

해제시간에 따른 열차예매시간의 영향 분석: 경부선 KTX를 중심으로

Analyzing Effects of the Ticket Release Time on Train Reservation Time: Focusing on KTX Gyeongbu-line

김수재* · 추상호** · 손병희***

* 주저자 : 홍익대학교 도시계획과 석사과정
 ** 교신저자 : 홍익대학교 건설도시공학부 부교수
 *** 공저자 : 홍익대학교 도시계획과 박사과정

Su jae Kim* · Sang ho Choo** · Byung hee Sohn***

* Dept. of Urban Design and Planning, Univ. of Hongik
 ** Dept. of Urban Design and Planning, Univ. of Hongik
 *** Dept. of Urban Design and Planning, Univ. of Hongik

† Corresponding author : Sang ho Choo, shchoo@hongik.ac.kr

Vol.16 No.1(2017)

February, 2017

pp.38~49

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

<https://doi.org/10.12815/kits.2017.16.1.38>

2017.16.1.38

Received 13 January 2017

Revised 20 January 2017

Accepted 31 January 2017

© 2017. The Korea Institute of
Intelligent Transport Systems. All
rights reserved.

요약

일반적으로 철도운영기관에서는 수익성 극대화를 위해 티켓팅 해제시간을 적용하여 티켓을 판매하고 있다. 본 연구에서는 이같은 해제시간이 KTX 예매행태에 어떻게 영향을 미치는지를 분석하였다. 예매행태는 예매시간을 의미하며 예매시각과 출발시각의 차이로 계산하였다. 분석자료는 KTX 경부선 매표자료이며, 요일별 차이를 보기위해 평일(목요일)과 토요일, 일요일의 자료를 이용하였다. 예매시간에 미치는 요인으로 해제시각이외에 요일, 운행거리, 운행방향 등을 고려하였다. 분석결과, 대부분 출발 3시간 전에 티켓을 예매하는 것으로 나타났으며, 주말 상행노선 이용객의 경우 대부분이 출발 하루 전에 예매를 하는 것으로 나타났다. 또한 해제시간 전에는 상행노선, 장거리 구간, 일요일인 경우에 예매시간이 길게 나타났으며, 반면에 해제시간 이후에는 일요일인 경우와 장거리 구간인 경우에 예매시간이 짧게 나타났다.

핵심어 : KTX, 예매시간, 해제시간, 회귀분석, 매표자료

ABSTRACT

In general, railroad operation companies sell tickets to maximize their profits by applying the ticketing release time (when selling any tickets regardless of trip distances). This study is to analyze the effect of the release time on KTX ticket reservation behavior. The reservation behavior in this study means the reservation time calculated by difference between ticketing time and departure time. The data come from KTX ticket sales data of Gyeongbu-line for a week including Saturday and Sunday. The results show that the factors to affect the reservation time are day of the week, trip distance and operation direction, in addition to the release time. Furthermore, most of tickets were reserved three hours before their departure time, and most of the up line weekend users reserved their tickets a day before the departure time. Before the release time, reservation time was affected by up line and long distance travel. On the other hand, after the release time, it was affected by long distance travel and Sunday.

Key words : KTX, Reservation time, Release time, Regression model, Ticketing data

I. 서론

1. 개요

2004년 개통한 고속철도 KTX는 서울-부산에 이르는 구간을 만나질 생활권으로 축소시켰으며, 고속버스에 비해 빠르고 쾌적하며, 항공기와 달리 시내에서 바로 접근 가능한 이점이 있어 지속적인 수요의 증가를 가져왔다. 이후 KTX는 경부선에서의 정착 역사를 더욱 늘리고, 광주, 목포 등을 연결하는 호남고속선을 개통하는 등 서비스 제공 범위를 더욱 확장하고 있다.

이러한 KTX는 한국철도공사가 운영하는 새마을호, 무궁화호 등의 일반열차와는 달리 고급서비스를 통해 수익성을 추구하는 방향으로 운영되고 있다. 특히 KTX 승차권 예매는 출발 전 역 창구 현장예매뿐만 아니라 인터넷을 이용한 컴퓨터 및 모바일 예매 등 다양한 방법을 통해 가능하다(Kim, 2014). 스마트폰 어플리케이션을 이용한 예매는 출발 직전까지도 가능하다.

열차의 티켓팅과 수익성은 버스, 항공기와는 다른 방식으로 관리되고 있다. 기본적으로 세 가지 수단은 모두 거리와 편의성에 따라서 가격을 차별화 하여 티켓을 판매하며, 수요에 보다 민감한 항공기의 경우 티켓팅 시점에 따라 다른 가격을 책정하기도 한다. 열차가 두 수단과 차별화 되는 지점은 고속버스와 항공기가 고정된 구간(특정 기종점)에 대해 한정된 양의 티켓을 판매한다면, 열차는 판매량이 가변적이라는 점이다. KTX는 기본적으로 서울-부산, 행신-부산 등 기점-종점을 열차가 전부 운행하는 방식으로 운영되며, 이용자들은 통행하고자 하는 구간의 좌석을 구매한다. 운영자 입장에서의 딜레마는 이러한 티켓팅 방식에서 발생한다. 단거리 구간을 이용하는 승객이 많아지면, 그만큼 장거리를 이용하는 승객은 티켓을 구하기 어려워지고, 반대로 장거리 구간을 이용하는 승객이 많아지면 단거리 구간을 이용하는 승객은 티켓을 구하기 어려워진다.

이러한 문제를 해결하기 위해 일반적으로 운영기관은 최소한의 수익성을 보장하기 위한 티켓팅 해제시간을 적용하여 티켓을 판매하고 있다. 이는 가급적 단거리 티켓 판매를 지양하고 중·장거리 티켓의 판매를 높이기 위한 방법으로, 해제시간 전까지는 예매 가능한 전체 좌석 중·단거리 티켓의 판매량을 제한하다가, 해제시간이 되면 거리제한을 해제하여 모든 구간의 예매가 가능해진다. 현재 해제시간은 수익관리 대상 열차에 한하여 적용되고, 시발역 기준 45분전에 일괄적으로 거리를 제한한 발매가 해제된다.

