

세계 주요항구별 벙커링용 LNG 가격 추정 및 시사점¹⁾

이 은 명 에너지경제연구원 연구위원 (emlee@keei.re.kr)

1. 서론

기후변화협약에 따른 전 세계적인 환경규제 강화로 인해 친환경 선박 중 실현가능성이 높은 LNG 추진 선박에 대한 관심이 높아지고 있다. LNG 벙커링 사업은 LNG를 연료로 사용하는 선박에 LNG를 공급하는 사업을 말하는데, 최근 미국을 중심으로 한 셰일가스 공급확대 등 천연가스 시장의 환경변화로, LNG의 가격경쟁력이 높아질 것으로 예상되고 선박에 대한 환경규제가 강화되면서 LNG 벙커링 사업이 활성화 될 것으로 전망된다.

국제해사기구(IMO), 유럽연합 국가 및 미국 등은 선박 배출가스에 대한 규제를 강화하고 있으며, IMO는 선박에 의한 대기오염 방지를 위해 MARPOL 협약 부속서 VI에 '대기오염 방지' 조항을 부가하고, SOx, NOx, ODS(오존층 파괴 물질), VOC를 규제대상 물질로 정하여 규제하고 있다. LNG추진 선박은 기존 연료(벙커유, 디젤유 등) 추진 선박에 비해 SOx 배출은 거의 없고 NOx는 최대 70% 이상, 온실가스

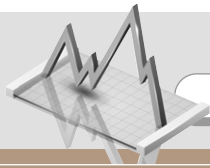
는 20% 이상 감축되는 장점이 있으며, 중대형 선박(유조선, 대형 컨테이너선, 자동차운반선 등) 뿐만 아니라 소형 선박(소형어선, 페리선 등)에도 적용할 수 있어 향후 급속한 시장확대가 예상된다.

이와 같은 LNG 벙커링 시장의 확대에 대비하여 국내·외 LNG 벙커링 사업을 선도하기 위해서는, LNG추진 선박의 개발과 벙커링 인프라의 구축 등이 필요하고 LNG 벙커링 서비스의 사업화를 위한 법적·제도적 준비가 선행되어야 한다. 또한 해외 LNG 벙커링 사업에 진출하기 위해서는, 해외 LNG 벙커링 사업자의 사업구조 및 운영체제와 전 세계 주요 LNG 벙커링 예상 항구에서의 벙커링용 LNG 및 경쟁연료 가격 파악이 필요하다.

본고에서는 세계 주요 예상 LNG 벙커링 항구에서의 벙커링용 LNG 및 경쟁연료의 가격을 추정하였다.

2. LNG 벙커링 사업 현황

1) 본고는 이은명 외, LNG 벙커링 가격 연구, 에너지경제연구원(2013)의 주요내용을 보완·요약한 것임.



가. LNG 병커링 현황

LNG 병커링이란 LNG추진 선박에 LNG를 공급하는 것을 말하며, 이와 관련된 기술 및 설비까지도 포함한다. LNG 연료 추진선박은 2000년 세계 최초의 LNG 연료 추진 연안여객선인 “Glutra호”가 노르웨이에서 건조되어 운항된 이후, 최근에는 대형 화물선이 발주되고 있고 LNG를 연료로 하는 선박의 수가 급격히 증가하고 있다. 2013년을 기준으로 세계에서 운항 중인 LNG 연료 추진선박의 수는 38척이며 36척이 건조 중에 있다. 핀란드 및 유럽의 여러 조선소에서 고속의 RO-PAX²⁾ 및 Ro-Ro선이 설계되어 건조되고 있으며, LNG추진 선박을 새로운 선박산업으로 육성하기 위한 기술개발도 활발히 추진 중에 있다.

Shell, Gazprom, GDF SUEZ 등 세계적인 에너지기업과 싱가포르 항만청 및 중국의 CNOOC 등은 LNG 병커링 관련 프로젝트를 진행 중에 있다. Shell은 핀란드 Wärtsilä사와 미국 연근해지역을 대상으로 LNG추진 선박과 LNG 병커링 터미널사업을 LNG 액화플랜트와 연계시켜 추진하고 있다. Gazprom은 네덜란드 Gasunie사와 로테르담 항구에 선박용 및 트럭용 LNG 병커링 터미널을 공동으로 개발하는 협약을 체결하였고, 러시아 Summa그룹에서 보유한 선박과 항구 인프라를 대상으로 북해 및 발틱해에서의 LNG 병커링에 대한 공동 개발을 추진하기로 했다. GDF SUEZ는 네덜란드 Cofely Nederland

N.V와 LNG Solution이라는 합작회사를 설립해 선박 및 트럭 연료용 LNG 공급을 추진하고 있다. 세계 최대 병커링 항구인 싱가포르에서는 발전용 LNG 터미널 건설과 함께 LNG 병커링 프로젝트를 추진하고 있다. CNOOC는 2012년 LNG 터미널에서 운항하는 LNG추진 예인선 2척을 발주하는 등 LNG 병커링 시장에 많은 관심을 가지고 있는데, 중국은 현재 약 200여척의 비공인 LNG추진 선박이 취항 중이며, 중국 Waterborne Transport 연구소는 향후 47,000척의 내륙운항선박이 LNG 추진선으로 개조되고 2017~2020년에는 약 1만 척의 LNG 추진선이 새로 건조될 것으로 전망하고 있다.

국내에서는 LNG 병커링 선박 및 관련 기술개발, 사업화를 촉진하기 위하여 2012년 5월 가스공사와 국내 조선사를 중심으로 “LNG 병커링 협의체”가 구성되어 운영되고 있다.³⁾ 인천항만공사가 발주한 아시아 최초의 LNG 연료 추진선박인 예코누리호(200톤급)가 2013년 4월 삼성중공업에서 건조되어, 시운전을 완료하고 7월에 정식 취항하여 흥보선 및 항만관리선의 기능을 수행하고 있다.

또한 금년 7월 한진중공업은 일본 NYK社로부터 5,100m³급 범용 LNG 병커링 선박(LNG Bunkering Vessel; LNG 연료공급 선박) 2척을 수주하였다. 정부는 새로운 시장으로 떠오르고 있는 LNG 병커링 산업의 발전을 위해서 LNG추진 선박 및 병커링 산업생태계 조성을 위한 가스공급체계, 법규 정비, R&D 등

2) RO-PAX : Roll-on Roll-off Passenger Ferry선.

