

# TKR~TSR간 LNG 철도수송 연계를 위한 기초연구

## A Preliminary Study of Railway Transport of LNG between TKR~TSR

하오근<sup>1</sup> · 황재식<sup>2</sup> · 김익희<sup>2</sup> · 문용우<sup>2</sup>

Oh-Keun Ha<sup>1</sup>, Jae-Sik Hwang<sup>2</sup>, Ick-Hee Kim<sup>2</sup> and Young-Woo Mun<sup>2</sup>

(Received April 17, 2015 / Revised April 28, 2015 / Accepted April 29, 2015)

### 요 약

본 연구는 박근혜 대통령의 SRX(실크로드 익스프레스) 구상과 남북 및 대륙철도 연계를 앞당길 수 있는 실현방안으로서 기존에 검토되었던 남북러 가스관(PNG)사업의 천연가스를 철도를 통하여 수송 할 수 있는 방안에 대한 기초연구를 실시하였다. 이를 위하여 남북러 가스관(PNG) 사업의 추진 현황과 남북 철도현황에 대한 자료를 수집 정리하였다. LNG의 철도수송 가능성을 검토하기 위해 국내외 LNG 철도수송 사례를 검토한 결과 일본과 중국의 경우 LNG 탱크컨테이너를 이용한 철도수송이 이루어지고 있고 한국의 경우 LNG 탱크컨테이너 개발 및 철도운송 시범사업을 통해 철도수송의 안정성이 검증되었다. 연간 750만톤의 천연가스의 철도수송을 위한 운송노선과 화물열차 운행방안 등에 대한 기본방향을 설정하였고 LNG의 원활한 철도수송을 위한 인프라와 운영분야의 선결사항에 대해 제시하였다. TKR~TSR간 LNG 철도수송 사업은 기존의 남북러 가스관(PNG) 사업을 대체하는 별도의 사업이 아닌 SRX(실크로드 익스프레스) 정책의 조기실현과 유라시아 대륙철도 연계를 위한 상징적인 사업으로서의 의미를 가질 수 있으며, 남북철도 연계시 LNG 뿐만 아니라 컨테이너 및 벌크화물(석탄, 광석 등)의 대륙수송을 위한 상징적인 철도수송 노선을 확보하는데 보다 큰 의미를 부여할 수 있다.

**주제어** : 실크로드 익스프레스, 대륙철도, 남북철도, 천연가스

### ABSTRACT

This study is the realization of natural gas as ways to advance the South and the continental railway linking basic research was conducted on railway transport. Summary data on the Status of North Korean railway which was to have reviewed the case of LNG railway transportation in Japan and China is becoming an LNG tank containers by rail transportation is done. In the case of Korea, the stability of railway transportation through the development of LNG tank containers and rail transportation pilot project was tested. It was set up and the basic directions of freight trains transport routes and methods for rail transport 7.5 million tons of natural gas per year. TKR ~ TSR between the LNG transportation business is an existing railway south. North. Russia gas pipeline (PNG) instead of a separate project to replace the business SRX (Silk Road Express) is a symbolic project for the early realization of the Eurasian railway linking policy. This study may give greater meaning to secure the iconic railway transport route for continental transport of containers and bulk cargo (coal, ores, etc.).

**Key words** : Silk Road Express, Continental Railway, North-South Railway, Liquefied Natural Gas

## 1. 서론

박근혜 대통령은 2013년 10월 동북아-유럽을 포괄하는 경제적 교역확대와 북한의 직·간접적인 개방유도, 한반도의 긴장완화를 통한 통일의 초석을 마련하기 위한 ‘유라시아 이니셔티브’ 구상을 제안하였다. 이를 실현하기 위한 중요한 수단은 대륙철도로서 한반도와 아시아, 유럽간 철도망을 연결하여 운송로를 구축하는 실크로드 익스프레스(SRX) 구상이 핵

심 사업이다.

실크로드 익스프레스(SRX)의 실현을 위해서는 우선적으로 경색되어 있는 남북관계의 개선을 통해 사회, 경제적 교류의 기반을 마련하고, 물리적으로 단절되어 SOC 인프라의 연계를 위한 협력 사업이 추진되어야 한다. 이러한 맥락에서 박근혜 대통령은 독일 드레스덴 공대 연설을 통해 민족 동질성 회복을 위한 노력을 펼치는 것이 통일을 이루기 위한 가장 시급하고 기초적인 준비과정으로 평화통일을 위한 3대 제

1) 한국철도공사연구원 경영연구처 책임연구원(교신저자: okha@korail.com)

2) 한국철도공사연구원 경영연구처 책임연구원

안을 발표하였다. 이중 ‘민생 인프라 구축’은 북한의 교통, 통신 등 SOC 인프라에 대한 건설투자를 위해서는 남북간 공감할 수 있는 상징적인 인프라 건설 및 협력사업의 발굴이 필요한 상황이다.

