

무인잠수정(ROV)의 설계 및 개발

홍도천* · 이관목** · 홍석원** · 이종식** · 이종무** ·
공도식** · 손영수** · 최학선** · 현범수**
(1993년 2월 15일 접수)

Design and Development of a Remotely Operated Vehicle(ROV)

D. C. Hong* · P. M. Lee* · S. W. Hong** · J. S. Lee** · C. M. Lee**
D. S. Gong** · Y. S. Son** · H. S. Choi** · B. S. Hyun**
(Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering)

Key Words : 무인잠수정(ROV), 제어기(ROV Controller), 테더케이블(Tether Cable), 수중 위치 추적장치(Underwater Position Tracking System), 시스템종합(System Integration)

Abstract

This paper describes the results of 3 years project on the design and development of a 500 meter class ocean surveying ROV model. The design concept and the design procedure are given for each component of the ROV. Special emphasis is laid on the development of the position control system together with the development of the performance evaluation technique.

1. 서 언

수중원격잠수정(ROV, Remotely Operated Vehicle)는 1970년 중반에 선보인 이후, 그 기능과 용도에 따라 관찰·감시용의 간단한 시스템으로부터, 중작업용 또는 특수작업용의 복잡한 시스템에 이르기까지 여러가지의 형태로 개발되어 있

다 [1, 2, 3, 4]. 이와같이 다양한 ROV에 관한 공통적인 요소기술들을 개발하고 이를 종합하는데 본 논문의 목적을 두었다. 개발대상 ROV는 해저의 관찰·감시용으로서, 해양환경의 조사, 해양시설의 보수·검사, 기타 해양생물분야의 조사용으로 사용될 수 있다.

본 논문은 해사기술연구소가 3개년 연구과제로 수행한 “해양작업시스템 개발”의 일부 내용으로

* 정회원, 한국기계연구원, 선박해양공학연구원, 해양기술연구부장
** 정회원, 한국기계연구원, 선박해양공학연구원, 해양기술연구부 연구원

서 [5, 6, 7], 1차년도 연구에서는 세계적인 ROV 개발현황을 조사하고, 3000m급 시스템의 개념설계를 수행하였다.

또한, 시스템의 개발에 매우 중요한 수중 위치 제어 시스템의 구성 그리고 성능평가 작업 등이 수행된 바 있다 [8]. 1차년도 연구결과, 국내에서 최초로 시작하는 ROV 기술 개발은 우선 500m급 천해용 ROV의 요소기술 부터 단계적으로 수행하는 것이 필요한 것으로 판단되었다. 한편 심해용 (3000m~6000m급) ROV는 국제 공동연구를 통하여 필요한 기술을 습득하는 것으로 별도 추진기로 하였다. 이를 감안하여 2차년도에는 500m급 시스템의 개념설계를 수행하여, ROV의 주요 성능, 작업환경, 시스템의 구성 및 크기 등을 선정하였다.

설계 시스템의 위치제어 및 해저이동 성능을 평가하기 위하여는, 모형 ROV를 제작하여 성능평가 모형시험을 수행하였으며, 수중음향기기를 이용하여 3차원 위치 계측시스템을 개발하였다. 또한 심해에서의 안정한 자세유지를 위한 부력재의 개발 현황과 개발방법에 대한 연구를 하였다.

“해양작업시스템 개발” 과제는 개발된 ROV에 대한 유체역학적인 성능평가와 자동제어 성능평가 등 종합적 시스템검증을 실시하여 시스템설계 기술을 확보하는데 목적이 있었다. 연구내용면에서는 ROV시스템 상세설계, ROV 운용 소프트웨어 제작 및 ROV 모형의 성능시험 등으로 크게 3부분으로 나누어 구성되어 있다. 본 논문에서는 ROV시스템의 상세설계 부분에 관하여 상술하고자 하며, 500m급 ROV의 주시스템 및 여러 부시스템의 전자·기계적 장치를 종합하였다. [7]

2. 시스템 설계 개념

수중작업시스템은 크게 수상제어기(Surface Unit, SU), 수중동체(Vehicle), 태더 및 데이터 수신기로 Fig.1과 같이 구성하여, 주요기능을 분산하였다 [6, 7].

SU는 110V-AC전원 공급장치, 각종 자료의 보관과 연산등의 자료처리용 Intel 80486 프로세서, 추진기의 속도와 방향을 제어하는 제어장치, 화

