Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 36, No. 3: 511-520/ June, 2016
DOI: http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2016.36.3.0511

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Transportation Engineering **교통공학**

남북경제협력 정상화를 대비한 철도 물류망 구축 방안

김정현* · 김강석** · 김용진*** · 유정훈****
Kim, Jeong Hyun*, Kim, Gang Seog**, Kim, Yong Jin***, Yu, Jeong Whon****

Trans-Korea Rail Logistics Strategy for the Normalization of South and North Korea Economic Cooperation

ABSTRACT

It is essential to connect the railroads between South and North Korea in order to the implementation of the Eurasia initiatives and prepare for the normalization of the economic cooperation between south and north Korea as well as the unification. This study provides the strategy to establish the rail logistics network for the normalized trades between south and north Korea, and the accommodation of the logistics demands to China and Russia. The alternative routes were designated and the costs for the rehabilitation were estimated, and suggested the priority for the investment. The Trans-China Rail is prior to the Trans-Siberia Rail in terms of the utility for the logistics and the political value. In connection to the TSR, it is desirable to pass the Seoul-Gyeonggi area where the demand is greater than the other area. This route is limited by the restriction in the capacity, then the Gyeonggi Ring Rail route may be necessary.

Key words : Trans-Korea rail, South and north Korea trade, Trans-Siberia rail, Trans-China rail

초 록

유라시아 이니셔티브의 구현과 남북간 경제협력 정상화 및 통일 시대에 대비하기 위하여서는 남북한 철도망의 연결이 필수적이다. 본 연구에서는 남북한 경제협력이 정상화 되어 남북간의 교역이 활성화되고, 러시아 및 중국으로의 통과 물동량을 소화할 수 있는 철도 물류망의 구축방안을 제시한다. 24 조치 이후 중단된 남북간 물동량 및 북한지역 통과 물동량을 예측하고, 이를 수송할 수 있는 노선대안을 설정하고 이 노선의 개선에 필요한 비용을 추정하였으며, 노선별 투자우선순위를 제시하였다. 그 결과 물류수송 측면에서 TCR의 효용 및 정책적 가치가 TSR 보다 큰 것으로 나타났다. 이에 반하여 TSR로 연결되는 철도망은 기존의 동해축 보다는 상대적으로 국내 수요가 많은 수도권을 경유하는 노선이 보다 우선순위가 높은 것으로 나타났다. 그러나 이 노선은 중앙선의 용량제약으로 인하여 추가적으로 수도권 외곽철도의 신설이 바람직한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 정상적인 경제협력상태를 가정한 결과이며, 통일 이후에는 남북한 지역 모두 추가적인 노선의 건설 및 개량사업이 필요할 것으로 예상된다.

검색어 : 남북철도, 남북물동량, 시베리아 횡단철도, 중국횡단철도

* 종신회원 · 교신저자 · 한국철도기술연구원 책임연구원 (**Corresponding Author** · Korea Railroad Research Institute · kimjh@krri.re.kr)
** 선구엔지니어링(주) 부사장 (Sun Koo Engineering Co. Ltd · riversone.kim@gmail.com)
*** 인하대학교 교수 (Inha University · yongjin@inha.ac.kr)
**** 종신회원 · 아주대학교 교수 (Ajou University · jeongwhon@ajou.ac.kr)

Received February 2, 2016/ **revised** April 4, 2016/ **accepted** April 11, 2016

1. 서 론

유라시아 이니셔티브의 구현과 남북간 경제협력 정상화 및 통일 시대에 대비하기 위하여서는 남북한 철도망의 연결이 필수적이다. 남북철도망 연결은 남북경제협력이 정상화될 경우 도로망이 열악하여 철도의 화물수송 분담율이 90%에 이르는 것으로 알려져 있는 북한지역과의 물류 네트워크 구축에서 필수적인 요소가 될 것이다. 또한 중국 동북3성과 나진-핫산 지구의 성장에 따라 남한지역에서 이 지역까지 연결하는 물류망 구축이 장래 우리나라 경제에서 차지하는 비중은 매우 클 것으로 전망되고 있다.

통일 이후에도 북한지역의 기간 교통망을 철도를 우선으로 구축된 후 장기적으로 도로와 철도간의 적절한 분담을 이룰 수 있도록 하여야 한다는 것에는 이견이 없다.

북한구간의 철도망 단절로 사실상 대륙과 고립되어 있는 우리나라 철도가 남북철도 연결을 통하여 유라시아 철도망의 구성원이 되는 것은 우리나라 철도산업의 발전에서도 매우 중요할 것이다.

남북철도 물류망의 구축은 2010년 524 조치 이후 중단된 우선 남북 경제협력의 정상화 시 남북한 교역 물동량 및 중국, 러시아로 연결되는 통과 물동량을 소화할 수 있는 철도망을 구축하는 제1단계와 통일 이후 북한지역의 개발에 따른 북한 내부 물동량 및 남북한간의 추가적인 물동량, 그리고 러시아, 중국으로의 추가적인 물동량을 소화할 수 있는 남북한 지역의 균형화된 철도망을 구축하는 제2단계로 구분하는 것이 바람직 할 것이다.

본 연구에서는 제1단계, 즉 남북한 경제협력이 정상화 되어 남북간의 교역이 활성화되고, 러시아 및 중국으로의 통과 물동량을 소화할 수 있는 철도 물류망의 구축방안을 제시하는 것을 목표로 하였다.

이를 위하여, 524 조치 이후 중단된 남북간 물동량 및 북한지역 통과 물동량을 예측하고, 이를 수송할 수 있는 노선대안을 설정하고 이 노선의 개선에 필요한 비용을 추정하였으며, 노선별 투자우선순위를 제시하였다.

2. 기존 연구검토

남북철도 구축에 관한 연구는 경의선이 연결되던 2000~2005년 사이에 활발하게 수행되었으나 524조치로 인한 경제협력 중단 이후의 추가적인 연구는 많지 않았다. Na (2008)는 TSR을 중심으로 남북철도와 대륙철도 연계 및 개발에 관련된 단계적 발전전략을 제시한 바 있으나, TCR에 관한 내용은 다루지 못하였다.

