

행정중심복합도시 대중교통 이용활성화를 위한 수요탄력성 분석

An Analysis of Demand Elasticity to Facilitate the Use of Public Transportation in the Administrative City

김태균¹ · 박지은² · 이윤상³

Tae-Gyun Kim¹ · Ji-Eun Park² · Yun-Sang Lee³

(Received August 20, 2018 / Revised October 15, 2018 / Accepted October 22, 2018)

ABSTRACT

Administrative city has been developed step by step aiming to being a public transport-oriented new city. In spite of its primary goal, administrative city is dominated by car-oriented transportation system because the supply of public transportation has not been adequately and timely performed.

In this study, we investigate the current situation related to (public) transportation use in administrative city. Also, we examine the issues of traffic system through a survey on residents' consciousness about public transportation use. Additionally, the analysis of demand elasticity according to the change of the conditions of using public transportation and passenger car is conducted for passenger car users. As a result, it is analyzed that as the neighborhood is more stabilized after the completion of development the resistance to the abandonment of passenger car is higher when the tide demand control method is introduced.

Therefore, it is concluded that pre-emptive public transportation supply and the management of car demand management are necessary for the activation of public transportation in Administrative city.

Key words : administrative city(행정중심복합도시), logit model(로짓모형), traffic demand management(교통수요관리)

1. 서론

대중교통중심 교통체계를 지향하는 행정중심복합도시(이하 행복도시)는 대중교통 수송분담율(도보, 자전거 포함) 70%를 목표로 계획되었다. 그러나 현재 행복도시의 승용차 분담율(2017년 7월 기준) 85%에 이르는 승용차중심의 도시로 변질되고 있다.

대중교통중심 교통체계를 조성하기 위해서는 입주초기부터 대중교통 우선공급을 통한 선순환구조로 이뤄져야함에도 불구하고 과거 신도시개발 때와 마찬가지로 입주완료시기를 중심으로 순차적인 대중교통공급으로 인해 승용차의 선점현상을 극복하지 못하였기 때문이다.

이러한 승용차중심이 교통체계로 인해 출퇴근시간의 교통체증과 함께 주차장 부족현상이 속출함에 따라 많은 민원이 발생하고 있으며, 만연된 불법주차와 무상주차는 승용차 이용을 더 부추기는 악순환이 반복되고 있다.

이에 본 연구에서는 입주시기가 다른 각 생활권별 입주자를 대상으로 대중교통 이용실태를 살펴보고 대중교통 이용활성화를 위해 수단분담 수요탄력성 분석을 이용하여 대중교통 선순환구조의 필요성을 제시하고자 한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 대중교통 공급관리를 통한 이용활성화 방안 관련 연구

김황배(2012)는 부산, 대구, 광주, 대전 등 4개 대도시권내 대중교통 사각지대 통행자들을 대상으로 새로운 대중교통수단 도입 시 수단선택 행태변화관련 SP조사를 수행하였다. 그 결과 통행비용보다 통행시간에 대한 효용이 더 민감하게 나타나는 것을 확인하였다. 외곽에서 도심으로 연결되는 간선 도로를 활용하여 수요변화 평가, 외곽지역의 대중교통 잠재 수요 분석에 활용될 수 있을 것이라 판단하였다.

이영석(2014)은 인천시 신도심 구축에 따른 현재 대중교통

1) 토지주택연구원 수석연구원(주저자: raphaelo@lh.or.kr)

2) 토지주택연구원 연구원(제2저자: jepark@lh.or.kr)

3) 토지주택연구원 연구위원(교신저자: yunsang@lh.or.kr)

활성화 정책의 문제점을 파악하고 해결방안을 제시하였다. 그 대안으로 대중교통 노선, 대중교통서비스 및 시설 개선, 안정성 확보 및 편의성 제고 등 체계적이고, 합리적인 대중교통 활성화 방안을 제시하였다.

송제룡(2012)은 대중교통이용활성화를 위하여 지선기능을 이용한 교통수단간 노선연계 방안을 제시하였다. 역세권에서 마을버스, 광역버스 정류소간 통합운영, 노선연장운행, 마을버스정류장 신설, 노선연계 환승시설확충 등 대안의 필요성을 제시하였다.

이범규(2015)는 대전시의 약화된 대중교통 경쟁력 강화를 위해 공급관리를 통한 이용활성화 방안을 모색하였다. 대중교통체계 개편, 노선확대, 월정액권 도입, 대중교통 소외지역 순환버스 공급, 배차간격 단축, 충청권 대중교통 통합시스템 구축, 환승센터 건설 등을 대안으로 내세웠다.

김경환 외(2011)는 청주시 대중교통 이용활성화방안 모색을 위한 설문조사를 시행하였다. 그 결과 대중교통서비스에 대한 문제점이 드러났으며, 버스 운영체계 개선이 가장 시급한 것으로 나타났다.

2.2 교통수요관리방안을 통한 대중교통 이용활성화 방안 관련 연구

김해몽(2014)은 부산시 대중교통수요관리에 대한 문제점 파악 및 대중교통활성화 방안을 모색하였다. 역세권 주차수요관리, 대중교통전용지구 도입, 대중교통 환승센터 확대를 통한 이용편의 증진, 시내버스와 마을버스 노선조정, 안심교통 서비스 확대, 대중교통 환승요금 무료화, 대중교통 전용도로 확대 등을 제시하였다.

황정훈(2013)은 대중교통 이용촉진을 위해 지선기능을 이용한 교통수단 간 연계방안을 제시하였다. 계층별 중요도 분석결과 모든 계층에서 통행시간을 가장 중요시 하였다. 승용차에 대한 의존도가 높을수록 편리함, 쾌적함 등 정성적 요인을 중요시하는 것으로 나타났다.

이정범(2016)은 대전시 대중교통 이용률 증가를 위해 버스 노선 연장, 배차간격, 정류장, 운행시간 조정, 마을버스 증설 등의 교통수요관리 정책을 제안하였다. 또한, 승용차 이용객이 도시철도를 이용하여 도심으로 들어올 수 있도록 하는 방안을 제안하였다.

2.3 선행연구의 한계 및 차별성

관련 선행연구에서는 다양한 기법을 통해 기존도시의 대중교통 경쟁력 강화방안을 제시하고 있다. 그러나 본 연구에서는 행복도시의 대중교통중심 교통체계 및 이용활성화를 위해 입주시기가 다른 각 생활권을 대상으로 로짓모형을 이용하여 교통수요관리방안 도입시 수단분담 변화에 따른 수요탄력성 분석을 통해 대중교통 선순환구조의 필요성을 제시하고자 한다.

