

LNG연료 선박 국내도입을 위한 기반구축 연구

† 구 자운 · 신 재완*

† 인천항만공사 부사장, *인천항만공사 미래전략팀 과장

요 약 : 지구 온난화를 방지하기 위한 국제적 환경규제가 강화되고 이에 따른 선박의 배기가스 규제가 현실화됨에 따라 친환경 선박의 개발 및 운영이 필수적이다. 따라서 세계적인 친환경 선박의 개발 추세를 분석한 결과 최적으로 고려되는 LNG연료를 사용하는 선박의 효율성을 구체적으로 살펴보고 이의 건조를 위한 IMO 법령 등 국제적 동향을 살펴보았다. 또한 이를 근거로 LNG 연료선박의 국내 도입을 위하여 우리나라 관련 법령의 제정 노력 결과와 선박건조 시범사업을 소개하고 향후 추진해야 할 사항을 점검하였다.

핵심용어 : LNG연료 선박, 온실가스, IGC코드, IGF코드

1. 서론

가. 지구 온난화 방지를 위한 국제적 환경규제

- 국제기후변화 협약
 - 1992년 지구온난화에 따른 기후변화에 대처하고자 협약 채택, 1994년 3월 발효
 - 대기 중 온실효과를 일으키는 이산화탄소 배출량을 줄여 온실가스 안정화 목표
 - 우리나라 1993년 12월에 협약 가입 - 온실가스 감축의무 미부담국(개발도상국 분류)
- 교토의정서
 - 법적으로 구속력 있는 감축 목표 부여
 - 선진국 2008~2012년 사이 1990년 대비 평균 5.2% 온실가스 배출량 감축 규정
 - 감축 목표는 국가별로 차별화
 - '교토메커니즘'으로 시장원리에 입각하여 온실가스 배출권 거래제 도입
 - 대상 온실가스(6종) : 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 일산화질소(N₂O), 육플루오린화황(SF₆), 수소화플루오린소(HFCs), 과불화탄소(PFCs)
 - 선박의 온실가스 배출량의 제한과 감축은 국제해사기구(IMO)에 위임
- IMO의 선박배출 온실가스 기준강화
 - 2009년 IMO MEPC(해양오염방지위원회) 권고사항으로 결의
 - 감축목표 : 2005년 선박 배출량 기준 2020년까지 20%, 2050년까지 50%
 - 감축목표에 따른 규제 방안 MARPOL 부속서 VI : 2011년 채택, 2013년 1월 1일 발효

나. 선박의 배출가스 규제

- IMO의 선박배출가스 규제강화
 - NOx와 SOx에 대한 선박배출가스 규제 강화
- ECA(Emission Control Area) 규제강화
 - 유럽의 북해, 발틱해와 미국 캘리포니아 연안은 IMO 규제보다 강화된 자체적인 환경규제를 적용
 - 아시아 및 호주지역도 ECA 지정을 진행중

항목	지역	유럽 (북해, 발틱해 지역)	캘리포니아 (미 서부연안 지역)	IMO 규제 (ECA 외, 모든 해역)
SOx (% m/m)	현행	1.5 이하	1.5/0.5 이하 (MGO/MDO)	4.5 이하
	규제 강화	0.1 이하 (2010년 1/1~)	0.1 이하 (MGO & MDO) (2012년 1/1~)	3.5 (2012년 1/1~) 0.5 (2020년 1/1~)
	비교	예외 선박, - 이종중언 선박 - 2시간 이내 경박 선박	24해리 내 모든 선박	모든 선박
NOx (g/kWh)	현행	규제 없음	규제 없음	7.66
	규제 강화	미정	미정	2.0 (2016년 1/1~)

세계 조선업계는 친환경 선박개발 및 기술확보에 주력

다. 친환경 선박의 개발추세

구분	LNG 연료 추진선	전기 추진 방식	배터리 추진 방식
이미지			
시스템	LNG 연료를 박중엔진 사용하여 추진기 작동	발전기, 풍력, 태양열을 통해 전기를 모터에 공급하여 추진	배터리로 전원을 모터에 공급하여 추진기 작동
연료	LNG	발전기용 Diesel Oil, 배터리	배터리
적용선박	소, 중, 대형 선박	중소형 선박으로 해양조사선, 어선 등 해상작업이 많은 선박	소형 선박
연료 비용	중	고	소
운행 거리	중간	길다	짧다
선박 수명	중속	중지속	저속
환경 오염	낮다	발전기에 의한 NOx 일부 배출	매우 낮다
소음 진동	보통	낮다	매우 낮다

