

교통 SOC 스톡수준에 따른 국가 경쟁력 영향 분석 - 러시아 모스크바를 대상으로 -

박은경*

Analysis of National Competitiveness Effect according as Transportation Infrastructure Stock
- Focused on Moscow, Russia -

Eun-kyung Park*

요 약

교통부문 사회간접자본(SOC)은 국가 전체의 경제활동에 필요한 기반을 제공하는 공공시설이며 도로, 철도, 지하철, 항만 등으로 구분된다. 또한 국가의 생산성 및 경쟁력 증대를 위해서는 주요 사회간접자본(도로, 철도, 항만 등)을 적기·적소에 공급하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 철도를 포함한 SOC스톡의 확충 필요성을 인지하고 국가경쟁력(생산성)증대에 미치는 영향 정도를 파악하기 위해 국가별 사회경제 및 수송지표간 상관분석, 요인분석을 수행하였다. 그 결과 GDP는 인구, 국토면적, 유효철도연장, 도로연장과 높은 상관성(0.59~0.99)을 보였다. 특히 러시아의 도시교통시스템 현황을 분석하고 주요 OECD국가의 인구, GDP, 국토면적 등 사회경제지표와 도로 및 철도연장 등 사회간접자본(SOC)을 비교하여 장래 교통시설투자 확충의 필요성과 이에 따른 국가 경쟁력 변화를 분석한 결과, 경전철 신설 개통은 유효철도연장 증가 및 이에 따른 GDP 증가에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 고속 트램(경전철)의 추가 개통을 가정하여 유효철도 연장이 2014년에 비해 10% 증가함을 가정할 경우 GDP는 21.6% 증가할 것으로 분석되었다.

ABSTRACT

Transport Social Overhead Capital refers to public utilities necessary for a nation's basic economic activities, and is divided into roads, railway, subway, ports and so on. It is important to be able to provide these SOC in the right place at the right time to enhance productivity and competitiveness of a nation. In this study, correlation and factor analysis on countries' socioeconomic and transport indicators were performed in order to understand the need for expansion of SOC including railway, and to identify the impact they have on national competitiveness(productivity). As a result, GDP showed high correlativity(0.59~0.99) with factors such as population, land area, extension of available railroad, and road extension. Specifically, through the analysis of Russia's urban transport system and comparison between socioeconomic indices and SOC of OECD countries, it was examined that how increasing transport infrastructure investments could enhance national competitiveness.

In conclusion, opening new Light Rail greatly affects the growth of GDP followed by the increasing extension of available railroad. Furthermore, if available railroad extension is increased by 10 % from 2014, assuming high speed tram is opened, GDP will likely increase by 21.6%.

키워드

Russia, Moscow, Urban Transportation, SOC, National Competitiveness
교통 SOC, 도시 교통, 국가 경쟁력, 러시아, 모스크바

* 교신저자 (corresponding author) : 동양대학교 철도대학 철도전기통신학과 (rupek2014@dyu.ac.kr)

접수일자 : 2015. 07. 02

심사(수정)일자 : 2015. 08. 13

게재확정일자 : 2015. 08. 23

1. 서론

교통부문 사회간접자본(SOC)은 국가 전체 경제활동에 필요한 기반을 제공하는 공공시설이며 도로, 철도, 지하철, 항만 등으로 구분된다. 또한 국가의 생산성 및 경쟁력 증대를 위해서는 주요 사회간접자본(도로, 철도, 항만 등)을 적기·적소에 공급하는 것이 중요하다.

또한 1990년에 들어 도로, 상하수도시설, 철도, 항만, 공항, 폐기물처리시설 등의 사회간접시설 건설 필요성이 증가하였는데, 정부 부문에서는 재정적 부담을 덜고 국민편익을 위한 공익성을 창출하고 민간부문에서는 안정된 수익을 보장받는 방법으로 민간투자사업이 활성화되기 시작하였다[7].

이에 도시철도의 운영이 도시교통문제 해결에 중요한 정책방안이며 도시의 기간교통수단이 되고 있음을 감안하였다[8].

현재 모스크바시의 도시교통시스템은 많은 문제점을 안고 있는데다 대중교통의 완결성이 떨어져 많은 시민들은 도시 내 이동시 자가용을 선호하게 되고 이러한 현상은 심각한 교통체증을 불러일으키고 있다. 현재 모스크바의 도시교통 상황은 러시아의 발전목표 속도보다 크게 뒤쳐지고 있으며, 러시아 정부는 도시교통의 개선방안을 위한 어떠한 결정도 내리지 못하고 있는 실정이다[9].

특히 러시아의 수도 모스크바는 전 세계적으로도 유명한 교통대란을 겪고 있으며 러시아 연방 교통부의 2012년 조사 자료에 의하면, 도심의 교통 체증 등으로 인해 한 해 약 1조 루블 이상의 예산이 추가 소모되는 것으로 분석되고 있다. 또한 1990년 이후 지속적인 자동차 보유대수 증가 추세는 현재의 교통 인프라는 해소하지 못하는 실정이다[10].

