

BSPE 97613-00-1048-7

해양환경 및 기상종합 무인관측
시스템 개발 연구

(1차년도)

A Study on the Development of Ocean Environment and
Meterological remote measurement system
(First Year)

1997. 12

한국해양연구소

提出文

韓國海洋研究所長 貴下

본 보고서를 “ 해양환경 및 기상종합 무인관측 시스템 개발 연구 ” 의 1 차
년도 보고서로 제출합니다.

1997. 12

韓國海洋研究所

연구책임자 : 全 鎬 景 (海洋器機室)
연구원 : 咸 錫 賢 (海洋器機室)
 朴 東 元 (海洋器機室)
 黃 根 春 (海洋器機室)
 漁 泳 湘 (海洋器機室)
 김 영 준 (海洋器機室)
 박 일 수 (海洋器機室)

要 約 文

I. 제목 : 해양환경 및 기상종합 무인관측 시스템 개발 연구 (1 차년도)

II. 연구 개발의 목적 및 중요성

1. 목적

기상 종합 무인 관측 부이(3 m급)의 국산화

2. 중요성

- 해양을 개발 이용하기 위해서는 해양의 전반적인 변화와 특성을 관측하는 기술이 필수적으로 요구된다.
- 그 동안 국내의 해양 관측 기·장비 기술은 선진국 의존 일변도로서 우리 환경과 수요에 부적합한 부분이 많았다.
- 우리의 경제 성장(항만, 해운, 수산업 통신 등)과 더불어 국민의 삶의 질을 높여야 한다는 요구 증대에 부응할 수 있는 환경 보전을 위해서는 우리 기술로 생산된 해양 관측 및 시료 채취장비, 실시간 자료 전송 시스템 개발이 필요하다.
- 그 동안 무인 해양 관측 부이 운용 및 TGPS개발 등 일부 요소 기술의 개발과 국산화 성공으로 이미 인력과 기반 기술은 확보된 상태에 있으며 점차로 자국의 기술 배양으로 외화를 절약할 수 있다.

III. 연구 개발의 내용 및 범위

- 해양관측 부이의 자체 제작, 국산화 시도.
- 인터페이스 및 운용 소프트웨어 설계.
- 해양 관측 장비의 적합한 전원의 제작, 특성과 분석, 정착.
- 기존 해양 및 기상 관련 관측 시스템의 자료 수집 및 분석.
- 관련 센서의 특성, 소프트웨어의 구성 및 시스템의 장단점 파악.

IV. 연구 개발 결과 및 활용에 대한 건의

- 해양 환경 및 기상 무인 관측용 Buoy의 설계 및 Buoy hull을 직접 제작함으로써 국산화 할 수 있는 토대를 마련.
- 온도, 습도, 풍향, 풍속 등 기상 센서와 수온 센서를 부착 기본 실험을 통한 자료 원격 전송 수신 기술 기반 구축.
- 기술 저변 확대 및 파급효과 증대
 - . 해양 개발의 가시적인 결과 도출로 관련 기관 및 산업계의 참여 의욕 고취
 - . Data telemetering & Real Time Monitoring 기술 축적
- 우리 나라 해양 기기 및 장비 개발의 선도적 역할
- 관측 장비의 Mooring 기술 축적
- Sensor 응용 및 Data Logger 기술 축적
- 향후 한반도 주변(광역) 해역에 대한 관측 범위 확장, 연계.
- 주변국과의 자료 공동 활용 등 기술 교류 확대 준비
- 상업적인 생산으로 기술 보유 및 경제 절감 효과 기대

- 향후 예상되는 환경오염, 기상 이변 등에 절대적인 자료 수집 장비로서 활용 가치
- 확산 실험 및 연안 또는 광역 해역에서의 해수 순환, 표층 수온 등 해양의 구조 파악과 규명 연구에 이용
- 각종 모델링의 보정 자료로서 활용
- 인공위성을 이용한 자료 전송 및 획득 등 미래 지향적 첨단 기술 축적의 기초 마련

