

차세대 주력으로서의 해양구조물 및 장비 기술

홍사영, 홍석원 · 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

1. 차세대 성장동력 산업으로서의 해양산업의 전망

현재 우리나라는 1995년 국민소득 1만불 진입 이후 8년간 1만불 장벽을 넘지 못하고 있으며 그동안 국가 성장동력의 바탕을 이룩해 온 기간산업 경쟁력의 둔화와 선진국과의 기술격차는 줄어들지 않는 한편 중국 등 후발국가의 추격이 거세지고 있는 상황에 있다. 이에 따라 내부적으로 미래에 대한 확고한 비전 부재상태를 극복함과 동시에 1인당 국민소득 2만불 대의 선진경제로의 도약을 위한 “새로운 성장동력의 창출”이란 국가적 명제를 안게 되었다. 정부는 이를 위해 2003년 5월 말 주력 기간산업, 미래 유망사업, 지식기반 서비스산업 등 3개 분야에서 총 60개의 차세대 성장품목을 발굴하고 산업군별로 종합적인 발전전략을 수립하였으며 이 중 조선·해양산업은 주력 기간 산업군에서 고부가가치 선박, 디지털기반 조선컨텐츠, 해양부채 강구조물의 3개 항목이 이에 포함되었다. 이후 10대 차세대 성장동력 산업(표 1) 선정과정에서 조선·해양

산업이 이에 명시적 포함되지는 않았으나 지능형 로봇분야와 e-Biz/지능형 물류에 부분적으로 연계되어 있고 산자부에서는 조선·해양산업을 포함한 10개 주력기간산업별 기획단을 구성하여 차세대 성장동력 기획단과 함께 연구기획을 통하여 산업기술혁신 5개년 계획에 반영하는 것으로 알려져 있다.

한편, 현재 세계 1위의 경쟁력을 달성한 조선업계는 일본이 현재의 경쟁력을 지속적으로 유지하고 있고, 중국이 막대한 인적, 물적 투자를 바탕으로 괄목할 만한 경쟁력의 향상과 시장점유율을 확대해 가는 상황에서 향후 최소 10년 이상 세계 1위의 위치를 확고히 하기 위해 단기적으로는 LNG선을 위시한 고부가가치 선종에 대한 기술력 우위의 유지 및 확대, 그리고 장기적으로는 해양구조물 시장에서의 점유율 확대를 통해 이를 10년 이내에 조선과 대등한 수준의 부가가치가 창출되는 새로운 산업으로 발전시키는 것을 목표로 하고 있으며 이를 위한 기술 경쟁력 확보를 계획하고 있다.

향후 해양구조물 시장은 West Africa, GOM(Gulf Of Mexico), 브라질 지역에서의 지속적인 심해유전의 개발에 따른 부유식 석유 생산구조물(FPS: Floating Production System)의 수요 증가, 미국을 비롯한 유럽, 동아시아 국가의 LNG 수요 급증에 따른 연근해 Floating Terminal(FSRU: Floating Storage Regasification Unit)의 수요 증가가 예상되는 등 그 전망이 밝은 것으로 예측되고 있으며 FPS에 대한 향후 5년간의 중기전망은 116기(units), 약 320억불 규모에 다다를 것으로 예상되고 있다.(Figs. 1-3)

해양산업은 기술적 특성상 설계·생산이 통합된 대표적인 지식집약형 엔지니어링 기술로 분류할 수 있으며 시장적 특징으로는 단일시장(global market)

표 1. 차세대 성장동력산업 과 주력기간산업

차세대 성장동력산업	주력기간산업
디지털TV	부품소재
디스플레이	디자인
지능형 로봇	기계
미래형 자동차	철강
차세대 반도체	조선
텔레메틱스	섬유패션
지능형 홈네트워크	석유정밀화학
e-Biz/지능형물류	전기전자
차세대 전지	항공우주
바이오신약/장기	환경에너지

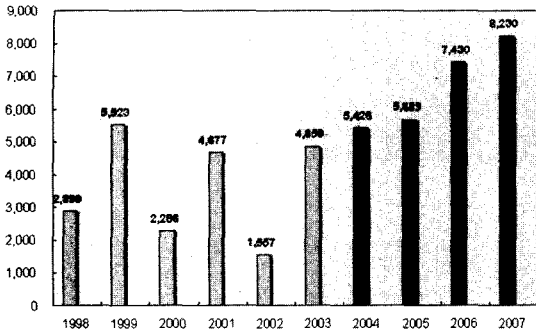


Fig. 1. Offshore market(백만US\$, FPS installation 기준, source: Douglas Westwood 2003)