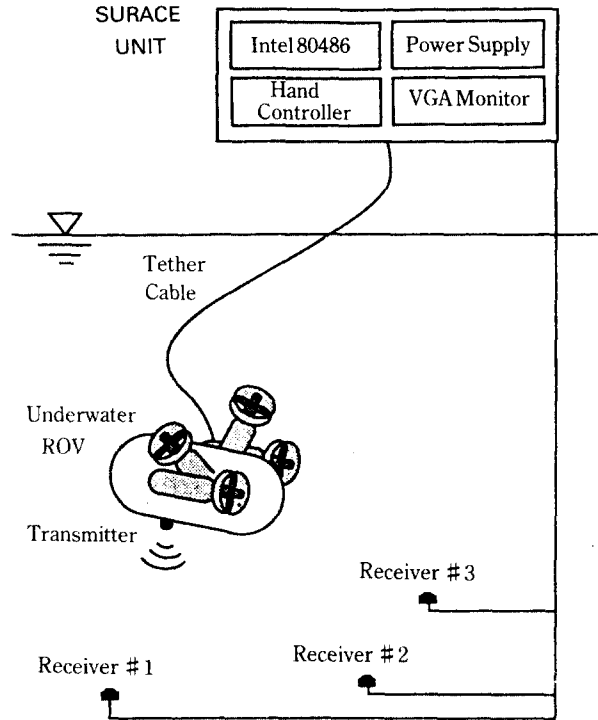


Fig.1 Conceptual Diagram for ROV Test

상신호와 동체의 상태를 보여주는 VGA 모니터 및 음향신호를 비교연산하는 계측기로 구성하였다. 수중동체는 추진기 4개, 칼라 비디오카메라, 음향송신기 1개 및 20W 인공조명등 2개등으로 구성하였으며, 주요치수는 Table 1과 같다. 태더는 비중이 1.0 이상이므로 부력재를 사용하여 중성부력상태가 되도록 하였다. 가능하면 미소한 양의 부력을 갖는 것을 선정하여 절단등의 비상시에 자연부상이 되도록 하는 것이 좋다.

수중측위시스템은 SU의 신호발생기, 수중동체로부터 발신되는 신호발신, 수중에 설치된 음향신호 수신기로 구성하였다. ROV의 H/W는 임무수행에 직접 관계되는 추진기, 측위용 소나 센서, 선수각콤파스, 인공조명램프등의 기본장비와 비디오 카메라와 같은 관측장비 및 모타 콘트롤러, 중성부력/복원력조절용 중량물등으로 구성하였다.

모형시스템을 실선시스템으로 확장하기 위해서는 다음과 같은 방안이 마련되어야 한다. 추진장

Table 1. Designed ROV Dimension

Length of ROV(L)	610mm
Width of ROV(W)	440mm
Height of ROV(H)	510mm(400+110)
Main Hull Length(Lh)	610mm(100+410+100)
Main Hull Diameter(Dh)	200mm
Radius of Hull Window	100mm
H. Thruster Length(Lp)	358mm
H. Thruster Diameter(Dp)	80mm
number of thruster	Hori. 2EA, Vert. 2EA
Material	Aluminium, Acryl
Weight in Air(Wa)	27.8kg
Weight in Water(Ww)	about 0.0kg
Tether Length(Lc)	20m
Tether Diameter(Dc)	15mm
number of Signal line	16pin

치는 4개의 추진기에 의하여 4자유도를 갖게 하였으나, 완벽한 수중운동을 위해서는 추진기의 수를 증가시키거나 또는 특수 추진장치를 설치하여 6자유도 운동이 가능하여야 한다. 또한 소형 경량화와 함께 적절한 회전수를 가지며 진동소음이 적은 것이 요구된다.

콤파스는 수중작업시에 해양구조물과 같은 자성체의 영향을 받지 않는 자이로 콤파스방식이 바람직하나, 공간의 여유와 비용등을 고려하여 모형시험에 적합한 플럭스게이트(Flux Gate) 방식의 마그네틱콤파스를 사용하였다.

테더 케이블은 수중에서 수압, 해류와 조류에 의한 장력이나 비틀력등을 받게된다. 따라서 수중용은 육상용에서 중요시되는 전송손실 외에 전단력, 유연성, 중성부력, 해수침투방지등이 주요선정요소로 추가된다. 따라서 광화이버의 선정은 이런 면에서 필연적이다. 모형 ROV는 단거리 통신이어서 유연성이 높고 방수가 확실한 PVC 피복 전선을 사용하였다. 광화이버(RS 282 Optic)를 주제어기와 부제어기 사이에 설치하여 실선에 적용하기 위한 예비작업을 시도하였다.

전원공급은 110VAC를 사용하였으나, 장거리 전송손실의 절감과 기존의 선박에서 전력을 공급하기 위해서는 220VAC 방식으로 변환되어야 한

다. 수중영상시스템은 수중에서 자동촬영과 자동 IRIS 기능을 갖춘 비디오 카메라가 설치되었다. 그러나 줌-기능과 보다 낮은 저조도에서 작동되는 비디오카메라가 요구된다.

누수방지시스템은 메카니칼 시일(Mechanical Seal)방식과 O-링 방식을 사용하였다. 방수에 대한 신뢰성 향상과 장비의 보수유지를 위해서는 탈착가능한 커넥터를 사용해야 한다.

3. 부시스템의 상세설계

3.1 주선체

주선체의 기본역할은 Busby [9]에 의하면, 장비수납, 중성부력을 만들기 위한 대량의 부력 확보 및 복원성능 개선이다. 따라서 기 수행된 ROV의 반구형 선수미와 원주형 중앙부를 갖는 주선체는 형상적으로 저항이 적으므로 속도면에서 유리하므로 본 연구에도 동일하게 사용하였다. 그러나 수납공간과 복원성능 개선을 위하여 보조 챔버를 추가하였다.

주선체 내부에 추가로 설치되는 장비중에서 디지털 방위콤파스, 콤파스용 변압기 및 램프 콘트롤러등은 여유공간에 수납하였다. 그러나 변압장치, 서보모터 드라이버 및 램프용 스위치 릴레이 등 중량물들은 U자형 보조챔버에 별도로 수납하였다. 챔버의 재질은 알루미늄이고, 위치는 주선체의 중앙부 직하에 부착되었으며, 챔버 하부에는 중량조절용 연판을 부착하여 ROV의 복원성능이 증가되도록 하였다. 주선체 및 보조챔버의 상세도는 Fig. 2와 같다.