남·북·러 가스관(PNG, Pipeline Natural Gas) 사업은 러시아 사할린 가스전에서 생산되는 천연가스를 북한을 경유하는 가스관을 통해 한국으로 공급하는 사업이다. 본 사업은 한국, 러시아, 북한 3개국 모두 이익을 얻을 수 있는 사업으로 러시아는 극동시베리아 지역개발과 함께 에너지 외교력 강화로 동북아에서의 영향력 회복을 도모할 수 있고 북한은 경제적 실익(통관료 : 1억~1억 5천만달러)추구 및 일방적 중국 의존에서 탈피, 러시아를 통한 자국의 대중국 입지 강화를 꾀할 수 있다. 한국의 경우 LNG 수입국으로서 PNG 도입을 통한 수입가스 가격인하 및 국내산업 경쟁력 강화, 국민 에너지 비용 절감 등의 효과를 기대할 수 있는 사업이다(이원학과 김진기, 2012).

남·북·러 가스관(PNG) 사업은 2004년 한·러 정상회담 시 가스협력협정 체결 합의 이후 2006년 10월 한·러 정부 간 가스분야 협력협정 체결, 2008년 9월 한·러 정상 임석 하 양국 가스공사 MOU 체결, 2011년 9월 한국가스공사-가즈프롬간 로드맵 서명을 실시하였다. 그 이후 2011년 12월 김정일 사망을 계기로 김정은 정권 교체 후 미사일 및 핵 실험을 강행함에 따라 북한을 경유하는 가스관(PNG)사업이 극도로 불투명한 상황에 도달하였다. 남·북·러 가스관(PNG) 사업이 잠정 중단된 직접적인 원인이 남북관계악화에 기인하고 있지만, 러시아, 중국, 몽골 등 TKR과 TSR, TCR, TMGR과 연계를 희망하고 있고 이러한 유라시아 국가간 철도연계의 필요성 증대를 고려할 때 가스관(PNG) 사업을 대체할 수 있는 대안으로 대량의 LNG를 규칙적으로 안전하게 수송할 수 있는 철도수송의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 박근혜 정부의 SRX(실크로드 익스프레스) 구상과 남북대륙철도 연계를 앞당길 수 있는 실현방안으로 앞서 언급한 남·북·러 가스관(PNG) 사업의 천연가스를 철도수송 할 수 있는 방안을 살펴보고자 하며, 이는 가스관(PNG) 사업의 대체가 아닌 남북대륙철도 연계를 위한 상징적인 협력 사업으로 사업추진의 당위성을 제시하고자 한다. 본 연구의 내용은 크게 5개 부분으로 구성되며 첫째, 남·북·러 가스관(PNG) 사업 추진현황, 둘째, 남북철도 일반현황 및 열차운행 추진경과, 셋째, LNG 철도수송 사례, 넷째, TKR~TSR간 LNG 철도수송을 위한 기본방향과 선결사항을 검토하고 끝으로 LNG 철도수송의 실현을 위한 정책제언으로 구성하였다.

## 2. 남·북·러 가스관(PNG)사업 추진현황 검토

남·북·러 가스관(PNG) 사업과 관련하여 한국과 러시아간

천연가스 수출입과 관련된 협상은 2004년부터 시작되었고 그 간의 추진경과를 요약하면 표 1과 같다. 2008년 한·러 정상 회담 시 가즈프롬과 한국가스공사 간 가스공급 MOU를 체결함으로써 2017년부터 연간 최소 750만톤의 천연가스 공급에 서명하였으나 그 이후 가스공급 방식에 대한 대립과 2011년 북한 정권교체이후 남북관계가 악화되면서 잠정 보류된 상황이다(이원학과 김진기, 2012).