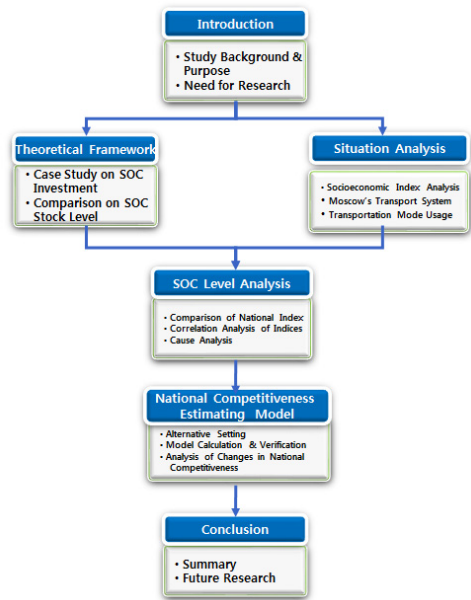


그림 1. 연구수행 과정

Fig. 1 Research process chart

본 연구에서는 러시아의 도시교통시스템 현황을 분석하고, 주요 OECD국가의 인구, GDP, 국토면적 등 사회경제지표와 도로 및 철도연장 등 사회간접자본(SOC)을 비교하여 장래 교통시설투자 확충의 필요성과 이에 따른 국가 경쟁력 변화를 러시아 모스크바 사례를 통해 분석하고자 한다.

II. 이론적 고찰

2.1 SOC 투자관련 연구사례 검토

도로 및 철도 등 교통시설의 국가별 수준을 비교 분석하고자 다수의 선행 연구가 기 수행된 바 있으며, 보다 상세한 내용은 다음과 같다.

유일호[1]는 교통시설 투자소요액을 추정하고 재원 확보 문제를 중점적으로 제시하였으며, 박승록[2]은 SOC별 최적규모 산정을 논의했으나 1990년대 분석결과를 제시하여 현 시점의 시사점 제시에 미흡하였다.

또한, 문형표[5]는 인구밀도와 도로 및 철도밀도를 분석하여 회귀모형을 산정하고 선진국과의 추세선 비교를 통해 국제수준 부합성을 분석하였다.

이제민[6]은 우리나라 도로 및 철도 SOC스투크수준을 분석하고 국토계수당 유효보급을 등의 지표를 기준으로 국가별 비교결과를 제시하였다.

선행 연구에서는 주로 SOC 투자소요액 추정 및 제원확보 방안 등이 논의되어 왔으며, 국가별 SOC 스투크를 비교 분석함으로써 국내 SOC 인프라 확충 필요성을 제기하였다.

단, SOC 인프라 확충 필요성을 언급하였으나 이에 따른 국가경쟁력 및 생산성 증대 영향 등의 계량적 분석에는 한계가 있었다. 향후 SOC(특히 교통인프라)가 국가경쟁력 및 생산성에 미치는 영향을 파악하고 단계적 확충 필요성을 판단하기 위해, 이를 추정하기 위한 연구가 필요할 것이라 사료된다.

2.2 SOC 스투크수준 비교 지표

본 연구에서는 국가별 SOC 스투크수준 분석을 위해 비교 지표를 검토하였으며, 크게 국가경쟁력지표와 철도운영지표로 구분하여 산정 방법을 제시하였다.

우선 국가경쟁력지표에는 1인당 GDP와 인구수, 국토계수 및 국토면적이 있으며, 1인당 GDP는 국내총생산(Gross Domestic Product)을 인구수로 나눈 값이다. 또한, 국토면적은 국가별 산지 및 평지 등을 포함한 전체면적을 의미하며, 국토계수는 국토면적과 인구를 고려한 생산성 지표이다.

철도운영지표는 철도인프라 확충 수준을 판단하기 위한 기준이며, 유효철도보급을 및 유효철도 연장, 면적당 유효철도 연장 등이 있다.

각 비교 지표별 산정 방법은 식(1)-식(3)과 같다.

$$a = \frac{G}{p} \tag{1}$$

$$I = \sqrt{S \times p} \tag{2}$$

$$R_I = \frac{r}{I} = \frac{r}{\sqrt{S \times p}} \tag{3}$$

$$r = n + 1.25 \times e + 4.0 \times h \tag{4}$$

$$P_r = \frac{p}{r} \tag{5}$$

$$R_s = \frac{r}{S} \tag{6}$$

여기서 a는 1인당 GDP, G는 국내 총생산, p는 인구수, I는 국토계수, S는 국토면적(km²), p는 인구수(천명), R_I는 유효철도보급률, r은 유효철도연장(km), n은 비전철구간연장, e는 전철구간연장, h는 고속철도연장, p는 국가별 인구수, r은 유효철도연장, Pr은 유효철도 km당 인구수, Rs는 단위면적당 유효철도연장, r은 유효철도 연장, S는 국토면적이다.

III. 러시아 모스크바 현황 분석

2014년 모스크바 인구는 1,200만여 명이며, 면적은 2,500여km², 도시철도연장은 약 296.9km이다.