3.2 추진유니트

본 연구에서 채택한 추진장치는 4자유도운동을 제어할 수 있도록 Fig. 2와 같이 4개의 추진유니트를 이용하였다. 그중 2개의 유니트는 수평방향으로 전진운동과 선회방향운동을 제어하며, 수직경사방향(45°)으로 2개의 유니트를 설치하여 수직운동과 횡진운동을 제어한다.

추진유니트 설계시 고려된 사항은 방수문제, 본체의 저항을 고려한 스러스터 및 구동모터의

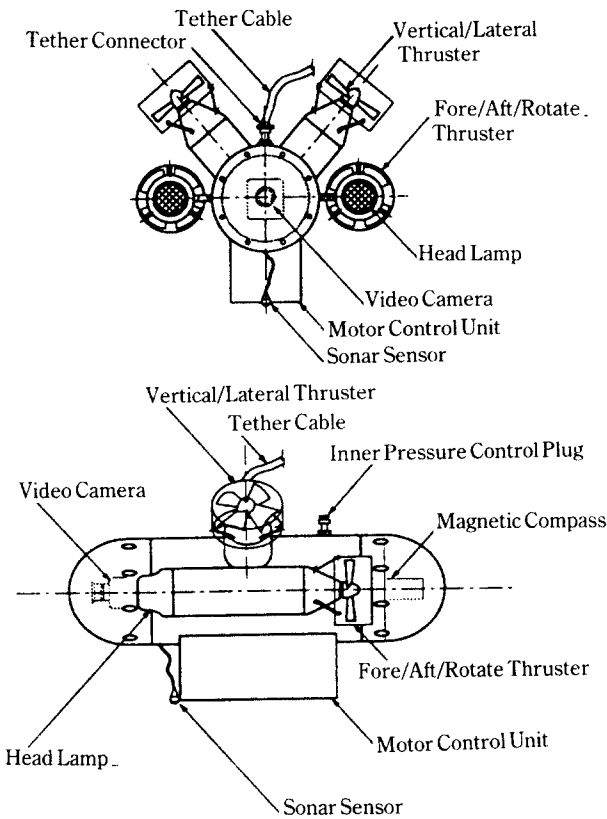


Fig.2 Vehicle(Main Hull) Arrangement

매팅, 구동모터의 신호응답성능 등이었다. 유니트의 방수는 메카니칼시일로 처리하였으며, 추진기는 Kaplan Type 정피치 프로펠러를 사용하고 ROV의 설계속도에 부합하는 최적회전수를 결정하여 응답성능이 우수한 DC 서보 모터를 사용하여 구동시켰다. 추진기 설계점은 전진방향 및 상하방향 속도가 각각 0.6m/s, 0.3m/s로서, 회전수 720rpm에서 15Watts 정도의 소요마력이 요구되었다. 이에 대한 설계요령은 문헌Hong[6]에 기술되어 있다.

추후 6000m급 ROV 설계로의 발전시 요구되는 사항을 다음과 같이 요약하였다.

- 1) 원하는 동력을 발생하며 보다 간소한 모터 및 감속기어장치 개발
- 2) 추진유니트의 진동, 소음을 감소하기 위한 축계, 베어링의 처리

- 3) 구동축의 방수 및 중량경감을 고려하여 유압모터로 추진기를 구동하는 유압방식을 채택
- 4) 유적균압방식 모터의 보수유지를 용이하게 하기 위한 고성능 Brushless AC 모터의 사용
- 5) 원활한 6자유도운동을 위한 6개 추진유니트 사용

3.3 테더케이블

테더케이블은 수압, 장력, 굽힘, 비틀림 등이 급히 바뀌며 변동하는 가혹한 조건에서 사용된다. 따라서 케이블 본래의 전송특성 이외에 특히 기계적 특성, 내구성을 심분 고려하여 케이블을 설계하고, 제조를 해야할 필요가 있다. 그리고 전력선, 통신선, 광화이버, 고압송유관 등을 복합하는 경우 일부의 선에 과다한 응력집중이 없도록 벨런스가 좋고 또 콤팩트한 구조가 되게끔 하는 것이 중요하다. [10, 11]

테더 케이블의 설계시 고려해야 할 사항들은 여러가지가 있지만 먼저 사용자의 요구사항을 분석하여 기능적인 성능, 작업수심, 작업속도, 작업해상상태, 탑재하중, ROV의 운동응답, 계측기기종류 등을 결정한다. 성능 요구사항을 충족시키기 위하여 필요한 제작경비 및 운용비용에 대한 경제성 검토도 이때 이루어지며, 이에 따라 건조 여부를 결정한다.

다음 단계는 개념설계 단계로 실적 시스템의 자료를 토대로 ROV 시스템의 구성, 몸체의 형상, 크기, 무게 중심의 위치를 결정하고, 또한 테더케이블의 종류, 추나 수중부표의 유무, 단위 길이당 무게, 케이블에 의한 동유체력계수, 항력계수 등을 결정한다. 이로부터 단순화시킨 해석모델을 도출하여 시스템 파라미터의 최적화를 수행한다. 해석모델에는 테더 케이블 모델, ROV 운동방정식 모델, 위치제어기 모델, 작업해역의 파랑모델 등이 포함된다. 최적화된 시스템 파라미터로부터 최종 개념설계 결과가 얻어진다.

