권에 의한 배정 원칙 때문에 가장 가치창출 측면에서 적합한 항공사에 배정할 수 없으며[7], 둘째, 항공서비스 후속시장에서의 경쟁을 금하고 있어 기존 항공사에게 유리하게 작용하고 있다[8]. 아울러 투자에 의한 규모를 확장하는 공항당국에 충당할 비용이 마련되지 않는다는 것이다. 즉, 희소한 공항 자원인 공항슬롯에 대한 효율적인 사용과 비차별적인 접근이 가능하도록 하기 위한 조치가 필요하다.

2.2 시장기반의 공항슬롯 배정 체계

공항슬롯 배정 체계의 경제적 효율성 추구를 위하여 John Sickmann은 시장기반의 접근법으로 최적의 사용료, 경매, 2차 거래를 제시하였다[9].

(1) 최적 사용료(Optimal User Charges)

공항 슬롯 사용과 관련하여 최적의 혼잡수수료와 용량은 효율성을 달성하도록 동시에 결정되어야 한다. 최적의 용량은 추가되는 공항 용량에 기인하여 전 기간동안 모든 사용자의 지연비용의 절감이 해당 용량의 원가와 같을 때 나타난다. 과도한 수요가 발생할 때 수요과 공급이 연관되는 수준까지 수수료의 인상은 불가피한데 그것은 공항 용량의 부족에 기인한다.

CAA(Civil Aviation Authority, UK, 1989)는 런던의 히드로와 게트워 공항의 여객 이용료를 수요와 공급의 조화를 위해 2배 인상의 필요성이 있다고 주장했다.

Morrison과 Winston[10] 등은 미국에서 시간변량 사용료의 도입에 따른 연간 순익에 대해 추정하였다.

Mayer 와 Sinai[11]는 네트워크 항공사 만이 네트워크 효과를 취할 수 있기 때문에 만약 여객이 환승이 가능한 시간을 확보하고 있다면 집중 시간에 모든 항공편을 묶을 것이며, 다른 항공사들은 그외 시간대를 사용할 수 있다. 따라서 네트워크 항공사들은 집중시간대의 대부분의 지연 비용을 참아낸다고 주장하였다.

이론적으로 최적의 공항사용료는 혼잡 외부성을 내재화하고 최적 공항용량을 할당하며 모든 항공사에 대한 비차별적 접근을 보장함으로써 항공서비스

후속시장에서의 경쟁을 촉진할 수 있다[12].

(2) 경매(Auctions)

최적의 사용료 책정시에 제기되는 공항슬롯에 대한 정보문제에 기인하여 경매가 대체되는 가격 책정 방법으로 종종 사용된다. 경매는 수요와 공급이 일치하는 가격 책정으로 가장 높은 가격을 지불하고자 하는 항공사가 공항슬롯을 확보하며 첫두·비첫두 간의 변화에 대한 인센티브 가격 책정이 가능하다. 또한 혼잡과 희소성에 대한 가격을 찾을 수 있기 때문에 최적의 투자수준에 대한 정보가 공개된다. 따라서 공항슬롯에 대한 경매는 최적의 사용자 요금 책정을 가능하게 한다. 그러나 경매방식은 공항슬롯에 대한 기득권의 철회가 전제되어야 하며 희소성에 대한 할증료 부과가 불가하다. 또한 공항슬롯 경매는 매우 복잡하고 고도의 경매설계가 요구되며 항공사의 공항슬롯 사용 의도를 알지 못하면 용량을 계산하기가 어렵다.

지금까지 제시된 주요 경매 모델은 GIP 모델, RSB 모델, Second Best 모델, SMRA 모델 등이 있다.

GIP 모델은 Grether, Isaac 그리고 Plott이 1979년 미국 항공 위원회에서 의뢰한 경매모델로 제시한 것으로 이착륙 권한의 배정을 2단계에 걸친 경매방식으로 시행하는 내용이다. 즉, 1단계에서는 균일한 가격 경매를 실시하며 6개월간 항공사는 공항슬롯에 대한 완전한 재산권을 확보하게 되며 경매는 공항마다 독립적으로 수행한다. 1차 경매에서 보완해야 할 점은 2차시장에서 익명의 중앙식 컴퓨터 거래로 시행한다[13].

RSB 모델은 1982년 Rassenti, Smith와 Bulfin이 개발한 모델로 가격이 봉인된 입찰방식을 결합한 경매 모델이다. 이 모델에서는 공항용량은 외연적으로 결정되며 모든 공항슬롯을 동시에 경매하는 방식이다. 공항슬롯 패키지에 지불할 가격은 개별 공항슬롯의 한계 그림자가격(Shadow Price)에 의해 결정되며 RSB가 개발한 알고리즘의 도움을 받은 조건부 입찰에서 산정된다[14].

Second Best 모델은 1995년 Wolf에 의해 제시된 모델로 모든 공항슬롯에 대한 동시 경매는 높은 거래비용을 이유로 거부되었고 효율손실을 최소화하고자 하였다. 핵심슬롯과 보완슬롯의 패키지 방식의 입찰을 가능하게 하였고 공항슬롯에 대한 가격은 핵심슬롯과 보완슬롯의 입찰가의 합계로 결정되도록 하였다[15].

SMRA(Simultaneous Multiple Round Auction) 모델은 2002년 DotEcon에 의해 개발된 모델로 공항슬롯 배정을 15-30분 단위의 시간 간격으로 정의하고 이 단위내의 슬롯조정은 항공교통관제에서 시행토록 하였다. 이 경매에 참여하는 항공사는 항공기 구성, 노선방향 등이 고려된 지불의사가 담긴 종합입찰가를 제출하며 경매인은 용량 및 사용요소를 고려하여 가장 높은 가치를 생성하는 입찰자를 선택하도록 하였다[16].

