

Vol. 03 12월호

수중건설로봇사업단

Cover Story

착저식 시추로봇의 개발 동향



Issue

중작업용 ROV의 플랫폼
및 HPU 시스템



News

3차년도 진도점검



2015 UCRC

2015년
연간일정 안내



Tech

한국과 해외의
기술력 분석



Schedule

사업단, 핵심과제 등
중요한 일정



Cover Story

착저식 시추로봇의 개발 동향

착저식 시추로봇의 개발 동향

해양 구조물을 안전하게 설계 및 시공하기 위해서는 구조물을 지지하고 있는 해저지반의 특성을 정확하게 평가하는 지반조사가 상당히 중요하다. 현재 국내외의 해저지반조사 장비를 작업 가능한 수심별로 살펴보면 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 수심이 얇은 경우에는 해상작업장을 이용하여 조사를 하는 반면, 수심이 깊어질 경우에는 착저식 시추로봇이나 전용선박을 활용하게 된다. 전세계적으로 이미 다양한 종류의 착저식 시추로봇을 개발하여 활용하고 있으며, 이를 간단하게 정리하였다.

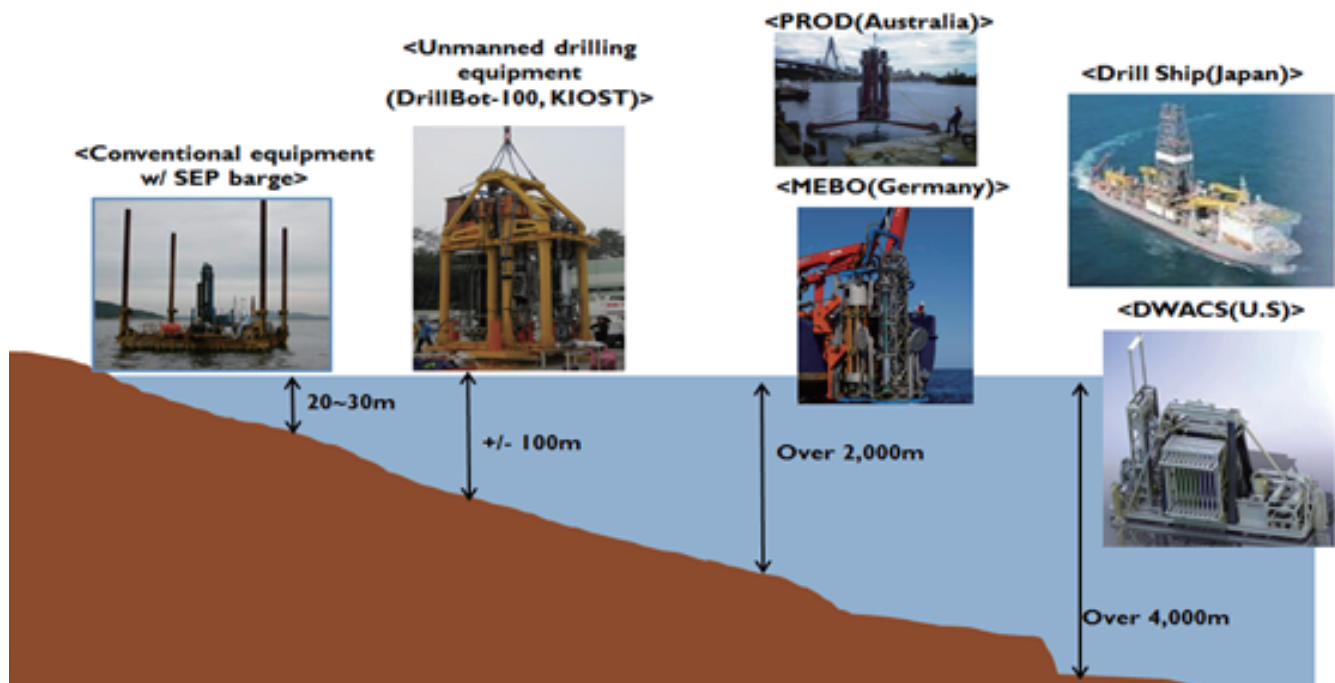


그림 1. 적용 수심별 국내외 해저지반조사 장비 현황

PROD(호주)

호주의 Benthics Geotech Pty LTD에서 보유하고 있는 PROD(Portable Remotely Operated Drill)는 해저면 착저식 해양지반조사 로봇이며(그림 2), 선박에서 전력 공급뿐만 아니라 지반조사 작동을 원격으로 조작이 가능하며, 이송이 간편하고 보링 및 샘플링을 비롯하여 다양한 원위치 시험을 수행할 수 있다.

PROD의 가장 큰 특징 중의 하나는 시험 위치까지 이송이 간편하다는 점인데, 이동을 위한 20인치 컨테이너를 활용하여 전 세계 어느 곳이든 관계없이 운반이 가능하다는 점이다. PROD의 공기 중 무게는 10tf, 수중 무게는 8tf이며, 길이는 6m이다. 총 260m의

rod(관입용 로드 100m, 시료채취기 100m, casing 60m)를 보유하고 있다. 지반 시추 이외에도 토사 및 암반 샘플링, 콘관입시험기(CPT) 등 다양한 실험을 수행할 수 있다. PROD를 운용하기 위해서는 최소한 4개 이상의 컨테이너가 필요한데, 운영실(그림 3), 실내실험실(CPT 준비 포함), drill rod 보관실, drill tool 보관실 등이 있다.



그림 2. PROD 수중 진수모습



그림 3. PROD 컨트롤 룸

MEBO(독일)

수심 2,000m에 대한 시료채취를 주목적으로 개발된 독일의 대수심용 MEBO는 보링 깊이가 70m이고, 연약한 토사에서부터 단단한 암반까지 실험을 수행할 수 있다(그림 4). 코어의 직경은 55mm~84mm까지이며, 공기 중 무게는 10tf 정도이며, 전체 시스템의 무게는 약 75tf 정도이다. 20' 컨테이너에 보관하여 전 세계 어디든 이동 가능하게 설계, 제작되어 있다. 해저면 착저시 3개의 발판을 이용하여 로봇의 안전성을 증대시키고자 하였으며, 로봇에 부착되어 있는 수중 비디오카메라 및 다양한 센서를 활용하여 작업 중 제어 및 운용을 원활하게 하고자 하였다. 2013년도까지 총 2,066m의 시추작업을 수행하였으며, 최대 시추 깊이는 81m 정도이다(<http://www.marum.de>).