표 1. 러시아 모스크바 일반 현황
Table 1. Social-economic index in moscow russia

Category		Unit	Value
Population	2002 yr	person	10,383,000
	2014 yr		12,111,194
Squares		km ²	2,511
Population Density		person/km ²	4,823.26
Length of subway		km	325.4
Index of Land			5,514.6

1990년대 이전에는 대중교통의 수송분담률이 높았으나, 1990년 이후 최근까지 모스크바의 자동차 등록대수는 약 8배 증가하여 높은 전환율을 나타내고 있다. 특히 버스, 트롤리, 트램 등의 대중교통 여객수요는 2000년~2011년 사이 지속적 감소 추세를 보이고 있다.

2000년 전체 여객수송인원은 44,854백만명에서 2011년 21,894백만 명까지 감소하였으며, 트램의 경우 7,421백만명에서 2,004백만명, 트롤리버스는 8,759백만명에서 2,152백만명으로 50%이상 감소하였다[9].

표 2. 교통수단별 연간 이용수요 (단위 : 백만명)
Table 2. Annual traffic volume by mode (unit : million people trip)

Mode	2000yr	2005yr	2009yr	2010yr	2011yr
Railway	1,419	1,339	1,137	947	993
Bus	23,001	16,374	13,704	13,434	13,305
Taxi	16	6	7	8	8
Tram	7,421	4,123	2,217	2,079	2,004
Trolley	8,759	4,653	2,414	2,206	2,152
Subway	4,186	3,574	3,307	3,294	3,351
Ferry	1.1	1.3	1.5	1.5	1.3
Costal Transport	28	21	17	16	14
Air	23	37	47	59	66
Total	44,854	30,128	22,852	22,045	21,894

Source : Russia Federation Statics office(러시아연방 통계청) <http://www.gks.ru>

이러한 대중교통 이용수요 감소는 국가경제성장애 의한 소득수준 변화, 자동차 구입의 편의성 등 개인교통수단의 확대 영향과 대중교통 인프라 노후 및 유지보수 예산 축소에 따른 서비스 저하 원인 때문이라 판단된다.

고속 트램은 현대적 교통시스템으로 높은 수준의 안전성과 80km/h 이상의 속도로 주행하는 특별노선과 차량으로, 중전철이라 부르는 일반 열차 및 전기동차와 달리 러시아에서는 고속트램을 경전철이라 부르고 있다. 또한 도로 진입에 대한 제한이 없어 자동차도로와 같이 교통체증이 없는 것이 특징이다. 도로는 자동차 수가 통행능력을 초과하여 교통체증이 발생하는 반면 고속트램은 진입시 신호시스템의 통제에 따라 통행능력을 초과할 수 없고 고속노선에서는 지연 없이 이동하는 것을 보장하고 있다. 특히 열차지연을 예방하기 위해 수송능력을 고려한 열차계획이 이루어지고 있다[11].

표 3. 트램 운영 현황
Table 3. Situation of tram operation

Category	1990	1995	2000	2005	2010	2011
Tram operation city	70	68	68	66	63	61
High Speed Tram city	4	4	4	4	4	4
Route length (thousand km)	3.0	3.0	3.0	2.8	2.6	2.5
Line	703	677	658	622	550	546
Passenger(billion)	6.00	7.54	7.42	4.12	2.08	2.00
Passenger Car (thousand)	14.8	13.3	12.2	10.4	8.8	8.6

Source : Russia Federation Statics office(러시아연방 통계청) <http://www.gks.ru>

기존의 지하철은 규모가 큰 중전철(重電鐵)이었기 때문에 대도시의 지선노선, 중소도시의 간선노선으로 활용이 어려웠다. 그래서 등장한 것이 경전철(輕電鐵)이다. 가벼운 구조물은 건설비를 절감할 수 있게 하였고, 무인운전은 운영비를 절감시켜 주었으며, 작은 회전반경은 복잡한 도시 내에서도 원하는 노선을 선정할 수 있게 해주었다.

러시아에서 도시교통 문제의 해결방안으로 경전철 시스템에 대해 관심이 집중되고 있다. 이것은 대도시의 교통문제를 해결하는데 매우 적합한 방법으로, 교통선진국들의 경험과 러시아 국내 전문가들의 연구결과에 따르면 경전철시스템은 버스보다 높은 수송량, 높은 속도, 친환경성, 편리성, 안전성, 비교적 낮은 운임 등의 특성을 반영해 주고 있다[12].

IV. 국가별 SOC 스톡수준 분석

4.1 분석 개요

OECD 국가별 경제지표를 분석하여 철도인프라 수준을 비교하고 장애 확충의 필요성을 제고한다.

국가별 소득수준 및 인구규모, 면적 등에 의해 경제활동 및 시장규모가 상이하므로 각각의 사회경제지표를 단순 비교할 경우 왜곡된 결과를 야기할 수 있어 동일 조건하에서의 비교를 위해 원단위에 의한 비교분석이 합리적이라 판단된다.

4.2 국가별 지표 비교 결과

국가별 인구를 기준으로 도로 및 철도연장을 비교하여 인프라 확충 수준을 분석하였다.