John Sickmann은 종합적으로 GIP 모델은 공항슬롯을 효율적으로 배정하는데 적합하지 않은데 이는 용량 결정의 내생요인 뿐 아니라 1차 배정에서 상보성의 문제를 무시하고 있고 터미널과 주기장의 용량도 무시하고 있기 때문이다. RSB 모델은 상보성을 고려한 효율적인 공항슬롯 배정을 할 수 있지만 높은 거래 비용이 발생된다. SMRA 모델이 공항슬롯 경매모델로서 가장 적합하다고 판단하였다.

(3) 2차거래(Secondary Trading)

슬롯의 거래는 공항슬롯의 초기 배정의 문제점을 보완하고 향상시킬 수 있는 보조적인 슬롯배정 메커니즘이며 관리적, 시장접근법적 방식과 함께 사용될 수 있다. 슬롯 거래에 관한 아이디어는 새로운 경제적 문헌연구가 아니며 1960년에 Coase의 이론에 근거하고 있다[17].

거래비용이 없는 왜곡이 없는 시장과 잘 정의된 공항슬롯에 대한 재산권에서 시장은 1차 배정과 관계없이 경제적 효율성을 달성할 것이며, 2차 거래는 경매와 마찬가지로 공항슬롯을 받기 위해 기꺼이 비용을 지불하는 사용자를 허용하여 효율적인 슬롯배정을 보장하는 것이다.

2차 거래의 도입은 현재 공항슬롯 사용자를 위한 시장가격 수준에서 기회가격을 창출할 수 있고 1차 거래에서 비효율이 발생한다면 2차 거래에 의한 이익이 달성된다. 또한 슬롯을 확보하고 진입비용이 드러나는 효율적인 투자수준이 확인되기 때문에 잠재적 경쟁자들에게 시장 진입을 가능하게 한다.

그러나 2차 거래와 관련하여 공항슬롯을 누가 소유해야 하는지와 Use it or Lose it 규정의 준수 여부 등에 대한 논란이 있다.

2.3 전략에 따른 공항슬롯 배정 체계

Madas 등은 공항슬롯 배정 체계와 관련하여

공항슬롯 배정 전략에 따라 향상된 현상유지 전략(The enhanced status quo strategy), 점진적 전략(The gradual strategy), 통제된 거래전략(The controlled trading strategy), 혼잡가격 책정전략(The congestion pricing strategy), 빅뱅전략(The big bang strategy)로 정의하였다[18].

(1) 향상된 현상유지 전략

향상된 현상유지 전략(The enhanced status quo strategy)은 기존의 슬롯배정 체계의 최소수준에서 출발하여 기득권과 슬롯배정의 행정적 조정의 이론적 근거를 바탕으로 하는 공항슬롯 배정의 기본원칙을 준수한다.

기득권을 보호하며 기득권이 없는 슬롯은 슬롯 풀(slot pool)로 반환되며 슬롯 풀은 경쟁촉진, 신규진입 촉진, 지역노선/공항 보호, 일반항공을 위해 활용될 수 있도록 따로 떼어 놓는다. 공항슬롯은 먼저 요청하면 먼저 배정(first request-first award) 방식으로 적격자에게 주어지며 2-3년간 유효할 수 있으나 사용되지 않으면 슬롯 풀로 반환된다. Use it or lose it 규칙을 엄격히 적용하며 조정된 슬롯 거래로 인한 수익은 공항에 귀속시켜 용량확대에 사용토록 한다.

(2) 점진적 전략

점진적 전략(The gradual strategy)은 시장 메커니즘 쪽으로 방향성을 갖고 현상유지 전략에서 조금 과감한 개정을 하지만 여전히 보수적인 전략이다. 공항슬롯에 대한 1차 조정에서는 기득권을 인정하지만 보다 명확한 준시장 메커니즘을 사용한다. 따라서 점진적 전략에서는 기득권 슬롯과 정책적으로 할당된 슬롯을 제외하고 공항에서 항공사간 금전적인 거래에 의해 경매를 할 수 있도록 허용한다. 특히, 기득권은 유효하지만 판매할 수 없고 비금전적인 슬롯교환은 가능하며 슬롯 풀에 있는 슬롯은 2차 거래가 허용된 경매에 의해 공항수준에서 배정된다. 경매와 기득권 수수료는 공항에 귀속되고 2차거래의 수입은 판매자에 귀속된다.

(3) 통제된 거래전략

공항슬롯 배정 전략(The controlled trading strategy)에서 보수적인 요소와 진보적인 요소가 결합된 것으로 공항슬롯 기득권에 대한 약간의 수정/적용하나 공항과 항공사간(1차거래), 항공사간(2차

거래) 슬롯 풀에 대하여 양자협정을 기반으로 완전한 금전적 거래를 허용한다. 통제된 거래의 특성은 완전한 거래가 허용되지만 1차 배정은 공항 슬롯을 사고 팔수 있는 슬롯에 대한 기득권 보유와 관련되어 있다는 사실로부터 기인한다. 특히, 공항슬롯에 대한 기득권에 일시적으로 철회되어 기 보유 슬롯, 항공사 운영실적에 따른 재배분 슬롯, 슬롯 풀에 반환된 슬롯으로 구축된다. 즉, 1차 배정에서는 이전 동일시즌 기득권을 갖는 항공사만 참여 가능하고 2차 배정에서 기득권 슬롯의 일부가 모든 항공사에 공개되며 갱신된 기득권 슬롯은 공항슬롯 조정자의 감독하에 항공사간 쌍무협상을 통하여 거래될 수 있다. 나머지 슬롯은 슬롯 풀로 반환되며 풀링된 슬롯의 일부는 따로 떼어내어 정책 목표에 따라 먼저 요청에 먼저 배정하는 방식으로 배정된다.

