

## 지방도시 도시철도의 수요예측 결정요인에 관한 연구\*

김홍남

조선대학교 교수, 제1저자

(dshskdshsk@hanmail.net)

김민수

조선대학교 대학원

(500news@naver.com)

이청호

조선대학교 교수

(Leech@chosun.ac.kr)

---

고유가 시대의 교통 수단과 도시민의 교통 문제 그리고 자동차 환경영향 문제 등으로 인해 지하철의 역할과 확충이 부각되고 있다. 본 연구는 지하철 대중화 요구에 따른 수요예측 기법과 설명변수를 분석하고, 이를 통해 지하철의 경영 환경에 효율적으로 대응함으로써 지하철 수요 확충의 정책적 기초 자료를 제공하는데 궁극적인 목적이 있다. 본 연구에서는 지방도시의 지하철을 중심으로 기존 노선의 수요예측 기법과 신설노선의 수송인원 예측을 위한 설명변수의 관계성을 분석하였다.

지방도시 지하철의 신설에 따른 수송인원 예측은 역의 수와 노선거리(Km) 당 수송인원을 반응변수로 설정한다. 지하철의 수송 수요는 자기회귀오차모형에 따르며 계절추세가 반영되기 때문에 시계열 분석모형으로 접근이 유효하다. 수요예측을 위한 경험적 관측치가 일정 기간 확보되지 않은 지방 지하철의 경우 대체 지표의 적용 가능성이 낮기 때문에 상수함수의 성격을 지닌다.

지하철 연장 노선과 설치 역의 수에 따른 장기적 수요예측은 지역 총인구 변수가 주요 설명요인으로 사용된다. 또한 지하철 수요예측에서 이상 기후, 교통체계 개편, 개통 효과 등은 불규칙 수요변동을 초래하는 이상 요인이다.

광주 지하철은 수도권과 부산지하철과의 분기별 주기와 상반된 반기별 계절주기 양상을 보이고 있으나 진폭은 상대적으로 큰 편이다. 또한 지하철 노선이 짧아 단순이동 수단 성격을 띠고 있어 경쟁력을 확보하기 위해서는 잠재수요를 끌어내는 지하철 노선의 확충이 요구된다.

---

핵심 주제어 : 지하철, 도시철도, 수송수요예측, 시계열분석

---

\* 논문투고일 2008년 6월 15일, 심사완료일 2008년 8월 16일

\* 이 논문은 2008학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음

## I. 서 론

최근 고유가로 인한 대책이 강구되고 있는 가운데 대중 교통수단으로 도시지하철의 기능과 역할이 강조된다. 도시지하철은 대중성, 안정성, 정시성의 장점으로 도시인들의 제반 교통 문제를 해결하는 수단으로 자리 잡고 있다. 도시 지하철은 엄밀한 의미에서 도시철도가 적절한 표현이지만 본 연구에서는 일반적으로 사용하는 '지하철'로 지칭한다. 국내에서는 서울과 인천의 수도권 지하철을 비롯하여 부산, 대구, 광주, 대전 등 4곳에서 운영되고 있다.

도시교통문제는 고유가 문제뿐만 아니라 자동차 배출가스로 인한 환경오염 문제까지 확대되고 있어 지하철 교통시설의 확충과 여건 조성이 절실하다고 볼 수 있다. 한국생산성본부 교통개발연구원(2005)의 교통수단별 환경영향 자료에 따르면 자가용은 오염물질 배출도가 철도에 비해 195배, 영업용 자동차는 343배에 달한다. 에너지 소모량에 있어서 자동차는 열차의 5.5배, 영업용 자동차는 2.5배 수준이다. 환경오염문제는 국제환경협약으로 강화되고 있어 간과할 수 없다. 국제환경협약에서는 기후변화협약 부속 교토의정서를 비롯, 오존층 파괴물질에 관한 몬트리올의정서, 생물다양성협약 및 멸종위기동식물보호협약 등 다양하다. 미국, 유럽연합 등 선진국에서는 자동차 연비규제, 유해물질 제품 판매를 금지하는 등 환경보호를 이유로 무역규제를 강화하고 있어 환경기술의 발달 여부가 산업체의 생존을 좌우하고 있는 실정이다.(연합뉴스, 2008.5.29)

지하철은 다른 교통수단과 비교해 환경과 에너지 소모량의 이점이 있어 미래 기간산업으로 자리할 것으로 전망된다. 이에 따라 고유가 시대의 유류소비문제와 더불어 환경영향문제를 접근하는 해법으로 지하철에 대한 건설과 확장의 당위성이 조성된다.

이러한 의미에서 지하철 신설노선의 수송수요예측에 대한 연구는 중요한 의미를 지닌다고 할 수 있다. 우리나라 6대 도시의 지하철 수송분담률은 서울이 35.9%로 가장 높고, 인천 19.5%, 부산 14.2%, 대구 6.2%이며 광주는 1.7%에 불과하다\*(건설교통부 자동차관리시스템, 2005.12기준).

이미 지하철 노선이 대중화된 수도권의 경우 경험적 수송 관측 자료가 풍부해 과거자료에 의한 추세분석 만으로도 신·증설에 따른 수송수요예측이 가능하다. 후발 주자인 광주와 대전의 경우 운행 기간과 노선마저 짧아 수송수요를 예측하는데 한계가 있고 연구 또한 미진한 실정이다. 광주 지하철의 경우 1호선 1구간이 2004년 개통된 이후, 2008년 4월 2구간이 완전 개통돼 총 연장 20.1Km구간에 19개 역이 있다. 대전 지하철은 판암에서 반석까지 총 연장 20.5Km에 22개 역을 갖춘 1호선이 2006년 상반기 개통됐다.

본 연구는 지하철 신·증설을 계획하고 있거나 수송경험 관측 자료가 미진한 지방도시의

\* 대전지하철은 2006년 3월에 1호선 1단계 구간이 개통됨

지하철 노선 확충에 따른 수송수요예측 설명변수와 기법을 제시하는데 있다. 교통수요예측은 공간상의 교통흐름을 추정하는 것으로써 현재의 자료와 장래에 대한 명료한 정보가 입력되어 분석할 때 현실적인 결과를 가져온다. 따라서 지하철의 경영환경에 효율적으로 대응하고 경쟁력 강화와 중장기 경영전략을 수립하는 지하철의 수요예측을 위한 다양한 설명변수의 접근 방법의 정리와 수요예측기법 개발에 목적이 있다.

