

LNG 수입기지, FSRU가 뜬다

※ FSRU (Floating Storage Re-gasification Unit): 부유식 저장·재기화 설비

박정석 매니저, 동향분석센터 (bassdj12@posri.re.kr)

목차

1. LNG 시장의 핫트렌드 ‘FSRU’
2. 왜 FSRU인가?
3. FSRU 관련 주요국가 및 참여업체
4. 향후 전망

Executive Summary

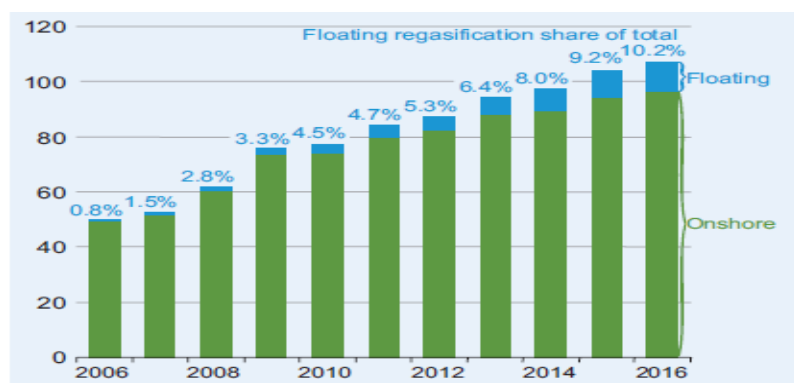
- **해상에서 LNG를 ‘적재~저장~재기화’ 할 수 있는 FSRU 도입이 LNG 수입 시장에서 핫트렌드로 부상**
 - 2005년 미국에서 처음으로 도입된 FSRU는 2015년 세계적으로 4대의 신규 FSRU가 가동되면서 현재 총 18대가 운영되고 있음
 - 세계 LNG 재기화 용량에서 FSRU가 차지하는 비중은 2006년 약 0.8%에서 2010년 4.5%, 2015년 9.2%로 지속 확대됨
 - 2016~2017년 7대의 FSRU가 추가로 가동될 전망이며, 향후 잠재적으로 개발될 가능성이 있는 FSRU 프로젝트만 55개에 이르는 것으로 파악됨
- **왜 FSRU인가: 육상 터미널 대비 신속·저렴하게 LNG 수입 시스템 구축 가능**
 - 기존 육상 LNG 수입터미널 대비 건설이 필요한 부대설비가 많지 않아 투자금액(CAPEX)이 절반 가량에 그침
 - 육상 설비 건설은 4~5년 소요되는 반면 FSRU 신설은 2~3년, LNG 선박을 개조할 경우 1~1.5년 정도에 그쳐 더 빨리 LNG를 수입할 수 있게 됨
 - 또한 비교적 소규모 물량을 수입하는데 적합하며, 계절적 수요에 따른 유연한 공급이 가능하다는 특징도 있음
 - 다만 운영비용(OPEX)이 높고 수입 물량 측면에서 육상 터미널 대비 규모의 경제에서 뒤쳐지는 단점이 있음
- **FSRU 운영 및 도입은 아시아, 중동, 중남미 등의 신흥국 중심으로 확대될 것으로 예상되며, 침체된 해양플랜트 산업의 틈새시장으로 주목 받을 전망**
 - 현재 LNG를 수입하는 33개국 가운데 12개국에서 FSRU를 운영하고 있는데 브라질(3대), 이집트(2대), 아르헨티나(2대) 등 대부분 신흥국이 차지하고 있음
 - 향후에도 공급과잉과 가격약세를 활용해 LNG 사용을 늘리거나 새롭게 수입을 원하는 신흥국 중심으로 육상 터미널 대비 더 빨리, 더 적은 비용으로 LNG 수입을 시작할 수 있는 FSRU 수요가 꾸준히 증가할 전망
 - 국내 조선·철강업체에게는 신규 수주 및 소재 공급 기회로 작용할 전망으로 틈새시장으로서 FSRU 프로젝트 동향을 주의 깊게 지켜볼 필요