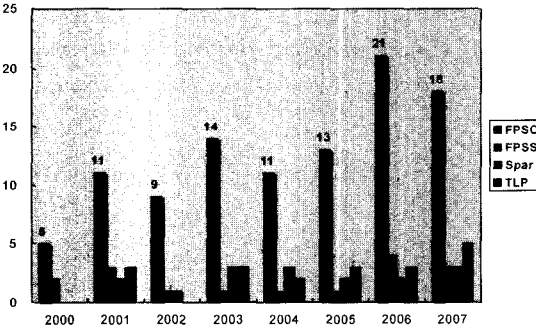


Fig. 2. Offshore market(Units, FPS installation 기준, source: Douglas Westwood 2003)

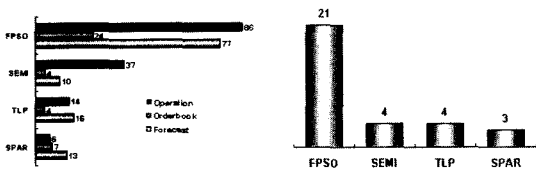


Fig. 3. 중기 FPS 시장규모 전망(좌: units 수, 우: 십억US\$, source: IMA, Douglas-Westwood)

으로서 기술경쟁력의 우위가 확보되면 수출전략화가 유망한 분야이다. 경제적 과급효과로는 적정 규모의 기술 및 기능인력의 확보가 필요한 노동집약적 특성을 가지고 있으므로 다양한 이공계 전공인력을 흡수하여 고용효과가 지대하며 아울러 연관산업에 대한 과급효과가 지대하고 외화 가득율이 높아 국제무역수지 개선에 막대한 기여를 하고 있다. 또한 시스템공학기술 기반 종합 엔지니어링기술로

서 정보통신기술, 디지털 콘텐츠 기술, CAD/CAM 기술 및 지능형 로봇을 이용한 자동화기술, 플랜트 기술 등이 모두 요구되는 기술로 조선·해양산업 활황은 차세대 성장동력산업의 발전을 위한 수요창출의 근간이 될 수 있다.

현재 전 지구적 자원의 고갈문제는 21세기를 해양의 시대로 예측한 미래과학자의 말을 빌지 않더라도 지속가능한 해양개발이 미래 인류생존을 위한 화두로 등장하고 있으며, 특히 단기적 심해에서의 해저 석유자원개발이 활발하게 전개될 것으로 예상되고 있어 해양자원의 개발에 그 근간을 두고 있는 해양산업은 21세기 인류생존과 번영을 위한 필수적인 성장동력이라 할 수 있다.

2. 해양구조물/장비 산업발전의 필수기술

2장에서 앞서 논의된 석유·가스 생산 해양구조물 기술과 연계하여 미래 생활, 레저 및 SOC 기간시설을 위한 해양공간자원의 개발, 미래 전략급속 및 에너지원 확보를 위한 심해자원 자원개발, 무한한 잠재력을 가진 무공해 그린에너지로서의 해양 에너지 개발 등 해양탐사 및 개발을 위한 공통기반 핵심기술로서의 해양구조물/장비 산업발전에 필요한 필수기술에 대해 살펴보기로 한다[2,3].

- 석유가스자원용 해양구조물 설계기술

해저 석유자원 개발을 위해 발전되어온 해양구조물은 해상에서의 작업공간과 저장장소를 제공하는 것을 기본 기능으로 하고 있으며 전형적인 형태를 띠고 있는 선박과는 달리 작업환경과 용도에 따라 다양한 형태를 가지고 있는 것이 그 특징 중의 하나이다. 석유 시추·생산 플랫폼의 경우 초기에는 천해에 적합한 고정식 자켓(jacket), 잭업(jack-up)구조물로부터 출발하여 수심이 깊어짐에 따라 부유식 구조물로서 파도의 영향을 적게 받도록 고안된 반잠수식 시추선(semi-submersible), TLP(Tension Leg Platform), SPAR 등의 형태로 발전되어 왔으며 최근에는 심해 유전의 규모 확대에 따라 대규모 저장 공간을 확보

