

## 부산항의 LNG 벙커링 가격 경쟁력 확보 방안\*

김근섭\*\*

### A Study on Price Competitiveness for LNG Bunkering in the Busan Port

KIM, Geun-Sub

#### Abstract

LNG(Liquefied Natural Gas) bunkering has become an important issue with the enforcement of environment regulations in shipping industry required by the International Maritime Organization (IMO). With increased attention on LNG bunkering, many studies that focus on safety, regulation, demand forecasting, and the feasibility of LNG fueled ships have been carried out. However, most of the existing research has not included considerations of the price of LNG bunkering and its competitiveness. This paper, therefore, suggests ways to increase price competitiveness in the LNG bunkering market in the Busan Port. This paper analyzes the LNG bunkering supply mechanism by investigating various LNG bunkering terminal business in the LNG supply market. Factors that determine LNG bunkering price and its elasticity are also identified. Market players who want to operate LNG bunkering terminals in the Busan Port should introduce a merchandising trade method that is able to exclude the "Korea premium" in order to increase price competitiveness. This paper also suggests adoptable strategies such as the use of TPS (Terminal to Ship via Pipeline) type of bunkering service and the importance of location for minimizing initial investment cost.

*Key words: LNG Bunkering, Busan Port, Price Competitiveness, LNG Bunkering Supply Mechanism*

▷ 논문접수: 2016. 02. 22.      ▷ 심사완료: 2016. 03. 14.      ▷ 게재확정: 2016. 03. 22.

\* 『이 논문은 2015년 한국해양수산개발원의 「LNG 추진선 도입에 따른 항만의 대응전략」 연구의 내용을 일부 수정·보완하여 작성한 것임』

\*\* 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원, gskim@kmi.re.kr

## I. 서론

환경오염에 따른 기후변화의 심각성이 대두됨에 따라 온실가스 및 유해가스 배출에 대한 환경규제가 강화되고 있으며, 해운 분야로 규제 범위가 확대되고 있다. 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)의 해양환경보호위원회(MECP)에서 2008년 7월부터 온실가스 배출규제에 대한 논의가 시작되었으며(국토해양부, 2009: 10), 2011년 7월 국제협약을 채택하여 현재까지 각종 규제 정책을 강화하고 있다. IMO는 2005년 MARPOL 부속서 VI에 따라 전 세계 선박연료유의 황 함유량을 4.5% $m/m$ 으로 제한하였으며, 1.5% $m/m$ 으로 규제를 더욱 강화한 배출 제한 지역(ECAs, Emission Control Areas)을 지정하였다. 이후 2012년부터는 선박연료유의 황 함유량을 3.5% $m/m$ 으로 제한하고, 2018년에 저유황 연료유에 대한 대체 가능성 검토결과에 따라 황 함유량을 0.5% $m/m$ 으로 강화할 시기를 2020년 또는 2025년으로 결정할 예정이다.

이와 같이 점차 강화되는 세계적인 환경규제에 대응하기 위해 해운·조선업계도 선박의 배출가스를 줄이기 위한 다양한 방안을 검토하고 있다. 선박 연료유를 기존 중유(HFO, Heavy Fuel Oil)에서 LNG 또는 저유황유(LSFO, Low Sulfur Fuel Oil)로 변경하거나 기존 HFO의 배출가스를 정화하는 후처리설비(Scrubber) 등을 추가 설치하는 대안이 검토되고 있다. 이 중 LNG가 개조비용 등 초기 투자비가 높고 연료탱크의 부피로 인해 화물 적재 공간이 축소되는 단점이 있음에도 불구하고, 저렴한 연료비용, 가격의 안정성 및 별도의 추가 설비 설치가 필요 없어 가장 이상적인 대안으로 평가되고 있다. 따라서 최근 다양한 선종의 LNG 추진선박 발주도 증가하고 있는 상황이다.

이에 싱가포르항, 로테르담항, 앰트위프항, 닝보·저우산항 등 세계 주요 항만들도 LNG 병커링

터미널을 경쟁적으로 구축하고 있으며, 최근 부산항도 LNG 병커링 터미널의 개발을 준비하고 있다. 이는 신흥시장(Emerging Market)인 LNG 병커링 사업은 초기에 시장을 주도적으로 형성하는 국가 또는 기업의 시장 지배가 가능하기 때문이다(강호근 외, 2012:100). 특히, 가격 경쟁력 확보는 초기 수요를 안정적으로 확보할 수 있으며, 가격 격차가 지속적으로 유지된다면 시장이 안정적으로 형성된 이후에도 유리한 입지를 확보할 수 있어 병커링 시장에서 가장 중요한 요인이다. 따라서 부산항이 성공적인 LNG 병커링 허브로 자리 잡기 위해서는 가격경쟁력을 확보할 수 있는 방안에 대한 연구가 필수적이다. 그러나 현재까지 LNG 병커링 시장에서 부산항이 가격경쟁력을 확보할 수 있는 방안에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 부산항의 LNG 병커링 사업이 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 방안을 모색하기 위해 LNG 병커링의 사업 구조와 가격 결정 구조를 분석하고, 이를 바탕으로 LNG 도입가격 및 병커링 방식별 가격을 경쟁항만과 비교하였다. 이를 위한 본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 LNG 병커링과 관련된 선행연구를 검토하고, III장에서는 LNG 병커링 사업 및 가격 구조를 분석한다. IV장에서는 부산항 LNG 병커링 사업의 가격 경쟁력을 확보하기 위한 방안을 제시하고, 마지막으로 V장에서는 결론을 제시한다.