## II. 선행연구와 연구방법

### 2.1. 수요예측에 관한 선행연구

지하철 수요예측에 대한 연구는 각 시도 지하철공사의 수송계획에 포함돼 다뤄지고 있다. 학문적인 연구는 다각적으로 진행되고 있지만 수요를 결정하는 설명요인에 대해서는 미진한 실정이다. 김대웅 등(2000)은 대구시 지하철을 중심으로 각 역별 발생 수요와 집중 수요와의 관계성을 접근 수단 측면에서 제시했다. 지하철 접근수단으로는 도보가 가장 우선되며, 이어 버스, 자가용, 택시, 자전거 순으로 나타난다고 밝혔다. 김대웅 등(2005)의 이후 연구에서는 역세권 변수 자료를 이용한 지하철 수요예측에 단기적 변동 요인이 있는 역세권 변수 즉, 토지이용, 버스노선, 환승주차장 등의 변수를 이용하였다. 접근 수단으로 지하철 수요를 판단하는 상향식 방법의 예측 방향성을 제시했다. 지하철 수요예측 기법의 적용성 검토에 있어서 접근수요가 가장 큰 접근수단인 도보와 버스에 의한 접근 수요를 각각 토지이용, 접근계통수로 설명변수를 취하였고, 나머지 접근수단 수요에 대해서는 도보 수요에 대한 비율로 산출하였다.

수요예측 시스템 접근에서 보면 오윤표(1990)는 지하철이용자의 전환수요예측을 위한 비집계 행동 모델 구축의 연구를 발표하였고 이진선, 김현웅(2001)은 경부고속철도 수요확충을 위한 교통체계 구축방안 연구를 제시했다. 민재홍(2003)은 철도수송수요 예측시스템 제안, 이훈기 등(2003)은 철도수송수요예측시스템의 해외모형 비교연구 등이 있지만 지하철의 수송 수요예측과는 다소 거리가 있다. 이와 마찬가지로 오재와, 정영덕(2006)은 광양만 광역도시계획 권역 교통수요예측에 관한 연구와 안성채 등(2007)은 교통수요예측모형을 이용한 환경 지역 도입효과분석을 통해 차량통행 제한지역 설정에 대한 연구결과가 있다.

2007년도에 개통된 대전 지하철(2007)의 지하철 수송수요예측 보고서에 의하면, 설명변수로 연장노선길이, 역 수, 대전시 주민등록인구로 설정하고 수송인원을 예측했다. 수도권 지하철 규모와 수송인원까지 산술적으로 포함함으로써 해당도시 규모에 적절치 않는 자료를

활용하게 되어 적용성의 한계가 있다. 또한 국내 각 시도 도시철도공사에서는 매년 수송수요예측자료를 대외비로 발표하고 있지만 단순 평균 추계분석에 의한 예측을 적용하고 있고 계절지수를 간과해 실제 수요와 오차가 발생한다.

김성연(2005)의 부산지하철 수송수요예측기법 연구에서는 지하철의 특성상 계절적 요인과 환경요인을 반영해 자기회귀오차모형을 추정한 모형으로 예측했다. 지하철 수요예측 변수 설정의 제약 때문에 상주인구와 유동인구의 대체변수의 오차율을 너무 높게 잡은 한계가 있다. 그러나 김성연(2005)의 보고서에서 각 시도 지하철의 수요예측기법의 방법론적 문제점을 제시해 연구 방향에 기여했다고 볼 수 있다. 서울지하철의 수송수요예측은 지하철 총연장과 상주인구, 경제활동인구를 설명변수로 채택해 중회귀분석기법을 이용하고 있고, 인천은 계절요인을 도입하지 않는 시계열 자료 분석기법으로 예측치를 산출하였다고 제시했다. 또 대전지하철은 역별 승하차 인원과 재차인원으로 수요를 예측한 것으로 분석했다.

그 결과로 역세권 분석을 통한 수송수요예측은 실제 수요와 다르게 나타난 것으로 평가된다. 이처럼 지하철 수송수요의 설명변수에 따른 수요예측이 실제 수송자료와 거리감이 있는 것으로 나타나 이에 대한 설명변수의 도출과정과 검증이 요구된다.

본 연구에서는 3년여의 수송경험과 신설노선의 건설을 검토·계획하고 있는 광주지하철을 대상으로 진행했다. 지하철 설립의 경제성은 논외로 다루고 기존 구간의 단기 수요예측과 확대 설치가 추진되는 지방도시의 지하철 수송수요예측과 그에 따른 설명변수의 적용에 의미를 두었다.

## 2.2. 연구방법

### 2.2.1. 자료수집

본 연구를 위해 1차 자료는 2007년 6월을 기준으로 서울지하철을 비롯, 부산, 대구, 인천 지하철의 수송자료를 활용하였고, 광주지하철 수송 현황자료는 2004년 개통이후 월별 수송자료를 수집하여 기간별로 시계열 자료로 정리했다.

연구분석의 2차자료는 역세권 환경분석을 위해 유동인구 실측조사, 지하철 승객대상 면접 설문조사, 일반시민 대상 전화면접조사, 역세권 주변 주요 중고등학교 학생대상 면접조사를 통해 수집했다. 고객조사는 여론조사 전문기관에 의해 체계적 표본추출에 의한 1,002명을 대상으로 실시했고, 역세권 중고교학생 134명과 지하철 승객대상 조사는 225명이 면접조사에 참여했다. 시민여론조사의 최대허용오차는 95%신뢰수준에  $\pm 3.1p$ 이다.

&lt;표 1&gt; 조사표본의 구성

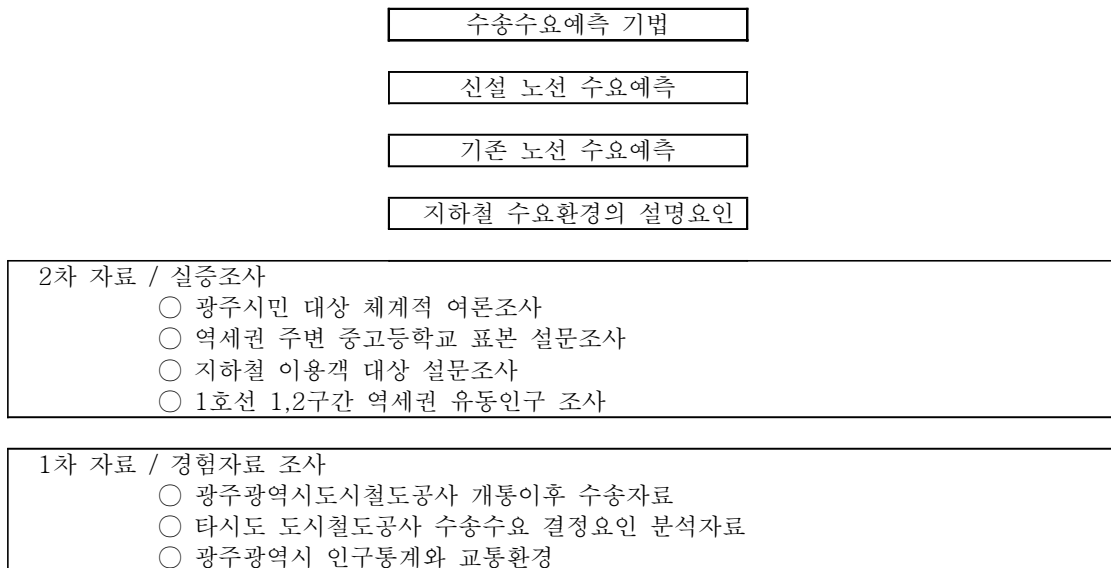
구분	대상	표본(N=1,361)	표본구성	
시민여론조사	19세이상 시민	1002명	남 49.1%	여 50.9%
역세권 중고교 면접조사	역세권 4개 중고교	134명	중 49.3%	고 50.7%
지하철 승객 면접조사	평일 지하철 이용자	225명	남 38.2%	여 61.8%

### 2.2.2. 연구모형과 자료분석

본 연구의 모형은 1차 경험자료를 수집하고, 2차자료에 대한 실증조사를 통해 지하철 수요환경의 설명요인을 검토했다. 이에 따라 기존 노선에 대한 수요예측과 적합성을 검증하고, 지하철 신설에 따른 수요결정 요인분석을 통해 수송수요예측 기법을 제시한다.

