http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.07.437

주성분해석을 통한 철도이용객수요에 미치는 사회경제지표 분석

Analysis of Socio-economic Factors for Predition of Railrolad Trip Generation by Principal Component Analysis

정찬묵*, 김효종**
우송대학교 철도건설시스템학과*, 동아기술공사**

Chanmook Jung(cmjung@wsu.ac.kr)*, Hyojong Kim(khjtrans@hanmail.net)**

요약

본 논문에서는 호남선과 같은 간선철도노선의 열차이용객을 합리적으로 추정하기 위하여, 호남선측의 10개 도시의 인구지표 및 경제지표, 지리적지표등 사회경제지표를 분석하였다. 기존의 연구결과는 통상적으로 인구, 두 지역간의 거리, 자동차대수라는 외생변수를 이용하여 간선철도 열차이용객의 수치를 추정하였으나, 도시면적이 커질수록 철도역으로 접근성이 불리해지기 때문에 철도수송수요예측의 외생변수로써 도시면적을 포함시키는 것이 바람직하며 본 연구에서 수행된 주성분분석결과 인구, 두 지역간의 거리, 도시면적을 고려한 결과가 실제 이용객 수치와 잘 부합하는 것으로 나타났다. 향후 호남고속철도가 개통되면 일반철도와 고속철도가 병행하여 운행되므로 두지역의 역간거리보다는 역간소요시간과 철도역까지의 도착시간이 더욱 중요한 변수로 고려되어야 할 것으로 판단된다.

■ 중심어 : | 주성분이론 | 사회경제지표 | 외생변수 | 철도수송수요 |

Abstract

This study features an analysis of the socio-economic factors of ten cities on the Honam-line that affect the number of train passengers. The 3 main factors based on the principal component analysis were the population, the distance between two regions, and the area size of each region while the number of automobiles has been conventionally used instead of the area size of each region. A formula to predict the train passengers by the regression analysis was developed and showed a good agreement to the number of real passengers. When Honam highspeed railway is opened, the traveling time between two regions as well as the area size of each regions should be more precisely considered.

■ keyword: | Exogenous Variable | Principal Component Analysis | Socio-economic Indicators | Train Generation |

I. 서 론

2004년 KTX 개통은 우리나라 철도분야의 전환점으로 기록되었고 2008년 연간 이용객 1억명을 돌파하였다. 이를 계기로 우리나라의 경우도 그동안 더디게 진행되던 철도분야에 대한 투자가 증가되고 국토개발의 주요한 이슈로 승용차 교통에서 철도를 중심으로 한 저탄소 녹색교통 모드로의 성장 지향점이 모아지고 있다.

접수번호 : #120531-002
접수일자 : 2012년 05월 31일
심사완료일 : 2012년 07월 10일
교신저자 : 정찬묵, e-mail : cmjung@wsu.ac.kr

이에 따라 최근 철도분야의 경우 고속철 운행, 기존선의 복선전철화 추진 및 속도향상(틸팅열차개발), 새로운 노선 확대, 경량철(LRT)등 신교통수단 국내 도입등 많은 관련 투자와 사업이 이루어지고 있으며 2020년까지 약 90조원 규모의 철도투자가 계획되어 있다[13]. 따라서 크게 확충된 철도투자재원을 효율적으로 사용하기 위해서는 합리적인 교통수요예측에 의하여 철도노선을 계획하는 것이 대단히 중요한 시점이다.