1차 거래 수준에서 풀링된 슬롯은 공항당국의 소유이며 중앙집중식 거래시스템에 의해 항공사와 일대일 협상을 통해 판매될 수 있다. 슬롯은 최저가격으로 제시되고 항공사의 최고입찰자에게 슬롯이 판매되도록 유도된다. 또한 2차 거래 수준에서 슬롯을 보유한 항공사는 이를 교환하거나 판매할 수 있다. 1차 거래 이던 2차 거래이던 일정한 보유기간이 경과하면 모든 슬롯은 슬롯 풀로 반환되며 이는 다시 공항과 항공사간 협상을 통해 거래가 된다. 1차 거래에서 발생한 수익은 공항에 귀속되나 항공사간 2차 거래로 인한 수익은 슬롯 보유 항공사가 확보한다.

(4) 혼잡가격 책정전략

혼잡가격 책정 전략(The congestion pricing strategy)은 공항운영에서 수요와 공급의 불일치를 해결하기 위해 재정적 수단을 더욱 직접적으로 사용하는 전략으로 공항슬롯의 기득권을 버리고 혼잡기반의 가격을 책정하는 전략이다. 특히, 각 항공사는 기회비용 즉, 혼잡을 포함한 모든 경제적 비용을 포함하는 수수료를 지불함에 의해 슬롯을 사용한다. 혼잡가격 책정전략은 다양한 정책 또는 운영 목표를 다루는 다양한 구성요소/유형의 수수료를 포함하도록 구성이 가능하며 가정 널리 논의되는 가격 구성 요소의 일부는 전통적인 중량기반 사용료, 여객이용료, 예약수수료 등으로 혼잡기반 가격을 결정한다.

혼잡기반 요금은 혼잡시간에 적용되는 희소성에 대한 추가요금으로 반복적인 조정과정을 통하

여 수요와 용량을 조화시킬 것이라는 기대감으로 설정된다. 즉, 결과적인 운항횟수가 실질적으로 더 많거나 더 적으면 혼잡가격이 그에 따라 조정될 것이다. 여기서는 Use it or lose it 규칙이나 재활용 메커니즘은 의가가 없으며 슬롯 조정자에 의해 모든 사용자에게 공항슬롯이 공개될 것이다. 이 혼잡가격으로 파생된 수입은 실제 공항슬롯 공급자인 공항운영 당국에 귀속된다.

(5) 빅뱅전략

빅뱅전략(The big bang strategy)은 가장 급진적인 전략으로 공항슬롯에 대한 기득권을 완전히 폐지한다. 공항에서 가용한 슬롯의 수는 공항의 안전한 수용능력을 기반으로 반영되며, 기득권은 박탈되고 공항슬롯 포트폴리오가 설정된다. 공항슬롯 풀의 일부는 정책 추진 목적으로 따로 떼어 두며 이 슬롯은 판매될 수 없지만 같은 목적지 슬롯은 교환할 수 있다. 착륙료는 계속 존재하며 공항슬롯은 최소한의 슬롯사용 규칙이 적용되는 대상이다.

남아있는 슬롯은 공항수준에서 조직된 정규적이고 분산된 경매의 대상이다. 경매슬롯에 대하여는 착륙료가 면제된다. 2차 수준에서 이러한 슬롯은 항공사간에 매매된다.

Use it lose it 규칙은 최소 슬롯 사용기준을 준수하지 않는 슬롯과 항공사와 공항간의 거래에 의해 생성된 슬롯을 몰수한다.

공항은 슬롯을 매매하는 것으로부터 이익을 얻고 있는 항공사들과 1차 경매 과정에서 얻은 수익을 보유하게 된다.

2.4 인센티브 가격책정 메커니즘모델

이 연구논문에 모티브를 제공한 인센티브 가격 책정 메커니즘 모델(Incentive pricing mechanism)은 당초 통신분야의 AIP(Administered incentive pricing) 모델에 기초하는 이론을 기반으로 공항슬롯 배정 문제와 연계하여 효율적인 공항슬롯 배정을 위하여 제안된 통제시장 메커니즘을 정의한 모델이다.

(1) AIP모델

AIP(Administered incentive pricing)는 통신에서 무선 주파수 대역에 대한 사용료를 책정하는 모

델로서 무선 주파수 대역의 사용료는 관리비용이 아닌 다른 용도 및 사용자에게 거부된 주파수 대역의 기회비용을 반영하여 책정하는 모델이다. 이 모델은 2009년 Ofcom에서 영국의 무선주파수 사용에 관한 정책평가보고서에서 설명되었다[19].

AIP는 주파수 대역 사용자에게 주파수 대역 값의 장기 신호를 제공하기 위한 것이다. 이 장기 값 신호는 주파수 대역 사용자와 그 공급 업체가 무선 기술에 대한 주파수 대역 및 투자의 사용과 관련하여 보다 효율적인 결정을 내리는 것을 돕기 위한 것이다.

AIP 모델은 무선전신법(Wireless Telegraphy Act)으로 1998년 영국에서 처음 도입되었는데, 그 당시까지는 주파수 대역 사용료 책정에 대하여 새롭고 근본적으로 다른 접근방식으로서 보수적으로 적용되었다. 구현은 주파수 대역의 다른 사용자에게 천천히 퍼져 나갔고 사용료 수준은 일반적으로 추정된 전체 기회비용에 대해 기껏해야 50% 수준으로 설정되었다. 현저한 사용료 인상은 수년에 걸쳐 단계적으로 실행되었다.