수요예측 분석을 위해 광주지하철을 중심으로 2004년 5월 개통이후 2007년 5월까지 수송자료를 기준으로 시계열 추세분석기법을 실시했다. 지하철이 계절형 추세가 반복되는 특징이 뚜렷해 시계열 요소분해법을 적용하여 월별 계절지수를 산출하였으며, 이상점을 파악하여 조정한 시계열자료로 재구축했다. 신설 노선 설명요인의 반응효과는 단계별 다중회귀 분석으로 검증했다.

&lt;그림 1&gt; 연구모형



### III. 분석결과

#### 3.1. 수요예측에 관한 환경요인 설명변수 분석

##### 3.1.1. 수요예측 설명변수와 대체 지표

지하철 수송인원에 대한 주된 설명변수는 각 역세권의 상주인구와 유동인구라고 할 수 있다. 기존노선의 각 역별 상주인구와 유동인구에 따라 연간 수송인원에 미치는 영향력으로 수요함수를 산출할 수 있다. 그러나 역세권 주변의 상주인구와 유동인구를 정확히 측정한다는 것은 지리적 범주와 인구분포 그리고 유동인구 자료의 지속적 수집과 관리의 한계가 따른다. 이에 따라 역세권 수요에 영향을 줄 수 있는 대체 지표로 반영하게 된다.

김성연(2005) 연구에서는 대학생수, 대학수, 중고등학교수, 병상수, 영화관 좌석수, 시장 유무, 공공기관, 공원, 백화점, 상가지역, 사무실 지역 그리고 교통거점에서의 이동 인구 등 교통유발 변수를 설명변수로 사용하고 있다. 연구결과 계절요인과 명절 변수만 유의하게 나타나 수요예측을 위해서는 적절한 설명변수를 선택하는 것이 필요하다고 보았다.

##### 3.1.2. 전국 지하철 수송현황 기초자료

본 연구에서는 타시도 수송현황 가운데 지방도시의 자료를 중심으로 활용하였다. 또한 수요환경을 설명하는 역세권 설명 변수는 역세권 중심 특징, 행정동의 면적과 거주인구, 인구 밀도, 시간당 평균 유동인구로 파악했다. 역세권 중심 특징은 역 출입구 주변지역의 주거지역, 상권지역, 주상복합지역, 교통요충지, 공단, 레저유흥지역 등 지역 특징으로 반영했다.

<표 2> 전국 지하철 현황

구분	2006년 일평균 수송인원	역수	노선(km)	인구(천명)
서울	5,559,329	265	286.9	10,020.1
서울도시철도	1,624,329	148	152.0	
서울메트로	3,935,000	117	134.9	
부산	666,764	90	88.8	3,554.0
대구	296,799	56	53.9	2,484.0
인천	195,873	22	21.9	2,596.3
대전	35,147	12	10.8	1,476.7
광주(환승)	38,532	13	12.1	1,443.2
광주	30,112	13	12.1	1,443.2

전국 지하철 수송현황은 수요예측에 중요한 기준이 된다. 2006년말 기준으로 볼 때, 서울 지하철은 265억의 연장거리 286Km에서 일평균 수송인원 5,559천명으로 나타나 인구 1,000만명을 기준으로 55.6%의 수송률을 기록하고 있다. 인천은 7.5%, 부산은 18.8%, 대구 11.2%, 대전 2.4%이다. 광주는 13억 12.1Km의 노선에서 2.0%의 수송률로 나타났고, 2007년 교통환승체계 개편이후에는 2.7%로 상승했다. 전국적으로 볼 때 지하철 역의 수와 노선길이에 따라 수송인원이 비례하는 현상이라는 점에서 수요예측의 반응변수로 설정할 수 있다.

### 3.1.3. 시민의 교통수단

교통수단별 수송분담율은 시내버스, 지하철, 택시, 자가용, 그리고 자전거, 도보 등의 기타 수단으로 나누어 볼 수 있다. 지하철 수송분담율은 서울이 가장 높은 35.9%이며, 다른 도시는 자가용과 시내버스의 수송분담율이 높은 편이다. 광주의 경우 시내버스 37.4%, 자가용 27.3%, 택시 20.2% 순이며, 지하철은 1.7%에 불과하다. 주된 교통수단으로 서울에서는 지하철의 비중이 가장 높은 편이지만, 지방 도시에서는 상대적으로 지하철의 의존도가 낮다. 이에 따라 교통수단별 수송분담의 비율이 수송수요의 변수가 될 수 있다.

<표 3> 6대 도시 교통현황

구 분			서울	부산	대구	인천	광주	대전
자동차 (천대)	전 체		2,809	980	848	800	436	507
	자 가 용		2,094	670	605	578	412	387
수 송 분담율 (%)	시내버스		26.8	24.7	31.0	27.6	37.4	28.1
	지 하 철		35.9	14.2	6.2	19.5	1.7	-
	택 시		6.2	15.4	16.4	8.4	20.2	16.9
	자 가 용		26.3	29.0	35.9	36.9	27.3	33.2
	기 타		4.9	16.7	10.5	7.7	13.2	21.8

※ 건설교통부 자동차관리시스템(2005.12기준)

광주시민 성인남녀 1,002명을 대상으로 실시한 교통수단에 대한 설문조사 결과, 자가용이 40.0%, 시내버스 38.0%로 나타났고, 지하철을 이용하는 경우는 5.4%, 버스와 지하철을 환승 또는 병행하는 경우는 4.8%로 나타났다. 또 지하철 이용에 있어서는 수시 이용자가 39.8%, 간헐적 이용 또는 전혀 이용하지 않는 경우는 61.2%로 구분돼 지하철의 수송분담율이 낮다는 것을 뒷받침해 준다.

지하철 이용의 주된 목적에 대해서 지하철 이용 경험자는 단순 이동 교통수단이라는 경우

가 49.6%이며, 여가생활에 따른 교통수단이라는 경우는 28.6%로 집계돼 지하철 이용 응집력이 낮은 것으로 파악된다. 출퇴근 및 등하교 수단은 10.8%에 해당돼 이같은 분석을 뒷받침해 준다.

