

논문 2007-44SC-3-12

심해 무인잠수정 해미래와 실해역 탐사

(Development of a Deep-sea ROV, Hemire and its sea trial)

최현택*, 이판목*, 이종무*, 전봉환*, 이계홍*, 김기훈*, 류승철*

(H. T. Choi, P. M. Lee, C. M. Lee, B. H. Jun, J. H. Li, K. H. Kim, and S. C. Ryu)

요약

해미래는 한국해양연구원 해양시스템안전연구소에서 해양수산부의 지원으로 2001년부터 6년에 걸쳐 순수 국내 기술로 개발한 6,000m급 과학탐사용 심해 무인잠수정이다. 해미래는 2006년 4월에 동해 1차 시도에서 1,065m까지, 10월 동해 2차 시도에서 2,026m 해저면까지, 11월에 필리핀 앞 태평양에서 5,775m 해저면까지 시험 탐사를 성공적으로 수행하였다. 이로써 우리나라는 세계에서 4번째로 독자적인 심해 무인 잠수정 설계 및 개발 기술을 확보하였으며, 앞으로 국가 전략 기술로서의 심해 연구를 위한 기초를 마련하였다. 본 논문에서는 심해 무인잠수정의 구성과 기능에 대하여 설명하고 해미래의 개발 및 시험 과정에 대하여 간단히 설명한다. 또한 첫 탐사를 위한 준비 과정과 3차례에 걸친 시험 탐사 결과를 요약한다.

Abstract

Hemire is a 6000m class deep-sea ROV, which is recently developed by Maritime & Ocean Engineering Research Institute (MOERI) of Korea Ocean Research & Development Institute (KORDI) for 6 years since 2001, sponsored by the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries (MOMAF). Hemire dove upto 1,065m for the first east sea trial last April, and touched a 2,026m bottom of the east sea last September. Finally, last November, Hemire reached a 5,775m bottom of the pacific ocean successfully. This showed our own technologies for design and development of a deep-sea ROV as 4th nation in the world, and we made a great step forward for deep-sea exploration. This paper describes a general overview of a 6000m class deep-sea ROV, and briefly explains development procedure of Hemire and Henuvy. Finally, results of sea trial are summarized.

Keywords : Deep-sea ROV

I. 서론

지구 표면의 약 71%인 바다는 인간에 매우 친숙한 환경이지만, 바다 속 특히 심해는 거의 탐사가 되지 않은 지역이다. 최근 이 미개척지에 관심이 집중되고 있다. 인류가 가지고 있는 식량, 자원, 에너지 등 여러 가지 문제의 해법을 찾을 수 있을 것이라는 막연한 기대가 작은 결과로 가시화되고 있기 때문이다. 그동안 심해에 대한 연구와 투자를 꾸준하게 지속해온 외국에 비

해 우리나라는 3면이 바다인 여건에도 불구하고 심해 연구의 여건은 초기 단계에 머물러 있다. 이는 이 분야의 특성상 막대한 연구비가 투입되어야 하고, 연구 결과가 상용화 될 때 까지 많은 시간이 걸리며, 자칫 경제성이 없을 수도 있는 위험이 있기 때문이었다고 생각된다. 또한 공학과 이학의 거의 모든 분야에 걸친 첨단 기술이 함께 뒷받침되어야 한다는 어려움이 있다. 그러나 최근 심해저 망간단괴, 열수광상, 심해생물, 해저 메탄수화물 등 심해 연구의 구체적인 목적과 발전 가능성이 알려지면서 국내에서도 심해 탐사와 연구가 가속화될 전망이다.

무엇보다도 심해 연구를 위해서는 다양한 탐사 장비와 지원 장비가 필요하다. 그중 가장 기본 장비인 심해 무인잠수정은 심해 연구를 수행하기위한 필수 불가결한 요소이다. 첨단 심해 탐사 기술은 군사 기술로 바로 이

* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소
Maritime & Ocean Engineering Research Institute (MOERI),

※ 본 논문은 한국해양연구원이 해양수산부의 지원으로 수행중인 “차세대 심해용 무인잠수정 개발”과제 연구결과의 일부임을 밝히는 바이다.