우선 유효철도 km당 인구수 분석결과, Canada, Finland, Norway, Sweden의 경우 약 1,000인/km 수준이며, 수치가 낮을수록 인프라 확충 수준이 높음을 의미한다. 대한민국의 경우 9,672인/km로 매우 미흡한 수준을 보이고 있다.

도로연장 km당 인구수는 Australia, Estonia, Sweden의 경우 16~27인/km이며, 국토계수는 국토면적과 인구를 동시에 고려하는 지표로서 국가별 경제활동 규모 및 경쟁력을 비교하는 생산성지수로 활용된다. United States, Canada, Mexico, Australia은 OECD 타 국가에 비해 높은 수준으로 분석되었다.

또한 1인당 GDP는 국내총생산을 인구수로 나눈 값이며, Luxembourg, Norway, Switzerland은 인구가 적고, 국내총생산이 높은 수준을 나타내고 있어 1인당 GDP가 크게 나타났으며, 우리나라는 전체 33개국 중 국내총생산(GDP)은 11위, 인구는 9위로 중상위권 수준을 나타내고 있으나 유효철도보급률은 28위, 단위면적당 유효철도연장은 17위로 철도인프라는 매우 부족한 수준인 것으로 분석되었다.

천인당 자동차등록대수는 국가의 자동차보급률을 판단하는 지표로써, 도로연장과 더불어 인프라 확충 수준을 간접적으로 판단하는 지표이다. 국토면적이 큰 United States와 1인당 GDP가 높은 Luxembourg의 경우 천인당 자동차등록대수가 높게 분석되었으며, 도로 및 철도 인프라가 상대적으로 부족한 Turkey, Chile의 경우 자동차보급률이 낮게 산정되었다.

표 4. 국가별 SOC 스톡지표 비교 결과
Table 4. The result of SOC Stock by each Nation

OECD	GDP (1 billion won)	Land Squ.	Pop.	Index of Land	Length of railroad
Australia	1,139	7,741,220	22,298	415,468	9,112
Austria	377	83,871	8,390	26,527	5,896
Belgium	469	30,528	10,896	18,238	4,808
Canada	1,577	9,984,670	34,109	583,581	54,183
Chile	216	756,102	17,094	113,687	5,742
Czech Republic	199	78,867	10,520	28,804	10,271
Denmark	313	43,094	5,548	15,462	2,286
Estonia	19	45,228	1,340	7,785	820
Finland	235	338,145	5,363	42,585	8,544
France	2,549	643,801	62,959	201,328	52,972
Germany	3,284	357,022	81,777	170,869	45,339
Greece	292	131,957	11,308	38,629	2,644
Hungary	129	93,028	10,000	30,500	8,643
Ireland	205	70,273	4,474	17,731	1,932
Israel	217	20,770	7,624	12,584	1,034
Italy	2,044	301,340	60,483	135,004	30,777
Japan	5,488	377,915	128,057	219,988	30,446
Korea	1,015	99,720	49,410	70,194	5,109
Luxembourg	53	2,586	507	1,145	341
Mexico	1,035	1,964,375	108,396	461,444	26,717
Netherlands	775	41,543	16,615	26,272	3,435
New Zealand	142	267,710	4,368	34,196	3,934
Norway	418	323,802	4,889	39,788	4,807
Poland	470	312,685	38,187	109,273	22,666
Portugal	227	92,090	10,637	31,298	3,214
Slovak Republic	87	49,035	5,430	16,317	4,018
Slovenia	47	20,273	2,049	6,445	1,354
Spain	1,380	505,370	46,071	152,587	24,916
Sweden	463	450,295	9,378	64,984	11,923
Switzerland	552	41,277	7,822	17,969	4,467
Turkey	731	783,562	72,698	238,670	12,734
United Kingdom	2,256	243,610	61,344	122,246	17,734
United States	14,419	9,826,675	309,330	1,743,469	225,867

OECD	Rate of railroad	Length of railroad per land square	Length of road	Rate of road	Length of road per square
Australia	0.022	0.0012	825,433	1.987	0.107
Austria	0.222	0.0703	110,209	4.155	1.314
Belgium	0.264	0.1575	154,015	8.445	5.045
Canada	0.093	0.0054			
Chile	0.051	0.0076	77,674	0.683	0.103
Czech Republic	0.357	0.1302	130,674	4.537	1.657
Denmark	0.148	0.053	74,058	4.79	1.719
Estonia	0.105	0.0181	58,405	7.502	1.291
Finland	0.201	0.0253	78,156	1.835	0.231
France	0.263	0.0823	994,996	4.942	1.546
Germany	0.265	0.127			
Greece	0.068	0.02	116,882	3.026	0.886
Hungary	0.283	0.0929	199,567	6.543	2.145
Ireland	0.109	0.0275			
Israel	0.082	0.0498	18,471	1.468	0.889
Italy	0.228	0.1021			
Japan	0.138	0.0806			
Korea	0.073	0.0512			
Luxembourg	0.297	0.1317			
Mexico	0.058	0.0136	355,451	0.77	0.181
Netherlands	0.131	0.0827	137,344	5.228	3.306
New Zealand	0.115	0.0147	94,282	2.757	0.352
Norway	0.121	0.0148	93,504	2.35	0.289
Poland	0.207	0.0725	406,157	3.717	1.299
Portugal	0.103	0.0349			
Slovak Republic	0.246	0.0819	43,915	2.691	0.896
Slovenia	0.21	0.0668	39,034	6.056	1.925
Spain	0.163	0.0493			
Sweden	0.183	0.0265	578,266	8.899	1.284
Switzerland	0.249	0.1082	71,418	3.975	1.73
Turkey	0.053	0.0163	366,989	1.538	0.468
United Kingdom	0.145	0.0728	413,645	3.384	1.698
United States	0.13	0.0236	5,419,918	3.752	0.666

