

# 특별기고

## VLCC, FPSO & FWSO 구조 설계와 핵심 요소

류기수, 정사교, 이상호(에이블이엔씨),  
강성진(옵니센서)

### 1. 서론

“미국 트럼프 대통령의 연기 요청에도 불구하고 국제해사기구(International Marine Organization)가 예정한대로 2020년 1월부터 황 함유량을 규제키로 지난 26일(현지시간) 결정했다. ... 조선업종의 경우 구체적인 신조선 발주 증가량을 예단하기 어렵지만, 노후선을 보유한 선주들을 대상으로 스크러버 설치선 혹은 LNG 추진선에 대한 마케팅 촉진활동이 유효할 것이라는 분석이다.[1]”

지난 한 세기 동안 세계 최대 산업국인 미국의 의중으로 내년 발효 예정된 황 함유량 배출 감축이 금년 5월 열리는 해양환경보호위원회(Marine Environment Protection Committee) 74차 회의에서 어떻게 결론날 지는 아직 알 수 없는 실정이지만, 해상 운송체 배기가스의 황 함유량 축소 필요성과 그에 따른 비용 증가는 피할 수 없는 현실이 되었다. 즉 국제 교역의 경제성을 이유로 육상에서의 규제보다 한층 완화되어 광범위하게 사용되고 있는 저급 연료인 벙커씨유(Bunker C Oil)에 대한 규제가 내년부터 한층 강화될 예정이기에, 최대 배출국인 미국 역시 도입 시기를 늦추고자 시도하지만 대체를 거스를 수는 없게 되었다.

또한 2017년 9월 8일 발효된 선박 평형수 관리협약(Ballast Water Management Convention)은 전 세계 약 5만 여척의 선박에 평형수 처리 설비(Ballast Water Treatment System) 설치 의무화에 따른 수리 조선소 부족, 자금 수급 곤란 때문에 현존선에 대한 설치 의무화 기간이 2년 연장되었지만, 2024년 9월 7일이면 모든 선박엔 평형수 처리 설비를 장치하여야 한다.

선박 평형수 관리협약의 기존선 2년 적용 유예는, 국제해사기구 설립 이후 처음으로 협약 발효를 늦춘 사례이다. 이는 국제 항해하는 선박 운용 선사에게 평형수 처리 설비 설치 의무화에 따른 비용 부담을 다소 완화시켜 준 반면, 새로운 블루오션(Blue Ocean)을 준비했던 국내 평형수 처리 설비 업계로서는 아쉬움을 남겼다. 이는 매출 실행 연기에 따른 자금 압박으로 이어져, 전문업체들의 사업에 상당한 영향을 미치고 있다.

이렇듯 급변하는 세계 해운 시장을 선점하기 위해서 갖춰야 할 세 가지 조건인 최소 자중, 규정에 부합하는 선체 강성

과 이동성을 보유하면서도, 동시에 시대 요구에 정확히 부합하도록 제품이 저렴하면서 특화되어야 한다.

한편 지난 반세기 동안 세계는 많은 부분이 공통의 기준, 표준으로 균질화 되었다. 따라서 기존 시장에 대한 정확한 분석으로부터 출발한 미래를 예견할 수 있는 설계가 반드시 필요하며, 그 일환으로 일반적인 300K 액체 화물 운반 및 저장하는 해상 구조물의 특성을 비교하였다. 아래 그림 1에서 녹색은 해수, 청색은 담수, 흑색은 원유를 의미하며, 동일한 300K 만재배수량의 A-Type 해양구조물임에도 확연히 상이한 구조 배치를 보여주고 있음을 확인할 수 있다.