AIP는 본질적으로 주파수 대역 사용자에게 다른 입력과 함께 사용하는 주파수 대역의 가치를 보다 신중하게 고려하고 사용 가능한 주파수 대역의 최적 사용으로 이어질 가능성이 높은 의사 결정을 하도록 인센티브를 부여한다는 것이다.

AIP 모델은 정해진 주파수 대역의 모든 대체 용도를 고려한다. 최종 사용자에게 특정 네트워크 서비스를 제공하기 위해 주파수 대역을 사용하는 경우, 방해 받은 주파수 대역의 대체 사용을 고려하여 적절하게 가격을 책정해야 한다. 따라서 인센티브 가격은 주파수 대역 사용에 대한 사회적 기회 비용을 반영한다. 인센티브 가격이 과도하면 권리 보유자는 할당된 주파수 대역을 공개하고 재할당을 위해 정부에 반납할 수 있다.

따라서 AIP 모델은 자원 사용을 합리화한다. 인센티브 가격은 부족한 자원을 보다 효율적으로 사용하는 기술 또는 덜 혼잡한 자원에 대한 수요 변화로 인한 변경을 고려하여 주기적으로 업데이트 되어야 한다.

(2) 인센티브 가격책정 메커니즘 모델

인센티브 가격책정 메커니즘(Incentive pricing mechanism) 모델은 Alessandro Avenali 등이 AIP 모델을 기반으로 2014년에 제안한 공항슬롯 배정 체계에 대한 모델로 공항슬롯 배정을 인센티브 가격책정과 연계하여 공항슬롯 사용의 경제성 확보와 공항슬롯 배정에 완전한 시장경제 메커니즘

적용에 따른 단점을 보완하기 위한 목적으로 제시되었다[20].

이 모델은 공항 슬롯에 인센티브 가격을 도입하여 시장 실패를 극복하는 통제 시장 메커니즘을 정의하고 있다. 인센티브 가격은 공항슬롯 간의 상호 의존성을 고려하므로 항공사들이 공항슬롯 사용에 관한 효율적인 결정을 내릴 수 있다. 또한 이 모델은 노선에 따라 배정된 공항슬롯은 다른 가능한 노선 및 다른 가능한 최종 사용자로부터 감소되므로, 네트워크의 모든 슬롯을 공급하는 총 비용의 회수를 보호하면서 최종 사용자에게 대한 슬롯의 한계 값의 추정치를 반영하여 공항슬롯에 대한 인센티브 가격을 책정하는 방식이다. 즉, 공항슬롯에 대한 인센티브 가격책정은 양적 측면에서는 여객 수와 질적 측면에서 이동시간을 고려하여 해당 슬롯에 대한 접근이 거부될 때 항공 수송 서비스 제공의 퇴보수준을 평가하여 공항슬롯의 한계 값을 계산하는 방식이다. 이것은 슬롯을 사용할 수 없게 된 경우 최종 사용자의 이용 손실을 반영한다.

인센티브 가격책정 메커니즘 모델의 가격책정 절차는 다음과 같다. 먼저 네트워크 내부의 공항슬롯의 모든 다른 대체 사용을 확인한다. 그런 다음 항공 운송 서비스의 수준을 측정하는 측정 항목을 선택하고 최종 사용자에게 서비스를 개선하는 데 얼마나 많이 공항슬롯이 기여할 수 있는지 즉, 공항슬롯의 최대 한계 기여도를 평가한다. 끝으로, 공항슬롯의 서비스 수준에 대한 공항슬롯의 한계 기여도를 기반으로 네트워크의 모든 공항슬롯에 공급하는 총 비용을 할당하여 공항슬롯에 대한 인센티브 가격을 책정한다. 인센티브 가격책정은 공항슬롯 사용의 변화를 고려해야 하므로 주기적으로 갱신되어야 한다.

III. 연구의 설계

3.1 연구 모형

미국을 제외한 유럽 등 대부분의 국가에서 적용하고 있는 IATA규칙 기반의 현행 공항슬롯에 대한 배정체계는 WSG에 따른 공항슬롯의 배정의 효율성과 안정성은 확보하고 있다고 할 수 있지만 최소한 공항자원의 하나인 공항슬롯 사용에 대한 자원 이용의 효율성이나 경제적 효율성 측

면에서는 한계를 보이고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 선행연구에서 제시된 이론이 인센티브 가격책정 메커니즘 모델이지만 공항슬롯 사용에 따른 기회비용을 기준으로 O&D 공항의 공항슬롯 배정을 연구대상으로 하고 있다.

본 연구는 저자가 공항슬롯 조정자로서의 실무 경험에서 특정공항에서 실제로 공항슬롯 배정에 직접 적용가능한 공항슬롯 배정 모델의 개발 필요성을 인식하였고 희소한 공항자원 사용의 불균형을 해소하고 특정시간대의 혼잡도를 완화하여 궁극적으로 공항운영 전 시간대의 공항슬롯 활용이 균형적으로 이루어 질 수 있는 모델을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 현행WSG기반으로 정립된 공항슬롯 배정 규칙을 준수하면서 항공사의 선택에 따라 자연스럽게 균형잡힌 슬롯배정이 이루어 질 수 있도록 관리된 인센티브 가격책정 방식을 결합한 균형적 공항슬롯 배정 모델은 이러한 점에서 선행연구와 많은 차이가 있다.