본 연구에서는 KTX 경부선의 매표 자료를 활용하여 예매 행태의 일반적인 특성을 분석하고, 해제시간이 예매시간에 어떻게 영향을 미치는지를 규명하고자 한다. 본 연구결과는 향후 철도운영기관의 수익관리모형 구축을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. 선행연구 검토

기존 KTX 관련 연구를 살펴보면 KTX 도입이 통행수단선택에 미치는 영향과 KTX 수요예측 분석 등에 관한 연구가 주를 이루고 있는 반면, KTX 승객들에 대한 통행 및 이용패턴 분석은 상대적으로 미미한 실정이다.

먼저 KTX 통행수요관련 연구의 경우, KTX 동대구역 신설로 인한 대구시민의 통행행태의 변화를 통행수단 선택모형을 구축하여 분석하였다(Yun et al., 2006). 이 연구에서는 대구~서울 구간과 대구~대전 구간의 고속철도, 승용차, 새마을호, 무궁화호, 항공기, 고속버스 등의 수단 선택대안을 다항로짓 모형을 이용하여 분석하였다. 대구~서울 구간에서는 차외시간, 차외비용, 통행빈도, 통행목적, 성별, 나이, 직업, 가구 월소득, 개인 월소득 등이 통행수단 선택에 의미있는 변수로 나타났고, 대구~대전 구간에서는 차외시간, 차외비용, 차

내시간, 통행빈도, 나이, 직업, 가구 월소득 등이 통행수단 선택에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한, 설문 조사를 통해 동대구역의 연계교통권역 및 고속철도의 연계교통수단의 선택모형에 대한 연구도 있다(Kim, 2007). 동대구역의 연계교통권역 분석 결과 대구시 전역 및 경산시가 이에 해당하는 것으로 나타났다. 또한 고속철도의 연계교통수단의 절대적인 영향을 미치는 변수로 통행시간 및 통행비용이 나타났다. 이를 통해 고속철도의 이용을 장려하기 위해서는 접근성 향상이 필요하며, 연계교통 수단의 차내시간 및 대기시간을 줄이기 위한 노력이 필요한 것으로 나타났다.

KTX 개통 이후 장거리 이용객들의 수단선택기준과 통행 특성을 파악한 연구도 있었다(Kim, 2011). 이 연구에서는 KTX 개통으로 인한 고속버스 이용객의 수단 전환을 예측하여 각각의 수요를 예측하였다. KTX 1 단계 개통 이후 기존 교통수단의 절반 이상이 KTX로 이용전환 하였다. 이를 통해 이용객들이 소요시간에 민감하게 반응하는 것을 규명하였다. KTX 이용자의 통행태 분석을 통한 KTX의 단기 수요예측 연구도 있다(Kim et al., 2012). 이 연구에서는 통행량 자료의 이상치를 분석하고, 군집을 설정하여 동질 O/D 선정 및 특성 분석을 수행하였다. 또한 평일(월~목)과 주말(금~일)로 구분하여 최장결합법 및 군평균결합법을 이용해 군집을 설정하고 이에 대한 단기 수요예측 방향을 제시하였다.

철도 티켓팅과 관련된 연구는 주로 철도분야의 예매 관리 개선을 대상으로 한 연구가 많았다. 먼저 경부선 새마을호를 대상으로 한 연구에서는 철도 여객 예매특성을 반영한 수익관리모형을 적용하여 철도 수익관리방안을 제시하였다(Suh et al., 2000). 이 수익관리모형은 수요변동이 작은 경우 선형계획법을, 수요변동이 큰 경우 비선형계획법을 사용하였다. 수익관리모형을 경부선 새마을호에 적용한 결과, 약 4~20%의 수익이 발생하는 것으로 나타났다. 또한, 취소를 고려한 선형계획법 모형을 추가적으로 분석한 연구도 있었다(Lee and Suh, 2003). 분석 결과, 수익관리 시행을 통해 약 4.4%의 수익 증대효과를 기대할 수 있으며, 예매일에 따른 요금을 차등 적용하였을 때에는 약 2%, 취소를 고려하여 취소에 따른 수수료를 부과하였을 때는 약 0.5%의 수익증가가 나타났다. 이러한 수익관리모형은 결과적으로 거리에 따른 좌석을 제한하는 방법론이라 할 수 있다. 추가로 이를 세그먼트별로 제한하는 방식을 연구한 사례도 있었다(Hong et al., 1999). 세그먼트는 시발역과 종착역 사이의 특정구간을 의미하며, 세그먼트 최적화는 승차권 판매수입이 최대가 될 수 있도록 열차의 좌석을 세그먼트별로 할당량을 조절하는 것이다. 수익성을 보장하기 위해 중·장거리 좌석할당을 통해 단거리 예약비율을 통제하는 방법을 개발하였다.

상기 연구들은 주로 수익성에 초점을 맞추어 특정 구간에 할당량을 지정하는 모형을 개발한 것으로 예매 행태를 고려하거나 철도운영기관에서 사용하는 해제시간의 효과를 분석하는 데는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 수행되지 않았던 KTX의 티켓팅 행태의 특성을 분석하고 현재 사용 중인 해제시간이 KTX 예매시간에 어떻게 영향을 미치는지를 규명하고자 한다. 이를 통해 KTX 이용객의 예매 행태를 파악할 수 있으며, 나아가 KTX 예매 관리를 통해 수익성을 제고할 수 있는 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

Ⅲ. 자료 수집

1. 자료 개요

본 연구에서 활용한 KTX 대표자료는 경부선으로 2013년 3월 1일부터 7일까지 일주일중 평일, 토요일, 일요일 3일에 대한 자료이다. 평일은 통행에 특수성을 나타낼 수 있는 금요일을 제외하고 이용량이 가장 많은 목요일을 선정하였다. 출발시각을 기준으로 수송량이 집중되는 시간대인 16~23시의 자료만 구득이 가능하여

〈Table 1〉 Data set

Data		Note
Train property	Service date	· Train service date
	Train No.	· Train number
	Starting information	· Departure date and time of origin station
	Boarding information	· Departure date and time of boarding station
	Alighting information	· Arrival date and time of alighting station
	Distance	· Distance the train traveled(Unit: km)
	Direction	· Train service route
Ticketing information	Ticketing information	· Ticketing date and time

이 시간대에 해당하는 약 7만 2천 건에 대해서만 한정적으로 분석을 수행하였다. 또한 자료는 KTX 경부선 25개 열차에 대한 열차특성 정보와 매표정보로 구성되어있다.