위와 같은 전체적인 개념설계가 끝나면 테더케이블의 요소설계가 뒤따른다. 케이블 요소설계는 크게 케이블의 운용기기에 대한 하중특성(굽힘 비틀), 설계 환경에 의한 케이블의 거동특성

해석(장력, 곡률, 고유주기), 도체 설계(소요 송전 용량 추정), 절연체 설계(두께 및 재질), 차폐 및 방수층 설계, 외장 설계(부식성 중량), 피복재 설계(기계적 강도, 마모) 등으로 나눌 수 있다. 이와 같이 여러가지 설계인자들을 고려하여 개발된 모형용 테더케이블의 구조는 Fig. 3과 같다.

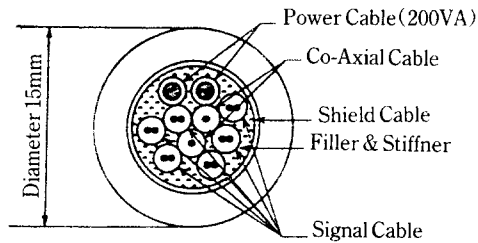


Fig. 3 Developed Tether Cable

3.4 제어 유닛

본 하드웨어시스템은 실용화시 고려되어야 할 사항인 탑재장비의 소형·경량화, 장거리신호전송에 대비한 데이터 통신방식 및 수상유닛과 ROV를 연결하는 테더케이블의 간결화 등을 구현하기 위한 알고리즘으로 설계하였다. Fig. 4는 설계된 시스템 구성도로서 기존의 일원화된 제어기 구성과는 달리 ROV 제어기를 이원화하여 Intel 80486을 주제어기에 탑재하고, ROV 내에 부제어기를 설치하므로써, 수상제어기에서는 ROV의 위치제어명령 및 데이터 처리와 관련된 작업을 수행하고, 부제어기에서는 각종 센서로부터 데이터를 수집, 처리, 보관 및 주제어기로의 전송작업 등을 수행하는 개념으로 하드웨어를 구성하였다.

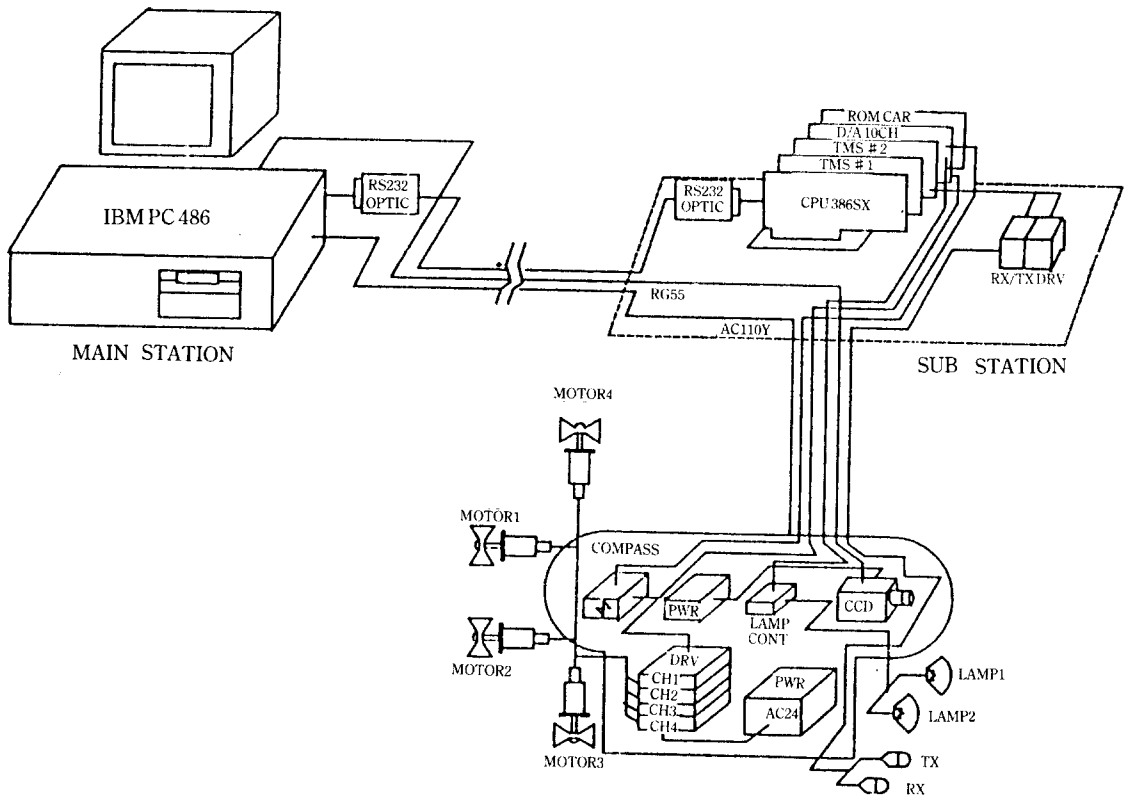


Fig. 4 Designed System Construction Diagram

3.4.1 컨트롤러의 구성

2차년도 연구에서 구성한 컨트롤러는 ROV의 위치제어 및 모든 데이터처리작업을 주제어기에서 처리하는 구조로 구성되어 있다. 이런 경우, 주제어기와 ROV를 연결하는 신호선의 수가 많아지게 되며, 테더 케이블이 굵어지고, 전원선과 신호선이 함께 테더케이블에 포함되어 전송거리가 멀어질 경우, 전송손실 및 전원잡음에 의한 신호의 영향 등의 문제가 따른다. 따라서 Fig. 5와 같이 구성하여 제어 및 데이터 수집의 역할을 분담토록 하드웨어를 구성하고 수상기기와 ROV 사이의 통신을 직렬통신 방식으로 변환하므로써, 테더케이블을 대폭 경량화시키고, 통신방식을 적절히 선정하므로써 전송손실 및 전원잡음의 영향을 크게 감소시킬 수 있다.