최근 나진-선봉 지구 개발사업의 성공적 추진과 유라시아 이니셔티브의 구현이 국가적 이슈가 됨에 따라 대륙철도 연결과 관련된 연구가 활발하게 이루어지고 있다. Kim (2015)은 대륙철도 연계 활성화를 위하여 대중국 및 러시아 물동량을 분석하고 철도물류 활성화를 위한 운영, 기술, 정책적인 제안을 하였으나, 이에 대한 비용 및 효과, 투자우선순위 등에 대한 분석은 이루어지지 않았다. Lee (2015)는 남북철도 연결을 통한 유라시아 철도수송의 효율적 시행방안에 대하여 물류정책적 측면에서 검토한 바 있다.

투자우선순위와 관련하여 Choi et al. (2012)는 해상운송과 비교하여 TKR과 연계된 TSR의 경제적 타당성을 분석한 바 있다.

남북철도 구축 및 대륙철도 연계와 관련하여 많은 연구가 이루어져왔으나, TCR과 TSR 연계 사업의 우선순위를 분석하는데 미흡하였으며, 철도 운영적 요소, 즉 노선의 용량 등에 대한 사전검토는 거의 이루어지지 않은 것으로 나타났다.

3. 물동량 예측

남북한 물동량을 예측하는 것은 정치적인 상황에 절대적인 영향을 받으므로 예측에 어려움이 있다. 남북한 철도연계에 따른 물동량을 예측하기 위하여 남북물동량은 일단 남북한간 순물동량과 한반도 통과 물동량으로 나눌 수 있다. 이중 남북한간 물동량은 다시 위탁가공 물동량과 개성공단 물동량으로 분류된다. 본 연구에서는 다양한 미래상황에 대응할 수 있는 전략을 구축하기 위하여 시나리오를 설정하여 남북한 물동량을 예측하였다.

본 연구에서 목표연도는 향후 20년 후인 2036년으로 설정하였으며, 물동량 예측은 524 조치 이전의 물동량 증가 추이를 반영하였다.

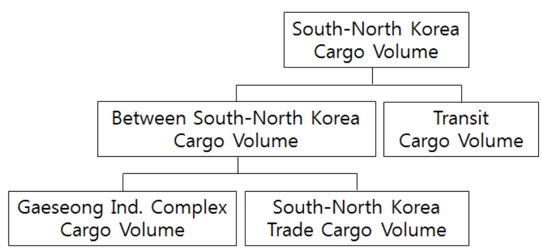

Fig. 1. Structure of Trans Korea Cargo Volume Estimation

3.1 남북한 교역 물동량

남북한간 위탁가공의 교역 물동량은 2005년 22,131톤/년에서 2009년 51,720톤/년으로 지속적인 증가추이를 보이다가 5.24조치로 인해 교역이 중단되었다. 장래 남북교역이 재개된다면 2005년부터 2009년의 추세선을 따라서 물동량이 증가한다는 가정하에서 추세선을 활용하여 예측하였다(Ministry of Unification, 2005~2013).

Table 1. Estimation of Processing Volume in N.Korea (unit : 1,000 ton)

yr.	2016	2021	2026	2031	2036
vol.	110	151	192	232	273

3.2 개성공단 물동량

개성공단은 현재 1단계 사업이 완료되어 있는 상태로서, 향후 확장예정에 있으나 본 연구에서는 1단계 사업만을 반영하였으며, 1단계 사업의 경우 현재 운영 중임을 고려하여 추세선을 활용하여 예측하였다(Ministry of Unification, 2005~2013).

Table 2. Estimation of Cargo Volume by Gaeseong Industrial Complex (unit : 1,000 ton)

yr.	2016	2021	2026	2031	2036
vol.	311	405	498	591	685

3.3 한반도 통과 물동량

3.3.1 경의선 이용 동북3성 물동량

한·중 철도운송 수요는 대부분 중국 동북지역 교역과 관련되어 발생될 것으로 전망하였으며, 한국과 중국 동북 3성 지역 사이의 수출입 컨테이너 물동량의 대부분이 발해만의 다롄항(극히 일부는 단둥항)을 통하여 운송되고 있는 것을 고려하여 남북한 철도운송이 활성화되면 해당화물 가운데 상당 부분이 TKR을 경유하여 중국철도와 연계 운송될 것으로 예측된다.

남북한 철도운송이 활성화되면 해당화물 가운데 상당 부분은 TKR을 경유하여 중국철도와 연계 운송될 전망이다. 다만 수출입 화물 가운데 TKR 통과운송이 차지하는 비중은 중국의 성(省)별로 차이가 있을 것으로 판단된다.

요녕성의 경우 다롄항과의 접근성이 우수하므로 항만에 가까운 지역에서 발생/수요 하는 화물은 기존의 해상운송체계를 이용할 것으로 예상되어서 50%의 물동량이 TKR을 이용할 것으로 가정하였으며, 흑룡강성과 길림성의 경우 100% TKR을 이용할 것으로 가정하였다.

Fig. 2에 나타난 바와 같이 2008년 금융위기 기간을 제외하고는 지속적으로 교역액은 증가하고 있으며(KITA, 2013~2014) 이를 기반으로 회귀분석을 통하여 장래 물동량을 예측하면 다음의 표와 같다.

