한국철도학회논문집 제18권 제6호 ▌pp. 630-638 (2015년 12월)
JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY VOL.18, NO.6 ▌pp. 630-638 (December 2015)
ISSN 1738-6225(Print)
ISSN 2288-2235(Online)

철도역사 판매시설 증축에 따른 시간대별 대중교통 수요 변화 추정: 지하철 및 버스 수요를 중심으로

Estimation of Hourly Variations in Public Transit Demand according to the Addition of Sales Facilities to Railway Stations: Focusing on Metro and Bus Transit Demand

장재민 · 문대섭 · 김수정 · 김태형*
Jaemin Jang · Dae Seop Moon · Sujeong Kim · Tae-Hyoung Tommy Gim

Abstract The total number of passengers on the KTX since its construction in 2004 surpassed 500 million in October, 2015. The operation of KTX made it possible to reach anywhere in a country in half a day, which subsequently altered people's lifestyle. As the KTX has become an important mode of transportation, there is a growing interest in the optimal size and location of its stations. Currently, the stations are constructed through public-private partnerships since a sufficient amount of budget is hard to secure only from the public sector; however, because railway stations are traditionally aimed at promoting public interests, an emphasis on the profitability of the private sector could compromise public interests. At this juncture, this study separately computes the number of users based on each of the two primary functions of the stations—as a railway station and as a sales facility—and estimates the numbers of people according to various transportation modes that are taken to access the stations. This estimation is applied to the case of Dongdaegu Station, which will open in 2016. Such an application helps to predict and respond to possible congestion as brought about by the expansion of the sales facility.

Keywords : Complex transfer center, Railroad and sales facility, Access transportation, Transportation

초 록 국내철도는 2004년 KTX 개통을 계기로 2015년 10월 현재 KTX 이용객이 5억 명을 돌파하기에 이르렀다. KTX는 전국을 반나절 생활권으로 변화시켰으며, 이에 따라 생활패턴도 바뀌고 있다. KTX가 주요교통수단으로 자리 잡은 만큼 KTX가 정차하는 철도역사의 규모 및 위치도 주요한 관심사로 부각되고 있다. 현재의 KTX복합역사개발은 정부 예산 확보가 어려운 만큼 민자사업 형태로 진행 중에 있는 가운데 철도역사는 공익성 측면이 강한 시설물이므로 민간사업의 형태로 개발된다면 민간사업자 수익창출의 반대급부로 역사가 가진 공익성을 저해될 수도 있다. 이에 본 연구는 KTX복합환승센터의 주요기능인 철도역사기능과 판매시설기능이 발생시키는 각각의 개별이용인원을 분리, 접근교통수단별 이용인구를 추정하고 이를 2016년 후반기에 준공될 동대구복합역사 사례에 적용한다. 이를 통해 동대구 역사의 판매시설물 확장이 유발할 수 있는 대중교통 혼잡을 예측하여 실제 운영 시 발생 가능한 혼잡을 저감하기 위한 정책 마련에 도움을 줄 수 있다.

주요어 : 복합환승센터, 철도역 판매시설, 접근교통수단, 대중교통

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

한국철도는 2004년 KTX개통을 이후로 지속적인 승객 증가로 2015년 현재 이용객 5억 명을 달성하였으며 일평균 승객수는 10년 전 대비 2배 가량이 증가한 16만명에 이른다. 이는 국내를 반나절 생활권으로 통합시켰으며 지역발전의 원동력으로 작용하고 있다. 이처럼 KTX가 지역발전의 주요 요소로 인식되고 있는 가운데, 승객들이 열차를 이용할 수 있는 장소인 철도역사에 대한 관심이 높다. 다시 말하면 KTX가 통과한다고 지역발전에 영향을 미친다기보다는 철도 역사를 중심으로 지역경제효과가 발생한다고 볼 수 있다. 이러한 인식에서 KTX역사는 철도역사의 단일 기능만이 아닌 대규모 복합환승센터로서 건설되고 있으며 역사 방문객의

*Corresponding author. Tel.: +82-2-880-1459, E-mail : taehyoung.gim@snu.ac.kr.
© 2015 The Korean Society for Railway. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2015.18.6.630

통행목적도 쇼핑인 경우가 높은 비중을 차지하고 있다.

이처럼 복합역사구조를 가진 철도역사가 관심이 높은 가운데, 일부 광역시는 단일역사를 복합역사로 증축시키는 개발을 시행하고 있다. 철도역사의 규모 및 입지선정이 중요해지는 만큼 철도역사의 접근성 강화를 위해 대중교통 접근수단의 혼잡도 개선이 중요하게 작용하고 있다. 이론적으로 복합역사개발은 철도역사의 공익성측면(공공이익)과 판매시설의 수익성측면(사적이익)이 혼재하는 형태이며 판매시설로 인해 철도역사의 혼잡도가 높아지거나 서비스 수준이 저하된다면 이는 공익성을 저해하는 결과이다. 이에 복합역사개발의 추세에서 철도역사 기능 이외에 용도시설(판매시설)에 대한 수요를 추정, 대중교통의 용량 확보를 통해 일정수준의 서비스를 유지할 필요가 있다.

