

해양플랜트산업 Offshore Plant Industry



김 동 준

Dong-Joon Kim

· 부경대학교 교수
· djkim@pknu.ac.kr

1. 서 론

최근 들어 해양플랜트 산업에 대해 많은 관심들을 보이고 있다. 대략 두 가지로 이유를 추정할 수 있는데, 먼저 에너지 수요가 지속적으로 늘면서 석유에너지 가격은 상승하고, 육상에서 채굴 가능한 석유자원이 한계를 보이면서 심해자원 개발을 위한 해양플랜트 제작에 관심이 급증하고 있기 때문이다. 한편, 2008년 이후 지속되고 있는 세계 경제의 어려움으로 해운물동량이 줄어들고, 이에 따라 신조 건조량이 줄면서 조선업계에도 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 상황에서 우리나라 대형조선소로서는 새로운 일감으로 해양플랜트를 적극적으로 수주하고 있기 때문이다.

최근에는 해양플랜트가 조선소 물량의 50%를 넘고 있으며, 세계시장의 80% 이상 점유율을 보이고 있다. 하지만 해양플랜트 FEED(Front End Engineering Design)부분은 전적으로 해외 업체에 의존하고 있으며, 해양플랜트 건조에 필요한 기자재의 경우 국산화율이 20%를 넘지 못하고 있어

해양플랜트 설계 기술 자립과 아울러 해양플랜트 기자재 국산화가 최근의 화두로 떠오르고 있다.

해양플랜트 산업으로 활기를 찾고 있는 해양구조물 제작·설치 산업은 앞으로 친환경 해양에너지 개발, 해양공간 활용 및 심해저 광물자원 개발 등으로 적용 영역이 확대 될 것으로 예상되나, 본 보고에서는 해양에서의 석유와 가스를 탐사, 생산하는 해양플랜트 설비로 제한하여 다루기로 한다.

2. 해양 석유와 가스

세계 에너지 수요는 IEA(International Energy Agency)의 2010년 전망에 따르면 2008년부터 2035년까지 연평균 1.6% 증가할 것으로 예상하고 있다. 그리고 2035년에도 비록 의존도는 감소하더라도 석유는 여전히 가장 주요한 1차 에너지원으로서의 위상이 유지될 것으로 예상했다.

현재 예측되고 있는 전체 매장량 대비 해양 석유 매장량은 24%, 가스는 43%이지만 해양탐사기술 발달에 따라 이 비율은 더 늘어날 것으로 예

상된다. 2007년 석유 생산량중에서 해양 석유는 약 35%를 차지하였으나 최근에는 심해 생산기술의 발달과 함께 더욱 높아지고 있다. 최근의 고유가를 생각하면 생산단가가 높아 경제성이 없다고 판단됐던 심해유전 개발이 활발해져서 앞으로 해양 석유와 가스의 비중은 더욱 커지리라 전망된다.

최근 생산되는 해양유전의 평균 수심은 계속 깊어지고 있는 추세로 90년대 400m에서 최근에는 2,000m를 넘어서고 있다. 이에 따라 심해용 시추장비의 건조가 추진되고 있다. 이러한 심해 유전의 개발 및 생산은 연근해에 비해 더 복잡하고 어려운 공정과 기술, 장비성능을 요구하여 설치비 및 운영비는 상승하게 된다. 이에 따라 설치 및 운영비를 절감하고 생산량을 증가시킬 수 있는 많은 연구 개발이 진행되고 있다.

3. 해양 석유와 가스 개발

해양 석유, 가스 개발과정을 살펴보면 탐사, 시추, 생산, 유지/관리의 가치사슬(value chain)을 가지고 있으며, 이후 과정인 저장 및 분배를 포함하여 전 과정에서 oil major가 가치 사슬의 정점에 위치하고 있는 특징이 있다.