3. 행정중심복합도시 교통현황¹⁾

3.1 대중교통 공급현황

행복도시를 통과하는 버스노선은 지선버스 26개, 간선버스 4개, 광역버스 4개, BRT 1개로 총 35개 노선이 운영되고 있으며, 노선별 운행횟수는 평균 30.2회/일로 조사되었다. 생활권별 통과노선은 1생활권과 3생활권이 타 생활권에 비하여 높게 나타났으며, 정부세종청사, 국책연구단지, 세종고속시외버스터미널이 위치한 생활권들을 통과하는 노선들의 1일 운행횟수가 가장 많은 것으로 조사되었다.

행복도시에 위치하고 있는 버스정류장은 총 278개소이며, 생활권별 분포는 1생활권이 총 141개소로 전체의 50% 수준이 위치해 있는 것으로 나타났다.

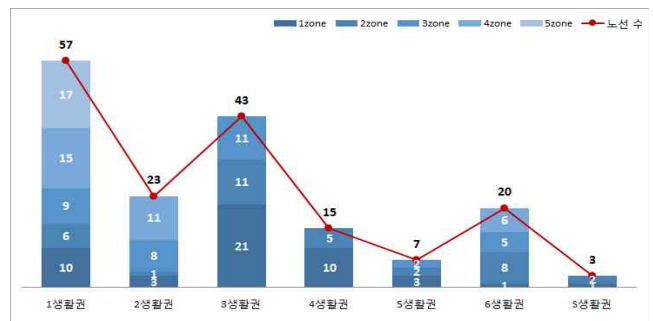


Fig 1. The number of transit bus routes of each community zone in the Administrative City

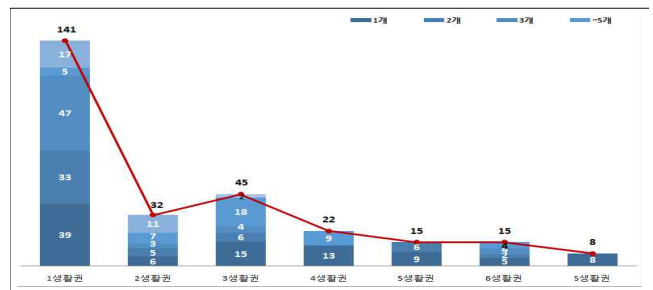


Fig 2. A number of bus lines at bus stops of each community zone in the Administrative City

정류장별 통과노선을 살펴보면, 3개 이하 노선이 정차하는 정류장이 205개소로 나타났다. 이는 전체 정류장의 70% 수준으로 정류장당 정차노선이 매우 적음을 확인할 수 있다.

1) 행정중심복합도시의 대중교통관련 현황 자료들은 2017년 8월을 기준으로 하고 있음.

3.2 자동차 등록현황

세종시의 자동차 등록현황은 2012년 47,580대에서 2016년 110,360대로 131.9%의 폭발적인 증가를 보였다. 특히 2015년, 공공기관, 국책연구기관 등의 이전으로 전년 대비 37.1%로 가장 높은 증가율을 보이고 있다.

행복도시의 자동차 등록대수(2017.07 기준)는 약 76,168대로 세종시 전체의 62%를 차지하고 있으며, 그 중 승용차등록대수가 69,855대로 전체의 68%를 차지하고 있다. 승용차의 경우 최근 5년간 약 5만7천여 대가 증가하였다(2016년 기준).

이러한 자동차등록대수(특히 승용차)의 증가현상은 대중교통 노선 및 정류장 부족에 따른 문제가 심각함을 보여주는 근거라 할 수 있다.

3.3 주차장 공급 및 이용실태

3.3.1 주차장용지 공급현황

행복도시 주차장용지 공급규모는 340,400㎡로 약 0.5%에 해당하며, 중복지정지역(호수공원 주차장) 포함 0.6%이상으로 세종시 조례상의 공급면적을 충족한다. 이는 대부분 지자체 조례상 제시하고 있는 공급규모와 유사하다. 생활권별 주차장용지 공급규모는 3생활권이 0.9%(34,549㎡)로 공급비율이 가장 높은 것으로 조사되었다.

세종시 노외주차장 규모가 358,223㎡(2016년 기준)임을 고려할 때 대부분 행복도시에 위치한다고 볼 수 있다. 현재 정부세종청사주변에 제공되고 있는 주차장 용지가 아닌 임시주차장(4,077면, 134,158.1㎡)을 포함한다면 그 공급규모는 매우 크다고 볼 수 있다.

3.2.2 주차장 이용실태

행복도시는 기존 신도시와 달리 대규모 정부종합청사가 위치하고 있다. 행복도시의 중심지역인 1-5 생활권에 위치한 정부세종청사 주변에는 총 18개의 부지(4,077면)가 공영주차장으로 사용되고 있으며, 모두 무상으로 운영되고 있다(2017년 기준). 이들 주차장 중 7개 주차장의 유출입조사를 통해 주차시간을 살펴본 결과 평균주차시간은 374분/대이며, 출근시간인 8~9시에 유입차량의 평균주차시간은 501분/대로 조사되어 주차회전율은 1.87대/면으로 분석되었다.

청사주변 공영주차장은 계획의도와는 달리 청사방문객보다는 출퇴근차량을 중심으로 이용되는 것을 볼 수 있다. 청사 주변의 공영주차장은 복합시설용지 등 주차장 용지가 아닌 용지를 임시로 사용하고 있어, 향후 당초의 용도로 시설이 완공될 경우 현재 주차 공간 이용 차량 이외에 추가 주차수요가 발생하게 되면서 주차난이 더욱 가중될 것으로 예상된다.³⁾

2) 파주시 조례에서는 공급규모를 1.2%로 규정하고 있음

4. 대중교통 이용실태조사

4.1 조사 개요

4.1.1 조사의 배경 및 목적

행복도시 교통체계는 승용차 중심의 교통체계로 변질됨에 따라 당초 취지인 대중교통중심 교통체계를 구현하기 위해서는 이용자 측면에서의 교통현황 및 문제점 등의 파악이 필요하다.