현재 대부분 철도관련 연구 및 철도사업설계시 필요한 수요예측은 육상(도로)교통을 위주로 구축된 2006년 국가교통DB의 지역간 OD에 근거하여, 인구"와 "자동차대수", "승용차통행시간(거리)"을 주요 변수로 사용하여 이루어지고 있다(국책사업으로 진행되어온 국가교통DB 사업이 2006년도에 완성되어 본 연구의 종속변수 값인 지역간 통행량이 세분화 되었음)[9]. 그러나 도로와 달리 철도교통 수요는 역(驛)을 중심으로 발생한다. 임의의 접근에서 이용이 가능한 도로와 달리 철도교통 수요는 역(驛)을 기반으로 하고 있어 해당 도시의 면적이 넓은 지역일수록 전체 통행시간에 해당 역까지의 접근거리가 길어지게 되면 타 교통수단으로 전환이 이루어질 확률이 높아지므로 철도수요가 감소할 수 있는 데, "인구"와 "자동차대수", "승용차통행시간(거리)"를 주요 변수로 하는 모델에서는 이와 같은 효과가 무시될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 육상(도로)교통에 근간을 두고 있는 국가교통DB를 사용할 때 생길 수 있는 문제점을 분석하고, 철도이용객수요에 미치는 여러 가지 사회경제지표를 분석하여 수요예측의 모형외생변수 적용에 관한 기초연구로 활용하고자 한다. 연구결과 발생통행량 예측시 "인구"와 "두지역간 거리" 그리고 "해당지역의 면적"을 모형변수로 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 2000년 이후 건설된 철도관련 사업의 수요예측시 통행발행모형 사례 및 관련연구를 분석하고, 3장에서는 간선철도 호남선측(서울~목포)에 위치한 총 10개 도시(都市)의 한국철도공사의 철도이용객자료 및 교통수요에 영향을 미치는 사회경제적인 지표(인구, 경제인구, 사업체수, 자동차대수, 도로연장, 지역간 거리, 도시의 면적등)등을 제시하였으며, 4장에서는 주성분분석을 통하여 지역간 철도수송수요의 관계에 영향을 미치는 핵심 외생변수들을 추출하였다. 5장에서는 4장의 주성분분석으로부터 얻어진 외생변수들에 대한 다중회귀분석을 통하여 실제 철도이용객수와 기존의 국가교통DB를 사용하여 구한 철도이용객 예상치와 비교하여 도로교통을 위주로 작성된 국가교통DB에 근거한 철도수송수요예측의 문제점을 분석하였다. 마지막 6장에서 본 논문의 결과 및 향후 연구방향 제시로 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2000년 이후 수행된 철도사업의 수요예측에 대한 연구사례를 보면 수도권광역교통망사업[1], 수도권 광역철도사업(소사-정왕 복선전철)[6] 이나 서울과 인천등 수도권에 위치한 도시철도사업은 인구, 자동차대수를 기본으로 종사자수, 학생수와 같은 주 이용객들에 대한 대도시 내부의 목적통행함수를 포함하여 외생변수를 선정하고 있다[4][5]. 한편 서울시에서의 도시철도 이용시 선호의식, 차내시간, 환승시간 및 환승횟수가 미치는 영향에 대한 검토는 양창화 등(2000)에 의하여 수행되었다[2]. 손상훈 등(2007)등은 대중교통 통행배정을 위한 경로선택시 도보시간, 대기시간, 차내시간, 환승시간이 미치는 영향을 검토하였다[8].

한편 지역간 간선철도건설사업이나 국가교통DB등은 수요예측에 필요한 외생변수로써 인구, 거리, 자동차대수를 주로 사용하고 있다[3][9]. 2009년 국토부의 교통시설투자평가지침 및 KDI의 예비타당성지침(2008년)의 교통수요예측에 대한 방향은 기본적으로 O/D 및 Network의 경우에 한하여 국가교통DB자료를 이용하는 것을 원칙으로 하도록 하고 있으며 적용 모형에 대한 구체적인 지침이나 기법의 제한은 없어 본 연구와 같은 다양한 접근방안이 필요하다. 또한 검토 결과 철도분야 수요예측은 육상교통(도로교통)을 준용하고 있어 역기반 특성이 반영되지 않고 있으며 본 연구 분석결과 국가경제의 발달에 따라 최근 자동차보급이 일반화되고, 자동차보급율이 지역도시별로 큰 차이가 없어