해양 자원 개발은 시작부터 실제 생산까지 최소 10년 이상 소요되는 장기 프로젝트로 추진과정이 복잡하고 난해하며 사업단계별로 분화되고 특화되어 고도의 전문기업이 시장을 주도하고 있다. 특히 심해 탐사나 시추관련 업체 및 관련 기자재 시장은 독과점 성격이 강하며, 진입장벽이 높은 시장이다.

한편, 해양 플랜트의 설계 엔지니어링, 건조시장은 상대적으로 많은 기업들이 경쟁하는 글로벌 마켓이다. 하지만 해양플랜트를 점점 심해에 설치하기 위해 품질기준이 점차 강화되고 있어서 사전에 실력이 검증되지 않은 조선소는 수주 경쟁에서 이길 수가 없는 실정이다. 따라서 기존의 선박시장에 비하면 비교적 경쟁이 심하지 않은 분야로 최근에 건조되는 해양플랜트의 대부분을 우리나라 조선소가 수주하고 있다.

4. 해양플랜트 종류

해양플랜트는 용도에 따라 시추용과 생산용으로 구분할 수 있으며 여기서 다시 연안에서 사용할 수 있는 것과 심해에서 사용할 수 있는 것으로 구분 할 수 있다. Fig. 1에 정리된 것과 같이 시추용으로는 연안에서 해저에 고정되어 설치되는 Jack-up과 심해에서 작업이 가능하도록 부유식으로 만들어지는 drillship과 semi-submersible rig가 있다. 생산용으로는 연안에서 사용하는 고정식인 fixed platform과 심해에서 사용하는 FPSO (Floating Production Storage Offloading)과 FPU (Floating Production Unit)이 대표적인 해양플랜트이다.



Fig. 1 Offshore platform system

연안에서 주로 사용되는 고정식 구조물은 하부가 해저면에 고정되어 자체 중량과 환경하중을 이겨내도록 설계된 것으로 환경하중이 매우 가혹한 극지에서도 사용된다. 한편 심해에서 사용되는 부유식 구조물은 부유상태에서 계류시스템이나 동적위치유지장치(dynamic positioning system)로 위치를 유지하도록 설계되어 있다.

Semi-submersible rig는 hull, column, top side로 구성되며 유선형의 직육면체형상인 hull부분은 이동시 때 올라 저항을 줄여주나 작업을 할 때에는 물속에 잠겨 부력을 얻는 역할을 한다. 작업시 column 부분의 적은 단면적이 수선면에 위치하여 파랑중 상하운동을 줄여주는 역할을 한다. 하지만

적은 수선면적 때문에 실을 수 있는 무게가 크지 않아 별도의 보급선을 이용하여 물자를 자주 공급받아야 한다.

Drillship은 배모양을 한 시추선으로 파랑중 상하운동은 불리하나 이동이 용이하고 적재능력이 크다. 대개 6개의 thruster를 이용하여 위치를 유지하고 있다.

시추선에 탑재되는 시추시스템을 기능에 따라 분류하면 시추장비를 들어 올릴 수 있는 전인시스템, 파이프를 연결된 비트(bit)를 이용하여 땅을 파기 위한 회전 시스템, 파이프 운반 시스템, 시추시 돌 부스러기를 위쪽으로 이동시키거나 비트를 식힐 목적으로 머드를 순환시켜주는 순환시스템으로 구성되어 있다.

생산시설인 FPSO는 배모양을 하고 있으며 갑판 위에는 석유를 생산할 수 있는 플랜트 설비를 설치하고 있고 선박 내부에는 기름을 저장할 수 있는 탱크를 보유하고 있다. 심해석유개발에 적합한 형태로, 한 유전에서 생산이 끝난 후 다른 유전으로 이동이 용이하다.

이러한 해양구조물 설계에 고려하여야 할 요소로는 먼저 환경하중에서 오는 동적하중으로 인한 피로문제, topside 적재로 인한 정적하중, 부식, 보급선과의 충돌, 해양생물의 부착으로 인한 항력과 정적 하중의 증가 등을 들 수 있다. 여기에 생산과정에서의 결합과 운반과 설치과정에서의 손상 등도 관리해야 할 요소이다.