열차특성 정보는 열차운행일, 열차번호, 시발역 출발일, 시발역 출발시간, 출발역, 출발일, 출발시간, 도착역, 도착일, 도착시간, 운행거리, 운행노선으로 구성되어있다. 매표정보는 티켓 발매일, 티켓 발매시간으로 티켓을 예매한 개인에 대한 정보는 수집되어있지 않다.

2. 변수 수집

KTX 경부선 매표자료 분석에 필요한 정보를 수집하여 변수를 구축하였다. 본 연구의 목적은 KTX 예매시간에 대한 영향요인 분석으로 단거리 구간의 예약이 허용되는 해제시간 전후에 따라 그 영향요인이 다를 것으로 판단하여 예매시간 변수를 종속변수로 구축하였다. 또한 이를 설명하기 위한 독립변수로는 운행일, 운행거리, 운행노선에 대한 자료를 활용하였다.

해제시간의 기준이 되는 시간을 계산하기 위해 열차특성 정보의 시발역 출발시간과 매표 정보의 티켓 발매시간을 활용하였다. 시발역 출발시간의 45분 전을 해제시간으로 정의하고, 시발역 출발시간과 티켓 발매시간의 차이를 계산하여 45분을 기준으로 해제시간 전과 해제시간 후로 구분하였다. 또한 종속변수인 예매시간을 출발시간과 티켓 발매시간의 차이로 정의하였다. 티켓 발매의 경우 출발 30일 전부터 출발 직전까지 가능하므로 이에 위배되는 표본은 제외하였다.

예매특성을 설명하는 독립변수인 운행일 변수는 평일과 주말로 구분하였다. 평일은 이용건수가 가장 많은 목요일로 설정하였으며, 주말은 토요일, 일요일로 구분하여 자료를 수집하였다. 이를 통해 출발 요일별 예매특성을 파악하고자 하였다. 운행거리 변수는 OD별 거리를 기준으로 단거리, 중거리, 장거리 구간을 구분하여 설정하였다. 단거리 구간은 150km까지의 구간으로 서울역을 기준으로 오송역까지의 구간이 이에 해당한

〈Table 2〉 Dependent variables and independent variables

Variable		Note
Dependent variables	Reservation time	· Boarding time - Ticketing time
	Release time	· Dummy (After: 1 / Before: 0)
Independent variables	Day of the week	· Weekday / Saturday / Sunday
	Distance	· Short(1-150km) / Medium(151-300km) / Long (>300km)
	Direction	· Up route / Down route

다. 중거리 구간은 151km부터 300km까지의 구간으로 서울역을 기준으로 대전역에서 동대구역까지의 구간이다. 장거리 구간은 301km이상의 구간으로 서울역을 기준으로 신경주역 이후의 구간을 나타낸다. 이를 통해 열차 운행거리가 예매 특성에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 운행노선에 대한 변수는 경부선 상행열차와 하행열차의 예매특성이 서로 다를 것으로 판단하여 그 영향을 분석하기 위해 구축하였다.

3. 기초통계분석

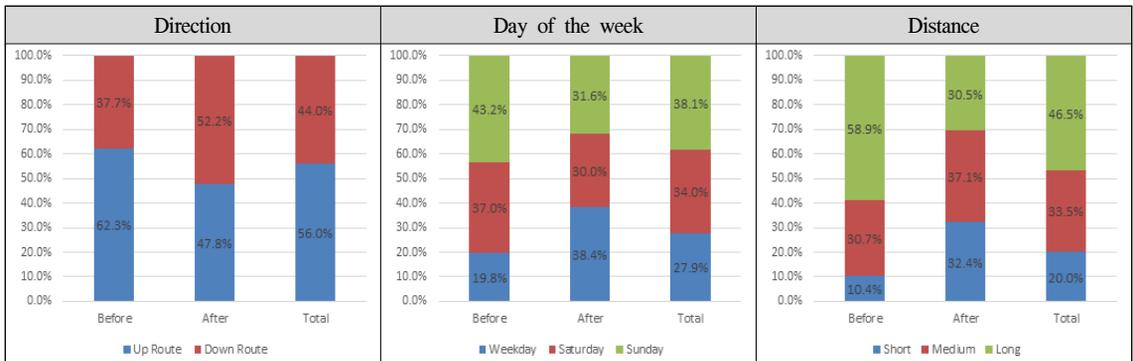
본 연구는 KTX 예매시간 분석에 관한 연구로 해제시간 전후에 따른 영향요인에 대하여 각각 기초통계분석을 수행하였다. 우선 전체 표본에 대한 기초통계분석을 수행한 결과, <Table 3>과 같이 평균적으로 출발시간 약 2,834분전에 예매를 하는 것으로 나타났으며, 평균 이동거리는 약 286km로 나타났다. 운행노선, 요일, 거리별 분포는 <Fig. 1>과 같이 나타난다. 전체 이용객중 약 56%가 부산에서 서울로 향하는 상행선을 이용하는 것으로 나타났다. 토요일과 일요일의 이용객은 각각 34%, 38%로 평일(28%)보다 약간 높게 나타났으며, 전체 이용객중 약 46%와 33%가 장거리와 중거리 통행으로 나타나 KTX가 주로 중·장거리 수단으로 활용되고 있음을 알 수 있다.

해제시간 전 예매 건수는 40,843건으로 전체 예매 건수의 약 56%를 차지하였다. 평균 이동거리는 약 319km로 중·장거리 이용객이 대부분(약 90%)을 차지하였다. 또한 전체의 약 62%가 상행선 이용객이었으며, 해제시간 전 이용객의 약 80%가 주말 이용객으로 나타났다.