1. LNG 시장의 핫트렌드 ‘FSRU’¹

□ FSRU 통한 LNG 수입 빠르게 확대

- 2015년에만 4대의 신규 FSRU가 가동되며 부유식 재기화 설비를 통한 LNG 수입량은 전년비 44% 증가
 - Wood Mackenzie에 따르면 전세계 FSRU를 통한 LNG 수입량은 2014년 15.8백만 톤에서 2015년 22.8백만 톤으로 44% 증가하였음
 - 2015년 이집트에서 2대, 파키스탄과 요르단에서 각각 1대씩 총 14.8MTPA (million tonnes per annum) 용량의 신규 FSRU 4대가 가동된 영향이 큼
 - 2015년 총 24MTPA 용량의 7개 신규 LNG 수입터미널이 가동되었는데, 그 중 FSRU가 4대 차지
 - 2016년 1월 기준 전 세계에 걸쳐 운영 중인 FSRU는 총 18대임
- 2005년 미국에서 첫 도입된 이후 세계 재기화 설비 용량에서 차지하는 FSRU의 비중은 2015년 약 9.2%까지 확대
 - EIA에 따르면 세계 LNG 재기화 용량에서 부유식 설비가 차지하는 비중은 2006년 0.8%에서 2010년 4.5%, 2015년 9.2%로 지속 확대되었음
 - 올해 가나², 콜롬비아 등에서 신규 FSRU 3대 도입이 예정되어 있어 비중은 10.2%로 더 높아질 전망이다

〈그림1. 세계 LNG 재기화 설비 용량(bcf/d) 추이 및 FSRU 비중(%)〉



자료: EIA (bcf/d: billion cubic feet per day)

¹ FSRU: Floating Storage Re-gasification Unit, 부유식 저장·재기화 설비

² 2016년 6월 가나 Tema항에 FSRU가 입항했으나 가동이 지연되어 LNG 수입은 2017년 1분기부터 시작될 전망

2. 왜 FSRU인가?

□ FSRU의 역할

- FSRU는 해상에서 LNG를 ‘적재~저장~재기화’ 할 수 있는 선박형 해양 플랜트로, 수송선에서 직접 LNG를 옮겨 실어 기화 후 육상으로 송출함
 - 2005년 Excelebrate Energy가 님비현상으로 육상터미널 건설이 어려워진 미국 동부에서 재기화 설비를 갖춘 LNG RV(Re-gasification Vessel)를 도입하기 시작한 이후 FSRU 운영이 확대됨³
- 선박의 설치와 운영 방식은 조금씩 차이가 있지만 일반적으로 FSRU를 통한 LNG 도입 과정은 아래와 같음
 - LNG 수송선은 잔교(배를 접안시키기 위해 해안가에 설치한 시설)나 해상에 고정된 FSRU에 ‘ship-to-ship’(STS 방식으로 불림) 방식으로 LNG를 하역함
 - 이후 FSRU에서 재기화된 가스는 잔교를 따라 설치된 배관 혹은 해저 배관을 통해 육상으로 송출됨

〈그림2. 해상 LNG 공급 체인과 부유식 설비 적용 분야〉



자료: DSME

³ 용어상 LNG RV가 FSRU보다 먼저 사용됨. RV는 생산지에서 LNG를 직접 싣고 온 후 재기화한 점에서 연안에 정박시켜 저장·재기화 기능에 무게중심을 둔 FSRU와 개념상 차이가 있었음. 하지만 RV도 저장·재기화에 집중하게 되면서 경계가 불분명해졌고 현재 시장에서는 모두 FSRU로 통칭하는 모습

□ FSRU의 주요 특징

○ 육상 LNG 터미널 대비 초기 투자비용(CAPEX)이 적고 공사기간이 짧음

- FSRU 운영업체 Excelerate Energy에 따르면 신규 FSRU 건조비는 U\$250백만~300백만 규모이며, 일반적으로 육상 터미널 건설 대비 절반 수준임
- 또한 LNG 선박을 FSRU로 개조하는 비용은 U\$85백만~125백만 정도에 그쳐 훨씬 더 적은 비용으로 LNG 수입을 진행할 수 있음
- FSRU는 비용 뿐만이 아니라 건설 기간도 대폭 줄일 수 있는 장점이 있는데, 육상 재기화 시설을 건설하는 기간은 4~5년 정도 걸리는 반면, FSRU 신설은 2~3년, 개조는 1~1.5년 가량 기간이 필요한 것으로 파악됨