표 2. 해양구조물 설계기술 분류

개발기술	핵심 기술	비고
시뮬레이션 기반 해양플랜트 설계기술	<ul style="list-style-type: none"> · 파랑/하중 응답해석기술 · 구조해석기술 · 계류시스템 해석기술 · 라이저/파이프 해석기술 · 운송/설치/철거 기술 · Top-side 개념설계 · 환경·위험성 평가 	NTRM(2003)
심해 유전용 복합구조물의 시뮬레이션기반 설계 기술	<ul style="list-style-type: none"> · 심해유전 개발 최적 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 전 세계 해상환경 자료 확보 및 예측 기술 - 시뮬레이션 기반 최적 개념설계 기술 - 해상환경에 대한 통합 성능 평가 기술 · 해양구조물의 EPIC 공사 운용 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 경제성, 환경영향 및 위해도 평가 기술 - 안전도 평가 기반 설계 기술 - 엔지니어링 기술의 글로벌 네트워크화 - 공사관리 기술 제고 · 해상설치 및 코미셔닝 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 통합설계 및 해석 기술 · Sub sea 시스템 설계 및 설치 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 해저 Well head-manifold 개념설계 기술 - Flow Assurance 기술 개발 · 심해설치 기술 <ul style="list-style-type: none"> - ROV/AUV활용 기술 - 심해 재료 기술 - 라이저/Flow line 관리기술 	MT(2004)

할 수 있는 선박형태의 FPSO(Floating Production, Storage and Off-loading)로 발전되어 왔다.

이러한 구조물의 기능 발휘를 위해서는 가혹한 해상환경에서 구조물의 위치를 유지할 수 있는 계류 시스템(mooring system), 석유·가스의 채굴을 위한 라이저(riser) 및 subsea 시스템, 수송을 위한 하역(off-loading) 또는 파이프라인 시스템, 현장 정제 및 처리를 위한 상부플랜트(topside plant) 기술, 설치(installation) 기술이 통합되어야 한다. 해양구조물 관련 프로젝트의 특징은 선주를 대변하는 대형 엔지

니어링 컨설팅 회사의 감독 하에 각 기술 분야별 전문업체가 각 업무를 담당함으로써 프로젝트 전체의 위험을 분담하는 체제를 유지해 왔으나 최근의 경향은 Turn-Key 프로젝트 발주가 증가하는 경향으로 대형 엔지니어링 컨설팅 회사의 역할이 축소되는 추세이며 동시에 그동안 주로 건조부분만을 담당해 온 조선소의 EPCI(Engineering, Procurement, Construction and Installation) 능력확보 요구와 함께 부가가치 제고와 책임부담 범의확대라는 기회와 위협요소가 동시에 발생하는 상황이 전개되고 있다.

따라서 국내 조선소가 차세대 성장동력으로서의 해양구조물 기술 확보를 위해서는 구조물, 계류시스템, 라이저/파이프라인 및 subsea 시스템, topside 플랜트 및 설치기술에 대한 자체 엔지니어링 능력의 확보와 아울러 EPCI 관리능력 확보를 위한 적극적인 기술투자가 선결되어야 할 것이다. 해양구조물의 설계에 있어서는 작업환경과 그 목적에 따라 설계요구조건의 차이가 크므로 이를 만족하기 위한 다양한 개념의 시스템에 대한 설계·해석능력이 필수적이다. 특히 해상조건에서의 작업과 생존 조건에서의 안전확보에 있어 필수적인 파랑 중 구조물과 계류시스템의 통합 시뮬레이션 해석능력을 비롯한 다양한 조건에 대한 구조물의 안전성 평가

기술의 확보가 기술의 핵심요소이다. 이와 관련된 확보 기술의 분류는 표 2와 같이 국가기술지도(NTRM: National Technology Road Map)의 해양구조물 및 장비기술[2] 분야와 해양수산부의 MT(Marine Technology)[3] 계획 중 첨단해양산업 분야에 세부적으로 정리되어 있으며 기술개발의 핵심은 향후 10년 이내에 해양구조물의 자체 설계엔지니어링 능력을 확보하고 이를 바탕으로 EPCI, FEED(Front End Engineering and Design) 기술의 조기 자립화를 이룩하여 차세대 성장동력으로서의 비전을 실현하는 것이다.

- 해양공간이용을 위한 해양구조물기술

표 3. 해양공간이용을 위한 해양구조물기술 분류

개발기술	핵심 기술	비 고
해상인공지반기술	<ul style="list-style-type: none"> · 유탄성응답 해석기술 · 해저 기초 고정기술 · 방파제 통합해석기술 · 수명연장기술 	NTRM(2003)
초대형 산업기지 조성기술	<ul style="list-style-type: none"> · 매가플로트 설계 및 해상접합 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유탄성 응답해석 기술 - 계류 설계 기술 - 해상접합 기술 - 초대형 구조물의 설치에 대한 환경변화 예측 기술 - 부유체의 거동에 대한 항법장치 보정 기술 - 대수심 방파제 설계/해석 기술 - 연육/접안시설 설계/해석 기술 - 수중 용접기술 · 부유식 LNG 적하역 시스템(FSRU) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Offloading 시스템의 개발 - 액화 및 재가스화 장치 기술 - 다물체 거동 해석 및 제어 기술 - 고유 LNG Containment 시스템 개발 · Top side 석유생산 장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 석유플랜트 설계 기술 - 위험도 평가 기술 - 안전설계의 경제성 평가 기술 	MT(2004)

표 4. 우리나라 금속광물 자급율 및 수입전망

구 분	1990	2000	2005	2010	CAGR('01-'05)
자급율(%)	4.77	0.55	0.16	0.04	
수입액(백만불)	1,753	5,091	11,730	15,002	23.2%
수입액 비중(%)	2.51	4.52	6.48	8.90	

*CAGR: Cumulative Average Growth Rate (자료근거 산출치)

*근거: '01년도 광산물 수급현황, 산업자원부·한국지질자원연구원(자원경제팀), 2001.5.