본 조사에서는 설문조사를 통해 입주민들의 교통이용실태와 대중교통 이용 편의성 및 요구수준 파악, 개선방안에 대한 대중교통 선호도 등을 살펴보고자 하였다.

4.1.2 조사대상 및 표본설계

본 조사에서는 행복도시의 거주민(거주종사자 포함)을 대상으로 생활권별 계층분할을 통해 1:1 개별면접 조사로 진행하였으며, 유효 표본은 834명으로 선정하였다. 조사대상 생활권은 준공된 1, 2, 3생활권과 준공되지는 않았으나 주변지역에 상주하는 주민들이 존재는 것으로 확인된 4, 6생활권을 대상으로 하였다. 표본추출 시, 각 생활권의 이용교통수단별로 표본을 할당하였는데, 이용교통수단을 승용차, 시내버스, BRT로 설정하고 표본비율을 2:1:1의 수준으로 설정하였다. 설문조사 내용은 크게 교통수단 이용 행태, 교통현안 및 이슈, 대중교통체계 개선에 따른 교통수단 전환이용 의향 조사로 구성하였다.

4.2 교통수단 이용행태 분석결과

4.2.1 최근 1주일 동안 통행빈도

응답자들의 이용행태 신뢰성을 확보하기 위해 현재 통행 구간을 중심으로 조사를 시행하였다. 현재 통행하는 구간을 최근 1주일 동안 통행한 횟수는 평균 4.56회로 조사되었으며, 5~6회 통행이 가장 높게 나타났다. 현재의 통행목적과 구간이 통상적인 통행패턴으로 볼 수 있었다. 조사대상중 승용차 이용자가 평균 4.79회로 대중교통 이용자 4.21회 보다 많은 통행을 보였으며, 각 생활권 별 통행 횟수는 4생활권 5.16회, 3생활권 4.85회, 1생활권 4.76회, 6생활권 4.58회, 2생활권 3.83회 순으로 나타났다.

4.2.2 현재 통행목적 및 이용가능 수단

통행목적은 업무(28.6%), 통근/통학(27.8%), 여가/관광(11.5%)순으로 높게 나타났다. 1, 6생활권은 통근/통학(28.4%, 35.6%), 2, 3, 4생활권은 업무(26.2%, 31.0%, 40.0%)가 가장 높게 나타났다. 승용차 이용자는 통근/통학(26.9%), 대중교통 이

3) 현재 일부주차장은 당초의 복합편의시설 공사가 진행중에 있어 불법주차로 인해 주변지역의 혼잡이 가중되고 있다.

용자는 업무(31.3%)가 가장 높은 것으로 나타났다.

이용 가능한 수단으로는 승용차(77.8%), 시내버스(50.6%), 택시(43.0%), BRT(간선급행버스, 31.6%) 순 이었고, 타 생활권에 비해 3, 4생활권이 택시가 높게 나타났다.

4.3 교통수단 이용실태 분석결과

4.3.1 이용하기 불편한 대중교통

통행구간 통행 시 이용하기 불편한 대중교통수단으로 택시(67.1%), 시내버스(48.3%), BRT(46.4%) 순으로 나타났다. 각 생활권별로 유사한 패턴을 보이고 있으나 4생활권의 경우 BRT의 이용이 시내버스보다 다소 불편한 것으로 나타났다.

4.3.2 이용수단의 통행시간

이용수단의 통행시간을 살펴보면 BRT의 이동시간이 평균 55.2분으로 가장 길게 분석되었다. 생활권별로 살펴보면 2생활권의 BRT의 이동시간이 평균 60.9분으로 가장 길게 나타났다. 각 조사항목별로 살펴보면 탑승지점까지 접근시간 및 탑승시간은 BRT가 가장 긴 것으로 분석되었으며, 탑승대기 시간 및 하차지점에서 최종목적지 접근시간은 버스 및 BRT가 가장 긴 것으로 분석되었다.

조사대상중 대중교통 정류장까지 접근거리에 대해 거리가 멀다고 느끼는 응답자가 우세하였는데 이들의 접근시간은 평균 10분이상인 것으로 분석되었다. 또한 탑승대기시간이 길다는 의견이 높았는데 이들의 대기시간은 10분이상인 것으로 분석되었다.

Table 1. Time spent on transport of each community zone by transport modes in the Administrative City

Zone	mode	number	access time to boarding point(min)	waiting time at boarding point(min)	ride time (min)	access time to destination(min)	travel time (min)
whole city	auto	498	4.3	-	16.2	5.3	25.8
	taxi	116	4.4	5.4	9.7	4.0	23.5
	bus	103	9.6	12.4	17.3	8.3	47.6
	BRT	100	11.1	11.2	23.4	9.5	55.2
Zone 1	auto	247	4.4	-	14.8	5.2	24.4
	taxi	66	5.3	5.7	9.0	3.1	23.2
	bus	62	8.3	12.8	18.4	9.3	48.7
	BRT	61	11.1	10.3	23.3	9.2	53.8
Zone 2	auto	134	4.3	-	16.8	5.4	26.5
	taxi	14	3.7	5.2	9.6	6.8	25.3
	bus	21	8.5	11.0	15.5	6.7	41.7
	BRT	22	11.8	11.8	24.5	12.7	60.9
Zone 3	auto	60	4.0	-	15.5	6.2	25.7
	taxi	29	2.7	4.3	9.4	4.2	20.7
	bus	2	6.5	7.5	12.5	7.5	34.0
	BRT	9	10.0	15.0	21.7	6.7	53.3
Zone 4	auto	36	3.9	-	22.2	4.7	30.8
	taxi	3	5.0	10.0	16.7	12.0	43.7
	bus	6	4.2	18.3	13.3	4.8	40.7
	BRT	-	-	-	-	-	-
Zone 6	auto	21	4.0	-	21.3	5.2	30.4
	taxi	4	4.0	4.0	17.5	2.0	27.5
	bus	12	21.3	11.3	17.5	8.3	58.3
	BRT	8	10.6	11.3	22.5	6.9	51.3

4.3.3 이용수단의 통행비용

이용수단의 통행비용을 살펴보면 택시가 약 6,298원으로 가장 비쌌고, BRT(1,362원), 버스(1,277원), 승용차(1,034원) 순으로 나타났다. 생활권별로 살펴보면 6생활권의 택시비용(10,750원)이 가장 비싼 것으로 분석되었다.