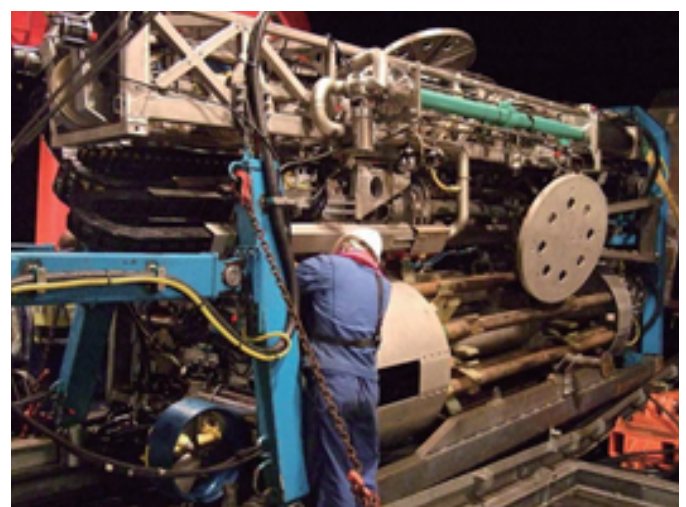
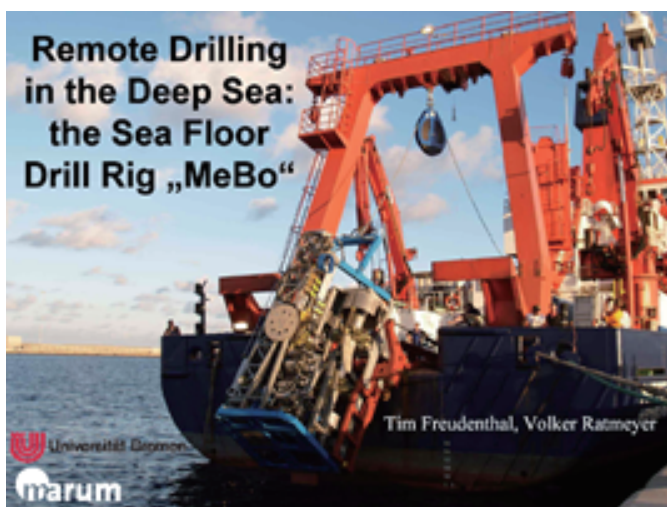


그림 4. MEBO (Freudenthal and Wefer, 2006)

ACS(미국)

미국의 Williamson & Associates사는 수심 4,000m, 심도 50m를 대상으로 시료채취 장비인 ACS(Automated Coring System)를 개발하였다(Murray, 2010). 공기 중 무게는 13tf, 수중 무게는 12tf 정도이며, 3.7m 폭, 8.1m 길이에 5.7m 높이로서 다른 장비에 비해 상대적으로 큰 규모이고, 40ft의 컨테이너에 이송, 보관할 수 있도록 제작되어 있다. 30도 경사에서 운용이 가능하며, 시료채취 직경은 최대 73mm이다. 그림 5는 해상에서 운용하고 있는 모습을 나타내고 있다. 2011년도에는 이를 업그레이드하여 A-BMS(Advanced Deepsea Boring System)를 개발하여 일본 JOGMEC(Japanese Oil, Gas and Metals National Corporation)에 공급한 바 있다(<http://www.wassoc.com/>).

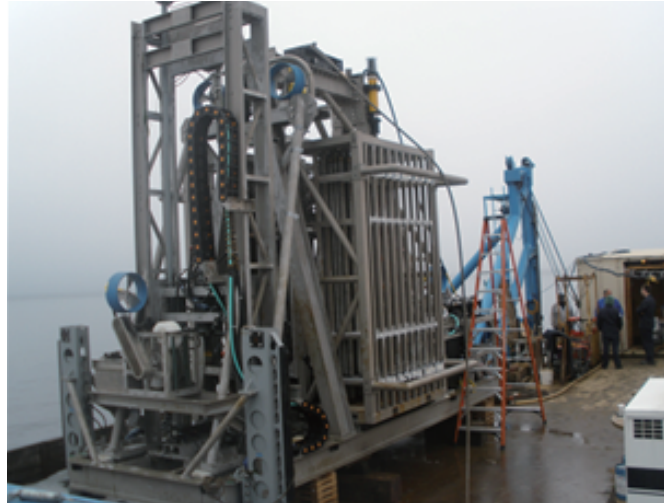


그림 5. ACS의 현장 활용 장면

SDS(미국)

미국 GREGG 사에서는 수심 3,000m, 심도 150m에 적용할 수 있는 해저면 착저식 로봇인 SDS(Seafloor drilling system)를 개발하였으며, 시료채취 및 원위치 시험을 주목적으로 하고 있다. 크기는 $5.4 \times 3.8 \times 6.6\text{m}$ 이고 공기 중 무게는 약 10톤이다. 이 장비는 로드를 공급하기 위하여 다관절 로봇 팔을 활용한다(그림 6). 최대 85mm 직경의 시료채취 및 CPT를 수행할 수 있다.



그림 6. GREGG사의 착저식 시추로봇 (Robertson et al., 2012)

ROVDrill(영국)

영국 Forum사에서 개발한 ROVDrill은 수중에서 작업용 ROV가 구동할 수 있게 제작된 착저식 시추시스템이다(그림 7). 최대 3,000m 수심에서 운용 가능하며, 총 중량 9.5~18톤이다. 3m 길이의 관입용 로드를 활용하여 90m(최대 200m까지 확대 가능) 심도까지 콘관입시험(CPT)과 최대 직경 73mm의 시료채취를 수행할 수 있다(<http://www.f-e-t.com/>).

