

■ 論 文 ■

**수도권 대중교통 요금제의 다양화에 따른  
철도 수요예측 방법론의 개선(수단분담을 중심으로)**  
Improvement of Railway Demand Forecasting Methodology under the Various Transit Fare  
Systems of Seoul Metropolitan Area (Focused on Mode Share)

**최 기 주**  
(아주대학교  
교통시스템공학전공 교수)

**이 규 진**  
(아주대학교  
건설교통공학과 박사과정)

**류 인 곤**  
(아주대학교  
건설교통공학과 박사과정)

— 목 차 —

- |  |   |
|--|---|
| <p>I. 서론</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 연구 배경 및 목적</li> <li>2. 연구 내용 및 절차</li> </ol> <p>II. 기존 연구의 고찰 및 한계점</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 기존 연구의 고찰</li> <li>2. 기존 연구의 한계점</li> </ol> | <p>III. 분석 방법론의 정립</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 분석 방법론의 개요</li> <li>2. 분석 방법론의 내용</li> </ol> <p>IV. 철도 수요추정 결과 및 시사점</p> <p>V. 결론 및 향후과제</p> <p>참고문헌</p> |
|--|---|

**Key Words :** 수도권 대중교통 요금제, 통행비용, 수단분담, 민자 사업, 철도 수요  
Integrated Transit Fare System of Seoul Metropolitan Area, Travel Cost, Mode Share  
Private Participation in Infrastructure, Railway Demand

— 요 약 —

2007년 7월부터 시행되고 있는 수도권 대중교통 통합요금제는 이용자의 통행비용 절감 및 활발한 환승행위의 유도로 긍정적인 평가를 얻고 있다. 그러나 수도권 대중교통 통합요금제를 고려한 철도 수요예측 방법론, 특히 수단분담과 관련된 연구가 많지 않았다. 이에 본 연구는 수도권 대중교통 통합요금제를 반영할 수 있는 수단별 효용산정 기법을 제시하였으며, 2006년 가구통행실태조사 자료를 활용하여 통행시간과 통행비용 산정에 적용되는 계수를 현실화하였다. 그리고 다양한 요금제를 적용하기 위한 철도 수요예측 방법론을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 철도 수요예측 방법론은 철도 수요예측의 정확성과 유용성을 향상시키는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

The integrated transit fare system of Seoul metropolitan area has given positively evaluated with reduction of user cost and activating the transfer behavior from its opening year, July 2007. However, there were only few research about railway demand forecasting methodology, especially mode share, has conducted under the integrated fare system. This study focuses on the utility estimation by each mode under the integrated fare system, and on the coefficient actualization relates on travel time and travel cost estimation with Household Travel Survey Data 2006. Also the railway demand analysis methodology under various fare systems is presented. The methodology from this study is expected to improve accuracy and usefulness in railway demand analysis.

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

최근 몇몇의 철도사업에 대한 예측수요가 실제 이용 수요와 큰 차이를 보임에 따라 혈세가 낭비된다는 지적이 존재하였다. 특히 정부와 시민단체에서 현 철도 수요 예측의 문제점을 제기하면서 철도 수요의 신뢰도가 사회적으로 중요한 이슈가 되고 있다. 또한 친환경 교통정책의 추진에 따라 철도사업이 확대될 것으로 전망되고 있어, 향후 철도 수요예측의 개선은 중요한 사안으로 전망된다. 이와 같은 상황에 따라 현재 철도 수요예측 방법론의 개선에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

2004년 서울시의 대중교통체계 개편과 2007년 수도권 대중교통 통합요금제의 시행에 따라 기존의 대중교통 요금체계에 큰 변화가 발생하였다. 그러나 이와 같은 대중교통 요금체계의 변화를 반영하여 철도 수요를 추정하는 기존 연구는 많지 않을뿐더러, 현실 적용성 측면에서 한계를 가지고 있다. 특히 철도 수요예측 단계 중 수단분담과 통행배정이 가장 중요한 부분을 차지하고 있으나, 최근의 연구는 대중교통 통합요금제를 반영한 통행배정 기법의 개선 위주로 진행되고 있어, 수단분담과 관련된 연구가 보완되어야 할 것으로 보인다.

이에 본 연구는 최근 시행되고 있는 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한 철도 수요예측 방법론, 특히 수단분담에 대한 개선을 목적으로 한다. 또 이와 같은 개선안에 따라 철도사업의 수요를 재 예측하고, 향후 추진될 철도사업에 적용 가능한 요금제 대안별로 철도 수요예측 방법론을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 내용 및 절차

기존에 적용하여 왔던 수단분담 방법론은 수단간 독립요금제가 기반인 반면, 현재의 수도권 대중교통 요금제는 수단간 통합요금제 및 거리비례제가 기반이다. 따라서 본 연구에서는 현재의 수도권 대중교통 요금제가 모형화된 수단분담 방법론을 제시한다. 수단분담 과정에서는 수단효용의 산정이 핵심이며, 수단 효용은 수단간 통행시간과 통행비용의 산정이 핵심이 된다. 이에 따라 본 연구에서는 2006년 가구통행실태조사 자료를 비롯한 다양한 자료조사 및 통계분석을 통해 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한 통행시간과 통행비용 산출방법을 제시한다.

그리고 최근 작성되어진 수도권 장래 수단 O/D의 경우 2006년 기준의 교통요금 체계로 작성되어 졌기 때문에 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한 장래 수단 O/D를 재 구축하여야 한다. 이에 본 연구에서는 장래 수단 O/D의 재구축절차를 제시하며, 재구축된 장래 수단 O/D가 기존 장래 수단 O/D와 어떠한 차이를 보이는지 살펴본다.

마지막으로 기존에 추진한 대부분의 철도사업은 독립요금제 중심으로 진행되어 왔지만, 향후 추진될 철도사업은 다양한 요금제의 적용이 시도될 것이다. 이에 따라 다양한 요금제를 적용하기 위한 철도 수요분석 기법을 제시한다. 이 또한 수단분담과정을 중심으로 제시하며, 각 요금제별 철도수요를 직접 추정하고 어떠한 차이를 보이는지에 대해 살펴본다.

II. 기존 연구의 고찰 및 차별성

1. 기존 연구의 고찰

철도 수단 분담률을 산정하기 위한 최근의 연구결과는 국가교통DB(KTDB)와 시정개발연구원(SDI)의 분석 방법론을 통해 알 수 있다.

KTDB는 전국 지역간 수단분담과 광역권 수단분담을 구분하여 통행시간과 통행비용을 산출하는 방법론을 제시하고 있다. 광역권의 경우 버스/철도의 수단에 대해 차내시간과 차외시간으로 구분하는 등 전국지역간 수단분담보다 상세화된 분석론을 제시하고 있다(표 1, 2).