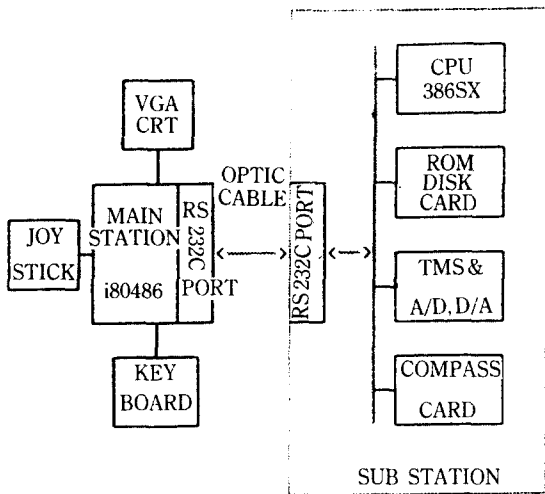


Fig.5 Construction of ROV controller Hardware

주제어기는 IBM PC 8486으로서 키보드 및 수제어기(Joystick)로 부제어기의 CPU가 수행해야 할 명령을 주고, 각종 데이터를 관리하는 작업을 하는 Man/Machine 인터페이스를 담당하게 되며, 부제어기는 386SX를 근간으로 하여, 각종 데이터의 처리 및 입·출력을 위한 TMS320C25 및 A/D, D/A 보드를 내장하여 ROV의 제어 및 소나 관련 신호처리 등을 수행하게 된다[13]. 주제어기의 운용프로그램은 디스크 드라이브를 이용하고, 부

제어기에는 ROM 디스크를 이용하여 ROM화 하므로써, 전용컨트롤 방식으로 구성하였다. 부제어기는 일반 범용 PC에 사용하는 Mother Board를 그대로 사용하였기 때문에, ROV 내에 내장시킬 수 있을 정도로 충분히 작게 구성할 수는 없었으나, 실용화시에는 Stand-alone 마이크로프로세서를 이용한 전용 컨트롤러로서 설계한다면 가능할 것으로 판단된다.

3.4.2 모터 드라이버의 개발

기존의 연구에서 사용되었던 모터 및 모터드라이버는 일본 산요사의 R406T DC 서보모터와 드라이버를 그대로 구입하여 사용하였다. 그러나 구입한 모터드라이버는 범용의 모터 구동에 필요한 모든 기능이 포함되어 있고, 외형이 크고 무거워서 ROV 내에 설치하기에는 적합하지 않으므로, 본 논문에서는 ROV 내에 설치할 수 있는 전용의 소형 모터드라이버를 개발하였다. 개발한 모터드라이버는 스위치모드 드라이버인 Monolithic LSI L292를 이용하여 설계하였으며, -10V~+10V의 전압범위에서 정/역 3000rpm을 제어할 수 있도록 제작하였다. Table 2에 L292의 최대정격을 나타내었다.

Table 2. Maximum Rating of L292

Driving Capacity	2A, 36V, 30KHz
Power Supply	36V
Input Voltage	-15V~36V
Power Dissipation	25W

모터 컨트롤러가 좁은 공간의 ROV 몸체 내에 설치되기 위하여서는 소형일 필요가 있다. 제작된 모터드라이버는 상용제품에 비하여 1/4 정도 크기이므로 특히 ROV의 중량에 미치는 영향이 적었다.

3.5 통신방식의 구성

실제 해저탐사 작업을 할 경우, 심해 수천미터까지 활동을 하므로 실용화시의 테더케이블의 무게는 물론, 전송선로의 손실 등을 고려하지 않을 수 없다. PC간의 통신에 있어 대표적인 직렬통신 방식으로는 RS232C, RS422 및 RS485 방식 등이

있는데, 각 방식별로 전송거리의 제약이 있다. RS 232C 방식은 수십미터로 전송거리가 제한되어 있으나, 잡음에 강한 장점을 갖고 있다. 본 연구에서는 실험적 측면에서 전송손실이 작고, 내잡음성이 강하며 케이블이 가는 광통신 케이블을 사용하였으며, 이의 통신을 위해 RS232C 통신방식의 광화이버 RS232 모 을 사용하였다. 이렇게 광통신케이블을 사용하여 직렬통신방식을 채택할 경우 수상제어기와 ROV 사이의 신호전송이 Rx, Tx의 두선에 의해 이루어지므로 테더케이블의 중량을 크게 감소시킬 수 있고, 광통신케이블의 특징인 내잡음성과 전송손실이 거의 없는 장점이 있으나, 현재까지 실용화시 수천미터까지의 신호전송을 위해서는 이 분야의 연구개발이 함께 이루어져야 할 것으로 생각한다.