3) 한국가스공사, 현대중공업, 대우조선해양 등 국내 14개 기관들은 2012년 5월 22일 LNG 추진선박과 도서지역 가스발전을 위한 LNG 병커링 협의체를 구성하여 발족됨. LNG 병커링 협의체에는 가스공사, 가스안전공사를 비롯해 조선 4사(현대중공업, 대우조선해양, 삼성중공업, STX조선해양), 에너지회사(포스코, 경남에너지, STX에너지), 해운회사(STX팬오션), 선급협회(한국선급, 로이드선급협회 아시아지부, 노르웨이선급협회) 및 한국조선협회, 한국천연가스차량협회가 모여 세계 LNG 병커링 사업을 선도하면서 새로운 가치를 창출하기 위한 만든 공동 추진체계임.



을 추진하고 있다. 국내에서도 향후 “해양환경관리법” 및 “선박에서의 오염방지에 관한 규칙” 등에서 해양환경오염에 대한 규제가 강화될 것으로 예상됨에 따라 LNG추진 선박과 LNG 벙커링 사업이 새로운 시장으로 부상할 것으로 예상된다.

나. LNG 벙커링 항구

현재 노르웨이, 스웨덴, 벨기에, 독일 등 일부 지역에서만 LNG 벙커링 사업을 수행하고 있기 때문에, LNG 벙커링 사업 체계가 제대로 마련되어 있지 않은 상황이다. 따라서 LNG 벙커링 관련 법, 규제, 기술 (선박 연료용 LNG 품질 기준 등), 안전 측면의 공통적

이고 체계화된 작업 수행 절차에 대한 정립 필요성이 부각되고 있다.

스웨덴해양기술연구소(SMTF), 유럽해양안전청(EMSA) 등 일부 기관이 민간 기업과의 연구를 통해 LNG 벙커링 관련 기준을 정립, 표준화 작업을 진행하였으며, 스웨덴 예테보리(Gothenburg), 스톡홀름 등 일부 항구에서 LNG 벙커링 수행 절차와 관련 자체 규정을 마련해 놓은 상황이다.

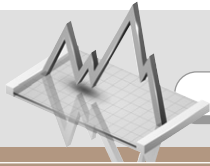
LNG 벙커링 수행이 예정되어 있는 항구는 주로 유럽지역에 분포하고 있으며, 대규모 LNG 벙커링 사업을 계획하고 있는 항구는 유럽의 제브뤼헤(Zeebrugge)항과 아시아의 싱가포르항이 있다.

〈표 1〉 LNG 벙커링 수행 항구

국가	도시	항구	벙커링 방식	비고
노르웨이	Bergen	Kolsnes	STS	
		Halhjem	-	
		Aagotnes	PTS	
	Stavanger	Risavika	STS	
	Hamn	Arsvagen	TTS	
	Oslo	Oslo	TTS	
스웨덴	스톡홀름	Loudden	TTS	2013년 2월부터 LNG 벙커링 서비스 시작
		Stadsgården	TTS→STS	Loudden항에서 LNG를 주입한 선박이 Stadsgården 항에 정박 중인 선박에 벙커링
벨기에	Antwerp	Antwerp	TTS	2012년 12월 처음으로 TTS 방식 벙커링에 성공 2015년까지 항구에 출입하는 선박에 STS 방식으로 벙커링하기 위하여 Bunker Vessel의 디자인 및 건조 계약자 선정 중
독일	Antwerp	Elbehafen	TTS	2011년 11월부터 LNG 벙커링 서비스 시작

주: STS는 Ship to Ship, PTS는 Pipe to Ship, TTS는 Truck to Ship의 약자임.

자료: 에너지경제연구원, LNG 벙커링 가격 연구, 2013.12



〈표 2〉 LNG 병커링 수행 예정 및 진행단계 항구

국가	항구	진행단계
프랑스	Dunkirk	타당성 조사
에스토니아	Talinn	타당성 조사 및 파트너십 구축
벨기에	Zeebrugge	타당성 조사 및 운영모델 수립
폴란드	Swinoujscie	LNG 터미널 구축
스웨덴	Gothenburg	사업 수행 예정
덴마크	Hirtshals	LNG 터미널 구축
독일	Hamburg	타당성 조사
네덜란드	Rotterdam	MOU 체결
싱가포르	Singapore	EPC 계약 체결

자료: 에너지경제연구원, LNG 병커링 가격 연구, 2013.12

다. LNG 병커링 사업 구조

1) LNG 병커링 Value Chain

이론적인 LNG 병커링 Value Chain은 병커링용 LNG의 조달(Sourcing)과 LNG를 선박에 공급(Supply)하는 단계로 구분할 수 있다. 병커링용 LNG의 조달은 생산/수입과 수송 단계로 구분되며, 생산/수입한 LNG를 탱크로리, Bunker Vessel, 파이프라인 등을 통해 병커링 항구까지 수송하는 단계까지 포함한다.

병커링용 LNG의 공급은 병커링 항구까지 수송된 LNG를 탱크로리, Bunker Vessel, 파이프라인, 이동식 컨테이너 등을 통해 LNG를 연료로 사용하는 선박에 병커링을 수행하는 단계를 포함한다. 소규모 항

구에서는 탱크로리를 이용한 Truck to Ship(TTS) 방식으로 LNG추진 선박에 주입하며, 대규모 병커링 항구에서는 Bunker Vessel을 이용하여 LNG를 연료로 하는 선박에 병커링을 수행하는 Ship to Ship(STS) 방식으로 수행되고 있다.