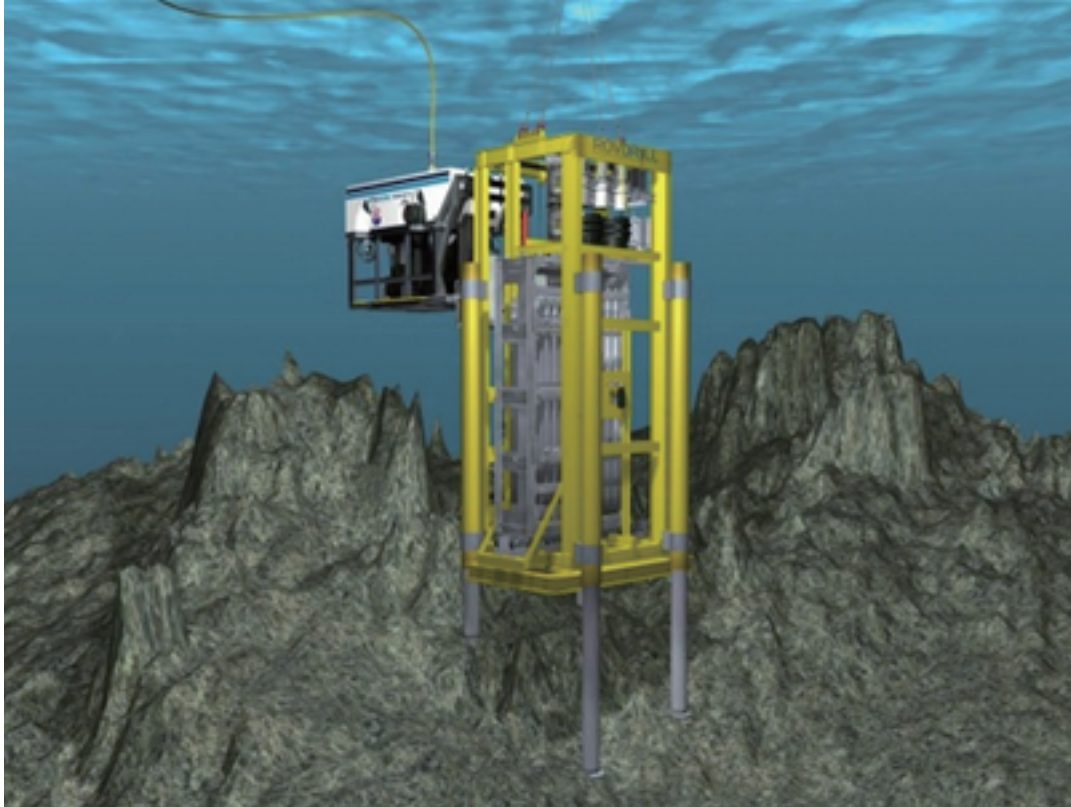


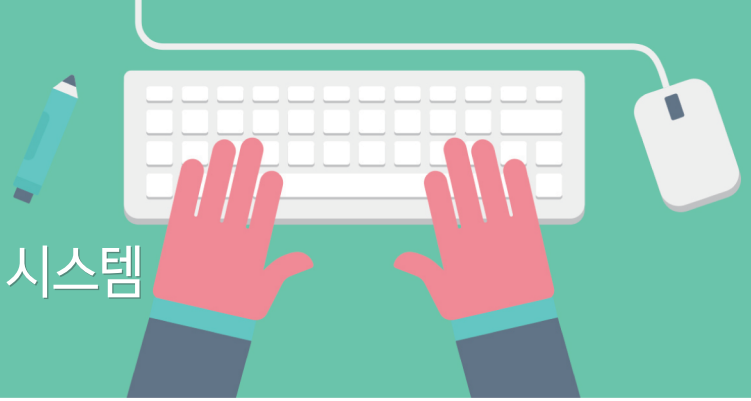
그림 7. ROVDrill

전세계적으로 대수심 조건에 대한 해저면 착저식 시추로봇을 경쟁적으로 개발하고 있다. 이는 석유나 가스와 같은 해양자원이 점차 대수심 조건으로 개발됨에 따른 것이다. 즉, 해양자원 및 해양공간 개발을 위해서는 반드시 필요한 해저 시추작업 및 지반조사, 시료채취 등을 효율적·효과적으로 방안을 꾸준히 연구하고 있으며 이에 따라 착저식 시추로봇에 대한 독자적인 기술개발을 진행 중인 것이다. 실제 대부분 상용화하여 실제 현장에 투입되고 있지만, 대부분 제작 판매보다는 용역이나 임대 등의 형태로 활용되고 있다. 착저식 시추로봇 자체의 판매 가격에 비해 운용 및 용역 비용이 상대적으로 크기 때문이다.

해저면 착저식 시추로봇을 포함한 수중건설로봇의 개발 및 활용 의지는 비단 미국과 유럽에 국한된 것이 아니다. 중국과 일본은 해저 시료 채취를 위한 시추선을 자국의 기술력을 확보하여 자체 건조하여 자국의 해외자원개발과 탐사 및 각종 해상토목 공사에 활발히 활용하고 있으며, 세계 시장에서 활용도가 증가하고 있다. 우리나라의 착저식 시추로봇 개발 현황과 향후 추진 계획에 대해서는 다음 지면을 통해 소개할까 한다.

UCRC Issue

중작업용 ROV의 플랫폼 및 HPU 시스템



1. 중작업용 ROV의 플랫폼 및 HPU 시스템/한상철(대양전기공업(주) 2핵심 1세부 연구책임자)

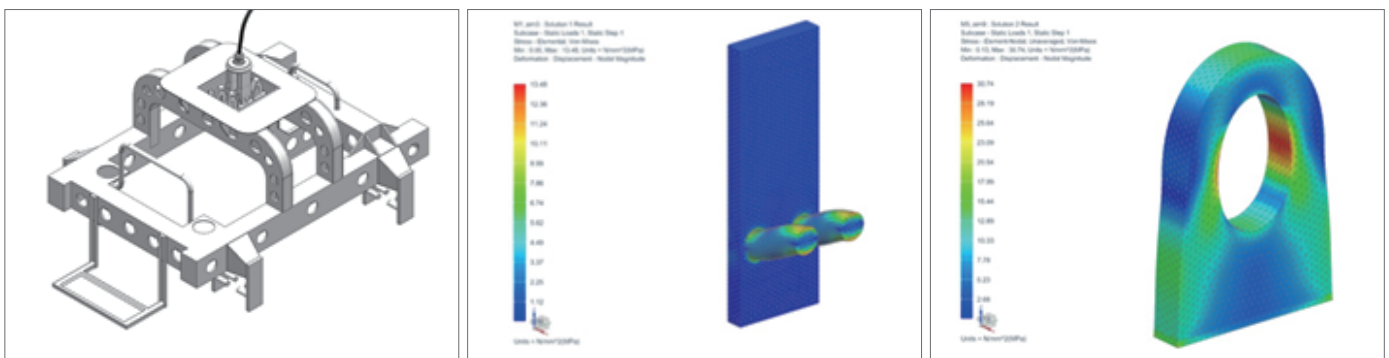
2핵심과제에서 1세부에서 개발기술 중에 “ROV기반 중작업용 로봇 플랫폼 및 HPU 시스템”에 대해서 1,2차년도 설계 내역, 구조, 기능에 대해서 간략하게 소개하고자 한다.

1-1. 로봇 플랫폼 시스템

로봇 플랫폼의 구조는 연구개발 목표인 수심 2,500m 해저환경에서 매설심도(3m) 및 매설속도(2km/hr)를 만족하는 수중작업에 필요한 프레임, 부력재, 내압용기, 전기/전자/통신 시스템, 유압시스템, 워터젯, 다양한 센서장비들로 구성된다.

1-1-1. 프레임

로봇 프레임은 전체 시스템을 부착하는 구조로 설계되며, 전체 시스템 하중(부력재)을 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 재질은 중량 및 부식성에 우수한 AL6061-T6로 제작 예정이며, 각 주요부분별 구조해석을 통하여 프레임 안전성을 확보하였다.