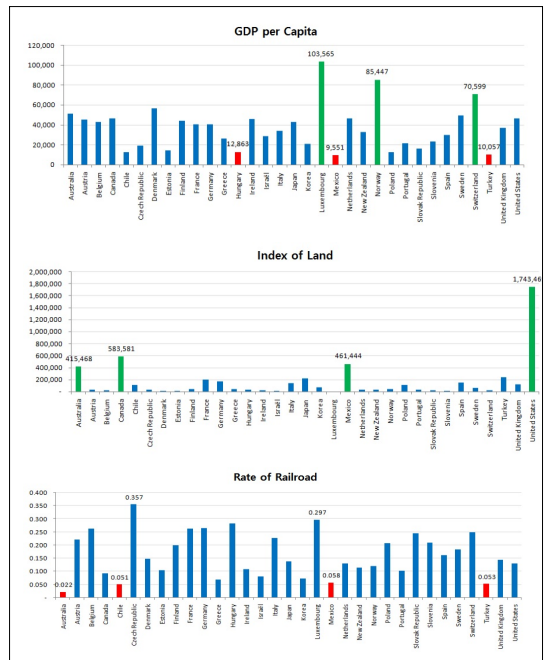


그림 2. 국가별 SOC 스톡지표 비교 결과
Fig. 2 The result of soc stock by each nation

4.3 지표간 상관분석

본 연구에서는 국가별 SOC 스톡수준이 국가경쟁력, 생산성에 미치는 영향을 분석하기 위해 앞서 제시한 비교 지표를 다음과 같이 구분하였으며, 각 지표간 상관분석을 수행하였다.

국가경쟁력(생산성)지표는 GDP, 인구, 국토면적, 국토계수, SOC 스톡수준 판단지표는 유효철도연장, 도로연장, 유효철도보급률, 도로보급률, 천인당 자동차등록대수, 단위면적당 유효철도연장, 단위면적당 도로연장을 검토하였다.

또한 각 지표간 상관분석 결과, 국내총생산(GDP)은 생산성지수인 국토면적, 총인구와 수송공급지표인 철도연장, 도로연장과 높은 상관성(0.59~0.99)을 나타내고 있으며 상관계수가 높은 지표간의 관계분석을 통해 추정모형을 산정하고자 하였다.

유효철도연장의 경우 GDP와 상관계수가 0.95, 국토계수(국토면적, 총인구)와 0.68~0.95로 높게 분석되었으며 유효철도보급률 및 단위 면적당 유효철도연장은 국토면적이 커질수록 낮은 수치를 보이는 음(-)의 상관관계를 나타냈다.

표 5. 상관분석 결과

Table 5. The result of correlation analysis

	GDP	Land Square	Total Pop.	Index of Land	Length of railroad	Rate of railroad	Length of railroad per land square	Length of road	Rate of road	Length of road per square
GDP	1.00									
Land Square	0.59	1.00								
Population	0.95	0.54	1.00							
Index of Land	0.89	0.83	0.89	1.00						
Length of railroad	0.95	0.68	0.91	0.95	1.00					
Rate of railroad	-0.06	-0.33	-0.14	-0.23	-0.02	1.00				
Length of railroad per land square	-0.05	-0.40	-0.09	-0.29	-0.11	0.84	1.00			
Length of road	0.99	0.82	0.93	0.97	0.99	-0.09	-0.18	1.00		
Rate of road	-0.04	-0.20	-0.17	-0.17	-0.03	0.52	0.49	-0.01	1.00	
Length of road per square	-0.11	-0.31	-0.19	-0.25	-0.14	0.52	0.81	-0.14	0.72	1.00

4.4 요인분석

요인분석은 변수간 관계 분석시 Data수가 많거나 변수의 공통된 특성을 설명할 수 있는 새로운 변수를 도출하는 목적으로 변수를 축소할 경우 적용하는 방법이며, 유사변수가 동일요인으로 Grouping 되는지 또는 중요도 낮은 변수가 제거되는지를 분석한다.

또한 요인분석으로 도출된 새로운 변수에 따른 인

과모형을 산정하며 일반적으로 고유값(eigenvalue)이 1보다 큰 성분을 유의한 것으로 판단하여 추출한다.

요인(변수)가 많아질수록 모형 적합도 및 설명력은 향상되나, 이는 변수 추출 및 Data축소라는 요인분석의 목적에 부합되지 않으므로 적정 변수 추출이 중요하다.