본 연구는 복합환승센터에서 판매시설물 증축이 유발하는 이용객 수요를 추정하여 철도역사 및 판매시설의 개별시설물에 대한 대중교통 예상 탑승객을 산정하는 데 목적이 있다. 이를 통해 대중교통수단으로서 철도역사를 이용하는 이용자의 혼잡을 완화시키는 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 KTX복합환승센터 내 철도역사가 가진 본래적 기능 이외에 대형판매시설이 발생시키는 대중교통 이용수요를 추정하는 방법으로 판매시설물 이용객이 필요로 하는 대중교통 용량을 확보하고 이에 따라 철도역사 이용객의 혼잡도를 줄임으로써 이용객의 편의를 개선하고자 한다. 본 연구 방법은 서울역 복합환승센터(철도역사+판매시설)의 특성을 분석하고 철도역사 및 판매시설의 원단위를 계산, 이를 현재 철도역사에 대형판매시설이 증축되고 있는 동대구복합역사(2016년 하반기 완공 예정)에 적용시켜 증축에 따른 대중교통 이용객 증가율을 추정한다. 이를 통해 기존 철도역사 이용객의 대중교통 서비스수준을 일정수준 이상 유지시키는 방향을 제시하게 된다.

KTX복합환승센터의 이해도를 높이기 위해 전반적인 현황분석 및 기초통계 분석을 시행할 것이며 이러한 특성 분석을 토대로 KTX복합역사에 대중교통으로 접근하는 이용객 규모를 산정할 것이다. 연구의 순서는 다음과 같다.

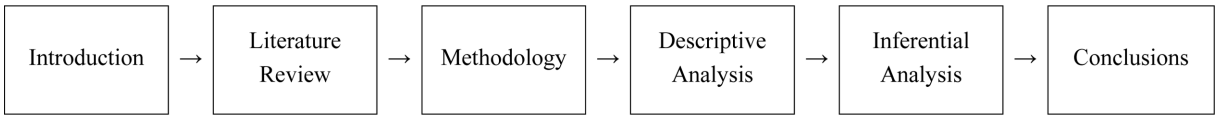

Fig. 1. Research flow.

1.3 이론적 고찰 및 선행연구 검토

1.3.1 이론적 고찰

2015년 현재 고속철도 연장은 약 1,870km이고 정차역 수는 41개이며 일평균 이용객수는 약 16만명으로 집계되고 있다. 이처럼 많은 승객을 실어 나르기 위해서는 KTX역사의 규모 및 위치가 상당히 중요하다. 이러한 특성을 반영하여 현 KTX역사는 복합환승센터의 형태로 신설되고 있으며 기존 단일역사도 복합환승시설로 변화되고 있는 상황이다. 그러나 대규모 시설이 건설되는 만큼 정부는 예산확보에 어려움을 겪을 수밖에 없어 현 KTX복합환승센터는 민자사업 형태로 다수 진행되고 있다. 즉, 민간사업자를 선정한 후 일정기간 운영권을 부여한 뒤 국가에 귀속시키는 BOT(built operation transfer) 방식으로 추진 중이다. 한편 민간사업자는 철도역사의 공익성 제공에 부담이 큰 만큼 이를 운영할 수 있는 고수익형 시설물 도입을 원하게 된다. 특히 인기가 높은 MD(Merchadise)는 백화점으로 이에 환승센터 내에 백화점은 필수 시설물처럼 도입되고 있다. 서울역사의 겔러리아백화점, 청량리역사의 롯데백화점. 용산역사의 아아파크백화점 등 민자역사 내에 입지한 백화점을 쉽게 찾아 볼 수 있다. 현재 KTX복합역사 가운데 동대구복합환승센터가 2016년 준공을 목표로 진행 중이다. 동대구역은 경상도 지역의 통행 거점지역으로 광역교통뿐 아니라 지역교통의 중심지 기능을 수행하고 있다. 본래의 역사기능에 판매기능(백화점)이 더해진다면 지역의 랜드마크인 동대구역의 KTX 빨대효과 등으로 인해 인근에 과도한 혼잡이 유발될 수 있으며 이에 따라 철도역사의 서비스 기능은 저하될 우려가 높다. 즉, 단일 판매시설물의 집객력 보다는 환승센터내의 복합판매시설물의 집객력이 상대적으로 높게 작용하므로 이에 대한 유발인구수를 추정하여 사전에 교통 혼잡을 방지하는 정책 마련이 필요하다.