○ 그 외 소규모 물량 수입이나 수요의 계절적 변화에 대해서도 유연한 대처가 가능하고 인허가 절차가 복잡하지 않다는 장점도 있음

- 소량의 LNG를 도입하기에는 육상 터미널 대비 FSRU가 더 적합함
- 이와 더불어 FSRU는 용선 계약을 통해 비교적 짧은 기간 동안에만 LNG를 수입할 수도 있으며, 계절적인 수요 변화에도 보다 유연하게 대처할 수 있다는 부분 역시 장점으로 꼽히고 있음
- 또한 육상 건설 대비 부지확보 문제나 환경관련 인허가 승인 과정 절차도 간소하다는 장점이 있음

○ 반면 육상 터미널 대비 규모의 경제에서 열위를 보이고 있으며 용선료 등에 따른 운영비용(OPEX)이 높다는 부분은 단점으로 꼽힘

- 육상 터미널 대비 용량이 작아 LNG를 대규모 수입하는 국가들에 있어서는 FSRU의 경제성이 떨어지며, 기상 악천후 등에 따른 운영 효율성이 떨어질 수 있다는 리스크도 존재함

[참고1] 또 다른 부유식 LNG 설비 FLNG (Floating LNG)

- 선박에 액화설비를 탑재해 생산된 천연가스를 액화하여 탱크에 저장한 후 LNG선에 선적하는 해양설비로, LNG FPSO로도 불림
- 대우조선해양에서 건조된 세계 최초 FLNG 선박 Petronas의 'FLNG SATU'가 2016년 5월 선주 측에 인도되었고, 삼성중공업은 현재 Shell의 Prelude FLNG 건조 중
- 2015년 기준 추진 중이거나 제안된 FLNG 사업은 13개였는데, LNG 가격하락과 수요 둔화 여파로 금년 들어 개발 비용이 높은 FLNG 사업의 지연·취소 잇따름 (Woodside의 Browse FLNG 투자연기 결정, Petronas의 FLNG 2 인도시점 연기 등)

3. FSRU 관련 주요국가 및 참여업체

□ 국가별 FSRU 운영 현황

○ LNG를 수입하고 있는 33개국 중 12개 국가가 FSRU를 운영 중인데 대부분 중남미, 중동, 동남아 등지의 신흥국임

- 브라질이 가장 많은 3대(총 설비용량 11.7MTPA)를 운영하고 있으며 이집트가 2대(9.5MTPA), 아르헨티나가 2대(7.6MTPA)를 운영하고 있음
- 그 외 중국, 인도네시아, 파키스탄, 요르단, 리투아니아 등에서 가동되고 있음
- OECD 국가 중에서는 이탈리아와 이스라엘이 1대씩 운영하고 있으며, 미국과 영국도 FSRU를 가동한 적이 있으나 지금은 운영하지 않음

○ 향후 도입이 계획되어 있거나 논의 중인 국가도 대부분 신흥국

- EIA에 따르면 2016~2017년 가동 예정으로 현재 7개국⁴에서 3.1bcf/d 용량의 FSRU가 개발되고 있는데 콜롬비아, 인도 등 신흥국이 대다수임
- 특히 인도는 발전 및 비료 산업 등의 가스 수요 증가에 대응하기 위해 LNG 수입 인프라를 대폭 확충 중인데, 2017년 이후 5개의 FSRU 프로젝트를 통해 총 21.1백만 톤의 LNG를 수입하겠다는 계획이 추진·논의 중에 있음
 - 인도 석유부는 현재 연간 21.3백만 톤 규모의 LNG 수입 터미널 용량을 2020년까지 47.5백만 톤까지 늘릴 계획임
- 그 외에도 방글라데시, 아부다비, 러시아, 남아공 등 다수의 신흥국들이 2017~2018년 이후 FSRU 도입 계획을 세우고 있으며, 이집트도 3번째 FSRU 도입을 위한 입찰을 시작함