접수일자: 2006년8월10일, 수정완료일: 2007년4월20일

표 1. 차세대 심해용 무인잠수정 개발 계획

Table 1. Plan for Advanced Deep-sea UUV Project.

년 차	목 표
1차년도 ('01)	-심해무인잠수정의 기본설계 -심해무인잠수정 시스템 설계·해석 기술 개발
2차년도 ('02)	-심해무인잠수정의 상세설계 -원격제어, 수중항법, 로봇팔 제어기 기술 개발
3차년도 ('03)	-수중복합항법 등 핵심 기술 개발 및 검증 -심해무인잠수정의 제작 업체 선정
4차년도 ('04)	-해누리 및 해미래, 선상 제어실 제작 -초음파항법 및 수중도킹 시스템 기술 개발
5차년도 ('05)	-심해무인잠수정 제작 및 시스템 통합 -무인잠수정 자동 제어시스템 개발
6차년도 ('06)	-심해 무인잠수정의 태평양 실험역 시운전 -시스템의 신뢰도 향상 및 안전장치 개발

전이 가능하기 때문에 외국에서도 기술을 쉽게 개방하지 않고 있으며, 탐사에 필요한 장비는 연구가 진행되어감에 따른 연구의 목적, 방향, 환경 여건에 중속된 것으로 어떤 시스템이 필요한지 예측하기 어렵기 때문에 독자적인 심해 탐사 장비 설계 및 개발 기술의 보유가 심해 탐사의 성과와 직결된다고 할 수 있다.

한국해양연구원, 해양시스템안전연구소는 해양수산부의 지원으로 차세대 심해용 무인잠수정 개발 연구 사업을 표 1과 같이 2001부터 2007년까지 6년에 걸쳐 수행하였다. 해미래와 해누리로 명명된 심해 무인잠수정은 전 세계 대양의 98%를 조사할 수 있는 6,000m급으로 개발되었다^[1-6]. 심해 무인잠수정 시스템은 무인잠수정 해미래와 케이블과 모선의 영향으로부터 해미래를 보호하는 해누리로 구성된다. 또한 해누리는 단독으로 수중 견인 방식의 탐사도 수행할 수 있도록 설계되었다.

본 논문에서는 심해 무인잠수정 시스템 및 제작 과정에 대한 간략한 소개와 2006년에 수행한 첫 실험역 시험 탐사 결과에 대하여 서술하고자 한다.

II. 심해 무인잠수정 기능 구성

심해 무인잠수정은 모선에서 케이블을 통해 전원을 공급하고, 통신을 이용하여 탐사 지역의 상태를 관찰하고 명령을 전달하는 원격 조정 로봇이다. 따라서 탐사 지역의 실시간 영상을 받아, 운영자가 판단하고, 운영자의 명령을 다시 전송하는 실시간 제어 루프를 구성하는 원격 제어 체계가 반드시 필요하다.

심해 무인잠수정의 주요 기능은 그림 1과 같이 (1) 모선 시스템, (2) 케이블, (3) 수중 시스템으로 크게 분류할 수 있다. 여기서 모선 시스템은 전원을 공급하는 전원시스템, 수중 시스템과 통신을 처리하는 통신시스템

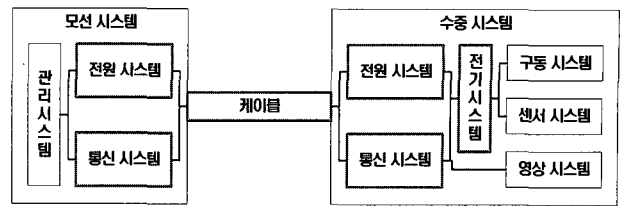


그림 1. 심해 무인잠수정의 기능 구성

Fig. 1. Function diagram of a deep-sea ROV.