지고 있는 추세이다. 호남선 주요 거점역의 2006년도 기준 자동차보급율(자동차대수/인구)은 천안 36.5%, 대전 35.3%, 익산 33.1%, 광주 31.8%등으로 큰 차이가 없다[11]. 따라서 "인구"와 "자동차대수"는 외생변수 상호간에 밀접한 관계가 있고, 교통수요예측에 중복성이 상당히 존재한다고 볼 수 있다. 한편 호남선측의 주요 거점도시인 천안, 대전, 익산, 광주의 2006년도 인구밀도(인구수/면적)는 각각 835(인/km^2), 2734(인/km^2), 627(인/km^2), 2825(인/km^2)등으로 큰 차이를 보이고 있다[11]. 철도교통 수요는 역(驛)을 기반으로 하고 있어 해당 도시의 면적이 넓은 지역일수록 전체 통행시간에 해당 역까지의 도착시간이 길어지므로 타 교통수단으로 전환이 이루어질 가능성이 커지므로 철도수요에 큰 영향을 미칠 수가 있으나, 기존 연구에서는 이와 같은 효과가 고려되지 않았다.

III. 사회경제지표자료

본 연구에서 요인분석을 위해 호남선철도역이 위치한 시(市)급지역 총 10개 도시간을 대상으로 선정하여 분석하였다. 분석 기준연도는 국가교통DB 구축이 완성된 2006년을 기준으로 분석하였으며 지역간 철도 여객수송수요는 한국철도공사의 역별 승하차 인원을 해당 시별로 집계하였다[10]. [표 1]은 2006년도 한국철도공사 철도통계연보에 의한 연구대상 지역간 철도여객수송 실적 현황이다. 인구와 세대수등 인구관련 지표와 면적 및 경제관련지표 그리고 해당시의 도로총연장 및 교통수송관련 지표인 자동차대수등 외생변수로써 활용이 가능한 해당지역의 사회경제지표는 각 시도홈페이지의 자료를 참고하였으며 결과는 [표 2]와 같다[11]. 주요 외생변수인 지역간 거리의 경우는 역간 거리로 하였으며, 2개이상의 역이 존재한 시는 대표역(서울의 경우 용산역)을 중심으로 분석하였다. [표 3]은 한국철도공사의 호남선측의 역간거리를 나타내고 있다[10].

표 1. 분석대상존(zone)간 일여객수송실적(통행/일)

OD	서울	천안	대전	논산	익산	김제	정읍	광주	나주	목포
서울	-	3,469	8,610	654	1,715	352	534	2,570	229	1,072
천안	3,346	-	1,491	151	148	34	38	62	13	46
대전	8,882	1,425	-	529	484	82	127	286	29	198
논산	598	139	481	-	115	23	28	219	8	33
익산	1,886	152	467	118	-	90	359	139	25	115
김제	339	36	78	22	89	-	61	68	8	30
정읍	557	38	122	28	339	69	-	44	9	45
광주	2,572	50	274	80	275	88	72	-	16	777
나주	253	13	27	10	26	9	9	12	-	64
목포	1,082	45	194	33	120	29	45	789	64	-

표 2. 분석대상존의 사회경제지표(2006년)

구 분	서울	천안	대전	논산	익산	김제	정읍	광주	나주	목포
인 구 (천명)	10,356.2	531.2	1,475,9	132.8	317.9	101.3	127.4	1,415,9	97.5	242.8
세 대 수 (천가구)	3,979.9	200.3	518.0	51.7	112.6	40.6	50.0	495.9	41.2	90.5
가구당인구 (인/가구)	2.6	2.7	2.85	2.57	2.82	2.49	2.55	2.85	2.37	2.68
면 적 (㎢)	605	636	539	554	507	545	692	501	604	48
인구밀도 (인/㎢)	17,008.7	835.0	2,734.3	239.3	626.9	185.8	183.8	2,824.5	161.4	5,062.7
경제인구 (천명)	10,181.2	414.9	1,147.0	110.6	253.6	86.3	105.1	1,108.5	82.6	191.4
GRDP (십억)	193,775	-	18,693	-	-	-	-	19,049	-	-
사업체수 (개수)	733,759	33,616	89,851	9,091	19,708	6,147	7,935	95,656	5,856	19,379
종사자수 (천인)	3,894..7	182.2	412.9	34.6	84.2	25.1	29.1	439.4	24.8	69.3
도로연장 (km)	8,093.0	975.7	2,237.9	500.2	918.1	656.8	589.1	2,136.9	695.3	247.6
도로율 (%)	21.89	-	6.10	3.38	4.92	3.71	3.57	6.19	3.69	10.99
자동차수 (천대)	2,856.8	194.2	521.2	44.19	105.2	34.8	38.9	449.9	34.0	71.1
영업용 자동차대수	194,238	-	10,303	681	-	603	1,013	9,718	507	1,740
영업차연간 수송인(백만)	2,675.6	-	267.8	20.9	-	8.6	8.7	0.26	4,3	0.24