표 6. 성분별 고유값
Table 6. Factor's eigenvalue

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Total	4.953	2.678	0.650	0.396	0.255	0.043	0.018	0.004	0.002
% Var.	55.033	29.755	7.224	4.403	2.839	0.477	0.200	0.045	0.026
% Cum.	55.033	84.788	92.012	96.415	99.253	99.730	99.930	99.974	100.000

요인분석 결과, 각 요인(변수)별 회전성분에 의하면 고유값이 3성분에서 급변하였으며 이외 성분은 큰 영향을 받지 않은 것으로 분석되었다.

1성분은 국토면적, 국토계수, 총인구, 유효철도연장, 도로연장, 2성분은 유효철도보급률, 도로보급률, 단위면적당 유효철도연장, 단위면적당 도로연장으로 추출하였다.

표 7. 성분행렬
Table 7. Factor matrix

Variable	Factor Matrix		Rotation Factor Matrix	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
Land Square	0.891	0.080	0.849	-0.282
Population	0.920	0.285	0.957	-0.106
Index of Land	0.968	0.238	0.982	-0.168
Length of railroad	0.896	0.405	0.983	0.014
Rate of railroad	-0.417	0.732	-0.091	0.837
Length of railroad per square	-0.497	0.774	-0.146	0.908
Length of road	0.912	0.385	0.990	-0.011
Rate of road	-0.336	0.710	-0.025	0.785
Length of road per square	-0.456	0.763	-0.114	0.882

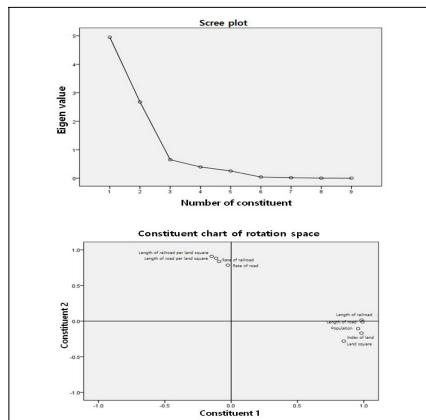


그림 3. 스크리 및 회전공간의 성분 도표
Fig. 3 Scree and Rotation factor diagram

V. SOC 스투스준에 따른 국가경쟁력 추정

5.1 국가경쟁력 추정모형 산정

본 연구에서는 SOC 확충이 국가경쟁력 변화에 미치는 영향을 분석하기 위해 도로 및 철도 인프라 지표를 설명변수로 하고, 국내총생산(GDP)을 종속변수로 하여 회귀모형을 산정, 검증하였다.

회귀모형 각각의 설명변수는 동질성, 유사성을 지니지 않아야 하므로 앞서 요인분석을 통해 추출한 성분별로 하나의 요인(변수)만을 고려하여 모형 대안을 선정하였으며, 추정모형 대안별 설명변수는 <표8>과 같다.

표 8. 분석 대안
Table 8. Alternative case

Category	Factors (Variables)
Case 1	Country Land Square, Length of railroad per land square
Case 2	Total Population, Length of railroad per land square
Case 3	Index of Land, Length of railroad per land square
Case 4	Length of railroad, Length of railroad per land square, 단위면적당 유효철도연장
Case 5	Length of road, Length of railroad per square
Case 6	Land Square, Length of road per square
Case 7	Population, Length of road per square
Case 8	Index of Land, Length of road per square
Case 9	Length of railroad, Length of road per square
Case 10	Length of road, Length of road per square

앞서 제시한 추정모형 대안별 통계적 검증을 위해 parameter의 부호검정, t-value, 유의확률(p-value)을 확인하였다. 일반적으로 국토면적 및 국토계수, 인구, 유효철도연장, 도로연장 등이 증가할수록 국가의 경제활동(생산성)이 커지고 국내총생산(GDP)은 증가 패턴을 나타내므로 양(+)의 부호를 보인다.

또한 각 모형 대안별 설명변수에 대한 t-value의 절대 값이 클수록 신뢰도가 높으며, 1.96이상인 경우 95%이상의 신뢰수준을 지닌다고 할 수 있다. 유의확률(p-value)은 0에 근접할수록 통계적으로 유의함을 의미한다.

추정모형 대안별 통계적 검증 결과, 모형 3과 모형 8의 경우 부호 적합성과 t-value, 유의확률의 모든 조건에서 통계적 유의성을 지니는 것으로 분석되었다. 단, 모형에 의한 GDP추정치와 실측치를 비교한 결과, 오차율이 다소 발생하였으며 이는 국가별 GDP의 경우 모형에 포함된 설명변수(국토계수 및 단위면적당 유효철도연장, 단위면적당 도로연장) 이외에 영향을 미치는 요인이 많기 때문으로 분석된다.