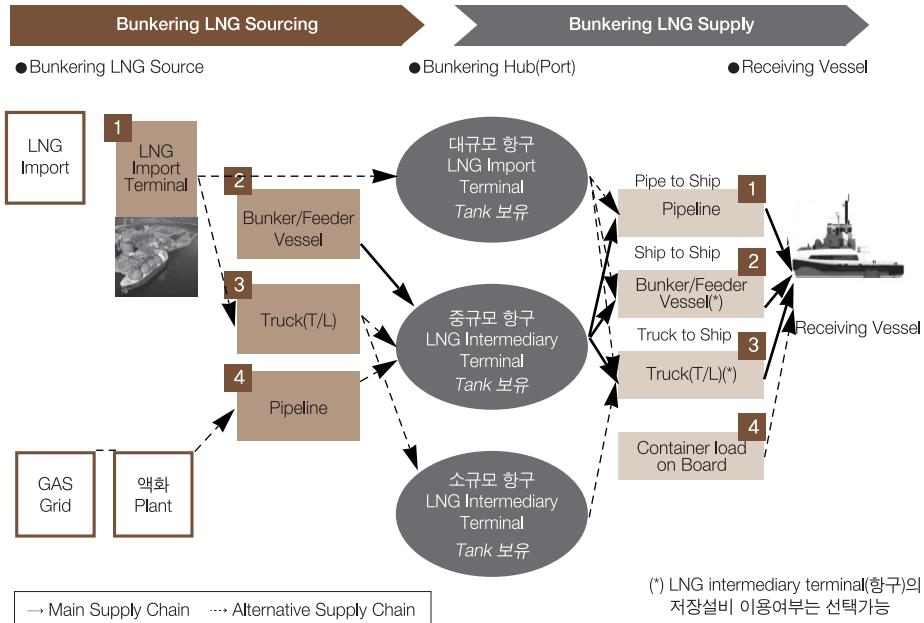
2) LNG 병커링 방식

LNG추진 선박에 LNG를 직접 공급하는 방법은 운송수단에 따라 Truck to Ship(TTS), Ship to Ship(STS), Pipe to Ship(PTS)⁴⁾ 등 3가지 방식으로 구분할 수 있다.

Truck to Ship 방식은 LNG 인수기지 인근 항구에서 100m³ 이하의 연료 탱크용량을 지닌 소형 LNG 추진 선박에 탱크로리를 통하여 LNG 병커링을 수행

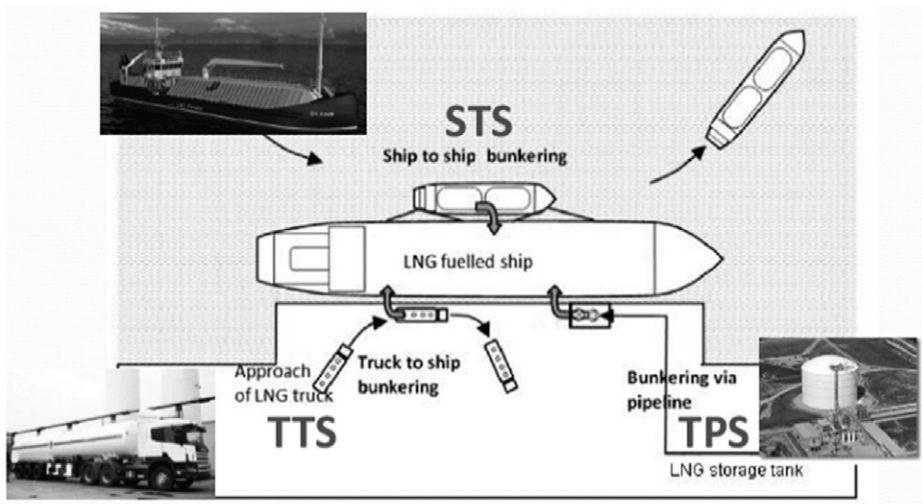
4) 해외 주요 보고서에서는 Terminal to Ship via Pipeline(TPS)로 표기하고 있으나, 본고에서는 LNG 배관을 하나의 수송매체로 보아 Pipe to Ship(PTS)로 표기함.

[그림 1] LNG 벙커링 Value Chain

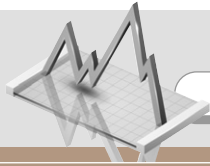


자료: 에너지경제연구원, LNG 벙커링 가격 연구, 2013.12

[그림 2] LNG 벙커링 방식



자료: Platts, LNG Bunkering, 2012.12



하는데 적합한 방식이다. Ship to Ship 방식은 100 m³ 이상의 연료 탱크용량을 지닌 대형 선박에 대한 병커링을 수행하는데 적합한 방법으로서 항구 및 공해상에서 Bunker Vessel을 이용하여 병커링을 수행하게 된다. Pipe to Ship 방식은 대규모 LNG 인수기지과 인접한 항구에 정기적으로 입항하여 100m³ 이상의 연료를 공급받는 대형 선박에 대한 병커링을 수행하는데 적합한 방법으로 해당 선박을 위한 전용 설비가 필요하다.

탱크용량이 100m³ 미만인 LNG추진 선박은 탱크로리를 이용한 Truck to Ship 방식의 병커링이 적합하며, 대형 선박의 경우 주로 Bunker Vessel을 이용한 Ship to Ship 방식의 병커링이 적합한 것으로 나타났다. DMA(Danish Maritime Authority)는 해당 지역 내에서만 운항하는 LNG추진 선박의 연료탱크 크기를 기준으로 적합한 LNG 병커링 방식을 제시한 바 있다.

〈표 3〉 연료탱크 규모별 적합 병커링 방식

탱크 규모(m ³)	~100	101~1,000	1,001~3,000	3,001~4,000	4,001~10,000
병커링 방식	TTS	STS / PTS	STS / PTS	STS	STS

주: STS는 Ship to Ship, PTS는 Pipe to Ship, TTS는 Truck to Ship의 약자임.

자료: 에너지경제연구원, LNG병커링 가격 연구, 2013.12

3. 주요 병커링 항구별 LNG 공급가격 추정

가. 분석대상 LNG 병커링 항구의 선정

LNG 병커링의 수요 및 공급측면에 대한 분석을 통해 LNG 병커링 항구의 잠재성 평가를 위한 검토 항목을 설정하고, 이를 기초로 분석대상 LNG 병커링 항구를 선정하였다.

1) 수요측면의 잠재성 평가

싱가포르항, 로테르담항, 푸자이라항, 부산항 등 세계 10대 병커링 항구는 풍부한 수요를 바탕으로 대규

모 LNG 병커링 수행이 우선적으로 고려될 수 있는 항구이다. 세계 최대 병커링 항구인 싱가포르항의 2010년 병커링 물량은 39백만 톤으로 전 세계 병커링 수요의 약 17%를 점하고 있다. 세계 상위 10대 병커링 항구는 전체 병커링 수요의 40% 정도를 차지하고 있으며 유럽, 중동 및 동아시아의 주요 통상로에 위치하고 있어 LNG 병커링이 해당 항구에서 보다 활발하게 진행될 것으로 기대된다.

세계 병커링 상위 10개 항구가 위치한 지점을 연결하는 주요 통상로에는 선박 이동량이 매우 많다. 벌크선, 유조선 등 대형 선박의 운항항로는 주로 북미, 유럽, 중동, 아시아 지역에 집중되어 있다. 이들 지역을 연결하는 주요 통상로의 선박 운항 횟수는 연간

5,000회 이상으로 LNG 벙커링 수요가 높게 나타날 것으로 기대된다.