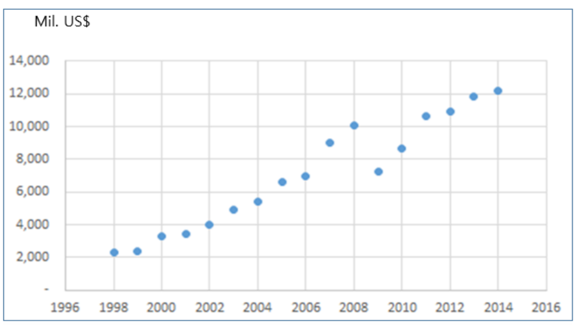

Fig. 2. Trades between S.Korea and 3 Provinces of NE China

Table 3. Estimation of Cargo Volume to 3 Northeastern Provinces in China by TKR (unit : 1,000 ton)

yr.	2016	2021	2026	2031	2036
vol.	2,558.56	3,139.36	3,720.16	4,300.96	4,881.76

3.3.2 동해선 이용 TSR 물동량

TSR 물동량은 한국과 러시아의 교역 물동량뿐만 아니라 해상운송 및 TCR과의 경쟁 등을 고려하여야 한다. TSR의 요금정책과 해상 운송료에 따라 물동량은 변이가 큰 것으로 나타나며, 본 연구에서는 현재 알려져 있는 TSR 물동량과 러시아 및 주요 중앙아시아 국가와의 교역액 및 교역중량의 비율을 근거로 미래 물동량을 예측하였다(Boris, 2008).

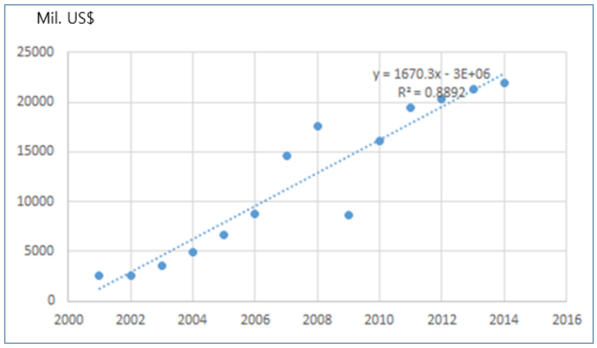

Fig. 3. Trades between S.Korea and CIS

3.3.3 물동량 예측 종합

최종적으로 남북 물동량을 종합해 보면 Table 5와 같다.

남북교역 물동량은 현재까지의 경제교류에 근거하여 예측한 결과이므로 상대적으로 규모가 적으며, 남북 경제 협력 수준에 따라 비약적으로 발전할 가능성이 높으며 당분간은 북한 내부의 도로 인프라가 철도에 비하여 상대적으로 부족하고 정치적으로도 자유도가 낮은 철도가 우선 개방 개발될 것으로 예상되어 개성공단

Table 4. Estimation of Cargo Volume to TSR

yr	Export to Russia (mil.$)	Import from Russia (mil.$)	Trade Korea -CIS (mil.$)	Cargo Volume (mil.$)	Cargo Volume* (1000 ton)
2016	13372	6483	26271	138,604	2,273
2021	17531	8605	34623	182,705	2,996
2026	21690	10726	42974	226,806	3,720
2031	25848	12847	51326	270,907	4,443
2036	30007	14969	59678	315,008	5,166

* based on APIDC, 2009~2013

Table 5. Summary of Cargo Volume Estimation (unit : ton)

yr.	Trade (S-N Korea)		Gaeseong	
	vol.	im : ex	vol.	im : ex
2016	110,107	1.25 : 1	311,337	1.1 : 1
2021	150,834	1.25 : 1	404,809	1.1 : 1
2026	191,562	1.25 : 1	498,282	1.1 : 1
2031	232,289	1.25 : 1	591,755	1.1 : 1
2036	273,017	1.25 : 1	685,228	1.1 : 1
yr	China (3 Provinces)		TSR	
	vol.	im : ex	vol.	im : ex
2016	2,558,560	1.32 : 1	2,273,111	0.69 : 1
2021	3,139,360	1.32 : 1	2,996,365	0.69 : 1
2026	3,720,160	1.32 : 1	3,719,619	0.69 : 1
2031	4,300,960	1.32 : 1	4,442,873	0.69 : 1
2036	4,881,760	1.32 : 1	5,166,127	0.69 : 1

물동량을 제외한 대부분의 남북 교역은 철도중심으로 이루어 질 것으로 예측하였다. 반입 대비 반출 물동량 비율은 2008년부터 2010년까지의 평균을 반영하였다.

개성공단에서 수요/발생 되는 물동량은 서울에서 개성까지 직선 거리가 50km에 지나지 않음으로 대부분 화물자동차를 이용하게 될 것으로 예상된다. 반입 반출 비율은 중단사태가 있었던 2013년을 제외하고 2010년부터 2012년까지의 3개년의 반입 반출 물동량 비율의 평균값을 구하였다.

동북3성의 물동량은 다롄항을 이용하는 것 이외에는 대체 운송 수단이 마땅하지 않아서 TKR이 활성화 될 경우 요녕성 다롄항 인근 지역을 제외하고는 대부분 TKR, 경의선 축을 이용할 것으로 예상된다. 동북3성의 반입:반출 비율은 물동량 중 수출물동량과 수입 물동량의 비율을 이용하여 산출하였다.

하지만 동해선축을 이용할 것으로 예상되는 TSR 물동량은 환적 화물을 제외하였으며, 해운, TCR 등의 대체 운송수단과의 경쟁이 치열하고 TSR 자체 용량에도 제한이 있으므로 변동성이 클 것으로 예상 된다.

4. 철도 노선 대안의 설정

4.1 남북한철도 현황 비교

남한철도 중 여객열차는 고속철도를 제외하고 일반철도의 경우 현재 경춘선에서 180km/h의 차량을 운행 중에 있으며 향후 250km/h의 열차를 운행할 예정에 있다. 화물열차의 경우 컨테이너 열차가 가장 고속의 화물열차로 신형 컨테이너 화차를 연결할 경우 최고운행속도는 120km/h이다. 영업연장은 3,590km이나 건설 중이거나 계획 중인 노선이 개통된 후에서는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

북한철도의 복선화 비율은 3%로 남한의 56%에 비하여 매우 낮으며 이는 대부분의 노선이 단선으로 운영 중인 것을 의미한다. 이에 비해 전철화 비율은 80%로 남한의 69% 보다 높은데 이는 경유 공급의 한계로 주동력으로 전기를 사용하고 있기 때문일 것이다.