템, 통신에 의하여 수집된 데이터를 처리하고, 운영자의 명령을 전송하는 관리 시스템으로 구성된다. 수중 시스템은 공급받은 전원을 적절한 처리를 거쳐 사용할 수 있도록 하는 전원시스템, 전원 분배 및 감독의 기능을 수행하는 전기 시스템, 모선과 통신을 처리하는 통신시스템, 작업을 위한 구동 시스템, 시스템의 운영이나 탐사를 위한 센서 시스템, 카메라와 라이트를 포함하는 영상 시스템으로 구성된다.

모선 시스템과 수중 시스템 사이의 전원 및 통신은 1차, 2차 케이블을 통하여 연결되며, 이 케이블은 수중 시스템의 투입, 회수, 견인 등의 역할을 할 수 있는 강도를 가지고 있어야 한다. 수중 시스템에는 고전압 고주파수 전원을 송전하고, 통신은 광통신 시스템을 이용한다. 이는 매우 긴 케이블로 인한 전압 및 신호 강하에 따른 손실을 최소화할 위한 것이다.

과학 탐사용의 목적에 맞추어 소음이 큰 유압 방식의 구동 장치를 최소화 하고 전기식 추진기를 사용하였다. 다만 큰 힘이 요구되는 로봇 팔 시스템은 유압식 장치를 이용하였다. 또한 탐사 목적에 적절히 사용할 수 있도록, 고화질의 영상을 위한 3CCD 카메라, 저조도 환경에서 촬영이 가능한 저조도 카메라, 정지영상 촬영용 디지털 카메라 등의 가능한 다양한 카메라를 장착하였다. 또한 수중 음향을 기록할 수 있는 수중 마이크(하이드로폰)를 장착하여, 수중 환경의 멀티미디어 정보를 기록할 수 있도록 하였다.

III. 해미래와 해누리 개발

3.1 시스템 설계

심해 무인잠수정의 설계는 그림 1의 전체 시스템 기능 구성에서 보는 것처럼 여러 세부 시스템이 긴밀하게 연결되어 동작하고, 특정 시스템의 성능이 주변 시스템의 성능에 직접 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다. 따라서 시스템의 설계는 이러한 상황을 종합적으로 고려하여 이루어져야 하며, 시스템 전체가 균형을 이룰 수

있도록 최적화 시켜야 한다. 심해 무인잠수정의 설계에 대한 자세한 설명은 지면의 제약과 기술보안 문제로 인하여 생략한다. 자세한 내용이 필요할 때에는 한국 해양연구원 해양시스템안전연구소로 문의하여야 한다.

3.2 시스템 구성과 사양

해누비는 해미래와 모선사이에서 완충 역할을 한다. 만약 해미래가 모선에 긴 케이블로 직접 연결되어 있다면, 케이블의 영향으로 인하여, 또는 모선의 해상 상태에 따른 영향이 그대로 전달되는 것으로 인하여 운동에 제약을 받기 때문에, 해누비가 모선과 직접 연결되고 해미래는 이로부터 2차 케이블에 의하여 연결되는 것이다. 따라서 해누비는 해미래를 보조하여 작업 감시 및 위치의 기준점 역할을 한다. 물론 해저 지질, 생물, 화학, 물리 탐사용 장비 추가 장착이 가능하다. 또한 단독 운용 방식으로 측면 주사 소나를 이용하여 지형 탐사가 가능하다. 해미래는 2개의 원격 조종 로봇팔을 이용한 수중 작업과 전방탐지 소나와 5개의 비디오카메라를 이용한 목표물 조사, 그리고 200kg의 여유 부력을 이용한 탐사용 장비 추가 장착 및 운용이 가능하고, 채집한 시료를 운반할 수 있다. 해미래와 해누비의 주요 사양은 표 2를 참고한다.

해미래와 해누비는 모선인 온누리호에 의하여 운용된다. 이를 위해 온누리호에는 케이블 8,500m가 장착된 트렉션 윈치와 드럼이 설치되어 있고, 컨테이너로 제작된 이동식 선상 제어실과 전원실이 장착된다. 또한 선상 통제를 위한 선상 카메라 시스템과 방송 시스템이 탑재된다. 해미래는 전용 크레인으로 진수/인양되

표 2. 해미래와 해누비의 주요 사양
Table 2. Specifications of Hemire and Henuyu.