본 연구는 IATA의 WSG기반의 공항슬롯 배정 규칙(훈령)의 개정이나 변경 없이 현행 체제를 준수하므로 슬롯 기득권(Grandfather Right)이나 Use it lose it 규칙이 허용되는 공항슬롯 배정체계에 관리된 인센티브 가격책정을 결합하며 공항슬롯을 이용하는 항공기에 대한 공항시설 사용료(착륙료)에 직접적인 영향을 미치도록 하여 기준 시간(1시간단위) 당 배정편수를 전체 배정된 공항슬롯에 대한 점유율을 기준으로 차등화된 사용료를 지불하도록 하는 모델이다. 결국 동일 기종의 항공기라 하더라도 배정받은 공항슬롯의 시간대별 점유율에 따라 지불해야 하는 착륙료는 많은 차이가 발생하게 되며 공항슬롯을 사용하는 항공사는 상대적으로 과도한 공항시설 사용료를 지불해야 하는 밀집 시간대 공항슬롯을 포기하거나 해당 슬롯에 대한 경제성을 감안하여 해당 비용을 기꺼이 지불하고 사용하게 될 것이며, 심야 시간 등 비 첨두 시간대 공항슬롯을 사용하는 항공사는 매우 저렴한 비용으로 공항슬롯을 사용할 수 있게 되는 특징을 보이고 있다. 연구모형 즉, 균형적 공항슬롯 배정모델은 Figure 1과 같다.

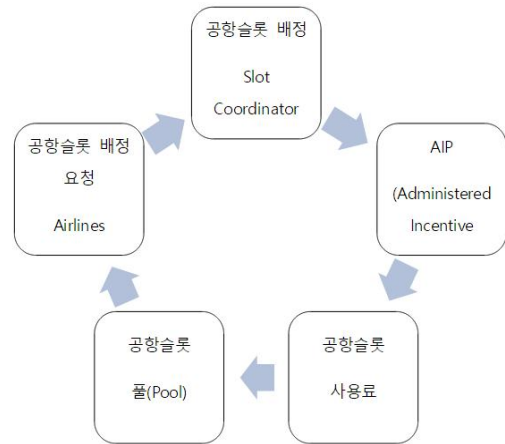


Figure 1 Research Model

3.2 연구 방법

연구모형을 검증하기 위하여 인천국제공항의 2017년 하계 성수기 최대 슬롯 배정일의 실제 배정된 공항슬롯 데이터를 사용하였다. 공항슬롯의 균형적 배정은 공항당국 또는 공항슬롯 조정자의 임의대로 조정할 수 없는 한계가 극복되어야 하는데 현 공항슬롯 배정 체계로는 불가능하다고 판단하였다. 따라서 새로운 모델의 개발이 불가피하였고 본 연구는 현재의 공항슬롯 배정 규칙은 유지하고 여기에 관리된 인센티브 가격 책정 개념을 결합하기로 결정하였다.

관리된 인센티브 가격책정은 균형적 공항슬롯 배정모델의 핵심적 요소로 시간대별 배정된 공항슬롯의 밀집도에 따른 혼잡비용을 해당 슬롯을 사용하는 해당 항공편에 징수하는 개념이다.

관리된 인센티브 가격책정은 특정일의 전체 공항슬롯 배정 편수를 기준으로 각 시간대별 배정된 항공편수, 시간대별 점유율, 가중치 추출 과정에서 필요한 편수제공의 수, 시간대별 가중치, 시간대별 1편당 가중치, 공항슬롯 사용료 산출의 방식으로 진행되었다.

최종적 인천국제공항 특정일의 실제 공항슬롯 배정 데이터를 사용하여 균형적 공항슬롯 배정 모델을 검증하였다.

IV. 균형적 공항슬롯 배정 모델 검증

4.1 연구모형의 해석

공항슬롯 배정은 제3종 공항(IATA, 2017)에서

슬롯 조정자(Slot Coordinator)에 의해 IATA의 WSG(Worldwide Slot Guidelines)에 기반한 국가별 규칙에 따라 배정된다. 우리나라도 항공기 운항시간(Slot) 조정업무에 관한 지침과 항공기 운항시간 조정업무 세부운영지침에 따라 제3종 공항으로 지정된 인천국제공항, 김포국제공항, 제주국제공항에 대하여 슬롯조정업무를 수행하고 있다. 본 논문의 균형적 공항슬롯 배정 모델에서는 공항슬롯 배정체계에서 중요한 규칙으로 간주된 기득권(Grandfather Right)과 Use it lose it 규칙에 대한 수정 없이 온전히 유지하고 있다. 따라서 각 공항의 슬롯조정자는 항공사의 슬롯사용 신청에 대해 현행과 동일한 기준에 따라 배정업무를 수행하면 된다.

AIP는 균형적 공항슬롯 배정모델의 핵심적인 부분으로 기존의 공항슬롯 배정체계에 관리된 인센티브 가격 책정을 통하여 기준 시간대별 배정된 항공편에 책정된 가격을 적용하여 공항슬롯 사용료를 생성하는 도구이다. AIP를 통한 항공편당 슬롯사용료 책정 과정은 먼저 기준시간(1시간)대별 슬롯 배정 편수를 파악하고 특정일의 전체 슬롯배정 편수를 기준으로 각 시간대별 슬롯 점유율을 산출해낸다. 다음으로 시간대별 슬롯배정 편수에 대한 제곱의 값을 내게 되는데 이것은 다음 단계인 시간대별 가중치 산정을 위해 필요하기 때문이다. 시간대별 가중치는 시간대별 슬롯 배정 편수의 제곱의 값에 계수값을 곱해서 산출하는데, 계수값은 전체 슬롯배정 편수를 제곱의 값의 합계값으로 나눈 값이다. 각 슬롯배정 항공편에 대한 공항슬롯 사용료 책정에 필요한 개별 가중치는 시간대별 가중치를 시간대별 배정편수로 나눈 값으로 생성된다. 이 개별 가중치에 해당 시간대의 슬롯을 배정받은 항공편의 기종의 무게(톤)와 톤당 사용료를 곱하게 되면 관리된 인센티브 가격 책정 방식에 따른 최종 공항슬롯 사용료가 나타나게 된다. AIP 구성요소들의 산식은 다음과 같다.