남한도 지속적으로 전철화 사업을 시행 중에 있어 전철화 비율이 높아질 것으로 예상되나 남한의 전기는 교류방식으로 북한의 직류 방식과 다르기 때문에 향후 남북철도가 연결되면 궁극적으로는 북한 전철시스템의 전면 개량이 필요할 것으로 예상된다(KRRI, 2015).

4.2 남북 단절구간 연결사업 현황

남한과 북한은 2000년 7월 31일 장관급회담의 경의선 연결에 관한 합의에 따라 2003년에 연결이 이루어졌으며, 2019년에 연결하기로 하였던 동해북부선은 예상 일정보다 빠른 2004년 4월 17일에 군사분계선을 건너는 선로가 복원되었으며, 남북출입사무소인 제진역 까지 2005년 12월에 완료하였다.

Table 6. Railroad Connection Projects

	Line	Section	Length	Remarks
Completed	Gyeongeui	Munsan ~ Dorasan (MDL)	12.0 km	- southern part completed (1 track)
	Donghaebukbu	Jejin~MDL	7.0km	- completed (2005.12) - test op. in Jejin-Geumgangsan (2007.5)
	Gyeongwon	Shintanri~Cheolwon	5.6km	- completed (2012.11) (1 track)
Planned	Gyeongwon	Cheolwon~Pyeonggand	25.4km	- south 10.6km, north 14.8km - electrifed Pyeonggang-Wonsan
	Geumgangsan	Cheolwon~Naegeumgang	116.6km	- south 32.5km, north 84.1km
	Donghaebukbu	Gangreung ~ Jejin	120km	- technical survey complete (Gangreung ~ MDL) (2002) - completed Jejin~MDL (2005.12)

경원선과 금강산선의 남측 구간(신탄리~군사분계선 및 철원~군사분계선) 실시설계는 1999년에 완료되었으나 경의선, 동해선에 비해 중요성이 떨어지고, 남북 관계 악화 등으로 인해 경원선 신탄리~백마고지 구간만이 2012년 11월 에 개통하였고 2015년에는 향후 남북개선을 대비하여 백마고지~월정리 구간의 공사가 착공되었다(KRRI, 2015).

4.3 남북철도 연결대안 설정

장래 북한철도를 연결하여 중국(TCR)과 시베리아 대륙철도(TSR)의 화물을 수송할 경우를 가정하여 운영 시나리오에 따른 대안을 설정하였다. 중국쪽 철도연결점은 북한의 신의주역와 만포역이 있으나 만포역과 연결되는 만포선의 시설 노후 등을 고려하여 중국쪽 물동량은 모두 신의주역을 통과하여 남쪽으로 운행되는 것으로 가정하였다.

러시아쪽의 연결은 현재 압록강역과 나진간 국제열차가 운행중에 있으며 러시아의 광궤용 열차가 운행할 수 있는 이중궤간이 부설되어 있음으로 압록강역에서 러시아쪽 물동량이 연결되는 것으로 가정하였다.

TCR과 TSR의 노선연결에 따른 운행경로는 북한과 남한의 철도상황을 고려하여 북한쪽은 기존시설을 이용하는 방안과 전면적으로 개량하는 방안, 남한쪽은 기존 또는 장래 철도망을 이용하는 방안과 추가노선을 건설하는 방안 등으로 검토하였다.

4.3.1 수도권 외곽순환철도

수도권 지역의 경부선 및 경원선, 경의선은 서울을 통과하고 있으나 선로용량의 제약으로 대북통과 물동량을 수용하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다. 소사~원시~대곡~서해선으로 연결되는 노선이 현재 건설 중이고 향후 화물열차가 운행가능토록 계획되어 있으나 소사~원시~대곡 노선은 통근형 광역철도가 주된 목적으로 비첨두시 일부 시간대에 운영이 가능할 것으로 예상된다. 또한 러시아쪽의 물동량이 수도권 오봉역으로 운행하기에는 현 철도망에서는 강릉역 인근에서 원주~강릉 노선을 경유하여 중앙선, 충북선, 경부선으로 운행하여야 하나 운행거리가 길어지는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 중국쪽의 소사~원시~대곡 노선의 운행제약과 러시아쪽의 물동량이 우회하는 단점을 보완하기 위해 경의선, 경원선, 중앙선 등의 수도권 외곽 기존선을 연결하는 수도권외곽철도 건설을 대안으로 설정하여 포함하였다. 6개의 정거장을 경유하게 되며 이 중 파주와 평택역은 기존역을 활용할 수 있다.

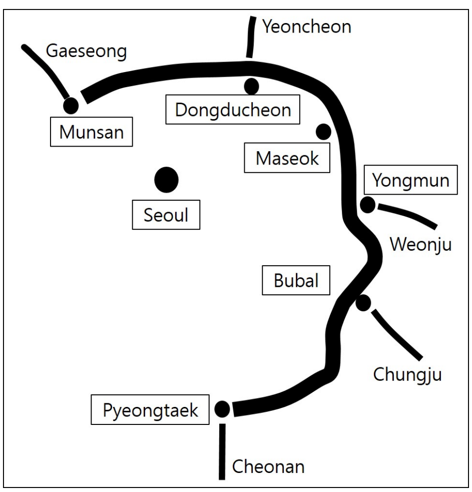

Fig. 4. Gyeonggi Ring Rail Line

4.3.2 TSR 연결

태평양에서 유럽을 잇는 철도노선을 위하여 시베리아횡단철도(TSR)와 남북횡단철도의 연결 가능한 노선 대안을 설정하였다.

① 시나리오 S-1 : TSR~동해선 운행

북한 압록강역을 통과하여 함북선, 평라선, 강원선, 금강산청년선을 경유한 후 남한의 동해북부선과 공사 중인 동해중부선을 연결하는 대안이다.

현재 해상운송에 의존하고 있는 부산~나진·핫산~TSR 연결노선으로서, 강릉~제진간 120km의 미연결구간이 가장 큰 제약요소이다.