승용차의 평균주차비를 살펴보면 59원/10분당(무료포함), 445원/10분당(무료제외)로 분석되어 승용차 이용 시 거의 주

차비용이 지불되지 않는 것으로 분석되었다. 생활권별로 살펴보면 무료를 제외할 경우 입주가 완료되어 안정화된 1생활권(539원/10분), 4생활권(500원/10분)이 전체평균을 상회하는 것으로 분석되었다.

행복도시 내 통행의 경우 주차비는 대체로 무료인 것으로 조사되었으며, 주차비용을 지불한 경우에는 장거리통행이나 환승통행일 확률이 매우 높은 것으로 분석되었다.

Table 2. Transport fees of each community zone by transport modes in the Administrative City

Zone		auto	taxi	bus	BRT
whole city	number	498	116	103	100
	travel costs(won)	1,034	6,298	1,277	1,362
	parking fee/10min(won)	59/10min(free include), 445/10min(exclude free)			
Zone 1	number	247	66	62	61
	travel costs(won)	928	6,248	1,263	1,388
	parking fee(won)	53/10min(free include), 539/10min(exclude free)			
Zone 2	number	134	14	21	22
	travel costs(won)	1,048	6,721	1,277	1,298
	parking fee/10min(won)	59/10min(free include), 389/10min(exclude free)			
Zone 3	number	60	29	2	9
	travel costs(won)	1,047	6,079	1,200	1,367
	parking fee/10min(won)	133/10min(free include), 406/10min(exclude free)			
Zone 4	number	36	3	6	-
	travel costs(won)	1,481	7,467	1,225	-
	parking fee/10min(won)	28/10min(free include), 500/10min(exclude free)			
Zone 6	number	21	4	12	8
	travel costs(won)	1,271	10,750	1,388	1,388
	parking fee/10min(won)	21/10min(free include), 200/10min(exclude free)			

4.3.4 승용차 이용 포기에 따른 주차비용

응답자들을 대상으로 행복도시에 주차요금을 전면 유료화할 경우 승용차 포기를 위한 평균 주차비용은 1,380원/10분으로 조사되었다. 수단별로 살펴보면 승용차이용자는 1,478원 이상/10분, 대중교통이용자는 1,587원 이상/10분으로 분석되어 승용차이용자의 저항이 매우 높은 것으로 분석되었다. 통행유형별로 살펴보면 내부통행이 1,407원, 외부통행이 1,132원으로 내부통행이 승용차이용 포기저항이 큰 것으로 분석되었다.

생활권별로 살펴보면 입주가 완료되어 안정화된 1생활권의 경우 승용차포기에 따른 주차비용이 1,833원/10분으로 승용차이용 포기저항이 큰 것으로 분석되었다.

Table 3. Parking fees to switch from private cars to public transport

		nimber	~500	500 ~1,000	1,000 ~2,000	2,000 ~	AVG.
user	auto	490	21.2	37.6	26.1	15.1	1478.4
	P.T	149	16.1	29.5	37.6	16.8	1057.7
Zone	Zone 1	331	23.6	30.5	26.6	19.3	1833.3
	Zone 2	150	14.0	45.3	36.0	4.7	813.0
	Zone 3	91	17.6	27.5	36.3	18.7	1087.4
	Zone 4	39	10.3	64.1	5.1	20.5	879.5
	Zone 6	28	32.1	32.1	25.0	10.7	714.3
trip	internal	576	19.4	35.9	29.0	15.6	1407.4
	external	63	25.4	33.3	27.0	14.3	1132.5
total		639	20.0	35.7	28.8	15.5	1380.3

4.4 행복도시 교통체계 현안에 대한 인식

4.4.1 대중교통이용관련 불편사항

1) 대중교통 노선 및 전용차로

대중교통(BRT, 간선버스, 지선버스)의 노선공급에 대해 지선버스(63.9%), 간선버스(60.7%), BRT(48.1%) 순으로 부족하다고 응답하였다. 행복도시는 출발/도착지와 직접연계가 되는 지선버스에 대한 공급이 필요한 것으로 분석되었다.

생활권 중 4생활권이 노선부족에 대한 반응이 가장 높았으며, 전체적인 패턴과 마찬가지로 각 유형별 노선부족 응답이 지선버스(80.0%), 간선버스(73.4%), BRT(60.0%) 순으로 나타났다. 4생활권의 입주민들은 대중교통 노선공급에 대해 매우 열악하다고 인식하고 있는 것으로 분석되었다. 버스전용차로관련은 노선부족보다는 부족하다고 인식하는 비율이 낮은 것으로 분석되었으며, 4생활권이 가장 부족하다고 인식하는 것으로 조사되었다.

2) 대중교통간 환승

대중교통(BRT, 간선버스, 지선버스)간 환승 불편정도를 살펴보면 다소간 차이는 있으나 간선버스-지선버스(57.8%), BRT-간선버스(57.4%) 순으로 분석되었다. 생활별로 살펴보면 BRT-간선버스 환승불편은 4생활권(68.9%), 간선버스-지선버스는 1생활권(59.6%)순으로 높게 나타났다. 그 외 ‘환승 주차장 부족’(52.1%), ‘자전거 이용시 환승불편’(53.1%), 환승 편의시설 부족(45.5%), 등에 대해서도 부족하다는 응답이 높았다.

3) 대중교통 이용여건

응답자들의 집에서 대중교통 정류장까지 접근거리에 대해 41.9%가 멀다고 느끼고 있는 것으로 나타났으며, 생활권별로 살펴보면 2생활권(45.0%)이 가장 높게 나타났다. 대중교통의 배차간격에 대해서는 응답자의 62.4%가 배차간격이 길다고 느끼는 것으로 나타났으며, 생활권별로 살펴보면 4생활권(68.9%)이 가장 높게 나타났다. 이용가능한 대중교통 정류장에 대해 응답자 중 53.4%가 적다고 느끼는 것으로 나타났으며, 생활권별로 살펴보면 4생활권(62.2%)이 가장 높게 나타났다.

4.4.2 승용차 통행억제 방안에 대한 인식

1) 주차장의 전면 유료화 필요성

응답자중 45.9%가 주차장 유료화에 부정적인 반면, 15.2%는 주차장 전면 유료화의 필요하다고 인식하고 있어 주차장 유료화에 대한 저항이 매우 큰 것으로 분석되었다. 생활권별로 살펴보면 4생활권(62.3%)이 주차장 유료화에 부정적인 견해가 가장 높은 것으로 분석되었다.