1.3.2 선행연구 검토

대중교통의 이용률이 증가함에 따라 대중교통 수요추정 및 대중교통의 Hub지점인 복합환승센터 등 관련 된 연구는 다수 진행되어 왔다. 박민준[1]은 대중교통 활성화 및 대중교통 이용자 만족도 제고를 위해 다양한 방안을 제안하고 있는데, 이중에서도 환승

센터의 환승시간감축, 대중교통 홍보 및 통합요금체계 마련, 환승정보 제공, 환승역의 유니버설 디자인 도입이 대중교통 이용자의 만족도 향상에 중요한 역할을 한다는 결과를 도출하였다. 김환수외[2]는 대중교통 접근성 개선으로 인한 효과를 분석하였는데, 분석결과 대중교통 분담률이 증가하면 역사 이용자수가 증가하고 이에 따라 사회적 편익이 발생하는 것으로 나타났다. 황정훈[3]은 대구시의 지하철과 버스 간의 환승통행을 대상으로 한 것인데, 연구결과 환승시간은 환승통행량과 반비례하며 연계버스 노선수, 지하철역의 공간적 위치, 버스노선의 연계지수와는 비례관계가 있는 것으로 나타났다. 김지현[4]은 복합역사 기능을 단순한 수익창출의 쇼핑몰로만 이해해서는 안 되며 통합공간을 창출할 필요가 있는데, 이를 위해서는 역세권과 관련한 다양한 프로그램 및 지구단위 계획이 필요하며 주변개발의 관문으로 랜드마크 역할을 담당해야 한다고 주장하였다. 김진아외[5]는 공간계획에 미흡한 부분이 많고 특히 복합환승센터 시설규모가 비대하고 판매시설의 비율이 높게 나타나는 상황에서 대중교통정책의 개선과 도시 내 대중교통 환승 시스템의 발전가능성, 보행 친화적 개발에 대한 의지와 체계가 부족하여 당초 기대와는 달리 민간개발만 증가하는 결과를 가져왔다는 결론을 도출하였다. 이는 내부프로그램이 상업화 되는 경향으로 이어져 공공성을 저하시키는 문제를 발생하게 된다. 신현주외[6]는 고속철도역의 연계성에 미치는 연계 특성변수를 선정한 후 경부고속선 중 서울역, 부산역, 울산역, 신경주역을 중심으로 자료를 수집하고 고속철도역의 수단분담률을 이용하여 연계 특성변수와 수단분담률간의 영향관계를 확인하였다. 이를 바탕으로 수단분담률을 추정할 수 있는 여러 모형을 도출하여 고속철도역의 연계성을 제시하였다. 박영수[7]는 평균원단위법을 이용한 주차수요 예측 방법에 주차수요와 상관관계가 높은 연면적과 단일 회귀식을 도출하고 주차수요에 영향을 미치는 요인들을 고려하여 보정계수를 산정 후 모형식에 적용하는 방법을 제시하였다, 그 결과 평균원단위를 이용한 주차수요예측 방법보다 판매시설은 21.1%, 업무시설은 15.0% 낮은 것으로 분석되었다. 홍영익외[8]는 도시라는 공간이 비대해지는 만큼 교통수단이 연계되는 환승센터의 통행패턴을 분석하는 것이 필요하다. 하지만 환승센터내 시설물들에 대한 연구는 미비하며 본 연구는 환승센터 이용객을 대상으로 개인의 통행특성에 대한 설문조사를 통해 경로행태DB를 구축한 뒤 환승센터 내 시설물의 이용수요를 추정하는 방법을 제시하고 있다.

이처럼 환승센터의 수요추정 및 개선방안을 위한 연구는 다수 진행되고 있다. 그러나 수요추정에 사용된 원단위는 복합판매시설(역사+판매)이 아닌 단일판매시설(일반판매)의 원단위를 적용하였으며 복합환승센터의 수요추정 범위도 역사 및 판매시설의 개별단위가 아닌 복합환승센터 복합단위로 수요를 추정하고 있다. 최근 연구는 카드데이터를 사용하여 다양한 분석도 진행되고 있지만 카드데이터에는 통행목적이 확실치 않아 어려움을 나타나고 있다. 본 연구는 복합역사의 원단위를 사용하여 개별단위의 이용수요를 산정하였으며 역사 및 판매시설물로 진입하는 이용객수 및 교통량을 사용하여 통행목적을 구분함으로 이용수요를 산정하였다. 이를 기반으로 시간대별로 통행분포를 적용한 뒤 시간대별 대중교통 추가 이용자를 산정하여 첨두시간에 따른 대중교통의 서비스 증진방안을 제시하는데 기존논문과 차별성이 있다.

2. 본 론

2.1 분석방법론

본 연구는 환승센터의 용도를 단일역사(주용도가 전체 연면적의 80% 이상 차지)와 복합역사로 구분한 뒤 단일역사의 경우 철도수송이 주기능이므로 철도이용 수송실적을 전체 이용객으로 가정한 뒤 철도시설 접근교통이용수단 분담율에 따라 수요를 배분하였다. 이어서 철도 및 지하철, 버스 시간대별 통행패턴 및 용량분석을 통해 해당 역사가 발생시키는 승객수를 산정하였다. 복합역사(철도+판매)의 경우에는 철도기능은 단일역사와 유사하나 판매기능은 철도기능과 접근교통 이용수단 분담율이 상이할 것이므로 여기에는 판매시설 이용수단 분담율을 적용하여 승용차 이용객을 기준으로 판매시설 이용수단 분담율에 따라 이용수요를 재배분하는 방식을 취하였다. 이를 통해 철도역사 및 판매시설이 발생시키는 원단위를 따로 분석한 뒤 철도역사 및 판매시설물 이용객이 발생시키는 대중교통 승객수를 구분하여 추정하였다.