	해미래	해누비
길이	3.3 m	2.6 m
폭	1.8 m	1.2 m
높이	2.2 m	1.34 m
공기중 무게	3,667 kg	1,117 kg
속도	1.5kts(전후진), 1.0kts(수직, 횡방향)	
운영 심도	6000 m	6000 m
payload	200 kg	
공급 전력	40 kW	10 kW
주요 탑재 장비	2대 7자유도 로봇팔, 6대 추진기, 8 비디오 카메라, 전방감시소나, 리스폰더, 구난용 비이콘, CTD, IMU, DVL	측면주사소나, 2대 추진기, 2 비디오 카메라, 리브폰더(USBL), 거리계측소나, 고도계, 압력계

며, 해누비는 모선에 장착된 A-프레임에 의하여 진수/인양된다.

탐사는 모선의 소나 장비에 의한 넓은 지역의 조사 후, 해누비를 이용하여 추정 지역을 다시 조사하고, 여기서 목표지점을 결정하여 해미래를 투입하게 된다.

3.3 개발 과정

3년에 걸친 개념 설계와 상세 설계에 이어 2004년부터 제작이 진행되었다. 해미래와 해누비의 제작은 부산에 위치한 대양 전기 공업 주식회사에서 진행되었다. 2005년 중순에 해누비 개발을 완료하였고, 2006년 초에 해미래 제작을 완료하였다. 선상 제어실과 전원실 개발, 그리고 모선인 온누리호의 개조 및 장비 탑재 작업도 병행하였다.

그림 2는 해미래의 선체 제작을 위한 알루미늄 용접과 비파괴 검사를 진행하는 모습이다. 해미래에는 2개의 내압용기가 장착된다. 이 내압 용기는 국내에서 타 이타늄으로 제작되어 일본 잠스택에서 내압 강도 시험을 완료하였다. 그림 3은 고전압, 저전압용으로 구분되어 제작된 내압 용기 탑재 장비이다. 탑재 장비는 슬라이딩 랙에 장착되며, 모든 배선은 해미래의 양측에 배치된 전원/신호 정합 장치에서 이루어진다. 강압 변압기는 유적식 용기에 탑재되며, 해미래의 아래쪽에는 로봇팔의 구동을 위한 유압 장치가 배치된다. 모든 유적식 용기와 유압 장치는 유압 보상 방식으로 유압 보전기에 의해 압력이 조절된다. 그림 4는 모선에 장착된 제어실의 내부 모습이다. 해미래와 해누비 제어실은 공급되는 전원과 광통신 시스템을 관리 감독하고, 카메라와 다양한 계측 장비로부터 전송되는 데이터를 표시한다. 또한 전송된 영상을 관찰하고, 이를 기반으로 로봇팔에 명령을 전송하여 실시간 작업을 가능하게 한다. 이를 위해 10여대의 컴퓨터가 UUV서버를 중심에 둔 성형(star) 토폴로지 형태의 네트워크를 구성하며, 컴퓨터사이 데이터교환은 모두 서버컴퓨터를 통하여 수행한다. 받은 영상은 여러대의 모니터에 동시에 또는 모니터 화면 분할 기능을 이용하여 다양하게 표시할 수 있다. 수집된 정보와 영상 정보는 컴퓨터, VCR, DVDR에 의해 기록되며, 현재 위치와 심도 등 중요한 정보는 자막처리되어 함께 저장된다.