그에 반해 해제시간 이후에는 약 52%가 서울에서 부산으로 향하는 하행선 이용객으로 나타났으며, 평일 이용객이 약 38%로 주말에 비해 높게 나타났다. 또한 평균 이동거리는 242km로 중·단거리 이용객이 약 70%로 나타났다. 즉, 해제시간 이후에 KTX를 급하게 예매하는 이용자는 주로 평일 서울에서 업무 등의 목적으로 중·단거리를 이용하는 승객인 것으로 판단된다.

<Table 3> Descriptive analysis

Variable	Before release time				After release time				Total			
	Mean	S.D	Min	Max	Mean	S.D	Min	Max	Mean	S.D	Min	Max
Reservation time(min)	5,003	9,231	45	41,207	28	22	0	192	2,834	7,358	0	41,207
Distance(km)	319	107	15	439	242	124	15	439	286	121	15	439
Number of samples	40,843				31,573				72,416			



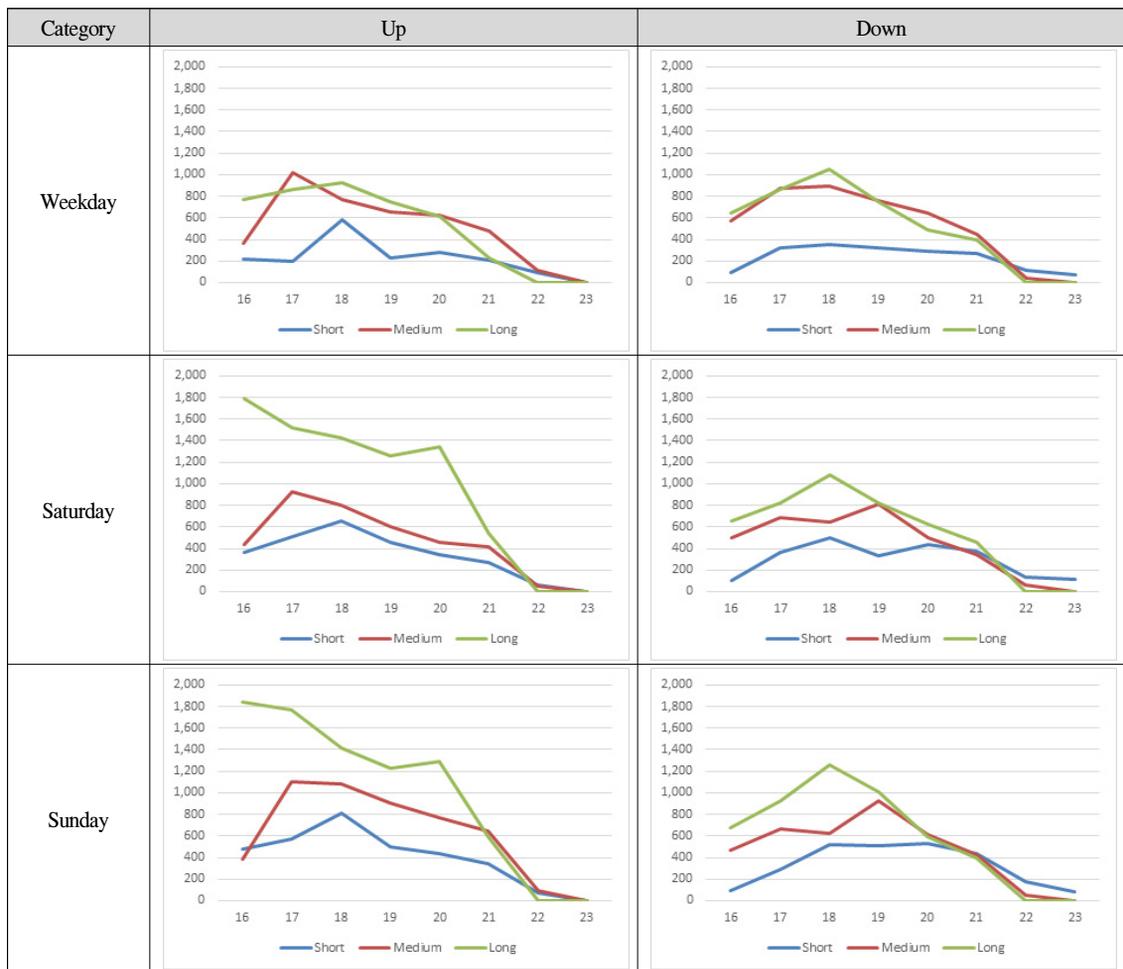
<Fig. 1> Variable distribution

IV. KTX 예매 행태 분석

1. 출발시간대별 이용 분포

KTX 경부선의 출발시간대별 이용분포는 <Fig. 2>와 같이 나타난다. 우선 상행노선과 하행노선의 분포를 비교해보면 평일의 경우에는 상·하행 분포가 거의 비슷하게 나타났다. 18시까지 이용객이 증가하다가 19시부터 이용객이 감소하는 추세를 보인다. 서로 비슷한 패턴을 보이는 토요일과 일요일의 경우에는 상·하행 분포가 서로 다른 분포를 나타냈다. 상행노선의 경우 16~20시의 시간대에 장거리 예매건수가 높게 나타나며, 중·단거리 예매건수는 비슷하게 나타난다. 상행노선의 장거리 구간의 예매건수가 높게 나타나는 것은 여가 등의 목적으로 부산에서 서울로 올라오는 승객수가 많기 때문인 것으로 여겨지나 자료가 16시 이후로 한정되어 있기 때문에 정확한 추정은 어렵다.

하행노선의 경우 단거리, 중거리, 장거리 모두 조금씩 다른 패턴을 보이며, 예매건수는 대부분의 시간대에서 장거리, 중거리, 단거리 순으로 나타났다. 하행노선은 평일과 마찬가지로 18~19시까지 이용객이 증가하다



<Fig. 2> Distribution of boarding passengers by boarding time

가 그 이후로 감소하는 추세로 나타났다.