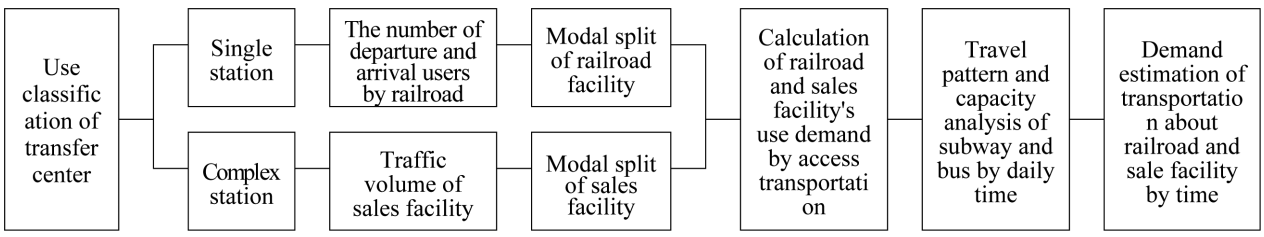

Fig. 2. Methodology.

2.2 현황 및 기초분석

2.2.1 서울역 환승센터

서울역에서 철도(KTX 및 일반철도)를 이용하는 연간 이용객수(2013년 기준)는 35,066,927명으로 방향별 및 열차종류별 수송실적은 다음과 같으며 KTX가 전체 이용객의 약 80%를 담당하고 있다.

Table 1. Passenger traffic by train in seoul station.

	KTX	Saemaeul	Mugunghwa	Total
Departure	13,633,289	502,425	3,315,447	17,451,161
Arrival	13,886,953	427,113	3,301,700	17,615,766
Total	27,520,242	929,538	6,617,147	35,066,927

Source: Korea rail network authority

서울역을 통과하는 대중교통(지하철, 버스)노선은 다음과 같으며 지하철은 4개 노선에서 1,209대/일(양방향), 버스 76개 노선에서 약 16,086대/일(양방향)의 대중교통이 운행 중에 있다. 서울역의 건축현황은 철도역사 및 판매시설(롯데아울렛, 롯데마트)로 구성되어 있으며, 총면적 중 판매시설이 차지하는 비중은 약 40%이다.

Table 2. State of transportation (subway and bus) and building in Seoul station.

Classification	Subway	Bus	Classification	State of building
Routes	4 (Seoul metro line 1, Seoul metro line 4, Gyeongui-Jungang line, Incheon airport railroad)	76 (Trunk, Branch, Circulation, Town shuttle, Metro, Direct, Airport)	Total area	146,206m^2 (43,328 pyeong)
Number of transport personnel	76,601,429	-	Station	95,007m^2 (27,840 pyeong)
Total of operating vehicles	1,362(two-way)	16,086(two-way)	Large sales facility	51,199m^2 (15,488 pyeong)

Source: Airport railroad, Seoulmetro, Korail, Seoul TOPICS

일반적으로 철도역사 및 대형판매시설물을 이용하는 이용객들의 접근 교통수단 분담율은 상이할 것이다. 이에 따라 철도역사는 2013년 한국교통연구원에서 수행한 「2103년 KTX 경제권 특성화 개발 연구」의 서울역사 철도이용 접근 교통수단분담율[8]을 적용하였으며, 대형판매시설물은 2011년 서울연구원에서 수행한 「표준교통량 및 교통유발계수 산정방안 연구용역」의 백화점 접근 교통수단분담율[9]을 적용하였다. 서울역 여객수송실적 35,066,927명/년을 교통수단분담율에 적용한 결과, 서울역 철도역사시설 교통수단별 이용인구는 Table 3(왼쪽)과 같다. 한편, 대형판매시설의 경우 총 이용객 실적자료가 없어 승용차자료를 기반으로 이용인

Table 3. Access transit modal split and user population at Seoul station.

Single station	Transit modal split		User population	Complex station	Transit modal split		User population
User population of railroad facility	Subway	53.4%	18,725,739	User population of large sales facility	Subway	41.0%	6,346,093
	Bus	14.5%	5,084,704		Bus	27.6%	4,272,004
	Car	10.1%	3,541,760		Car	17.0%	2,631,307
35,066,927 person/year	Taxi	18.3%	6,417,248	15,478,276 person/year	Taxi	3.1%	479,827
	Etc	3.7%	1,297,476		Etc	11.3%	1,749,045

Source: The Kores transport institute, The Seoul institute

Seoul station's parking lots consist of no. 1, no. 2, no. 3, no. 4 and Lotte Mart parking lot and this study assumes that all automobiles to Lotte Mart parking lot use the sales facility (auto occupancy of 1.59 was applied according to the 2011 Seoul Institute Report, particularly its downtown department store standard).	Parkin lot	The number of entry vehicles	The number of user populations
	Lotte Mart parking lot	4,534 person/day	2,631,307 person/year

Source: The Seoul institute

구를 추정하였으며, 서울역의 대형판매시설로 진입하는 자가용 이용대수를 기준으로 교통수단분담율로 배분하여 이용인구를 산정한 결과 총 이용인구는 15,478,276명/년으로 나타났으며 교통수단별 이용인구는 Table 3(오른쪽)과 같다

서울역 KTX복합환승센터 내에 위치하는 대형판매시설 원단위 분석 결과 일평균 0.83명/㎡의 이용객이 발생하는 것으로 나타났으며 이를 동대구역사에 증축될 대형판매시설물에 적용시킬 것이다.