3.6 방위계측 시스템

선박이나 항공기에 사용하는 방위 콤파스로는 자이로콤파스 등이 있으나 부피가 크고, 고가의 장비로서 본 ROV에 적용하기에는 곤란하기 때문에 실험용으로 일본에서 개발된, 플럭스게이트 방식으로 지자기를 검출하여 방위정보를 지시하는 전자식 콤파스를 선정하여 사용하였다. 본 전자식 콤파스로부터 출력되는 방위정보를 구성한 ROV 부제어기의 ADC를 통하여 계측하기 위해, 콤파스로 부터 출력되는 BCD 형태의 디지털 정보를 아나로그로 변환하기 위한 3BCD to Analog Interface 변환기를 설계하였다. 사용한 전자콤파스는 실험용 키트로 개발된 것으로, 실험결과 주변장비의 전자장에 대한 영향에 민감하기 때문에 높은 신뢰성을 기대할 수는 없었으나, 수중 ROV의 방위정보를 수상에서 계측할 수 있는 체계구현에 의의가 있었다.

3.7 전원공급 시스템

하드웨어의 구성에 필요한 전원은 수상에서 공급되는 AC 110V 60Hz의 전원으로부터 ROV 내에 설치한 200VA 용량의 변압기를 통하여 모터드라이버, 콤파스 및 비디오카메라 등 부시스템에 필요한 전원을 공급하도록 구성하였다.

테더의 길이가 길어질 경우에는 케이블에 의한 전압 강하가 크게되므로 이를 방지하기 위하여 고압의 전원을 사용해야 한다. 본고에서는 실험실에서 사용하기 손쉬운 110V 전원을 사용하였으나, 실물제작시에는 220V 혹은 440V의 전원을 사용하는 것이 바람직하다.

본고에서는 실험실내의 전원 안전장치가 설치되어 있으므로 포함시키지 않았으나, 누수 혹은 오동작 등과 같은 긴급시 전원차단을 위한 긴급 전원차단장치를 주전원 초입에 삼입해야 한다. 또한, 선상에서 ROV 단독으로 작업을 수행하기 위해서는 독립적인 전원공급장치를 비치해야 한다.

3.8 수중위치추적시스템

수중위치 추적시스템은 1개의 초음파 송신트랜스듀서, 3개의 초음파수신센서, 송신트랜스듀서용 파워-앰프, 수신센서용 프리-앰프, 고주파수신호에서 캐리어 주파수를 제거하여 두개의 저주파 베이스밴드 신호(Complex Envelope)로 변환시켜주는 Complex Demodulator, Complex Envelope로부터 고주파 송신신호를 합성하는 Complex Modulator, AD/DA 변환기, TMS320C25 Digital Signal Processor 모 로 구성되어 있다[14, 15]. Fig. 6은 수중위치추적시스템의 전체 구성도를 보여주고 있다.

3.9 수중영상 시스템

ROV의 영상계통은 카메라, 팬/틸트(P&T) 모니터 및 P&T 컨트롤러로 구성할 수 있다. 여기서는 P&T가 없으므로 P&T 컨트롤러도 제외되었다.

흑백카메라의 경우에는 보다 민감한 저조도에서 사용할 수 있는 장점이 있으며, 칼라카메라의 경우에는 칼라로 인한 시각적인 효과를 더 할수 있다. 통상 해중의 혼탁도가 심한 서해 해역에서는 전자가, 남해와 동해같은 청정해역에서는 후자가 바람직하다. 따라서 본고에서는 두가지를 모두 사용하여 수중조건상태별 유용성을 판단할 수 있었다.

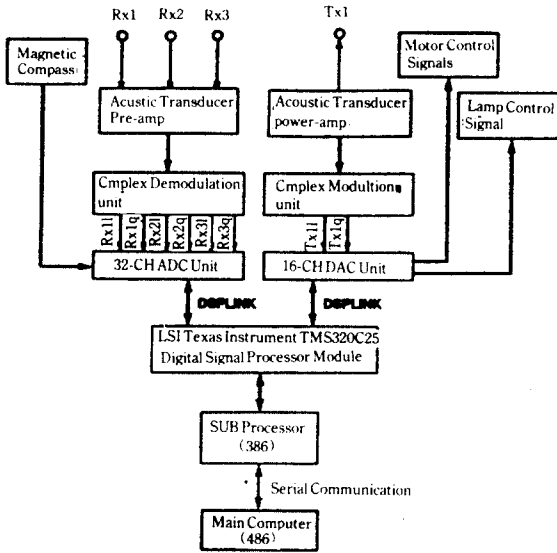


Fig. 6 Underwater Position Tracking System

영상신호는 테더의 동축선을 통하여 수상의 제어기에 전송되며, VGA 신호와 혼합된 신호를 생성하기 위하여 NTSC 방식의 비디오 신호를 VGA 신호로 변환하는 Mediator(DVA4000)를 주제어기 본체에 내장하였다. 따라서 수중영상신호는 P/C에 연결된 모니터를 통하여 관측된다.

3. 10 누수방지장치

수중장비가 육상장비에 비하여 설계, 제작 및 운용단계에서 난이도가 가장 높은 것이 누수방지장치(Seal)이다. 수중장비는 수심의 변화에 따라서 장비의 외부압력이 변하므로 수중장비의 방수장치에 걸리는 부하(압력차)가 연속적으로 변한다.

현재까지 개발된 시일(Seal)에는 Table 3과 같이 많은 종류가 있으며, 일반적인 것은 치수, 품질, 성능까지 규격화되어 있으나, 해양에서 사용될 수 있는 것은 극히 제한되어 있다. 본 ROV에서는 추진기축의 회전부에서는 메카니컬 시일방식을 채용하였고, 그외의 연결부(정지부)는 대부분 O-링 방식을 채용하였고, 일부는 실리콘으로 처리하였다. 모형제작에서는 제작의 편의성을 위

하여 전기적인 연결부를 가급적 내압용기 내에 수용하였다.