또한 주요 통상로에 위치하고 있는 벙커링 항구 28 개 중 로테르담, 휴스턴을 포함하는 9개 항구는 배출 규제지역(ECA) 내에 위치하고 있으며, 해당 항구에서 LNG로의 벙커링 연료 전환이 보다 빠르게 진행될 것으로 예상된다. 즉, 배출규제지역(ECA) 내에 위치한 벙커링 항구에서는 오염물질 배출 규제로 인하여 LNG 벙커링 사업이 조기 도입될 가능성이 높으며, 규제의 강도가 높아질수록 LNG로의 벙커링 연료 전환이 가속화될 것으로 보인다.

2) 공급측면의 잠재성 평가

해상오염물질 배출규제지역(ECA)으로 지정되거나 국제 황함량 규제가 발효 중인 13개 항구 중 로테르담, 싱가포르를 포함한 5개 항구에서 LNG 벙커링 기반시설 건설이 진행 중에 있다. 이는 오염물질 배출규

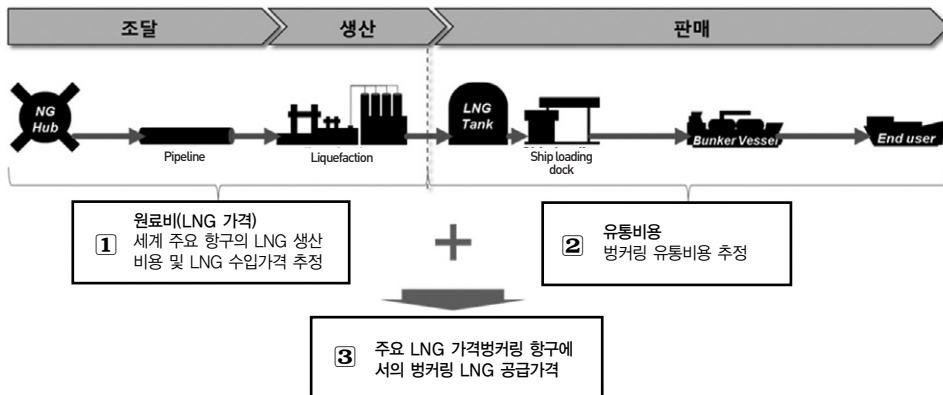
제가 LNG 벙커링 항구로의 전환을 가속화시키고 있음을 의미하며, LNG 벙커링 기반시설이 개발단계에 있는 항구들에서 LNG 벙커링이 빠른 시일 내에 수행될 것으로 예상된다.

LNG 벙커링 기반시설의 건설이 이루어지지 않고 있더라도, LNG 수입/수출 터미널이 인근에 위치한 석유 벙커링 항구는 LNG 공급 여건이 유리하여 잠재적인 LNG 벙커링 대상 항구가 될 수 있다. 북미(동부 지역), 유럽, 중동 및 아시아 지역의 주요 석유 벙커링 항구 인근에는 다수의 LNG 터미널이 위치하고 있다. 또한 LNG 터미널의 약 70%는 항구 내 또는 항구 인근에 석유벙커링 설비를 보유하고 있으며, 이러한 석유벙커링 항구에서 LNG 벙커링 수행이 보다 용이할 것으로 예상된다.

3) 분석대상 LNG 벙커링 항구 선정

본고에서는 LNG 벙커링의 수요 및 공급측면에 대

[그림 3] 벙커링용 LNG 공급가격 구성



자료: 에너지경제연구원, LNG 벙커링 가격 연구, 2013.12

한 분석을 바탕으로 주요 통상로에 위치하고 있는 기존의 석유병커링 항구 중 지역별로 대표성을 가질 수 있는 북미의 휴스턴항, 중동의 푸자이라항, 유럽의 로테르담항, 그리고 아시아의 싱가포르항을 분석대상 LNG 병커링 항구로 선정하였다.

나. 주요 병커링 항구별 LNG 공급가격 추정

주요 LNG 병커링 항구에서의 병커링용 LNG 공급 가격은 항구별 LNG 가격(원료비)에 LNG 병커링 유통 비용을 더하여 추정하였다. 항구별 LNG 가격은 LNG 병커링 Value Chain 상의 조달 및 생산과정에서의 비용 합으로 산정되고, 여기에 Ship to Ship 방식의 병

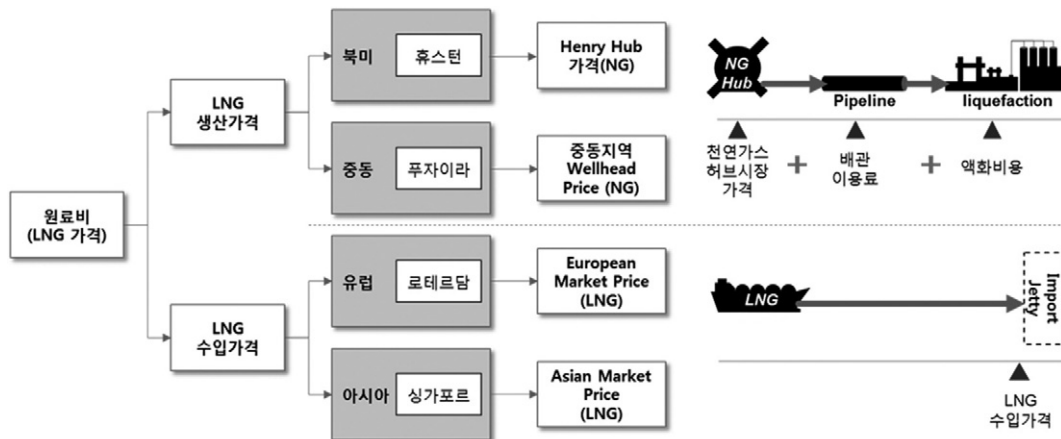
커링 유통비용을 가산하면 병커링용 LNG의 최종소비자 가격인 공급가격을 추정하는 것이 가능하다.

1) 병커링용 LNG 원료비 추정

병커링용 LNG 원료비는 지역에 따라 크게 LNG 생산가격과 LNG 수입가격으로 구분 가능하며, 휴스턴항의 LNG 원료비는 북미지역의 LNG 생산원가에 근거하여 추정하고 푸자이라항, 로테르담항, 싱가포르항은 LNG 수입가격을 LNG 원료비로 추정하여 비교하였다.