3.4 기능 시험

2006년 2월 제작이 완료되고 공기 중에서의 기본 전기 및 통신 시험이 끝난 후, 해미래와 해누비는 거제도

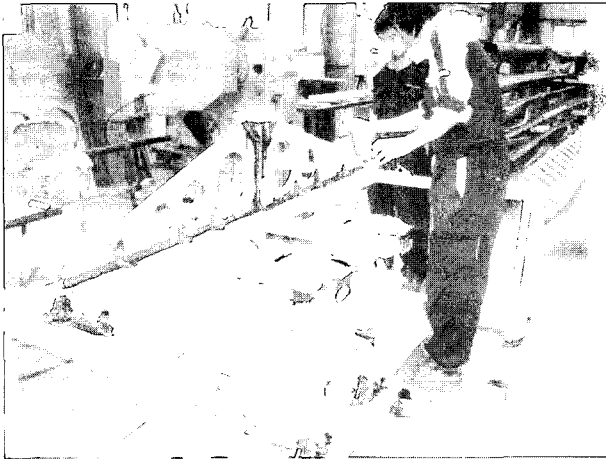


그림 2. 해미래 선체의 비파괴 검사
Fig. 2. Nondestructive testing for Hemire frame.

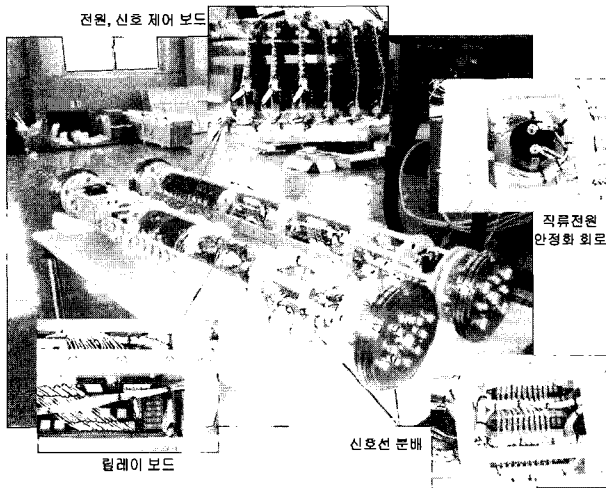


그림 3. 해미래의 전기 및 통신 시스템
Fig. 3. Electrical and communication system for Hemire.

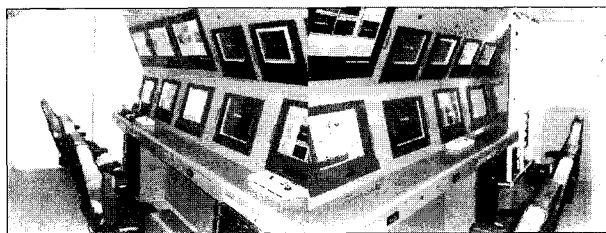


그림 4. 선상 제어실 내부 모습
Fig. 4. Interior view of control van.

장목의 한국 해양연구원 남해연구소로 이동되었다. 이곳의 해수 수조, 부두, 연근해에서 전체 시스템의 하드웨어와 소프트웨어의 시험을 수행하였다.

무인잠수정 개발에서 있어서 중요한 사항 중에 하나인 발라스팅은 수중에서 약간의 양성 부력을 가지면서 정적으로 수평 상태를 유지하는 것이다. 이를 위해서 설계 초기에서부터 선체 및 모든 부품에 대하여 중량과 부력을 파악하여 적정함과 균형을 유지하여야한다.

해미래의 추진기 시험은 독립적인 측정 장비 없이 추진기의 응답 특성과 소프트웨어에 의한 추진기 성능 검토로 진행되었다. 특히 자동 심도 제어 기능과 자동 선수각 제어 기능의 동작 특성과 운영 편의성을 집중적으로 관찰하였다. 해미래에 장착된 로봇 팔과 시료 채취 바구니는 유압 시스템에 의하여 작동된다. 로봇팔 2대와 시료채취 바구니를 동시에 구동하면서 유압 시스템의 용량과 냉각 성능에 대하여 실험하고, 성능을 확인하였다.

해미래와 해누리에 장착된 센서 중 초음파를 이용한 센서는 수중에서만 동작 상태를 파악할 수 있다. 모든 센서가 정상동작하는 것을 확인하였으나, 고도계 PA500는 정확한 수치를 계측하지 못했다. 이는 좁은 해수 수조내의 Multi-path의 영향에 기인하는 것으로 파악되었다.