상행노선과 하행노선의 시간대별 분포를 비교해보기 위해 카이제곱 검정을 수행하였다. 이때, 23시의 상행노선 이용객이 5명 미만으로 나타나 22시 이상으로 통합하였다. 검정결과 평일, 토요일, 일요일 모두 운행방향에 따른 출발시간대별 이용객의 분포가 통계적인 차이를 보였다(평일: $\chi^2=28.65$, $p<.05$, 토요일: $\chi^2=394.60$, $p<.05$, 일요일: $\chi^2=475.28$, $p<.05$). 따라서 상행노선과 하행노선 이용객의 출발시간대별 분포는 차이가 있음을 알 수 있었다.

또한 운행거리 구간에 따른 시간대별 분포도 비교해보았다. 이때, 22시와 23시 장거리 구간 이용객이 5명 미만으로 나타나 이를 21시 이상으로 통합하였다. 검정결과 평일, 토요일, 일요일 모두 운행거리 구간에 따른 출발시간대별 이용객의 분포는 통계적으로 차이를 보였다(평일: $\chi^2=707.87$, $p<.05$, 토요일: $\chi^2=788.08$, $p<.05$, 일요일: $\chi^2=1.1 \times 10^3$, $p<.05$). 따라서 단거리, 중거리, 장거리 구간에 대한 출발시간대별 이용객의 분포는 서로 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

2. 예매시간별 이용 분포

본 연구에서의 예매시간은 출발시간과 티켓 발매시간의 차이로 정의하였다. 즉, 예매시간은 출발하기 전 얼마나 일찍 티켓을 예매했는지를 나타내며, 일찍 예매할수록 더 큰 값을 갖는다. 또한 출발한 뒤 티켓을 예매할 수 없으므로 예매시간은 모두 양의 값을 갖는다.

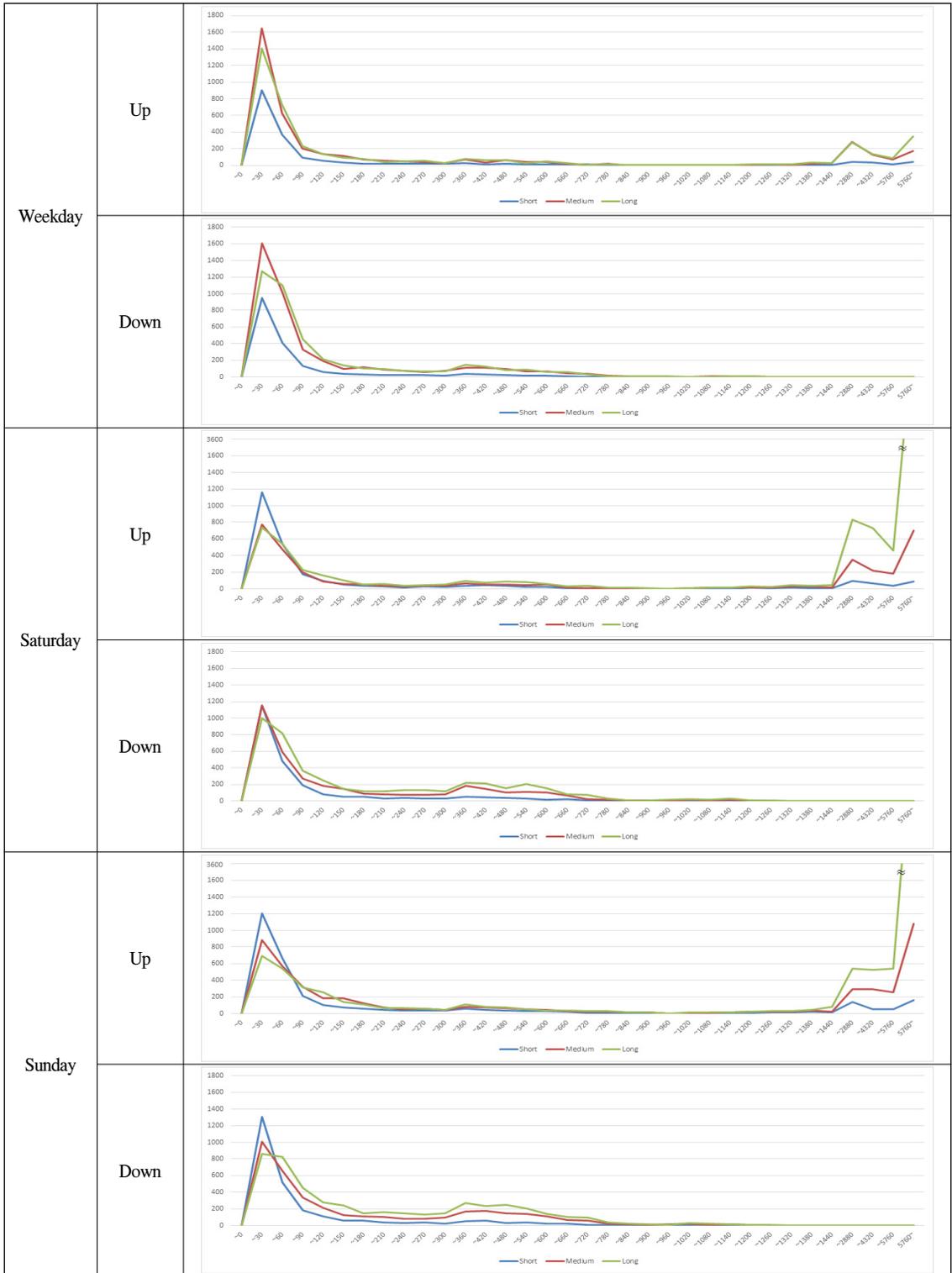
예매시간대별 이용 분포는 <Fig. 3>과 같이 나타난다. 평일 이용객의 약 75%, 토요일, 일요일 이용객의 약 50%가 출발 3시간 안에 예매를 하는 것으로 나타났다. 주말 상행노선 이용객들의 약 50%가 12시간 이상 먼저 예매하는 것으로 나타났으며, 이는 주말에 서울로 올라오는 중·장거리 구간 이용객들이 비교적 일찍 예매를 하기 때문인 것으로 판단된다. 하행노선에서 이러한 패턴이 나타나지 않는 이유는 본 자료가 출발시각 기준 16시 이후의 자료로 한정되었기 때문인 것으로 판단되며, 하행노선의 중·장거리 구간 이용객들의 경우 대부분이 16시 이전에 출발 하는 것으로 추정된다.