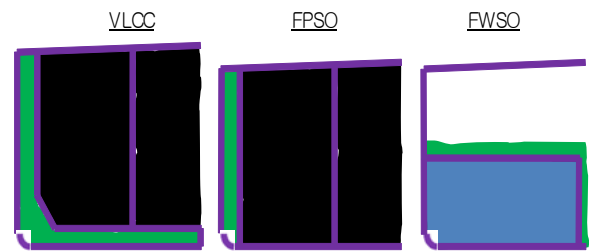


그림 1 300K 액체 화물 해상 구조물의  
중앙평행부 반쪽 횡단면 비교도

그림 1로부터 빈번한 입출항이 수행되는 초대형원유운반선(Very Large Crude Oil Carrier)은 유류 유출에 따른 환경 오염을 방지하고자 화물창과 연료유창 등 유류창이 모두 이중 선각화 되었으며, 대형 부유식원유생산저장하역설비(Floating Production Storage & Offloading)의 경우 심해인 공해상에 설치되고 충분한 부식 여유치를 보유함으로 단저 구조에 선측만 Shuttle Tanker 등과의 접안 중 발생할 수 있는 충돌 등을 고려하여 이중 선각화되어 있다. 한편 부유식담수생산저장하역설비(Floating Water Storage & Offloading)는 화물 자체가 해수와 담수임으로 흘 구조의 선각으로 개념 설계되었다.

### 2. 본론

국내외 법규, 규정, 이동성, 화물의 종류, 해상 오염 파급성

및 수익 창출 극대화를 위해 설계된 VLCC와 FPSO는 다수의 실적으로부터 구조가 거의 정형화 되어 있으며, FWSO는 현재 세계 최초로 개념 설계된 상태이지만 거시적으로 비교, 분석함에는 충분하다.

## 2.1 기술적 측면

기본 치수(Principal Dimension)를 비롯하여 대형 액체 화물 해상 구조물 특성을 표 1, 표 2에 비교 정리하였다.

표 1 300K 액체 화물 해상 구조물 특성 비교표

특성	VLCC	FPSO	FWSO
선가	9,000만불	수 억불 ~ 수 십 억불	미정
길이	320m	312m	←
폭	60m	←	54m
높이	29.4m	26.4m	←
방형계수	0.79	0.98	0.99
CSR적용	○	×	←
D/Btm	○	×	←
D/Side	○	←	×
BWTS	○	×	←
주기관	○	×	←
NOx규제	○	×	←
SOx규제	○	×	←
PSPC적용	○	←	←
피로수명	복대서양25년	100년	20년

표 2 300K 액체 화물 해상 구조물 설계 비교표

특성	VLCC	FPSO		FWSO
개념설계	국내	Hull	Topside	국내
		Engineering사	Vendor	
기본설계	국내	국내	Vendor	국내
상세설계	국내	국내	Vendor	국내
생산설계	국내	국내	국내	국내

### 2.1.1 VLCC

현재 선박을 비롯한 해양 기술을 주도하는 선급은 미국 선급(ABS), 영국 선급(LR), 노르웨이 선급(DNV)이며, VLCC를 제작할 수 있는 국가는 한국, 일본, 중국, 필리핀이다. 원유를

운송하는 VLCC는 2차 세계대전이 종식되고 세계가 활발히 교류하며 산유국의 정치적인 우월성과 세계의 양 극단적인 분열에 말미암은 세 차례의 석유 파동 전후, 규모의 경제를 실현하고자 새로운 개념으로 미국에서 발주하여 일본에서 건조된 유니버설 코리아(Universal Korea)호로부터 시작되었다.

VLCC를 비롯한 상선의 계약은 초기 선주 발주 의향서에 대한 견적을 기본, 선체, 기장, 전장, 배관, 선장과 구조 담당자의 분업과 협업으로 시작되며, 통상 계약 결정 최종 단계의 선주 스왑(Swap)에 대한 적절한 대응과 해상 오염 방지 비용 등에는 각 조선소의 축적된 기술력, 경험, 공수와 물량을 고려한 구조 설계가 주된 역할을 한다. 한편 스왑이란 계약 기술협약의 마지막 단계까지 선주와 합의하지 못하고 미결 상태인 항목들에 대한 비용 정산 (Extra/Credit Cost)의 일괄 처리를 의미한다. 즉 강제 증감은 기술적이고 규제 사항임으로 선주가 수용할 수 밖에 없지만, 이를 제외한 현장 공수, 의장품 등과 지불에 관한 금융 조건 문구에 대한 총괄적인 합의 절차를 의미한다. 1주일 정도 계속된 긴장된 순간의 마지막이며 프로젝트(Project) 성사를 결정짓는 제일 중요한 시기이기에, 스왑으로 적시된 유보 항목들에 대한 즉각적이고 타당한 협상력은 자체적이고 독보적인 기술력을 보유한 조선소와 통상적인 조선소는 차이를 보일 수 밖에 없다. 따라서 2년여 후 건조 선박을 인도하여 최종 수익이 발생되도록 하기 위해서는, 조선소가 선주를 합당한 논리와 자료로써 계약 과정을 주도하여 정당한 선가를 확보해야 하며 동시에 대외적으로 차별화되고 공인된 기술력을 보유해야 하는 것이다.