## II. 선행연구

현재 LNG 병커링과 관련한 연구는 폭넓게 이루어지지 않고 있으며, 대부분의 연구가 LNG 병커링 선박, 안전 및 관련 법규, 수요 추정 등 특정분야를 중심으로 진행되고 있다.

우선, 국내연구로서 서선애·조성우(2014)는 해상부유식 LNG 병커링 시스템 R&D 사업의 경제적 타당성을 분석하였다. 연구 결과, 시장점유율과

R&D 기여도에 따라 B/C 값이 1.679~2.516으로 분석되어 사업의 추진과정에서 비용이 증가하지 않도록 관리하고, 시장점유율 및 R&D 기여도를 정상적인 수준으로 유지할 것을 제안하였다.

장갑만 외(2011)는 LNG 추진선박의 운행현황과 LNG 병커링의 타당성을 연구하였다. 국내 LNG 추진선박 및 LNG 병커링과 관련된 법규의 타당성 검토와 고정식, 병커링 선박, 이동식 탱크로리 등 병커링 서비스 방식에 대한 고찰이 이루어졌다.

윤성태 외(2013)는 해상 LNG 병커링 터미널의 개념설계에 대한 연구를 수행하였다. 설계요구사항을 안정성, 경제성, 주요기능의 세 관점으로 구분하여 정리하였으며, 각 관점에서 제기된 이슈를 바탕으로 개념설계를 제안하였다.

배정훈 외(2014)는 LNG 병커링 시 누출로 인한 사고 위험에 따른 안전설계의 필요성을 인지하고, 부산항 신항에서의 Ship to Ship 병커링의 위험도를 정성적, 정량적으로 분석하였다.

LNG 병커링 협의체(2013)는 싱가포르항, 푸자이라항, 로테르담항, 휴스턴항 등 주요 항만에 대한 LNG 병커링 가격 추정을 위해 LNG 천연가스 공급방식, LNG 천연가스 가격전망 등을 수행하였다. 그러나 이 연구의 LNG 병커링 가격추정은 LNG 인수기지에서 병커링 선박을 이용하는 방식에 한정하여 해외항만의 가격만을 추정하여, 주요항만과의 경쟁상황을 고려한 가격비교를 통해 우리나라 항만의 LNG 병커링 가격 경쟁력 수준에 대한 내용은 포함하지 못했다.

해외연구의 경우 수요 추정을 중심으로 많은 연구가 수행되었다. Lloyd's Register(2012)는 선종별로 중장기 LNG 추진 선박의 신조 척수를 전망하고, 이를 바탕으로 시나리오별 전 세계 LNG 병커링 수요를 전망하였다. 시나리오에 따라 2012~2025년 기간 동안 전 세계 LNG 병커링 수요는 700만 톤~6,580만 톤으로 추정하였다. Verhs, T. (2014)는 2030년 기준 전 세계 LNG 병커링 수요

를 3,360만 톤~6,500만 톤으로 추정하였다. Choudhry, I.(2015)는 아시아의 LNG 병커링 수요가 약 900만 톤에 도달할 것으로 예상했으며, 특히 아시아 LNG 병커링 수요의 90%가 컨테이너 선박에서 발생할 것으로 전망했다.

이상의 검토와 같이 현재까지 LNG 병커링 터미널의 운영 및 우리나라 주요항만의 LNG 병커링 가격경쟁력 수준과 관련한 연구는 없는 실정이다. 그러나 LNG 병커링 터미널의 성공적인 운영 및 경쟁력 확보를 위해서는 그 무엇보다 가격경쟁력을 확보하는 것이 중요하다. 따라서 부산항이 LNG 병커링 시장에서 가장 중요한 가격경쟁력을 확보할 수 있는 방안을 검토한 본 연구는 그 의미가 매우 크다고 할 수 있다.

### III. LNG 병커링 사업 구조 및 가격 구조

#### 1. LNG 병커링 사업 구조

LNG 병커링 사업에는 <그림 1>과 같이 LNG 생산자, 운송사업자, 터미널 운영사, 병커링 사업자, 고객인 선사 등 다양한 사업자가 참여하고 있으며, 사업 구조에 따라 참여하는 사업자의 수가 달라질 수 있다.

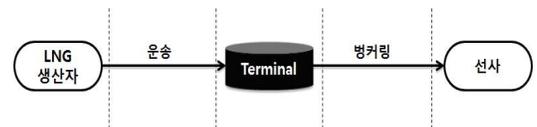


그림 1. LNG 병커링 사업 구조

자료: 저자 작성.

LNG 병커링의 사업구조는 크게 3가지 유형(Type)으로 구분할 수 있으며 각각의 유형은 다음과 같다.

우선, Type I은 <그림 2>와 같이 LNG 병커링 공급체인의 모든 주체가 참여하는 사업구조이다.