향후 육상공간이 크게 부족하고 대도시의 환경문제가 심화되어 대도시 연안역의 해양공간에 대한 수요가 증대할 것으로 예상되고 있으며, 10년 후에는 컨테이너 물동량이 현재의 2~3 배로 증가하고 15,000TEU급 초대형 컨테이너선박의 출현으로 기존 항만시설의 기능 확충이 요구됨에 따라 대수심 부유식 환적항만의 필요성이 대두될 것으로 예상된다. 최근 에너지 소비 중심이 LNG로 이동하고 있으며 이에 따라 FSRU(Floating Storage Re-gasification Unit) 개념의 floating terminal이 주목받고 있으며 향후 10년 동안 미국에서 최소 5, 최대 20개 이상의 LNG FSRU terminal 신설이 예상되고 있으며 아시아, 유럽 등 기타 국가에서도 신규 LNG terminal의 급증이 예상되며 아울러 해상비행장, 국가전략 자원 저장 및 적하역시설 등 초대형 부유식 해양구조물의 실용화 예상되며, 이를 대비한 초대형 부유식 해상구조물 기술의 지속적 개발이 중요하다. 이와 관련한 필수 기술을 NTRM에서는 해상인공지반기술로 접근하고 있으며 MT에서는 초대형 해상 산업기지 조성 기술로 정의하고 있다. 각 기술을 이루고 있는 핵심기술은 표3과 같다.

- 심해자원용 해양구조물 기술

우리나라는 심해저 망간단괴 개발과 관련하여 1983년 남태평양 심해저 해역에서 탐사를 시작한 이래 1994년 C-C(Clarion Clipperton) 해역에 15만 km2 크기의 단독광구를 확보함으로써 세계에서 7번째 선행투자국의 위치를 획득하였다. 망간단괴는 구리, 코발트, 니켈, 망간 등의 전략광물을 포함하고 있

며, 10년 후에는 주요 금속광물의 수입액이 2000년 대비 3배 이상 증가할 것으로 예상됨에 따라 심해저 광물자원의 경제성이 지속적으로 높아질 것으로 전망된다(표4). 향후 15년 내에 전략 금속광물 자원이 심해저 광업을 통해 확보되면 년 10억 달러 이상의 경제적인 효과를 가져올 것으로 예상된다. 한편 전세계에 걸쳐 고루 분포되어 있는 메탄수화물(Methane hydrate)은 석유의 뒤를 잇는 차세대 에너지원으로 주목받고 있으며 일본의 경우 경제산업성을 주축으로 메탄수화물 상업생산을 목표로 현재 활발한 연구(2001-2016)가 진행 중에 있다. 국내에서는 2000년부터 망간단괴 채광기술을 개발해 오고 있으며 현재 확정광구에 대한 탐사가 상당히 진척되었으며 집관시스템 실험역 실증시험을 위한 기반기술이 확보된 상태이며 메탄수화물에 대한 본격적인 개발활동은 아직 이루어지지 않았으나 동해지역에 대한 부존가능성을 확인한 바 있다.

심해저 망간단괴 및 메탄수화물의 생산플랫폼 기술은 석유·가스 생산 구조물기술과 공통적 분모를 가지고 있으며, 향후 10년 이내 상업적 부가가치를 창출할 수준으로 발전할 여지는 낮지만 국내 전략광물 및 미래에너지원의 장기적인 독자수급 계획 확보와 현재의 해양구조물 기술을 기반으로 전세계적으로 상업생산 수준 시기 도래에 대비한 미래 성장동력으로서의 꾸준한 기술개발이 필요한 분야이다. 이와 관련된 필수 개발기술은 NTRM의 심해·개입기술, MT의 해양광물자원 탐사·개발 기술로 분류되어 있으며 상세내용은 표 5에 정리하였다.