선상시스템 운영 시험은 모든 센서 및 장비관련 데이터들을 모두 하나의 화면에 표시 하는 목적으로 수행되었으며, 총 16개의 서브 제어화면이 있어 필요에 따라 전환이 가능하여 해미래 및 해누리에 부착된 모든 센서 및 구동장치들을 제어할 수 있다.

부두 시험은 실험역 시험에 앞선 최종 준비 단계로, 해미래의 전후진 시험, 조종 시험 및 기능 시험, 로봇팔의 작동 시험, 각종 센서 장치 시험과 함께 진수 인양 시험을 수행하였다. 특히 크레인을 이용한 진수 인양 시험은 실제 선상에서 진행 할 때 배가 흔들린다는 점을 감안하면 지상에서 충분한 연습이 필요하다. 또한 실전과 유사하게 선상제어실 내부에서 외부에 설치된 카메라만을 통해 모든 장치와 운용 인력을 통제하는 훈련, 야간 진수/인양, 준비 정리 작업 등이 핵심이 되었다. 이를 위해 남해 연구소 부두에 온누리호와 유사한 환경을 구축하였다. 여기서 또한 해미래 시스템을 잠수하여 해저 바닥에 안착한 후, 로봇팔을 이용하여 해저면에 위치한 불가사리를 채집하는 작업과 시료채취용 바구니의 급속 시편을 해저 바닥에 놓았다가 다시 찾아서 시료채취용 바구니에 넣은 후 부상/인양 하는 훈련을 반복하여 수행하였다. 이차원의 화면을 통해 3차원 공간의 물체를 다루게 되어 거리감이 없는 상태이고, 영상의 제한된 크기와 얇은 수심으로 인한 불량한 시계를 감안할 때 작업은 매우 힘든 과정이었다.

IV. 실험역 시험

공기중 시험, 수조 시험, 부두 시험, 그리고 연근해

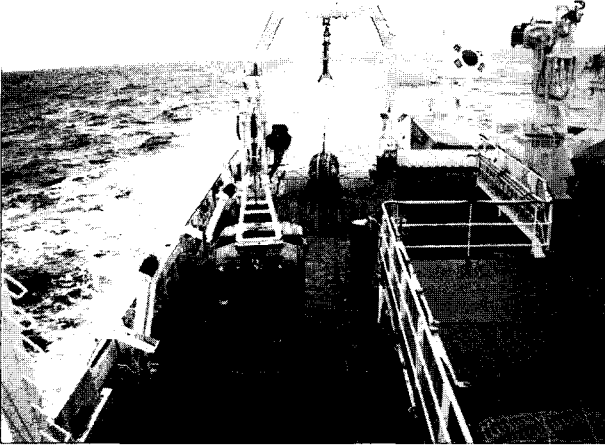


그림 5. 온누리호의 해미래와 해누비 모습
 Fig. 5. Hemire and Henuvy on R/V Onnuri.

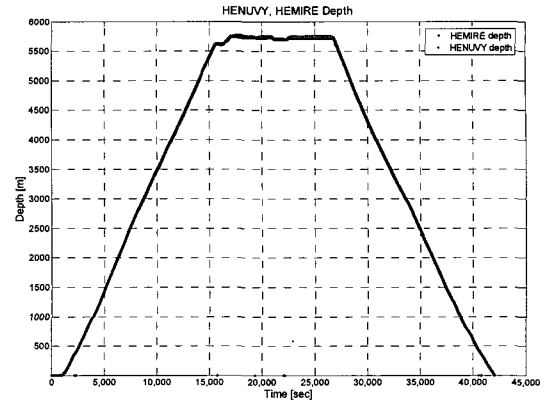


그림 8. 태평양 탐사에서 해미래의 심도 기록
 Fig. 8. Depth record of Hemire in the Pacific ocean.