② 시나리오 S-2 : 중앙선-수도권 외곽선-경전선

남북철도의 평양 통과에 부정적인 북한측의 선호노선으로서 러시아쪽의 물동량 중 경부선과 수도권과 충청권, 경북권, 호남권의 물동량을 경부선과 호남선등으로 수송한다.

중앙선 청량리~망우 구간의 용량제약 문제로 인하여 수도권외곽노선을 경유한다. 최대 수요지인 수도권을 통과하게 되어 노선 활용도가 높을 것으로 기대되지만 철원~평강 간 25km의 미연결구간이 존재한다.

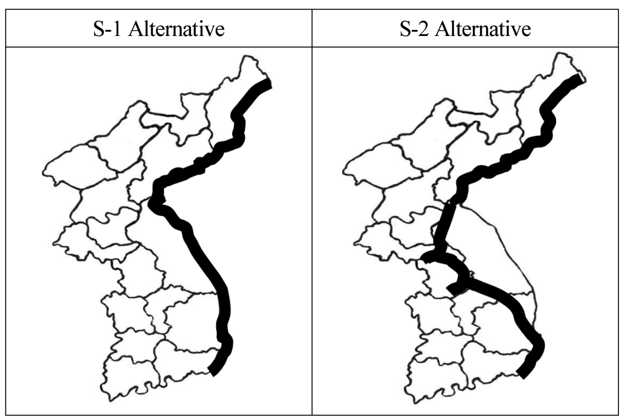

Fig. 5. TSR Connection Routes

4.3.3 TCR 연결

① 시나리오 C-1 : 경부선-평택선-서해선-경의선

TCR 물동량을 북한의 평의선, 평부선, 경의선등을 경유하여 건설 중인 소사~원시~대곡 노선과 서해선, 평택선으로 수송하여 경부선과 호남선으로 연결하는 대안이다.

이미 남북간 경의선이 연결되어 있으나, 북한이 평양 통과에 대하여 부정적인 입장이며, 대곡~소가~원시 구간은 설계속도 120km/h의 광역철도노선이므로 화물열차를 추가 투입하는데 운영상의 애로가 발생할 수 있다.

② 시나리오 C-2 : 중앙선-수도권 외곽-경원선

TCR 물동량을 대곡~소사~원시 노선으로 수송하기에는 제약이 있을 경우 수도권외곽철도를 건설하여 경부선 등으로 우회시키는 대안이다.

수도권 외곽순환철도가 건설될 경우, 화물수송 뿐만 아니라 중국과의 여객수송도 가능할 것이다.

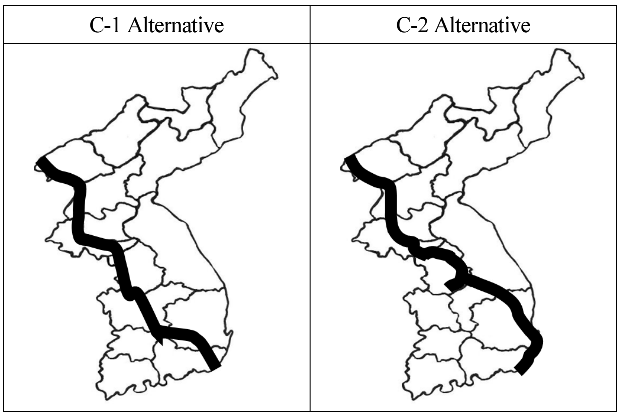

Fig. 6. TCR Connection Routes

4.4 사업비 추정

4.4.1 북한구간 사업비 추정

사업비 추정은 북한의 기존선 개량 대안과 노선 신설로 구분하여 추정하였다. 신선 건설의 사업비는 예비타당성조사지침의 건설단가를 기준연도로 조정하여 적용하였고 필요시 타 사업의 자료를 활용하였다.

북한구간의 기존선 개량비용은 개보수 적용 한계를 판단하여야 하나 대상 노선의 노후정도와 필요한 보수내용에 대한 자료의 한계로 이를 적용하기에는 한계가 있다. 다만 북한의 기존선에서 디젤열차가 선형조건에 근접한 운행속도로 운행하기 위해서는 궤도의 전면적 개량이 필요할 것임으로 북한의 기존선 개량비용은 궤도의 전면적 개보수를 반영하였다. 이는 전차선, 신호, 통신 등에 대해서 전면적 개량을 할 경우 장기적으로 복선화 사업비 매몰비용이 증가할 가능성이 높기 때문이다.

총사업비 구성은 공사비, 부대비(설계, 감리 등), 용지비, 예비비로 구성하였다. 신선건설에 따른 용지비는 남한구간의 경우 개략 추정하여 반영하되 북한구간의 용지비는 시장가격 추정이 불가능하며 모두 북한당국 소유로 무상공급이 가능한 것으로 가정하여 비용에 반영하지 않는 것으로 하였다.

북한 구간의 신설선 건설은 해당 노선의 동일 코리도(Corridor)에서 고원~금강산~군사분계선 구간만 단선전철로 건설하고 TCR, TSR 경유노선은 모두 복선 전철로 건설하는 것으로 가정하였다. 급곡선이 많은 기존선을 개량할 경우 노선의 직선화에 따라 기존선 연장 보다 단축되는데 본 검토에서의 신설노선 연장은 기존선 대비 10%를 단축하여 기존 노선의 90%로 건설되는 것으로 가정하여 신설선 공사비를 산출하였으며, 기존선 보수 공사비는 궤도 개량비(재료비)만 반영하였다.

4.4.2 남한구간 사업비 추정

군사분계선에서 주요 역까지 단선비전철로 건설한 노선에 전철 시스템을 건설하고 복선으로 개량해야 할 경우 기존선과 병행하여 단선전철 공사를 시행하는 것으로 하였다. 북한구간의 공급전류는 직류로 남한의 교류방식과 다르나 북한 구간의 전면적 개량이 이전에 디젤열차를 운행하더라도 남북한 접경지역에서 남한쪽 운행구간의 화차를 전기기관차로 변경하여 운행할 수 있음으로 남한구간의 비전철 구간은 전철화를 시행하는 것으로 하였다. 수도권외곽 순환철도 건설비는 복선 5조 623억원과 단선 3조 6,976억원으로 예상된다.