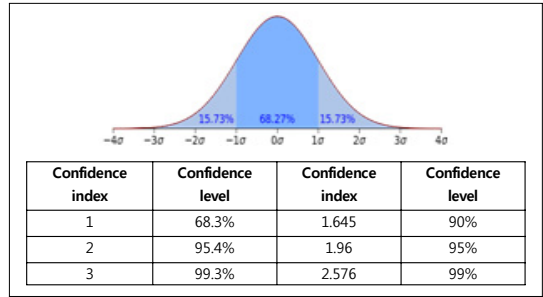


그림 4. 신뢰계수별 신뢰구간
Fig. 4 t-value's confidence intervals

본 연구에서는 분석상의 한계로 인해 선형 모형을 일괄 적용하였으며, 향후 적용변수 및 모형 형태에 대한 추가 검토가 요구된다. 또한 종속변수(GDP)와 설명변수(국토계수 외)의 관계를 보면, 모형 산정 및 검증을 위한 Data가 다소 부족하여 적용 범위 확대 및 일반화를 위해서는 추가적 보완이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구의 <표8>에서 제시한 추정모형 대안별 계수를 추정하였으며, 그 결과는 <표9>과 같다.

표 9. 본 연구 대안별 모형산정 결과
Table 9. Estimation model by alternative case

Category	Factor (Variable)	parameter	t-value	p-value
Case 1	Constant	-508,039,589,245.1310	-.716	.482
	Land Square	1,004,052.4096	6.061	.000
	Length of railroad	11,760,803,385,018.1000	1.217	.237
Case 2	Constant	-526,327,853,146.6460	-1.452	.161
	Population	42,950,863.1256	13.582	.000
	Length of railroad per square	4,013,940,247,527.0300	.824	.419
Case 3	Constant	-681,694,382,302.9260	-2.276	.033
	Index of Land	8,049,345.6271	16.924	.000
	Length of railroad per square	10,030,606,412,222.6000	2.467	.022
Case 4	Constant	-16,691,832,920.2867	-.098	.923
	Length of railroad	62,821,184.3823	28.787	.000
	Length of railroad per square	-362,357,096,394.8670	-.153	.880
Case 5	Constant	-84,535,960,803.1232	-.561	.581
	Length of road	2,200,071.0821	32.723	.000
	Length of railroad per square	2,473,627,296,893.1700	1.178	.252
Case 6	Constant	-357,403,062,940.9010	-.547	.590
	Land Square	985,398.5391	6.040	.000
	Length of railroad per square	391,631,970,503.1590	1.093	.287
Case 7	Constant	-554,607,516,451.2900	-1.651	.114
	Population	43,019,384.7188	13.787	.000
	Length of road per square	188,516,327,620.3460	1.042	.309
Case 8	Constant	-598,176,370,114.8220	-2.139	.044
	Index of Land	7,994,312.6248	16.856	.000
	Length of road per square	363,114,081,066.3610	2.379	.027
Case 9	Constant	-136,350,820,188.1020	-.867	.396
	Length of railroad	63,111,662.6504	29.381	.000
	Length of road per square	73,117,164,179.6683	.834	.414
Case 10	Constant	-46,563,047,311.4200	-.329	.745
	Length of road	2,194,977.9987	32.517	.000
	Length of road per square	76,395,729,975.6530	.962	.347

5.2 SOC 확충에 따른 국가경쟁력 영향 분석

앞서 산정한 모형 3을 근거로 러시아 모스크바시의 도시철도 인프라 확충이 GDP에 미치는 영향을 사례 분석하였으며, 국가경쟁력(생산성)지수인 GDP에 영향을 미치는 요인은 국토계수(인구 및 면적), 단위면적당 유효철도 연장으로 판단된다.



그림 5. 모스크바의 고속트램 발전 전망
Fig. 5 Prospects of high speed tram in moscow

본 연구에서는 모스크바의 고속트램 발전 전망을 근거로 도시철도 연장 증가 및 인구 증가 추세를 고려하여 <표11>과 같이 시나리오를 구분하여 분석하였다.

표 10. 국가 경쟁력 영향분석 전제조건
Table 10. Precondition of national competitiveness analysis

Category	Contents
Pre-condition	- Scenario 1 : Schedule to open additional LRT (3 routes) * Length of railroad 296.9km(2014) → 326.6km : 10% increase
	- Scenario 2 : Schedule to open additional LRT (3 routes), Reflection on tendency in population growth * Length of railroad 296.9km(2014) → 326.6km : 10% increase * 2000-2014 Annual rate of population growth: 1.39%
Model (Case 3)	$GDP = (a1 + a2 \times \text{Country coefficient} + a3 \times \text{Length of railroad per land square}) \times \text{Modification factor}$ - Country coefficient = $\sqrt{\text{land square} \times \text{population}}$ (Land unit : μ , Population unit: 1,000 persons)
	- Length of railroad(km) = (non railroad \times 1) + (railroad \times 1.25) + (high-speed railroad \times 4) * $a2 = 8,049,345.6271$, $a3 = 10,030,606,412,222.6000$ - Modification factor = GDP Measurement Value \div GDP estimation (2014)

경전철 신설 개통은 유효철도연장 증가 및 이에 따른 GDP 증가에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 고속 트램(경전철)의 추가 개통을 가정하여 유효철도 연장이 2014년에 비해 10% 증가함을 가정할 경우 GDP는 21.6% 증가할 것으로 분석되었다.