2) 승용차요일제 및 10부제 시행 필요성

응답자의 24.1%가 승용차요일제 및 10부제 시행 필요성을 느끼는 것으로 나타났다. 승용차 이용자의 경우 54.8%가 부정적인 반면 대중교통 이용자의 38.9%는 필요하다고 응답하였다. 생활권별로는 4생활권(51.1%)이 승용차요일제 및 10부제 시행에 가장 부정적인 것으로 분석되었다.

3) 승용차 통행제한구역 설정 필요성

응답자의 27.5%가 승용차 통행 제한구역 설정 필요성을 느끼는 것으로 나타났다. 승용차 이용자의 경우 48.6%가 승용차 통행 제한구역 설정이 필요하지 않다고 응답한 반면, 대중교통 이용자는 41.4%가 필요하다고 응답하였다. 생활권별로 살펴보면 4생활권(48.91%)이 승용차 통행제한구역 설정에 가장 부정적인 것으로 나타났다.

4.4.3 대중교통 활성화 방안에 대한 인식

대중교통 이용활성화를 위한 우선 시행정책으로 대중교통 인프라 확충(47%), 대중교통 이용편의성 확대(36.7%), 대중교통 환승체계 개선(16.3%) 순으로 나타났다.

1) 대중교통 인프라 확충 필요성

대중교통의 노선확충에 대해 응답자의 76.1%가 필요한 것으로 응답하였으며, 승용차(79.1%), 대중교통(71.4%) 이용자 모두 70%이상으로 높은 필요성을 보이고 있다. 생활권별로 살펴보면 6생활권(86.7%)이 가장 높게 응답하였다.

대중교통 정류장 확충에 대해 응답자의 69.5%의 필요성을 느끼는 것으로 나타났다. 승용차 이용자는 73.1%, 대중교통 이용자는 63.9%가 정류장 확충이 필요성에 응답하여 승용차, 대중교통 이용자 모두 대중교통 정류장 확충의 필요성이 높은 것으로 나타났다.

2) 대중교통 이용편의성 확대 필요성

배차간격 단축에 대해 응답자의 73.6%가 필요한 것으로 응답하였으며, 승용차(75.7%), 대중교통(70.2%) 이용자 모두 70%이상으로 높은 필요성을 보이고 있다. 생활권별로 살펴보면 4생활권(77.8%)이 가장 높게 응답하였다.

대중교통 노선시간 연장에 대해서는 응답자의 73.5%가 필요성을 느끼는 것으로 분석되었다. 승용차 이용자는 74.7%, 대중교통 이용자는 71.5%가 대중교통 노선 시간 연장이 필요하다고 응답하였다.

3) 대중교통 환승체계 개선 필요성

응답자의 66.5%가 대중교통 환승 용이성 확보의 필요성이 있는 것으로 응답하였다. 승용차 이용자는 68.1%, 대중교통 이용자는 64.0%가 필요성이 있는 것으로 응답하였다.

또한 개인교통수단 이용 시 대중교통으로의 환승 용이성 확보에 대해 응답자의 59.6%가 필요한 것으로 응답하였으며, 승용차 이용자가 64.3%로 전체 응답율을 상회하고 있다.

5. 로짓모형을 이용한 수단전환 탄력성 분석

5.1 분석 개요

5.1.1 분석의 목적

행복도시의 주차문제에서도 나타나 바와 같이 조성초기에 대중교통 공급이 원활하지 못하거나 승용차에 대한 적절한 제한조치가 없을 경우 승용차의 이용이 폭증하게 되는 것을 볼 수 있었다. 따라서 본 분석에서는 단계적 개발이 진행되고 있거나 입주가 완료된 행복도시의 각 생활권을 대상으로 입주시기에 따라 주차수요관리 및 대중교통 개선정책을 수행 시 이에 따른 수단전환 효과를 비교해 보고자 하였다.

5.1.2 분석대상 및 시나리오 설계

본 분석은 대중교통 이용실태 관련 설문응답자 중 승용차 이용자 515명을 대상으로 수행하였다.

분석기법은 교통수요관리를 고려한 18개 시나리오 추출하여 실험계획을 수립하였으며, 추정방법은 로짓모형을 이용한 수단선택모형을 활용하였다.

Table 4. Scenarios for Experimental designing for Sp Survey of Private car users

scenario	parking fee (won)	access time to bus stop (min)	waiting time at boarding point(min)	ride time (current basis)	access time to destination(min)	travel costs (current basis)
1	300	10	3	▼ 10%	10	▲ 10%
2	0	15	10	▼ 10%	10	▲ 10%
3	500	5	3	▼ 10%	15	▲ 10%
4	500	5	10	▼ 10%	5	▲ 5%
5	300	5	5	▼ 20%	15	▲ 5%
6	0	10	3	▼ 20%	15	▲ 5%
7	0	5	5	same as	10	▲ 10%
8	300	5	10	▼ 20%	10	same as
9	0	10	10	▼ 20%	5	▲ 10%
10	500	15	5	▼ 20%	5	▲ 10%
11	300	15	3	same as	5	▲ 5%
12	300	10	5	▼ 10%	5	same as
13	500	10	10	same as	15	same as
14	500	15	3	▼ 20%	10	same as
15	0	5	3	same as	5	same as
16	500	10	5	same as	10	▲ 5%
17	0	15	5	▼ 10%	15	same as
18	300	15	10	same as	15	▲ 10%

5.2 대중교통 이용여건 및 선호도 분석

5.2.1 수단선택모형 추정결과

개선대안에 따른 수단선택모형(행복도시 전체대상) 추정 결과, 효용의 부호는 접근/대기시간, 차내시간, 목적지 접근 시간, 요금, 주차비용 등이 음(-)의 부호로 나타나 일반적인 패턴과 일치하는 것으로 분석되었다. 모든 변수는 통계적으로 유의한 것으로 분석되었으며, 모형의 적합도⁴⁾인 ρ^2 와 $\bar{\rho}^2$ 는 각각 0.21과 0.21로 분석되어 매우 높은 적합도를 가지는 것으로 분석되었다. 설명변수들의 영향정도는(개선 대중교통 수단 더미 제외) 차내시간이 가장 높게 나타났으며 목적지 접근시간, 접근/대기시간 순으로 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다.