표 5. 심해자원용 해양구조물 기술

개발기술	핵심기술	비고
심해저 채광기술	<ul style="list-style-type: none"> · 심해저 주행 항법 및 제어기술 · 심해저 집광시스템 모델링/시뮬레이션 기술 · 심해저 지반-부존자원 상호작용 해석기술 · 다상(고-액-기) 슬러리 (관)유동 해석기술 · 수격(water hammering) 현상 해석기술 	NTRM(2003) 심해개입·작업기술
통합운용기술	<ul style="list-style-type: none"> · 다물체 통합거동 시뮬레이션 및 제어기술 · 다분야 통합운용 제어기술 	NTRM(2003) 심해개입·작업기술
심해저 망간단괴 자원개발 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 심해저 탐사 및 자원평가 기술, - 심해 환경영향평가 및 환경보전 기술 - 집광시스템 및 채광시스템 통합운용 기술 - 양광시스템 및 운용기술 - 고효율 망간단괴 제련시스템 	MT(2004) 해양광물자원 탐사·개발기술
국내 EEZ 해저광물 자원 개발·이용 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 동해 가스수화물(가스 하이드레이트)와 인광석 분포 및 자원잠재력 평가기술 확보 - EEZ 바다골재 및 광물자원의 친환경적 채취, 관리기술 개발 	MT(2004) 해양광물자원 탐사·개발기술

- 해양 대체에너지 자원용 해양구조물 기술

현재 주에너지원으로 상용되고 있는 석유자원이 향후 50년 이내 고갈될 것으로 예측되고 있고 지구 온난화에 대비한 Kyoto의정서에서는 온실가스 배출을 2008-2012년까지 1990년 수준에서 평균 5.2% 감축을 요구하는 현 시점에서 선진 각국은 석유자원을 대체할 미래에너지로서 무한한 잠재력을 가진 해양에너지에 눈을 돌리고 있다. 이에 정부도 2011년까지 대체에너지의 비중을 전체수요의 5% 목표로 잡고 있으며 해양수산부에서는 해양에너지 개발 장기 목표를 설정하고 조력, 조류, 파도 등의 개발을 위한 연구투자를 시행 중이다(표 6).

해양에너지 개발은 유럽국가들 중심으로 활발하게 이루어져 왔으며 프랑스 낭트의 조력발전소, 영국 Islay와 포르투갈 Azores의 파력발전 장치, 덴마크 Horns Rev의 160MW 규모의 해상풍력단지 등을 그 예로 들 수 있다. 현재로서 널리 주목받고 있는 해상풍력 발전은 대규모의 에너지 변환장치 개

발을 통해 현존하는 대체에너지원 중 가장 경제성을 확보한 것으로 평가받고 있다(NEG MICON은 직경 110m 터빈을 가진 4.2MW 해상풍력발전장치를 개발, VESTAS는 직경 90m 터빈 3MW 용량 해상풍력발전장치 생산).

해상풍력발전의 예에서 볼 수 있듯이 무한한 잠재량을 가진 해양에너지의 경제성 확보를 위해서는 대규모화가 필수조건이며, 이는 대규모 해상단지화를 통해서 가능하며 아울러 파력, 풍력, 태양광 등의 복합에너지 이용을 병행함으로써 그 효율을 향상시킬 수 있다. 이러한 해양에너지의 대규모, 복합 이용을 위해서는 해상단지화가 필요하며 더 높은 에너지 밀도를 이용하기 위해서는 심해로의 진출이 요구되고 있다. 천해역 고정식 구조물, 방파제구조물과 연계한 복합이용 기술이 현재로서는 실용적인 기술개발의 방향이나 초대형 구조물을 이용한 부유식 해상발전단지에 대한 개념적 연구도 제시되고 있는데 이를 위해서는 해양구조물 기술이 그 필수

표 6. 해양에너지 개발장기 목표(누계)(단위 : 천kW)

구 분	1단계(2000~2010)	2단계(2011~2020)	3단계(2021~2030)
조력에너지	720	1,320	2,040
조류에너지	100	200	400
파력 및 온도차에너지	50	100	200
누 계	870	1,620	2,640

*근거 : 해양수산부 해양한국(Ocean Korea) 21

표 7. 해양대체에너지 자원용 해양구조물 기술

개발기술	핵심기술	비 고
해양에너지 변환기술	- OWC형 파력에너지 공기챔버/터빈기술 - 고효율 해류에너지 취득장치 기술 - 온도차에너지 취득장치 기술	NTRM, 해양에너지 이용 구조물 기술
천해역환경외력평가	- 천해 파랑변형 해석기술 - 쇄파 충격력 해석기술 - 중력식 기초 안정성 해석 기술	NTRM, 해양에너지 이용 구조물 기술
파력 에너지 개발	- 적지선정평가 및 환경영향평가 - 에너지 집적, 흡수 및 변환기술 - 발전기 및 전력제어 기술 등	MT, 해양에너지자원 실용화 기술
해상풍력 에너지 개발	- 해상풍력발전기 설계기술 개발 - 해상토목 기초구조물 설계기술 개발 - 전력선 연계 및 운용 기술 개발	MT, 해양에너지자원 실용화 기술
복합발전 시스템 개발	- 풍력 및 태양광 발전 기술의 복합화 - 초대형 해양구조물 설계 및 설치 기술	MT, 해양에너지자원 실용화 기술