Summary

I. Title: Study on the development of the ocean environment and meteorological remote measurement system

II. The purpose and importance of study development

1. Purpose

The localization of a meteorological, comprehensive, unmanned observation system (the 3m class)

2. Importance

- It is essential to require the technology of observing the ocean change and characteristic in general for utilizing the ocean development
- Since the technologies of the domestic instrumentations and equipments for the ocean observation are mainly dependent upon a developed nation for the mean time, lots of portions of them are not suitable for our environment and demand.
- It is necessary to develop the ocean observation and sample gathering instruments, data transmission system of real time for the conservation of environment which is able to meet a demand step-up in national standard of living along with our economic developments(harbor, marine transportation, fisheries communication, etc.)

- Man power and foundation technology are already obtained due to the development and success of localization of the partial element technologies which are the utilization of an unmanned ocean observation buoy, the TGPS development and the like for the mean time. Therefore, foreign currency could be saved by the gradual technology cultivation of one's country.

III. The content and coverage of study development

- Manufacture of an ocean observation buoy by its own know-how, Venture of localization.
- Design of interface and utilization software.
- Manufacture of an electricity source which fits into the ocean observation equipments, characteristic and analysis, installation.
- Data gathering and analysis of the existing ocean and meteorology related observation systems.
- Characteristic of the related sensors, Grasp of merits and demerits of the software organizations and systems.

IV. Recommendation to the results and applications of study development

- Preparation of the foundation that can be localized by manufacturing and design of a buoy hull and also the ocean environment and meteorological, unmanned observation buoy at first hand.
- Establishment of the foundation on a remote, transmissive,

receiving technology through the basic experiment with the meteorological sensors, which are temperature, humidity, wind direction, wind speed and the like, and water temperature sensor attached.

- Extension of a technology base and increase of an extension effect
 - Volitive inspiration of the related organizations and industry world participations by the visible results of the ocean development
 - Technology accumulation of data telemetering & real time monitoring
- Leading role of the development of the ocean instrumentations and equipments for our country
- Technology accumulation of mooring for the observation equipments.
- Technology accumulation of sensor application and data logger
- Extension, connection of the observation coverage for surrounding sea area of korea peninsula from now on
- Preparation of the technological exchange extension for data collaboration application with neighboring nations
- Expectation of the effects for technology possession and economic saving
- Application value as the data gathering equipments which are essential for the expected environment contamination, meteorological disaster
- Extension experiment and utilization of the structure understanding and proof of the ocean such as seawater circulation, near surface water temperature of the coast and large area of the sea

- Application as correction data of each kind of modeling
- Preparation of the foundation to the future oriented technologies accumulation such as data transmission and acquisition, etc using an earth satellite

목 차

제출문	1
요약문	3
Summary	7
목차	11
List of Figures	15
List of Tables	16
List of Photos	16
제 1 장. 서론	17
제 2 장. 관측 Buoy 시스템 설계 및 특성 분석	19
제 1 절. 시스템 구성	19
1. 구성	19
2. 형태 및 구조	21
3. 운용 개요	26
제 2 절. 관측센서	28
1. 구성	28
2. 센서의 선택	30
3. 경보 장치	36
제 3 절. 자료 송수신	40
1. 자료 전송방법(Interface)	40
2. 무선 전송 및 수신	42
제 4 절. 운영 알고리즘	45
1. Menu의 구성	47
2. 출력 형태	51

제 3 장 Buoy hull(KORDI-250) 제작 및 시스템 운용	53
제 1 절 설계	53
1. 설계 과정	53
2. 고려해야 할점	55
3. 환경적요인	57
제 2 절 KORDI-250 Buoy hull	60
1. 특성	60
2. 구조	60
3. 분석	62
4. 전원	67
제 3 절 KORDI-250의 운영 결과	70
1. 계류	70
2. 현장 준비 및 실험	76
3. 자료 송수신 상태	77
4. 자료 분석	78
제 4 장 결론 및 건의	89
참고문헌	90
Appendix A. Photos of KORDI-250	95
Appendix B. Buoy hull 설계도	105
Appendix C. Buoy Algorithm	113