Table 4. Basic unit analysis of sales facility in Seoul KTX complex transfer center.

Total area of sales facility	Number of users of sales facility	Analysis of basic unit	
		Annual average users	Daily average users
51,199m^2	15,478,276	302 person/m^2	0.83 person/m^2

2.2.2 동대구역 환승센터

동대구역에서 철도(KTX 및 일반철도)를 이용하는 연간 이용객수(2013년 기준)는 18,976,677명으로 방향별 및 열차종류별 수송실적은 Table 5와 같다.

Table 5. Passenger traffic by train in Dongdaegu station.

	KTX	Saemaeul	Mugunghwa	Total
Departure	6,501,728	323,808	2,751,360	9,576,896
Arrival	6,377,434	313,335	2,709,012	9,399,781
Total	12,879,162	637,143	5,460,372	18,976,677

Source: Korea Rail Network Authority

동대구역을 통과하는 대중교통(지하철, 버스) 노선은 다음과 같으며 지하철은 1개 노선에서 296대/일(양방향), 버스는 76개 노선에서 약 1,969대/일(양방향)의 대중교통이 운행 중에 있다. 현재 동대구역은 철도역사 기능만을 수행하고 있으나 2016년 판매시설(신세계 백화점 예정)이 준공될 예정에 있으며 증축될 건축현황은 Table 6(오른쪽)과 같다.

Table 6. State of transportation (subway and bus) and building in Dongdaegu station.

Classification	Subway	Bus	Classification	State of buliding
Routes	1 (Daegu metro line 1)	26 (Trunk, branch, express, circulation, regular)	Total area	112,923m^2(34,159 pyeong)
Number of transport personnel	9,702,691	-	Station	13,753m^2(4,160 pyeong)
Total of operating vehicles	296(Two-way)	1,969(Two-way)	Large sale facility (extension)	99,170m^2(29,999 pyeong)

Source: DTRO, Daegu metropolitan city

동대구역의 교통수단분담율은 2013년 한국교통연구원에서 제시한 동대구역 접근 수단분담율을 참조하였으며, 대형판매시설물은 2013년 동대구역 광역복합환승센터 개발계획(안)에서 제시한 수단분담율[11]을 적용하였다. 동대구 철도역사시설은 여객수송실적 18,976,677명/년을 교통수단분담율로 배분하였으며 대형판매시설은 서울역 복합환승센터 판매시설물의 원단위를 지역적 편차를 감안(KTDB의 지역유발계수를 적용)하여 18,313,921명/년이 산정되었다. 각 시설물의 총 연간수요를 교통수단분담율에 적용한 결과 Table 7과 같이 나타났다.

Table 7. Access transit modal split and user population in Dongdaegul station.

Single station	Transit modal split		User population	Complex station	Transit modal split		User population
User population of railroad facility	Subway	31.1%	5,901,747	User population of large sales facility	Subway	23.2%	4,248,830
	Bus	23.1%	4,383,612		Bus	31.2%	5,713,943
	Car	16.4%	3,112,175		Car	28.4%	5,201,154
18,976,677 person/year	Taxi	24.6%	4,668,263	18,313,921 person/year	Taxi	9.8%	1,794,764
	Etc	4.8%	910,880		Etc	7.4%	1,355,230

Table 8. Estimation method of sales facility users in Dongdaegu station.

Dongdaegu station commercial facility area	Basic unit of sales facility	Reflecting figures of regional characteristics*	Sales facility users in Dongdaegu station
99,170m^2	0.83 person/m^2	0.61	18,313,921 person/year

*Trip generation rates of sales facility, Seoul: 65.46/1,000m^2, Daegu: 39.94/1,000m^2 (KTDB)

2.3 분석결과

2.3.1 서울역 환승센터

지하철로 서울역을 이용하는 시간대별 통행행태를 파악하기 위해 먼저 서울역(역사+판매) 이용객 분포는 일일 지하철 추정수요 68,690명을 대상으로 서울역의 지하철 승하차 이용객의 시간대별 행태를 적용하였다. 철도역사 이용객 분포는 서울역에서 열차를

Table 9. Estimation of Seoul station's (railroad and sales facility) use demand by access transportations.