또한 지하철 비이용자의 경우 절반 가량이 직주 여건이 지하철 구간과 일치하지 않기 때문이라는 이유를 들었다. 이는 수요분석 설명변수로 지하철 구간내의 직주여건이 중요하게 작용하는 것으로 풀이돼 유동인구가 중요한 요인임을 시사해준다. 지하철 이용자의 경우 단순 이동 수단의 기능이 높아 계절적·불규칙적 요인이 발생하는 것으로 추정할 수 있다.

역세권 중고등학생의 경우 주요 등하교 교통수단으로 도보 44.8%, 시내버스 41.0%이며, 지하철을 이용하는 경우는 1.5%, 버스와 지하철을 환승 또는 병행하는 경우는 3.0%로 나타나 역세권 주변의 학교 변수가 설명요인으로 중요하게 작용하지 않는 것으로 파악된다. 이에 따라 수요예측변수로 전체인구 추이, 자가용과 시내버스 현황 등 교통수단 변수를 종합적으로 반영하여 검증하는 것이 필요하다.

<표 4> 지하철 이용자와 비이용자의 배경

이용경험자의 이용목적	N	%	지하철 비이용 이유	N	%
출퇴근 교통수단	30	7.5	지하철구간과 일치하지 않음	289	47.9
등하교 교통수단	13	3.3	지하철 이용이 불편	37	6.1
업무상 필요에 의한 이용	44	11.0	자가용을 이용	158	26.2
여가생활에 따른 교통수단	114	28.6	다른 대중교통 이용	72	11.9
단순이동 교통수단	198	49.6	기타	47	7.8
계	399	100.0	계	603	100.0

### 3.1.4. 지하철 평균 수송인원

2004년 1호선 1구간 12개역으로 개통한 광주지하철은 2008년 2구간 완전 개통이전까지 일 평균 수송인원이 3만2천여명 선으로 집계된다. 2007년 1월부터 시내버스준공영제 실시로 환승효과가 발생해 일평균 10,000명이 증가한 42,000명 선으로 상승했고 이후 이러한 수송력이 지속되는 것으로 나타났다.

<표 5> 고객의 지하철 이용시기

구분	N	%
개통이후 환승체계 도입 이전시기	164	72.9
환승체계 도입 이후부터 (2007년 1월이후)	61	27.1



이는 지하철 이용자 가운데 이용하게 된 시기가 ‘환승이후’ 라는 응답이 27.1%로 나타난 것과 일치된 것으로 볼 수 있다. 실제 시내버스준공영제 실시 이후인 2007년 1월부터 5월 까지 1일 평균수송인원은 41,138명으로 2005년, 2006년 같은 기간의 평균 수송인원 31,678명보다 29.9%가 늘어난 것으로 분석된다. 이는 환승제 실시여부가 수요예측에서 중요한 변곡점으로 작용하고 있다는 것을 시사해준다.

### 3.1.5. 광주광역시 인구 및 교통 지표

<표 6> 광주시 인구추계

구분	인구	증가율
2004년	1,443,251	
2005년	1,443,892	0.04%
2006년	1,443,226	-0.05%
2007년	1,445,067	0.13%
2008년	1,447,090	0.14%
2009년	1,448,818	0.12%
2010년	1,450,267	0.10%
2011년	1,451,394	0.08%
2012년	1,452,017	0.04%
2013년	1,452,189	0.01%
2014년	1,451,851	-0.02%
2015년	1,450,948	-0.06%
2016년	1,449,432	-0.10%
2017년	1,447,364	-0.14%
2018년	1,444,783	-0.18%
2019년	1,441,782	-0.21%
2020년	1,438,430	-0.23%

통계청 국가통계포럼(KOSIS)의 광주광역시 인구추계에 의하면, 광주시 인구는 개통시기인 2004년 144만 3천여 명이며 이후 증가추세로 이어져 2013년에는 145만 2천 여명으로 정점에 이룬 후 감소하여 2020년에는 143만 8 천명이 되는 것으로 추산된다.

광주광역시는 2007년말 현재 면적은 501.3km<sup>2</sup>, 인구 144만 3천명에 따른 인구밀도는 2,883인/km<sup>2</sup>이다. 가구당 인구는 세대당 2.9인이며, 가구당 인구수는 감소추세에 있다. 전체 차량등록대수 450천대 중 승용차가 74.6%인 335천대이며, 세대당 자동차보유 대수는 0.9대/세대로 나타났다. 자동차 등록 증가율은 0.22%이다.(광주광역시통 계, 2007)

또한 대중교통체계는 2007년 1월부터 시행된 시내버스 노선 개편, 대중교통 수단간 무료환승체계 구축, 수익금공동관리, 버스운행관리시스템(BMS)도입 등의 추진으로 시민통합대중교통서비스를 실시하고 있다.

### 3.1.6. 경제산업 지표

광주지역 산업단지는 2006년말 기준으로 송암공단을 비롯 8개에 총 면적 19,015평방미터, 입주기업체는 1,634개이며, 종사자는 42,000명에 달한다. 인구 이동을 유발하는 대형 유통업체의 경우 시장이 25개, 백화점 5개, 쇼펄몰 5개, 할인점 10개의 대형 상권이 형성돼 있다.

소비자 물가지수는 매년 평균 4.0%의 상승률로 발표되고 있다. 이는 보통 3%대 물가상

승률을 감안할 때 비교적 큰 폭의 오름세를 보이는 것으로 분석된다. 최근 고유가 기조가 지속되고 있어 기업 생산활동 둔화와 소비자 물가급등 우려가 있는 경제 환경을 내포하고 있다.

### 3.1.7. 상주인구와 유동인구 측정

본 연구에서는 상주인구, 인구밀도와 면적은 역이 놓여있는 행정동의 면적과 인구를 기준으로 설정했다. 지하철 공사측에서는 지하철역과 300m반경, 500m반경을 역세권으로 보고 있지만 이러한 반경 내의 상주인구를 파악하는 것은 많은 시간과 비용이 소요돼 해당역이 걸쳐있는 행정동을 기준으로 포괄적 범주로 정할 수 있다.

역세권 유동인구는 실측조사를 통해 시간당 유동인구로 계산했다. 유동인구조사는 지역내 소지역으로 분할하여 인구의 흐름을 파악하여 종합하는 방법을 사용했다. 역의 주변에서 가장 많은 인파가 오가는 출입구의 중심지에서 도로 1면의 인구흐름을 오전, 정오시간대, 퇴근시간대로 나누어 계수기를 이용하여 측정하고 종합 평균했다.