천연가스 생산지인 북미지역(휴스턴항)의 LNG 생산가격은 천연가스 허브시장 가격(Henry Hub Spot

[그림 4] 주요항구별 LNG 병커링 원료비 구성



자료: 에너지경제연구원, LNG 병커링 가격 연구, 2013.12

5) 배관이용료: 북미지역 \$1.00/MMBtu, 중동지역 \$2.83/MMBtu.

6) 액화비용(2010년 기준): 북미지역 \$2.13/MMBtu, 중동지역 \$2.81/MMBtu.

Price)에 배관비용⁵⁾과 액화비용⁶⁾을 더하여 추정하였고, 천연가스 생산지이지만 LNG를 수출하고 있는 중동지역(푸자이라항)의 LNG 가격은 수입가격 추정치를 적용하였다. LNG를 수입하여 사용하는 유럽(로테르담항)과 아시아지역(싱가포르항)은 LNG 수입가격을 적용하여 원료비를 추정하였는데, LNG 수입가격은 유럽 및 아시아지역 LNG 장기계약가격의 유가연동비율⁷⁾을 분석하고, 이를 EIA(미국 에너지정보청)의 국제유가(Brent유 기준) 전망치에 적용하여 LNG 수입지역 항구의 벙커링용 LNG 수입가격을 추정하였다.

천연가스 생산지인 북미지역의 LNG 가격은 비용 기준 가격결정방식(Cost-based Pricing)을 통하여 결정되고 있으므로, 인근 천연가스 허브시장(Henry Hub)의 천연가스가 배관을 통하여 액화플랜트로 수송되고, 수송된 천연가스를 액화하여 벙커링용 LNG가 생산된다고 가정한다.

전통적인 천연가스 생산지인 중동지역의 LNG 생산가격은 북미지역의 LNG 생산가격 결정방식과 유사한 방식을 적용하여 천연가스 생산가격에 배관비용 및 액화비용을 더하여 추정이 가능하지만, 중동지역에서는 수출가격보다 저렴한 가격에 벙커링 LNG를 공급할 유인이 존재하지 않으므로 중동지역의 LNG 수입가격을 원료비로 추정하였다.

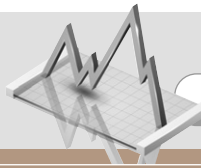
북미지역의 천연가스 허브시장 가격은 셰일가스 개발이 본격화되기 시작한 2008년 이후 시점부터 급격하게 낮아지기 시작하여 2012년 최저가를 기록하였으며, 2010년 \$4.46/MMBtu에서 2030년 \$5.40/

MMBtu로 서서히 상승할 것으로 전망된다. 생산된 천연가스를 액화설비까지 수송하기 위한 배관비용료는 북미지역의 경우 \$1.00/MMBtu이며, 전망기간 동안 동일한 것으로 가정하였다. 천연가스의 액화과정에서 9% 정도의 LNG가 소모되고 해당 원료비가 총 액화비용에 포함되므로, 천연가스 가격의 상승 전망에 따라 북미지역의 액화비용은 2010년 \$2.13/MMBtu에서 2030년 \$2.28/MMBtu로 증가할 것으로 전망된다. 비용 기준 가격결정 방식(Cost-based Pricing)을 통해 추산된 미국 휴스턴항의 LNG 생산가격은 천연가스 가격의 지속적인 상승 추세에 따라 2010년 \$7.59/MMBtu에서 2030년 \$8.68/MMBtu으로 상승할 것으로 예상된다.

중동지역(푸자이라항)의 벙커링용 LNG 원료비는, 쿠웨이트의 LNG 수입가격이 국제유가(Brent)의 10% 수준에서 결정된다는 사실에 기초하여 EIA의 국제유가(Brent) 전망치를 적용하여 산정하였는데, 2010년 \$8.13/MMBtu에서 2030년 \$13.05/MMBtu까지 상승할 것으로 전망된다.

수입 LNG에 의존하는 유럽 및 아시아지역의 주요 항구에서는 LNG 수입 터미널을 통해 조달한 LNG를 벙커링에 사용할 것으로 예상되므로 해당 지역의 LNG 수입가격을 원료비로 추정하였다. 유럽지역(로테르담항)과 아시아지역(싱가포르항)의 LNG 수입가격은 IHS CERA의 유럽 및 아시아의 장기 LNG 계약가격과 국제유가(Brent) 전망에 기초하여, 유럽 및 아시아의 LNG 수입가격의 유가연동비율을 분석하

7) 유가연동비율은 LNG 가격(USD/MMBtu)을 국제유가(Brent, USD/bbl)로 나눈 값을 비율로 표기한 것으로 LNG 가격이 국제유가의 몇% 수준에서 결정되는지를 알 수 있음. 예를 들어 IHS CERA의 2010년 유럽 LNG가격 8.2\$/MMBtu는 국제유가(Brent) \$81.19/bbl의 10.1% 수준에서 결정되고 있음을 나타냄.

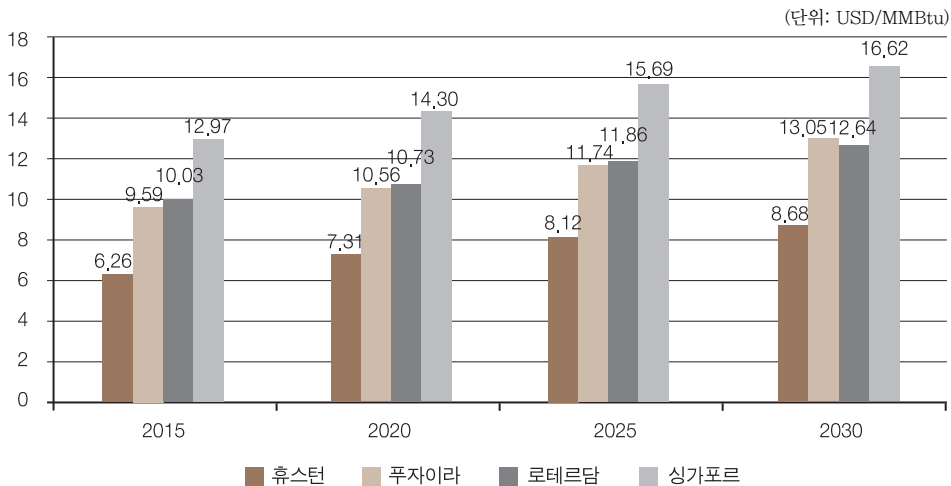


고, 이를 EIA의 국제유가(Brent) 전망치에 적용하여 LNG 수입지역 항구의 병커링용 LNG 원료비를 추정하였다.