Contents

Summary(Korean)	3
Summary(English)	7
Contents	11
List of Figures	15
List of Tables	16
List of Photos	16
Chapter 1. Introduction	17
Chapter 2. Design and characteristic analysis	
of an observation buoy system	19
Section 1. System configuration	19
1. Configuration	19
2. Pattern and structure	21
3. Practical use summary	26
Section 2. Observation sensor	28
1. Configuration	28
2. Choice of Sensor	30
3. Alarm apparatuses	36
Section 3. Data transmission and reception	40
1. Data transmission method(Interface)	40
2. Wireless transmission and reception	42
Section 4. Operation algorithm	45
1. Configuration of Menu	47
2. Output pattern	51

Chapter 3. Buoy hull(KORDI-250) manufacture and system operation	53
Section 1. Design	53
1. Design process	53
2. Consideration	55
3. Environmental factors	57
Section 2. KORDI-250 Buoy hull	60
1. Characteristic	60
2. Structure	60
3. Analysis	62
4. Power part	67
Section 3. Operation results of KORDI-250	70
1. Mooring	70
2. Field preparation and test	76
3. Data transmission and reception state	77
4. Data analysis	78
Chapter 4. Conclusion and suggestion	89
References	90
Appendix. A. Photos of KORDI-250	95
Appendix. B. Buoy hull structure design	105
Appendix. C. Buoy Algorithm	113

List of Figures

Fig. 1. 해양 관측 및 기상 관측 시스템의 구성	20
Fig. 2. Generic forms of surface buoy hulls	22
Fig. 3. Discus buoy (KORDI - 250)	23
Fig. 4. Block Diagram of meteorological observation part	29
Fig. 5. Block Diagram of ocean observation part	29
Fig. 6. Consist of Receiving Deck Unit	44
Fig. 7. Block diagram of RF(Tx, Rx) modem	45
Fig. 8. Main Routine	46
Fig. 9. Flow chart of buoy system	54
Fig. 10. Stability of surface buoy	64
Fig. 11. Configuration of Power part	68
Fig. 12. Shallow water surface mooring schemes	71
Fig. 13. Deep water surface mooring schemes	73
Fig. 14. Mooring design	75
Fig. 15. Temperature observation data	79
Fig. 16. Humidity observation data	80
Fig. 17. Barometer observation data	81
Fig. 18. Wind Direction observation data	82
Fig. 19. Wind Speed observation data	83
Fig. 20. Wind Speed maximum data	84
Fig. 21. Wind Speed average data	85
Fig. 22. Compass result	86
Fig. 23. Ocean surface temperature data analysis result	87
Fig. C-1. 'C' input (C) Communication Menu	115
Fig. C-2. 'F' input (F) System Functions Menu	116
Fig. C-3. 'S' input (S) Sample period Menu	117
Fig. C-4. 'D' input (D) Data retrieval Menu	118
Fig. C-5. 'T' input (T) Test Menu	119
Fig. C-6. 'K' input (K) KORDI Program Menu	120

List of Tables

Table 1. Sensor type과 연결 단자의 관계	31
Table 2. 각 port별 자료 전송 방법 설정	41
Table 3. Characteristic of transmitter	43
Table 4. System setting value	48
Table 5. Sample period settings	49
Table 6. Consist of the buoy data	52
Table 7. Buoy hull Specification	61

List of Photos

Photo. A-1 계류된 KORDI-250의 모습	97
Photo. A-2 Electronic Box on the KORDI-250	99
Photo. A-3 Inside of view of KORDI-250	99
Photo. A-4 육상에서 바다로 옮겨지는 모습 (1)	101
Photo. A-5 육상에서 바다로 옮겨지는 모습 (2)	101
Photo. A-6 Meteorological Sensor part on the KORDI-250	103
Photo. A-7 선박으로 예인되는 KORDI-250	103

제 1 장. 서 론

본 연구보고서의 제 1 장과 제 2 장은 해양 및 기상 관측을 위한 Buoy의 전반적인 설계 및 특성에 관해 기술하였고 제 3 장과 제 4장은 실제로 관측 Buoy 제작과 운영에 관하여 기술하였다.