그리고 상선의 두 주류인 살물선과 유조선의 해상 사고로 인한 오염을 방지하고자 2006년 국제해사기구의 공통구조규칙(Common Structural Rules)이 발효된 이후, 설계부터 현장까지 많은 부분에 규격화와 자동화가 진행되어 각사 설계의 차별성을 나타내기 어려운 상황이 되었다. 그 결과 현장 공임이 신규 입찰선 견적가의 우열을 가능하게 하는 경우가 더욱 잦아지고 있다. 따라서 80년대 중반부터 개념설계를 포함한 모든 과정을 자체적으로 수행한 국내 대형 조선소 입지가 다소 줄어들었지만, 여전히 국내 조선소에서는 설계의 모든 과정을 독자적으로 수행할 수 있으며 기술 자립도가 90% 이상을 상회하고 있다. 하지만 축적된 기술의 유지와 고도화가 계속 필요하며, 체계적인 발전 방향 또한 요구된다.

더불어 2001년 세계무역기구(World Trade Organization)에 가입하여 대외적으로 개방화를 시작한 중국은 엄청난 내수를 충족시키고자 조선을 비롯한 모든 분야의 개발 정도는 가히 상상을 초월할 정도였으며, “중국 수출입 화물은 중국 선박으로 수송하고, 중국 선박은 중국 조선소에서 건조해야 한

다" 는 중국 정부의 자국 조선 산업 육성책인 국수국조 주의로, 국내 산업계에 어려움이 있었음도 사실이다. 하지만 최근 선령 2년여의 중국에서 건조된 LNG선이 기술 문제로 폐선되며, 카타르에서 발주 예정인 60여척의 대형 액화천연가스(Liquefied Natural Gas) 운반선의 상당 부분을 우리가 수주할 수 있을 것으로 예상하고 있다. 그럼에도 불구하고, 중국 조선 기술 발전 속도에는 계속된 관심이 필요하다.

### 2.1.2 FPSO

FPSO의 경우, 지난 20여 년 동안 전 세계적으로 160여기 정도가 세 차례 집중적으로 발주되어 신조되었으며, 이를 일일 생산량 기준으로 정리하면 그림 2와 같이 6천 배럴부터 20여 만 배럴까지 다양한 30여 범주로 대별할 수 있다.

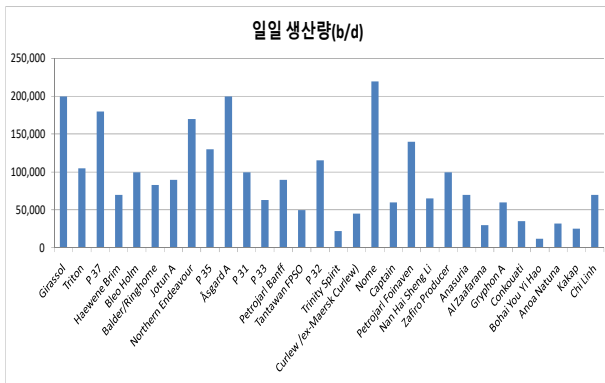


그림 2 FPSO List [2]

한편 전체적인 설계 과정은 구미에서 수행한 견적과 개념 설계(Concept & Feed Design)를 기반으로 선각 분야(Hull Part)와 정제 분야(Topside Part)로 진행되며, 선각 분야와 달리 정제 분야 설계 국산화는 현재도 결합 지지부(Interface Support)의 생산 설계 정도 수행되고 있다.[3] 그리고 설계 발주 및 입찰은, 전체에 대한 피드(Feed) 설계, 선각 분야와 정제 분야로 이원화된 본 설계의 세 부분으로 진행되고 있다. 하지만 해상 자원 등에 대한 국내 자체 조사 및 자료화 등의 미비, 이를 감안한 전체적인 개념정리의 부족으로 아직까지 구미와 일본 엔지니어링(Engineering) 업체에 의존할 수 밖에 없으며, 이는 선각 분야와 정제 분야에 대한 국내 전체 설계 공수 대비해서 약 서너 배에 이르는 해외 벤더(Vendor)의 정제 분야 설계를 병행할 수 밖에 없는 실정이다. 따라서 이를 감안한 발주자의 벤더 결정은 대부분 유정 설치 지역에 인접하여 기술적으로 특화된 업체이며, 이는 전체 공정과 수익에

막대한 영향을 미치고 있다.