표 1. 남·북·러 가스관(PNG)사업 추진경과

구분	내용
'04. 09월	한·러 정상회담 시 가스협력협정 체결 합의
'05. 05월	실무협의를 거쳐 협정문안 실무합의 도출 - 한국 측 주장을 수용하여 문제조항(단일 수출업자 및 UGSS <sup>1)</sup> 에 입각한 가스공급)을 삭제한 협정 안에 합의
'05. 11월	APEC <sup>2)</sup> 정상회의 직전 러시아 측은 기존 실무합의안을 번복하고 '04년 최초 러시아 측 안을 주장함에 따라 '05년 내 협정체결이 무산됨
'06. 2월	러시아 측 수정안에 대해 실무합의안을 유지하되 러시아 측 의견을 일부 반영하여 한국 측 검토 안을 송부 - 실무합의안 유지: Single Export Channel 명시 불가 - 러시아 측 의견 일부반영: UGSS의 수립 중임을 양국이 적시
'06. 6월	국장급 실무협의 재개(실무합의안 가서명 체결) - 단일 수출업자 조항, 통지규정 등 주요쟁점사항 합의
'06. 10월	러 프라드코프 총리일행 방한 시 한·러 가스 협력협정 체결 - 서명주체: 산업자원부 제2차관(한)-러 산업에너지부 차관(러) - 주요내용 · 양국의 국내법 및 협정에 의해 가스공급 및 구매 수행: 러시아 연방이 러시아에서 생성된 천연가스에 대한 단일수출 경로 정책을 수행함을 의미 · PNG 공급분야의 위임 기관 지정(한국: 가스공사; 러시아: 가즈프롬) : 위임기관은 협정서 체결 후 조속한 시일 내에 가스가격 공식, 물량, 공급 개시일, 공급 기간, 인수 지정 등 가스공급의 상업적, 법적, 기술적 조건이 명시된 계약에 대해 합의할 것을 명시
'06. 10월	러시아 프라드코프 총리 일행 방한 시 가스공사-가즈프롬 협력의 정서 체결 - 협력 의정서 주요 내용: 천연가스 공급 - 가스공사 제안 협력 사업들에 대해 공동 연구하기로 합의 - 가즈프롬 제안 협력사업 공동 연구 합의
'08. 9월	한·러 정상 회담 시 가즈프롬과 가스공사 간 가스공급 MOU 체결 - '15~'17경 연간 최소 10bcm(약 750만 톤)의 러시아 천연가스 북한통과 PNG, LNG, CNG형태로 공급을 위한 공동연구 수행이 MOU 주요내용
'09. 6월	가스공사 -가즈프롬간 공동연구협약 체결
'10. 4월	공동연구 수행 완료 - 북한통과 PNG 방식이 경제적 측면에서 우수 - 지경부 및 가스공사의 내부 방침에 따라 한국측은 LNG 방식 선호
'10. 8월	한·러 가스공사와 가즈프롬 간 공동실무회의 개최 - 공동연구결과 확인 및 가스도입 로드맵 수립 등 합의 - 러시아 측은 조속히 공동연구 결과에 따른 가스공사 도입방식 확정 요구
'10. 9월 ~ 10월	PNG 로드맵(안) 작성 및 가스공사 가즈프롬 간 협의 - '10. 11월 양사간 PNG 로드맵 확정 및 CEO 서명 추진 - 러시아 측은 LNG 방식으로 추진, 한국측은 PNG 방식으로 추진
'10. 11월	가스공사와 가즈프롬 간 로드맵 서명 실패 - 러시아 측 내부에서 푸틴의 강력한 LNG 방식 추진의사 표명과 메드베데프의 PNG 방식 추진의견이 대립되고 있었음
'11. 8월	PNG관련 가스공사와 가즈프롬 간 대표단 회의(하바롭스크)
'11. 12월	북한 김정일 사망, 김정은 정권교체 후 미사일 및 핵 실험을 강행함에 따라 북한을 경유하는 PNG 사업이 극도로 불투명한 상황에 이룸