Table 3. Specifications and Characteristics of Seals

구분	명칭	사용종류	특징	압력 kg/cm ²	속도 m/s
접촉식	Oil 시일	회전	간단한구조,수운활가능	0.3	16.
		왕복	윤활불량시 마모유의	6.	1.
	메카니컬 시일	회전	완전시일가능,고속/고압	50.	30.
		회전	장수명,축마모 없음.	(300)	(100)
	그랜드 패킹	회전	완전시일불가,사용용이	10.	20.
비접촉식	립 패킹	왕복	작동저항/마모 大	100.	1.
		왕복	유압/수압에안정,소공간	200.	15.
	O-링		소공간,저렴,불안정	100.	1.
비접촉식	액봉시일	회전	가스용,완전시일불가능	소	제한
		회전	저속/정지시 불안정		
	랜버런스 패킹	회전	가스용,완전시일불가능	무	무
		왕복	누설허용시 무제한범위	제한	제한
평형액체 용 시일	회전	가스체,간단,완전시일	무	무	
	왕복	평형유체손실	제한	제한	

4. 시스템 종합

Fig. 7은 수상의 주제어유닛 및 ROV 내장 부 제어유닛 전체를 그린 시스템 종합도이다. 주 제어기로 사용된 P/C 486은 그래픽이나 S/W의 처리속도를 크게 하기 위하여 고가의 P/C가 사용되었으나, 실물 제작시에는 XT급의 P/C를 사용하는 것이 바람직하다. 현재 C 언어로 구성된 S/W가 ROM에 수록되어 사용되고, 저가의 영상보드를 이용하면 상용적인 주제어유닛을 구현할 수 있다.

수제어기(Hand Controller)는 ROV의 4자유도 제어를 위해서는 적어도 3축(전후, 좌우, 회전)의 조이스틱이 필요하며, 상하운동은 상하버튼으로 조작하는 전용키패드 시스템으로의 구성이 필요하다. 본 연구에서는 2축 신호만을 생성하는 P/C 호환의 범용 조이스틱 제품을 사용하여 수평제어 모드와 수직제어모드로 구분하여 4자유도 제어를

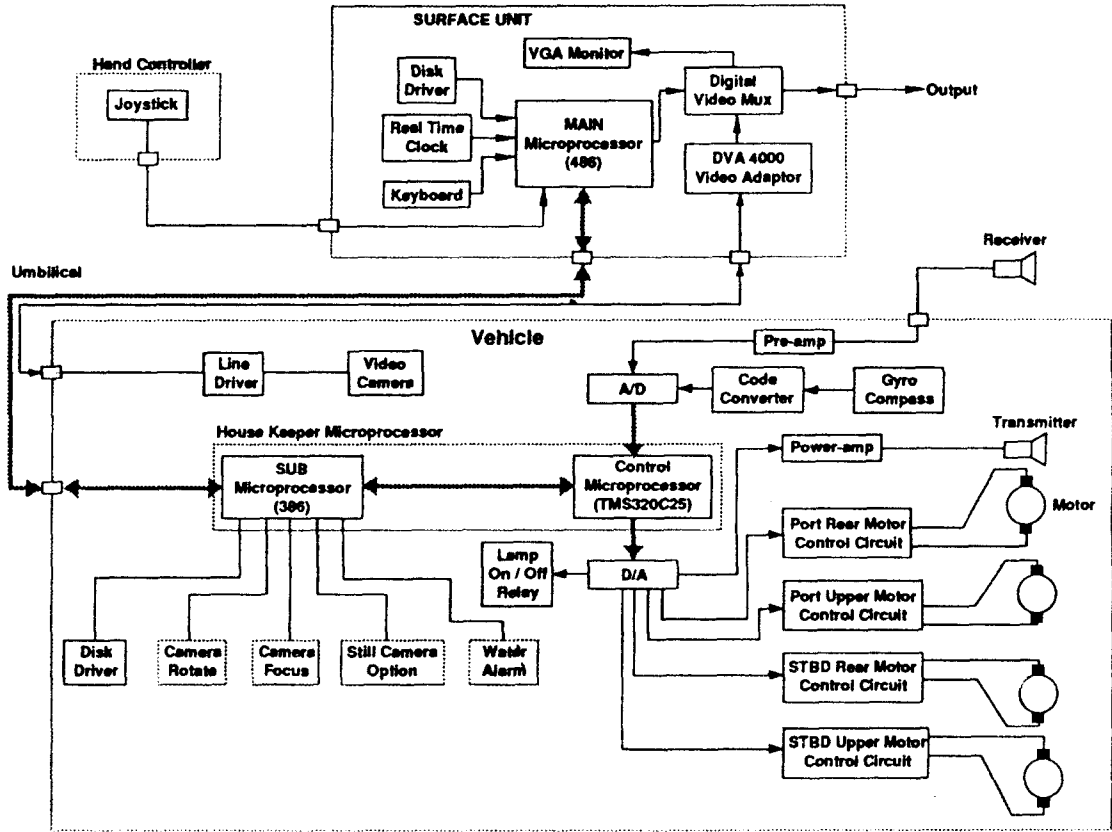


Fig.7 Total System Block Diagram of the ROV

구현하였고, 키보드를 겸용으로 사용하는 것으로 대처하였다.