고객인 선사와의 LNG 공급 계약 체결은 LNG 생산자(Type I-a) 또는 LNG 터미널 사업자(Type I-b)가 하고, 선사와 공급 계약을 체결한 사업자가 공급망의 다른 사업자와 개별 계약을 체결하는 형태이다. 그 중 Type I-a의 경우에는 LNG 생산자가 선사와의 대규모 공급 계약을 직접 체결하기 때문에 공급단가를 낮출 수 있는 장점이 있다. Type I-b는 기존 발전용 및 가정용 LNG 공급 사업자들이 LNG 벙커링 사업을 추진할 경우 전환이 용이하며, 소형 선대를 대상으로 사업을 추진할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 사업구조는 많은 사업자 참여하고 있어, 이로 인해 발생하는 마진(Margin)의 증가로 LNG 벙커링 가격을 상승시키는 단점이 있다.

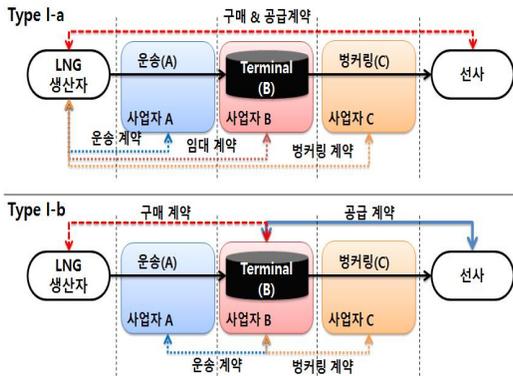


그림 2. LNG 벙커링 사업 구조(Type I)

자료: 저자 작성.

Type II는 <그림 3>과 같이 사업자 A가 LNG 생산자와 구매 및 운송계약을 체결하고, 선사와는 공급계약을 체결하는 구조이다. Type II의 사업자 A는 일반적으로 컨소시엄 형태로 구성되어 있으며, 생산을 제외한 구매, 운송, 터미널운영, 벙커링 서비스 등의 업무를 수행하는 주체들이 컨소시엄에 참여하고 있다. 이 사업구조는 유통단계를 단순화하여 마진을 최소화할 수 있는 장점이 있기 때문에 싱가포르, 로테르담항, 지브게항 등 주요 LNG 벙커링 항만에서 일반적으로 이용하고 있는 구조이다.

포르항, 로테르담항, 지브게항 등 주요 LNG 벙커링 항만에서 일반적으로 이용하고 있는 구조이다.

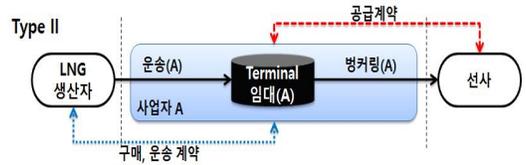


그림 3. LNG 벙커링 사업 구조(Type II)

자료: 저자 작성.

Type III은 Type II와 유사한 구조이나 구매, 운송, 터미널 운영 등을 하는 주체로 구성된 컨소시엄인 사업자 A와 벙커링 서비스만을 하는 사업자 C가 구분되어 있는 유형이다. 이러한 Type III의 구조는 널리 사용되지 않고 일부 항만에서만 적용되고 있다.

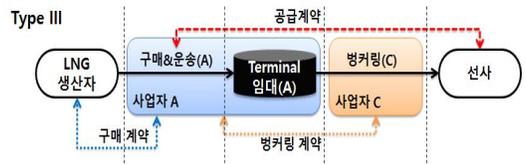


그림 4. LNG 벙커링 사업 구조(Type III)

자료: 저자 작성.

## 2. LNG 벙커링 가격 구조

LNG 벙커링의 가격을 비용관점에서 보면 <그림 5>와 같이 크게 도입비용과 도입 이후 비용으로 구분할 수 있다. 우선, 도입비용은 생산비용(LNG 생산자 관점에서는 공급가격)과 운송비용을 포함한다. LNG 공급 가격의 결정은 주로 유가연동제, 현물가연동제 및 두 가지 방식이 혼합된 하이브리드 방식을 이용하고 있다. 유가연동제는 유가나 정제유의 가격과 연동하여 LNG 공급가격을 결정하는 방법이며, 현물가연동제는 현물시장에서 수요와 공

급에 따라 공급가격을 결정하는 방식이다(IEA, 2014:44). 운송비는 세부적으로 연료비, 용선료, 기화손실액, 항만이용료 등으로 구분할 수 있으며, 운송경로에 따라 운하이용료, 쇄빙선 이용료 등이 추가된다(IEA, 2014:50).

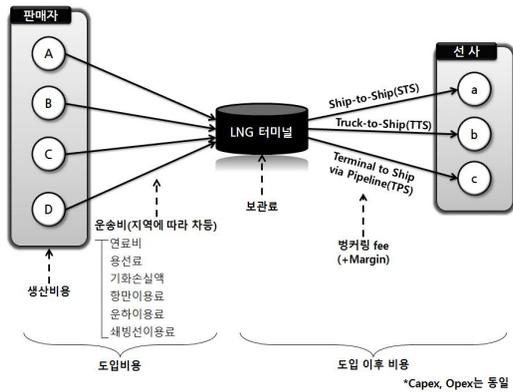


그림 5. LNG 병커링 가격 구조

자료: 저자 작성.