5. 심해저(Subsea) 시스템

해양의 석유와 가스를 생산하기 위해서는 수면 위의 해양플랜트와 해저의 유정 사이에 심해저 시스템이 필요하다. 해저 시스템이란 Fig. 2에서와 같이 해저의 유정으로부터 석유나 가스를 채굴하고 수집하여 해양플랜트로 보내는 시스템을 의미한다.

해저 시스템은 다양한 기자재가 결합되는 종합 플랜트 기술로 subsea tree, manifold, 기술적으로 어렵다고 알려진 다상유체를 동시에 이송시키는 다상 파이프라인(URF : Umbilicals, Riser Flowline

/ pipe line) 시스템이 포함된다. 최근에는 기존 해상설비에서 진행하던 원유/가스/물 분리 공정을 해저에서 수행하여, 원유만을 해상으로 이송하고, 분리된 물은 유정에 재주입하여 유정의 회수율을 향상시키는 기능 등이 채택되고 있다.

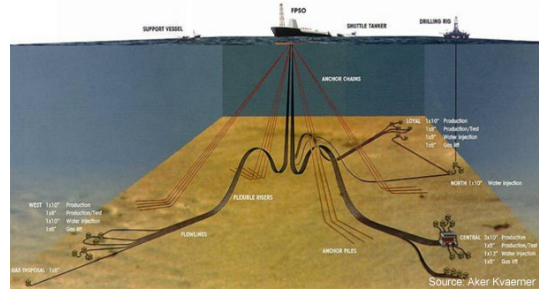


Fig. 2 Subsea processing system(Source: Aker Kvaerner)

이러한 해저시스템의 원천 설계 기술은 해양플랜트 운영중 다양한 사고에 대비할 수 있는 높은 안전성과 신뢰도를 갖도록 하는 것으로 이를 위해서는 안전도 평가기술, 신뢰도 및 위험성 해석 기술, 해저분리장치 설계기술 등이 필요하다.

6. 해양플랜트 시장 규모

에너지 수요의 확대에 따라 해양플랜트 시장도 성장하고 있다. 2010년 Douglas Westwood & World Wind Energy Report에 따르면 해양플랜트 시장은 2010년 1,400억불에서 2030년 5,000억불로 성장할 것으로 전망하고 있다(Fig. 3 참조). 이 중 해상 플랫폼 시장은 2010년 372억불에서 2030년 1,056억불규모로 성장할 것으로 전망하고 있다. 여기서 주의해서 볼만한 부분은 해상플랫폼에 비해 subsea 분야가 더 크다는 것으로 해상플랫폼에만 강점을 가진 우리나라로 보면 아직 개척해야 할 분야가 무궁무진하다고 할 수 있다. 그러나 해양플랜트 산업의 특성상 진입 장벽은 매우 두터우리라 예상 할 수 있다.

또 한가지 주목할 부분은 URF등으로 표현되어 있는 분야가 가장 크다는 것이다. 우리나라로서는

기자재 산업외에도 상당한 미개척 시장이 있음을 알 수 있다.

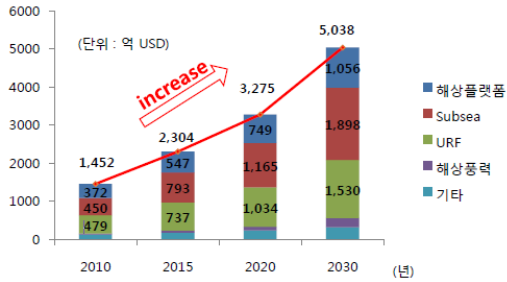


Fig. 3 Offshore plant market

7. 해양플랜트 설계 기술

탐사과정이 끝나면 시추단계에서 사용될 구조물을 설계하기 시작하나, 이 부분은 oil major의 영역으로 자체 설계팀 혹은 전문 엔지니어링 업체에서 실시한다. 이 과정에서 기기나 장비의 스펙이 어느 정도 결정되므로 국내 기자재업체가 진입하기 어려운 점이 여기서 발생한다.