표 3. 지역간(대표역 간) 거리(km)

구분	서울	천안	대전	논산	익산	김제	정읍	광주	나주
천안	92.8								
대전	157.6	64.8							
논산	202.7	109.9	45.1						
익산	239.8	147.0	82.2	37.1					
김제	257.5	164.7	99.9	54.8	17.7				
정읍	283.3	190.5	125.7	80.6	43.5	25.8			
광주	377.6	244.8	180.0	134.9	97.8	80.1	54.3		
나주	353.4	260.6	195.8	150.7	113.6	95.9	70.1	15.8	
목포	404.4	344.6	246.8	201.7	164.6	146.9	121.1	66.8	51.0

독립변수간 상관성분석을 위하여 SPSS 패키지를 이용분석한 결과 다음과 같이 변수들 간에는 서로 상관성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 데이터간 중복성과 다중공선성이 존재하여 주성분분석등 요인간 특성분석이 필요한 것으로 판단된다.

표 4. 독립변수간 상관분석 결과

구 분	지역간 거리	자동 차수	인 구	경제 인구	사업 체수	도로 연장	종사 자	인구 밀도	면 적
지역거리	1	0.283	0.307	0.317	0.337	0.331	0.320	0.519	-0.164
자동차수	0.283	1	0.997	0.998	0.983	0.951	0.985	0.607	0.047
인 구	0.307	0.997	1	0.998	0.989	0.939	0.990	0.628	0.028
경제인구	0.317	0.998	0.998	1	0.989	0.954	0.990	0.625	0.050
사업체수	0.337	0.983	0.989	0.989	1	0.920	0.999	0.648	0.019
도로연장	0.331	0.951	0.939	0.954	0.920	1	0.918	0.509	0.209
종 사 자	0.320	0.985	0.990	0.990	0.999	0.918	1	0.628	0.023
인구밀도	0.519	0.607	0.628	0.625	0.648	0.509	0.628	1	-0.278
면 적	-0.164	0.047	0.028	0.050	0.019	0.209	0.023	-0.278	1

IV. 주성분분석

1. 개요

지역간 교통 발생에 영향을 미치는 외생변수는 수요모형 구축에 있어 직접, 또는 간접적으로 해당 변인을 설명하는 많은 지표로 표현되며, 이들 외생변수간에는 상호 밀접한 관계가 있어 통계학의주성분분석이론(Principal Component Analysis)을 통하여 지역간 철도교통 수요예측에 영향을 미치는 핵심 외생변수들을 파악하고자 한다. 주성분분석이론은 Burt에 의해 이론적 배경의 기초가 마련되었고 그 뒤 Benzécri, Lebart등 여러 연구자에 의하여 이론이 더욱 발전하여 다변량자료의 통계적 해석 및 처리기법으로 여러 분야에서 널리 사용된다[12].