※ 최근 FSRU 도입을 추진 중인 국가 사례

- **방글라데시.** 금년 5월 750MW급 가스화력발전소 건설 승인. 이에 필요한 LNG를 수입하기 위해 Excelerate Energy와 BOOT(build-own-operate-transfer) 방식으로 138,000m³급 FSRU를 건설·운영하기로 계약 체결(7/18)
- **파키스탄.** 금년 8월 BW 그룹과 2번째 FSRU 도입 계약을 체결(15년 사용 계약)
- **UAE 아부다비.** 2018년 완공 목표로 연간 9백만 톤 용량의 육상 LNG 터미널 건설을 추진해 왔으나, 최근 FSRU로 대체하는 방안 검토

⁴ 콜롬비아, 가나, 푸에르토리코, 도미니카공화국, 칠레, 우루과이, 인도

〈표1. 향후 도입 예정 및 제안된 FSRU 프로젝트 목록〉

프로젝트명	국가	가동예정	용량(MTPA)
Ghana LNG (WAGL)	가나	2016	3.8
SPEC LNG	콜롬비아	2016	3.0
Aguirre GasPort	푸에르토리코	2017	3.0
GNL Del Plata	우루과이	2017	2.7
Kakinada LNG	인도	2017	3.5
Kaliningrad LNG	러시아	2017	8.9
GNL Penco-Lirquén	칠레	2018	2.7
Bangladesh LNG	방글라데시	2018	3.8
Jafrabad	인도	2019	5.0
Haldia LNG	인도	2019	4.0
GasAtacama LNG	칠레	2019	1.4
Ghana LNG (WAGL)	가나	2016	3.8
Egypt FSRU 3	이집트	('16.6 월 입찰 진행)	(-)
Port Qasim LNG	파키스탄	(-)	3.0
Abu Dhabi FSRU	아부다비	(-)	3.0

주: 계획 혹은 제안된 모든 프로젝트가 포함된 것은 아니며, Wood Mackenzie 자료에
기반하여 가동 시기나 선박 발주 여부, 그리고 언론 보도 등의 내용을 종합해 재구성함

□ FSRU 시장 주요 플레이어

○ FSRU 운영은 Excelerate Energy, Golar LNG, 그리고 Hoegh 3사가 주도

- 2016년 상반기에 Excelerate Energy가 6대(보유 9척), Golar LNG가 6대(7척), 그리고 Hoegh가 4대(5척)의 FSRU를 운영 중임
- Golar LNG와 Hoegh의 경우 올해 가나와 콜롬비아에서 FSRU를 각각 1대씩 추가로 도입하여 운영하기로 예정되어 있음
- 상기 3사 이 외에도 Mitsui OSK, BW Gas, Exmar 등이 합작 혹은 단독으로 운영에 참가하고 있음

○ FSRU 건조는 한국 조선 3사가 장악

- 현재 운영 중인 선박 기준으로 대우조선해양이 가장 많은 7척, 삼성중공업이 4척, 현대중공업이 4척을 건조

- 현재 건조 중이거나 발주 목록에 포함된 7척도 모두 한국 조선 3사가 차지 (별첨 자료 참조)
- 기존 LNG 선박을 FSRU로 개조하는 작업은 주로 싱가포르의 Keppel에서 진행

※ 중국 조선사의 FSRU 시장 진출 현황

- 2014년 중국 조선사 Zhoushan Wison은 Exmar로부터 소형 바지선 형태의 FSRU(25,000m³)를 수주해 2016년 12월 인도 예정
- 2016년 5월 CSSC 계열사인 CSSC Leasing이 그리스 선사 Dynagas와 용선계약을 맺고 FSRU를 발주할 것으로 여겨지면서, 중국 내 유일하게 대형 LNG선 건조 실적이 있는 후동중화조선의 수주 가능성이 거론되었음. 하지만 Dynagas가 기존의 LNG선 개조를 통해 FSRU를 확보하겠다고 밝히면서 무산됨