### 3. 남북철도 일반현황 및 열차운행 추진경과

#### 3.1 남북철도 일반현황

북한의 철도노선은 총 5,248km로 추정되며 10여개 간선노선과 90여개의 지선구간으로 구성되어 철도역 77개를 운영 중에 있다. 북한 철도망의 특징을 살펴보면 첫째, 도서해안을 따라 형성된 산업 및 인구밀집지역에 집중적으로 철도가 부설되어 있고 북부오지 지역과 동서를 횡단하는 철도부설에도 힘을 써온 결과 전 국토 순환 및 지역 순환 체계를 갖추고 있다. 둘째, 산지가 많은 지형적 여건과 대량으로 원자재를 수송해야 하는 중화학 공업개발과 남한으로 봉쇄된 연안해운의 한계 때문에 철도가 교통부문의 중심이 되었다. 철도의 수송분담률이 화물 90%, 여객 62%로서 여객운송보다는 공업용 원자재, 농산물 운송을 전담하는 산업철도의 기능에 치중되어 있다. 셋째, 철도 총 연장 5,248km 중 전철화 구간은 전체의 80.6%로 전철화 비중이 매우 높는데 이는 수송의 안전성을 제고하고 수송 능력을 증대시키며 부존자원인 수력과 석탄을 이용하여 비교적 저렴한 비용으로 단기간에 효과를 볼 수 있기 때문이다. 그러나 심각한 전력부족으로 인해 운행이 정상적으로 이루어지지 못하고 있으며 전 노선의 97.1%가 단선으로 운영되고 있어 수송능력이 낮은 상황이다(코레일 연구원, 2012).

남북한 철도현황을 살펴보면 영업연장은 남한 3,590km, 북한 5,248km로 북한의 철도연장이 남한보다 1.46배 더 긴 것으로 나타났고 북한의 전철화율은 80.4%로 남한보다 높으나 북한의 전력사정이 좋지 않아 전기기관차 운행에 어려움이 있다. 북한의 철도시설물의 낙후 및 노후화로 인해 여객과 화물열차의 속도가 상당히 낮은 수준이고, 연간 화물수송량은 비슷한 수준을 나타내고 있으며, 각 분야별 세부적인 비교 내용은 표 2와 같다(코레일 연구원, 2012).

표 2. 남북철도 현황비교

구분	남한('13년 기준)	북한('09년 기준)
운영 조직	한국철도공사(운송사업)	철도성
	한국철도시설공단(시설공사)	
노선현황	X자형, 총 93개 노선	H자형, 100여개 노선
영업 km	3,590km	5,248km
전철화율	68.4%	80.4%
복선화율	56.0%	3%
열차 최고속도	여객: 300km/h, 화물: 120km/h	여객: 50km/h, 화물: 40km/h
화차보유량	12,755	19,177
연간여객 수송량	12억 3,039만명	3,500만명
연간화물 수송량	3,982만톤	3,850만톤
디젤기관차 사양	최대 3,000마력, 중량 22톤	최대 2,500마력, 중량 20.5톤
전기기관차 사양	교류: 25,000V, 출력: 3,900KW	직류: 3,000V, 출력: 2,120~4,240KW
운영 기관차	디젤기관차, 디젤동차, 전기기관차, 전기동차	전기기관차, 증기기관차, 내연기관차

1) UGSS: Unified Gas Supply System(통합가스공급망), 단일 가스배관연결로 가스를 공급하는 개념

2) APEC: Asia-Pacific Economic Cooperation(아시아태평양 경제협력체)

#### 3.2 남북철도 연계현황

남북철도 연계를 위한 협력 사업은 2000년 7월 31일 제1차 남북장관급회담(경의선 철도·도로 연결합의)을 기점으로 추진되었고 2007년 12월부터 경의선 연결공사 시작 이후 7년여 만에 남북철도가 물리적으로 연결되어 남측 문산역과 북측 판문역 구간에서 개성공단 화물수송을 위한 남북 화물열차를 운행하였다. 남북 화물열차는 매일 1회 정례적으로 운행하여 남측 도라산역까지 오전 9시에 출발하여 개성공단 원자재 등을 북측으로 운송하고, 북측 판문역에서는 14시에 출발하여 개성공단 생산품을 남측으로 운송하였으나 북한의 12.1 조치 이후 운행이 중단된 상황이다(한국철도시설공단, 2010).