각 생활권⁵⁾별 수단선택모형 추정결과를 살펴보면 모형의 적합도인 ρ^2 와 $\bar{\rho}^2$ 는 대부분 생활권이 모두 0.2이상으로 그 적합성이 매우 높은 것으로 분석되었다. 다만 1생활권 은 ρ^2 와 $\bar{\rho}^2$ 가 0.2미만으로 다소 적합도가 낮은 것으로 분석되었다. 전반적으로 생활권별 비교 가능한 것으로 판단되었으며, 각 생활권별 설명변수의 유의성(95% 신뢰수준)을 살펴보면 전반적으로 요금의 유의성이 떨어지는 것으로 나타났다. 1, 3 생활권은 모든 변수가 유의한 것으로 판단되었다.

4) 적합도는 ρ^2 또는 $\bar{\rho}^2$ 로 판단되며, 일반적으로 0.2-0.4 이상의 값을 가지면 아주 좋은 적합도를 갖는 것으로 평가할 수 있다고 알려짐 (McFadden, 1976).

5) Table 및 Figure에서는 각 생활권을 zone 으로 표기함

Table 5. Estimation result of mode choice model (whole city)

Variable	coefficient (std. error)	t-value (p-value)
Access/wating time	-0.101459 (0.012629)	-8.034 (0.0000)
in-vehicle time	-0.266599 (0.298744)	-8.924 (0.0000)
Destination access time	-0.129526 (0.0117740)	-11.001 (0.0000)
Travel costs	-0.000365 (0.000094)	-3.877 (0.0001)
parking fee	-0.004082 (0.000364)	-11.205 (0.0000)
dummy	-1.714410 (0.2001150)	-8.567 (0.0000)

* LL(*) : -970.6569, LL(0) : -1232.2383, ρ^2 : 0.21228, $\bar{\rho}^2$: 0.21041 n= 2,531

설명변수의 영향정도를 비교해 보면,(개선 대중교통수단 더미 제외) 1, 2, 3생활권은 차내시간, 목적지 접근시간, 접근/대기시간 순으로 분석되었고, 4생활권은 목적지 접근시간, 접근/대기시간, 차내시간 순으로 분석되었다. 6생활권은 접근/대기시간, 목적지 접근시간, 차내시간 순으로 영향력이 높은 것으로 분석되었다. 차내시간은 2생활권의 영향력이 가장 높으며, 접근/대기시간은 6생활권, 목적지 접근시간은 4생활권의 영향력이 가장 높은 것으로 분석되었다.

Table 6. Comparison of coefficients of explanatory variables of logit model by the community zones

Variable	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 6	
	coefficient (std. error)	t-value (p-value)	coefficient (std. error)	t-value (p-value)	coefficient (std. error)	t-value (p-value)	coefficient (std. error)	t-value (p-value)	coefficient (std. error)	t-value (p-value)
Access/waiting time	-0.080078 (0.018674)	-4.288 (0.0000)	-0.058098 (0.023274)	-2.496 (0.0126)	-0.144325 (0.047159)	-3.060 (0.0022)	-0.227409 (0.057869)	-3.930 (0.0001)	-0.333792 (0.075186)	-4.440 (0.0000)
in-Vehicle time	-0.232064 (0.045236)	-5.130 (0.0000)	-0.416413 (0.072761)	-5.723 (0.0000)	-0.249112 (0.090682)	-2.747 (0.0060)	-0.119162 (0.090383)	-1.318 (0.1874)	-0.121275 (0.153718)	-0.789 (0.4301)
Destination access time	-0.097603 (0.018642)	-5.236 (0.0000)	-0.072536 (0.022949)	-3.161 (0.0016)	-0.190766 (0.031847)	-5.990 (0.0000)	-0.342249 (0.059875)	-5.716 (0.0000)	-0.291954 (0.084536)	-3.454 (0.0006)
Travel cost	-0.000265 (0.000125)	-2.115 (0.0344)	-0.000322 (0.000167)	-1.920 (0.0548)	-0.001229 (0.000612)	-2.009 (0.0445)	-0.000437 (0.000361)	-1.210 (0.2262)	-0.000699 (0.084536)	-0.900 (0.3682)
Parking fee	-0.003543 (0.000561)	-6.318 (0.0000)	-0.005337 (0.000825)	-6.467 (0.0000)	-0.006667 (0.001269)	-5.255 (0.0000)	-0.006277 (0.001459)	-4.303 (0.0000)	-0.004853 (0.000776)	-2.521 (0.0117)
Dummy	-2.240853 (0.314578)	-7.123 (0.0000)	-3.047567 (0.478573)	-6.368 (0.0000)	-1.743431 (0.573247)	-3.041 (0.0024)	0.568902 (0.837879)	0.679 (0.4972)	2.323113 (0.730470)	3.180 (0.0015)
LL(*)	-400.6044		-249.9466		-120.2599		-74.08906		-53.65764	
LL(0)	-467.7869		-329.7255		-177.2926		-135.1709		-79.7629	
ρ^2	0.14362		0.24196		0.32169		0.45189		0.32729	
$\bar{\rho}^2$	0.13942		0.23478		0.30901		0.43592		0.29249	
n	1,230		640		327		212		122	

5.2.2 생활권별 시간 및 비용의 수단선택 탄력성 결과 비교

승용차의 시간 및 비용에 대한 탄력성은 차내시간에 대한 탄력성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 특히 2생활권 (-1.7803)과 3생활권(-1.1068)의 탄력성이 행복도시 전체 대상 모형보다 높게 나타났다. 그러나 차내시간에 대한 수단선택 탄력성이 가장 높다하더라도 이를 이용한 개선방안 도출은 다소 어려울 것으로 판단된다. 다만 거시적으로 대중교통 전용지구 지정 등의 승용차통행 제한구역 설정으로 승용차 통행시간을 늘이는 방법을 제안할 수 있을 것이다. 두 번째로 탄력성이 높은 변수는 주차비용인 것으로 분석되었다. 1생활권을 제외한 모든 생활권이 행복도시 전체(-0.3087)보다 탄력

성이 높은 것으로 분석되었다. 1생활권과 같이 입주가 완료되어 안정된 지역일수록 주차요금 변화에 따른 수단선택 탄력성이 떨어지는 것으로 볼 수 있다. 그 외 목적지 접근시간과 접근/대기시간의 탄력성은 유사하나 목적지 접근시간이 다소 높게 나타났다.