LNG 도입 이후 비용은 양적하비용, 보관비용, 병커링 비용으로 구분할 수 있다. 양적하비용과 보관비용은 사업 구조 및 시장 구조에 따라 전략적으로 통제가 가능하다. 병커링 비용은 병커링 방식에 따라 설비 및 운영 비용의 차이가 발생한다. 병커링 방식은 일반적으로 Truck to Ship(TTS),

Ship to Ship(STS), Terminal to Ship via Pipeline (TPS)로 구분되며, 각각의 방식에 따른 장단점은 <표 1>과 같다. TTS 방식은 탱크로리를 이용하여 병커링을 하는 방식으로 소량 병커링에 용이하며, 인천항만공사의 예코누리호가 TTS 방식으로 연료를 공급하고 있다. STS는 선박을 이용하여 병커링을 하는 방법으로 TTS에 비해 병커링 시간의 단축과 대량을 병커링이 가능하여 가장 널리 적용되고 있으나, 병커링용 선박 건조를 위한 초기 투자비가 많이 소요되고 적하 및 선박운송비 등 추가적인 운영비용이 소요되는 단점이 있다. TPS 방식은 병커링 장소가 항내 특정 지역에 고정되어 다른 방식에 비해 유연성은 낮으나, 급속 및 대용량 급유가 가능하고 운영비용이 STS 방식에 비해 상대적으로 낮다는 장점이 있다.

#### IV. 부산항의 LNG 병커링 가격 경쟁력

본 연구의 LNG 병커링 가격 경쟁력은 경쟁항만과의 상대적인 경쟁력을 말한다. 따라서 본 연구에서는 싱가포르항을 부산항의 경쟁항만으로 설정하였다. 싱가포르항을 경쟁항만으로 선정한 이유는 LNG 병커링의 고객을 초대형 컨테이너선을 운영하는 글로벌 선사를 대상으로 하고자 하기 때문이다. 이러한 관점에서 중국의 LNG 병커링 정책은

표 1. 병커링 방식별 장단점

구분	Ship to Ship(STS)	Truck to Ship(TTS)	Terminal to Ship via Pipeline(TPS)
장점	유연성	유연성	가용성
	고속 급유	저비용(초기투자비, 운영비)	대용량 병커링 가능
	대용량 병커링 가능		급속 급유 가능
	해상급유 가능		
단점	항내 운항	소량 병커링	부두에 고정
	고비용(초기투자, 운영비)	저속 급유	터미널 공간 점유

자료: Danish Maritime Authority, North European LNG Infrastructure Project - A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations, 2012, p.85.

외항선박보다는 장강에서 운항하는 선박을 중심으로 하고 있고, 일본항만은 초대형선이 대규모로 기항할 가능성이 낮을 것으로 판단하여 비교 대상에서 제외하였다.

### 1. 벙커링의 가격의 특성

LNG 벙커링의 가격경쟁력을 검토하기 이전에 기존 벙커링 가격의 특성을 살펴본다. 그 이유는 LNG 벙커링 가격경쟁력 확보방안을 도출하기 위해서는 기존 벙커링 시장에서 형성되는 가격의 특성을 파악하는 것이 중요하고, 현재 시장이 형성되지 않은 LNG 벙커링 시장도 기존 벙커링 시장의 특성과 유사할 것으로 판단되기 때문이다.

MFO 380 기준 싱가포르의 벙커링 가격과 한국의 벙커링 처리량을 기준으로 가격 탄력성을 추정한 결과 0.05로 매우 낮았으며 통계적 유의성도 없는 것으로 나타났다. 이는 <그림 6>과 같이 기존 벙커링 시장에서는 싱가포르와 한국의 벙커링 가격 격차가 고착화되어 싱가포르 가격 변동을 기준으로 동일한 패턴을 보이기 때문이다. 즉, 시장이 안정화되고 기준가격이 형성된 이후에는 가격을 통해 경쟁력을 확보하기가 어렵다는 것을 알 수 있다.

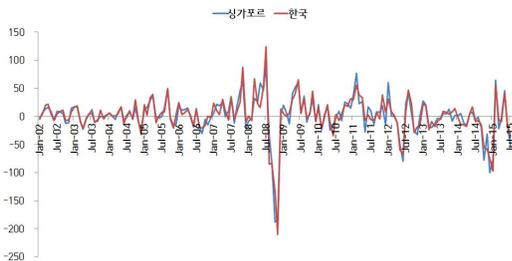


그림 6. 한국과 싱가포르의 전월대비 벙커링 가격 추이  
 자료: Clarkson 자료를 바탕으로 저자 작성.

따라서 향후 새롭게 시작될 LNG 벙커링 시장에서 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 시장에서 가격 체계가 형성되기 이전인 초기에 경쟁적인 가격

수준을 확보하는 것이 필요하다. 이를 통해 초기에 대규모 벙커링 수요를 유치하고 세계 LNG 벙커링 시장의 가격기준이 된다면 지속적인 수요확보가 가능할 것으로 판단된다.

### 2. 부산항 LNG 도입가격

LNG 도입가격은 생산지 및 소비지에 따라 다양하게 나타난다. 생산비용의 차이는 주로 초기 투자비, 운송비용의 차이는 거리 및 운송경로에 따라 발생한다. IEA(2014)에 따르면 수에즈 운하 이용 시 \$0.22/MMBtu의 추가 비용이 발생하고, 북극해 이용은 쇄빙선 이용료 (\$0.31/MMBtu)와 유빙 저항으로 인해 10%의 연료가 추가 소비된다.