- 시간대별 점유율 = 시간대별 슬롯배정 편수 / 특정일 전체 슬롯배정 편수
- 계수값 = 특정일 전체 슬롯배정 편수 / 시간대별 편수의 제곱값의 합
- 시간대별 가중치 = 시간대별 슬롯배정 편수의 제곱값 × 계수값
- 시간대별 편당 가중치 = 시간대별 가중치 / 시간대별 슬롯배정 편수

$$\text{-공항슬롯 사용료} = \text{시간대별 편당 가중치} \times \text{슬롯배정 항공기 기종 무게(톤)} \times \text{톤당 사용료}$$

공항슬롯 사용료는 기존의 착륙료를 대체하는 개념으로 도착 및 출발편에 대하여 최대착륙중량(MLW, Maximum Landing Weight)과 최대이륙중량(MTOW, Maximum Take-Off Weight)으로 분리하여 해당 무게에 따라 공항슬롯 사용료를 부과하는 개념이다. 이럴 경우 현재 착륙료로 1회 부과하는 방식에서 이륙료, 착륙료로 2회 부과하게 되는 번거로움은 있을 수 있지만 항공기의 실제 이륙 및 착륙 중량이 다른 만큼 실제 무게에 맞는 사용료를 부과하는 것이 더 타당하다 하겠다. 또한 공항슬롯 배정 내역과 실제 항공편 운항과는 다소 차이가 발생하는 일이 빈번하지만 공항슬롯 사용료는 공항슬롯 배정 데이터를 근거로 산출해야 한다.

공항슬롯 풀(Pool)은 공항의 가용한 공항슬롯을 말하는 것으로 항공사는 원하는 슬롯을 신청하여 사용할 수 있을 뿐 아니라 기존에 보유하고 있는 슬롯을 반환하여 슬롯 풀로 남길 수 있다. 본 연구에서 추구하는 균형된 공항슬롯 배정 모델의 핵심인 AIP 과정을 거친 후 나타난 사용료를 보고 항공사에서는 기존의 보유하고 있는 슬롯을 반환할 수도 있고 지속적으로 보유할 수도 있는데, 그것은 항공사의 해당 슬롯에 대한 경제성 검토를 통하여 결정될 것이다.

슬롯 배정요청은 배정결과에 따라 나타나는 슬롯 사용료를 참고하여 신규 슬롯의 배정, 기존 슬롯의 반환 또는 이동 등이 이루어지는 것으로 항공사는 해당 공항의 슬롯 조정자에게 특정시간대의 슬롯 배정을 요청하는 것을 의미한다.

4.2 균형적 공항 슬롯 배정 모델 검증

이 논문에서 제시하고 있는 균형적 공항 슬롯 배정 모델의 검증은 2017년 8월 6일 인천국제공항의 실제 공항슬롯 배정 데이터를 근거로 진행하였다. 인천국제공항의 공항슬롯 용량은 시간당 63회이나 비정상 상황 발생 등을 대비하여 1개 슬롯은 여분으로 확보하기 때문에 실질적으로는 시간당 62회로 볼 수 있다.

우리나라 공항의 슬롯 배정 기준은 ATC능력, CIQ여객처리 능력을 기준으로 하고 있다. 최근 제2여객터미널을 완공하여 운영을 개시하고 있으나 인천국제공항의 시간당 공항슬롯 용량은 동일

Table 2. AIP 적용 검증

구분	시간대	편수	점유율(%)	편수제곱	가중치	편당가중치	슬롯 사용료	편당 슬롯사용료
1	00:05 ~ 01:00	8	0.733272	64	1.153982	0.144247773	1,730,973	216,372
2	01:05 ~ 02:00	7	0.641613	49	0.883518	0.126216801	1,325,276	189,325
3	02:05 ~ 03:00	5	0.458295	25	0.450774	0.090154858	676,161	135,232
4	03:05 ~ 04:00	5	0.458295	25	0.450774	0.090154858	676,161	135,232
5	04:05 ~ 05:00	18	1.649863	324	5.842035	0.324557489	8,763,052	486,836
6	05:05 ~ 06:00	33	3.024748	1089	19.63573	0.595022064	29,453,592	892,533
7	06:05 ~ 07:00	48	4.399633	2304	41.54336	0.865486638	62,315,038	1,298,230
8	07:05 ~ 08:00	62	5.68286	3844	69.31105	1.117920241	103,966,582	1,676,880
9	08:05 ~ 09:00	61	5.591201	3721	67.09325	1.099889269	100,639,868	1,649,834
10	09:05 ~ 10:00	58	5.316224	3364	60.65619	1.045796354	90,984,283	1,568,695
11	10:05 ~ 11:00	60	5.499542	3600	64.9115	1.081858297	97,367,247	1,622,787
12	11:05 ~ 12:00	59	5.407883	3481	62.76581	1.063827326	94,148,718	1,595,741
13	12:05 ~ 13:00	60	5.499542	3600	64.9115	1.081858297	97,367,247	1,622,787
14	13:05 ~ 14:00	58	5.316224	3364	60.65619	1.045796354	90,984,283	1,568,695
15	14:05 ~ 15:00	59	5.407883	3481	62.76581	1.063827326	94,148,718	1,595,741
16	15:05 ~ 16:00	62	5.68286	3844	69.31105	1.117920241	103,966,582	1,676,880
17	16:05 ~ 17:00	62	5.68286	3844	69.31105	1.117920241	103,966,582	1,676,880
18	17:05 ~ 18:00	62	5.68286	3844	69.31105	1.117920241	103,966,582	1,676,880
19	18:05 ~ 19:00	61	5.591201	3721	67.09325	1.099889269	100,639,868	1,649,834
20	19:05 ~ 20:00	62	5.68286	3844	69.31105	1.117920241	103,966,582	1,676,880
21	20:05 ~ 21:00	60	5.499542	3600	64.9115	1.081858297	97,367,247	1,622,787
22	21:05 ~ 22:00	59	5.407883	3481	62.76581	1.063827326	94,148,718	1,595,741
23	22:05 ~ 23:00	37	3.391384	1369	24.6844	0.66714595	37,026,600	1,000,719
24	23:05 ~ 24:00	25	2.291476	625	11.26936	0.450774291	16,904,036	676,161
합계		1,091	100	60,507	1,091		1,636,500,000	