부제어기는 386SX의 보오드를 사용하여 특별히 주문 제작하였으나, 실물로의 구현을 위하여는 TMS320C25를 근간으로 하는 마이크로프로세서를 구성해야 한다. 본고에서는 예산과 시간상의 어려움으로, 이 마이크로프로세서를 제작하지 못하고 연구를 종료하는 아쉬움이 남았다. 부제어기 전용 마이크로프로세서로 개조하기 위해서는, Fig. 7에 나타낸 그림 중에서 부제어기와 콘트롤 프로세서를 일원화하여 단일구조의 프로세서로 구성해야 한다. Fig. 8은 완성된 ROV와 부제어기 사진이다.

본고에서 사용된 ROV 모형은 기존의 연구에서 사용한 것으로, ROV 내의 공간이 협소하여 내장되는 카메라의 앵글 및 틸트를 조절하기 위한 모



Fig.8 Photo of the ROV System

터 및 이의 콘트롤러를 설치하지 않았다. Fig. 7의 주선체에 내장되는 H/W 중에서 점선으로 표시된 블록은 실제 내장된 것이 아니고, 카메라제어를

위하여 필요한 요소임을 밝혀둔다.

6. 후 기

5. 결 언

무인잠수정 관련 설계기술에 대하여 선진국 수준과 비교하여, 본 연구를 통하여 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

본 논문은 기계기술원에서 과학기술처의 첨단요 소 연구사업의 일환으로 수행한 “해양작업 시스템 개발(Ⅲ)” 연구과제 결과의 일부임을 밝혀둔다.

참고문헌

관 련 핵심기술	현재수준	선진국수준	기 여 도
측위 및 위치제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 구성 및 설계기술 확보단계 수중소나이용 측위기술 자립 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 센서 포함한 전체시스템 설계·제작·활 용 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 실해역응용전 의 기초기술 습득 테더의 제어시스템에 미치는 영향평가기법 확보
방수내압 기술	<ul style="list-style-type: none"> 기계적 실링 기술확보단계 내압구조해석 기술자립단계 	<ul style="list-style-type: none"> 균압시스템 활 용 단계 압력보상형 심 해용 센서 기술활용단계 	<ul style="list-style-type: none"> 500m급 내압 방수 가능
통신기술	<ul style="list-style-type: none"> 동축케이블 사용 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 링케이블사용 광통신케이블 이용 다중 원 격통신 ROV의 수중 무선통신기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 다채널 신호 처리기법 습 득 광 케이블 이 용 신호 전송 기술 응용
수중시각 기술	<ul style="list-style-type: none"> 수중비디오카 메라이용 영상 신호처리 	<ul style="list-style-type: none"> 수중음향신호 를 이용한 영상처리 	<ul style="list-style-type: none"> 수중음향신호 처리기법 습 득
테 더 운용기술	<ul style="list-style-type: none"> 테더케이블 특성해석, 기초 설계 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 진수장치포함 전체시스템 설계활용단계 심해용 테더 라인포임방지 기술활용단계 	<ul style="list-style-type: none"> 테더운용시스 템에 대한 설계자료 확보

이를 감안하여 보면, 500m급 ROV를 100m급의 저렴한 LC-ROV로 상용화한다든지, 6000m급의 과학 기술 전략적 ROV로의 기술확대를 위해서는 제작단가의 최소화 혹은 내압기술, 통신기술, 테더운용기술 등에 관한 연구가 계속되어야 할 것으로 판단된다.

- 1) Wave Pulication, "ROV Review 1991-92", 1992
- 2) Hattori, M., "Deep ROV DOLPHIN-3K, Operational Considerations", Techno-Ocean '88, Vol II, 1980
- 3) Mitsui Zosen Ship and Ocean Project Headquarters, "3000m Class ROV DOLPHIN-3K", Mitsui Zosen Tech. Rev. No. 134, June, 1989
- 4) Riling, W. D., "A Microcomputer-based Controller for an Autonomous Underwater Vehicle (AUV)," Naval Postgraduate School, California, March, 1990
- 5) 홍도천 외, "해양작업시스템개발(Ⅰ)", "해사기술연구소, UCN207-1353.D, 1990.
- 6) 홍도천 외, "해양작업시스템개발(Ⅱ)", "해사기술연구소, BSN231-1474.D, 1991
- 7) 홍도천 외, "해양작업시스템개발(Ⅲ)", "해사기술연구소, UCN264-1603.D, 1992
- 8) 이종식, "다중음향파를 이용한 정밀측심기 개발 연구", 해사기술연구소 연구보고서, UCE454-1384.D, 1990
- 9) Busby, R. F., "Manned Submersible", Office of Oceanographer of the Navy, 1976
- 10) Bernitsas, M. M. and Guha-Thakurta, S. "A Data Base for Calculation of Hydrodynamic Loading of Circular Cylinders", Report No. 267, Department of Naval Architecture, The University of Michigan, 1984
- 11) Eames, M. C., "Steady State Theory of Towing Cables", RINA, London, 1987
- 12) Franklin, G. F., Powell, D., Workmann, M. L., "Digital Control of Dynamic Systems", Addison Wesley, 1990

- 13) Texas Instruments, "TMS320C25 User's Wagnalls New Encyclopedia, Vol. 22, Inc., 1975
14) Funk & Wagnalls, "Sound", Funk and Wagnalls

- New Encyclopedia, Vol. 22, Inc., 1975
15) Nielsen, Richard O., "Sonar Signal Processing", Artech House Inc., 1991