1-1-2. 부력재

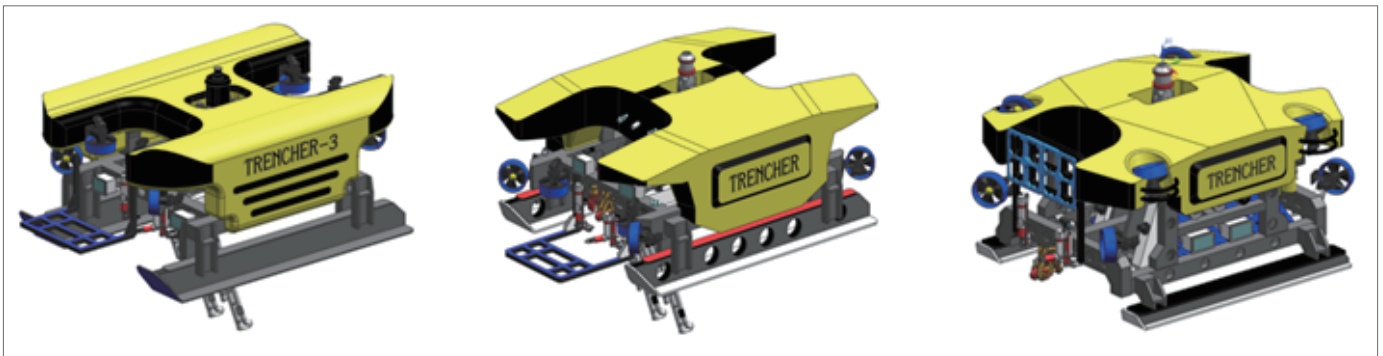
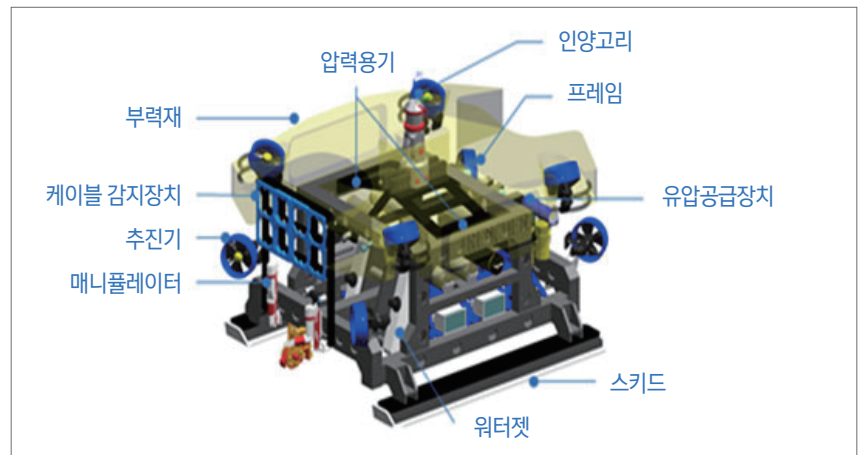
로봇 부력재는 전체 시스템에 대해서 중성(음성)부력을 유지하도록 설계되어야 하며, 또한 각종 센서 및 추진기 설치를 위해서 가공되어야 한다. 현재 부력재 중량(약5.5ton)으로 설계 및 디자인하고 있다.

1-1-3. 플랫폼 형상

1차년도 플랫폼 형상은 박스 및 유선형 타입으로 설계하여 각 장비를 배치하여 설계하였다.

2차년도 플랫폼 형상은 유선형 타입으로 설계하여 1차년도 보다 전장이 증가 및 중량도 상세설계를 통하여 증가하였다.

3차년도 플랫폼 형상은 플랫폼에 설치되는 장비가 확정됨으로 플랫폼의 프레임, 부력재, 설치위치 확정으로 플랫폼의 전장이 2차년도 보다 감소하고, 중량 또한 설계상 감소하게 되었다. 간략한 변경내역은 불필요한 공간 축소, 수직추진기 프레임 간섭을 줄인 상부 이동, 부력재 측면을 축소하여 측면 유지보수성 증대하도록 설계 변경되었다.

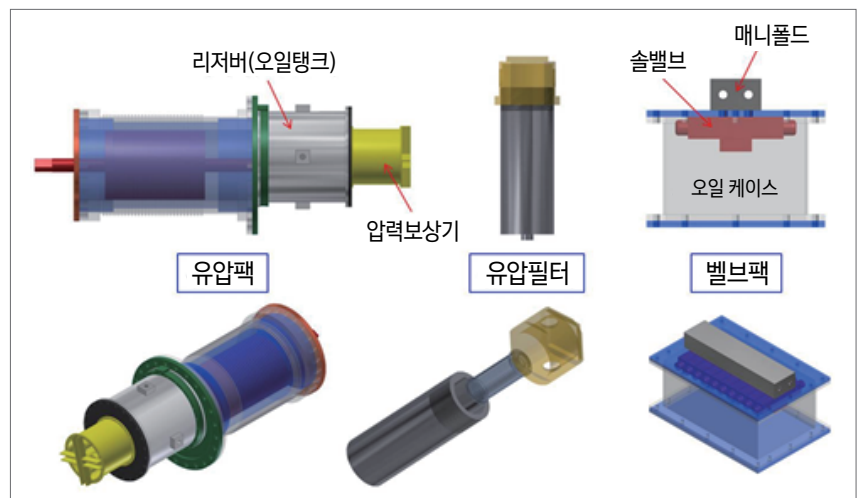


플랫폼 형상 변경

1-2. 로봇 HPU 시스템

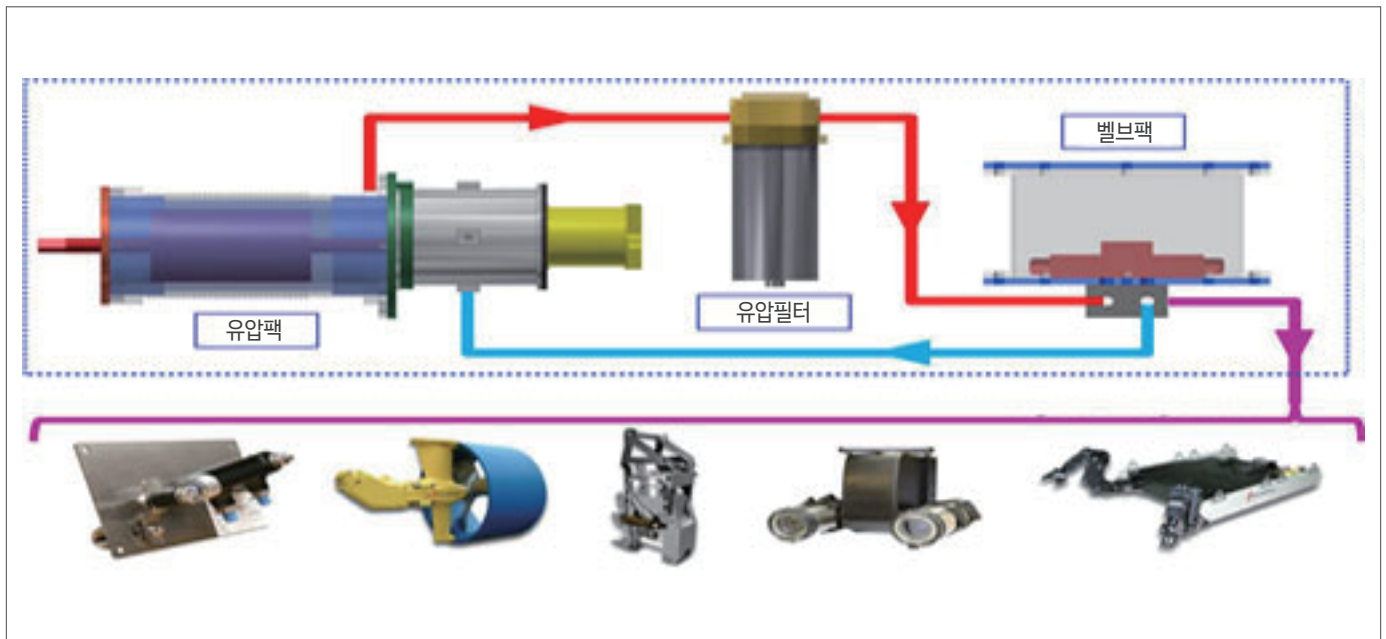
HPU(Hydraulic Power Unit)은 수중에서 유압동력을 공급해주는 장치이다. 본 사업에 쓰이는 중작업용 ROV는 수중 추진기 및 수중 매니플레이터, 수중 케이블 커터, 수중 그리퍼 등의 고출력 장비가 유압으로 구동되므로 HPU는 필수적인 장비이며, 중작업용 ROV 구동의 심장 역할을 담당한다.