하게 유지되고 있다. 이것은 ATC 능력에 영향을 미치는 구역이 동일하기 때문이다. 결국 획기적인 항공기 관제기술의 개발이나 구역 사용의 범위를 확장하는 등의 조치가 선행되지 않으면 지상에서 처리되는 용량이 아무리 커진다 해도 시간당 배정 가능한 공항슬롯의 용량은 동일하게 유지될 수 밖에 없다. 따라서 이러한 물리적 용량의 확장이 매우 어려운 상황에서 최소한 공항슬롯을 최대한 효율적으로 사용토록 하는 획기적인 방안이 제시되어야 한다.

본 논문은 공항슬롯 확장의 한계적인 상황에서 소프트웨어 측면에서 공항슬롯 사용의 효율성을 증대시키는 방안을 제시하는 것으로 이를 위해서 공항슬롯 배정 과정에 공항 슬롯이용의 침두시간대 및 비침두시간대 사용 항공기에 대한 가중치를 적용한 관리적 인센티브 가격책정(AIP) 모델을 결합하여 공항슬롯 사용 밀집도에 따라 시간대별 항공기의 공항슬롯 사용료를 차등화하여 징수토록 함으로써 결국 특정시간대로 집중된 공항슬롯 사용이 전 시간대로 확산되도록 하는 균형

적 공항슬롯 배정 모델을 제시하고 있다.

연구모형의 해석부분에서 제시하고 있는 산식을 토대로 Table과 같은 결과를 산출해 내었다.

인천국제공항 슬롯은 시간대별 63대로 제한되어 있다. 시간대는 05분에서 정시로 구분하며 5분단위로 나누어 배정한다. 분석에 사용된 해당일의 인천국제공항 공항슬롯의 시간대별 배정은 최대 62회, 최소 5회로 배정되었다.

전체 배정된 공항슬롯은 1,091회이며 시간대별 배정 슬롯 회수를 전체 배정 슬롯으로 나누어 점유율을 확인하였다. 점유율은 최대 5.68%, 최소 0.45%이다. 점유율의 합은 100%이기 때문에 점유율을 관리된 인센티브 가격책정(AIP)을 위한 구성요소로 사용할 수 없다. 따라서 시간대별 가중치를 산출해 내어야 하였다. 가중치는 전체 공항슬롯 배정편수인 1,091회를 시간대별 공항슬롯 배정편수의 제곱값의 합인 60,507회로 나누어 계수값인 0.018을 각 시간대별 공항슬롯 배정편수 제곱값에 곱해주면 나타난다.

시간대별 가중치의 합은 결국 전체 공항슬롯

배정편수와 동일하게 나타났으므로 가중치 산정은 적합하게 이루어졌음이 확인되었다. 시간대별 공항슬롯 배정에 대한 가중치는 최대 69.31회, 최소 0.45회로 나타났다. 시간대별 편당 가중치는 시간대별 가중치를 시간대별 배정편수로 나누어 산출하며 시간대별 편당 가중치는 최대 1.11, 최소 0.09로 나타났다.

균형적 공항슬롯 배정 모델의 핵심적인 요소인 시간대별 관리된 인센티브 가격 책정 모델의 적용결과인 배정된 공항슬롯에 대한 사용료는 시간대별 가중치를 슬롯사용 항공기의 중량에 따른 사용료를 곱해서 산출한다.

슬롯을 사용하는 기종이 다양하므로 항공기 당 사용료 또한 다양하게 책정되지만 동일한 기종을 사용하며 기준사용료는 1,500,000원이라는 가정에 산출하였다. 시간대별 사용료는 최대 103,966,582원, 최소 676,161원이며 해당 시간대별 공항슬롯 이용 항공기에 대한 편당 사용료는 최대 1,676,880원, 최소 135,232로 큰 차이를 나타내고 있다는 것을 확인할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 공항슬롯 용량 확대의 한계성을 바탕으로 기존의 용량범위 안에서 공항슬롯의 이용을 균형적으로 사용할 수 있도록 AIP모델을 응용한 공항슬롯 배정 모델을 제시하였다. 새로운 모델은 '균형적 공항슬롯 배정 모델'이라 칭하며 이는 기존의 연계성 없이 일괄적으로 적용된 공항시설 사용료 체계를 공항슬롯 배정 체계와 결합하여 '관리된 인센티브 가격책정' 방식의 시장 논리적 성격을 도입한 것이 특징이다. 이 모델은 공항슬롯의 균형적인 사용을 통하여 혼잡도를 해소하고 희소한 공항슬롯 자원 활용의 효율성을 극대화하고자 하였다.

관리된 인센티브 가격책정은 시간대별 공항슬롯 배정의 밀집도에 따라 사용료를 차등화하여 징수하는 체계이며, 공항에서 징수하는 전체 사용료의 총액은 변함이 없도록 설계되었다.