적인 핵심이라 할 수 있다. 해양구조물 기술의 이용을 통한 해양에너지 개발 기술은 NTRM 해양에너지 이용 구조물기술과 MT 해양에너지자원 실용화 기술에 나타나 있으며 (표 7)에 정리되어 있다.

- 수중작업용 해양장비 기술

심해자원의 지속적 탐사 및 개발, 해저 파이프라인/광케이블 설치 확대 로 인한 해상/수중 설치 작업 및 보수유지용 수중작업 ROV/AUV에 대한 지속적인 수요 증가가 예상되며 이에 대응하는 심해수중작업 ROV, AUV, 탐사센서 등을 기반으로 한 수중작업 로봇산업분야가 활성화될 것으로 전망되며 이와 아울러 심해자원개발, 생물자원개발, 수중

공간자원개발, 수중활동기술개발 및 해양방위산업의 실질적 수단으로 활용됨으로써 해양 시스템의 유기적 결합을 통한 시스템 효율의 synergy 효과, 새로운 해양분야/산업 도출 등의 경제적 잠재력을 가진 수중 무선통신망 기술이 육상의 이동통신망과 더불어 제2의 국가차원의 인프라로서 그 중요성이 부각되고 있다.

미해군은 광범위한 해안지역 감시를 위한 적응형 수중 통신망 SEAWEB, 넓은 해양에 걸쳐 장기간 해양에 대한 종합적인 데이터 채집을 위해 AUV 및 각종 고정 센서들의 수중 무선 통신망 구성(AOSN)을 개발중에 있으며 WHOI(Woods Hole Oceanographic Institution)는 다수의 AUV를 이용하여 해

표 8. 수중작업용 해양장비 기술

개발기술	핵심기술	비 고
· 수중센서 기술	· 초음파 화상통신기술 · 초음파 물체 인식기술 · 수중 초음파 네트워킹 기술 · 광센서 및 신호처리기술	NTRM, 심해개입 · 작업기술
· 수중항법/원격제어기술	· 센서융합 항법기술 · 수중정밀 도킹 기술 · 지능형 자율항행 기술	NTRM, 심해개입 · 작업기술
· 수중작업 시스템기술	· 전동식 수중매니퓰레이터 제어기술 · 심해 액츄에이터 기술 · 환경친화형 채집기술(coring, in-situ sampling) · 매니퓰레이터-플랫폼 연성 제어기술	NTRM, 심해개입 · 작업기술
· 심해 내압구조기술	· 복합재료 초내압 구조 설계/제작 기술 · 금속세라믹 초내압 구조 설계/제작 기술 · 초고압하의 응력부식 해석기술	NTRM, 심해개입 · 작업기술
수중음향 이동 통신망 시스템 기술	- 수중음향 채널 모델링 및 실험 채널 측정 기술 - 수중음향 채널 환경에 적합한 단말기 모델 /통신망 설계 및 구현 기술 - 수중-육상 연동 통신망 설계 및 구현 기술	MT, 해양장비기술
수중신호 탐지 및 탐사 기술 개발	- 초음파 배열센서 및 강인 범형성 기술 개발 - 고분해능 소음원 탐지 기술 개발 - 고주파 수중음향 카메라 기술 개발	MT, 해양장비기술
유비쿼터스 해양 정보 통신 네트워크 구축 및 서비스 콘텐츠 개발	- 위성 네트워크 및 MF/HF 광대역 모델이용 유비쿼터스 기반의 해양물류정보, 해 상-육상간 물류정보 처리 네트워크 구축 및 관련 사용자 친화적 콘텐츠 개발	MT, 해양장비기술
수중 자율운항체 개발	- 수중 운항체 및 환경 모델링, 시뮬레이션 및 가시화 기법 연구 - 수중 운항체들간의 협동제어기법 연구 - 수중 로봇팔 작업을 위한 해석 및 제어 기법 연구	MT, 해양장비기술
심해저 관측기기 개발	- 천해역 해저기지 건설 및 운용 기술 개발 - 해저기지에서의 기능 점검 및 실험 기술 개발	MT, 해양장비기술

양데이터를 신속, 정확하게 수집하기 위한 잠수정 간의 위치정보 통신 시스템 및 프로토콜(Multiple AUV)을 개발하는 등 해양통신망을 통한 미래 부가가치 창출을 도모하고 있다. 국내에서만 향후 수중통신망 기술의 해양산업화를 통해 연간 2000억 이상의 경제적 파급효과(수입대체 및 해양방위 산업분야 등 새로운 영역의 부가가치 창출)가 있는 것

으로 평가되고 있다.