4. 향후 전망

□ LNG 수급여건 변화 속 FSRU에 대한 선호도가 더 높아질 전망

- LNG 공급 과잉이 심화되며 가격 약세가 지속될 것으로 전망되는 가운데, LNG 수입을 늘리거나 새롭게 수입하고자 하는 신흥국 중심으로 FSRU 도입 논의 확대 예상
 - 동남아, 인도 등 신흥국의 수요는 꾸준히 증가하겠으나 한·일 등 주요 수입국의 수요가 정체되는 등 2020년 말까지 LNG 공급과잉이 개선되기 어려울 전망
 - 반면 2015~2021년 세계 LNG 수출 용량은 45% 증가할 예정인 가운데, 공급 과잉과 저유가 영향이 맞물려 LNG 가격 약세가 지속될 것으로 여겨짐
 - 이처럼 LNG 가격이 낮아진 시점에서 발전용이나 산업용 등으로 가스 사용을 확대하고자 하는 신흥국에게 있어서는, 육상 터미널 건설 대비 저렴하고 신속하게 LNG 수입이 가능한 FSRU가 매력적인 방안으로 여겨지고 있음
 - 더욱이 LNG 선박 시장도 공급과잉인 점을 고려하면, LNG 선박의 개조를 통한 FSRU 도입은 더욱 비용 경제적인 선택지가 될 것임
- 최근 LNG 시장에서 현물 및 단기 계약이 늘어나고 있다는 부분 역시 FSRU 도입·운행을 촉진시키는 요인으로 작용할 것으로 예상됨
 - 수입자 측에서는 현물 및 단기 공급이 용이해지면서 FSRU 도입을 통해 특정 짧은 기간에 걸쳐서만 LNG를 수입할 수 있다는 것도 FSRU 도입을 선호할 수 있는 요인임

- 2015년 LNG 현물 및 단기 거래(계약기간 2년 이하)는 전년비 4.1백만 톤 증가한 65.9백만 톤으로 전체 거래의 26%를 차지하였으며, 2016년 1분기 현물 계약 건수는 총 57건으로 전년동기 34건 대비 70% 가량 늘어남

○ 2020년까지 FSRU 운영 대수가 빠르게 늘어날 전망

- 오는 9월 6~7일 개최될 'FSRU Summit'의 소개 자료에 따르면 2020년까지 해마다 4~5대 가량의 FSRU가 새롭게 가동될 전망인데, Credit Suisse는 잠재적으로 향후 최대 55건의 FSRU가 개발될 가능성이 있다고 바라봄

〈표2. FSRU 운영 대수 추이 및 전망〉

연도	2009	2012	2015	2018(f)	2020(f)
운영 대수	4	7	18	35	40

자료: FSRU Summit(2016), Energy Maritime Associates

□ FSRU 도입 확대는 저유가 여파로 침체된 해양플랜트 산업에서의 틈새시장으로 주목 받을 전망

○ Hoegh 등 LNG 선사들은 FSRU 시장이 지속 확대될 것으로 바라보고 운영 선박을 늘리고 대용량화를 추진

- 금년 5월 말 Hoegh는 “LNG 공급과잉 여파로 FLNG 사업은 중단하기로 하고 현재 4대 운영 중인 FSRU는 2019년까지 12대(운영 및 건조 포함)까지 늘리겠다”는 목표를 발표
- 공급과잉 기조로 LNG 시장이 수요자 우위로 전환되면서 신규 LNG 수입자에게는 육상 대비 저렴하며 빨리 지을 수 있는 FSRU의 매력이 높아지고 있는 상황에 대응한다는 것임
- Excelerate Energy는 FSRU 운영 효율 향상을 위한 대용량화를 추진 중으로, 대우조선해양과 협력하여 자사가 보유한 최대 용량 173,400m³ 대비 50% 가량 확대한 260,000m³ 규모의 FSRU를 개발 중임

※ Excelerate Energy의 FSRU 저장 용량 확대 추이

: 138,000m³ → 150,900m³ → 173,400m³ → 260,000m³(계획)

○ 조선·철강업계로서는 해양플랜트 산업이 침체된 가운데 FSRU 프로젝트 동향을 주목하고 신규 수주 및 관련 소재 공급 기회로 활용할 필요

이 자료에 나타난 내용은 포스코경영연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.