<표 2>는 IEA(2014)의 연구 결과를 바탕으로 우리나라와 싱가포르의 LNG 도입가격을 추정한 결과이다. LNG 도입가격은 생산자의 손익분기점을 맞추기 위한 최소한의 가격을 기준으로 산정된다. 본 연구에서는 싱가포르와의 비교를 위해 LNG 생산 지역은 장래 생산량이 풍부할 것으로 판단되는 러시아(야말, 사할린), 미국 서부, 호주, 아프리카(모잠비크)를 선정하였다.

우리나라의 LNG 도입가격 추정 결과, 가격이 낮은 3개 지역의 평균 도입가격은 \$280/톤으로 싱가포르(\$287/톤) 대비 \$7/톤가 저렴한 것으로 나타났다. 이를 기존 HFO 벙커링의 가격차이와 비교해 볼 필요가 있다. <그림 9>에서 보는 바와 같이 기존 HFO 벙커링의 경우, 싱가포르와 부산항의 가격 차이는 2002년 1월~2015년 7월 기간 동안 월 평균 \$23.6/톤으로 나타났다. 즉, LNG의 경우 부산항이 싱가포르항보다 저렴하게 도입할 수는 있으나 기존 HFO의 가격 차이와 비교하면 가격 경쟁력 우위는 크지 않은 것으로 나타났다.

또한 <표 2>의 도입가격은 LNG 벙커링 가격 결정 요인에서 국가별 “프리미엄”이나 협상에 따른 판매자의 추가 마진을 포함하지 않은 순수 생산비용 및 운송비용을 추정한 것으로써 가격경쟁력 우위

표 2. 한국과 싱가포르의 수입지역별 LNG 도입가격 추정 및 비교

구분	수입지역	최소 도입가격(\$/MMbtu)				합계(\$/톤)
		자본비용	운송비용	기타비용	합계	
한국	미국(서부)	3.0	1.4	0.8	5.2	260
	러시아(야말), 북극항로 경유	4.1	2.6	0.3	7.0	350
	호주	7.0	1.2	0.2	8.4	420
	동아프리카(모잠비크)	4.0	2.2	0.2	6.4	320
	러시아(사할린)	4.1	0.5	0.6	5.2	260
싱가포르	미국(서부)	3.0	2.2	0.8	6.0	300
	러시아(야말), 북극항로 경유	4.1	3.8	0.3	8.2	410
	호주	7.0	0.7	0.2	7.9	395
	동아프리카(모잠비크)	4.0	1.3	0.2	5.5	275
	러시아(사할린)	4.1	1.0	0.6	5.7	285

자료: IEA, The Asian Quest for LNG in a Global Market, 2014.11. 자료를 이용하여 저자 추정.

주) \*자본비용: LNG 생산비용, 액화설비비용 포함(투자회수기간 25년, 할인율 8%, 액화플랜트 시설이용률 90%)

\*\*기타비용: 운영비용, HH 가격, Pipeline 송비용

\*\*\*운영비용: 유지보수비용 \$0.2/MMbtu, 액화시 기화손실 1%, 산지가스가격 등에 의해 결정

\*\*\*\*1ton = 50MMbtu 적용(LNG 1 ton은 48.6MMbtu~53MMbtu로 산정)

를 판단하기에는 한계가 있다. 예를 들어, 미국 서부 지역(US West)의 시장가격인 헨리허브 가격을 적용할 경우 부산항의 도입 가격은 \$5.2/MMbtu에서 \$7.8/MMbtu로 증가하게 된다. 국가에너지통계종합정보시스템(2015.11.5. 검색)에 따르면 2014년 기준 한국의 평균 LNG 수입가격은 \$16.86/MMbtu로 상당히 높은 마진과 국가 프리미엄이 부과되고 있다.

이러한 LNG 도입가격은 LNG 조달 지역에 따라 결정되기 때문에 가격 경쟁력 확보에 한계가 존재한다. 따라서 LNG 병커링 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 프리미엄과 LNG 도입 이후 비용을 최소화하는 전략이 필요하다.

### 3. 병커링 방식별 비용

본 연구에서는 TTS 방식의 경우 대용량 병커링에 한계가 있어 장래 대형 LNG 병커링 터미널에서 적용될 가능성이 낮기 때문에 비교 대상에서 제외하였다. STS와 TPS 방식의 가장 큰 차이는 LNG 병커링 전용 선박의 사용 유무이다. STS의 경우 LNG 병커링 전용선박을 사용하기 때문에 적하비용 및 선박운송비가 추가적으로 발생한다. 이를 비용으로 산정하면 TPS 방식이 STS 방식에 비해 약 \$19.5/톤의 운송비 절감효과가 있는 것으로 나타났다(LNG 병커링 협의체, 2013:207).