수단선택 탄력성 분석결과를 볼 때, 대중교통활성화를 위한 개선방안으로 주차장 유료화 및 급지제도 도입 등을 통한 공영주차장의 차등요금 부과, 주요시설 주차장위치 이격화 등의 수요관리방안과 대중교통 정류장 접근거리 최소화, 대중교통 배차간격 축소 등의 공급방안을 제안할 수 있다.

Table 7. Elasticities of mode selection for travel time and cost for estimation models by the community zones

variable	Total	zone 1	zone 2	zone 3	zone 4	zone 6
Access/waiting time	-0.0966	-0.0519	-0.0588	-0.1530	-0.3738	-0.6475
in-Vehicle time	-1.0226	-0.5392	-1.7803	-1.1068	-1.1006	-0.9690
Destination access time	-0.1552	-0.0731	-0.0940	-0.3053	-0.8245	-0.5328
Travel cost	-0.0973	-0.0404	-0.0995	-0.3694	-0.3114	-0.2877
Parking fee	-0.3087	-0.1751	-0.4695	-0.6484	-0.9031	-0.4773

5.3 수단선택 모형에 따른 승용차의 대중교통 전환분포

수단선택모형을 기반으로 승용차 및 대중교통의 통행관련 비용 및 시간변화에 따른 전환분포 살펴보고자 하였다. 필요한 분포기준을 최초기준, 균형구간, 목표구간 3개 부문으로 설정하였다.

① 최초기준 (T1) : 현재 행복도시 승용차 및 대중교통의

평균 통행시간 및 통행비용으로 전환분포의 최초 기준 값

② 균형구간 (T2) : 대중교통으로의 전환과 비전환이 균형이 되는 구간

③ 목표구간 (T3) : 행복도시의 교통수단 목표치인 승용차 부담률이 30%이하일 경우 전환구간

Table 8. Comparison of modal shares at T1, T2 and T3 by travel conditions of private cars and public transportation

		Modal shares		Travel conditions of private cars					Travel conditions of public transportation			
		Auto	PT	V1	V2	V3	C1	C2	V1	V2	V3	C1
whole city	T1	99.5%	0.5%	4	16	5	1,000	0	22	20	9	1,300
	T2	58.0%	42.0%	12	16	13	1,000	400	13	20	5	1,300
		44.7%	55.3%	13	16	14	1,000	450	12	20	5	1,300
T3	32.1%	67.9%	14	16	15	1,000	500	11	20	5	1,300	
Zone 1	T1	99.6%	0.4%	4	15	5	900	0	21	21	9	1,300
	T2	57.8%	42.2%	15	15	16	900	550	10	21	5	1,300
		47.0%	53.0%	16	15	17	900	600	9	21	5	1,300
T3	36.5%	63.5%	17	15	18	900	650	8	21	5	1,300	
Zone 2	T1	99.7%	0.3%	4	17	5	1,000	0	21	20	10	1,300
	T2	47.9%	52.1%	16	17	17	1,000	600	9	20	5	1,300
	T3	36.8%	63.2%	17	17	18	1,000	650	8	20	5	1,300
Zone 3	T1	99.2%	0.8%	4	16	6	1,000	0	20	17	7	1,300
	T2	60.2%	39.8%	9	16	11	1,000	250	15	17	5	1,300
		40.2%	59.8%	10	16	12	1,000	300	14	17	5	1,300
T3	40.2%	59.8%	10	16	12	1,000	300	14	17	5	1,300	
Zone 4	T1	91.1%	8.9%	4	22	5	1,500	0	22	13	5	1,200
	T2	52.5%	47.5%	6	22	7	1,500	100	20	13	5	1,200
	T3	26.7%	73.3%	7	22	8	1,500	150	19	13	5	1,200
Zone 6	T1	99.8%	0.2%	4	21	5	1,300	0	27	20	8	1,400
	T2	62.1%	37.9%	8	21	9	1,300	200	23	20	5	1,400
		33.0%	67.0%	9	21	10	1,300	250	22	20	5	1,400
T3	33.0%	67.0%	9	21	10	1,300	250	22	20	5	1,400	

※ V1 : Access/wating time(min), V2 : in-Vehicle time(min), V3 : Destination access time(min), C1 : Travel cost, C2 : Parking fees(10min)