이러한 HPU는 육상용과는 다르게 레저버 (유압유 저장부)와 유압 배관, 펌프, 모터 등의 모든 구성요소가 ROV의 요구수심에서 완전한 수밀이 보장되어야하며, 수중에서 ROV 운용 중에 유압부 동작이 일시적으로 중단되거나 유압부 동작의 장시간 불능 상태는 추진기 구동 불능 등의 심각한 문제를 야기하게 되므로, 장시간 운용 상의 안정성도 필수적인 요소이다.



개략적인 수중 유압공급장치 소요 장치 및 부품 3D 모델링

본 과제에서는 장시간의 수중에서의 안정적으로 동작하는 HPU 시스템의 제작을 목표로 하고 있으며, 2차년도에는 수중 유압공급장치에 소요되는 장치와 부품들의 개별형상 및 전체적인 시스템 구성을 파악하기 위한 3D모델링 및 시스템 구성을 하였다. 또한 유압팩의 펌프에서 가압된 오일은 3단계의 유압필터를 거치면서 입자와 수분이 제거되면서 청정한 상태가 되고, 밸브팩에 위치하고 있는 전기적으로 제어되는 방향전환밸브를 통해 유압이 자동밸브, 추진기, 유압툴, 조정 카메라, 매니퓰레이터등에 공급되는 흐름으로 구성된다.



수중 유압공급장치 전체 구성과 흐름도



3차년도 진도점검

2015년을 마무리하는 12월의 시작과 함께 사업단에서는 핵심별로 이틀간 총 5일에 걸쳐 여준구 전문위원님과 여러 전문가들로 점검위원을 구성하여 진행되었다.

이번 진도점검은 연구수행 성과물 및 과제관리 일정표(WBS) 대비 진행 상황 점검을 기본 방향으로 하였으며, 2차년도와 비교하여 특히 제작 부분에서 확연한 진전을 확인할 수 있었다. 가장 먼저 1핵심은 레드원테크놀러지에서 실시하였다. 최종 ROV의 실제 사이즈와 동일한 목업(Mock-up)의 경우, 뼈대에 해당하는 프레임을 비롯하여 부력재, 추진기(Thruster) 등이 장착되었고, 모듈별로는 전문작업 카메라 시스템(Pan-tilt System), 광통신 네트워크 CWDM, 전력분배 및 진단모듈 등이 활발히 제작 중임을 확인할 수 있었다.



<그림 1> 진도점검 발표

2핵심의 진도점검은 대양전기공업을 방문하여 진행되었다. 2세부에서는 핵심기술과 관련된 워터 젯팅암의 축소모델(1:6)과 실험에 대해 발표하였고, 선상 제어실에 필요한 관제 소프트웨어는 우주관제시스템에서 일부 아이디어를 얻어 수중환경과 접목하여 구현하였다. 1세부는 ROV 플랫폼 최종 디자인의 3D 형상과 시험용 유압공급장치, 밸브 제어시험 보드, 시험용 TSS 구동장치, 밸브 제어시험 보드 등 ROV 플랫폼에 장착될 하드웨어들의 제작품을 선보였다.

마지막으로 3핵심은 공동기관인 소나테크의 신사옥을 방문하였다. 2세부의 삼성중공업, 창원대학교, 소나테크에서 발표를 진행하였고, 특히 신사옥내 구축된 수조에서 소나 센서를 이용하여 주변 구조물의 위치 및 형상을 디스플레이하는 시연을 통하여 이후 3차원 이미지 가시화 연구에 대한 기대감을 높였다.

12월 15일에는 한국해양과학기술원에서 진도점검의 마지막 일정이 진행되었다. 다른 핵심과제보다 늦은 시작에도 불구하고 테스트 플랫폼 통합을 2016년 2월 중에 완료할 계획을 발표하였으며, 다음호 뉴스레터에는 그 모습을 공개할 수 있을 것으로 생각된다.

어느덧 3차년도 중반에 접어든 시점에 진행된 이번 진도점검에서는 단순 R&D 과제로서의 목적뿐만 아니라 상용화와 관련된 구체적인 아이템들에 대한 방향이 제시되었다.

1핵심 추진기(Thruster), 2핵심 증압기, 3핵심의 소나센서는 성능과 가격의 두 가지 측면에서 모두 경쟁력이 있다고 판단되며, 사업단에서도 다방면으로 지원을 아끼지 않을 계획이다.

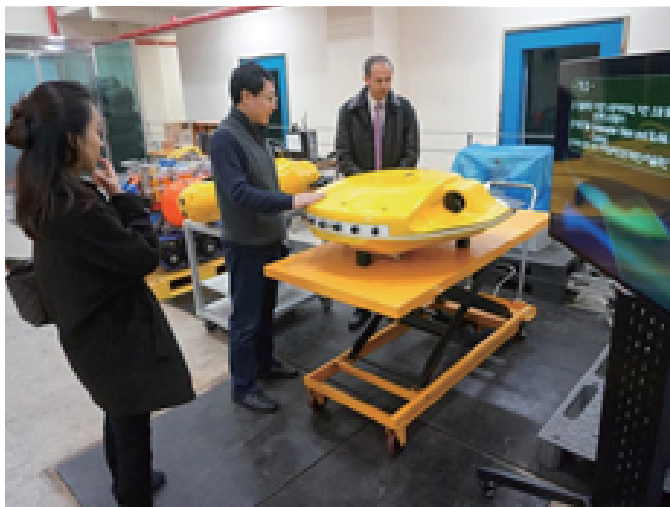
이번 진도점검을 통하여 각 핵심별로 연구개발계획에 비교하여 특별한 문제없이 진행되고 있지만 공통기술 및 기술 이전 분야에 대해서는 핵심간의 정보교류가 부족함을 느끼게 됨으로써 연구개발의 효율을 높이기 위하여 극복해야할 숙제임을 알 수 있었다. 마지막으로 이러한 결과물을 만들기 위한 모든 참여연구원들의 노고에 갈채를 보내며, 이번 3차년도 진도점검을 통하여 제시된 발전적 목표와 해결할 숙제를 통하여 앞으로의 연구개발에 박차를 가할 수 있는 기회가 되길 기원한다.



<그림 2> 진도점검 현장방문

Sirehna 기술교류 및 협력방안 논의

한국로봇융합연구원에 지난 12월 3일 프랑스해군 군수업체인 DCNS의 자회사 Sirehna가 방문하여 기술교류 및 협력방안에 대한 논의의 시간을 가졌다. 현재 Sirehna에서 수행하고 있는 수중 도킹시스템 기술 개발에 참여 요청이 있었으며, 제안하는 수중 도킹시스템 기술은 10여년전에 미국 WHOI, MBARI에서 제안하는 기술과 유사한 성격의 기술임.



수중건설로봇사업단 분과회의

사업단에서는 핵심과제간 유사 기술 분야의 정보 교류를 통한 효율적 사업진행의 목적으로 각 분야별로 분과회의를 개최해오고 있다. 본격적인 H/W 제작과 핵심기술과 관련된 상세설계가 이루어지고 있는 현재 단계에서 보다 분과회의의 취지를 극대화하고자 외부 전문가를 초빙하게 되었다.