이에 그림 3, 그림 4와 같이 해양 플랜트 기자재 산업에 대한 국내 경쟁력을 재고하기 위해 2015년부터 [해양플랜트 기자재 표준화 작업]이 활발히 진행되고 있으며, 일부 내용은 주요 선급에 등재되고 있다. 이는 해양산업 특성상 설치 장소에서 수급이 편리한 지역 업체로 발주자 건조 사양서(Building SPEC)가 기술됨을 지양하고, 국제 표준 적용의 범용으로 유도함이 목적이다.



그림 3 기자재 국제 표준 전 (산통부 보도 자료)



그림 4 기자재 국제 표준 후 (산통부 보도 자료)

일단 국제 표준으로 지정되어 건조사양서에 기술되면 발주처의 설계 변경에 대한 대응이 유연해지며 비용 예측이 가능한 수정 설계를 할 수 있고, 기자재 조달이 용이해져 공정 손실을 최소화할 수 있다. 아울러 기자재의 호환성이 증대하여 잉여 자재로 인한 자재 손실을 최소화 할 수 있고, 우리 국내 기술에 기반한 소모품 사용률을 증가시키는 효과가 있다.

하지만 해양구조물의 가장 큰 특징이 프로젝트 개념으로

해상 구역을 블록(Block)단위로 해당 국가 정부로부터 일정 기간 불하받아 진행되며, 이에 따라 해저면 아래 산재되어 있는 유정의 정확한 양과 분포 양상 등은 진행 과정에서 점차 확실하게 파악되는 것이 일반적이다. 또한 채취할 자원의 경제성이 소멸될 때까지 해당 구역에 위치되어 연속적인 작업이 수행되어야 하며, 주변 환경이 천차만별이고 이를 유지 보수할 소모성 자재의 원활한 수급이 담보되어야 하는 것이다. 따라서 정제, 저장 등을 위한 설계 하중과 이를 감안한 선각 분야의 지지력에 따른 국부 보강 계산은 계속해서 현실성 있게 수정, 보완되는 것이 일반적이다. 이런 과정이 강제 발주 직전까지 반복 수행되며, 바로 이 점이 FPSO 설계의 가장 큰 특징이다.

이런 특성을 감안하여 기본설계 단계에서 각 모듈(Module)과 케이싱 파이프 지지점(Casing Pipe Support Point) 등에 대한 보강량에 대하여 정확한 예측이 필요하며, 이는 축적된 경험과 실적으로부터 산출될 수 있다. 즉 강제 발주 직전까지 발주자로부터 받은 자료에 따른 국부 보강은 조선소와 제철소 사이에 약정된 최소 발주 물량과 정상적인 수급 기한 등을 감안하여, 시한에 임박한 고가 발주와 과도한 잉여 자재가 잔재(Scrap)로 되지 않도록 세심한 주의가 필요하다.

이처럼 해양 산업 특성 자체가 유가 변동에 민감하며 기술적으로 매우 보수적이기에, 국제 표준으로 등재되었다손 치더라도 앞서 설명한 충분한 사용 이력(Track Record)의 확보가 선행되어야 한다. 따라서 발주자의 요구에 부합하는 상황을 만들어야 하며, 특히 해양 구조물 정제 분야의 벌크(Bulk)성 자재의 사용 이력 보유가 우선되어야 한다.

한편 미국의 셰일 가스(Shale Gas)가 촉발시킨 최근의 조선 불황 가운데 작년에 진행된 대형 FPSO 입찰건에 싱가포르와 중국이 새로 등장하여, 국내 산업계에 주목되기도 하였다. 하지만 한 가지 다행스러운 점은 FPSO가 신조되기 시작한 지난 20여 년 동안 우리만큼의 실적을 보유한 국가는 아직 없다. 따라서 축적된 우리의 경험이 소실되기 전에, 다시 한번 발휘될 수 있도록 모든 분야의 원활한 공조가 절실하다. 더불어 방대한 건조사양서(Building Specification)에 부합한 적절한 설계와 정제 분야에 대한 연구, 공정에 맞춘 기자재 수급 등을 독창적인 방식으로 수행하고 전문 인력에 대한 체계적인 관리가 수반된다면, 우리의 경쟁력은 아직도 충분하다.