표 3. 남북철도 연계관련 추진경과

구분	주요내용
경의선 및 동해선 철도·도로연결 착공식('02.9.18)	- 행사장소: 도라산역 북단 제2통문 앞
남북사이 열차운행에 관한 기본합의서 채택('04.4.13)	- 제4차 남북 철도·도로실무협의회에서 채택 - 남북철도운영공동위원회 구성 및 운영 - 열차운행방법 및 절차, 수송절차와 방법 - 사고처리 및 책임부담, 차량고장시 대책 등
남북철도 연결구간 열차시험운행('07.5.17)	- 경의선: 문산~개성(26.8km), 남측열차 - 동해선: 금강산~제진(25.5km), 북측열차
남북정상회담에 따른 남북 공동선언('07.10.4)	- 문산~봉동간 철도화물수송 시작 - 개성~신의주 철도개보수 추진협의 - '08년 베이징올림픽 남북응원단 경의선 열차이용
남북철도 협력분과 위원회 제1차 실무접촉('07.11.20~21)	- 남북사이의 열차운행에 관한 기본합의서의 부속서 채택 - 남북철도운영공동위원회 구성·운영 - 남북간 정기화물열차 운행사항 협의 - 개성~신의주간 철도 개보수, 남북응원단 열차운행 협의
남북철도운영 공동위원회 제1차 회의('07.12.1)	- 화물열차 취급 및 남북열차운행사무소 직원 공동 작업절차 확정 및 관련 서류 교환
문산~봉동간 화물열차 개통('07.12.11)	- 문산역 06:20 출발, 판문역 11:50 출발
남북철도협력 분과위원회 제1차 회의('08.1.29~30)	- 문산~봉동간 화물열차 운행관련 협의 - 판문역 출입절차 간소화, 화물품목 확대 등 화물운송 증대방안에 대해 논의 - 개성~신의주 철도 개보수 실무적 문제 협의 등
남북 정기화물열차 운행중단('08.12.1)	- 북측에서 군사분계선 봉쇄, 육로운행 차단을 통보함에 따라 '08.12.1부터 남북관계 개선 시까지 열차운행 일시 중단

#### 3.3 남북철도 단절구간 연결사업 추진현황

남북철도 단절구간의 연결사업과 관련하여 경의선(문산~도라산)을 시작으로 지속적인 사업이 추진되었고 현재 경원선(철원~평강), 금강산선(철원~내금강), 동해북부선(강릉~제진) 3개 단절구간이 존재한다(한국철도시설공단, 2010). 박근혜 대통령이 유라시아 이니셔티브 정책을 발표한 이후 남북·대륙철도 연계를 위해 단절구간에 대한 연결필요성이 언론에서 제기되고 있으나 제3차 국가철도망계획에는 반영하기 위해 검토 중에 있다.

표 4. 남북철도 단절구간 연결사업 추진현황

구분	선별	구간	복구연장	사업기간	총 사업비	비고
기완료 사업	경의선	문산~도라산 (군사분계선)	12.0km (단선)	2000년~2003년	698억원	- 남측구간(12km)복구완료('03.12.31) - 문산~개성(27.3km)시험열차운행 ('07.5.17)
		공용야드건설	443천㎡	2004년~2007년	793억원	- 철도·도로 개통 및 개성공단 건설 등에 따른 출입관리시설
	동해북부선	제진~군사분계선	7.0km (단선)	2002년~2007년	1,064억원	- '05.12.30 복구완료(7.0km) - 제진~금강산(25.5km)시험열차 운행('07.5.17)
		공용야드건설	126천㎡	2005년~2010년	477억원	- 철도·도로 물류 출입관리시설
경원선	신탄리~철원	5.6km (단선)	2006년~2012년	477억원	- '07. 12 공사착공 - '12.11.20 개통	
향후 추진 사업	경원선	철원~평강	25.4km	-	-	- 남측구간 10.6km, 북측구간 14.8km - 북측 평강~원산간 진철화완료 ('86년)
	금강산선	철원~내금강	116.6km	-	-	- 남측구간 32.5km, 북측구간 84.1km
	동해북부선	강릉~제진	110.2km	-	-	- 강릉~군사분계선간 기술조사완료('02년) - '05.12.30 제진~군사분계선 복구 완료(7.0km)

#### 4. LNG 컨테이너를 이용한 철도수송 사례 검토

일본의 LNG 철도수송 시스템을 살펴보면 일본에서는 LNG를 파이프라인, 해운, 도로 등 다양한 방법으로 수송하고 있으며 2000년대 들어와서 일본 석유자원개발(주)JAPEX(Japan Petroleum Exploration Co., Ltd)가 LNG를 철도, 도로 운송할 수 있는 30ft형(길이 9.122m, 높이 2.49m, 높이 2.5m) LNG 탱크컨테이너를 개발하였다. 일본이 LNG의 철도수송을 검토한 배경은 고압가스보안법의 규정에 의해 도로 수송거리의 편도가 일반적으로 200km, 고속도로 340km를 넘는 경우에는 승무원의 2명 승차가 의무화 되었고 이로 인하여 일정거리를 넘어 LNG를 탱크로리로 수송하려면 수송비가 급격히 상승하기 때문이다. 일본은 LNG 컨테이너의 철도수송 서비스를 '11년부터 시행하였고 초기 5,000톤 수송을 시작으로 점차 운송량을 늘려갈 계획을 수립하였고 육송/철송 운송에 대한 개념도는 그림 1과 같다(한국가스공사 연구개발원, 2008).