여기서는 주성분분석을 통하여 차원을 축소(본 연구에서의 철도 수요와 관련이 있는 사회경제지표들 가운데 중복성 등을 고려하여 핵심 외생변수를 압축)시킴으로써 데이터가 가지는 핵심변수들을 파악하고자 한다.

p개의 변수로 이루어진 좌표계 x, 즉 $x=(x_1,x_2,x_3\cdots x_p)$을 정규직교행렬 $L_{(P\times P)}$에서 회전하는 새로운 좌표계 z, 즉 $z=(z_{1,}z_{2,}z_{3,}...z_p)$를 작성할 때 새로운 좌표계 Z 값은 다음과 같다.

$$Z=LX \qquad \text{(식 1)}$$

$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3... \geq \lambda_p \geq 0$ 를 행렬 L의 고유치라 할 때, 이에 대응하는 고유벡터행렬$(l_{1,}l_{2,}l_3...,l_p)$를 구하면 새로운 변수는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$z_k = l_{kp}\, x_p = l_{1k}x_1 + l_{2k}x_2 + \cdots + l_{pk}x_p \qquad \text{(식 2)}$$

여기서 z_k을 제k 주성분이라 하며, 어떤 변수 전체에 대한 z_k의 기여율(Contribution)은 다음 식으로 표현된다.

$$c_k = \frac{\lambda_k}{p} \qquad \text{(식 3)}$$

z_1에서 z_m까지의 누적기여율은

$$\sum_{k=1}^{m} c_k = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_m}{p} \qquad \text{(식 4)}$$

따라서 최초의 m개의 z_p을 채용하여 누적기여율이 실용적으로 충분한 정도로 크게 되면(예컨대 90%), 나머지의 $p-m$개의 변수를 분석의 대상에서 제외하여도 충분한 정확도를 가진 해석이 가능하다.

2. 주성분분석 결과

요인분석을 위한 외생변수간의 중복성문제를 해소하고 독립변수들이 어떠한 패턴으로 구성되었는가를 알아내기 위하여 주성분분석을 실시하였으며 이를 근거로 지역간 철도 여객수송수용에 미치는 주요한 요인을 분석하였다. 다음 [표 5]는 주성분분석 결과로써 철도여객에 영향을 미치는 성분은 총 3개의 주성분군을 형성하였다. 제1주성분은 자동차대수, 인구, 경제인구, 사업체수, 도로연장이며 이때 고유치는 12.203이고 기여율은 67.8%이었다. 제2주성분은 지역간 거리로 기여율은 15.1%로 높게 나왔다. 제3주성분은 두 지역 면적의 곱으로 기여율은 8.2%이었다. 3개 요인군의 누적기여율이 91.1%를 보여 이들 3개 주성분 요인군으로 대부분

의 분산을 설명하는 것이 가능하다고 판단된다.

현재 국가교통DB에서 적용하고 있는 4단계 추정법의 통행발생 회귀분석 모형은 외생변수로 인구와 자동차대수, 승용차통행시간(거리)을 이용하고 있다. 그러나 [표 4]에서 알 수 있는 것처럼 철도여객수요의 경우 인구와 자동차대수는 매우 상관성이 높은 동일 요인군으로 중복성이 높은 지표로 나타났으며, 따라서 철도수요예측의 발생교통량 함수는 본 주성분분석결과를 반영하여 인구와 거리(승용차통행시간) 그리고 해당지역의 면적을 포함하는 것이 바람직하다.

표 5. 주성분분석 결과

구 분		Componet		
		1	2	3
사회경제지표	자동차대수	0.968	0.114	0.001
	인 구	0.986	0.134	-0.008
	경제인구	0.985	0.139	-0.007
	사업체수	0.981	0.158	-0.026
	도로연장	0.937	0.209	0.140
	종사자수	0.750	0.168	0.142
	인구밀도	0.619	0.462	-0.415
	거 리	0.170	0.970	-0.075
	면 적	0.124	-0.079	0.960
고유치(eigenvalue)		12.203	2.713	1.476
기여율 (%)		67.8	15.1	8.2
누적기여율 (%)		67.8	82.9	91.1