초빙된 전문가는 ROV 관련 최장기 사업인 심해저 망간단괴 채광로봇 ‘미내로’의 유압 시스템을 개발한 KRISO 최중수 박사이며, 11월 27일 진행된 분과회의에서 각 핵심의 유압 담당 연구원들과 활발한 논의가 이루어졌다. 특히 미내로의 워터제팅과 무한궤도 시스템은 각각 2핵심, 3핵심에서도 사용하게 될 가장 중요한 핵심기술이기에 한층 더 전문적이고 심도있는 대화가 오고 갈 수 있었다.

함께 수중 로봇 분야를 개척해가는 연구자들의 열의와 고민을 느낄 수 있는 자리였으며, 사업단에서는 앞으로도 서로의 발전을 위해 교류할 수 있는 기회를 만들 계획이다.

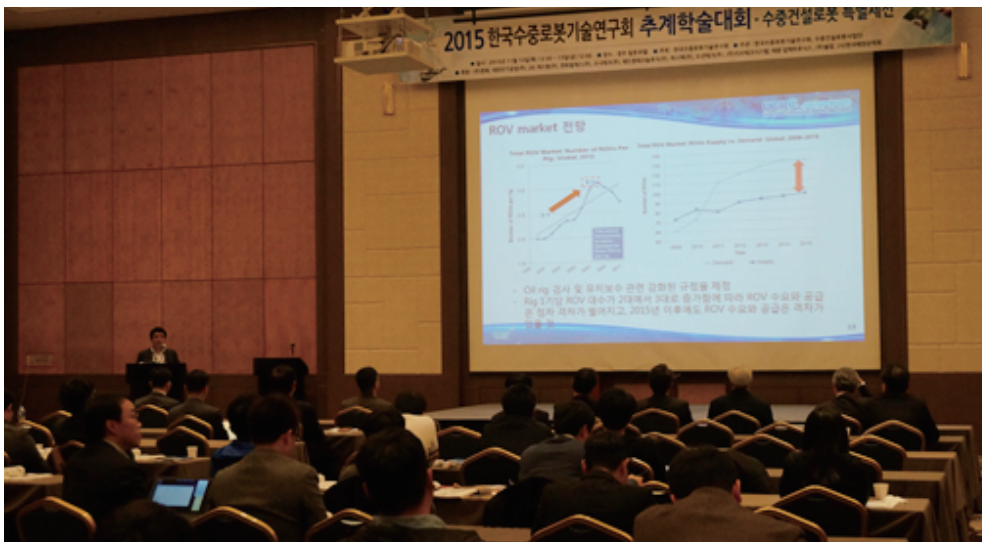


수중로봇기술연구회 추계학술대회

한국해양과학기술원 수중건설로봇사업단과 한국수중로봇기술연구회는 12일과 13일 양일간 경주에서 ‘2015년 한국수중로봇기술 연구회 추계학술대회-수중건설로봇 특별세션’을 개최했다.

양 기관이 공동으로 개최한 이번 학술대회에서는 전문가 200여명이 참석한 가운데 플랫폼 및 운용, 항법 및 제어, 센서 및 통신, 수중건설로봇의 주제로 총 33편의 논문이 발표되어 각자의 연구 성과를 공개하고 토론하는 시간을 가졌다.

특히, 이번 학회에서는 100% 해외임대에 의존하는 현실을 극복하기 위해 연구개발을 진행하는 수중건설로봇사업단에서 수중건설로봇 특별세션을 마련하여 여러 전문가들과의 상호협력을 통한 기술교류 및 연구 개발의 방향을 모색하는 시간을 가졌다.



일본 해양과학기술센터(JAMSTEC) 및 항만공항기술연구소(PARI) 방문

지난 11월 2일 ~ 5일, 4일간 수중건설로봇사업단의 사업단장 및 2핵심과제 연구자, 포항시 관계자와 함께 일본 해양과학기술센터(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)와 일본 항만공항기술연구소(Port and Airport Research Institute)를 방문하였다.

일본 해양과학기술센터(JAMSTEC)에서 수리 중인 유인잠수정 SHINKAI 6500의 내부 모습과 다양한 종류의 ROV 및 AUV에 대한 현황, 운용 방안, 최근 연구 분야에 대한 정보를 확인할 수 있었으며, 특히 AUV의 경우에는 최대 10m 길이의 대형화, 리튬이온배터리를 이용한 장시간 이용 등 세부 기술을 적용하고 있었고, 이미 7년 전에 11,000m급의 수중로봇을 2명의 연구원이 제작할 정도로 상당한 기술력을 확보하고 있었다.



<유인잠수정 SHINKAI 6500의 내부모습>

일본 항만공항기술연구소(PARI)에는 국내에는 구축되어 있지 않은 다양한 목적과 형태의 수조 인프라가 구축되어 연구에 활용되고 있었으며, 개발된 장비를 실제 현장에 투입하여 직접 활용하고 있어 수중건설로봇사업단에서 개발 예정인 수중건설로봇의 현장 적용 · 운용 · 활용방안 수립 등에 교류가 가능할 것으로 보인다.

UCLA RoMeLa 방문 및 OTC Brazil

지난 10월 27일 브라질에서 열리는 OTC에 참가를 하였다. OTC Brazil의 경우 매년 휴스턴의 OTC 학회 및 전시회의 진행방향과는 차이가 없었으나 규모 면에서는 상당히 적은 편이었다. 전반적으로 전시회 및 발표회도 유사하게 진행되었으며, 발표회는 새로운 기술이나 기법에 대한 소개들이 진행되었다. 최근 Oil&Gas 시장의 침체로 인하여 다소 전시회의 분위기 및 참석 기업, 전문가들의 참여는 그렇게 많지 않은 것으로 나타났다.

수중로봇의 관점으로 보았을 경우 Brazil OTC는 Oil&Gas산업 전반에 대해 소개하고 있는 전시회이며, 해양구조물 시공 및 유지관리에 활용되는 ROV 관련된 전시와 발표는 일부에 지나지 않았다. 단, 브라질의 Oil&Gas 시장 전망과 major업체들의 향후 발전 방향에 있어서 향후 수중로봇의 개발 방향 및 전략 등을 조사할 수 있는 기회는 되었다.

대부분 수중로봇 개발 및 운영 업체의 경우 Oil&Gas 시장이 정체기에 있지만 maintenance 관점과 안전성 차원의 ROV 관련 부문은 중장기적으로 증가할 것으로, 향후 ROV 부문에서 운영 효율화와 감시체계 부문의 연구개발은 가속화 될 것으로 분석되었다.



한중 첨단수중로봇 국제공동연구 논의

지난 9월 17일 한국로봇융합연구원 중회의실에서 중국 과학원 선양자동화연구소와 수중로봇 기술교류 워크숍을 통해 한·중 간 첨단수중로봇 국제공동연구에 대한 논의의 시간을 가졌다. 이번 워크숍을 통해 한국로봇융합연구원 수중로봇연구센터 이계홍 책임연구원은 선양자동화연구소의 수중로봇연구실 주임인 리쉬(李碩) 박사 등 3명과 함께 향후 공동연구 추진방법 및 전략에 대한 협의와 함께 양국 간의 수중로봇 기술현황을 파악하고 향후 수중로봇에 대한 국제공동 연구협력을 강화하기로 했다.