운행거리 구간별 분포를 살펴보면, 평일의 경우 중·장거리 이용 패턴이 비슷하게 나타나고, 단거리보다는 중·장거리 이용이 더 많은 것으로 나타났다. 단거리 구간의 경우 해제시간으로 인해 미리 예약하는 이용객이 매우 적게 나타나며 대부분이 출발 직전에 예매를 하는 것으로 판단된다. 반면 중·장거리 구간 이용객의 약 15%가 하루 전에 예매를 하는 것으로 나타났다. 반면 주말의 경우 단거리 구간 이용객의 60% 이상이 1시간 안에 예매를 하며, 중·장거리 구간 이용객의 약 60%가 하루 전에 미리 예매를 하는 것으로 나타났다.

운행방향에 따른 예매시간별 분포를 비교해보기 위해 카이제곱 검정을 수행하였다. 예매시간은 상행노선 이용객 중 하루 이상 먼저 예매하는 이용객이 없어 임의로 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 12시간 초과로 구분하였다. 검정결과 평일, 토요일, 일요일 모두 운행방향에 따른 이용객의 예매시간 분포가 통계적인 차이를 보였다(평일: $\chi^2=2.0 \times 10^3$, $p<.05$, 토요일: $\chi^2=7.0 \times 10^3$, $p<.05$, 일요일: $\chi^2=7.3 \times 10^3$, $p<.05$). 따라서 상행노선과 하행노선의 예매시간별 이용객의 분포는 서로 차이가 있음을 알 수 있었다.

또한, 운행거리 구간에 따른 예매시간별 분포도 비교해 보았다. 예매시간은 임의로 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 1일, 1일 초과로 구분하였다. 검정결과 평일, 토요일, 일요일 모두 운행거리 구간에 따른 이용객의 예매시간 분포는 서로 통계적인 차이를 보였다(평일: $\chi^2=393.59$, $p<.05$, 토요일: $\chi^2=3.7 \times 10^3$, $p<.05$, 일요일: $\chi^2=3.8 \times 10^3$, $p<.05$). 따라서 단거리, 중거리, 장거리 구간 이용객의 예매시간 행태가 서로 다름을 확인할 수 있었다.

해제시간에 따른 열차에매시간의 영향 분석



〈Fig. 3〉 Distribution of boarding passengers by reservation time

<Table 4> Results of t-test(by release time)

Week	Distance	t-value(p)	
		Up	Down
Weekday	Short	-4.792* (0.000)	-4.668* (0.000)
	Medium	-2.079* (0.039)	-1.571 (0.118)
	Long	0.167 (0.868)	-0.307 (0.760)
Saturday	Short	-2.832* (0.005)	-3.925* (0.000)
	Medium	2.073* (0.039)	0.168 (0.867)
	Long	3.816* (0.000)	1.451 (0.148)
Sunday	Short	-2.206* (0.028)	-3.733* (0.000)
	Medium	2.725* (0.007)	0.835 (0.404)
	Long	4.015* (0.000)	2.176* (0.030)

* means $p < 0.05$

<Table 5> Regression models of reservation time

Variable	Before	After	Total
	Coef. (Beta)	Coef. (Beta)	Coef. (Beta)
Constant	-4,456.289**	26.556**	-3,439.960**
Up Route	7,124.004** (0.374)	1.453** (0.034)	4,408.601** (0.297)
Saturday	2,031.873** (0.106)	0.968* (0.021)	1,970.639** (0.127)
Sunday	2,529.361** (0.136)	2.884** (0.062)	2,359.599** (0.156)
Long distance	4,281.482** (0.228)	-1.763** (-0.038)	3,761.496** (0.255)
Medium distance	2,146.676** (0.107)	1.556** (0.035)	1,458.935** (0.094)
adjusted R ²	0.194	0.008	0.166

* means $p < 0.01$ and ** means $p < 0.001$

3. 해제시간 전후 이용 분포

일반적으로 KTX 운영기관인 한국철도공사는 수익성 극대화를 위해 티켓팅 해제시간을 적용하여 KTX 티켓을 판매하고 있다. 해제시간 이전에는 수익 관리 대상열차에 한하여 단거리 구간 예약을 일부 제한하고 있다. 2013년 기준 해제시간은 시발역 출발시간 기준 45분으로 일괄 적용되어 있으며, 해제시간 이후에는 단거리 구간 예약에 대한 제약이 모두 풀려 모든 좌석에 대하여 예약이 가능하다.

해제시간 전후의 출발시간대별 이용분포는 <Fig. 4>와 같이 나타난다. 평일의 경우 해제시간 전후에 따른 변화가 크게 나타나지 않았다. 평일에는 중·장거리 구간 이용 시 미리 예매하는 이용객이 주말보다 적기 때문인 것으로 판단된다. 주말인 토요일과 일요일의 경우 상행노선에서 해제시간 전에 장거리 구간 이용량이 많은데, 이는 장거리 구간 이용객의 약 60%가 출발 시간 하루 이전에 미리 예매하기 때문인 것으로 판단된다.

해제시간 전후에 따른 이용분포의 차이를 통계적으로 분석하기 위해 t검정을 수행하였다. t검정 수행결과는 <Table 4>와 같다. 상행노선의 평일 장거리 이용분포는 해제시간에 관계없이 유사한 분포를 보였다. 하행노선의 경우 평일 단거리, 토요일 단거리, 일요일 단거리, 장거리 이용분포가 해제시간 전후에 서로 다른 분포를 나타냈다. 단거리 구간 이용분포의 경우 해제시간에 따라 모두 다른 분포를 나타냈다. 이는 해제시간이 수익 극대화를 위해 단거리 구간 이용객의 예약을 제한하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 KTX 예매 행태 분석에 있어서 해제시간의 영향은 큰 것으로 판단된다.