V. 이용객 수요에 미치는 적정변수 분석

1. 사례분석 회귀식

본 연구에서는 외생변수 그룹별로 직접수요추정모형을 구축하였다. 모형의 특성을 고려하여 다항회귀모형의 해석에 적합한 SPSS 패키지를 사용하였다. 모형의 구조는 다항회귀모형이며 제 2주성분인 거리만 제외하고 제 1주성분의 변수들과 제 3주성분인 면적은 일반적인 중력모형과 같이 변수의 곱으로 표시하였다. 즉 T는 두 지역간 철도수송 수요 (통행/일), V는 두 지역간 자동차대수의 곱 (만대), P는 두 지역간 인구의 곱 (십만명), E는 두 지역간 경제인구의 곱 (십만명), C는 두 지역간 사업체수의 곱 (천), R은 두 지역간 도로연장의 곱 (km), L은 두 지역간 거리 (km), A는 두 지역 면적의 곱 (km^2)이라 하였을 때, 제1주성분에 포함된 5개 요인 중 1개와 제2주성분요인(거리) 및 제3주성분(면적)을 조합하여 다중회귀분석을 하였으며 각각의 결과는 [표 6]과 같다. 모형분석결과 설명계수(R^2) 는 0.744~0.882로 나타나 대체로 높은 설명력을 보였다. 추정모형에 대한 통계적 유의성 검증결과는 [표 7] 및 [표 8] 에서 보여지는 것처럼 유의한 것으로 분석되었다.

따라서 철도이용객 수요예측은 사회경제지표로써 제1주성분인 인구나 자동차대수, 경제인구, 사업체수, 도로연장 중 하나의 지표를 사용하고 제2주성분인 두지역간거리, 제3주성분인 도시면적을 변수로 모형해석하는 것이 바람직하다고 분석되었다.

또한 회귀분석을 통하여 구한 [표 6]의 요인분석회귀식을 보면 지역간 철도 수송수요는 모형1에서 모형5까지 인구와 경제인구, 자동차대수, 사업체수, 도로연장등 제1주성분요인은 양(+)의 값을 가진 것으로 나타났으나 지역간거리 및 면적은 음(-)의 함수로 나타났다. 즉, 지역간 철도 수송수요는 인구와 경제인구, 자동차대수, 사업체수, 도로연장과는 비례하여 이들 지표가 크면 수요가 증가하나 지역간거리나 면적은 그 값이 크면 오히려 상대적으로 수요가 감소하는 것으로 분석되었다. 이는 면적이 상대적으로 넓은 도시의 경우 철도역에 접근시간하는 시간이 많이 소요되어 승용차나 버스등 타 교통수단으로 전환되어 상대적으로 수요가 감소하는 것을 의미한다.

표 6. 주성분별 직접수요예측모형

구분	요 인 분 석 회 귀 식	R^2
모형1 (인구)	*1,010.575+8.293P-5.032L-4.768A*	0.782
모형2 (자동차대수)	*953.107+90.961V-4.734L-6.435A*	0.882
모형3 (경제인구)	*1,028.473+12.924E-5.195L-5.016A*	0.782
모형4 (사업체수)	*944.712+17.839C-5.369L-1.652A*	0.744
모형5 (도로연장)	*1,467.809+712.468R-7.766L-32.421A*	0.757

2. 철도이용객 결과비교

본 연구에서 최종 선정된 외생변수 5가지 제1주성분 조합을 이용하여 철도이용객 수요를 분석한 결과는 [표 9]와 같다. 제1주성분으로써 사업체수를 사용한 모형4를 제외한 나머지 모형에서는 실측 통행량과의 오차율이 1%미만으로 상당히 신뢰할 수 있는 결과가 나타났다.