<표 7> 역세권 상주인구와 유동인구

역명	중심 특징	행정동	면적(km <sup>2</sup> )	인구	인구밀도	유동인구/H
소태	주거	지원1	1.32	9,786	7,414	318
학동중심사입구	주거	학동	1.88	9,046	4,812	527
남광주	상권	학동	1.88	9,046	4,812	1213
문화전당	복합	충장동	1.31	5,942	4,536	2596
금남로4가	복합	충장동	1.31	5,942	4,536	2381
금남로5가	상권	충장동	1.31	5,942	4,536	994
양동시장	상권	양동	0.54	6,348	11,756	1081
돌고개	주거	농성1동	0.76	10,009	13,170	722
농성	교통	농성1동	0.76	10,009	13,170	519
화정	주거	화정동	1.20	17,599	14,666	387
쌍촌	주거	상무1동	1.36	25,160	18,500	415
운천(호남대입구)	주거	상무1동	1.36	25,160	18,500	633
상무	복합	치평동	3.27	31,288	9,568	1205
김대중컨벤션센터	레저	서창동	19.69	5,792	294	105
공항	교통	신흥동	5.52	5,986	1,084	176
송정공원	주거	송정1동	0.85	12,696	14,936	613
송정	교통	송정1동	1.72	7,680	4,465	318
도산	주거	도산동	4.01	16,774	4,183	119
평동	공단	평동	29.09	4,604	158	29

### 3.2. 지하철 수요모형의 추세와 변화유형 판단

수요예측 추정은 과거추세 연장의 의한 방법과 시계열 추세파악을 통한 방법으로 나뉘어진다. 과거추세연장법은 이동평균을 이용한 1차함수로 설정하게돼 계산이 편리하지만 교통수요예측에는 정확성이 낮다. 시계열 추세(Time plot)는 모든 시계열 분석에서 일차적으로 작성하는 기본적인 도구, 시점  $t$ 와 계절값  $zt$ 를 플롯한 그림으로 트렌드를 파악한다. 변화유형은 전반적 추세, 계절변동, 순환, 변화점, 특이점으로 판단할 수 있다.

광주지하철 수송량의 경우 2004년 4월 개통이후 월별, 계절별 등락을 거듭하고 있는 가운데 전반적인 추세 상승이다. 그러나 개통이후 2006년 말까지 서서히 감소하는 추세가 있었고, 2005년 12월 폭설로 인한 수요증가현상이 특이점으로 발견된다. 그러나 2006년 12월 교통체계 개편과 시내버스 환승으로 지하철 수송인원의 30%가 급등하는 변곡점이 나타난다.

따라서 변곡점이 나타난 시내버스 환승 시점을 기준으로 자료 표준화가 필요하다. 또한 이상점인 2004년 개통 효과, 2005년 겨울 폭설요인에 대한 불규칙성 요인의 조정이 필요하다. 수요분석을 위해 불규칙성을 제거하고 환승효과를 반영한 자료로 재구축하였다.

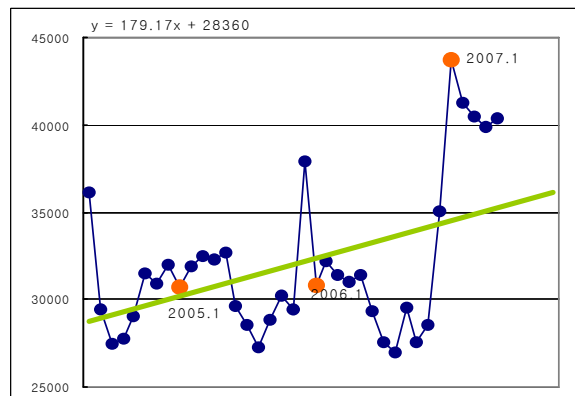
### 3.3. 수요예측기법의 적용

#### 3.3.1. 과거추세연장의 의한 수요추정

과거추세 연장에 의한 수요추정은 개략적 추정방법으로 단기적인 교통계획이나 단기 노선 구간 등 구체적이고 미시적인 분석이 필요하지 않거나 자료를 쉽게 구할 수 없는 경우에 이용한다. 이는 교통수요를 추정하려면 많은 비용과 시간이 소요되기 때문에 수요분석에 필요한 예산과 시간이 여의치 않을 때 단순한 수요추정기법으로 적절하다.(Richard B. 1985)

과거 추세연장법은 선택해야 할 대안이 많은 경우에 대안들을 몇 개의 중요한 대안으로 선택의 폭을 좁히게 된다. 과거 연도별 교통수요를 토대로 하여 도면상에서 미래 목표연도까지 연장시켜 수요를 추정하는 간단한 방

<그림 2> 추세연장에 의한 수요함수



법이다. 광주지하철의 과거자료에 의한 회귀분석의 직선관계식에 의한 수요예측함수는  $Y=179.17x + 28,380$ 으로 도출할 수 있다. 이는 주변지역 인구나 주변 환경에 의해 이용 인구의 증감이 발생되거나 향후 주변지역 개발을 포함하지 못한 문제점과, 분석가의 임의성 문제가 발생한다. 또한 계절적 변동과 이상점(outlier)을 반영하지 못해 수송수요예측이 왜곡돼 지하철 교통수요예측에는 부적합한 것으로 판단된다.

### 3.3.2. 시계열 수요 모형의 구축

시계열분석에 의한 수요예측은 시계열 자료를 구성하는 주된 성분을 추세변동(Tt), 순환변동(Ct), 계절변동(St), 불규칙변동(Rt) 등으로 분해하여 사용한다. 지하철 수송 수요의 경우에는 월별 계절적 특성이 강해 계절요인이 중요하게 반영되고 있다.

요소분해는 이러한 시계열 자료를 몇가지 성분으로 나누어 분석하며, 이러한 방법은 직관적인 면을 가지고 있고 특히 계절변동이 뚜렷한 경우 매우 효과적이다. 요소분해법은 시계열 자료를 각 요소의 곱으로 가정하는 승법모형과 각 요소의 합으로 가정하는 가법모형이 있으나 일반적으로 승법모형이 많이 사용된다(노형진, 2005).

요소분해법에서는 우연변동의 영향을 감소시키고 장기적인 변동부터 파악하여 그 영향을 제거해 나가며 계절 변동을 파악하려는 목적은 그 결과를 이용하여 미래의 예측에 활용한다. 계절변동을 평가하는 방식으로는 계절지수를 사용했다.

지하철 수송예측의 계절지수는 월별 수송수요를 산출하는 가중치에 해당된다. 계절지수를 계산하는 방법 중에서 가장 일반적으로 이용되고 있는 것은 시계열 분석의 이동평균비율법이다(강금식, 1993). 본 연구에서는 월별 이동평균비율법을 적용하여 계절지수를 산출했다. 광주지하철의 계절분해 결과 매년 6월에서 11월까지 계절지수가 100이하(또는 1.0)로 나타나며, 12월부터 5월까지의 계절효과가 높아 수송수요에 현저한 차이를 보여준다. 지하철 수송인원의 계절효과가 가장 큰 경우는 12월이며, 가장 낮은 달은 8월에 해당되는 동고하저(冬高夏低)의 특징을 보여주고 있다.