<표 1> KTDB의 수단분담 모형 - 통행시간 산출방법(광역권)

구분	통행시간
승용차 / 택시	기준연도의 OD 및 장래 네트워크를 이용하여 승용차 및 택시의 통행시간 산출, 택시의 경우 5분 정도의 차외시간 적용
버스	1) 차내시간 -승용차 통행시간 매트릭스 이용, 승용차 대비 버스의 통행시간 비율 적용 - 시내간 1.2배, 광역시-인접지역 시·군간 1.3배, 인접지역 시·군간 1.35배 2) 차외시간 -10km를 기준으로 지역별 차외시간 상수 이용
지하철	1) 차내시간: 지하철, 철도의 역간 운행시간 매트릭스를 구축 2) 차외시간 -지하철 및 철도를 이용하기 위한 접근시간은 버스기준을 적용 -지하철 환승 대기시간은 평균배차간격의 1/2 적용 -철도의 환승 대기시간은 가구통행 실태조사의 표본 분석결과 사용

<표 2> KTDB의 수단분담 모형 - 통행비용 산출방법 (광역권)

구분	통행시간
승용차	통행거리/시간 매트릭스를 이용하여 출발지-도착지간 평균통행속도를 계산한 후, 통행속도별 km당 평균비용 적용
택시	통행거리 당 택시요금 산출방식을 적용
버스	광역권별 시내 및 지역간 버스 요금제도에 근거하여 산출
지하철	1) 이용요금: 요금제도에 근거하여 산출 2) 접근비용 -출발존과 지하철역이 속한 존이 동일한 경우: 수단별 존내부통행의 평균비용 적용 -출발존과 지하철역이 속한 존이 상이할 경우: 출발존에서 지하철역 존까지의 통행을 버스로 이용한다는 가정 하에 통행비용을 산출하며, 환승요금 등을 반영하여 적용

자료 : 한국교통연구원(2008), "2007년 국가교통DB 최종보고서-9 권 광역권 여객기종점통행의 전수화".

SDI 방법론의 경우, 기준연도의 수단분담과 장래연도의 수단분담을 별개의 모형을 통해 분석하였다. 기준연도는 통행목적과 지역에 대한 구분을 바탕으로 수단별 효용함수를 구축하였으며, 모형으로는 네스티드 로짓모형을 적용하였다. 반면 장래연도는 통행목적 및 승용차 수단 이용가능성에 따른 효용함수를 구축하여, 점진적 로짓모형(Incremental Logit Model)을 적용하였다.

이를 위한 통행시간과 통행비용 산출방법은 <표 3, 4>와 같다. 서울시에 한하여 스마트카드 데이터를 이용 버스·지

<표 3> SDI의 수단분담 모형 - 통행시간 산출방법

구분	통행시간
승용차	1) 차내시간 -EMME2 네트워크 이용 존간 통행시간 추정 2) 도보접근시간: "0-10분"사이 랜덤 산출
택시	1) 차내시간/도보접근시간: 승용차와 동일 2) 대기시간: "0-10분"사이 랜덤 산출
버스	1) 차내시간 -스마트카드 이용 차내시간 사용 -스마트카드 데이터 부재시 EMME2 네트워크 이용하여 산출 2) 도보접근시간: EMME2 이용 존내 정류소부터 센트 로이드까지 도보시간 산출 3) 대기시간: 정류소에서의 초기대기 시간을 산출하여 적용
지하철	1) 차내시간, 도보 접근시간, 초기 대기시간을 모두 EMME2 네트워크 이용하여 산출 2) 도보 접근시간의 경우 행정동별 접근도와 도보 접근 시간간의 회귀모형 구축하여 보정
버스+지하철	1) 차내시간 -EMME2 네트워크 이용 버스+지하철 시간 산출 2) 차외시간: EMME2 이용 존내 정류소/지하철역부터 센트 로이드까지 도보시간 산출 3) 대기시간: 정류소/지하철역에서의 초기대기시간을 산출하여 적용

<표 4> SDI의 수단분담 모형 - 통행비용 산출방법

구분	통행시간
승용차	1) 차량운행비 -존간 통행거리/통행속도를 이용하여 운영비 산정 2) 주차비: 지역별 주차요금을 참조하여 1시간 주차비용 추정 후 비용의 50% 이용
택시	1) 기본요금: 2km기준 1,900원 2) 2km 초과 추가요금: 서울 144m당 100원추가, 인천·경기 164m당 100원 추가
버스	1) 스마트카드 데이터를 1차적으로 이용하며, 데이터 부재시 EMME2 이용 환승횟수와 통행거리 산출하여 요금 산정 2) 지역별 요금제 반영 -서울 내부 통행 및 출발 통행은 통합요금제 -인천·경기 내부 통행 및 출발 통행은 통합요금제 미고려
지하철	1) 서울시계 내 통행: 12km까지 기본요금 800원+12km 초과 시 6km 마다 100원 추가 2) 시계 외 통행: 10km까지 기본요금 800원+12km 초과 시 5km 마다 100원 추가
버스+지하철	1) 서울: 통합요금제 2) 경기·인천: 지하철 기본요금+ 버스기본요금*환승횟수

자료 : 수도권 교통본부(2009), "수도권 장래교통 수요예측 및 대응 방안 연구".

하철의 통행시간과 비용을 산출하였으며, 스마트카드 데이터가 없는 경우 EMME2에서 추정된 결과를 사용하였다.

## 2. 기존 연구의 한계점

KTDB에서 제시하는 방법론은 2004년 이전의 수단간 독립요금제를 기반으로 작성되어져 대중교통 통합요금제를 반영하지 못하는 한계가 있다. SDI에서 제시하는 방법론은 대중교통 통합요금제 반영에 따른 통행시간과 통행비용 산정 방법을 비교적 현실적으로 제시하고 있으나, 통행시간이나 통행비용 산출시 스마트카드의 자료유무에 따라 상이한 시간/비용 산출 방법도 적용하기도 하는데, 이는 모형과 분석결과의 일관성 측면에서 부정적 측면을 갖게 된다. 특히 개별사업에 대한 철도 수요 추정을 위해 매번 스마트카드 데이터를 가공하여 EMME2 자료와 결합하여 사용하기에는 분석의 용이성 측면에서 한계가 있는 것으로 판단된다.