Time	Estimation of use demand by subway							Estimation of use demand by bus						
	Number of operating subway	① User distribution in Seoul station (Use of subway traffic distribution of subway)		② User distribution of railroad facility (Use of train traffic distribution)		User distribution of sale facility (① - ②)		Number of operating bus	① User distribution in Seoul station (Use of subway traffic distribution of subway)		② User distribution of railroad facility (Use of train traffic distribution)		User distribution of sale facility (① - ②)	
		Number of departure and arrival person	person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle		Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle
00~01	172	379	2.0	51	0.3	328	1.9	550	131	0.2	14	0	117	0.2
01~02	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	275	11	0.0	11	0.1	0	0.0
02~03	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
03~04	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
04~05	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	275	5	0.0	5	0.0	0	0.0
05~06	244	387	1.5	297	1.2	90	0.4	550	139	0.3	209	0.4	44	0.1
06~07	574	1,432	2.5	1,242	2.2	190	0.3	658	534	0.8	446	0.7	89	0.1
07~08	854	3,896	4.6	3,126	3.7	760	0.9	874	1,454	1.7	1,087	1.2	367	0.4
08~09	918	7,917	8.6	4,104	4.5	3,813	4.2	982	2,955	3.0	1,114	1.1	1,840	1.9
09~10	778	4,371	5.6	2,565	3.3	1,806	2.3	874	1,631	1.9	697	0.8	935	1.1
10~11	698	2,963	4.2	2,155	3.1	809	1.2	766	1,106	1.4	585	0.8	521	0.7
11~12	604	2,914	4.8	2,155	3.6	759	1.3	766	1,087	1.4	585	0.8	502	0.7
12~13	566	3,213	5.7	2,463	4.4	750	1.3	766	1,199	1.6	669	0.9	530	0.7
13~14	600	3,297	5.5	2,616	4.4	680	1.1	766	1,230	1.6	710	0.9	520	0.7
14~15	568	3,110	5.5	2,463	4.3	647	1.1	766	1,161	1.5	669	0.9	492	0.6
15~16	586	3,569	6.1	2,616	4.5	953	1.6	766	1,332	1.7	710	0.9	622	0.8
16~17	578	3,681	6.4	2,924	5.1	756	1.3	766	1,374	1.8	794	1.0	580	0.8
17~18	680	4,332	6.4	3,643	5.4	689	1.0	766	1,617	2.1	989	1.3	628	0.8
18~19	804	7,227	9.0	5,130	6.4	2,097	2.6	874	2,697	3.1	1,393	1.6	1,304	1.5
19~20	800	5,126	6.4	3,437	4.3	1,689	2.1	982	1,913	1.9	933	1.0	980	1.0
20~21	736	3,364	4.6	2,873	3.9	491	0.7	874	1,255	1.4	780	0.9	475	0.5
21~22	520	3,215	6.2	2,616	5	598	1.2	766	1,200	1.6	710	0.9	489	0.6
22~23	556	2,792	5.0	2,103	3.8	688	1.2	766	1,042	1.4	571	0.7	471	0.6
23~24	450	1,505	3.3	923	2.1	581	1.3	658	562	0.9	251	0.4	311	0.5
Total	12,286	68,690	5.6	51,303	4.2	17,387	1.4	16,086	25,635	1.6	13,931	0.9	11,704	0.7

이용하는 시간대별 통행분포를 적용하였고 판매시설 이용객 분포는 지하철 통행분포에서 열차 통행분포를 차감한 이용객 분포로 추정하였다. 이를 적용시킨 결과 8~9시 및 18~19시에 첨두현상이 발생하는 것으로 나타났으며 서울역 복합환승센터의 판매시설에서 발생시키는 지하철 추가 객실수요는 8~9시 평균 4.2명/량, 18~19시 평균 2.6명/량으로 추정되었다.

버스 이용객 분포는 서울역을 이용하는 버스이용자 16,086명/일을 기준으로 지하철 통행분포와 같은 방식으로 분석하였다. 추정 결과, 서울역 복합환승센터의 판매시설에서 발생시키는 버스 추가 객실수요는 8~9시 평균 1.9명/대, 18~19시 평균 1.5명/대인 것으로 나타났다.

2.3.2 동대구역 환승센터

지하철로 동대구역을 이용하는 시간대별 통행행태를 파악하기 위해 동대구역(역사+판매) 이용객분포는 일일 지하철 추정수요 27,810명을 대상으로 동대구 지하철 승하차 이용객의 시간대별 행태를 고려하였다. 철도역사 이용객 분포는 경부선 열차를 이용하는 시간대별 통행분포를 적용하였고 판매시설 이용객 분포는 지하철 통행분포에서 열차 통행분포를 차감한 이용객 분포로 추정하

Table 10. Estimation of Dongdaegu station's (railroad and sales facility) use demand by access transportations.