표 11. 시나리오별 국가경쟁력 분석 결과
Table 11. The result of national competitiveness analysis

Category	Square (㎡)	Pop. (1000pt)	Index of Land	Len of railroad (km)	GDP (million USD)	GDP/person (USD)
2014 yr	2,511	12,111	5,515	296.9	219,283.8	18,106
Scenario 1	2,511	12,111	5,515	326.6	266,681.1	22,019
Scenario 2	2,511	12,426	5,586	326.6	266,910.1	21,480

VI. 결론

본 연구에서는 OECD 국가를 대상으로 1인당 GDP, 인구, 국토면적 및 SOC 스톡수준(도로연장, 철도연장 등)을 비교 분석하였다. 그 결과, 우리나라는 국가생산성지수 및 경제지표는 전체 33개국 중 국내총생산(GDP)은 11위, 인구는 9위로 중상위권 수준을 보인 반면, SOC(특히, 철도) 스톡수준은 유효철도보급률은 28위, 단위면적당 유효철도연장은 17위로 미흡한 수준을 나타내고 있다.

본 연구에서는 철도를 포함한 SOC 스톡의 확충 필요성을 인지하고 국가경쟁력(생산성) 증대에 미치는 영향 정도를 파악하기 위해 국가별 사회경제 및 수송 지표간 상관분석, 요인분석을 수행하였다.

각 지표간 상관분석 결과, GDP는 인구, 국토면적, 유효철도연장, 도로연장과 높은 상관성(0.59~0.99)을 보였으며, 요인분석 결과 국토면적, 국토계수, 인구, 유효철도연장, 도로연장(1성분), 유효철도보급률, 도로보급률, 단위면적당 유효철도연장, 단위면적당 도로연장(2성분)으로 구분되었다.

또한 SOC 스톡 확충에 따른 국가경쟁력 영향을 분석하기 위해 GDP를 종속변수로, 성분별 하나의 변수를 설명변수로 한 추정모형을 산정하고 통계적 유의성을 검증하였다.

모형 검증 결과 국토계수와 단위면적당 유효철도연장(모형 3)과 국토계수와 단위면적당 도로연장(모형 8)이 통계적 유의성을 지니는 것으로 분석되었으며 SOC 스톡 확충 시나리오별 국가경쟁력 영향을 분석한 결과, 경전철 신설에 따른 유효철도연장이 GDP 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 동양대학교 학술연구비의 지원으로 수행되었음.

References

[1] I. Yoo, "Investment on SOC under the 'Fiscal Soundness' Principle," *Korea Development Institute*, 2002.

[2] S. Park, "Optimal Capacity & Way to Expending of SOC," *Samsung Economic Research Institute*, 1996.

[3] I. Jung, "The Middle and Long Term Investment Strategies of Transportation Social Overhead Capitals," *Korea Research Institute for Human Settlements*, 2003, pp. 116-121.

[4] H. Ha, "Establishment of Long-Term SOC Investment Strategy (1st Phase)," *Korea Transport Institute*, 2003, pp. 42-47.

[5] H. Moon, "A study on SOC Stock in Korea," *Korea Development Institute*, 2004.

[6] J. Lee and H. Sin, "Appropriate Stock and Investment through International Comparison of Surface-Transportation Infrastructure Stock," 2005.

[7] K. Yoon, "Law on Private Investment in Infrastructure under Business Structure Issues", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 5, 2013, pp. 679~686.

[8] Y. Kim, "A Study on the Land Price Characteristics in Urban Railway Station's Surrounding Zones of Gwangju City, Korea", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 1, 2012, pp. 171~180.

[9] J. Kim, "A Study of Factors Affecting Decision and Real Estate Investment", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 3, 2012, pp. 625~632.

[10] NANAM Publishing House, *Transportation Planning : Travel Demand Theory and Models*, 2012.

[11] Russian Federation Transport, *The perspectives of Light Railway Transport in Russian Cities*,

2011, pp. 26-29.

[12] Scientific, informational and analytical digest "Financial Analytics: Problems and Solutions", *The Problems and Perspectives of City Passenger Transport Development*, Mar. 2014, pp. 1-11.

[13] The Moscow city government program "Transport System Development, 2012-2016", Aug. 2013, pp. 1-10.

[14] The Moscow Department for Transport and Road Infrastructure Development, "Results of Moscow City Transport Development for the Last 9 Months of 2014, Oct. 24, 2014, pp. 1-5.

[15] The Moscow Department for Transport and Road Infrastructure Development, "Annual Report for 2013, 2013, pp. 1-14,

저자 소개



박은경(Eun-Kyung Park)

1999년 국립 한국철도대학 운전기
전과 졸업 (전문학사)

2000년 인하대학교 국제통상물류대
학원 공공물류학과 졸업(경영학석사)

2006년 모스크바 국립 철도 대학교 대학원 철도물류
학과 졸업(공학박사)

1994년 ~ 2014년 한국철도공사 근무

2014년 ~ 현재 동양대학교 철도전기통신학과 교수

※ 관심분야 : 대륙철도 관련국가의 철도시스템