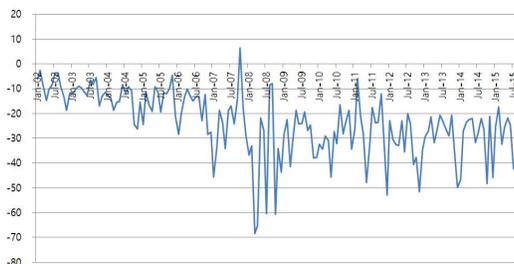


그림 9. 부산항과 싱가포르항의 병커링(HFO) 가격차 추이

자료: Clarkson 자료를 바탕으로 저자 작성.

표 3. LNG 병커링 공급방식별 비용 비교

방식	하역	선적	운송
STS	필요(가격동일)	필요(가격동일)	필요(\$19.7/톤)
TPS	필요(가격동일)	필요(가격동일)	불필요(-)

자료: LNG 병커링 협의체, LNG 병커링 가격 연구, 2013, p.207 참고하여 저자 작성.

#### 4. 가격 경쟁력 확보방안

LNG 병커링 터미널의 경쟁력은 저렴한 가격, 장기적이며 안정적인 LNG 공급, 우수한 병커링 인프라 등 크게 3가지 요인에 의해 결정될 것으로 판단된다. 그 중 기존 병커링 시장과 마찬가지로 LNG 병커링 시장도 가격이 가장 중요한 경쟁력 요인이 될 것으로 판단된다. 기존 병커링 시장에서 싱가포르항이 17%, 부산항이 2%의 점유율을 차지(Lloyd's Register, 2012:29)하는 것도 평균적으로 \$29.5/톤의 가격 차이가 발생하고 유지되기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 이상의 검토 결과를 바탕으로 부산항에 LNG 병커링 터미널이 운영될 경우 가격 경쟁력을 확보할 수 있는 방안에 대하여 제시하고자 한다.

##### 1) TPS 병커링 방식 도입

본 연구의 병커링 방식별 비교에서 가장 빠르고 저렴한 방식은 TPS 방식이나 터미널의 여건에 따라 적용에 한계가 있으며, STS, TTS 방식은 가장 일반적이나 상대적으로 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 있는 것으로 검토되었다. 따라서 물리적으로 가능하다면 가격 경쟁력 확보를 위해서는 가장 저렴한 TPS 방식을 도입하는 것이 필요할 것이다.

부산항 신항의 경우 하부시설 공사 시 공동구가 설치되어 있어 별도의 하부공사 없이 파이프라인의 설치가 가능하기 때문에 TPS 방식의 도입이 가능하다. 이는 부산항이 싱가포르항 등 다른 항만

에 비해 가지고 있는 가장 큰 물리적 장점이라 할 수 있어 이를 활용한 비용절감이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 향후 부산항 신항에서 LNG 병커링 터미널 사업을 추진할 시 TPS 방식의 추진을 고려해 보는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 부산항만공사의 사업 참여 검토도 필요하다. 그 이유는 파이프라인의 설치를 위해서는 부산항 신항의 5개 운영사와의 협회가 필수적이기 때문이다. 만약, 부산항 신항 LNG 병커링 터미널 개발 사업자가 민간이라면 기존 신항 전체 운영사와 협의를 이끌어 내기에 상당한 어려움이 있을 것으로 판단된다. 따라서 부산항의 터미널 소유 주체이면서 관리주체인 부산항만공사가 LNG 터미널 개발 사업에 직·간접적으로 참여하여 경쟁력 있는 병커링 터미널이 될 수 있도록 협력해야 할 것이다. 해외 주요 LNG 병커링 터미널의 경우에도 항만당국이 직·간접적으로 참여하여 경쟁력 있는 병커링 터미널을 개발 및 운용하기 위해 협력하고 있는 점을 참조해야 할 것이다.

##### 2) 중개 방식을 통한 LNG 공급

본 연구의 우리나라와 싱가포르의 LNG 도입가격 추정 결과, 최종 도입 시 적용되는 프리미엄을 제외한 경우 각각 \$280/톤, \$287/톤으로 유사한 수준인 것으로 나타났다. 그러나 중요한 것은 국가별로 다르게 적용되고 있는 프리미엄으로, 우리나라는 싱가포르보다 평균적으로 \$1/MMbtu 높아 톤당 약 50\$의 차이가 발생하고 있다(한국가스공사, 2013:75). 우리나라와 일본의 경우 가장 많은 LNG를 수입하는 국가 중 하나이지만, 기본적인 자국 수요가 고정되어 있고, PNG(Piped Natural Gas) 공급이 어려워 상대적으로 높은 프리미엄이 형성되어 있다. 반면, 싱가포르는 수입량은 적지만 이미 인도네시아 등으로부터 PNG를 수입하고 있기 때문에 상대적으로 프리미엄이 낮다. 즉, 우리나라의 경우 LNG를 수입한 이후 선박 병커리용으

로 판매한다면 기본적인 도입가격에서 발생하는 차이로 인해 벙커링의 가격 경쟁력을 확보하기는 어려울 것으로 판단된다.