Time	Estimation of use demand by subway							Estimation of use demand by bus						
	Number of operating subway	① User distribution in Dondaegu complex station (Use of subway traffic distribution of subway)		② User distribution of railroad facility (Use of train traffic distribution)		User distribution of sale facility (① - ②)		Number of operating bus	① User distribution in Dondaegu complex station (Use of subway traffic distribution of subway)		② User distribution of railroad facility (Use of train traffic distribution)		User distribution of sale facility (① - ②)	
		Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle		Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle	Number of departure and arrival person	Person in vehicle
00~01	0			0	0.0			0			0	0.0		
01~02	0			0	0.0			0			0	0.0		
02~03	0			0	0.0			0			0	0.0		
03~04	0			0	0.0			0			0	0.0		
04~05	0			0	0.0			0			0	0.0		
05~06	18	243	13.5	243	13.5			28	180	6.4	134	4.8		
06~07	78	556	7.1	517	6.6	39	0.5	84	559	6.7	384	4.6	175	2.1
07~08	114	1,378	12.1	1,261	11.1	117	1	112	1,099	9.8	937	8.4	163	1.5
08~09	138	1,528	11.1	1,294	9.4	234	1.8	131	1,847	14.1	961	7.3	887	6.8
09~10	108	1,588	14.7	808	7.5	779	6.4	121	1,579	13.1	600	5	979	8.1
10~11	90	1,479	16.4	679	7.6	800	7.1	112	1,471	13.1	504	4.5	967	8.6
11~12	96	1,564	16.3	679	7.1	885	7.9	112	1,556	13.9	504	4.5	1,051	9.4
12~13	84	1,637	19.5	776	9.2	860	7.7	112	1,628	14.5	576	5.2	1,052	9.4
13~14	96	1,653	17.2	825	8.6	828	7.4	112	1,644	14.7	613	5.5	1,032	9.2
14~15	84	1,652	19.7	776	9.2	876	7.8	112	1,643	14.7	576	5.2	1,067	9.5
15~16	96	1,810	18.9	825	8.6	985	8.8	112	1,801	16.1	613	5.5	1,188	10.6
16~17	84	1,915	22.8	922	11.0	993	8.9	112	1,905	17.0	685	6.1	1,220	10.9
17~18	96	2,049	21.3	1,148	12.0	901	7.4	121	2,038	16.8	853	7.1	1,185	9.8
18~19	120	2,477	20.6	1,617	13.5	860	6.6	131	2,464	18.8	1,201	9.2	1,263	9.6
19~20	144	1,997	13.9	1,083	7.5	913	7.5	121	1,986	16.4	805	6.7	1,182	9.8
20~21	108	1,567	14.5	905	8.4	662	5.9	112	1,559	13.9	673	6	887	7.9
21~22	84	1,255	14.9	825	9.8	430	3.8	112	1,248	11.2	613	5.5	636	5.7
22~23	78	1,021	13.1	663	8.5	358	4.3	84	1,015	12.1	492	5.9	523	6.2
23~24	60	443	7.4	323	5.4	119	4.3	28	440	15.7	240	8.6	200	7.2
Total	1,776	27,810	15.7	16,169	9.1	11,641	5.9	1,969	27,665	14.1	12,010	6.1	15,655	8.0

였다. 첨두현상이 8~9시 및 18~19시에 발생되는 것으로 나타났으며 복합환승센터의 판매시설에서 발생시키는 지하철 추가객실수요는 16~17시에 평균 8.9명/량으로 추정되었다.

버스 이용객 분포는 동대구역을 이용하는 일일 버스이용자 27,665명을 대상으로 지하철 통행분포와 동일하게 분석하였고, 이에 판매시설에서 발생시키는 버스 대당 추가객실수요는 16~17시에 평균 10.9명/대로 계산되었다. 한편 Table 10은 현재 준공 예정인 동대구역 환승센터를 대상으로 추가수요를 예측한 것으로 향후 혼잡 저감을 위한 대안 개발, 분석, 평가 시에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

2.4 결과검토

본 연구를 통한 수요추정과 2013년 동대구역 광역복합환승센터 개발계획(안)에서 제시한 판매시설물에 대한 수요추정을 비교한 결과 다음과 같다. 판매시설물의 이용객수는 본 연구가 7%정도 낮게 추정되었으며 이는 분석데이터 년도의 상이함, 본 연구는 원단위를 전체면적이 아닌 영업면적을 기준으로 추정하였으며, 발생원단위는 복합시설물(역사+판매)에 포함된 판매시설물을 기준으로 산정하여 두 방법의 이용수요가 상이한 것으로 추정된다.

Table 11. Difference between the development plan and this study.

	Development plan	This research
User population of sale facility	19,666,930person/year	18,313,921person/year
Area basis	Total area	Sale facility area
Basic unit	Sale facility	Sale Facility in complex
Application data	2011	2013

3. 결　　론

본 연구는 KTX복합환승센터에서 철도역사(공익성 측면)와 판매시설물(수익성 측면)이 발생시키는 통행수요를 구분 추정하여 판매시설물 추가에 따른 영향을 분석하였다. 서울역 복합환승센터(철도기능+판매기능)의 사례를 통해 역사기능과 판매기능의 개별 이용수요를 추정한 뒤 각 용도별 수요를 대중교통의 용량으로 환산하였다. 2016년 하반기 동대구 역사가 복합역사로 확장되는 만큼 판매시설물(수익성 측면)로 인해 철도역사기능(공익성측면)이 저하되지 않도록 하기 위해 판매기능이 발생시키는 수요를 예측하여 혼잡에 대한 개선방안을 마련하는 것이다.