표 7. 유의 검증 결과

구분	Std. Error of the Estimate	Sum of Squares	df	Mean Square	F-test	Sig.
모형1	1,379.4	2.80E+08	3	9.33E+07	49.045	0.000
모형2	1,246.7	2.94E+08	3	9.81E+07	63.103	0.000
모형3	1,380.9	2.80E+08	3	9.32E+07	48.912	0.000
모형4	1,496.5	2.66E+08	3	8.87E+07	39.619	0.000
모형5	1,456.06	2.71E+08	3	9.00E-07	42.621	0.000

표 8. 회귀모형진단

구분		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T-test	유의확률 (sig.)
		B	Std. error	Beta		
모형 1	Const.	1010.575	627.779	-	1.610	0.115
	P	8.293	0.696	0.022	-0.289	0.774
	L	-5.032	2.309	-0.170	-2.179	0.035
	A	-4.768	16.483	-0.022	-0.289	0.777
모형 2	Const	953.107	566.350	-	1.683	0.100
	V	90.961	6.728	0.944	15.520	0.000
	L	-4.734	2.074	-0.160	-2.282	0.028
	A	-6.435	14.907	-0.029	-0.432	0.668
모형 3	Const.	1028.473	628.698	-	1.636	0.110
	E	12.924	1.087	0.926	11.892	0.000
	L	-5.195	2..316	-0.176	-2.243	0.030
	A	-5.016	16.504	-0.023	-0.304	0.763
모형 4	Const.	994.712	681.282	-	1.460	0.152
	C	17.839	1.668	0.906	10.693	0.000
	L	-5.369	2.523	-0.182	-2.128	0.039
	A	-1.652	17.848	-0.007	-0.093	0.927
모형 5	Const.	1467.809	670.976	-	2.188	0.034
	R	712.468	64.221	0.963	11.094	0.000
	A	-7.766	2.534	-0.263	-3.064	0.004
	L	-32.421	17.986	-0.147	-1.803	0.079

표 9. 제1주성분 조합별 철도이용객 비교

구 분	제1주성분 요인별 통행량					실측치 통행량
	인구	자동차대수	경제인구	사업체수	도로연장	
2006년 여객수요 (명/일)	50,937	50,460	50,427	48,181	50,852	50,581
편차율 (%)	0.7	-0.2	-0.3	-5.0	0.5	-

또한 [표 10]에서 실제 연구대상 지역의 2006년 국가교통DB[9]의 지역간 철도수요배분결과와 본 연구에서 제시한 모형에 의한 결과 및 실제 통행량을 비교하였다. 2006년 국가교통DB를 사용한 결과는 1일 평균 77,698통행/일로 나타났다. 이는 2006년도 한국철도공사 통계연보[10] 실제 해당지역 탑승객 수치와는 53.6%의 편차율을 보인 것으로 나타났다.

표 10. 사례지역 예측치 편차 비교

구 분	국가교통 DB 집계치	모형 1 (인구)	역간 실제 집계치
적용함수	인구+거리(시간)+자동차	인구+거리(시간)+면적	실제승하차 집계결과
지역간 여객수요	77,698 (통행/일)	50,937 (통행/일)	50,581 (통행/일)
오차율 (%)	53.6	-0.7	-

이렇게 실측치와 국가교통DB 배분치의 차이가 난 것은 철도의 경우 열차역의 접근성에 영향을 미치는 도시면적등 기타 열차 여객수요에 미치는 여러가지 효용함수에 대한 기초적인 연구가 아직 부족한 것으로 판단되며, 국가교통DB를 일률적으로 사용할 경우 해당지역간의 철도수송수요에 대한 편차는 일정부분 발생할 것으로 판단되며 추가적인 연구를 통하여 개선이 필요하다고 판단된다.

VI. 결론

본 연구는 지역간 철도여객수요에 미치는 사회경제지표의 영향 요인을 분석하기 위한 연구로 호남선축 10개 도시간 수요와 이들 도시간 거리 및 각종 사회 경제