이후 조선소에 EPC(Engineering, Procurement, Construction) 방식으로 발주한다. EPC방식이란 해양플랜트의 설계 및 자재조달, 건조까지 전과정을 수수하는 것을 의미한다. 해양플랜트를 수수한 조선소는 FEED설계를 검증하고 상세설계를 수행한다. 여기서도 설계 업무의 일부를 전문 엔지니어링업체에 용역 의뢰하며 조선소 자체에서 처리하는 물량의 범위는 회사마다 조금씩 다르다. 이 과정에서 기자재 스펙이 확정되고 업체가 결정된다.

해양플랜트 기자재의 경우 모든 장비 사양은 발주처 사양에 준하여 제작되어야 하며, 자재관련 사양이 까다로우며, API등의 국제 표준과 code가 적용되며, 다양한 documentation과 설계도서를 요구하고 있다.

국산화율이 20% 이하 수준인 해양플랜트 기자재 국산화는 기존 국내 조선기자재업체로서는 매우 필요하고 시급한 분야이다. 뿐만아니라 조선소 입장에서라도 시급하다고 할 수 있다. 기자재가 국산화가 되면 가격면에서 건조원가를 낮출 수 있

고, 더 큰 장점은 국내 기자재업체의 경우 빠른 납기가 가능하기 때문에 건조 일정을 지키기 수월해지기 때문이다.

8. 기업체의 동향

기업체의 동향은 크게 해양플랜트제작에 전체 책임을 지고 있는 조선소와 설계(FEED 포함)용역업체, 기자재업체로 나누어 살펴해보도록 하자.

앞에서 언급한 바와 같이 최근에는 조선소가 주체가 되어 납품을 책임지고 있는 추세이다. 따라서 조선소는 좀 더 많은 이익을 위해서는 전 단계에서 이루어진 FEED 설계를 빠른 시간내에 검증할 수 능력이 중요하며, 건조 일정을 단축할 수 있는 능력이 있어야 한다. 따라서 최근 조선소에서 보강을 집중하고 있는 분야는 설계 능력의 강화로 FEED설계를 포함한 초기 설계 능력 확보와 상세 설계 업무 등을 수행할 설계 인력의 고능력화이다. 건조 기술이 표준화가 되어 있는 선박과는 달리 해양플랜트의 경우 용접법이나 도장 방법에 대해 FEED 단계에서 결정되는 경우가 대부분이어서 FEED설계에 대한 검증능력은 건조 일정 관리와도 깊은 연관이 있게 된다. 최근 수도권으로 이전한 각 조선소의 연구소에 충원된 다양한 분야의 우수한 인재들을 중심으로 활발한 시도가 이루어지고 있다. 참고로 대우조선해양의 경우 설계기술 자립화의 활동으로 drillship에 대해서는 독자모형을 구축 완료하였고 semi-submergible rig에 대해서는 독자모형을 구축 중에 있다.

그리고 조선소는 건조 일정을 효율적으로 관리할 수 있도록 기자재 국산화에 집중하고 있다. 기자재 국산화 과정은 먼저 기자재 국산화 품목의 우선 순위를 정하고 개발에 필요한 기술을 정의한다. 그리고 이를 생산할 수 있는 기술력 있는 국내업체를 찾은 뒤 같이 협력하여 개발, 적용하고 있다. 기자재 국산화의 경우 조선소의 적극적인 노력이 없이는 선주측을 설득할 수 없기 때문에 기자재 업체로서는 조선소와의 기술적인 신뢰 관계를 유지하는 것이 매우 중요하다.

최근 해양플랜트 산업이 활성화되면서 국내에

서도 FEED 설계를 표방하는 몇몇 전문엔지니어링 업체들이 생겨나고 있다. 아직은 초기 단계이나 FEED 설계의 검증과정에서 점차 경험을 쌓다 보면 머지않은 장래에 가능해지리라 생각한다. 현재는 후행 단계인 상세 설계를 주로 하고 있는 엔지니어링 업체들이 부산지역을 중심으로 활발하게 활동하고 있다.