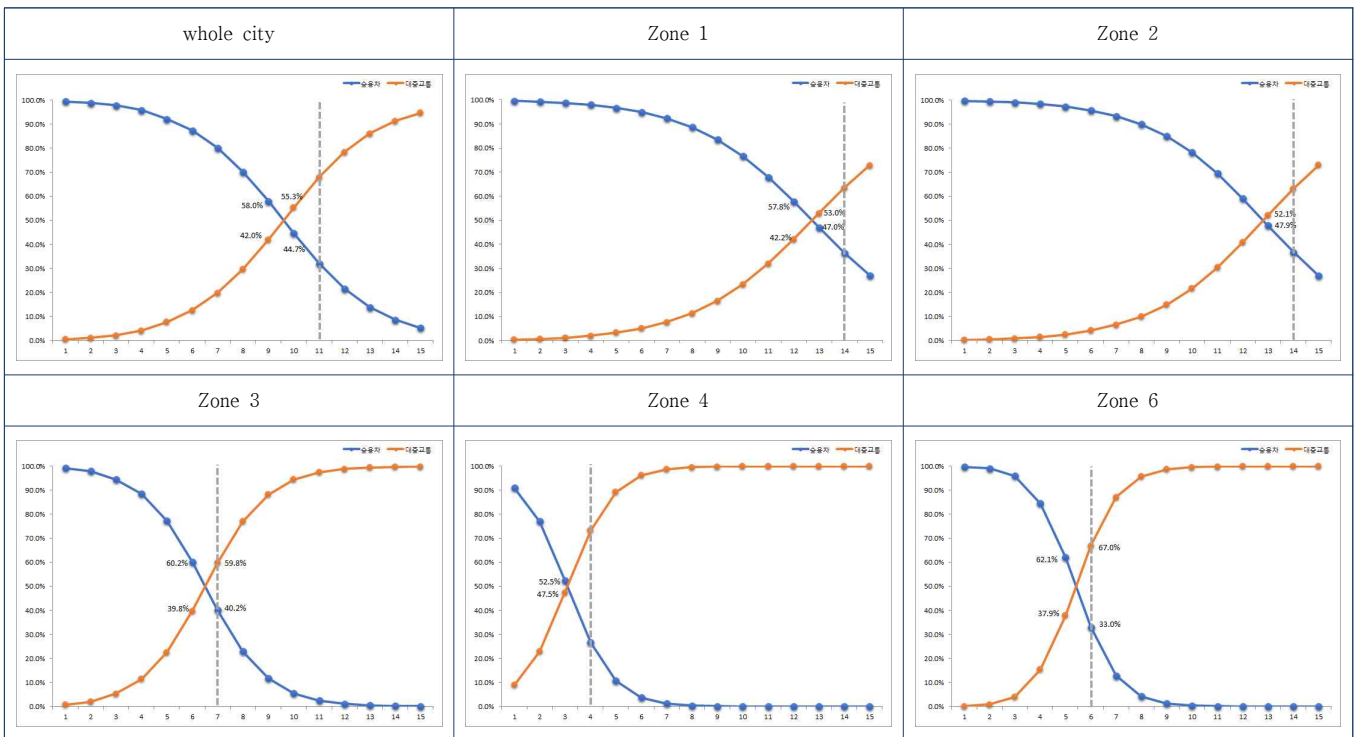


Figure 1. Changes of mode shares of private cars and public transportation by travel conditions of private cars and public transportation

분석결과를 통해 승용차의 대중교통 전환이 균형인 구간 (T2)의 교통여건 변화를 행복도시전체를 기준으로 살펴보면 승용차의 경우 접근시간 및 목적지 접근시간 증가가 현재의 3배 수준이 필요하며, 현재 무료인 주차요금은 400원/10분이상이 필요한 것으로 분석되었다. 대중교통의 경우 정류장 접근/대기시간과 목적지 접근시간은 현재의 절반수준이 필요한 것으로 분석되었다.

승용차의 대중교통전환에 대한 저항강도를 살펴보면 승용차 접근시간에 대한 저항은 2생활권, 1생활권, 3생활권, 6생활권, 4생활권 순으로 강하게 나타났다. 승용차의 목적지 접근시간도 2생활권(13분)이 시간증가가 가장 큰 반면, 4생활권(3분)의 시간증가가 가장 적어 2생활권의 저항이 가장 큰 것으로 분석되었다. 또한 승용차의 주차비용 증가에 대한 저항정도를 살펴보면 2생활권(650원)이 가장 크고 4생활권(150원)이 가장 적은 것으로 분석되었다.

대중교통 여건개선에 대한 반응정도를 살펴보면 대기/접근시간 감소에 대한 반응정도는 2생활권(13분)이 반응정도가 가장 낮은 반면, 4생활권(3분)의 반응정도가 가장 큰 것으로 분석되었다.

분석결과를 종합해보면 전반적으로 주차비용에 대한 부과가 전혀 없는 행복도시로서는 공영주차장 유료화와 같은 주차비용 부과를 통한 수요관리방안이 필수적인 것으로 분석된다.

1, 2생활권과 같이 입주완료 후 승용차이용여건이 안정화된 지역일수록 교통수요관리에 대한 저항이 매우 높은 것으로 조사되어 대중교통 이용활성화를 위해서는 보다 강력한 관리방안 필요한 것으로 분석되었다. 반면에 4, 6생활권과 같이 지속적으로 입주가 진행되고 있는 지역에서는 교통수요관리 및 대중교통 여건변화에 대해 민감하게 반응하고 있어 선제적인 관리정책의 효과가 높을 것으로 분석되었다.

5. 결론

행복도시는 당초 대중교통 수송분담률 70%이상을 지향하는 대중교통중심 교통체계를 계획되었음에도 불구하고 취약한 대중교통 공급 및 교통수요관리방안의 부재로 현재(2017년 7월 기준) 승용차 분담률 85%에 이르는 승용차중심의 도시로 되었다. 이는 기존방식의 신도시 개발시 입주초기에 나타나는 패턴과 유사하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 행복도시의 교통체계 및 주차현황 그리고 각 생활권별 입주자의 통행패턴을 살펴보았으며, 승용차 이용자를 대상으로 로짓모형을 이용하여 대중교통 여건 변화 및 수요관리방안에 따른 수요탄력성 분석을 시행하였다. 따라서 본 연구에서는 각 입주시기가 다른 생활권에 대중교통 개선 및 수요관리방안을 적용함으로써 나타나는 수단분담의 변화를 통해 대중교통의 선순환구조의 필요성을 제시하

고자 하였다.

행복도시의 절대적인 승용차 이용은 열악한 대중교통 인프라와 대부분의 무상주차가 가장 큰 요인이라 볼 수 있다. 입주자의 대중교통이용실태 및 수요탄력성 분석에서 나타난 바와 같이 생활권의 입주초기에 원활한 대중교통공급이 투입되지 않을 경우 입주가 완료되어 대중교통공급이 이뤄진다 하더라도 대중교통 분담률이 저조할 확률이 매우 높다.

행복도시의 대중교통 이용활성화를 위해서는 생활권의 입주초기부터 선제적인 대중교통 공급과 함께 승용차 수요관리방안이 동반되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 한국토지주택공사(LH)의 연구비 지원에 의해 수행된 ‘행정중심복합도시 대중교통이용활성화 방안 연구’ 결과의 일부를 재편집한 것입니다.

참고문헌

1. 이정범(2016), 「대전시 대중교통 이용객 증진 방안」, 대전발전연구원.
2. 이범규(2015), 「대전 2030 그랜드 플랜 수립을 위한 연구(교통부문)」, 대전발전연구원.
3. 김해동(2014), 「교통수요관리와 대중교통 활성화」, 「부산시 교통수요관리정책과 방안 세미나 자료」.
4. 이영석(2014), 「대중교통 활성화 방안에 관한 연구 : 인천시를 중심으로」, 인천대학교 석사학위 논문.
5. 황정훈(2013), 「효과적인 교통수요관리방안의 추진을 위한 교통수단 선택계층별 수단선택특성 및 대중교통으로의 전환의식 비교분석」, 「대한토목학회논문집」, 32(6), pp.2493-2501.
6. 김황배(2012), 「대도시권 대중교통 사각지대 통행자들의 수단선택모형 개발」, 「대한토목학회 논문집」, 32(6D), p.565-569.
7. 송계룡(2012), 「신도시 대중교통체계 개선방안」, 경기연구원.
8. 김경환·박병호(2011), 「대중교통 이용실태 분석을 통한 활성화 방안 연구 : 청주시를 대상으로」, 「대한교통학회 학술대회지」, pp.656-661.