동대구 복합역사의 경우 판매시설물의 증축으로 시설물이 준공되면 하루통행 약 5만명/일이 추가로 발생되는 것으로 나타났다. 이를 대중교통 혼잡이 가중되는 첨두시를 파악하기 위해 시간대별 통행분포를 적용한 결과 지하철은 객실당 9명, 버스는 대당 11명의 추가수요가 발생될 것으로 예측되었다. 이처럼 동대구 복합역사가 준공되면 현재의 대중교통 운영노선 및 배차간격으로는 철도기능을 이용하는 이용객들에게 혼잡에 따른 불편을 가져올 수 있다. 이에 지차제나 정부는 본 연구에서 제시한 이용수요 예측방법을 기반으로 동대구역사 확장 시 대중교통 혼잡도에 대하여 현실성 있는 대안을 마련해야 할 것이다. 판매시설 확장을 통해 철도를 이용하는 이용자의 서비스수준을 낮추거나 대중교통의 혼잡도를 높여 대중교통 이용률을 저하시키는 것은 안된다. 대중교통 배차간격의 축소를 통한 용량 확대, 대중교통 플랫폼 확장 등이 필요하며 장기적으로는 친환경적 신규 교통수단을 도입하는 것이 도시발전에 기여할 수 있다.

본 연구의 한계로는 첫째, 각 역이 가지고 있는 기본 기능 이외에 주변지역 시설물의 용도 및 연면적에 따라 발생수요에 영향을 미칠 수 있으나 연구범위를 본 역사의 기능만으로 제한하여 수요를 추정했다는 점을 들 수 있다. 또한 판매시설물의 수요는 다양한 방법으로 추정할 수 있으나 서울역 판매시설물로 진입하는 승용차만를 기반으로 분석하였다는 점이다. 즉, 주변시설물에 따라 수요에 영향을 미치는 특성변수를 감안한 수요추정 및 지하철 및 버스카드 데이터 등을 사용하여 다양한 측면으로 발생수요를 추정한다면 보다 정확도가 높은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

현재 민자역사가 활발히 진행되는 상황에서 민간사업자는 수익성에 의존하는 경향이 높게 나타나는 만큼 공공성 측면이 도외시될 가능성이 있다. 공공시설물(철도역사, 터미널 등)을 개발할 때 수익성과 함께 공공성을 고려해야 하는 만큼, 본고에서 제시된 방법을 통해 대중교통 예상혼잡을 미리 점검하고 대중교통 접근성을 강화시킨다면 공익성 및 수익성 측면에서 민자사업의 역할을 발전시키는 데 공헌할 수 있을 것이다.

References

[1] M.J. Park (2014) A study on transfer system improvement of railway stations, *Master thesis*, Seoul National University of Science and Technology.
[2] H.S. Kim, J. Lee, J.G. Eom, J.W. Lim (2012) Effectiveness analysis due to the public transportation's accessibility improvement coming close to Osong station, *Journal of the Korean Society for Railway*, 15(5), pp. 903-912
[3] J.H. Hwang (2014) Analyzing factors affecting public transit transfer volume: Focused on Daegu city, *Journal of Korea Transportation Research Society*, 32(3), pp. 179-186.
[4] J.H. Kim (2013) A study on the development of the commercial around Dongdaegu station for KTX, *Master thesis*, Yeungnam University.
[5] J.A. Kim, Y.S. Park (2015) A study on the problems extraction of Dong-Daegu intermodal transfer center development plan, *Architectural Institute of Korea*, 31(7), pp. 21-30.
[6] H.J. Shin, B.K. Kim (2013) Connectivity analysis of KTX stations according to KTX connection characteristic variable and KTX modal split, *Journal of The Korean Society for Railway*, 16(6), pp. 503-509.
[7] Y.S. Park (2013) Calculation methods of parking demand for sales facilities and business facilities, *Master thesis*, University of Seoul.
[8] Y.I. Hong, Y.I. Lee (2011) Estimation of facility usage behavior in transfer center, *Journal of Korea Transportation Research Society*, 32(3), pp. 179-186.
[9] J.H. Oh (2013) The development research of KTX economic bloc characterization in 2103, The Korea Transport Institute.
[10] J.H. Koh, J.M. Jang (2011) The study on estimate method for standard traffic and traffic induction coefficient, The Seoul Institute.
[11] Shinsegae Co. (2013) East Daegu Station Transit Center complex wide area development plan, Shinsegae Co.

(Received 5 November 2015; Revised 4 December 2015; Accepted 4 December 2015)

Jaemin Jang: jm1729@nate.com
Korea Railroad Research Institute, 176 Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi 16105, Korea
Dae Seop Moon: dsmoon@krri.re.kr
Korea Railroad Research Institute, 176 Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi 16105, Korea
Sujeong Kim: ksjses226@krri.re.kr
University of Science & Technology, 217 Gajeong-ro Yuseong-gu, Daejeon 34113, Korea
Tae-Hyoung Tommy Gim: taehyoung.gim@snu.ac.kr
Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Gwanak-ro 1, Gwanak-gu, Building 82, Room 222, Seoul 08826, Korea