심해탐사 및 작업용 수중로봇과 함께 미래 해양 정보통신 신산업의 근간을 이룰 수중작업용 해양장비 기술은 해양구조물 기술과의 시너지 효과를 통해 차세대 성장동력 기술로서의 한 축을 담당할 것으로 기대되며 이와 관련된 필수기술은 NTRM의 심해 개입 · 작업기술과 MT의 해양장비 기술로 분류

되어 있으며 세부 기술내용은 표 8로 정리하였다.

3. 기술의 조기 국내확보를 위한 제언

앞서 해양구조물/장비 필수기술을 석유가스자원용 해양구조물 설계기술, 해양공간이용을 위한 해양구조물기술, 심해자원용 해양구조물 기술, 해양대체에너지 자원용 해양구조물 기술, 수중작업용 해양장비 기술로 나누어 살펴보았다. 각 기술 분야별로 향후 시장전망과 국내외 여건에 따른 투자의 완급성과 효과적 기술 확보를 위한 개발 주체 등에 따른 차이가 존재할 것이다.

국내에서도 FPSO 등 심해 석유생산 플랫폼 수요의 증가와 FSRU 등 연근해 적하역 시설의 수요 증가가 예상되며 현재의 산업기반과 기술수준에서 그 실현성이 상대적으로 가장 높은 석유가스자원용 해양구조물 설계기술과 해양공간이용을 위한 해양구조물기술이 시기적으로 가장 먼저 확보되어야 할 기술로 판단되며 이 기술은 해양구조물 엔지니어링 기술확보라는 공통적 지향점을 가지고 있으므로 기술투자 효과도 높을 것으로 예상된다.

해양 프로젝트는 그 성격상 대상 기술이 광범위하여 분야별 전문업체의 협업체제로 행해져 왔으나 최근 잇따른 Turn-Key 프로젝트 발주에 따라 시공사의 EPCI능력 확보요구, 고부가가치 기회 및 위험부담의 위협요인 상존하고 있으며 아직까지 경험과 전문인력이 부족한 국내 업체 상황으로 볼 때 국내 기술력 결집을 통한 국가 차원의 경쟁력 확보가 필요하다. 이를 위한 가장 효율적인 방법으로 전문 해양엔지니어링사를 설립하여 세계적 엔지니어링사로 공동 육성함으로써 각 업체별 역할 분담을 통한 위험분산 및 전문성의 제고를 확보할 것을 제안한다. 물론 업체간 협력 기반을 조성하기 위한 정부의 노력이 필수적으로 필요하며 유관 단체와 학계 및 연구계의 외곽협력이 필요할 것이다.

또한 현재 국내 해양엔지니어링 수준의 조기 국제화를 도모하기 위해서는 기술개발 초기에는 해외

전문 해양엔지니어링사와의 기술제휴 등에 의한 협력이 필요할 것이며 이를 위한 다방면의 인적 교류체계를 구축해야 할 것이다. 장기적으로는 국내 인력이 해외로 진출하여 국내 조선사와의 인적교류체계 구축을 위한 역할을 담당할 수도 있을 것이며 이를 위한 국내 조선사의 탄력적인 기술 인력 운용계획도 고려해 볼 수 있을 것이다.

심해자원용 해양구조물 기술, 해양대체에너지 자원용 해양구조물 기술, 수중작업용 해양장비 기술 분야는 아직까지 충분한 세계적인 시장이 형성되지 않은 상태이고 이에 따라 국내 시장은 물론 전문인력도 부족하지만 가까운 미래에 활성화될 분야이기 때문에 기술 개발 및 전문인력 육성을 위한 국가적 차원의 투자가 선행되어야 할 분야로 판단된다. 또한 이 분야 기술은 특히 기계, 전자, 도목, 자원, 화학 등 타분야 기술과의 접목이 필요한 다학제적 기술이므로 관련기술에 대한 국내외적 협력체계를 구축하는 것도 중요하다고 생각된다. 이 분야에서 선진국과의 기술격차를 줄일 수 있는 현실적인 방안은 국가 주도로 국내사육을 목표로 한 시범플랜트 사업을 전개하여 관련 기술 인력이 애로기술을 직접 경험할 수 있는 기회를 주는 것이 될 것이다.