지표등 다양한 외생변수간의 관계를 규명하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존 간선철도 관련 설계와 각종 국가계획 연구사례 조사 결과 통행발생 요인함수로 대부분 육상교통과 통합하여 적용한 모형인 인구, 자동차대수, 지역간거리를 외생변수로 이용되고 있는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구결과 철도의 경우에는 육상교통과 달리 인구와 자동차대수는 상관성이 매우 높고 동일한 지표로 예측모형의 중복성이 발생할 수 있으므로, 인구, 지역간거리, 도시면적을 외생변수로 철도이용객을 추정하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.
2. 요인별 영향정도를 분석한 결과 제1주성분 중 기여율이 가장 높은 변수는 인구로 대표 요인함수로 판단되며, 두지역의 인구지표만으로 67.8%의 여객수요를 규명할 수 있는 것으로 분석되었으며 제2주성분인 지역간 거리는 15.1%, 제3주성분인 면적은 기여율은 8.2%이 기여율을 보여 이들 3가지 외생변수로 전체 91.1%의 누적기여율을 보이고 있어 이들3가지 외생변수로 대부분의 분산이 설명이 가능한 것으로 나타났다.
3. 아울러 다중회귀분석결과 인구는 양(+)의 함수이나 두 지역간거리와 면적은 음(-)의 함수로 나타났다. 즉 지역간 철도수요는 두지역 인구곱에 비례하나 두지역의 거리와 두지역의 면적 곱에 반비례하는 특성을 보이는 것으로 나타났다. 특히 도시의 면적이 넓은 지역일수록 상대적으로 수요가 감소한 것은 전체 통행시간에 해당 철도역까지의 접근거리가 길어지는 철도교통의 특성이 반영된 것으로 판단된다.
4. 본 연구에서는 역간거리지표로 접근시간, 구간통행시간의 효과를 일반화시켰으나, 철도의 고속화 추세에 따라 최근 실제 노선에서는 저속과 고속의 열차가 혼용 운영됨에 따라, 보다 정확한 연구결과를 위해서는 두지역의 역간거리보다는 역간소요시간과 철도역까지의 접근시간, 환승, 요금등의 변수를 고려한 추가적인 연구가 향후에 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 국토해양부,"*수도권 광역교통망 계획수립*", 2000.

[2] 양창화, 손의영,"서울시 지하철 이용객의 환승관련변수의 가치추정", 대한교통공학회지, 제18권 제4호, pp19-30, 2000.

[3] 한국교통연구원, *호남고속철도 건설기본계획조사*, 2001

[4] 서울시, *서울 지하철 9호선 기본설계*, 2001.

[5] 인천시, *인천도시철도1호선 송도연장 기본계획*, 2004.

[6] 한국철도시설공단, *소사-정왕 복선전철 기본계획*, 2004

[7] 박상명, 이병주, 성수련, 남궁문, "호남고속전철 이용자의 환승 교통수단 선택 행태분석", 대한토목학회논문집, 제25권, 제6호, pp.783-790, 2005.

[8] 손상훈, 최기주, 유정훈,"대중교통 통행배정을 위한 일반화비용 추정연구", 대한교통공학회지, 제25권, 제2호, 통권 95호, pp121-132, 2007.

[9] 한국교통연구원, "*2006년 국가교통DB 구축 사업 보고서*", 2007.

[10] 한국철도공사, *철도통계연보*, 2003-2009.

[11] 서울시,천안시,대전시,논산시,익산시,김제시,정읍시,광주시,나주시,목포시 홈페이지.

[12] 김재희,"*R다변량 통계분석*", 교우사, 2011.

[13] http://economy.hankooki.com/lpage/soc-iety/201104/e20110403135408117960.htm

저 자 소 개

정 찬 묵(Chanmook Jung) 정회원

- 1983년 2월 : 서울대학교 기계공학과(공학사)
- 1983년 2월 : KAIST 토목공학과(공학석사)
- 1992년 5월 : Lehigh 대학교 토목공학과(공학박사)
- 1995년 3월 : 우송대학교 철도건설시스템학과 교수

<관심분야> : 교량구조, 철도계획

김 효 종(Hyojong Kim) 정회원

- 1988년 2월 : 전남대학교 토목공학과(공학사)
- 1991년 8월 : 전남대학교 토목공학과(공학석사)
- 1997년 2월 : 전남대학교 토목공학과(공학박사)
- 2011년 2월 : 우송대학교 철도건설환경공학과(공학석사)
- 1996년 5월 : ㈜동아기술공사 부사장

<관심분야> : 철도계획, 철도운영