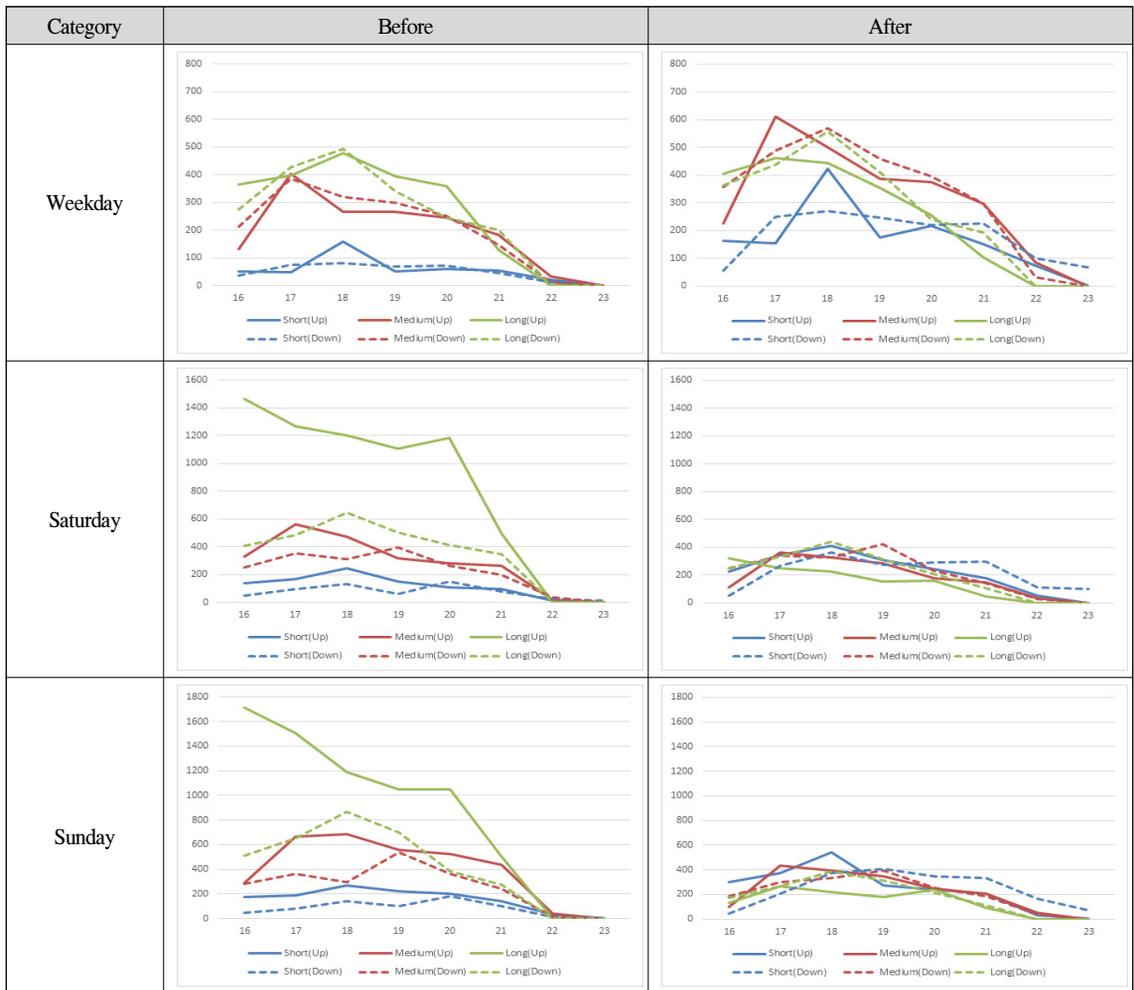
4. 예매시간 모형 분석

해제시간에 따른 KTX 예매 행태의 차이를 분석하기 위해 예매시간을 종속변수로 하고 요일, 운행방향, 운행거리 등을 독립변수로 하여 해제시간전후의 회귀모형을 추정하여 이들 결과를 비교하였다. 모형결과는

<Table 5>에 나타나 있으며, 모형 설명력을 나타내는 R^2 은 해제시간 이후모형을 제외하고 0.2 정도로 나타나 개별행태를 나타내는 회귀모형들과 비교할 때 설명력이 유사한 것으로 판단된다. 한편 해제시간 이후의 모형은 예매시간이 최대 192분으로 매우 짧아 종속변수 값의 변화폭이 작으며 이로 인해 모형의 설명력이 낮게 나타난 것이다. 해제시간 전후에 대한 각각의 모형을 비교한 결과, 다음과 같은 특징을 발견하였다.

해제시간 전의 예매시간은 열차 운행노선에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 하행노선일 때보다 상행노선일 때 예매를 빨리하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 평일보다는 토요일, 일요일인 경우에 일찍 예매하는 것을 알 수 있었고, 단거리보다는 중·장거리일 때 일찍 예매하는 것을 확인할 수 있었다.

해제시간 이후의 예매시간에 영향을 미치는 요인은 일요일인 경우, 중거리 구간을 이용하는 경우, 상행노선을 이용하는 경우 순으로 나타났다. 반면, 장거리 구간을 이용하는 경우에는 단거리 구간을 이용하는 경우보다 예매시간이 더 짧은 것으로 나타났다. 이는 해제시간 이후의 예매는 주로 단거리 구간 이용객이며, 장거리 구간은 해제시간에 상관없이 예약이 가능하기 때문에 해제시간 이후에 서둘러 예매하지 않는 현상을 보여주는 것으로 판단된다.