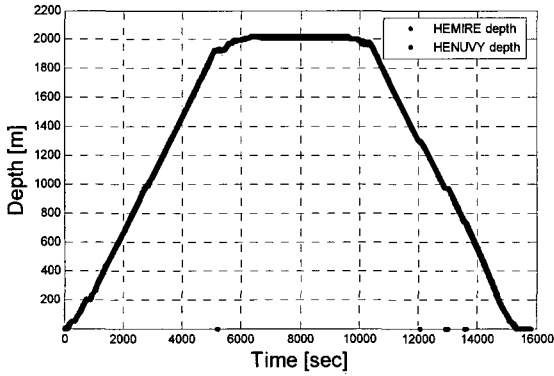


그림 6. 동해 탐사에서 해미래의 심도 기록
 Fig. 6. Depth record of Hemire in the East-sea.



그림 9. 태평양 5,775m(5859.9dBar)의 해저면 모습
 Fig. 9. 5,775m sea bottom of the pacific ocean.

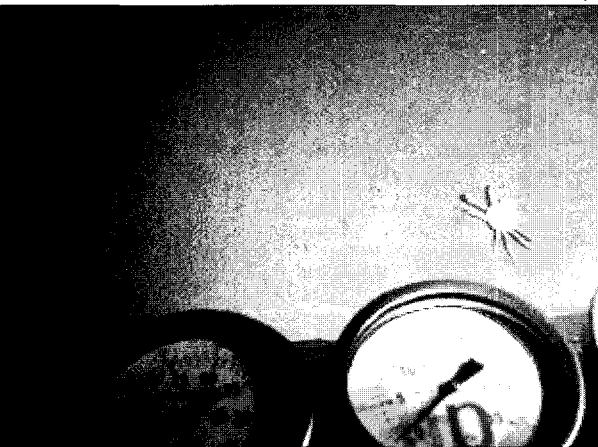


그림 7. 동해 2,235m 해저면에서 발견한 게
 Fig. 7. A crab on 2,025m sea bottom of East-sea.

시험에 이어 동해 수심 약 2,000m 해역과 필리핀 앞 태평양 수심 약 5,700m 해역에서 해미래 시스템의 시험이 이루어졌다. 1차 동해시험은 2006년 4월22일부터 26일까지, 2차 시험은 2006년 10월 26일부터 29일까지 수행

되었으며, 2006년 11월 1일부터 9일까지 태평양 시험이 수행되었다. 이번 시험 탐사는 심해 무인 잠수정의 설계 성능 검증과 실해역 운용절차 검증이 주목적이다. 1차 시험에서는 기상 악화로 인하여 시험기간이 단축되었고, 추진기 커넥터에 문제점이 발견되어 1,065m 지점에서 더 이상 잠수를 진행하지 않고 철수하였다.

가을에 수행된 2차 시험에서 해미래는 동해 울릉분지 약 2,000m 심도 해역 (36°30'N, 130°27'E 해역)에서 2,026m의 해저면에 도달하였다. 해저면 도착 직전부터는 자동 심도 제어 기능과 자동 선수각 제어 기능을 이용하여 잠수를 진행하였다. 해저면에서는 약 1시간 정도 머물면서 카메라와 라이트를 비롯한 여러 가지 수중 센서의 동작과 로봇팔의 동작을 점검하였고, 모션의 제어실에서 이를 기록하였다. 그림 6은 동해 탐사의 심도 기록을 나타낸 것이며, 그림 7은 해저면에서 발견된 심해 생물이다. 11월에 서태평양 필리핀해 5,600 ~

6,000m 심도 해역 (20°34'N, 130°40'E 해역)에서 수행한 시험에서는 5,775m의 해저면까지 잠수를 하였다. 역시 자동 심도 및 선수각 제어 기능을 사용하였으며, 전체 약 12시간의 잠수 시간 중에, 해저면에서 약 3시간 정도 머물면서 여러 가지 장비의 시험을 수행하였다.

그림 8은 태평양 탐사의 심도 기록을 나타낸 것이며, 그림 9는 태평양의 5,775m의 해저면 모습이다. 여기서 미상의 생물체의 모습과 해저면의 생긴 흔적 등을 발견할 수 있었다.