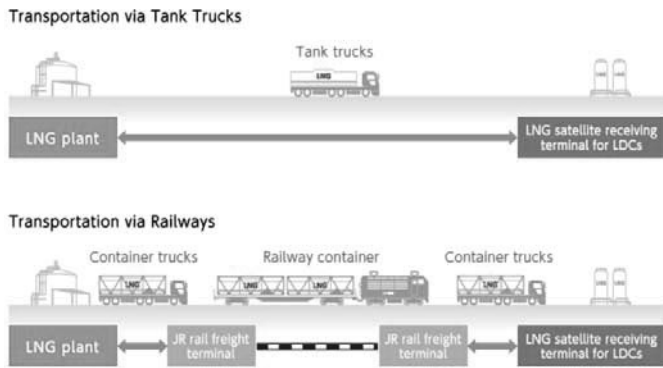


그림 1. 일본 LNG 탱크컨테이너 운송 개념도

중국은 LNG의 원활한 수송을 위해 해상, 도로, 철도간 복합운송체계 구축하는데 목표를 설정하고 중국석유회사, 중국교통대, 중국철도관리회사간 공동 개발을 통해 LNG 탱크컨

테이너를 개발하였다. LNG 탱크컨테이너의 철도수송을 위한 강도 및 동특성 시험 통과 후 2013년 5월 29일부터 LNG 탱크컨테이너의 철도수송을 개시하였다.

한국의 경우 LNG 철도수송을 위한 탱크컨테이너는 가스배관망이 설치되지 않은 도서, 산간지역의 LNG 보급을 위해 국가R&D 개발에 착수하여 2013년 7월에 20ft, 40ft형 LNG 탱크컨테이너를 개발완료하였다. LNG 탱크컨테이너의 시범 사업을 철도와 도로운송을 함께 시행한 결과 컨테이너와 화차/샷시와의 정합성, 상·하역 용이성 등 철도운송에 큰 문제점이 없는 것으로 도출되었다(KAIA, 2013).

#### 5. TKR~TSR간 LNG 수송을 위한 기본방향과 선결사항

##### 5.1 기본방향

TKR~TSR간 LNG 수송량은 가스관(PNG) 사업 추진시 한-러간 협정에 의해 체결된 연간 750만톤을 기준으로 하였고 철도수송을 위한 컨테이너 용량, 화차 연결량수, 운행횟수, 운행일을 토대로 LNG 철도수송을 위한 기본방향을 설정하였다. LNG 철도수송을 위한 1개 열차의 연결량수는 70량, 일간 16회, 연간 365일을 운행할 경우 최대 7,745,124톤을 수송할 수 있는 것으로 나타났고 철도노선의 현실적인 운행여건에 따라 연결량수, 운행횟수, 운행일의 변동 및 운송 물동량이 변동될 수 있다.

표 5. LNG 철도수송 기본방향


컨테이너 용량 (Kg/1개) <sup>2)</sup>	연결량수 (량/편성) <sup>3)</sup>	운행횟수 (회/일)	운행일 (일/연)	총 물동량(톤)
18,216	70	16	365	7,745,124

2) ALASKA INDUSTRIAL DEVELOPMENT AND EXPORT AUTHORITY(2013.12.18), AlaskaRailroad.com

3) 연결량수는 러시아 철도공사가 TSR 화물열차 운행시 연결량수를 기준으로 적용함

LNG 철도수송을 위한 노선선정은 국가계획과의 부합성, LNG 취급의 용이성, 물류거점(하치장, 조차장 등) 용지확보의 용이성 등 다양한 영향요인을 고려해야 한다. 국가계획과의 부합성 측면에서는 TKR~TSR 연계노선은 부산~동해선~평라선~TSR을 연계하는 노선과의 일관성을 확보하고 이중 단절구간인 강릉~제진간 연결사업은 제3차 철도망계획에서 검토 중에 있다. LNG 취급 용이성 측면에서는 2017년 완공 예정인 삼척LNG 기지와 연계가 가능하고 물류거점(하치장, 조차장 등) 용지확보의 용이성 측면에서는 수도권에 비해 부지확보가 용이하다는 측면에서 적정한 것으로 판단된다.