<Fig. 4> Distribution of boarding passengers by boarding time (before and after release time)

V. 결 론

1. 연구의 요약 및 시사점

본 연구는 해제시간에 따른 경부선 KTX의 예매 행태의 영향을 규명하였다. 이는 기존 연구에서는 일반철도에 대한 예매 행태만을 다룬 것에 반해 본 연구는 고속철도인 KTX에 중점을 두었으며 예매 행태분석에 있어서도 해제시간을 영향요인으로 고려하였다는 점에서 큰 의의를 갖는다. 또한 KTX 예매시간에 해제시간 이외에 운행노선, 운행요일, 운행거리 등이 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 본 연구의 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 출발시간대별 이용 분포를 살펴보았다. 집중 관리 시간대인 16시부터 23시까지의 자료를 활용하였으며 이동거리별, 이용노선별 이용 분포를 확인하였다. 평일의 경우 상행노선과 하행노선의 시간대별 이용분포가 유사한 패턴을 보였다. 단거리보다는 중·장거리 이용객들이 많았으며, 전체 이용건수는 18시까지 증가하다가 18시 이후로 감소하는 행태를 보였다. 주말에는 상행노선과 하행노선이 각각 다른 패턴을 나타냈으며, 토요일과 일요일의 이용행태는 서로 유사하게 나타났다. 주말의 총 이용건수는 상행노선이 17시까지 증가하다가 감소하는 패턴을 보였고, 하행노선은 평일과 마찬가지로 18시까지 증가하다가 그 이후로 감소하는 패턴을 보였다.

둘째, 예매시간별 이용 분포를 살펴보았다. 주말 상행노선을 제외한 경부선 KTX 이용객들의 대부분이 출발시간 3시간 전에 예매를 하는 것으로 나타났다. 주말 상행노선 이용객들은 약 50%가 출발하기 하루 전에 미리 예매를 하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 주말 단거리 이용객의 60% 이상이 출발하기 1시간 전에 예매하는 것으로 나타났는데, 이는 해제시간으로 인해 단거리 구간 예매에 제약이 있기 때문인 것으로 판단된다.

셋째, 해제시간 전후에 대한 이용 분포를 살펴보았다. 평일과 비교하여 주말이 해제시간 전후에 따른 이용 패턴이 크게 다른 것으로 나타났다. 이는 주말에 장거리 구간 이용객들이 미리 예매를 하는 경향이 높기 때문이다. 특히 단거리 구간의 경우 해제시간에 따른 이용이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 상행노선에서는 평일 장거리 구간을 제외하고 모두 해제시간 전후의 분포가 다르게 나타났다. 하행노선에서는 단거리 구간 및 일요일 장거리 구간이 다르게 나타났다.

넷째, 해제시간이 KTX 예매시간에 미치는 영향을 확인하였다. KTX 예매시간의 영향요인으로는 운행노선, 운행요일, 운행거리 등을 고려하였으며 해제시간 전 예매시간에는 상행노선인 경우와 장거리 구간인 경우에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 해제시간 후 예매시간에는 일요일인 경우가 가장 큰 영향을 미쳤으며, 단거리 구간보다 장거리 구간 이용객이 더 급하게 예매하는 것으로 나타났다.

결론적으로 KTX 이용객의 예매시간이 이용노선, 요일, 통행거리에 따라 영향을 받고 있어 이를 고려한 해제시간의 설정이 필요할 것이다. 또한 해제시간 전후의 가장 큰 변화는 단거리 예매가 증가하는 것으로 분석되어 수익극대화를 위해서는 해제시간을 시발역 기준으로 설정하는 것보다는 중간역을 기준으로 설정하는 것이 수익을 보다 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이용요일별, 이용시간대별로 열차이용객의 예매 행태가 다르게 나타나므로 이용요일별, 이용시간대별 해제시간 기준도 필요할 것으로 판단된다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구 과제

본 연구는 철도운영기관의 집중 관리 시간대인 16시부터 23시까지의 자료만 활용하여 오전시간대의 열차 이용객의 예매 행태에 대해서는 확인할 수 없었다. 따라서 향후 연구에서는 집중 관리 시간대뿐만 아니라 1

일 전체 시간대에 대한 분석이 수행되어야 보다 명확하게 KTX 예매시간에 미치는 영향을 파악할 수 있을 것이다. 또한 열차특성 정보, 매표정보뿐만 아니라 열차를 예매한 이용자의 개인특성까지 활용할 수 있다면 보다 다양한 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 추가로 열차운영자의 수익을 극대화하기 위해서는 해제시간 설정에 따른 수익변화 모형의 개발도 필요할 것이다.

본 연구의 활용자료는 한국철도공사가 단독적으로 KTX를 운영한 경우의 자료이며, 현재에는 SRT가 경쟁사로 운영을 하고 있다. 따라서 현재 실정에 맞는 KTX 운영방식에 대한 제언을 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 향후 연구에서는 두 운영사의 자료를 분석하여 이용자의 행태를 파악하고 이를 통해 두 운영사의 수입확보 및 분배를 위한 기준을 제시할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2014년도 홍익대학교 학술연구진흥비의 지원을 받아 수행하였습니다.

REFERENCES

- Hong S. H., Oh S. M., Gu S. W. and Kim D. O.(1999), "Yield Management System for Railway Industry," *1999 Electrical Engineering and Technology Summer Annual Conference*, pp.489-491.
- Kim H. S., Yun D. H. and Lee S. D.(2012), "Travel Behavior Analysis for Short-Term KTX Passenger Demand Forecasting," *Journal of the Korean Statistical Society*, vol. 19, no. 1, pp.183-192.
- Kim J. H.(2011), "A Study on Travel Characteristics of Long-distance Public Transport Users-Focusing on KTX and Express Bus Users-," *Dongseo University*.
- Kim K. J.(2014), "The Effects of Destinations and Departure Time on the Advanced Sale Tickets for Passengers of KTX," *Journal of Korea Culture Industry*, vol. 14, no. 3, pp.1-7.
- Kim S. H.(2007), "A Study on Accessible Area of the KTX Dong-Daegu Station and Mode Choice Modeling," *Yeungnam University*.
- Lee H. and Suh S. D.(2003), "Application of Yield Management Problem to Korean National Railroad with Passenger Reservation Characteristics," *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 23, no. 2, pp.159-165.
- Suh S. D., Yang K. Y. and Lee H.(2000), "Development and Application of Railway Yield Management Problem with Linear Programming Technique," *The 38th Conference of Korean Society of Transportation*, pp.142-147.
- Yun D. S., Yuk T. S. and Kim S. H.(2006), "A Study on the Intercity Mode Choice Behavior of Daegu Citizens According to the Introduction of Gyeongbu High-Speed Railway," *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 24, no. 1, pp.26-38.