## III. 분석방법론의 정립

### 1. 분석방법론의 개요

본 연구는 변화된 대중교통 요금제를 반영하기 위한 철도 수단효용의 산정방법론 개선에 대한 연구로써 연구

내용은 다음과 같다. 첫째, 대중교통 요금체계에 적합한 통행시간과 통행비용의 산출방법론을 현실적이면서 적용이 용이하도록 개선하며, 2006년 가구통행실태조사 자료를 활용하여 각종 산정계수를 객관적으로 제시한다. 둘째, 2007년 7월부터 시행중인 수도권 대중교통 통합요금제가 반영된 장래 수단 O/D의 재구축 방법에 대해 제시하여 장래 수요예측 결과의 신뢰도 향상에 기여한다. 셋째, 다양한 철도 요금제에 따른 철도 수단효용 산출방법을 제시하여 다양한 요금제에 따른 철도 수요예측이 가능하도록 한다.

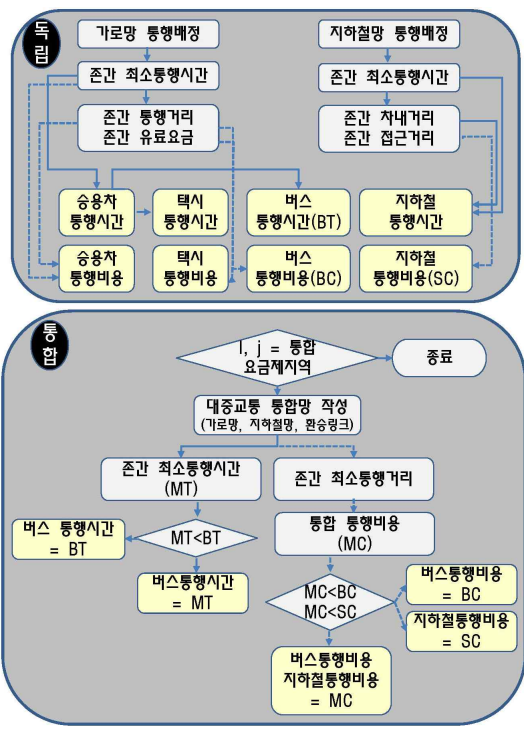
본 연구에서 활용한 수요분석 기초자료는 시정개발원 구원(SDD)에서 2009년 제공한 수도권 수요분석 자료이며, 기준연도는 해당 자료의 기준연도인 2006년으로 설정하였다.

2. 분석방법론의 내용

1) 통행시간과 통행비용의 산출

우선 분석 기준연도인 2006년 기준의 수단별 통행시간과 통행비용을 산출하여야 한다. 수단간 독립요금제와 통합요금제가 혼재되어 있는 지역의 수단별 통행시간과 통행비용의 산출절차는 <그림 1>과 같이 정리된다. 수단별로 독립요금제 기반의 통행시간과 통행비용을 산출하고, 통합요금제 적용 지역에 한해 대중교통 통합망 기반의 통행시간과 통행비용을 산출하는 일련의 절차를 나타내고 있다. 세부적인 수단별 통행시간과 통행비용 산출 방법은 <표 7, 11>과 같다.

세부적인 수단별 통행시간의 산출방법은 <표 7>과 같다. 버스의 통행시간 산출방법론은 기존의 것과 동일하지만, 승용차 통행시간 대비 버스 통행시간의 상대비율계수는 2006년 가구통행실태조사 자료를 활용하여 현실적으로 재추정하였다. 즉, 중간 통행을 시내간, 광역시↔인접시군, 인접시군 세 유형으로 분류하고 각 유형별 중간 승용차 통행시간과 버스 통행시간을 산출하여 승용차 통행시간 대비 버스통행시간의 상대비율을 산출하였다. 그 결과 <표 6>과 같이 시내간의 상대비율은 1.51, 광역시↔인접시군의 상대비율은 1.43, 인접시군간 상대비율은 1.42로 나타났다. 시내간 통행의 상대비율이 가장 높게 나타났으며, 그 이유는 정류장수가 많은 일반-지선버스가 시내간 통행에 주로 운행되기 때문으로 분석되었다(상대적으로 광역시↔인접시군의 경우 정류장수가 적은



<그림 1> 통합요금제 적용을 위한 통행시간과 통행비용 산출절차

광역버스 등이 운행). 그러나 세 유형간 버스통행시간의 보정계수의 차이에 대한 통계적 유의성 검정결과, F값은 0.821로서 F기각치인 3.027보다 작은 것으로 나타나 버스통행시간 보정계수를 유형별로 구분하는 것은 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타났다. 따라서 기존 연구결과와 달리 본 연구에서는 단일화된 상대 비율계수인 1.43의 적용을 제안하였으며, 이는 분석의 용이성 측면에서도 의미를 가진다.

<표 5> 유형별 버스통행시간의 상대비율 계수

구분	평균	분산	표본수 <sup>1)</sup>
시내간	1.51	0.028	46
광역시↔인접시군	1.43	0.275	56
인접시군	1.42	0.217	191
전체	1.43	0.198	293

주1: 가구통행실태조사 자료에서 승용차 통행시간과 버스 통행시간이 모두 존재하는 존쌍을 표본으로 함

<표 6> 유형별 버스통행시간에 대한 F검증

요인	제곱합	자유도	제곱평균	F값	F*
처리	0.33	2	0.163	0.821	3.027
잔차	57.55	290	0.198		
계	57.88	292	-	-	-

또한 본 연구는 기존 방법론에서와 같이 버스 통행시간을 차내시간과 차외시간을 각각 산출하는 방식이 아닌 일괄적으로 산정하는 차이가 있다. 대중교통 통합망을 작성하기 위해 버스 통행시간은 링크기반으로 산출되어야 하지만 차내시간과 차외시간을 각각 산출하게 되면 존 기반의 통행시간으로만 산출가능하기 때문이다. 이와 같은 이유로 링크 기반의 버스 통행시간이 산출 가능하도록 개선하였다.

지하철 통행시간의 경우 차내시간과 차외시간을 각각 산출하며, 차외시간은 접근시간과 대기시간을 각각 산출하는 방식으로 제안하였다. 해당 방법론의 경우 존간 통행시간이 기본적으로 산출되지만, 차내시간은 지하철 노선망에 반영하고, 차외시간은 환승링크에 반영할 수 있기 때문에 링크 기반의 통행시간으로도 변환이 가능하다. 이때, 접근시간의 경우 접근거리가 역세권<sup>2)</sup>의 도보 권역인 500m<sup>3)</sup>이내인 경우 접근거리를 한국인의 도보 평균속도인 4.93(km/h)<sup>4)</sup>로 나누어 산출하며, 접근거리가 500m이외인 경우 수도권의 버스평균통행속도인 30(km/h)<sup>4)</sup>를 접근속도로 적용하여 접근시간을 산출한