따라서 부산항 LNG 벙커링 터미널이 가격 경쟁력을 가장 크게 확보할 수 있는 우선적인 과제는 LNG를 수입하여 벙커리용으로 판매하는 형태가 아닌 단순한 증개형태의 사업구조가 필요하다. 즉, LNG의 판매 및 구입 계약은 기존 벙커링 시장의 공급구조와 같이 LNG 메이저 기업과 해운선사 간 거래를 통해 결정하고, 부산항 LNG 벙커링 터미널에서는 LNG 메이저 기업이 공급할 LNG를 벙커링 터미널에 보관하고, 계약된 선사의 선박이 입항할 시 벙커링 서비스를 하는 역할을 수행하는 방식이다. 이러한 사업구조를 통해 국내에서 구입할 경우에 적용되는 톤당 약 50\$인 프리미엄을 배제시킴으로써 기본적인 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.

### 3) 우수한 입지 선정

LNG 벙커링 터미널 입지 선정에 있어 가장 중요한 것은 초기 투자비의 절감이다. 물론 LNG 처리의 안전성, 선박통합의 안정성 검토 등이 입지 선정을 위해 매우 중요한 요인이지만, 실제 사업의 성공여부 결정을 위해서는 사업비가 더욱 중요하다. 가장 일반적인 사례를 들면, 호주의 경우 LNG 생산량이 매우 많으나 다른 생산국에 비해 공급 가격이 현저하게 높은 이유는 LNG 인프라 투자비용이 매우 높다는 것이다. 특히, LNG 설비의 경우 초기에 예상했던 투자비에 비해 실제 투입되는 비용이 상당히 높은 경우가 많다. 부산항 신항의 경우 남측 컨테이너 터미널에 암반지역이 존재하기 때문에 이 지역을 중심으로 저장탱크를 설치할 경우, 매립 및 파일 설치 과정에서 상당한 투자비용의 절감이 가능할 것이다. 따라서 향후 입지 선정 시 LNG 공급의 안전성, 해상교통안전 등과 더불어 초기 투자비 절감도 매우 중요한 요

소로 고려할 필요가 있다. 앞서 설명한 바와 같이 기본적인 비용 경쟁력이 열위에 있는 부산항으로서는 최소한의 비용으로 사업을 추진하는 것이 매우 중요하기 때문이다.

## V. 결론

IMO의 환경규제 강화 및 배출제한지역(ECA)의 확대로 기존 선박연료유의 대체가 불가피하며, 대안으로써 LNG가 부각되고 있다. 기술의 진보에 따라 선박연료유로서의 LNG의 연료 효율 증가와 안전성 확보는 LNG의 대체 가능성을 더욱 증가시켰다. 또한, IMO의 규제 확대로 신조 시장에서 LNG 추진 선박이 증가함에 따라 싱가포르항, 로테르담항 등 세계적인 항만에서는 이에 대응하기 위해 LNG 벙커링 터미널 구축 및 시범사업을 추진하고 있다. 따라서 부산항도 이러한 변화에 대응하고, 항만의 부가가치 증대를 위해서는 LNG 벙커링 터미널 개발과 가격경쟁력 확보를 통한 시장점유율을 확대할 수 있는 전략이 필요하다.

본 연구에서는 부산항이 장래 LNG 벙커링 시장에서 높은 점유율을 확보하기 위해 가격 경쟁력을 높일 수 있는 방안을 검토하였다. LNG 벙커링 가격은 LNG 도입 비용과 도입 이후 비용으로 구분할 수 있으며, LNG 도입비용은 생산비용과 운송비용으로 구분된다. 생산비용과 운송비용은 생산지역에 따라 차이가 있으며 우리나라는 LNG 생산이 불가능하므로, 경쟁항만에 대비하여 도입비용을 최소화할 수 있는 전략적인 방안을 도출하는 것에 는 무리가 따른다.

따라서 부산항의 LNG 벙커링 가격 경쟁력을 확보하기 위해서는 도입 이후 비용의 최소화가 필요하고, 이를 위한 벙커링 방식의 차별화가 필요하다. 부산항 신항의 벙커링 비용은 항만의 물리적인 장점을 고려하여 벙커링 방식을 TPS로 추진할 경우 최소화할 수 있다. 그리고 LNG 도입비용은

최소화가 어렵기 때문에 ‘프리미엄’의 영향을 배제시키기 위해서는 수입 및 판매가 아닌 중개방식의 LNG의 공급이 이루어져야 한다. 즉, LNG 메이저 업체와 해운선사가 LNG 구매 및 공급에 대한 직접적인 계약을 체결하고 부산항의 LNG 벙커링 터미널에서는 보관, 하역, LNG 벙커링 서비스만을 수행하는 방식의 사업구조가 필요하다. 또한, LNG 벙커링 터미널의 위치도 비용을 최소화 관점에서 선정되어야 할 것이다. 마지막으로 경쟁적인 LNG 벙커링 터미널 개발 및 시장 선점 경쟁에 뒤처지지 않기 위해서는 조속한 개발 추진이 필요하다. 싱가포르항의 경우 2017년부터 본격적인 시범사업을 준비 중에 있기 때문에 현실적으로 2020년 이전에 터미널 완공이 어려운 부산항은 이미 후발주자인 상황이다. 이러한 불리한 상황을 극복하기 위해서는 가격경쟁력 확보뿐만 아니라 더 격차가 벌어지지 전에 운영이 시작되어야 할 것이다.