IHS CERA는 유럽 및 아시아 LNG 가격을 장기계약가격(Long-term Price)과 시장가격(Market

Price)의 두 가지로 전망하고 있는데, 대체적으로 아시아 LNG 수입가격이 유럽의 LNG 수입가격에 비해 높은 수준에 거래되는 것으로 나타나고 있다. 유럽 장기계약가격은 아시아 장기계약가격에 비해 상대적으로 저렴한 것으로 나타나며, 2030년까지 이와 같은

[그림 5] 주요항구별 병커링용 LNG 원료비 전망



주: 2012년 불변가격 기준

자료: 에너지경제연구원, LNG 병커링 가격 연구, 2013.12

추세가 유지될 전망이다. 또한 유럽 및 아시아의 LNG 시장가격은 장기계약가격에 비해 가격의 변동폭이 큰 것으로 나타나며, 특히 아시아 LNG 시장가격은 2030년까지 등락을 반복하는 추세를 보일 것으로 예상된다.

IHS CERA의 유럽 및 아시아 LNG 장기계약가격(USD/MMBtu) 전망에 적용된 유가연동비율은 유럽이 약 10%, 아시아가 약 13% 수준이다. 로테르담항과 싱가포르항의 LNG 원료비는 2013년 이후 2030

년까지 지속적인 상승세를 보여, 로테르담항은 2010년 \$8.21/MMBtu에서 2030년 \$12.64/MMBtu로, 싱가포르항은 2010년 \$11.02/MMBtu에서 2030년 \$16.62/MMBtu로 상승할 것으로 전망되며, 싱가포르항의 LNG 원료비가 로테르담항의 LNG 원료비에 비해 높은 가격에 거래될 것으로 예상된다.

주요 병커링 항구별 LNG 원료비 전망치를 비교한 결과, 싱가포르항이 가장 높고 휴스턴이 가장 낮을 것으로 예상되며, 국제유가 및 천연가스 가격의 장기적

상승 추세에 따라 모든 항구의 LNG 원료비가 지속적으로 상승할 것으로 전망된다.

LNG 장기계약가격에는 천연가스 가격에 지역별 특성으로 인한 프리미엄과 LNG 수송비용이 더해지기 때문에, 천연가스 생산지의 LNG 가격이 수입지역의 LNG 가격에 비해 저렴하게 나타나는 것이 일반적이다. 아시아 LNG 장기계약가격은 아시아 프리미엄과 장거리 수송으로 인하여 타 지역에 비해 높은 가격에 거래되는 것으로, 유럽지역은 천연가스 허브시장이 발달되어 있고 에너지자원 활용을 위한 기반시설이 잘 마련되어 있으며, 노르웨이 및 북해 유·가스전에서 천연가스가 생산되는 등 아시아 지역보다 저렴하게 LNG를 확보할 수 있는 여건이 조성되어 있다. 푸자이라항의 LNG 원료비는 로테르담항의 LNG 원료비와 유사한 수준에 거래될 것으로 보이는데, 이는 중동지역 LNG 수입가격의 유가연동비율 적용치(10%)가 유럽 LNG 장기계약가격의 유가연동비율과 유사한 것에 기인하는 것이다.

2) LNG 벙커링 유통비용 추정

LNG 벙커링 유통비용은 하역비용, 선적비용, Bunker Vessel 운송비용을 가산하여 추정하였는데, LNG 수입지역(로테르담항, 싱가포르항, 푸자이라항)의 유통비용 산정시에는 하역비용 및 선적비용을 모두 반영하고, 천연가스 생산지(휴스턴항)의 경우에는 선적비용만을 반영하였다.

선적비용 및 하역비용은 프랑스, 벨기에, 스페인 등 LNG 인수기지에서 관련 업무를 수행하고 있는 기업들의 비용 자료를 근거로 산정하였는데, 하역비용은 \$0.30/MMBtu, 선적비용은 \$0.50/MMBtu를 적용

하였다. 그러나 향후 LNG 벙커링을 위한 실제 설비의 구축 및 운영이 이루어지는 단계에서는 해당 유통비용 항목에 대한 재검토가 필요하다.

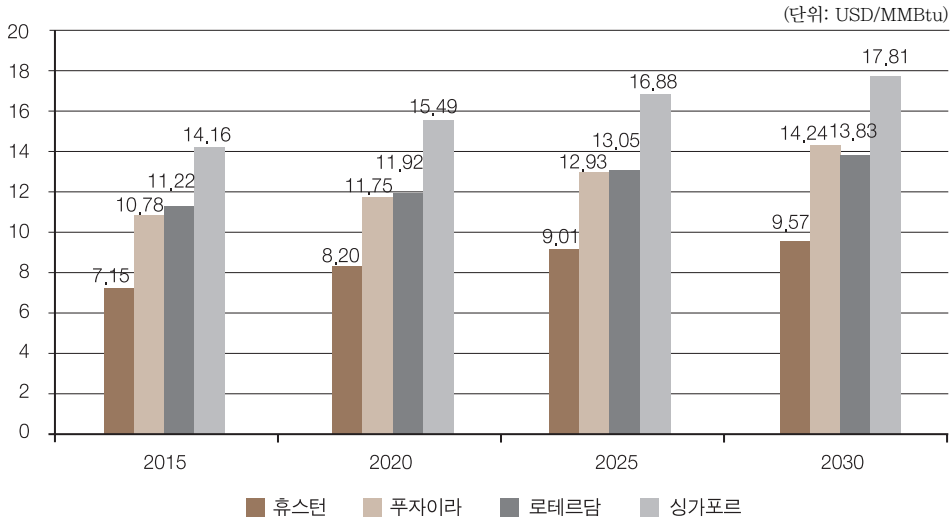
Bunker Vessel 운송비용 추정을 위해서는 투자비, LNG 저장용량, 운영비 등에 대한 자료가 필요한데, 현재로서는 이에 대한 이용가능한 자료가 매우 제한적이다. 본고에서는 대규모 선박용 Bunker Vessel(LNG 저장용량 10,000m³ 기준)의 투자비에 대해 내용연수 20년, 할인율 6% 기준으로 연간균등가치법(AEV)을 적용하여 연간 고정비용을 산정하고, 이용률 50% 전제 하에서 운송거리에 비례하여 발생하는 원료비를 가산하여 연간 총비용을 산정한 후, 연간 총비용을 연간 운송물량으로 나누어 Bunker Vessel 운송비용을 \$0.39/MMBtu로 추정하였다.