<표 7> 수단별 통행시간 산출 방법

구분	통행시간					
승용차 (A)	가로망의 통행 배정 후 산출된 존간 최소통행시간					
택시	(A) + 차외통행시간(8.3분) <sup>4)</sup>					
버스 (B)	(A)의 1.43배					
지하철 (C)	<b>차내시간</b> - 지하철망의 존간 최소통행시간 기반의 차내시간					
	<b>차외시간</b>					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>접근거리</th> <th>차외시간</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.5km 이내</td> <td>거리/4.93(km/h)<sup>3)</sup> +환승대기(2.25분)</td> </tr> <tr> <td>0.5km 초과</td> <td>거리/30(km/h)<sup>1)</sup> +환승대기(2.25분)</td> </tr> </tbody> </table>	접근거리	차외시간	0.5km 이내	거리/4.93(km/h) <sup>3)</sup> +환승대기(2.25분)	0.5km 초과
접근거리	차외시간					
0.5km 이내	거리/4.93(km/h) <sup>3)</sup> +환승대기(2.25분)					
0.5km 초과	거리/30(km/h) <sup>1)</sup> +환승대기(2.25분)					
통합 요금제적용 수단	1) 대중교통 통합망 작성 - 가로망: 일평균 승용차통행시간× 1.43 - 지하철망 : 철도노선길이/표정속도×60 - 환승링크 : 환승길이/4.93+대기시간(2.25분) 2) 대중교통 통합망에서의 존간 최소통행시간(D) 3) 버스 통행시간(B)과 통합망 통행시간(D) 중에서 최소 통행시간을 버스의 통행시간으로 사용					

1) 시뮬레이션에 의해 산출된 수도권 평균통행속도  
 2) 역세권은 철도를 이용하는 인구의 제한된 도보거리로 볼 수 있다. (8)  
 3) 서울시 도시기본계획과 도시계획법에서 역세권은 500m로 정의하고 있다.  
 4) 시뮬레이션에 의해 산출된 수도권 평균통행속도

다. 대기시간은 2006년 가구통행실태조사 자료를 활용하여 추정된 환승시간에서 앞서 산출한 접근시간을 감하여 산정한다. 환승시간의 분석을 위해 2006년 가구통행실태조사 자료에서 환승통행만을 추출하였으며, 환승통행자의 통행이력자료를 가공하여 1차 통행의 도착시간과 2차 통행의 출발시간 차이를 계산하는 방식으로 추정하였다. 산출된 시간에는 대기시간과 접근시간 그리고 업무시간 등이 포함되어 있기 때문에 60분 이상의 시간 차이가 나는 통행은 업무시간이 포함된 것으로 전제하고 분석 자료에서 제외하였다.

그 결과, 지하철 환승시간을 <표 8>과 같이 추정하였다. 해당 환승시간에는 대기시간과 접근시간이 포함되어 있으며, 서울시 8.28분, 인천시 8.31분, 경기도 8.55분으로 나타났다. 경기도가 서울시와 인천시보다 환승시간이 다소 많이 소요되는 것으로 분석되었으나, 지역별 환승시간에 대한 분산분석 결과 F값이 0.545로서 F기각치인 2.997보다 작아 지역별 환승시간은 통계적으로 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이와 같은 분석결과에 근거하여 대기시간은 2006년 가구통행실태조사를 통해 추정된 환승시간인 8.34분에서 접근시간인 6.09분( $\frac{500m}{4.93km/h}$ )을 감한 2.25분으로 추정하였다.

인천시와 경기도의 버스와 지하철 통행시간은 앞서 제시한 방법론에 따라 산출하며, 서울시의 경우 분석 기준 연도인 2006년도에 대중교통 통합요금제를 시행하였기 때문에 이를 반영한 통행시간을 산출하여야 한다. 따라서 서울시 존간 통행시간은 <표 7>의 1)과 같이 대중교통 통합망을 작성하여 해당망에서의 최소통행시간을 산출한

<표 8> 지역별 지하철 환승시간

구분	환승시간 평균	환승시간 분산	표본수
서울시	8.28	64.60	3,705
인천시	8.31	48.32	311
경기도	8.55	50.50	1,147
수도권	8.34	60.49	5,163

<표 9> 지역별 지하철 환승시간에 대한 F검증

요인	제곱합	자유도	제곱평균	F값	F*
처리	65.93	2	32.96	0.545	2.997
잔차	312,158	5,160	60.50		
계	312,224	5,162	-	-	-

다. 비록 수요분석용 네트워크 자료의 버스 노선망과 철도망을 통해 대중교통 통합망을 작성할 수 있지만, 실제 이를 기반으로 통행시간을 산출하기에는 많은 무리가 따른다. 제공 되어지는 대중교통 네트워크에서는 도로망 지체를 반영한 버스 통행시간의 산출이 어려울 뿐 아니라, 시뮬레이션 처리시간이 과도하게 소요되는 문제가 있기 때문이다. 따라서 실제 분석 가능한 수준에서 방법론이 정립되어야 한다는 점과 독립수단의 버스 통행시간이 가로망에서의 승용차 통행시간 기반으로 산출하였기 때문에 환승수단의 버스 통행시간 또한 가로망에서 산출하는 것이 상호간 통행시간 추정결과의 유사성 측면에서 본 연구에서 제안한 방법이 적합한 것으로 판단하였다.

수단별 통행비용 산출방법은 <표 11>과 같이 정리된다. 여기서, 승용차 주차요금은 2006년 가구통행실태조사 자료를 기반으로 지역별 주차비 지불 비율 / 지역별 주차요금 / 공영주차장과 민영주차장 비율을 이용하여 산출하였다.

2006년의 경기도와 인천시에서와 같이 수단간 독립요금제가 적용되는 지역의 지하철 통행비용을 산출함에 있어 존간 지하철 접근거리가 500m를 초과하는 존에 한하여 해당 접근거리에 해당하는 차외비용을 추가로 반영한다.