4.4.3 총사업비 산출

① TSR 시나리오별 총 사업비

군사분계선에서 주요 역까지 단선비전철로 건설한 노선에 전철 시스템을 건설하고 복선으로 개량해야 할 경우 기존선과 병행하여 단선전철 공사를 시행하는 것으로 하였다.

북한구간의 공급전류는 직류로 남한의 교류방식과 다르나 북한 구간의 전면적 개량이 이전에 디젤열차를 운행하더라도 남북한 접경지역에서 남한쪽 운행구간의 화차를 전기기관차로 변경하여 운행할 수 있으므로 남한구간의 비전철 구간은 전철화를 시행하는 것으로 하였다(용지비 및 부가가치세 포함, 차량구입비 제외).

② TCR 시나리오별 총 사업비

TCR 연계에 따른 총사업비는 TCR 대안1(C-1)의 경우 신설건설에 12조 6,481억원으로 추정되었으며 이중 북한구간 사업비는 12조 3,088억으로 추정된다. 남한 구간의 사업비는 군사분계선에서 문산까지의 복선화 및 전철화 비용으로 비용이다. 대안1(C-1)

Table 7. Railroad Structures in N.Korea Section

Alternative			Section	Length (km)			
				Total	Earth work	Bridge	Tunnel
TSR	S1	present	Dumangang~Geumgangsan	783.2 (100%)	702.46 (89.7%)	23.16 (3.0%)	57.58 (7.4%)
			Geumgangsan~MDL	18.5 (100%)	17.85 (96.5%)	0.65 (3.5%)	0.00 (0.0%)
		new	Dumangang~MDL	721.53 (100%)	216.46 (30%)	216.46 (30%)	288.61 (40%)
	S2	present	Dumangang~Gowon	623.2 (100%)	551.44 (88.5%)	18.61 (3.0%)	53.15 (8.6%)
			Gowon~Pyeonggang	145.1 (100%)	130.59 (90.0%)	5.80 (4.0%)	8.71 (6.0%)
			Pyeonggang~MDL	14.8 (100%)	13.32 (90.0%)	0.59 (4.0%)	0.89 (6.0%)
		new	Dumangang~MDL	704.8 (100%)	211.2 (30%)	211.2 (30%)	282.4 (40%)
TCR	C1/C2	present	Shineuju~Gaeseong	411.3 (100%)	394.85 (96.0%)	11.74 (2.9%)	4.71 (1.1%)
			Gaeseong~MDL	15.3 (100%)	14.91 (97.5%)	0.39 (2.5%)	0.00 (0.0%)
		new	Shineuiju~Gaeseong~MDL	387.8 (100%)	193.9 (50%)	116.34 (30%)	77.56 (20%)

Table 8. Project Cost for Gyeonggi Ring Rail

		2 track	1 track
Length (km)		175.500	
earthwork (km)		98.840	
bridge (km)	direct	9.280	
	pile	4.400	
tunnel (km)	rural	56.180	
	urban	-	
station		1	
cost (100 mil won)		50,622.86	36,975.92

노선에서 북한구간의 기존선을 개보수하여 운영하는 경우 기존선 보수비용은 1,588억으로 추정된다.

TCR 대안2(C-1)의 총사업비는 17조 7,104억원으로 북한구간의 사업비는 대안1(C-1)과 같이 12조 3,088억원이며 남한구간은 수도권외곽 순환철도 건설에 따라 5조 4,016억원으로 추정된다. 북한 구간의 기존선을 개량할 경우 사업비는 대안1(C-1)과 같은 1,588억원으로 추정된다.

5. 노선대안별 수요분석

예측된 물동량과 설정된 노선대안을 적용하여 노선별 화물열차 운행수요를 분석하였다. 화물열차 1편성 25량을 기준으로 통행량 배정결과에 따르면 2036년의 최대 운행수요는 10회/일/편도로 나타났으며, 최대 수요구간은 전부 수도권 이북구간이었다. 따라서 현재 대부분 단선인 북한구간 철도망을 복선화하는 것은 시급하지 않으며, 다만 개량을 통하여 안정적 운행이 가능토록 하는 것이 필요할 것이다.

대안별 최대수요구간 및 운행횟수는 Table 10과 같다.

6. 사업우선순위 분석

6.1 분석 방법론

앞서 설정된 4개의 대안의 우선순위 판단은 정량적 분석결과와 정성적 분석결과의 통합에 있어서 어려움, 서로 상이한 척도(scale)을 가지는 평가항목을 통합하는데 어려움, 평가의 일관성과 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하는 어려움, 여러 전문가들의 의견을 종합하여 최종적인 결론을 도출할 필요성 등에 따라 다기준 분석을 통하여 결정하였다.

본 연구에서 적용된 AHP 분석은 남북교통 및 국가철도망 구축 관련 연구수행 경험이 있는 10인의 전문가를 선정하여 설문조사를 통하여 수행되었다.