표 6. LNG 철도수송 노선

구간	연장	
블라디보스톡~북한 국경선 (두만강)	150Km	
북한 통과구간 (함북, 평라, 금강산청년선 등)	740km	
한국 연결구간 <sup>4)</sup> (동해북부선, 삼척선 등)	167.5km	
합계	1,057.5km	

5.2 대상노선 선로용량 검토

상기에서 언급한 일간 16회의 화물열차 운행이 가능한지 여부를 판단하기 위해 복선철도, 연동 및 자동폐색, 혼용전용의 조건하에 선로용량을 산정<sup>5)</sup>하였고 1일 운행시간과 연간 평균 운전시간은 표 7에서 설정한 정거장수, 역간거리, 표정속도를 기초로 하여 선로용량 산정식(김익희 등, 2013)에 적용한 결과 19.73회가 도출되어 목표로 설정한 1일당 16회의 열차운행이 가능한 것으로 나타났다. 반면에 단선철도 가정시 선로용량은 9.86회로 도출되어 한-러간 협정에 의해 체결된 연간 750만톤의 천연가스를 수송하기에는 한계가 있는 것으로 나타났으나 PNG 또는 해상으로 운송되는 일부 물동량을 철도를 통해 수송할 수 있는데 의미가 있다.

표 7. 선로용량 산정을 위한 기초자료

총 노선거리(km)	정거장수(개)	역간거리(km)	표정속도(km/h)
1,057.5	30	35.25	50

4) 제진~강릉간 110.2km(한국철도시설공단(2014), 2014년도 철도사업설명자료 참고), 강릉~동해간 44.4km, 동해~삼척간 12.9km

5)  $N(\text{복선}) = \frac{f \times T}{(t+c)}$ ,  $N(\text{단선}) = \frac{f \times T}{(t+c) \times 2}$  (f: 선로이용률, T: 1일 운행시간, t: 역간 평균 운전시간, c: 폐색취급시간(연동 및 자동폐색 1.5분, 통표폐색 2.5분))

표 8. 선로용량 산정결과

구분	선로 이용률(f)	1일 운행시간(T)	역간 평균 운전시간(t)	폐색 취급시간(c)	선로 용량(N)
기초자료	60%	1,440분	42.3분	1.5분	-
복선	864		43.8		19.73
단선	864		87.6		9.86

5.3 LNG 철도수송을 위한 인프라운영분야 선결사항

남북러 LNG의 원활한 철도수송을 위해서는 인프라 및 운영분야에 있어 선결사항은 표 9와 같다. 인프라 분야의 경우 국가와 한국가스공사에서 추진해야 할 사업으로 LNG 철도수송을 위한 선로건설, 물류거점 조성, 화물열차 정차 및 대피를 위한 정거장 건설이 추진되어야 하고, LNG의 원활한 수송, 처리를 위한 LNG 탱크컨테이너 확보 및 LNG 충전설비가 확보되어야 한다. 운영 분야는 LNG 철도수송사업을 수행하는 코레일이 추진해야 할 사항으로 LNG 탱크컨테이너의 수송을 위한 화차와 기관차 확보, LNG 탱크컨테이너의 상·하역을 위한 장비도입, 화물열차 운행관리를 위한 관제인력, 화차의 조성과 입환을 위한 수송인력, 화차 및 기관차의 정비를 위한 차량정비인력 및 시설이 확보되어야 한다.

이렇듯 남북러 LNG의 철도수송을 위해서는 기본적으로 막대한 인프라 투자가 선행되어야 하는데, 사업추진시 발생하는 부분별 투자비용의 산출과 투자재원의 조달방안을 강구해야 하며, 국가관점에서의 사업에 대한 경제성과 가스도입 및 철도수송주체 입장에서의 사업성 분석을 통해 투자재원의 효율적인 분담방안이 마련되어야 할 것이다.