노르웨이 등 북유럽 국가를 중심으로 차기 친환경 선박모델로 LNG연료선 주목

2. LNG연료 선박의 효용성

가. LNG연료의 선박배기가스 저감효과

→ CO₂ 저감률 23%, NOx, SOx 및 분진 저감률은 모두 92% 이상 저감효과

항목	저감률
NOx	-92%
SOx	-100%
CO ₂	-23%
Particulates	-99%

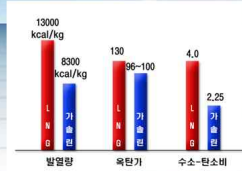
† 교신저자 (중신회원) jayunkoo@hanmail.net

* ipaman@icpa.or.kr

나. 높은 에너지 효율

→ 에너지 밀도가 높으며 열효율이 좋음

- 발열량 : LNG (13,000 kcal/kg) > 가솔린 (8,300 kcal/kg)
- 옥탄가 : LNG (약 130) > 가솔린 (약 96~100)
- 수소-탄소비 : LNG (4.0) > 가솔린 (2.25)



다. LNG가스의 안전성

→ 연료 누출시 공기중으로 확산되어 폭발 위험이 매우 낮음

- LNG 비중은 0.45로 공기보다 가볍고 영하 162도 이상에서는 기체상태로 존재 공기 중에 LNG의 성분이 5~15% 함유시 537℃ 이상 온도에서만 발화됨
- 가정용으로 사용되는 LPG가스보다 안전 (연소범위 2~9.5%, 발화온도 450℃)
- LNG는 무색 투명한 액체로 공해 물질 및 독성이 없음 (인체 흡입시 무해)

3. 국제적 동향

가. 적용법령

1. 선박의 연료로서 가스

- SOLAS : 인화점 60도 이하의 가스는 선박의 연료로 사용 불가
- 천연가스는 LNG운반선의 연료로 사용 가능(IGC코드, 16장)

→ IGC Code : 액화가스를 산적 운송하는 선박의 구조 및 설비에 관한 국제규약

2. IGF 코드

- 적용시기 : 2014년 예정
- 주요내용

- LNG,액화석유가스(LPG),압축천연가스(CNG), 수소, 부탄, 프로판 등 선박의 연료로 사용될 수 있는 모든 가스에 대하여 규정 작업 중
- 액화가스운반선을 포함하여 여러 종류의 가스를 사용하는 모든 선박에 안전 규정을 제정할 목적으로 작업 진행 중
- 저압 및 고압가스를 이용한 내연기관, 가스터빈, 보일러, 연료전지 등 가스를 에너지원으로 이용하여 위하여 개조하는 관련 선박들에 관한 규정도 작업 범위에 포함하여 검토

→ IGF Code : 가스와 지인화점 연료를 사용하는 선박의 안전에 관한 국제규약

가. 적용법령

3. 국제해사기구 임시지침서

- 해사안전위원회 결의서 285번
- '천연가스를 연료로 사용하는 엔진을 장착한 선박의 안전에 대한 임시 지침서'
- IGF코드 제정 발효 시까지 한시적 기준 지침서로 권고사항
- 노르웨이 NMD(방만청) 규정 바탕으로 제정 적용
- 저압 연료로서 내연기관에만 적용, 여객선은 특별한 제한규정 있음
- 액화가스운반선에는 적용 불가
- IGF코드가 발효되면 '천연가스를 연료로 사용하는 엔진을 장착한 선박의 안전에 대한 임시 지침서' 와 IGC코드 제16장은 자동 폐기

나. 국제적 LNG연료 선박현황

→ 24대의 LNG연료 선박 운항 중 (2011.10월 기준)