경험자료가 축적되어 있고 수송력이 높은 수도권과 부산지하철의 경우 5월과 10월이 정점을 보여주고 있어 학기 중 계절지수가 높은 것으로 설명되며, 2월과 8월에 가장 낮은 현상으로 보여 출퇴근, 통학기능이 부각된다(김성연, 2005). 노선이 짧은 광주지하철의 경우 이와는 반대로 2월에 고점으로 나타나고 있어 수도권에서 나타나는 교통수요와 다른 현상

<표 8> 광주지하철 계절지수

월	수송인원 계절지수
1	1.0156
2	1.0558
3	1.0490
4	1.0389
5	1.0535
6	.9760
7	.9234
8	.8965
9	.9622
10	.9700
11	.9652
12	1.0941

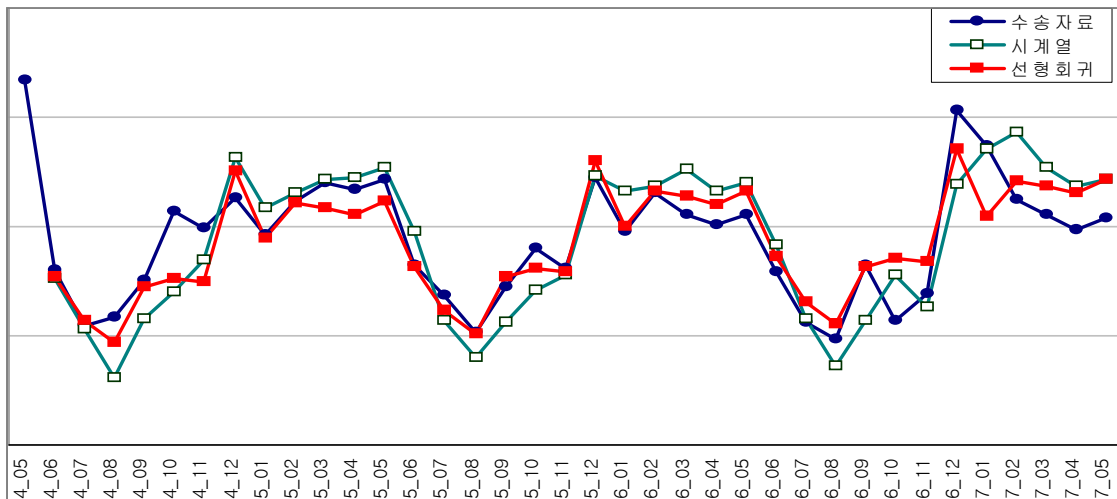
이라고 할 수 있다.

지하철 수요예측 반응요인은 수송인구와 수입현황으로 볼 수 있는데 수송인구와 수입현황이 비례관계로 나타나 월별 수송인원으로 정했다. 더구나 수입에서는 경로우대 등 무임승차 비율과 할인율, 환승승차에 따른 수입자료의 유격이 있어 수송인원을 기준으로 분석하는 것이 타당하다.

광주지하철의 수송예측을 위해서 이상점(outliers)이 세군데서 발견되는데 먼저 2004년 5월 개통에 따른 개통효과가 있다. 정상적인 수송수요와 무관하게 보이므로 제외했다. 또 2006년 12월 대폭설의 기후현상에 의한 수요 급등하는 현상이 발견된다. 이는 불규칙요인으로 판단하여 과거 동기간의 월별 이동평균으로 조정했다. 2007년 12월 환승체계 도입으로 수송인원이 수직 상승했다. 그러나 이러한 환승효과가 일시적이지 않고 이후 지속되었다는 점에서 환승효과 조정계수로 반영하여 자료를 재구축하였다.

환승체계 이전과 이후 수송인원 증가율은 29.9%, 시계열예측에 의한 증가율은 28.5%로 나타나 평균 증가율은 29.2%가 되는 셈이다. 따라서 이를 환승효과 조정계수로 사용했다. 반면 수도권 지하철에서는 대중 교통체계개편이 발생하면 수송인원이 일시적으로 평균 2.1% 증가한 이후, 시간의 흐름에 따라 완화돼 소멸되고 있다. 그러나 광주지하철은 환승효과가 이어지는 것으로 분석돼 교통체계 개편이 지하철 수송수요에 지대하게 영향을 주는 요인이라고 할 수 있다. 이를 조정한 시계열 자료는 <그림 3>과 같이 표시된다.

<그림 3> 계절성을 반영한 관측치와 예측치의 비교



### 3.3.3. 회귀분석에 의한 수요추정

기간 변수를 이용하여 수송인원을 설명하거나 예측할 수 있다. 회귀분석에서 종속변수와 설명변수와의 관계를 설명하는 데는 일반적으로 직선관계식, 2차함수관계, 지수적 관계, 로그관계, 로지스틱관계 분석이 주로 이용된다.

회귀분석의 수요예측은 조정된 시계열 자료를 이용하므로 과거추세에 의한 이동평균추정법이 보완되어 예측의 정확성을 기하게 된다. 분석결과 기간 변수는 유의하지 않지만 설명력이 62.6%로 높게 나타나 단기예측을 위한 수송목표수립에 적용할 수 있다. 이를 표현하면  $Y = (39.60(Mt) + 38574 + e) * (\text{계절지수})$ 가 된다. 장기예측의 경우 순환변동과 불규칙 변동 등이 반영되지 않은 문제점이 있어 적용의 한계가 있다. 순환기간이 반복적으로 나타나는 장기간의 시계열 자료가 구축된다면 예측함수로써 적합도가 높아지게된다. 따라서 단기간의 미래수요를 예측하기 위해 실제 관측치와의 예측치의 편차를 상수의 조정과정을 거쳐 수요함수를 설정할 수 있다.

<표 9> 선형회귀분석

구분	B	SE	t	p	적합도
Constant	38574.71	869.91	44.343	0.000	
기간(T)	39.60	41.00	0.966	0.341	62.6%

### 3.3.4. 교통환경 설명변수에 따른 수요예측

수송수요예측을 위한 방법으로 반응변수를 수송인원으로 두고 설명변수는 역세권환경과 도시교통지표, 교통유발 변수를 투입하여 예측함수를 마련할 수 있다. 수송인원 설명요인은 인구추계, 타시도 수송결정요인, 역세권 인구, 유동인구, 교통수단, 도로교통현황, 산업현황, 계절지수, 소비자물가지수, 지하철 이용목적, 역세권 학생의 지하철 이용현황, 지하철 이용자의 직주환경, 경로와 고령화 추이, 지하철 요금체계와 흐름 등을 고려했다.

설명변수는 인구변수 등의 정량적 변수와 산업현황, 역세권 현황 등의 정성적 판단 자료는 더미변수로 변환하여 단계별 다중회귀분석으로 검토했다. 수요예측함수  $Y(\text{수송인원})$ 에 대한 영향력은 역세권 상주인구와 시간당 유동인구에 따른 것으로 나타났다. 제반 교통환경 변수는 수송인원을 결정하는데 의미가 없는 것으로 분석되어 제외했다. 유동인구변수( $\beta = 1.237$ )는 수송인원을 설명하는데 역세권 상주인구( $\beta = .076$ )보다 영향력이 크다. 유동인구변수는 자료수집의 제한점이 많다는 점이 수요함수의 한계라고 할 수 있다.