LNG 벙커링 유통비용은 천연가스 생산지역 항구의 경우 선적비용과 운송비용을 합한 \$0.89/MMBtu로 추정되었고, LNG 수입지역 항구의 경우는 하역비용에 선적비용과 운송비용을 더한 \$1.19/MMBtu로 추정되었다.

3) 벙커링용 LNG 공급가격 전망

주요항구별 벙커링용 LNG 원료비와 유통비용을 더하여 추정한 LNG 공급가격은 해당 가격의 대부분을 차지하는 LNG 원료비 전망과 동일하게 2030년까지 지속적인 상승 추세를 보일 것으로 예상된다. 원료비가 낮고 별도의 하역비가 소요되지 않는 휴스턴항의 LNG 공급가격이 가장 낮고 싱가포르항이 가장 높으며, 로테르담항과 푸자이라항은 비슷한 수준을 보일 것으로 전망되었다.

[그림 6] 주요항구별 벙커링용 LNG 공급가격 전망



주: 2012년 불변가격 기준

자료: 에너지경제연구원, LNG 벙커링 가격 연구, 2013.12

4. 주요 벙커링 항구별 벙커링 연료별 가격 경쟁력 비교

다음으로는 벙커링용 LNG와 기존 벙커 연료유(IFO 380, IFO 180, MDO, MGO)와의 가격경쟁력을 비교하기 위해, 분석대상 벙커링 항구별로 기존 벙커 연료유의 가격을 전망하였다.

기존 벙커 연료유의 가격 전망은 각 항구별 벙커 연료유의 월별 최종소비자가격(Delivered Price, 유통비용 포함 가격)과 월별 국제유가 실적치와의 회귀분석을 통해 국제유가와 기존 벙커 연료유 가격 간 상관

관계를 도출하고, EIA의 국제유가(Brent유 기준) 가격 전망치를 대입하여 기존 벙커 연료유의 가격을 전망하였다.

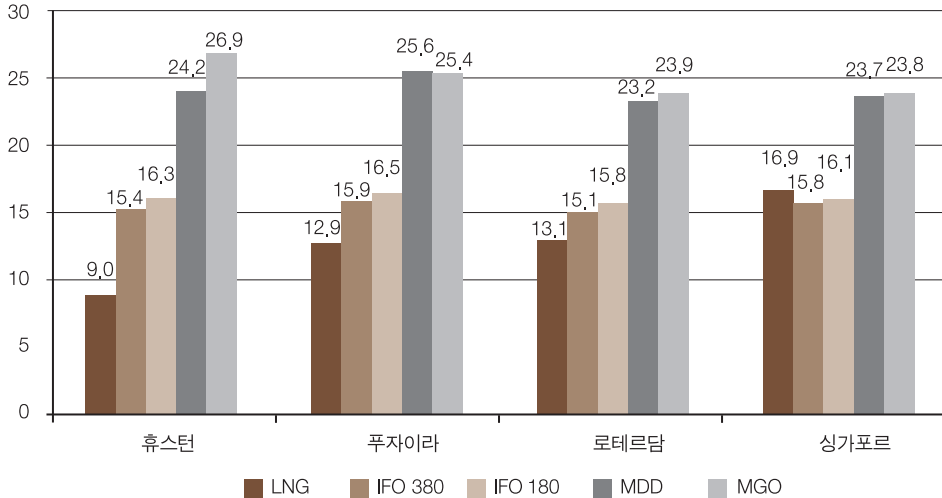
가. 주요항구별 벙커링연료 간 가격경쟁력 비교

휴스턴항에서는 LNG가 다른 벙커링 연료에 비해 상당한 가격경쟁력을 보유하는 것으로 나타나며, LNG의 가격경쟁력은 배출규제지역(ECA) 지정 등의 규제적 요인⁸⁾과 함께 휴스턴항의 LNG 벙커링 사업 활성화에 기여할 것으로 예상된다. 휴스턴항의 LNG

8) 배출규제지역(ECA)에서 IFO 380을 연료로 사용하는 대형 선박은 배출저감장치 및 SCR 장치가 의무화되어 있고, 환경오염에 대한 벌금(Penalty)을 지불해야 하는 등 추가적인 비용이 소요되는데 비해, LNG로 연료를 전환하게 되면 배출저감장치 및 SCR 장치로 인한 투자비 및 운영비, 벌금에 대한 추가적인 지출이 없게 됨.

[그림 7] 주요 항구별 벙커링 연료의 공급가격 전망(2025년)

(단위: USD/MMBtu)



자료: 에너지경제연구원, LNG 벙커링 가격 연구, 2013.12

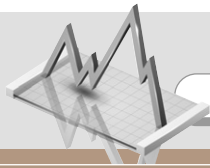
공급가격은 IFO 380의 43.5% 수준(2012년 기준)으로 매우 저렴한 가격에 공급이 가능하므로 선박용 연료로서 LNG가 상당한 매력을 지니고 있다고 할 수 있다.

푸자이라항에서는 LNG가 타 벙커링 연료에 비해 가격경쟁력을 보유하고 있으나, 배출규제지역(ECA) 지정 등 규제의 적용을 받지 않고 유럽의 로테르담항과 유사한 가격 수준에서, LNG가 거래되는 등 LNG 벙커링 활성화 유인이 휴스턴항에 비해 높지 않을 것으로 예상된다. 2012년 푸자이라항의 LNG 공급가격은 IFO 380의 76.3% 수준으로 추정된다.

유럽은 배출규제지역(ECA) 지정 등 환경규제의 강화로 인해 LNG 벙커링 사업에 대한 관심이 높으며, 소규모 LNG추진 선박을 대상으로 한 LNG 벙커링 사업이 가장 초기에 도입된 지역이지만, 로테르담항

의 경우 LNG가 IFO 380에 비해 가지는 가격경쟁력은 휴스턴항의 LNG가 가지는 가격경쟁력에 비해 낮은 수준이다. 2012년 로테르담항의 LNG 공급가격은 IFO 380의 79.3% 수준으로 추정된다.

싱가포르항의 벙커링 LNG 공급가격은 지속적으로 IFO 380에 비해 높은 가격에 거래될 전망이며, LNG 수입가격의 상승세가 둔화됨에 따라 서서히 IFO 380 가격에 접근하는 양상을 보일 것으로 전망된다. 싱가포르항은 현재 배출규제지역(ECA)로 지정되어 있지 않지만, 2020년 선박용 연료에 대한 환경규제가 적용될 것으로 예상되며, 2015년부터 LNG 벙커링을 개시할 계획으로 있으나, LNG가 IFO 380에 비해 높은 가격에 거래될 것으로 예상되는 등 연료가격 측면에서 가격경쟁력이 다른 주요 항구들에 비해 낮은 것으로 나타났다.