<표 10> 지역별 주차요금 산정

구분	주차비 미지불 표본수 (N <sup>not</sup> )	주차비 지불			
		평균 주차 시간	표본수 (N)	인당 <sup>1)</sup> 공영 요금 (F <sup>pub</sup> )	인당 <sup>2)</sup> 민영 요금 (F <sup>private</sup> )
서울시	15,582	396.38	1,599	15,855	31,711
인천시	3,613	373.87	211	7,166	14,332
경기도	16,891	384.43	733	6,856	13,711

구분	주차장 수		승용차 이용객 평균 주차요금 <sup>3)</sup>
	공영 주차장수 (N <sup>pub</sup> )	민영 주차장수 (N <sup>private</sup> )	
서울시	39,746	83,144	2,474원
인천시	13,660	17,899	620원
경기도	101,796	136,599	449원

주1 : 지역/급지별 요금체계와 평균주차시간의 곱으로 산정

주2 : 인당 공영주차장 요금의 2배로 가정

주3 : 산정식:

$$[F^{pub} \times N \times \frac{N^{pub}}{N^{pub} + N^{private}} + F^{private} \times N \times \frac{N^{private}}{N^{pub} + N^{private}}] \times \frac{1}{N^{not} + N}$$

5) 수도권 평균통행속도 30km/h 에서의 승용차 운행비용 : “한국교통연구원(2005), 2004년 국가교통DB 구축사업”의 통행비용 기준으로 분석 기준시점의 요금으로 보정

6) 도로 통행배정시 적용한 링크별 유료도로의 통행요금을 O/D기준으로 재산정하여 적용

7) 목적지 기준으로 해당요금을 적용

<표 11> 수단별 통행비용 산출 방법

구분	통행비용
승용차	(A)기반의 통행거리 × 197원/km <sup>5)</sup> + 유료통행요금 <sup>6)</sup> + 평균 주차비 <sup>7)</sup> - 서울시 주차비: 2,474원 - 인천시 주차비: 620원 - 경기도 주차비: 449원
택시	(A)기반의 통행거리 - 2km미만: 1,900원 - 2km이상: 164m마다 100원 추가
버스	(A)기반의 통행거리 - 10km 이내: 800원 - 10km 초과: 5km당 100원 추가
지하철	차내비용 (C)기반의 차내거리 - 10km 이내: 800원 - 10km 초과: 5km당 100원 추가 차외비용 (C)기반의 접근거리 - 0.5km 이내: 0원 - 0.5 ~ 10km: 800원 - 10km 초과: 5km당 100원 추가
통합 요금제적용 수단	(D)기반의 통행거리 - 10km 이내: 800원 - 10km 초과: 5km당 100원 추가

영한다. 반면 2006년의 서울시와 같이 수단간 통합거리비례제가 적용되는 지역에 대해서는 앞서 산출된 대중교통 통합망에서 최소통행시간(D)기반의 존간 통행거리를 산출하고, 해당 거리를 기준으로 통합 통행요금을 산출한다. 이에 따라, 수단간 통합요금제가 적용되는 지역의 버스 통행비용은 독립요금제 기반에서 산출된 통행비용에 비해 상대적으로 낮은 비용이 반영되어진다. 대중교통 통합망에서 산출된 존간 통행거리 중 철도의 통합이 용이 가능한 존에 대해서는 가로망에서만 산출된 통행거리에 비해 짧을 수 있기 때문이다. 철도 통행비용 또한 독립요금제일 경우 차외비용이 별도로 반영되지만, 통합요금제일 경우 대중교통 통합망에서 산출된 통행거리에 기반하여 산출된 요금을 반영하기 때문에 통행비용이 낮아지는 존이 발생하게 된다.

2) 수단간 효용의 산정

수단 m의 효용 U<sub>m</sub>를 결정하는 효용함수는 다음과 같은 형태를 갖는다.

<표 12> 수단선택 효용함수의 파라미터

수단	Time (10분)	Tcost (100원)	DUM
승용차	-0.39896	-0.01704	-
버스			-2.55838
지하철			0.0776925
택시			-0.0579425

자료 : 한국교통연구원(2008), 2007년 국가교통DB 최종보고서-9권 광역권 여객기중점통행의 전수화

$$U_{ijm} = \alpha_1 (Time)_{ijm} + \alpha_2 (Tcost)_{ijm} + (DUM)_m \quad (1)$$

여기서,

- $U_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 효용
- $Time_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행시간
- $Tcost_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행비용
- $DUM_m$  : 수단  $m$ 의 더미

본 연구에서 적용한 수단선택 효용함수의 파라미터 값은 <표 12>와 같으며, 앞서 산출된 통행시간과 통행비용, 그리고 수단선택 효용함수의 파라미터를 적용하여 수단간 효용을 산정한다. 이는 기존 방법론과 동일하다.

3) 효용함수의 보정

앞서 산정한 효용을 바탕으로 수단분담률을 산정하게 되면, 실제 수단분담률과 다소 차이가 발생하게 된다. 따라서 기존 O/D의 수단분담률을 유지하기 위해 각 연도별 효용함수 보정을 한 번 더 거치게 된다. 이는 한국개발연구원의 에비타당성조사지침에서 제시하고 있는 방법이며 효용함수의 보정은 초기 효용함수를 이용하여 추정된 수단분담률과 실제 조사된 기준연도의 수단분담률이 같아지도록 하는 보정더미를 계산한 후, 이 보정더미를 장래 수단분담률 예측시 각 수단의 효용함수에 포함하여 수단분담률을 산정하는 과정을 통해 이루어진다. 가령, 지하철의 존간 보정더미는 다음과 같은 산정식에 의해 산정되어 진다.

$$D_{ij}^R = U_{ij}^A - U_{ij}^R + \ln\left(\frac{P_{ij}^R}{P_{ij}^A}\right) \quad (2)$$

이와 같이 산정된 존간 보정더미는 존간 수단분담률의 현실화 측면에서 유용하지만, 존간 보정더미가 높게 산정된 존일수록 장래 신규 철도사업의 시행으로 인해 통행시간과 통행비용의 변화가 크더라도 효용함수에서

<표 13> 산정된 보정더미의 비교

구분	기존 방법론	제안 방법론
$(Dum_{ijm})^2$	47,870,116	36,907,859
	차이	감소율
	10,962,257	22.9%

이를 효과적으로 반영되지 않아 실제 수단분담률의 변화 정도는 낮은 수준에 머무르게 되는 문제가 발생한다.

기존 통행시간과 통행비용 산정방법론에 준용하여 산정된 수단별 보정더미 제공값은 47,870,116이며, 본 연구에서 제안한 통행시간과 통행비용 산정방법론에 의해 산정된 수단별 보정더미 제공값은 36,907,859로 나타났다. 즉, 본 연구에서 제안한 방법론에 의해 보정더미의 제공값을 22.9% 감소시킨 점은 수단별 보정더미 사용에 따른 문제점을 줄일 수 있다는 측면에서 의의가 있는 것으로 사료된다.