따라서 공항 슬롯 사용에 대한 비용을 지불하는 항공사는 새로운 슬롯배정 모델에서 차등화되어 발생하는 비용을 기반으로 원하는 시간대의 슬롯을 결정할 수 있다. 이는 시장 논리에서 나타나는 기꺼이 많은 비용을 지불하는 항공사가 선호하는

공항슬롯을 사용할 수 있도록 하는 체계이다. 물리적인 시설확장이 용이하지 않는 공항은 공항슬롯의 균형적 사용을 유도하는 새로운 공항슬롯 배정 체계를 통한 공항자원의 균형적 활용으로 원활한 24시간 운영공항으로 발전할 수 있다.

인천국제공항의 특정일의 실제 슬롯배정 자료를 바탕으로 분석한 결과를 보면 시간대별 슬롯배정의 밀집도에 따라 동일 기종이라는 가정(기본 단위 사용료 1,500,000원)에서 공항슬롯 사용료가 최대 1,576,880원, 최소 135,232원으로 매우 큰 차이를 보이고 있음을 확인하였다.

공항슬롯을 사용하는 항공사는 비록 특정시간대의 필요한 슬롯에 대하여 최대 사용료를 지불해야 할 경우에도 해당 슬롯이 전략적이나 경제적으로 필요하다고 판단되면 많은 비용을 들여서라도 확보하고자 할 것이며 그렇지 않을 경우에는 공항슬롯 사용료가 저렴한 시간대의 공항슬롯을 선택하게 된다.

본 연구의 성과는 최근 국내공항에서 저가항공 수요급증 여파로 공항이 과포화가 되면서 정부가 이에 대한 대책 마련에 나섰지만 뚜렷한 대안이 없어 고민이 깊어지고 있다는 기사가 있었다. 이는 공항슬롯 용량부족에 따른 것으로 근본적으로 시설확장이 필요하나 단기간에 가능한 일은 아니다. 기존의 슬롯을 보유한 대형항공사들은 보유 슬롯을 지속적으로 확보하려 하며, LCC등 신규 노선 개설 등으로 공항슬롯에 대한 신규수요가 발생한 항공사들은 정부에 해결책을 요청하는 실정으로 정부는 다양한 슬롯 배정 방식을 가지고 효과적인 방안을 검토하고 있다고 한다.

본 연구는 시급한 공항슬롯 부족 해소 문제에 대하여 시설확장이 한계적인 현 상황에서 공항슬롯 배정 체계를 획기적으로 변화시킬 수 있는 새로운 제안으로 특정시간대 밀집되어 있거나 저조한 시설활용 시간대의 공항슬롯 배정을 균형적으로 조정할 수 있는 모델의 개발이라 할 수 있다.

그러나 본 연구는 시간대별 슬롯배정 횟수만을 기준으로 한 데이터를 사용하여 도착 및 출발 항공편에 대한 슬롯배정을 구분하여 분석하지 않았다는 연구한계를 가지는데 이는 연구중점을 연구 모형에 대한 논리적 설명만을 하였기 때문이다. 향후 이러한 점을 보완하고 실제적으로 항공사들의 공항슬롯 사용료가 슬롯배정 시간대 변경으로 어떻게 차이가 나는 지 등에 대한 시뮬레이션 분석을 통한 보다 세부적인 연구가 요구된다.

Reference

- [1][6][18] Madas, M. A., & Zografos, K. G. (2006). Airport slot allocation: From instruments to strategies. *Journal of Air Transport Management*, 12(2), 53-62. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2005.08.001>
- [2] Boeing. (2016). Current Market Outlook.
- [3] IATA. (2017). Worldwide Slot Guidelines. (8th), 24.
- [4][20] Avenali, A., D'Alfonso, T., Leporelli, C., Matteucci, G., Nastasi, A., & Reverberi, P. (2015). An incentive pricing mechanism for efficient airport slot allocation in Europe. *Journal of Air Transport Management*, 42, 27-36. doi:
- [5][9] John, S. (2006). Airport slot allocation. (Ilmenau University of Technology, Institute of Economics).
- [7] NERA. (2004). Study to Assess the Effects of Different Slot Allocation Schemes
- [8] Knieps, G. (1993). Competition, coordination and cooperation: A disaggregated approach to transportation regulation. *Utilities Policy*, 3(3), 201-207.
- [10] Morrison, S. A., Winston, C., Bailey, E. E., & Kahn, A. E. (1989). Enhancing the performance of the deregulated air transportation system. *Brookings Papers on Economic Activity. Microeconomics*, 1989, 61-123.
- [11] Mayer, C., & Sinai, T. (2003). Network effects, congestion externalities, and air traffic delays: Or why not all delays are evil. *American Economic Review*, 93(4), 1194-1215.
- [12][15] Wolf, H. (1998). Airport regulation: tackling congestion and environmental problems. Retrieved from
- [13] Plott, C. R., Grether, D. M., & Isaac, R. M. (1989). The allocation of scarce resources: Experimental economics and the problem of allocating airport slots: Westview Press.
- [14] Rassenti, S. J., Smith, V. L., & Bulfin, R. L. (1982). A combinatorial auction mechanism for airport time slot allocation. *The Bell Journal of Economics*, 402-417.
- [16] DotEcon. (2002). Auctioning Airport Slots-A Report for HM Treasury and the Department of the Environment.
- [17] Coase, R. (1992). The problem of social cost. *The Journal of Law and Economics*, Vol. III, 1960, pp. 1 - 44: Wiley Online Library.
- [19] Ofcom. (2009). Policy Evaluation Report: AIP.