3차년도 통합워크숍 및 한중 수중로봇 공동워크숍 개최

2차년도에 이어 3차년도에도 통합워크숍을 개최하였다. 9월 15일부터 16일 양일간 사업의 추진계획은 물론이고 수조인프라 활용방안, 성능검증 실험 & 객관화, 기업유치, 실용화 방안 등 의 여러 안건으로 전략토론을 진행하였다. 이번 통합워크숍은 3 핵심과제가 2년차 연구를 진행중에 있어 연구내용 교류 및 효율적인 교류가 가능하였다.



통합워크숍에 이어 한중 수중로봇 국제 공동워크숍을 한국로봇융합연구원 화상강의실에서 개최하였다. 양국이 선도적인 수중로봇 기술력 확보라는 첫 출발의 자리라는 큰 의미가 있었다.



수중건설로봇 복합 실증센터 착공식

수중건설로봇사업단에서는 지난 9월 2일 경북 포항시 영일만 3일반산업단지 부지에서 ‘수중건설로봇 복합 실증센터’ 착공식을 개최하였다. 행사 당일까지도, 변덕스러운 날씨로 인하여 많은 걱정과 우려가 있었으나 행사 시작 전에 날씨가 맑아 햇살이 뜨거웠다. 변덕스러운 날씨에도 불구하고, 국회, 해수부, KIMST, 경상북도, 포항시 등 여러 유관기관 및 많은 지역주민들의 관심과 참석으로 인하여 성공적으로 개최할 수 있었다.

복합 실증센터에는 수중 작업환경을 그대로 재현할 수 있는 수조실험설비가 구축되어있어, R&D 연구개발물을 비롯한 다양한 장비에 대한 성능시험을 전문적으로 수행할 수 있게 될 것이다.



UCRC Tech

한국과 해외의 기술력 분석



한국과 해외의 기술력 분석

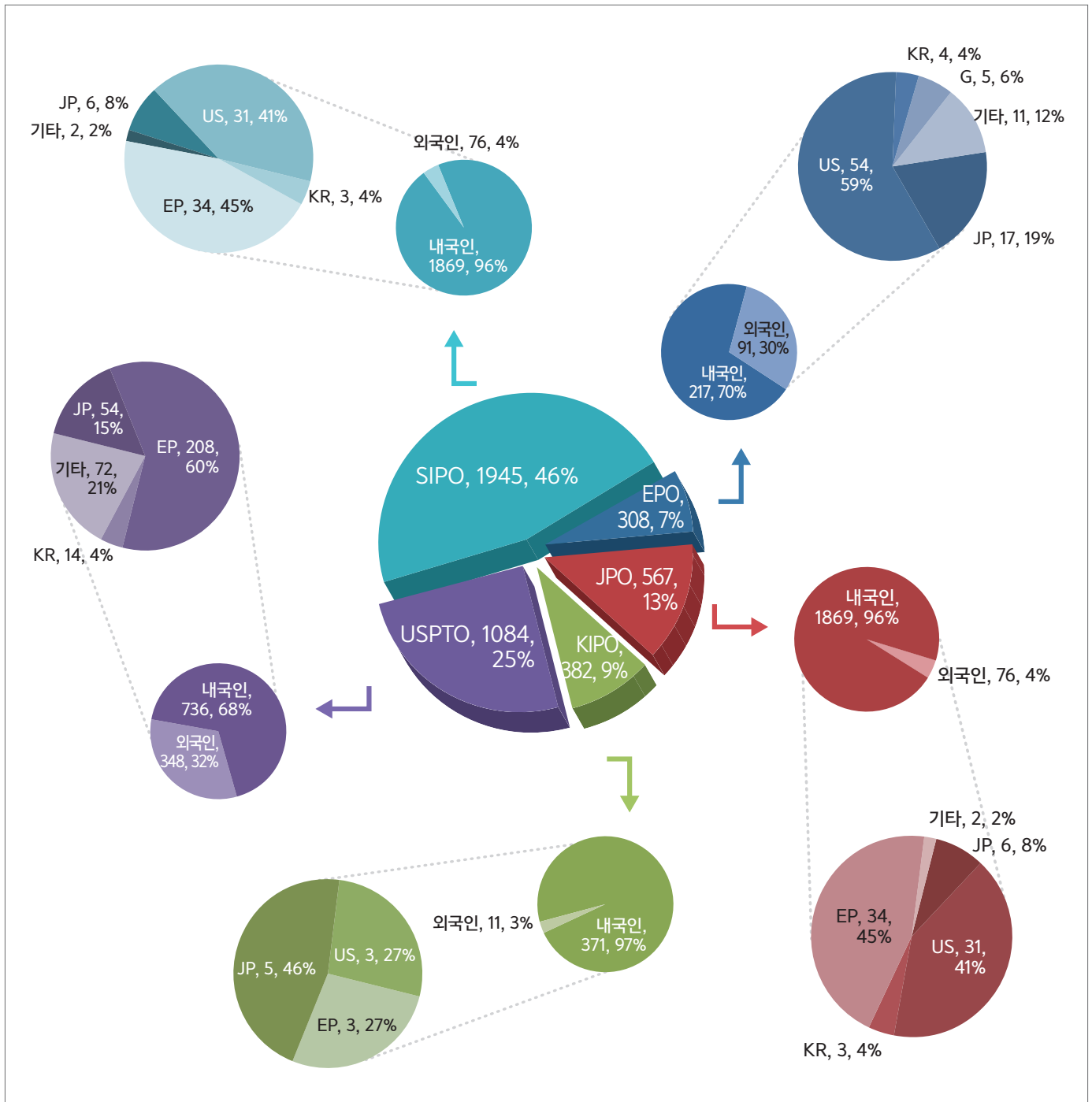
많은 국가들이 해양영토의 개발을 통해 해양 자원개발과 해양연구가 활발히 진행하고 있는 상황에서 세계적으로 해양 신산업 가치 확대를 위한 투자가 가속화되고 있는 지금, 수중 ROV 기술개발이 적극적으로 이루어지고 있다.

이런 상황에서 현재 각 기술별 최고 선진국을 알아보고 후발주자와 우리나라의 기술력이 어느 정도인지 알아보고 우리나라가 나아가야 할 방향을 알아보고자 한다. 아래의 그림과 같이 기술분류를 하여 특허와 논문을 바탕으로 객관적으로 판단해보았다.