수단간 효용과 보정더미를 이용한 존간 수단분담률은 다음과 같은 수식에 의해 산정한다.

$$\frac{e^{\widehat{U}_{ij}^R + \widehat{D}_{ij}^R}}{e^{\widehat{U}_{ij}^A} + e^{\widehat{U}_{ij}^R + \widehat{D}_{ij}^R} + e^{\widehat{U}_{ij}^B + \widehat{D}_{ij}^B}} = P_{ij}^R \quad (3)$$

4) 장래 수단통행량의 재산정

장래 수단분담률의 산정에 있어 장래 수단별 통행시간 및 통행비용의 현실적 반영은 중요한 요소이다. 수도권 수요분석을 위해 일반적으로 사용되는 장래 수단 O/D는 2006년 기준으로 작성되었기 때문에 장래 수단 O/D에는 2007년 7월 1일부터 시행한 수도권 대중교통 통합요금제가 반영되어 있지 않다. 2007년 7월 이후의 수도권 대중교통 요금체계는 기준연도인 2006년의 수도권 교통요금체계와 달리 큰 변화가 발생하였기 때문에 장래 수단 O/D를 재구축해야만 한다. 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한 장래 수단 O/D의 재구축 절차는 다음과 같다.

- (1) 2006년 기준의 대중교통 요금체계를 기준으로 수단별 효용을 분석연도별로 산출하며, 이를 바탕으로 수단분담률을 산정한다.
- (2) (1)에서 산출된 수단분담률과 장래 O/D의 수단 분담률이 같아지도록 존간 보정더미를 계산한다.
- (3) 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한  $(T_{Time})_{ijm}$  과  $(T_{Cost})_{ijm}$  을 재산출하며 수단별 효용함수에 해당 통행시간과 통행비용, 그리고 (2)에서 계산된 존간 보정더미를 반영하여 수단별 효용을 재산정 한다.

$$U_{ijm} = \alpha(T_{Time})_{ijm} + \beta(T_{Cost})_{ijm} + \gamma(DUM)m + \delta(Dum)_{ijm} \quad (4)$$

여기서,

- $U_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 효용
- $Time_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행시간
- $Tcost_{ijm}$  : 수단  $m$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행비용
- $DUM_m$  : 수단  $m$ 의 더미
- $(Dum)_{ijm}$  :  $i, j$ 간 수단  $m$ 의 더미변수
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  : 파라메타값

(4) 산정된 수단별 효용을 바탕으로 수단분담률을 재 추정하며, 총 여객 수단통행량에 곱하여 장래 수단 O/D를 재구축한다.

이와 같이 수도권 대중교통 통합요금제를 반영하여 수단분담률을 재산정하여 수단 O/D를 산정한 결과, 2016년 지하철 통행량은 11,110(천통행/일)로 수도권 대중교통 통합요금제를 반영하기 이전의 지하철 통행량 대비 803(천통행/일), 7.8% 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같은 분석결과와 결과는 단편적으로 철도 수단의 통행량(증가)에만 영향을 미치는 것이 아니라, 신규

<표 14> 독립요금제 기반의 수단통행량 및 분담률 (2016년 기준) (단위: 천통행)

구분		전수단	승용차+택시	버스	지하철
통행량	서울시	26,251	10,376	8,837	7,038
	인천시	5,969	3,424	1,794	751
	경기도	23,831	14,280	7,033	2,518
	수도권	56,051	28,080	17,664	10,307
분담률	서울시	100%	39.5%	33.7%	26.8%
	인천시	100%	57.4%	30.1%	12.6%
	경기도	100%	59.9%	29.5%	10.6%
	수도권	100%	50.1%	31.5%	18.4%

<표 15> 재구축 O/D의 수단통행량 및 분담률 (2016년 기준) (단위: 천통행)

구분		전수단	승용차+택시	버스	지하철
통행량	서울시	26,251	9,713	8,997	7,541
	인천시	5,969	3,298	1,861	810
	경기도	23,831	13,322	7,750	2,759
	수도권	56,051	26,333	18,608	11,110
분담률	서울시	100%	37.0%	34.3%	28.7%
	인천시	100%	55.3%	31.2%	13.6%
	경기도	100%	55.9%	32.5%	11.6%
	수도권	100%	47.0%	33.2%	19.8%

<표 16> 수단통행량 및 분담률의 비교 (2016년 기준) (단위: 천통행)

구분		기존 지하철O/D	재구축 지하철O/D	차이	증감률
통행량	서울시	7,038	7,541	503	7.1%
	인천시	751	810	59	7.9%
	경기도	2,518	2,759	241	9.6%
	수도권	10,307	11,110	803	7.8%
분담률	서울시	26.8%	28.7%	1.9%	7.1%
	인천시	12.6%	13.6%	1.0%	7.9%
	경기도	10.6%	11.6%	1.0%	9.4%
	수도권	18.4%	19.8%	1.4%	7.6%

철도사업의 시행에 따른 수단별 효용 산정에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 가령, 수도권 대중교통노선들의 이용요금에 독립요금제인지 통합요금제인지에 따라 신규 철도사업의 이용요금은 상대적으로 큰 차이가 발생되기 때문이다. 통행시간도 마찬가지이다. 이와 같은 논리에 기인하여 수도권 대중교통 요금체계를 반영한 수단별 효용함수의 산정은 신규철도사업의 수요 추정결과에 있어 중요한 부분을 차지한다.

5) 신규 철도사업 시행시 수단통행량 산정

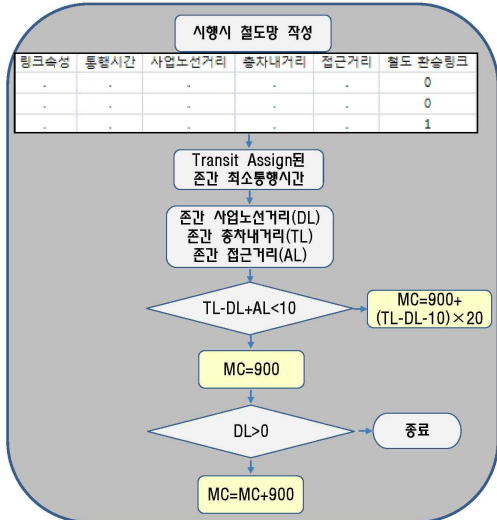
신규 철도사업에 적용 가능한 요금제는 크게 독립요금제, 정액환승할인제, 통합거리비례제가 있으며 각각의 요금제에 대한 수단 O/D의 추정 방법은 다음과 같이 정리된다.

독립요금제의 경우 타 노선과 환승할인이 적용되지 않기 때문에 신규 철도노선 이용시 별도의 요금을 지불하도록 한다. 즉, 타 노선들은 수도권 대중교통 통합요금제를 적용하되, 사업노선만 별도의 추가요금이 반영된 존간 통행요금 Matrix를 산출하여 결합한다. 독립요금제 기반의 철도사업에 대한 통행비용 산출 방법은 <그림 2>와 같다.