Year	Ship Name	Ship Type	Ship Owner	Ship Yard	Location	Engine	Fuel Type
2000	Glutra	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Mitsubishi	LNG
2003	Viking Energy	Offshore Supply	Eidesvik	Kleven Maritime	North Sea	Wartsila	LNG(DF)
2003	Stril Pioneer	Offshore Supply	Simon Mokster	Kleven Maritime	North Sea	Wartsila	LNG(DF)
2006	Bergens fjord	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Rolls-Royce	LNG
2007	Fanaefjord	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Rolls-Royce	LNG
2007	Raunefjord	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Rolls-Royce	LNG
2007	Stavangerfjord	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Rolls-Royce	LNG
2007	Mastrafjord	Car/pass. Ferry	Fjord1	Aker	Norway	Rolls-Royce	LNG
2008	Viking Queen	Offshore Supply	Eidesvik	SeeBeck	North Sea	Wartsila	LNG(DF)
2008	Viking Lady	Offshore Supply	Eidesvik	Torlak Maritime	North Sea	Wartsila	LNG(DF)
2009	Tidekongen+ 2	Pass. Ferry	Tide	Lorient SAS	France	Mitsubishi	LNG
2009	Barentshav+ 2	Military Vessel	Coast Guard	Kleven Maritime	Norway	Mitsubishi	LNG
2009	2 ships, holding	Ro-Ro Vessel	Sea Cargo AS	-	Norway	Rolls-Royce	LNG
2010	Moldefjord+ 3	Car/pass. Ferry	Fjord1	Remontowa	Poland	Mitsubishi	LNG
2011	Skandi TBN	PSV (09 LNG)	DOF	Soviknes	Norway	Mitsubishi	LNG
2011	Bit Viking	Chemical Tanker	Tarbit Shipping	-	Sweden	Wartsila	LNG(DF)

출처 : 인천항만공사 내부 조사자료

나. 국제적 LNG연료 선박현황

선형별 척수(2011년 현재 건조중인 선박 포함)

No	Ship Type	N. of Vessels
1	Car/pass. Ferry	10
2	Pass. Ferry	9
3	Platform Supply Vessel	7
4	Offshore Supply Vessel	4
5	Coast Guard	3
6	Ro-Ro Vessel	2
7	Cruise Ferry	2
8	Guideship	1
	Total	38



4. 국내 도입을 위한 기반 구축

가. 관련 법령 제정

1. 한국선급

- 천연가스를 연료로 하는 기관이 설치되는 선박에 대한 추가 요건 제정 ('10.6월)
- 국제해사기구 해사안전위원회 결의서 285번의 임시지침서 기반 규칙에 제출 되면 한 자료, 선박배치 및 시스템 설계, 기관, 전기, 화재 안전, 시범 및 검사 등 추가
- 기관실 등 가스 위험 구역 공간의 최소화
- 기관실, 연료저장 탱크실 등 위험구역에 통풍장치 설치
- 연료중전 급유구와 가스 공급배관에 질소 충전설비 설치
- 고정식, 롤 분사식, 드라이 케미컬 소화장치 배치
- 이동식 가스 탐지기 및 산소 분석기 설치
- 가스탐지 장치, 가스탱크 감시 장치, 가스기관 제어 및 감시장치 제어 장치 설비 등

가. 관련 법령 제정

2. LNG 연료 충전 관련 법규

- 개정시기 : 2011년 12월
- 주요내용
 - LNG연료를 충전하기 위해서 도시가스사업법과 교양가스안전관리법기준을 따라야 함
 - IPA 사업 추진 전까지 국내 선박의 LNG연료 충전에 대한 조항은 마련되지 않았음
 - 선박에 LNG를 연료로 공급하기 위해서는 도시가스사업법에 선박용 LNG충전 기준과 안전관리에 관한 조항이 신설되어야 하는 상황이었음
 - IPA가 지식경제부로 공식 요청함에 따라 선박용 LNG 충전 기준은 한국가스공사에서 한국가스안전공사로 영역을 주어 기준을 마련함.
 - 2011.7월 입법예고이후 법령 개정을 앞두고 있음

가. 관련 법령 제정

도시가스사업법 시행규칙 개정(안)

- 제2조(정의) 제②항
 「도시가스사업법」(이하 "법"이라 한다) 제2조제3호에서 "지식경제부령으로 정하는 대량수요자"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자를 말한다.
1. 월 10만 세제급미터 이상의 천연가스를 배관을 통하여 공급 받아 사용하는 자 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자
 2. 발전용(시설용량 100메가와트 이상만 해당한다)으로 천연가스를 사용하는 자
 3. 액화천연가스 저장탱크(시험 연구용으로 사용하기 위한 용기를 포함한다)를 설치하고 천연가스를 사용하는 자
 4. 액화도시가스를 선박 연료용으로 사용하는 자

가. 관련 법령 제정

도시가스사업법 시행규칙 개정(안)