전국 조선기자재업체의 80%이상이 모여 있는 부산, 경남지역 기자재업체들은 최근의 조선경기의 하락으로 해양플랜트 기자재로의 전환을 시도하고 있다. 일부 기자재는 기능이 선박에서와 비슷하여 쉽게 접근하고 있으나 해양플랜트의 경우 선주의 승인이 아주 보수적이라서 진입에 어려움이 있다. 뿐만 아니라 같은 기능이라도 소재의 등급이 달라 제작에도 어려움이 있다. 하지만 최근 국가적인 지원과 조선소의 도움으로 기자재 개발에 성공하고 선주의 벤더 리스트에 등재되는 등 많은 성과가 나타나고 있다.

9. 정부의 지원

2012년 5월 9일 부산에서 열린 제 121차 비상경제 대책회의에서 지식경제부는 해양플랜트 산업 발전방안에 대해 보고하면서 해양플랜트 수주액을 2020년까지 800억불로 3배 이상 늘리고 엔지니어링, 기자재 등 국내 수행 비율도 60%로 높이기로 하였다. 주요 추진 대책으로 국산기자재 경쟁력 강화, 전문인력 양성을 통한 엔지니어링 역량 확보, 프로젝트 개발에서 엔지니어링·건조에 이르는 종합역량 확보, 해양플랜트 클러스터 기반 조성 등을 들었다.

이러한 지원책에 따라 동남광역권 선도지원사업, 산업융합원천 기술개발 과제를 통해 해양플랜트 기자재 분야에 투자가 이루어 지고 있으며, 거제에는 해양플랜트 기자재 시험인증 센터를, 하동에는 해양플랜트 폭발화재 시험 연구소를, 부산에는 해양플랜트 기자재 R&D 센터를 설립하였다.

2012년에는 부산시가 조선해양플랜트 산업을 특화분야로 하는 연구개발 특구로 지정되었다. 지역에 있는 대학·연구소 및 기업의 연구개발 성

과의 사업화 및 창업화를 지원하는 연구개발 특구가 해양플랜트 산업을 특화분야로 지정되었다는 것은 해양플랜트 산업계로서 발전에 좋은 기회가 될 것으로 판단된다.

10. 맺음말

지금까지 해양에서의 석유와 가스를 탐사, 생산하는 해양플랜트 설비와 관련되는 해양플랜트 산업에 대해 알아보았다. 급속히 팽창하고 있는 해양플랜트 산업은 현재 어려움에 처해 있는 조선업계와 조선 기자재업계에 좋은 도전의 기회가 되리라 생각한다. 선진국에서 그동안 독점하다시피하던 산업에 진입하여 성공한다는 것이 결코 쉬운 일은 아니라고 생각하지만, 정부의 적절한 지원과 학계, 산업계의 긴밀한 협력과 부단한 노력이 있다면 가능하리라 생각하며 성공했을 때 얻을 수 있는 과실은 매우 크리라 기대한다.

References

1. 배재류, 2012, 해양플랜트 기자재 국산화 전략 세미나, KOMERI 기술정책세미나.
2. 삼성경제연구소, 2012, 해양플랜트 산업의 변화와 기회, CEO Information.
3. 지경부 보도자료, 2012년 5월 9일.
4. 김병진, 2013, 연구개발특구지정에 따른 대학의 연구 개발 추진 방안, 부경대학교 세미나.
5. 한국산업기술진흥원, 2009. 산업원천기술 로드맵.
6. 삼성중공업해양설계팀, 2009, 해양플랜트 사업 개요 및 전망, 창원대학교 세미나.
7. 하문근, 2012, 해양플랜트 산업현황, 부경대학교 융복합해양플랜트연구센터 개소식 강연.