표 9. LNG 철도수송을 위한 인프라운영분야 선결사항

구분	선결사항	비고	
인프라 분야	선로	TSR 연계시 LNG를 포함한 대량의 화물수송을 위한 북한 선로의 개보수와 남측 선로의 미연결 구간에 대한 건설이 선행되어야 함	국가
	물류거점	출발, 도착역기준으로 대규모 물류거점 및 조차장이 조성되어야 함	국가
	LNG 컨테이너	LNG 수송을 위해 적정 수량의 컨테이너 용기를 확보해야 함	가스공사
	LNG 충전설비	LNG 탱크와 컨테이너간 LNG 이송 및 충전을 위한 설비가 확보되어야 함	가스공사
	정거장	화물열차의 임시정차 및 대피를 위한 정거장이 조성되어야 함	국가
운영 분야	화차, 기관차	LNG 컨테이너 수송을 위한 적정 수량의 화차, 기관차를 확보해야 함	코레일
	상·하역 장비	LNG 컨테이너의 원활한 상·하역을 위한 장비도입이 필요함	코레일
	관제인력	화물열차의 안전한 운행을 위한 관제인력이 필요함	코레일
	수송인력	화물열차의 효율적 운행을 위한 기관사, 입환인력이 필요함	코레일
	차량정비인력	기관차, 화차의 유지관리를 위한 차량정비시설을 구축해야 함	코레일

## 6. 결론 및 정책제언

본 연구는 박근혜 대통령의 SRX(실크로드 익스프레스) 구상과 남북 및 대륙철도 연계를 앞당길 수 있는 실현방안으로서 기존에 검토되었던 남·북·러 가스관(PNG)사업의 천연가스를 철도를 통하여 수송 할 수 있는 방안에 대한 기초연구를 실시하였다. 이를 위하여 남·북·러 가스관(PNG) 사업의 추진 현황과 남·북 철도현황에 대한 자료를 수집 정리하였고 LNG의 철도수송 가능성을 검토하기 위해 국내외 LNG 철도수송 사례를 검토하였다. 그 결과 일본과 중국의 경우 LNG 탱크 컨테이너를 이용한 철도수송이 이루어지고 있고 한국의 경우 LNG 탱크컨테이너 개발 및 시범운송 사업을 통해 철도수송의 안정성이 검증되었다. 연간 750만톤의 천연가스의 철도수송을 위한 운송노선과 화물열차 운행방안 등에 대한 기본방향을 설정하였고 LNG의 원활한 철도수송을 위해 기본적으로 갖추어야 할 인프라와 운영분야의 선결사항에 대해 제시하였다.

본 연구에서 검토한 내용은 TKR~TSR간 LNG 철도수송을 위한 기초적인 자료들의 검토결과로서 보다 현실적인 화물열차 운행방안의 도출을 위해서는 표 9에서 제시한 분야별 선결사항에 대한 인프라 투자비용 산출 등 세부적인 연구들이 추진되어야 하고, 사업 시행에 따른 경제적 및 사업성 분석에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 막대한 인프라 투자시 발생하는 투자재원의 효율적인 분담 및 조달방안을 마련해야 할 것이다.

TKR~TSR간 LNG 철도수송 사업은 기존의 남·북·러 가스관(PNG) 사업을 대체하는 별도의 사업이 아닌 SRX(실크로드 익스프레스) 정책의 조기실현과 유라시아 대륙철도 연계를 위한 상징적인 사업으로서의 의미를 가질 수 있으며, 남북 철도 연계시 LNG 뿐만 아니라 컨테이너 및 벌크화물(석탄, 광석 등)의 대륙수송을 위한 상징적인 철도수송 노선을 확보하는데 보다 큰 의미를 부여할 수 있다. 끝으로 남북철도 연결사업은 정치적인 목적이 아닌 남북간의 경제협력과 양국간 실질적인 경제적 이득이 확보되어야 추진동력을 확보할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. 김익희, 김인철, 배영규, 왕연대(2013), “철도이용수요에 따른 선로용량 변화 분석 연구”, 「한국경영과학회지」, 38(3): 23~35.
2. 이원학, 김진기(2012), 「러시아 PNG 연결사업을 활용한 강원도 발전 방안」, 강원발전연구원.
3. 코레일 연구원(2012), 「남북열차 운행재개를 위한 남북철도 개선방안 연구」.
4. 한국철도시설공단(2010), 「한반도 통합철도망 구상연구용역」.
5. 한국철도시설공단(2014), 「2014년도 철도사업 설명자료」.
6. 한국가스공사 연구개발원(2008), 「청정에너지 철도차량 개발에 대한 타당성 연구」.
7. KAIA(2013), 「복합운송용 다목적 액화가스 탱크컨테이너 육상운송 시연사업 시행」.