평가항목으로는 대안이 가지는 수요측면의 우수성을 반영하는 '수송물동량' 항목, 대안이 가지는 전체 건설비용의 적절성을 반영

Table 9. Project Cost (unit : 100 mil. won))

Alternative	Classification		Rehabilitation	New construction	
S-1	Northern Part	Dumangang~Gowon	2,589.78	213,247.86	2 track/electrified
		Gowon~Geumgangsan	618.33	37,398.97	1 track/electrified
		Geumgangsan~MDL	-	291.00	1 track/electrified
	Southern Park	MDL~Jejin	-	110.22	1 track/electrified
		Jejin~Gangreung	-	1,884.22	1 track/electrified
		Samcheok~Pohang	-	2,509.51	1 track/electrified
	Total		3,208.11	255,441.78	
S-2	Northern Part	Dumangang~Gowo	2,589.78	213,247.86	2 track/electrified
		Gowon~Pyeonggang	560.85	49,598.12	2 track/electrified
		Pyeonggang~MDL	-	3,477.31	2 track/electrified
	Southern Park	MDL~Soyosan	-	13,895.19	2 track/electrified
		Gyeonggi Ring	-	50,622.86	2 track/electrified
	Total		3,150.63	330,841.34	
C-1	Northern Part	Shineuiju~Gaeseong	1,588.17	119,713.28	2 track/electrified
		Gaeseong~MDL	-	3,374.49	2 track/electrified
	Southern Part	MDL～Munsan	-	3,393.45	2 track/electrified
	Total		1,588.17	126,481.22	
C-2	Northern Part	Shineuiju~Gaeseong	1,588.17	119,713.28	2 track/electrified
		Gaeseong~MDL	-	3,374.49	2 track/electrified
	Southern Park	MDL～Munsan	-	3,393.45	2 track/electrified
		Gyeonggi Ring	-	50,622.86	2 track/electrified
	Total		1,588.17	177,104.08	

Table 10. Max. Loaded Sections

	Line	Section	Import (TEU/day/dir)	Export (TEU/day/dir)	Max. Load (TEU/day/dir)	# of Op. (#/day/dir)
S-1	Hambuk	Dumangang-Rajin	491	372	491	10
	Pyeongra	Rajin-Gowon	491	372	491	10
	Gangwon	Gowon-Anbyeon	491	372	491	10
	Geumgangsan-cheongnyeon	Anbyeon-Geumgangsan	491	372	491	10
	(connecting)	Geumgangsan-Jejin	491	372	491	10
	Donghaebukbu	Jejin-Gangreung	491	372	491	10
	Wonju-Gangreung	Gangreung-Wonju	425	323	425	9
	Jungang	Wonju-Bongyang	425	323	425	9
	Chungbuk	Bongyang-Osong	425	323	425	9
S-2	Hambuk	Dumangang-Rajin	491	372	491	10
	Pyeongra	Rajin-Gowon	491	372	491	10
	Gangwon	Gowon-Pyeonggang	491	372	491	10
	Gyeongwon	Pyeonggang-MDL	491	372	491	10
	(connecting)	MDL-Baekmagoji	491	372	491	10
	Gyeongwon	Baekmagoji-Yangju	491	372	491	10
	Gyeonggi Ring	Yangju-Yongmun	491	372	491	10

Table 10. Max. Loaded Sections (Continue)

	Line	Section	Import (TEU/day/dir)	Export (TEU/day/dir)	Max. Load (TEU/day/dir)	# of Op. (#/day/dir)
C-1	Pyeongeui	Shineuiju-Pyeongyang	464	352	464	10
	Pyeongbu	Pyeongyang-Gaesung	464	352	464	10
	(connecting)	Gaesung-Dorasan	464	352	464	10
	Gyeongeui	Musan-Daegok	464	352	464	10
	Sosa-Wonsi	Sosa-Wonsi	464	352	464	10
	Seohae	Wonsi-Anjung	464	352	464	10
	Pyeongtaek	Anjung-Pyeongtaek	464	352	464	10
C-2	Pyeongeui	Shineuiju-Pyeongyang	464	352	464	10
	Pyeongbuk	Pyeongyang-Gaeseong	464	352	464	10
	(connecting)	Gaeseong-Dorasan	464	352	464	10
	Gyeongeui	Munsan-Paju	464	352	464	10
	Gyeonggi Ring	Paju-Yongmun	464	352	464	10
	Gyeonggi Ring	Yongmun-Pyeongtaek	464	352	464	10

Table 11. Weights by Evaluation Item and Evaluator

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demand	0.3462	0.2756	0.5333	0.1545	0.4484	0.5134	0.5245	0.4167	0.5721	0.0687
Construction Cost	0.3086	0.0485	0.0559	0.0470	0.0678	0.0464	0.1993	0.0833	0.1812	0.1545
Political/Diplomatic	0.0159	0.0976	0.1385	0.5076	0.1374	0.1136	0.1993	0.0833	0.0523	0.6223
Efficiency of Rail N/W	0.3293	0.5784	0.2723	0.2909	0.3465	0.3267	0.0769	0.4167	0.1945	0.1545

Table 12. Weights by Alternative and Evaluator

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demand	0.1678	0.2374	0.0870	0.2698	0.1901	0.1155	0.2394	0.1109	0.1760	0.2689
Construction Cost	0.1041	0.1658	0.1677	0.2728	0.3738	0.0522	0.3451	0.2640	0.3661	0.0605
Political/Diplomatic	0.2903	0.2971	0.5602	0.2105	0.0854	0.5619	0.2073	0.3137	0.1758	0.5548
Efficiency of Rail N/W	0.4378	0.2997	0.1851	0.2469	0.3506	0.2703	0.2082	0.3113	0.2821	0.1158

Table 13. Result of Evaluation for Alternatives

Alternatives	Evaluator										Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
S-1	0.1678	0.2374	0.0870	0.2698	0.1901	0.1155	0.2394	0.1109	0.1760	0.2689	0.1863
S-2	0.1041	0.1658	0.1677	0.2728	0.3738	0.0522	0.3451	0.2640	0.3661	0.0605	0.2172
C-1	0.2903	0.2971	0.5602	0.2105	0.0854	0.5619	0.2073	0.3137	0.1758	0.5548	0.3257
C-2	0.4378	0.2997	0.1851	0.2469	0.3506	0.2703	0.2082	0.3113	0.2821	0.1158	0.2708

하는 ‘건설비용’ 항목, TCR 및 TSR의 직접적인 1차 연결국가인 러시아와 중국의 국제적인 사회경제정책에 있어서 각 대안의 적절성을 평가하는 ‘정치외교적 환경’, 대안이 가지는 장래 남북철도망에서의 철도네트워크 기능 및 효율성을 평가하는 ‘철도네트워크 효율성’ 항목 등의 4가지로 설정하였다.