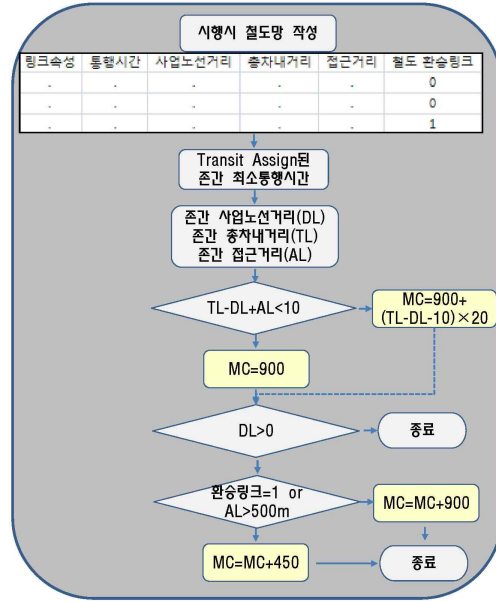
통합거리비례제의 경우 현 수도권 대중교통 통합요금제가 적용되는 요금체제로 타노선과의 총 이용거리에 비례하여 요금을 지불하도록 한다. 즉, 신규 철도사업 노선의 이용거리를 포함한 총 대중교통 이용거리를 기반으로 존간 통행요금 Matrix를 산출한다. 통합거리비례제를 적용한 노선의 통행시간과 통행비용을 산출하는 방법은 <그림 3>과 같다.

정액환승할인제의 경우 타 노선과 사업노선간 환승시 50%의 환승할인요금을 적용하되 직승시에는 기본요금을 모두 지불하도록 한다. 즉, 사업노선의 환승링크를 이

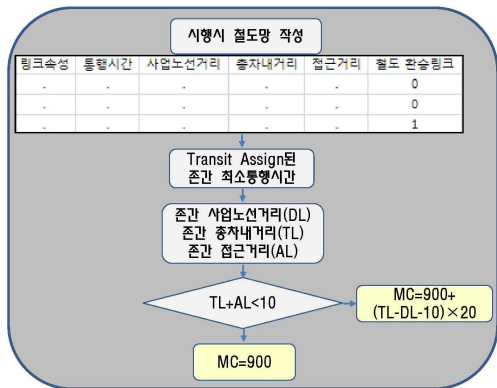




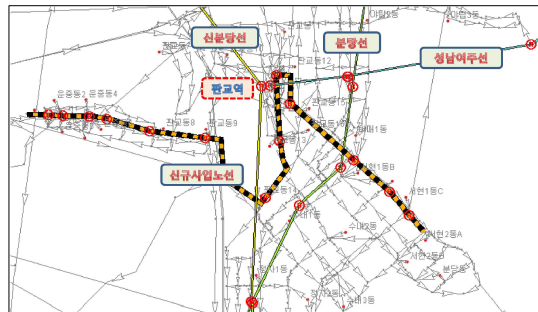
<그림 2> 독립요금제 기반의 통행비용 산출절차



<그림 4> 정액환승할인요금제 기반의 통행비용 산출절차



<그림 3> 통합요금제 기반의 통행비용 산출절차



<그림 5> 가상의 신규철도 노선도

용한 구간 통행과 철도역의 도보권역에서 벗어난 지역으로부터의 구간 통행에 대해서는 기본요금의 50%를 감해주는 방법을 적용하여 구간 통행요금 Matrix를 산출한다. 정액환승할인제를 적용한 노선의 통행시간과 통행비용을 산출하는 방법은 <그림 4>와 같다.

IV. 철도수요 추정결과 및 시사점

1. 가상 신규철도 사업의 개요

본 연구에서 제시한 수단별 효용산정 방법론을 적용하여 실제 철도수요를 추정하여 해당 방법론의 현실성과 적합성을 살펴보았다. 가상의 신규철도 사업은 분당선과

<표 17> 가상 신규철도 분석 시나리오

구분	기존 교통노선	신규 철도노선
S1	독립요금제	독립요금제
S2	통합요금제	
F1	통합요금제	독립요금제
F2		통합요금제
F3		정액환승할인제

환승되며 판교지구와 서현동을 연계하는 연장 11.2km의 노선으로 설정하였다. 본 가상노선은 신분당선 판교역과 환승 가능한 노선이며, 표정속도는 30km/h, 배차간격은 8분이다. 분석 목표연도는 2016년이며, 적용 요금제 시나리오는 독립요금제(2009년 기준: 900원), 정액환승할인제(환승시 50% 할인), 통합거리비례제(수도권 대중교통 통합요금제와 동일)로 설정하였다.

## 2. 기존 교통시스템의 요금제에 따른 철도 수요예측 결과 및 시사점

분석 기준연도인 2006년과 달리 2007년 7월부터 수도권 대중교통 통합요금제가 시행되었기 때문에 기존 교통시스템에 따른 수단별 효용에는 해당 요금제가 반영되어야 한다. 앞서 언급한 바와 같이 신규 철도사업과 경쟁 혹은 연계되는 교통시스템의 요금체계에 따라 분석 대상 사업의 예측수요는 상이한 결과를 도출할 것이기 때문이다.

기존 교통시스템의 요금제를 2006년 기준의 요금체계인 수단간 독립요금제(서울시의 경우 통합요금제 적용)로 적용하여 신규철도사업의 수요(S1)를 추정할 결과 2016년 기준 54,457(인/일)로 나타났다. 반면, 본 연구에서 제안한 수도권 대중교통 통합요금제의 반영 방법론을 적용하여 기존 교통시스템의 요금제를 대중교통 통합요금제로 반영하여 신규 철도사업에 대한 수요(S2)를 추정할 결과 2016년 기준 50,120 (인/일)로 나타났다.

이와 같이 기존 교통시스템의 요금제를 통합요금제가 아닌 독립요금제 기반으로 신규 철도사업의 수요를 추정할 경우 해당 수요는 약 8.6%까지 높게 추정될 수 있는 것으로 나타났다.(물론 수요차이의 증감정도는 기존 교통시스템과 신규철도사업노선의 여건에 따라 차이가 발생한다.) 두 시나리오에 신규 철도사업의 이용요금을 동일하게 적용할지라도 기존 교통시스템의 요금체계가 독립요금제일 경우가 통합요금제일 경우에 비해 이용자의 통행요금이 상대적으로 높게 반영되기 때문에 상대적 효용의 차이로 인해 신규 철도사업에 따른 철도 효용이 상대적으로 높아져 추정수요가 과다하게 산출되는 것이다.

즉, 기존 교통시스템의 요금제 반영 방법에 따른 수단별 효용은 예측수요에 큰 영향을 미치는 것으로 나타나기 때문에 현실에 부합한 수단별 효용의 산정은 중요한 부분을 차지한다. 본 연구에서 제안한 대중교통 통합요금제 기반의 수단간 효용 산정 방법론은 이와 같은 부분을 비교적 현실적으로 반영하기 때문에 철도 수요추정 결과의 신뢰도 향상에 기여할 것으로 판단된다.