### 2.1.3 FWSO

기존 증발식과 역삼투압 방식이 주류를 이루고 있는 해수 담수화 시장에서, 세계 최초로 시도되고 있는 “저온저압법을

이용한 FWSO” 개념 설계를 포함한 전 과정은 국내 기술로 진행되고 있다. 그리고 선각의 경우 100% 국내 자체 제작 가능하며, 담수화 과정에 소요되는 주요 기기인 증발기, 응축기 등도 국내에서 조달할 수 있다.

그리고 이미 수증기의 담수화 단계 응축 과정에서 발생하는 냉열을 다른 분야에서 이미 산업상 검토하여 기술적인 가능성은 확인되었지만, 수요처와 연계되지 못해 타산성 불일치로 진행되지 못하고 있었다. 한편 현재 해안 지역 해수를 다량으로 사용하는 부유식가스저장,재기화설비 (Floating Storage and Regasification Units)를 포함한 대부분의 초저온 기화기는 해조류 성장을 제어하기 위해 정화 처리된 해수를 이용하여 열교환 시키는 구조이며, 이에 내구성과 함께 해수에 따른 내부식성도 충분해야 한다. 따라서 FWSO는 수자원이 절실한 지역의 연근해 해수를 이용하여 담수를 생산할 수 있고, 또한 응축 과정에서 발생하는 냉열은 FSRU의 기화 에너지로 충분히 공급될 수 있다.

종합적으로 선각을 포함한 의장 설계까지 요구되는 자재는 일반 선박에 비해 간소화될 것이며 기술 자립도는 VLCC를 상회할 것으로 예측되기에, 국내 공정 주도권이 가장 높을 것이다. 현재 실증 단계에 진입하였으며, 이론상 담수화 예상치와 산출된 담수의 용량 비교를 통해 실제 공정의 효율성에 대한 연구가 진행되고 있다.

한편 FWSO의 기본 의도는 VLCC, FPSO와 달리 적재 화물 자체가 해수와 담수이며 한정된 지역에서 일정 기간 계류되어 정박된 상태로 가동시키는 것이고 화물 자체가 순수한 물이기에, 해양 오염을 시키지 않아 표 1의 각종 선급 규정을 적용할 필요가 없어 구조 및 강제 중량 절감이 예상되며 또한 현재 수요에 비해 공급이 현저히 부족한 상태임으로 충분한 시장성을 내포하고 있다.

표 3 FWSO에 대한 선급 규정

선급	Paragraph	Title
ABS	Part5C CHAPTER11	Vessels Intended to Carry Water
DNV	PART5 CHAPTER13	Carriage of Potable Water

그리고 아직까지 대양에서 해수를 대규모의 담수로 생산, 저장해서 운반하는 목적의 해양 구조물에 대한 국제적인 규정과 규약은 정해져 있지 않지만, 유사한 개념으로부터 FWSO에 대한 선각 물량 추정이 가능하며 표 3은 현재 참고할 수 있는 선급 규정이다.

## 2.2 사회적 측면

지난 150여 년 전 미국에서 상업성이 확인되어 전력, 이동 수단 및 현대 사회의 근간을 이루고 있는 원유도, 지구 온난화의 원인으로 낙인되어 일부 재생에너지에 그 위치를 넘기고 있다. 하지만 여전히 공업 원료로서의 자리는 아직도 부동의 수위를 점하고 있어, 상당 기간 인류 사회에 사용될 것이다.