6.2 우선순위 분석

본 평가에서는 총 10인의 전문가를 선정하여, 평가항목 및 평가대안에 대한 설문조사를 실시하였으며, 각 평가자에 대한 설문결과의 분석과 종합결과는 Tables 11 and 12와 같다.

10인의 전문가들의 평가결과를 종합한 결과, Table 13과 같이

대안3(TCR축 연결 사업)의 점수가 0.3257로 가장 높아 우선순위가 가장 높은 것으로 분석되었으며, 대안1(TSR축 연결 사업)의 점수가 0.1863으로 가장 낮아 우선순위가 가장 낮은 것으로 분석되었다.

7. 결 론

남북철도를 연결하는 것은 TSR과 TCR 등 대륙철도로 연결할 수 있는 기반을 조성하는 것으로서, 유라시아 이니셔티브 구현에 있어 가장 핵심적인 사안이 될 것이다.

본 연구에서는 TSR과 TCR로 연결되는 남북한 연결 철도망(TKR)을 구축함에 있어 어느 노선대를 우선으로 하는 것이 적절한 것인지에 대한 분석을 수행한 결과, 물류수송 측면에서 TCR의 효용 및 정책적 가치가 TSR 보다 큰 것으로 나타났다.

이는 TCR 활용의 궁극적 목적이 되는 중국 3성으로의 물동량이 안정적인 증가세를 보이고 있으며, 다롄항으로 운송되는 해운화물량 외의 대부분의 수요는 내륙지역에서 발생하여 철도운송이 가능할 경우 그 효용이 클 것이라는 사실에 근거한 것으로 보인다.

이에 반하여 TSR의 경우에는 해운과 치열한 경쟁관계에 있어 화물 수송료의 영향이 매우 크며 최근 TSR의 지속적인 운송료 인상 추세로 인한 부정적 영향과 동절기 열차운행 제약 등으로 인하여 TCR 보다는 우선순위가 낮게 평가된 것으로 사료된다.

TSR로 연결되는 철도망은 기존의 동해축 보다는 상대적으로 국내 수요가 많은 수도권을 경유하는 노선이 보다 우선순위가 높은 것으로 나타났다. 그러나 이 노선은 중앙선의 용량제약으로 인하여 추가적으로 수도권 외곽철도의 신설이 바람직한 것으로 나타났다.

TCR로 연결되는 노선에서도 광역철도노선인 소사~대곡 노선을 활용하는데, 운행상의 어려움이 있을 것으로 판단되나 본 연구에서 목표연도로 설정한 2036년 까지는 10회/일 수준의 운행횟수가 필요한 것으로 분석되어 야간시간대를 활용한 운행에는 지장이 없을 것으로 판단된다. 그러나 통일 이후 북한지역의 개발에 따른 물동량 증가시에는 TSR의 경우와 마찬가지로 수도권 외곽철도의 건설이 필요할 수 있을 것이다.

이러한 결과는 현재와 같은 남북 경제협력 중단사태를 끝내고 524 조치 이전의 정상적인 경제협력을 가정한 결과이며, 통일 이후 북한지역의 개발이 이루어지고 물동량이 증가할 경우에는 남북한 지역 모두 추가적인 노선의 건설 및 개량 사업이 필요할 것으로 예상된다.

그러나 본 연구에서는 현재 북한~중국, 북한~러시아 간의 물동량을 고려하지 못한 한계가 있어, 향후 북중 및 북러간 물동량 수요를 고려한 TCR과 TSR 연결 철도망에 대한 용량과 운영에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

또한 독일의 사례로 볼 때 통일 이후의 남북한 경제활동 교류패턴은 북한지역의 신규 개발 사업등에 따라 현재와는 전혀 다르게 전개될 수 있으며, 이 경우 남북연결 철도망은 현재까지의 추세와 전혀 다른 수요패턴에 부합하도록 재구성하여야 할 것이다. 통일 이후 북한의 개발은 남한이 주도적 역할을 하게 될 것이므로, 다양한 통일 이후 북한개발 시나리오에 따른 철도망 연결 및 북한 내부 철도망 구축계획에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 한국철도기술연구원 주요연구사업(대중교통 계획, 운영 효율화 기술개발)에 의하여 수행되었습니다.

References

Choi, K. H., Park, G. K., Lee, R. R. and Yoon, D. G. (2012). “A study on the economic validity of TSR connecting TKR.” *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*, Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 18, No. 4, pp. 345-351.

Kim, B. (2015). *A Study on Trans Korea Railway Development Starategy for Connecting Trans Continental Railway*, M.A. Dissertation, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea.

Korea International Trade Association (2005-2013). *K-Statistics: Specific Continent/bloc*, Available at: global.kita.net/kStat/byCountEcon_SpeCountBloc.do (Assessed: April 15, 2015).

Korea Railroad Research Institute (2015). *A Sustainable Technology Design for Integrated Railway Plan and Operation* (in Korean).

Lee, S. (2015). A Study of Trans-Korea Railway Network for Effective Implementation of Eurasia Railway Transportation, M.A. Dissertation, Korea National University of Transportation, Gyeonggi, Korea.

Lukov, B. (2008). *The transsiberian Rail Corridor: Present Situation and Future Prospects*, Available at: www.railmed.org/app/download/7162192375/Lukov_CCTT_TSR.pdf%3Ft%3D1442579993+&cd=1&hl=ko&ct=clnk&gl=kr (Accessed: May 3, 2015).

Ministry of Unification (2005-2010). *Inter-Korean Exchanges and Cooperation*, Available at: eng.unikorea.go.kr/content.do? cmsid=3103 (Accessed: April 15, 2015).

Na, H. (2008). “Strategy of development of Korean railway transportation.” *North Korean Economy*, The Export·Import Bank of Korea, Seoul, Korea, pp. 42-60.

Shipping and Port Integrated Data Center (2009-2013). *Export and Import Cargo Transportation by Region*, Available at: www.spidc.go.kr:10443/com/url/engPageURL.do?fileNm=statCargExpImpOverSeasEng (Accessed May 3. 2015).