해양구조물 및 장비산업은 기술적 특성상 설계·생산이 통합된 대표적인 지식집약형 엔지니어링 기술에 기반을 두고 있으므로 기술의 경쟁력은 전문인력의 수준에 의해 결정된다고 볼 수 있으며 현재 세계 1위의 위치를 점한 조선산업의 경쟁력이 20년 이상의 경력을 가진 설계엔지니어에 있음은 자명한 사실이며 중요한 시사점이라 할 수 있다. 따라서 차세대 성장동력으로서 10년 이내 해양구조물 분야 최고의 경쟁력을 확보를 목표로 하는 현 시점에서 산학연 및 정부 모두 미래의 해양엔지니어 육성을 위한 비전을 제시할 때라 생각된다.

기업은 우수인력 유입을 위해 홍보에 대한 투자를 대폭 늘리고 대학은 그동안 약화된 공학 전공과목을 강화하며 정부 및 연구소는 전문인력이 양성될 수 있는 토양으로서 기술개발 연구를 심화·확

대하는 노력을 기울여야 할 것이다. 아울러 조선·해양분야 인력배출을 국내 수요뿐만 아니라 세계적인 수요와 기준에 맞추므로써 기술적 수준 향상과 함께 장기적으로 국제적 인력 네트워크 구성을 위한 포석으로 삼을 시기가 되었다고 생각된다.

4. 결 언

차세대 성장동력으로서의 해양구조물/장비 기술 확보를 위한 필수기술로서 NTRM과 MT를 바탕으로 석유가스자원용 해양구조물 설계기술, 해양공간 이용을 위한 해양구조물기술, 심해자원용 해양구조물 기술, 해양대체에너지 자원용 해양구조물 기술, 수중작업용 해양장비 기술을 살펴보았으며 기술의 조기 국내확보를 위한 생각을 정리하였다.

정부에서는 해양구조물 및 장비 기술 발전을 위한 NTRM 및 MT 계획을 수립하였으며 차세대 성장동력을 위한 기간주력산업으로 조선분야가 중요하게 자리 잡고 있다. 정부는 이러한 계획에 따라 실질적으로 세계 제1의 산업으로서 유일하게 국가 무역수지 흑자에 기여하고 있는 조선·해양 산업의 위상에 걸 맞는 대폭적인 지원을 아끼지 말아야 할 것이다.

조선소에서도 향후 해양구조물 분야를 10년 이내 조선과 대등한 수준의 부가가치를 창출할 전략 상품군으로 선정하여 나름대로 이를 위한 계획을 실

행 중인 것으로 알려져 있다. 조선·해양분야가 국내에서는 대표적으로 globalization이 정착된 분야이지만 기술의 localization 없는 globalization이 없는 만큼 해양구조물 엔지니어링 기술의 개발 주체로서 조선소는 산학연의 실질적인 구심체 역할을 적극적으로 담당해 나갈 것을 기대한다.

연구소와 대학은 기관별 특성과 장점을 살려 이론 및 실험을 병행한 통합 시뮬레이션 SBD(Simulation Based Design) 기술의 핵심요소기술을 개발함으로써 기업의 생산기술과의 접목을 통해 기술경쟁력을 향상에 기여할 수 있을 것이다.

해양구조물 및 장비기술의 산학연 전문가의 모임인 조선학회가 해양구조물/장비 기술 확보를 위한 건설적인 대화의 장을 마련하여 차세대 성장동력으로서의 해양구조물/장비 기술의 조기 정착을 위한 기폭제가 될 것을 기대하며 본 고를 맺는다. ⚓

참고문헌

- [1] “차세대 성장동력 추진현황 및 향후 계획”, 산업자원부, 2003.10.
- [2] 『해양구조물 및 장비 기술』국가기술지도 2단계: 핵심기술별 기술지도, 2002.12.
- [3] “海洋科學技術(MT) 開發計劃(안)”, 해양수산부, 2004.3
- [4] “차세대 성장을 위한 해양과학기술(MT)의 역할”, 제 9회 바다의 날 기념 2004년도 한국해양과학기술협의회 워크샵, 2004. 6.

홍 사 영 | 한국해양연구원



- 1960년 3월 12일생
- 1994년 8월 서울대학교 박사
- 현 재 : 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원
- 관심분야 : 해양구조물 동역학, 내항성, 해양에너지
- 연 락 처 : 042-868-7521
- E-mail : sayhong@kriso.re.kr

홍 석 원 | 한국해양연구원



- 1954년 12월 19일생
- 1988년 4월 미시간대학교 박사
- 현 재 : 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원
- 관심분야 : 해양에너지
- 연 락 처 : 042-868-7520
- E-mail : swhong@kriso.re.kr