&lt;표 10&gt; 역별 수송인원 결정요인 관계분석

독립변수	B	SE	t	p
Constant	69.748	278.601	0.250	0.807
상주인구	0.076	0.013	6.046	0.000
유동인구/H	1.237	0.150	8.231	0.000

### 3.3.5. 자기회귀오차모형의 시계열 예측

기간별 수송인원을 대상으로 요인분해를 통해 시계열 분석한 결과 시계열 회귀오차함수에서 유의하며, 기간변수는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 적합도에 있어서 선형 회귀모형이 62.6%, 시계열분석 45.5%이며 기간변수의 유의성은 없는 것으로 나타났지만 전체적인 모형이 유의해 단기간의 수요예측변수로 적용할 수 있다.

그러나 수송수요의 시계열 자료가 오차의 자기상관이 나타나므로 오차의 동일분산 가정을 전제로 한다는 점에서 회귀모형보다는 시계열 모형이 적합한 것으로 판단된다. 수요예측은 자기회귀오차모형이 시간에 따라 자기상관관계를 갖고 있으므로 자기회귀모형(AR)을 따르게 된다. 수송수요예측 기본 함수는 승법모형으로 제시하면 수송예측인원 =  $(44.58 \times X_t \times 38,474) \times U(t) \times M(t)$ 로 정리된다.

&lt;표 11&gt; 자기회귀모형의 시계열분석

구분	B	SE	t	p	적합도
Constant	38474.02	1480.79	25.98	0.000	
AR1	0.54	0.14	3.77	0.001	
기간(T)	44.58	68.69	065	0.521	45.5%

## 3.4. 신설노선의 수요예측

### 3.4.1. 수요예측 설명변수

지하철 신설에 따른 수요예측은 연장 거리에 따른 수송인원을 반응변수로 분석할 수 있다. 설명변수는 타시도 지하철 지표와 인구 및 도시지표를 중심으로 추출했다. 신설노선의 수송인원 예측은 제반 설명변수를 적용한 모델을 구축하기 위해 선형회귀분석으로 접근할 수 있다. 모형은 노선거리와 역의 수에 따른 수송인원을 파악하는 것으로 설정했다. 국내 도시지하철의 역간 설치 역의 수와 거리에 대한 관계를  $Y(\text{역과 거리별 수송인원}) = \alpha + \beta$

$1X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \varepsilon$  ( $\alpha$ : 상수,  $\beta_1, \beta_2$ : 회귀계수,  $\varepsilon$ : 오차항) 함수로 대입할 수 있다.

지하철 신설노선의 수송인원 예측을 위해 지하철 수요와 관련된 설명변수를 투입하여 분석했다. 동일 속성을 가진 설명변수간의 중복 투입의 문제는 다중 공선성을 해결하는 절차에 따른 단계별 다중회귀분석으로 접근했다. 전국 지하철 환경변수 자료에 의해 승객수요를 파악하는데는 수도권과 지방의 수송환경이 달라 함수의 설명력이 매우 낮은 것으로 나타나 지방 지하철의 특성을 반영하는 수송수요 설명변수를 활용하였다.

광주 지하철 수송인원의 역과 연장거리별 수송인원 예측은 수도권을 제외한 부산, 대구, 대전지하철과 광주지하철의 수송환경 현황을 중심으로 단계별 분석을 실시하여 유의수준 10%이하에서 가장 유효한 변수를 추출했다.

<표 12> 지하철 수송모형 설정을 위한 설명변수

구분	수도권	서울	부산	대구	인천	대전	광주
일평균 인원	5755202	5559329	666764	296799	195873	35147	30112
역수	287	265	90	56	22	12	13
거리(Km)	308.8	286.9	88.8	53.9	21.9	10.8	12.1
역당평균 인원	29882	20979	7408	5300	8903	2929	2316
1Km당 인원	28321	19377	7509	5506	8944	3254	3217
역, Km 인원	29101.6	20177.9	7458.5	5403.2	8923.6	3091.6	2402.5
만명당 역수	0.227	0.264	0.253	0.225	0.085	0.081	0.090
만명당 거리	0.245	0.286	0.250	0.217	0.084	0.073	0.084
총인구	12616440	10020123	3554003	2484022	2596317	1476736	1443226
인구(만명)	1261.6	1002.0	355.4	248.4	259.6	147.7	144.3226
인구밀도	19766.8	17108.4	4751.5	2841.9	2658.4	2734.3	2824.5
면적	1607.4	605.3	765.1	884.3	1002.1	539.8	501.31
인밀*역수	4592210	4533726	427635.0	159146.4	58484.8	32811.6	36718.5
인밀*거리	4966619	4908400	421933.2	153178.4	58219.0	29530.4	34176.45
자가용보유(천)	2,672	2,094	670	605	578	387	412
시내버스수송률	27.2	26.8	24.7	31.0	27.6	28.1	37.4

### 3.4.2. 신설노선의 수요예측 모형

다중회귀분석을 통해 파악된 지하철 수송수요 영향요인은 도시인구 변수가 절대적으로 결정되는 선형관계를 나타내고 있다. 도로교통, 환경변수 등 교통을 유발하는 것으로 제시된 제반 설명변수들은 수송인원에 유의한 영향력이 없는 것으로 나타났다. 따라서 신·증설 노선의 수송수요예측은 도시인구 지표를 사용하여 수요예측함수를 설정하게 된다. 이를 정리하면  $Y(\text{일평균 수송인원}) = (\alpha + \beta \times \text{도시인구}) \times (\text{연장거리} + \text{총 역}) / 2$ 가 된다.



$$\text{역과 거리별 수송인원} = \alpha + 2.096 * (\text{도시인구}) + e \dots\dots\dots (\text{식}_1)$$

$$\text{역과 거리별 수송인원} = \frac{\text{일평균 수송인원}}{(\text{총역} + \text{총거리})} * 2 \dots\dots\dots (\text{식}_2)$$

$$Y(\text{일평균수송인원}) = \alpha + 2.096 * \text{도시인구(천명)} * (\text{총거리} + \text{총역}) / 2$$

수도권을 제외한 지방도시 지하철 수송수요예측함수와 수도권을 포함한 전국의 모형으로 정리한 함수간 비교결과 뚜렷한 차이가 없이 비슷한 양상이다. 그러나 전국모형은 실제 수송인원과 예측인원과 적용성 검증결과 편차가 발생해 적합하지 않은 것으로 볼 수 있다.

상수값은 회귀분석결과에서  $\alpha$  값은 71.181이지만 유의도가 0.692로 나타나 크게 영향을 미치지 않기 때문에 상수를 제거한 기본 모형으로 설정할 수 있다. 이를 종합하면 지방도시 지하철의 수송수요는  $Y(\text{수송인원}) = \alpha + 2.096 \times \text{도시인구} \times (\text{연장거리} + \text{총역}) / 2$  (도시인구단위; 1000명)처럼 정리된다.