본 연구에서는 1차('97) 실험적으로, 지금까지 국외에서 고가로 구입하여 사용하여오던 해양특성 및 기상종합 관측 부이를, 우리기술로 제작하여 보고자 하는 것이 목표이다. 한국해양연구소(해양기기실)는 지금까지 크고 작은 부이에 관련한 연구사업을 수행하여 오면서 나름대로 기술을 축적한 바 있으며 최근에 TGPS(Telemetry Global Positioning System), TTPS(Telemetry Temperature Profiling System) 등을 개발 제작함으로써 날로 치열해져 가는 선진국들의 기술압력을 극복하고 우리의 기술을 축적하기 위한 노력을 지속하였으며 개발된 장비는 현재 각 대학 및 산업에 이용되고 있다. 이러한 국산화 성공으로 쌓여진 자신감과 축적된 기술을 바탕으로 2.5 [m]급 Buoy hull을 자체 제작하였고 일부센서를 이용한 Data Logging, 운용 소프트웨어 및 전송 체계를 구축하여 한국해양연구소 고유 모델로 발전시키고자 하는 것이다.

그러나 현재까지 일부센서를 제외한 거의 대부분의 센서는 국외에서 수입하여야하는 실정이며 앞으로의 지속적인 연구분야 이기도하다.

제 2 장. 관측 부이 시스템 설계 및 특성분석

제 1 절. System 구성

1. 구성

과거와 달리 최근에는 해양과 대기의 상호작용에 의한 혼합운동의 연계성 및 변화 형태에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 대비한 해양관측기술은 해양-경계층-대기의 입체적인 관측으로 바뀌어 가고 있으며 관측하고자하는 대상에 대해 계속적으로 새로운 관측기법이 개발되고 상호연계, 채택되어지고 있다.

우리는 이런 관측 기법 중 부이를 이용한 관측 시스템을 개발하고자 한다. 시스템의 구성은 Fig. 1과 같이 해양 특성 관측을 위한 부분, 기상을 관측하기 위한 부분, 부이를 위한 보조 기기, 자료처리 및 전원 관리를 위한 Main Processor 그리고 전원부의 5 부분으로 구성되어 작동하게 된다.