나. 주요항구별 벙커링 연료 공급가격 전망 분석 결과

주요 벙커링 항구 내에서 선박용 연료간 공급가격(2012년 기준)을 비교한 결과 싱가포르항을 제외한 모든 항구에서 LNG가 기존의 해상 연료유에 비해 가격경쟁력을 가지는 것으로 나타났다.

천연가스 생산지 항구이자 선박용 연료에 대한 환경규제가 적용중인 휴스턴항은 전통적 벙커링 연료에 비해 상당한 가격경쟁력을 보유하는 것으로 분석되며, 이는 휴스턴항의 LNG 벙커링 활성화의 주요 원인으로 작용할 수 있을 것이다.

전통적인 천연가스 생산지 항구인 푸자이라항의 LNG 공급가격은 유럽 LNG 장기계약가격과 유사하게 국제유가(Brent)의 10% 수준에 결정되는 역내 LNG 수입가격을 적용하게 될 것으로 예상되며, IFO 380에 비해 저렴한 가격에 거래될 전망이나 LNG 벙커링 활성화 가능성은 휴스턴항에 비해 낮은 수준이다.

유럽의 로테르담항은 천연가스 허브시장이 발달되어 있으며 노르웨이 및 북해 등 천연가스 생산지 인근에 위치하고 있어 벙커링용 LNG 공급가격이 IFO 380에 비해 상대적으로 저렴하고, 환경규제의 강화와 LNG 벙커링 사업이 다른 지역에 비해 일찍 시작되어 초기에는 LNG 벙커링 사업을 주도할 것으로 전망된다.

싱가포르항에서는 LNG 가격이 지속적으로 IFO 380에 비해 높은 수준으로 거래될 것으로 예상되고, 향후 LNG 공급가격의 증가세가 둔화되며 IFO 380 가격과의 격차가 줄어들겠지만, LNG의 가격경쟁력이 낮아 LNG 벙커링의 매력도가 다소 떨어지는 지역이

다. 그럼에도 불구하고 싱가포르항은 세계 최대의 벙커링 항구이자 주요 통상로에 위치하고 있어, 장기적으로는 LNG 벙커링 사업이 점차 활성화될 것으로 예상된다.

5. 결론 및 시사점

향후 선박에 대한 환경규제가 강화될 것으로 예상됨에 따라 LNG 벙커링 시장도 크게 확대될 것으로 전망된다. 본 연구의 분석에 의하면, 벙커링용 LNG 가격은 기존의 선박연료유에 비해 가격경쟁력을 가지나, LNG추진 선박의 높은 초기투자비를 감안할 경우 주종 선박연료인 IFO에 비해서는 종합적인 가격경쟁력이 열위에 있고 이러한 상황은 향후에도 지속될 것으로 보인다.

벙커링용 LNG 공급가격의 90% 내외를 차지하는 원료비의 경우, 북미나 유럽지역의 천연가스 가격은 수급상황을 반영하는 방식으로 가격결정방식이 전환되고 있는 반면, 아시아지역은 원유가격에 연동하는 가격결정 방식이 지속될 가능성이 있다. 아시아 지역에 위치한 우리나라는 유럽, 중동, 북미 등의 주요 벙커링 항구와 비교하여 벙커링용 LNG의 가격경쟁력이 낮을 것으로 예상되므로, 벙커링용 LNG 수요확대는 한계가 있을 것으로 판단된다. 따라서 향후 LNG 벙커링 시장의 확대에 대비하여 LNG 벙커링 관련 산업(LNG추진선 건조, 엔진 개발, 벙커링 인프라 구축 등)에의 진출 노력을 기울일 필요가 있다.

참고 문헌

〈국내 문헌〉

- 김성배, 선박용 연료유의 가격변동요인에 관한 연구, 2013.2
- 에너지경제연구원, 세일가스 개발 전망, 관련산업 파급효과 및 정책방향, 2012.11
- 이은명 외, LNG bunker링 가격 연구, 에너지경제연구원, 2013.12
- 한국해양수산개발원, LNG추진 내항선 활성화 여건과 전망, 2013.11

〈외국 문헌〉

- Clarkson, Shipping Review Outlook, 2013
- DMA, North European LNG Infrastructure Project – A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations, 2012
- DNV, Effective LNG distribution system for gas fuelled ships, 2012
- EIA, Annual Energy Outlook 2013, 2013.4
- FGE, Asian natural gas, 2012.8.23
- Fluxys, LNG Terminalling Programme, 2013
- _____, Risk Assessment Study : Supplying Flemish ports with LNG as a marine fuel, Analysis of the external human risks, 2012
- Gasnor, Green Shipping—using LNG as Fuel for Vessels, 2012.10.31
- GLE, GLE Position Paper: Overcoming barriers in the Small Scale LNG development, 2013.7
- IHS CERA, Integrated North American Power,

North American Natural Gas, Global LNG, and Global Oil Roundtable, 2012.11

Lars Persson, “Replicating the successes and Technologies used in developing the World’s First LNG Bunkering Boat,” LNG Fueled Shipping Conference 19th, 2013.2

Lloyd’s Register EMEA, LNG Bunkering Infrastructure Study, 2012.2

_____, LNG-fuelled deep sea shipping, 2012.8

Pace Global, LNG Bunkering Opportunities, 2013.2

Platts, LNG Bunkering, 2012.12

Schier M., The Small-Scale LNG Chain, from liquefaction via receiving to bunkering, 2013.10

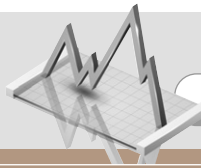
Stanersen D., “Alternative Fuels for maritime Transport Gas Fuelled Ships,” MARINTECK, 2012.6

TOTAL, LNG as Marine Fuel Challenges to be Overcome, 2013.4

Wartsila, LNG AS A BUNKER FUEL, 2012.5

Yves Bui, “Analysis LNG Bunkering in North Europe,” LNG Journal conference, 2012.3

日本船舶輸出組合, “ジャパン・シップ・センタ,” LNG 燃料船の建造需要予測(2012~2024年)調査, (財)日本船舶技術研究協會, 2013.3



〈웹사이트〉

Bunkerworld 홈페이지, <http://www.Bunkerworld.com/>

elengy 홈페이지, <http://www.elengy.com/en/>

FLUXYS 홈페이지, <http://www.fluxys.com/>

투데이에너지 홈페이지, <http://www.todayenergy.kr/>