이에 따라 광주지하철의 경우 광주광역시 인구 1,443,226명을 기준으로 1역과 1Km당 3,025명의 수송력을 지니게 된다.

<표 13> 도시인구와 지하철 수송과의 관계분석

구분	독립변수	B	SE	t	p
전국	Constant	1115.759	1005.729	1.109	0.329
	거주 총인구	1.922	0.216	8.903	0.001
	(R-square : 95.2% F 79.3 p<0.001)				
지방	Constant	71.181	155.700	0.457	0.692
	거주 총인구	2.096	0.000	32.322	0.001
	(R-square : 99.8% F 805.8 p<0.001)				

## V. 결 론

최근 이슈가 되고 있는 고유가 대책, 환경문제, 교통문제로 인해 지하철 대중교통의 역할이 중요해지고 있다. 고유가 시대의 교통수단과 도시민의 교통과 주차문제 그리고 자동차 운행에 따른 환경영향 문제 등으로 인해 지하철 확충과 대중화의 당위성이 증폭되고 있다. 본연구는 지하철 노선 신설을 계획하고 있는 지방도시 지하철의 수요예측 기법과 설명변수를 제시해 경영환경에 효율적으로 대응하고 경쟁력 강화와 중장기 경영전략 수립을 위한 수요분석 기초자료를 제공하는데 있다.

연구대상은 광주지하철을 대상으로 설정하였으며, 연구모형은 기존 노선과 신설 노선의 수송인원 예측을 위한 설명변수의 관계성 검증과 수요예측기법의 개발에 두었다. 단기수요 예측은 과거 수송인원을 반응변수로 두었으며, 신설노선에 대한 장기수요예측은 설치 역의 수와 노선 연장거리(Km)로 추정했다.

지하철 수송수요예측은 계절지수가 중요하게 반영된다. 수도권에서 계절성은 봄과 가을에 강하고 여름과 겨울에 약한 양상이지만 광주의 경우 동고하저의 현상으로 나타나 수송특성이 다른 것으로 나타났다. 지하철 수송수요예측은 계절추세가 뚜렷하게 반영되고 오차의 시간에 따른 자기상관이 있으므로 시계열 접근법이 유용하다. 계절성을 반영한 수요예측결과가 관측 자료와 일치하고 있어 적합성이 인정된다.

또한 지하철 수송수요는 유동인구와 상주인구가 중요한 설명지표로 사용된다. 그러나 역세권을 중심으로 한 인구변수의 측정과 누적자료 관리의 한계가 있어 대체 지표인 도시경제 지표 등 교통유발 변수를 설명변수로 투입했다. 이러한 설명변수 가운데 전체적인 수요에 영향을 미치는 요인은 지역의 총 인구수가 가장 중요한 것으로 나타났고, 다른 대체 지표의 적용가능성에 의미를 부여할 수 없다.

기존노선의 지방도시 지하철의 수송수요함수는 지역 거주인구가 설치역과 연장거리에 비례적인 관계가 있다. 따라서 도시인구 규모에 따라 신설 1역, 노선 1Km당 수송력의 절편이 고정된 상수함수 관계를 나타내고 있다. 이에 계절지수를 반영함으로써 기간별 수요예측이 가능하다. 규모의 경제에 의한 지하철 노선증설과 확충은 자체 수요가 담보돼 도시민들의 교통 문제해소와 고유가 시대의 경제적 수요가치가 확보될 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- 강금식(1993), 생산운영관리, 박영사, 93-97.
- 김강수(2001), “교통환경 관련 사회적 비용의 계량화 : 도로교통에 의한 대기오염 및 소음피해에 대한 계량화,” 교통개발연구원, 91-94.
- 김대웅,유영근,최한규(2001), “지하철이용자의 환승특성에 관한 연구,” 대한토목학회, 학술발표회 논문집(IV), 81-84.
- 김대웅,임영길,유영근,최한규(2001), “역세권 자료를 이용한 지하철 수요예측에 관한 연구,” 대한토목학회, 79-82.
- 노형진(2005), SPSS에 의한 조사방법 및 통계분석, 형설출판사, 619-648.
- 오윤표(1999), “지하철이용자의 전환수요예측을 위한 비집계행동 Model 의 구축에 관한 연

- 구,” 대한국토도시계획학회, 25(2), 2169-2185.
- 이훈기, 고용석, 민재홍(2003), “철도수송수요 예측시스템의 해외 모형 비교분석 연구,” 한국철도학회, 2003(2), 35-39.
- 안성채, 이송섭, 최기주(2007), “교통수요예측모형을 이용한 환경 지역(차량통행제한지역) 도입 효과분석,” 대한환경공학회, 24.
- 이진선, 김현웅(2001), “경부고속철도 수요확충을 위한 교통체계 구축방안 연구,” 한국철도학회, 104-110.
- 오재와(2006), “광양만 광역도시계획 권역 교통수요예측에 관한 연구,” 건설기술연구, 26(1), 129-147.
- 김성연, 이정형, 황성원(2005), 부산교통공단 승객수요 예측기법 개발 연구용역 보고서, 부산대학교산학협력단.
- 토목학회 편(1992), 交通需要豫測ハンドブック, 기보당출판, 565-570.
- Draper, N. R and Smith, H.(1981), Applied Regression Analysis, John Wiley & Sons.
- Kalish, S. & Gray L. Lilien(1986), A Market Entry Timing Model for New Technologies. Management Science. 32(2), 194-205.
- Richard B. Chase and Nicholas J. Aquilano(1985), Production and Operations Management, 4th ed., N.Y., Richard D. IRWIN Inc.

## A Study on Explanatory Variables to Anticipate the Demand for Expanding City's Subways

Hong-Nam Kim\* · Min-Soo Kim\*\* · Cheong-Ho Lee\*\*\*

### Abstract

High oil price, heavy traffic and environmental problems caused by harmful waste gas come to urge the expansion of subway lines. The purpose of this study is to provide the basic data for expanding city's subway lines. The subjects of the study were subway lines of local cities. Explanatory variables to anticipate the number of passengers who would use newly-built line were mainly verified.

To anticipate the number of passengers who would use newly-built line, the approaches of time series analysis and multiple regression analysis were applied. And response variables were the number of stations and the distance of the line(km).

As season affects the number of passengers, time series analysis should be applied. Compared to capital regions, local areas are greatly influenced by season. The most important factor of local subways is the population of the city. There is a close relationship among population, the number of stations and line distance, which are main factors to anticipate the demand. Mathematical function between population and season is clearly revealed. Outlier variables like climate change, reformation of traffic system and service effects are significantly discovered.

Among all explanatory variables, one changeable factor is traffic system. Public transportation like subway can lead to decentralizing passengers of public transportation, which means that more passengers will use subways instead of other transit systems.

**Key words :** Urban Railway, Traffic System, Demanding Forecasting, Time Series

---

\* Professor, Department of sports management, Chosun University

\*\* Researcher, Department of management, Chosun University Graduate School

\*\*\* Professor, Division of management, Chosun University