[별첨1] 세계 FSRU 건조 내역

Ship	신규/ 개조	Yard (개조)	Capacity (m³)	Built	Owner	Project/Port	국가
Excelsior(*)	신규	DSME	138,060	2005	Exmar/Teekay		
Excellence	신규	DSME	138,120	2005	George Kaiser Foundation	Hadera Gateway	이스라엘
Excelerate(*)	신규	DSME	138,074	2006	Exmar/Excelerate Energy		
Explorer	신규	DSME	150,981	2008	Exmar/Excelerate Energy	Dubai	UAE
Golar Spirit	개조	(Singapore – Keppel, 2008)	129,013	1981	Golar LNG	Pecem	브라질
Express(*)	신규	DSME	150,900	2009	Exmar/Excelerate Energy		
Golar Winter	개조	(Singapore – Keppel, 2009)	138,000	2004	Golar LNG	TBRA	브라질
Exquisite	신규	DSME	151,035	2009	Excelerate Energy	Engro Elengy	파키스탄
GDF Suez Neptune(*)	신규	Samsung	145,130	2009	Leif Hoegh/Mitsui OSK		
Expedient	신규	DSME	151,035	2010	Excelerate Energy	Escobar	아르헨티나
Golar Freeze	개조	(Singapore – Keppel, 2010)	125,800	1977	Golar LNG	Dubai	UAE
GDF Suez Cape Ann	신규	Samsung	145,130	2010	Leif Hoegh/Mitsui OSK	Tianjin	중국
Exemplar	신규	DSME	151,072	2010	Excelerate Energy	Bahia Blanca	아르헨티나
Nusantara Regas Satu	개조	(Singapore – Jurong, 2012)	125,003	1977	Golar LNG	West Java	인도네시아
FSRU Toscana	개조	(Dubai (Drydock), 2013)	137,000	2004	OLT Offshore LNG Toscana	OLT	이탈리아
Golar Igloo	신규	Samsung	170,000	2014	Golar LNG	Mina Al Ahmadi	쿠웨이트
Experience	신규	DSME	173,400	2014	Excelerate Energy	Baia de Guanabara	브라질
PGN FSRU Lampung	신규	Hyundai	170,132	2014	Hoegh LNG	Lampung	인도네시아
Independence	신규	Hyundai	170,132	2014	Hoegh LNG	Klaipeda	리투아니아
Hoegh Gallant	신규	Hyundai	170,051	2014	Hoegh LNG	Ain Sokhna	이집트
Golar Eskimo	신규	Samsung	160,000	2014	Golar LNG	Aqaba	요르단
BW Singapore	신규	Samsung	170,000	2015	BW Gas	Ain Sokhna	이집트
Golar Tundra(**)	신규	Samsung	170,000	2015	Golar LNG	Tema	가나
Hoegh Grace	신규	Hyundai	170,032	2016	Hoegh LNG	Cartagena	콜롬비아
TBN SHI 2118	신규	Samsung	170,000	2016	BW Gas		
TBN HHI 2552	신규	Hyundai	170,000	2017	Hoegh LNG		
TBN DSME Uruguay	신규	DSME	263,000	2017	Mitsui OSK	GNL del Plata	우루과이
TBN HHI 2854	신규	Hyundai	170,000	2017	Gazprom	Kaliningrad	러시아
TBH SHI 2189	신규	Samsung	170,000	2017	Golar LNG		
TBN HHI 2865	신규	Hyundai	170,032	2018	Hoegh LNG	Conception	칠레

주: 상기 푸른색 바탕은 현재 건조 중이거나 발주 목록에 포함된 선박

(*) 과거 운영 되었으나 현재는 운영이 중단된 것임

(**) 2016년 6월 가나에 입항

자료: Wood Mackenzie 2016 Feb, IGU 2016, Excelerate Energy, Golar LNG, Hoegh 각 사 홈페이지

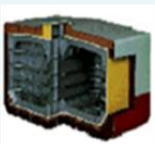
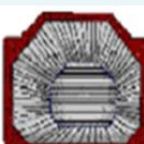
[별첨2] LNG 수송선 화물창 방식과 주요 소재