본 연구는 LNG 벙커링 시장이 형성되기 이전에 수행되었기 때문에 LNG 벙커링 가격에 대한 가격 탄력성과 이를 기반으로 한 수요 추정이 이루어지지 못한 한계점이 있다. 따라서 향후 연구에서는 실질적인 LNG 벙커링 가격에 대한 수요의 탄력성을 측정하고 경쟁상황에서의 수요를 추정해볼 필요가 있을 것이다.

### 참고문헌

강호근·김형수·김기평(2012), “LNG 벙커링 선박 개발 및 제도 기반 구축을 위한 제언”, 『2012년도 추계학술발표회 논문집』, 해양환경안전학회, 100-103.

국토해양부(2009), “IMO의 선박 온실가스 배출규제 공식 및 감축량에 관한 아국 대응방안 연구”.

배정훈·박병철·신성철·김수영(2014), “부산신항에서의 Ship-to-Ship LNG bunkering 위험도 평가”, 『해양환경안전학회』, 2014년도 추계학술발표회 논문집, 300-302.

서선애·조성우(2014), “해상부유식 LNG 벙커링 시스템

R&D사업의 경제성 분석”, 『한국항만경제학회지』, 제30권 제4호, 69-89.

LNG 벙커링 협의체(2013), 『LNG벙커링 가격 연구』.

윤성태 외(2013), “해상 LNG 벙커링 터미널의 개념 설계”, 『대한기계학회 춘추학술대회』, 2366 -2378.

장갑만·하희목·류영돈·김영섭·김기동·홍성호(2011), “LNG 연료선박 운행현황 및 벙커링 타당성 연구”, 『2011년도 추계학술발표회 논문집』, 한국가스학회, 145-150.

한국가스공사(2013), 『동남권 LNG 벙커링 기본계획 수립 연구』.

Danish Maritime Authority(2012), *North European LNG Infrastructure Project - A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations.*

International Energy Agency(2014), *The Asian Quest for LNG in Global Market.*

Choudhry, I.(2015), *LNG Bunkering-An Asian Perspective*, Gastech 2015, Singapore.

Lloyd’s Register(2012), *LNG-fuelled Deep Sea Shipping: The outlook for LNG bunker and LNG- fuelled newbuild demand up to 2025.*

Mitsubishi Corporation(2014), *Mitsubishi Corporation, GDF SUEZ and NYK Form Partnership in LNG Bunkering Business.*

Vehrs, T.(2012), “LNG as future transport fuel in Europe,” *4th Annual Baltic Energy Summit*, Tallinn.

## 부산항의 LNG 벙커링 가격 경쟁력 확보 방안

김근섭

### 국문요약

환경오염에 따른 기후변화의 심각성이 대두됨에 따라 전 세계적으로 환경규제가 강화되고 있으며, 국제해사기구(IMO)에서도 선박연료유의 황함유량 제한 및 배출제한지역 설정 등 해운분야의 환경규제를 강화하고 있다. 이러한 환경규제 강화로 선박 연료유 교체에 대한 검토가 이루어져 왔으며, 가장 경쟁력 있는 대안으로써 LNG가 부각되고 있다. LNG는 기존 연료유 대비 유해가스 배출량을 대폭 줄일 수 있으며, 비용도 저렴하다. 따라서 해운에서는 LNG 추진선박의 건조가 확대되고 있고, 항만에서는 LNG 벙커링을 위한 터미널의 구축과 시범사업 등이 추진되어 있다. 부산항도 이러한 변화에 대응하기 위해 LNG 벙커링 터미널 개발을 준비하고 있다. 그러나 터미널 개발 이후 성공적인 사업운영을 위해 핵심적인 가격경쟁력 확보방안에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 기존 선행연구들도 대부분 LNG 벙커링 터미널의 설계, 안전과 LNG 추진선 도입의 타당성을 중심으로 수행되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 향후 부산항에 LNG 벙커링 터미널이 개발된다면 어떻게 가격경쟁력을 확보할 수 있을지에 대한 검토를 수행하였다. 이를 위해 본 연구에서는 우선, 해외 주요 항만의 사례를 기반으로 LNG 벙커링 공급구조와 가격구조를 분석하였다. 또한 벙커링 시장의 가격특성과 우리나라 LNG의 도입비용에 대해서도 분석하였다. 연구 결과 부산항의 경우 해외 항만과 동일한 사업 구조 및 벙커링 방식으로는 경쟁항만인 싱가포르항 대비 가격경쟁력을 확보하기 어려울 것으로 나타났다. 또한 우리나라는 싱가포르에 비해 LNG를 수입할 경우 톤당 약 50\$이 더 높은 프리미엄이 책정되어 있다. 따라서 부산항은 LNG 벙커링 사업 구조를 LNG를 수입하고 벙커링용으로 판매하는 구조가 아닌 중개 방식의 사업구조를 도입함으로써 우리나라의 높은 '프리미엄'을 배제시켜 도입비용에서 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 판단된다. 또한 벙커링 방식도 하부시설 건설 시 공동구가 설치되어 있는 부산항 신항의 물리적인 장점을 활용하여 파이프라인을 이용한 벙커링을 함으로써 서비스 비용을 최소화할 수 있고, 초기 투자비의 최소화하는 관점에서 최적입지 선정도 중요하다.

주제어: LNG 벙커링, 부산항, 가격경쟁력, LNG 벙커링 공급구조