V. 결 론

이 논문에서는 심해용 무인잠수정의 구성과 기능, 그리고 현재 개발 되어 시험 탐사를 마친 국내 최초의 심해 무인잠수정 해미래와 해누리에 대하여 간략하게 설명하였다. 아울러 지난해, 4월, 10월, 11에 실시된 1차, 2차 동해 시험과 태평양 시험의 결과와 진행 사항을 간략하게 기술하였다. 이로서 심해 무인잠수정을 이용한 심해 탐사의 서막을 열었다고 할 수 있다. 앞으로 지난 시험 탐사에서 얻는 경험을 기반으로 시스템을 좀 더 보완하고, 다양한 실험역 운영 경험을 바탕으로 보다 구체적인 임무를 수행하는 탐사를 계획하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 홍석원, 이관목 외, (2001) “차세대 심해저 무인잠수정 개발을 위한 기획조사 연구”, 한국해양연구원 연구보고서, UCM00051-2266, 11월, 2001.
- [2] P. M. Lee, S. W. Hong, and S. Hong (2001), “Research and Development of Underwater Robotics in Korea,” Workshop on the Underwater Robotic Technologies, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp. 62-68, Seoul, May 22, 2001.
- [3] 이관목 외, 차세대 심해용 무인잠수정 개발 연차 보고서 (3), 2003.
- [4] 이관목 외, 차세대 심해용 무인잠수정 개발 연차 보고서 (4), 2004.
- [5] 이관목 외, 차세대 심해용 무인잠수정 개발 연차 보고서 (5), 2005.
- [6] 이관목 외, 차세대 심해용 무인잠수정 개발 연차 보고서 (6), 2006.

저 자 소 개



최 현 택

1991년 한양대학교 전자공학과 공학사,
1993년 동대학원 전자공학과 공학석사,
2000년 동대학원 전자공학과 공학 박사,

1993년~1995년 한국통신 연구개발원 전임연구원,
2000년~2003년 하와이 주립대학교 후기박사,
2003년~현재 한국해양연구원 선임연구원,
<주관심분야 : 제어 및 로봇틱스, 지능 제어>



이 판 목

1983년 한양대학교 기계공학과 공학사,
1985년 한국과학기술원 기계공학과 공학석사,
1998년 한국과학기술원 기계공학과 공학 박사,

1985년 3월~현재 한국해양연구원 해양시스템 안전연구소, 책임연구원.
<주관심분야 : 수중로봇 (ROV, AUV)의 제어기 개발, DSP를 이용한 수중 초음파 신호처리, 슬라이딩 모드 제어, 수중 항법 알고리즘, 수중 통신 시스템.>



이 종 무

1985년 서울대학교 조선공학과 공학사
1987년 동대학원 공학석사
2005년 동대학원 공학박사
1988년~1991년 해군사관학교 조선공학과 전임강사,

1991년~현재 한국해양연구원 책임연구원
<주관심분야 : 무인잠수정의 수중음향 항법, 무인 잠수정 설계, 수중구조물의 방사소음>



전 봉 환

1994년 부경대 기계공학과 공학사.
1996년 동대학원 기계공학과 공학석사,
2006년 충남대학교 메카트로닉스 공학과 공학박사.

1996년~현재 한국해양연구원 선임연구원.
<주관심분야 : 로봇틱스 및 응용.>



이 계 홍

1991년 중국 길림대학교 물리학과 이학사.
1999년 충남대학교 전자공학과 공학석사.
2003년 충남대학교 전자공학과 공학박사.

2003년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전 연구소 초빙연구원.
관심분야는 비선형 제어, 신경회로망 제어, 실시간 제어, 수중 로봇 등임.



김 기 훈

1998년 서울대학교 조선해양 공학과 공학사.
2000년 서울대학원 조선해양 공학과 공학석사,
2005년 서울대학원 조선해양 공학과 공학박사.

2005년~현재 한국해양연구원 선임연구원.
<주관심분야 : 다중센서 융합, 수중항법, 수중로봇 수학적 모델링 및 시스템 식별>



류 승 철

1997년 해군사관학교 해양학과 이학사.
KT 서브마린 ROV 엔지니어,
2006년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 연구원.

<주관심분야 : ROV operation>