● LNG 수송선 및 FSRU·FLNG 화물창 방식

: 2000년대 이후 멤브레인(Membrane) 방식이 절대 우위를 차지

- **멤브레인** (GTT No 96, GTT Mark-III) 시스템은 슬로싱(sloshing) 문제에 의한 약점이 있으나 제조, 적재 효율성, 운영 안정성 및 경제적 이점 때문에 LNG 수송선 및 Floating LNG 설비 적용에 있어서 대표적인 시스템으로 자리잡음
- 2007~2013년 건조된 266척의 LNG선 가운데 90%, 2014~2017년 인도 예정인 84척은 모두 멤브레인 방식의 화물창을 적용하는 것으로 나타남
- **MOSS** 방식은 공정 설비 배치 공간 확보의 문제, **SPB**는 우수한 구조적 일체성(integrity)에도 불구하고 초기 비용 측면에서 단점을 가짐. 과거에는 안정성 측면에서 MOSS 구형 탱크를 선호했었음
- 일부 기존의 LNG선을 개조한 FSRU의 경우에는 MOSS 방식이 적용되었지만 새롭게 건조된 FSRU는 멤브레인 방식이 채용되고 있음
- 국내 조선3사의 경우 **대우조선해양**은 No 96, **삼성중공업**은 Mark III 방식을 주력으로 생산하고 있으며, **현대중공업**은 MOSS 구형탱크와 Mark III 방식 2종류의 LNG 운반선에 대한 동시 생산체제를 갖추고 있음
- 한국가스공사와 국내 조선3사는 한국형 화물창 KC-1을 개발해 적용을 추진 중임
- 대우조선해양과 삼성중공업도 각각 ACTIB(독립형)와 SCA-WS(멤브레인형) 화물창을 개발하여 적용을 추진하고 있음
- 최근 FLNG와 같은 해양플랜트에서 Partial Loading이 반드시 필요해 슬로싱 문제가 부각되면서 구조가 보다 강건한 독립형탱크의 필요성도 높아지고 있음

〈표. LNG 화물창 시스템〉

구분	독립형 탱크 시스템		멤브레인 탱크 시스템	
	IHI-SPB	MOSS	GTT NO.96	GTT Mark-III
탱크구조				
탱크소재	Al Alloy(5083)	Al Alloy(5083)	0.7mm Invar	1.2mm STS 304L

* 자료: 한국선급협회, 이병준(2014), 이동현(2014)

[참고자료]

[보고서/논문]

이동현, 하문근, 김수영, 신성철, “Floating LNG 기반기술에 관한 설계개선 연구”, 대한조선학회 논문집 51(3), 2014.6

이병준, 김상범, “초저온용 고분자 재료 기술 현황”, 공업화학 전망, 제17권 제5호, 2014

에너지경제연구원, “국제 LNG 수급동향과 주요 이슈”, 세계 에너지시장 인사이트, 2016.4.1

에너지경제연구원, “부유식 LNG 사업의 동향과 과제”, 세계 에너지시장 인사이트, 2015.11.20

Accenture, “Gas Grows Up - Part 1”, 2016 Mar

Credit Suisse, “Offshore Midstream LNG Outlook”, 2016 May 9

Deutsche Bank, “Floating regas; Accelerating the delivery of new markets?”, 2016 Feb 5

DSME, “Pakistan Floating LNG Terminal”, 2012 Jun 14

EIA, “NATURAL GAS WEEKLY UPDATE REPORT”, 2016 Jun 16

FSRU Summit, “Rise of the FSRU and the LNG market outlook”, 2016

IEA, “MEDIUM-TERM GAS MARKET REPORT 2016”, 2016 Jun

IGU, “2016 World LNG Report”, 2016 Feb

Morgan Stanley, “New FSRU Projects Under Development”, 2016 Apr 10

Pareto Securities, “Shipping Weekly” 2016 Apr 4

Wood Mackenzie, “Global LNG - FSRU overview 2016”, 2016 Feb

Wood Mackenzie, “Emerging LNG markets : where will new demand come from?”, 2016 Apr

[홈페이지]

FSRU Summit (<http://www.fsrusummit.com>)

Excelerate Energy, Golar LNG, Hoegh 각 사 홈페이지

한국선급협회 관계자 면담

[언론]

신주식, “LNG 수요 급증 따라 FSRU • RV 경계 사라져”, EBN, 2011년 8월 25일자

신주식, “LNG선부터 FLNG까지’ 폴라인업 구축한 대우조선”, EBN, 2016년 3월 7일자