따라서 VLCC와 FPSO 역시 탈이산화탄소 시류에 부합하도록 변화된 설계에 따를 것이다. 일 예로 최근 주기관 연료로 액화천연가스(Liquefied Natural Gas)를 사용하는 신조 계약이 증가하고 있지만, 액화천연가스 충전소가 설치된 지역적 한계와 또 다른 대체 수단인 저유황유의 높은 비용을 고려하면, 탈황시설인 스크로버(Scrubber)가 막대한 개조 선박 시장을 차지하리라 예상되고 있다. 그리고 현재 국제해사기구 요구치와 미국해안경비대 규정(US Coast Guard)을 만족하는 스크로버를 설계한 업체는 극소수이며 이제 실선 설치되어 운항되고 있고, 탈황 설비 자체가 대부분 습식으로 황산화물의 수증기 부착으로 낙하시키는 원리인지라 확실하게 시장을 주도하는 업체는 아직 없는 셈이다. 이에 대규모 선단을 보유한 선사는 탈황 설비의 자체 개발과 실증을 거쳐 보유 선박에 장착하고, 검증시켜 제품의 사업화를 계획하는 사례도 있다.

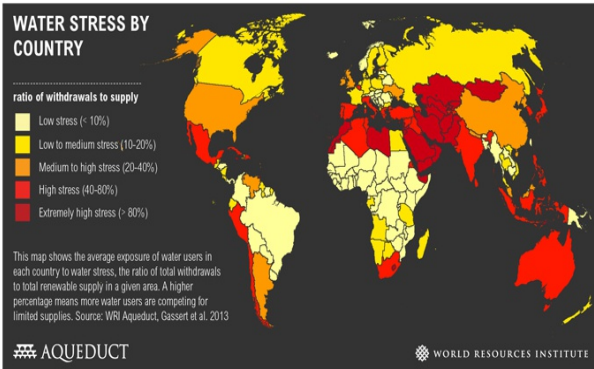


그림 5 2013년 기준 물부족 국가 세계지도 [4]

한편 지구 전체적으로 존재하는 수자원의 총량은 14억 입방킬로 미터 정도이다. 그 중 인류가 이용할 수 있는 비율은 2.5% 정도인 3천5백만 입방킬로 미터이며, 이것 역시 편중되어 있다. 그림 5는 인구의 증가, 산업화 및 지구 온난화 등의 이유로 2013년 분석한 세계 각국의 물 부족 정도이며 색이 붉을수록 피해가 큰 지역인데, 주로 인구 밀집 지역이 심각한 상황임을 알 수 있다.

이를 해결하고자 해수 담수화 기술에 대한 활발한 연구로

설비비와 운전비 모두 산업 초기에 비해 많이 축소되었지만, 그럼에도 불구하고 비교적 높은 운전 비용과 유지 보수비로 인해 재정 감당이 되는 산유국 위주로 실용화되어 있다. 이는 해수 담수화의 혜택이 전 인류에게 돌아가지 않고 편중되는 결과를 보이고 있으며, 역설적으로 담수화 기술의 발전에도 방해가 되고 있다. 현재도 세계 인구의 절반은 안전한 음용수와 기본적인 위생 시설 없이 생활하고 있으며, 세계적인 물 전문 기관인 글로벌 워터 인텔리전스(GWI)는 2025년 세계 물 산업 시장이 8,650억 달러로 증대될 것으로 전망하며 조만간 물 산업이 석유산업을 추월할 것으로 예상하고 있다.[5]

## 3. 결론

“일본이 터키 원자력발전소 건설을 취소하면서 원전 수출이 전면 백지화될 전망이다. 일본은 최근 마이니치 신문 보도에서 일본이 터키 원자력발전소 건설 계획에서 철수하기로 했다고 밝혔다. 히타치 제작소가 추진해온 영국 원전 수출도 실현이 어려워지면서 일본의 원전 수출 자체가 백지화될 것으로 예측된다. ... 한편, 터키 원전은 지난 2013년 일본이 수주전 막판에 한국을 제치고 따낸 사업이다. 터키 흑해 연안 시노프 원전은 우리나라가 UAE에 이은 제2의 한국형 원전 수출 후보지로 꼽았던 곳이다.” [6]

터키 원전의 경우에서, 견적이 대비해 증가되는 실제 사업비에 대한 신속적인 대응력의 중요성을 확인할 수 있었다. 이는 지구 온난화에 따른 해수면 상승으로 저지대와 해발이 낮은 도시의 침수가 발생하는 상황 즉 동토의 해빙과 이로 인한 새로운 단거리 해상 교통망이 예측되기에, 우리 조선업계에서는 이에 대한 기술적인 대비, 새로운 공법 개발과 지적 재산권 확보의 선행화가 요구된다.