대분류	중분류	소분류	기술코드	세부기술	기술코드
수중건설로봇	수중건설로봇 제작 기술	내압 선체	AA	설계 및 구조 해석 기술	AAA
				기계가공 및 검증기술	AAB
		이동	AB	추진기 및 수중 구동기 기술	ABA
				해저 지반 이동 기술	ABB
		작업툴	AC	전동 매니퓰레이터 기술	ACA
				유압 매니퓰레이터 기술	ACB
				수중 건설작업용 툴 기술	ACC
		선상 공급	AD	수중 전원 공급 장치 기술	ADA
				umbilical cable, tether cable 설계	ADB
	수중건설로봇 제어 기술	로봇 제어	BA	수중로봇 정밀 제어 기술	BAA
				작업/조작 기반 기술(햅틱 등)	BAB
				운동성 제어 기술	BAC
		진회수 운영	BB	LARS	BBA
				TMS	BBB
				케이블 원치/드럼 관리 및 제어 기술	BBC
		통신	BC	유선통신(광통신) 기술	BCA
				광통신 접속 및 관리 기술	BCB
	수중환경인식 및 모니터링 기술	센서	CA	초음파 수중 센서 기술	CAA
				비초음파(수중카메라 및 수중레이저, 수중음향 기술 등)	CAB
				수중 위치 측정/추종/평가 기술	CAC
		항법	CB	센서융합 처리기술	CBA
				기타 측정 기술(거리, 비파괴 검사 등)	CBB
				해저지형 맵핑기술(광대역 수중작업 실시간 맵핑)	CBC
		가시화	CC	수중환경 가시화 기술(VR, AR 포함)	CCA
				수중 시공 과정/결과 가시화 기술(데이터 저장 및 재연 기술 포함)	CCB

[그림 1] 수중건설로봇 기술 분류표

중국은 2000년대부터 특허출원이 활발한 것으로 보아 많은 기술개발이 이루어지고 있는 것으로 보여진다. 중국의 특허출원은 최근구간에 모든 특허출원이 매우 높은 것으로 나타나는데, 특히 작업툴, 선상공급, 항법 기술에서 다른 국가보다 특허출원이 많이 이루어지고 있었다.



[그림 2] 국가별 출원인의 국적관련 특허동향

수중건설로봇 핵심기술개발 분야의 국가별로 출원인의 국적관련 특허동향을 살펴보면, 중국이 46%로 가장 많은 점유율을 나타내고, 중국에 이어 미국 25%, 일본 13% 순으로 특허를 점유하고 있다. 미국과 유럽의 경우에는 외국인 출원비중이 30% 이상으로 활발한 편이나, 나머지 국가에서는 내국인 출원비중이 압도적으로 높았다.

특허데이터를 비교하여 보았을 때, 중국의 특허출원이 많이 이루어지고 있고, 기술자립도도 높게 나타나지만 현재까지는 수중로봇 시장은 미국과 유럽이 시장이 큰 것으로 나타나고 있다. 특허는 속지주의를 따르기 때문에 보통은 자국이나 시장이 큰 곳에 특허를 출원하고자 한다는 것을 생각해보면 외국인 특허출원이 높은 미국과 유럽이 시장이 큰 것으로 알 수 있다. 하지만 중국의 경우 외국인 특허출원율이 점차 높아지고 있어 수중로봇의 시장 역시 중국이 많이 성장하여 발전할 것으로 보인다.

전체구간의 기술수준 분석

최근 12년간 기술수준 분석

대분류	중분류	소분류	총점					[전체구간] 한국의 기술수준 분석			총점					[전체구간] 한국의 기술수준 분석		
			한국	일본	미국	유럽	중국	최고 선진국	기술수준	한국 기술수준	한국	일본	미국	유럽	중국	최고 선진국	기술수준	한국 기술수준
수중건설로봇	수중건설로봇 제작 기술	내압 선체	94.3	94.5	141.2	133.7	117.1	미국	100	67	94.3	80.7	123.3	108.9	117.7	미국	100	77
		이동	84.9	95.6	143.2	117.2	116.0	미국	100	59	80.4	98.5	113.5	88.7	115.5	중국	100	70
		작업툴	99.8	95.4	140.9	138.6	96.7	미국	100	71	83.6	104.3	123.9	120.1	95.7	미국	100	67
		선상공급	59.0	95.6	142.9	110.5	89.9	미국	100	41	64.0	86.5	147.7	92.1	94.6	미국	100	43
	수중건설로봇 제어 기술	로봇 제어	86.6	88.5	123.9	129.7	105.5	유럽	100	67	91.4	84.2	112.9	108.0	112.5	미국	100	81
		진회수 운영	77.6	84.8	133.6	133.6	109.8	미국	100	58	83.0	40.5	134.8	131.0	108.4	미국	100	62
		통신	64.5	74.3	134.5	145.1	83.2	유럽	100	44	68.7	49.1	139.3	140.6	87.1	유럽	100	49
	수중환경인식 및 모니터링 기술	센서	83.8	98.9	137.8	119.2	90.3	미국	100	61	84.3	54.3	122.1	107.0	96.1	미국	100	69
		항법	77.1	75.8	152.6	144.1	112.5	미국	100	51	76.4	40.0	143.4	136.8	121.2	미국	100	53
		가시화	90.5	95.5	132.3	120.9	108.0	미국	100	68	91.1	51.4	124.6	108.0	111.9	미국	100	73

[그림 3] 전체구간 및 최근 12년간 기술수준 분석

전체구간과 최근부터 12년 사이의 데이터를 토대로 기술수준 분석을 해 비교해본 결과로, 이동기술의 최고 선진국이 미국에서 중국으로 변경이 되었고, 로봇 제어 기술의 최고 선진국이 유럽에서 미국으로 변경되었다. 10개 소분류 기술에서 8개의 기술이 미국이 최고 선진국으로 나타났고, 1개의 기술에서 중국과 유럽이 각각 최고 선진국으로 나타났다.

하지만 한국은 전체적으로 기술수준이 상승하는 추세를 보였고 특히, 로봇제어 기술에서 최고 선진국과 비교하여 기술수준이 가장 많이 상승을, 선상공급기술에서는 선진국과 비교하여 기술수준이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는, 다른 나라에 비해 성장속도가 더딘 것으로 판단된다. 우리는 학문적인 특허와 논문에 그치는 것이 아니라 핵심기술을 많이 개발하여 관련된 실용적인 특허와 논문을 많이 발굴해 많은 준비를 하여야 할 것이다. 후발주자로서 뒤쳐진 기술을 따라잡으려는 노력 이외에도 창의력을 기반으로 여러 기술이 융합된 기술을 선보여야 할 것이다.

12월 DECEMBER

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
		1	2	3	4	5
		1 핵심과제 진도점검				
6	7	8	9	10	11	12
		2,3핵심과제 진도 점검				
13	14	15	16	17	18	19
		3핵심과제 진도점검				
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1/1	1/2
	원차케이بل 선정회의 (광명역)					

11월 NOVEMBER

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
1	2	3	4	5	6	7
	JAMSTEC 등 일본 기관 방문 / 장인성, 도혜진				항법 분과회의(KIRO)AA	
8	9	10	11	12	13	14
	3차 과제총괄위원회		KT 서브마린 방문 (Q-1000 견학)		수중로봇기술연구회 추계학술대회(힐튼호텔)	
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
				공동인터페이스 분과회의(KIRO)		유압 분과회의(KIRO)
29	30	12/1	12/2	12/3	12/4	12/5

10월 OCTOBER

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
9/27	9/28	9/29	9/30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
	1 핵심과제 착수회의					
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
미국 UCLA RoMeLa 연구소, Brazil OTC 방문 / 장인성, 민정탁						

09월 SEPTEMBER

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
8/30	8/31	1	2	3	4	5
			수중간설로봇 복합 실증센터 착공식(영일만항)			
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
		3차년도 통합워크숍 (포스코 국제관)	한중 공동 워크숍 (KIRO 화상강의실)			
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	10/1	10/2	10/3

8월 AUGUST

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
7/26	7/27	7/28	7/29	7/30	7/31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	9/1	9/2	9/3	9/4	9/5

상부플랫폼 관련 회의
(KIOST, KIRO, 삼중 외)

2핵심과제 착수회의

PLAN 2015 STORY