- 제2조(정의) 제③항
 법 제2조제4호의2에서 "지식경제부령으로 정하는 사업"이란 다음 각 호의 사업을 말한다.
1. 고정식 압축도시가스 자동차 충전사업: 배관 또는 저장탱크를 통하여 공급받은 도시가스를 압축하여 자동차에 충전하는 사업
 2. 이동식 압축도시가스 자동차 충전사업: 이동충전차량을 통하여 공급받은 압축도시가스를 자동차에 충전하는 사업
 3. 고정식 압축도시가스 이동충전차량 충전사업: 배관 또는 저장탱크를 통하여 공급받은 도시가스를 압축하여 이동충전차량에 충전하는 사업
 4. 액화도시가스 자동차 충전사업: 배관 또는 저장탱크를 통하여 공급받은 액화도시가스를 자동차에 충전하는 사업
 5. 액화도시가스의 선박충전사업: 차랑에 고정된 탱크 또는 지면에 고정 설치된 저장탱크로부터 액화도시가스를 선박 연료탱크 또는 선박 연료용기에 충전하는 사업

나. 시범사업 경위 및 성과

추진 경위

- 인천항 중보용 LNG연료선박 검토 착수 ('09.12)
- 한국선박(KRI) LNG연료 선박 검사규정 제정 ('10.6)
- LNG연료 선박 타당성조사 및 개념설계 용역 수행 ('10. 3~7)
- LNG 연료충전 관련법규 지식경제부 협의 ('11.1)
 - '11.12월 도시가스사업법 시행규칙 개정 예정
- 조달청 선박 건조발주 입찰공고 ('11.6)
- 조선소 선정 및 건조 착수 ('11.9)

사업성과

- **동양 최초 친환경 LNG연료선 취항 가시화**
 - 향후 연안화물선, 서해훼리선을 포함한 아라뱃길, 4대강의 내륙항만에 운영할 유람선 등 각종 선박에 적용될 친환경 선박 표준모델 제시
- **국내 천연가스 선박 건조 및 운항을 위한 기반 구축**
 - 선박 건조 및 연료충전 법령 개정에 대해 조산업계 환호
 - ※ 국내 조선3사세계 LNG선 90%이상 점유도 '09년 국내법 개정 추진 실패한 사례가 있음
- **친환경 선박 필요성에 대한 정부 및 유관기관 공감대 확산**
 - 지식경제부, 국토해양부 등 관련 연구과제 추진 중

나. 시범사업 경위 및 성과

계량 성과

- 배출가스 감소에 따른 **환경개선 편익 연간 약3억원**
 - EC(유럽위원회) 기준 SOx, NOx, COx 등 배출가스 감소에 대한 환경개선 편익을 비용으로 산출
- 연간 **탄소가스 절감량** 연간 약 550kg
 - 운영시간 가정 : 1일 3시간, 200일 운영 기준
 - 국내 연안여객선에 적용시 연간 약 15,000톤 절감 기대
- 인천시민 대상 추정 **교육편익 연간 약 9억원**
 - '2026(선박 내용년수)까지 약 170억원의 교육편익 발생



PRINCIPAL PARTICULARS	
LENGTH O.A.	88.000
LENGTH B.P.	80.000
BREADTH B.M.O.	8.800
DEPTH B.M.O.	4.400
DRAUGHT	2.400
GROSS TONNAGE	200.000
NET TONNAGE	100.000
REGISTERED	100.000

5. 향후 추진해야 할 일들

친환경 선박 확대 적용 정책 건의

- **적용가능 선박**
 - 연안화물선, 서해훼리, **연안 유람선**
 - 순찰선, 해양조사선, 예인선 등 **관공선**
 - 특히 환경영향이 가장 크게 나타나는 경인아라뱃길, 서울항 등의 **내륙항만에 운항할 예정인 저선박**
- **기대효과**
 - 기존 디젤선박이 가지는 **문제점의 해결방안 제시**
 - **탄소배출량 저감**에 따른 정부 저탄소, 녹색성장 정책에 기여
 - 서해여객선 등 정기적 운항으로 확대 적용시 파급효과 극대화 가능 (사례 : CNG버스)
 - **국내 조선, 해운 산업의 경쟁력 강화 및 신성장 동력 창출**
 - 조선 1위국, 해운 5위국의 조선해양강국의 위상 강화
 - 원천기술 확보에 따른 조선, 해운 및 선박 기자재 산업의 수출 경쟁력 확보 가능
 - **교부까지 산업으로 인한 고용 창출 및 연관산업 기업 육성**