<표 18> 기존 교통시스템의 요금제에 따른 철도 수요예측 결과 (단위: 인/일)

구분	추정수요	차이	증감률
S1	54,457	+4,337	+8.6%
S2	50,120	-	-

## 3. 요금제별 철도 수요예측 결과 및 시사점

다양한 대중교통 요금제에 따른 신규 철도사업의 수요를 살펴보기 위해 앞서 본 연구에서 제시한 요금제별 철도 수요예측 방법론을 적용하여 각 요금제별로 수요를 예측하였다.

통합요금제를 적용한 신규 철도사업의 예측수요(F2)는 독립요금제를 적용한 신규 철도사업의 예측수요(F1)에 비해 약 12.5% 증가하는 것으로 나타났으며, 수단간 정액환승할인제를 적용한 예측수요(F3)는 독립요금제를 적용한 신규 철도사업의 예측수요에 비해 약 4.1% 증가하는 것으로 나타났다.

대중교통 이용자는 통합요금제를 시행할 경우의 통행요금이 독립요금제일 경우의 통행요금에 비해 낮아지기 때문에 사업노선의 수요는 일정부분 증가하는 것으로 분석되었다. 수단간 정액환승할인제의 경우도 수단간 환승수요에 대해서는 통행요금이 독립요금제와 비교해 낮기 때문에 그만큼의 수요가 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같은 예측결과는 서울시의 통합요금제 시행 전후의 철도 이용객 증가율인 6%<sup>(2)</sup> ~11%<sup>(8)</sup>와 유사한 것으로 나타나 본 연구에서 제시한 요금제별 철도 수요 예측 방법이 비교적 현실적인 결과를 도출하는 것으로 판단된다.

<표 19> 요금제별 철도 수요예측 결과 (단위: 인/일)

구분	추정수요	차이	증감률
F1	50,120	-	-
F2	56,385	+6,265	+12.5%
F3	52,174	+2,054	+4.1%

## V. 결론 및 향후과제

수도권 대중교통 요금제는 2007년을 기점으로 수단간 통합요금을 적용하는 통합거리비례제로 변화되었으며, 이는 대중교통 이용자들의 통행비용 절감 및 활발한 환승행위의 유도로 대중교통 이용 증대효과를 가져왔다. 그러나 이와 같은 대중교통 요금체계의 변화에 부합하는 철도 수요예측 방법론에 대한 기존 연구는 많지 않을뿐더러, 현실 적용성 측면에서 한계를 가지고 있다.

이에 본 연구는 최근 시행되고 있는 수도권 대중교통 통합요금제를 반영한 철도 수요예측 방법론, 특히, 수단

8) 2003년 7~8월 평균 대중교통이용객 : 640만 명, 2004년 7~8월 평균 대중교통이용객 : 710만 명

별 효용산정 기법을 제시하였으며, 2006년 가구통행실태조사 자료를 활용하여 통행시간과 통행비용 산정에 적용되는 계수를 현실화하였다. 이를 바탕으로 수단별 효용을 추정한 결과 보정더미 제공합이 기존의 것보다 22.9% 낮아지는 것으로 분석되어, 보정더미의 사용에 따른 문제점을 감소시킨 점에서 본 연구에서 제시한 각종 계수와 분석기법이 우수한 것으로 나타났다. 또한 기존 교통 시스템에 대해 수도권 통합요금제를 반영하여 장래 수단 O/D를 재산정하는 방법론을 제시하였다. 그리고 다양한 요금제의 적용에 따른 수단별 효용산정 기법을 제시하였으며, 해당 기법을 적용하여 실제 가상의 철도사업에 대한 수요를 예측하였다. 그 결과 통합요금제를 적용한 신규 철도사업의 예측수요는 독립요금제를 적용한 예측수요에 비해 약 12.5% 증가하는 것으로 나타났으며, 수단간 정액환승할인제를 적용한 예측수요는 독립요금제를 적용한 예측수요에 비해 약 41% 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 예측결과는 서울시의 통합요금제 시행 전후의 철도 이용객 증가율인 6%<sup>(2)</sup> ~11%<sup>(3)</sup>와 유사한 것으로 나타나 본 연구에서 제시한 요금제별 철도 수요예측 방법이 비교적 현실적인 결과를 도출하는 것으로 판단된다. 이와 같은 본 연구는 철도 수요예측의 정확성과 유용성을 향상시키는데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 철도 수요추정은 본 연구에서 제시한 수단분담과정 외에 통행배정과정도 중요한 부분을 차지하기 때문에 향후 이에 대한 균형적 연구가 필요하다. 무엇보다도 대중교통 통합요금제 기반의 철도 수요 예측 결과의 신뢰도를 향상시키기 위해서는 대중교통 통합 네트워크와 O/D의 구축이 중요하기 때문에 이에 대한 연구가 특히 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 경기개발연구원 (2005), “경기도 택시제도 개선방안 연구”.
2. 김찬성·성홍모·신성일 (2005), “수도권 대중교통체계 개편 전·후 지하철 이용자의 접근성 변화 모형구축”, 대한교통학회지, 제23권 제8호, 대한교통학회, pp. 101~111.
3. 도로교통안전협회 (1992), “서울시 CBD(Central Business District)내 보행자의 보행속도 조사 분석”.
4. 수도권교통본부 (2009), “수도권 장래교통 수요예측 및 대응방안”, pp.107~117.
5. 수도권교통본부 (2007), “2006년 가구통행실태조사”.
6. 이중훈 (2009), “다양한 대중교통 요금체계를 고려한 도시철도 수요추정 방안 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문.
7. 인천발전연구원 (2005), “대중교통수단간 환승무료(할인)요금제도의 시행효과분석 및 발전방안”.
8. 전상훈 (2001), “지하철 역세권 지가의 공간적 분포”, 연세대학교 석사학위논문.
9. 한국개발연구원 (2008), “도로·철도 부문사업의 예비 타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제5판)”, pp.240~254.
10. 한국교통연구원 (2005), “2004년 국가교통DB구축사업의 수도권 및 지방 5개 광역권 여객 기종점 통행량 자료의 현행화”.
11. 한국교통연구원 (2008), “2007년 국가교통DB 구축사업”.

✉ 주 작 성 자 : 최기주  
 ✉ 교 신 저 자 : 이규진  
 ✉ 논문투고일 : 2010. 2. 21  
 ✉ 논문심사일 : 2010. 3. 18 (1차)  
 ✉ 심사판정일 : 2010. 3. 18  
 ✉ 반론접수기한 : 2010. 8. 31  
 ✉ 3인 익명 심사필  
 ✉ 1인 abstract 교정필