따라서 최근 우리의 지정학적 조건, 정세에 따른 유가의 급등락과 기후 변화 등 많은 불확실성은, 다른 한편 우리에게 새로운 기회가 될 수 있다. 이에 대표적으로 300K 액체 화물 해상 구조물에 대한 주요 항목 비교와 핵심 요소를 표 4와 표 5에 정리하며 글을 맺는다.

표 4 300K 액체 화물 해상 구조물 사업성 비교표

특성	VLCC	FPSO	FWSO
선형	Ship Type	Barge Type	←
수익성 변동	거의 확정	매우 큼	거의 확정
기대시장	세계 경기에 연동되어 유한함	유가에 매우 연동되고 유한함	인류 생존 관련되어 무한함

표 5 300K 액체 화물 해상 구조물 핵심 요소

선형	핵심 요소
VLCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개념설계</li> <li>• 공통구조규칙에 부합한 검증된 구조</li> <li>• 표준선형에 대한 SPEC, Key Plan을 통한 선가의 정형화/품질 균등화</li> <li>• 선주 Extra Item에 대한 선가 변동성의 유연화</li> </ul>
FPSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engineering 설계에 대한 적절한 대응</li> <li>• Re-Docking을 필요치 않도록 충분한 Design Still Water Bending Moment</li> <li>• 유정에 대한 정보 갱신으로 반복되는 부가물(Appendage) 지지부 등에 대한 구조해석과 그에 따른 국부 보강</li> <li>• Change-Order에 대한 사전 대비와 적절한 여유 설계</li> <li>• 정제 분야 국내 설계</li> <li>• 사용 이력 보유</li> </ul>
FWSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 담수화율의 극대화</li> <li>• 선가의 최소화</li> <li>• 설치의 유동성</li> <li>• 다양한 사업화 영역                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식수, 공업용수, 농업용수</li> <li>- 대도시의 오수 처리</li> <li>- 대규모 위락 시설수 처리</li> <li>- 건조 지역 사막화 및 산불 방지</li> <li>- 희귀 성분 채취를 위한 고농축 해수 제조</li> </ul> </li> </ul>

## 참고 문헌

- [1] 김재은 [IMO규제 예정대로, 이데일리], <http://www.edaily.co.kr/>
- [2] [BW OFFSHORE], <https://www.bwoffshore.com/>
- [3] 류기수 [4차 산업혁명과 조선산업, 대한조선학회지 54권4호], <http://www.snak.or.kr/>
- [4] 세계자원연구소 [물부족 스트레스에 관한 세계지도], <http://www.wri.org/>
- [5] [2018 물 산업 실태와 사업 전망, 임팩트북], <http://www.imfactbook.com/>
- [6] 정현진, [일본, 원전 수출사업 전면 백지화?, 전기신문], <http://www.electimes.com/>

### 류 기 수



- 1968년생
- 1992년 서울대학교 조선공학과 졸업
- 현 재 : (주) 에이블이엔씨 상무이사
- 관심분야 : 선박/해양구조물/크레인 기본설계, 특허컨설팅, 해수담수화 개념설계
- 연 락 처 : \*-\*-\*-\*-\*-\*
- E - mail : ksryu@ableenc.co.kr

### 정 사 교



- 1978년생
- 2006년 강원대학교 토목공학과 졸업
- 현 재 : (주) 에이블이엔씨 대표이사
- 관심분야 : 해양구조물/육상플랜트 엔지니어링, 플랜트컨설팅, 해수담수화 사업화
- 연 락 처 : \*-\*-\*-\*-\*-\*
- E - mail : skjeong@ableenc.co.kr

### 이 상 호



- 1993년생
- 2018년 한국해양대학교 조선해양공학부 졸업
- 현 재 : (주) 에이블이엔씨 사원
- 관심분야 : 해양구조물/육상플랜트 엔지니어링, 해수담수화 개념설계
- 연 락 처 : \*-\*-\*-\*-\*-\*
- E - mail : shlee@ableenc.co.kr

### 강 성 진



- 1966년생
- 1990년 서울대학교 조선공학과 졸업
- 현 재 : (주) 옴니센서 대표이사
- 관심분야 : 해수담수화 개념설계, 재생에너지
- 연 락 처 : \*-\*-\*-\*-\*-\*
- E - mail : sjkang@omnisensor.co.kr