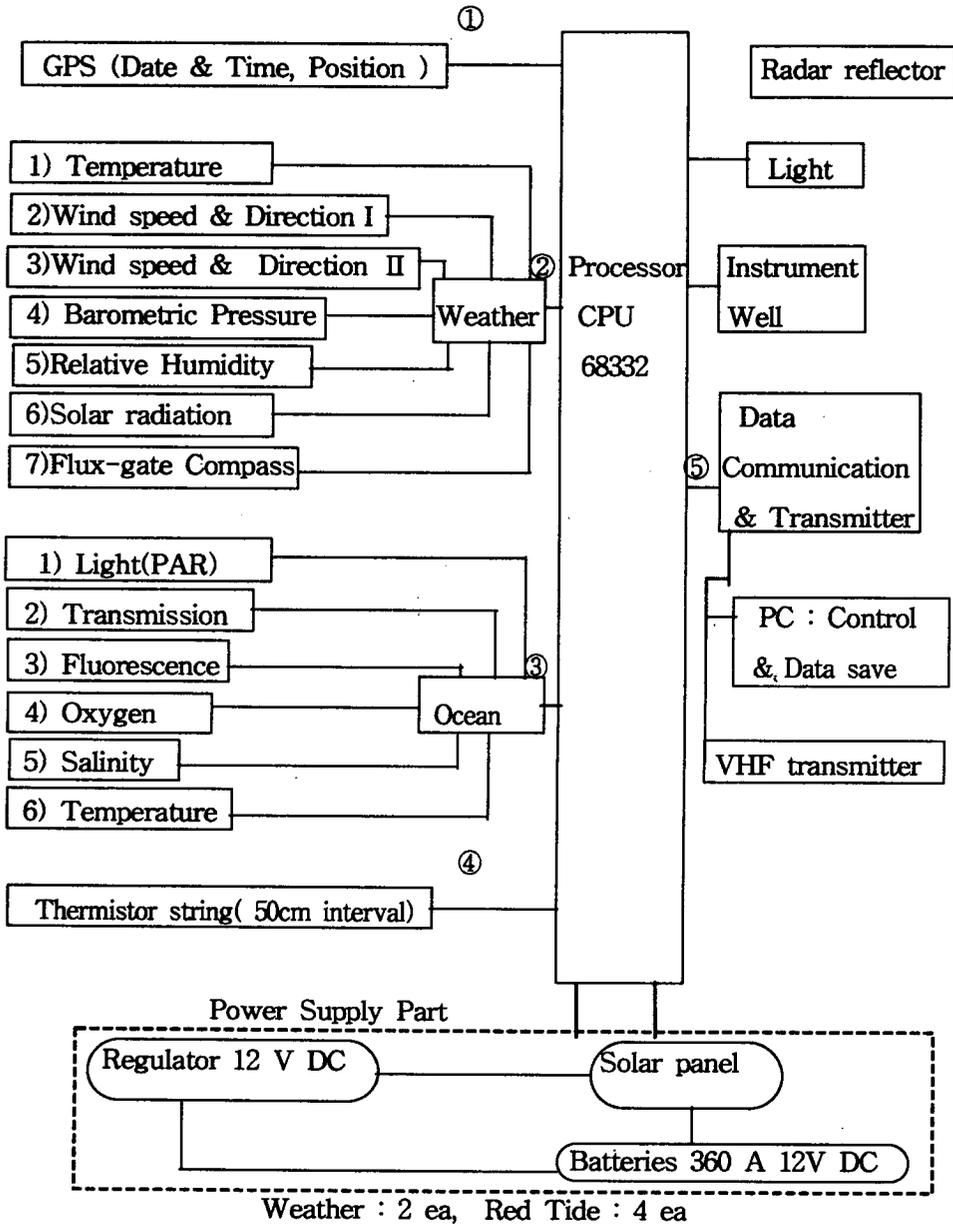


Fig. 1. 해양 관측 및 기상 관측 시스템의 구성

2. 형태 및 구조

부이 시스템은 그 목적과 환경에 따라서 수많은 종류가 있다. 즉 항해의 도움을 주는 항해 표식 부이, 해상 구조물 또는 연안 산업 지역의 경계를 나타내기 위한 표식 등의 경계 부이, 해양 기상 상태 및 환경 변화를 지속적으로 모니터링 하는 기상 부이, 해양의 특성을 장기적으로 관측하고 모니터링 하는 해양 플랫폼, 그 밖의 선박을 임시 계류시키거나 어망 등을 고정시킬 수 있는 부이 등으로 구분할 수 있다.

1) 형태

부이의 형태는 계류식(moored)과 표류식 (free drifting)이 있으며 계류식에는 이미 잘 알려진 바와 같이 표층 부이 시스템(surface buoy system)과 수중 부이 시스템(subsurface buoy system)이 있다. (1994. H.bertheaux)

또한 부이의 목적, 연안용, 심해 대양용 등에 따라서 그 형태가 다양하게 된다.

표층 부이의 형태는 대개 Fig. 2와 같으며 Fig. 3은 본 연구에서 제작된 관측부이의 자세한 모양도 이다.

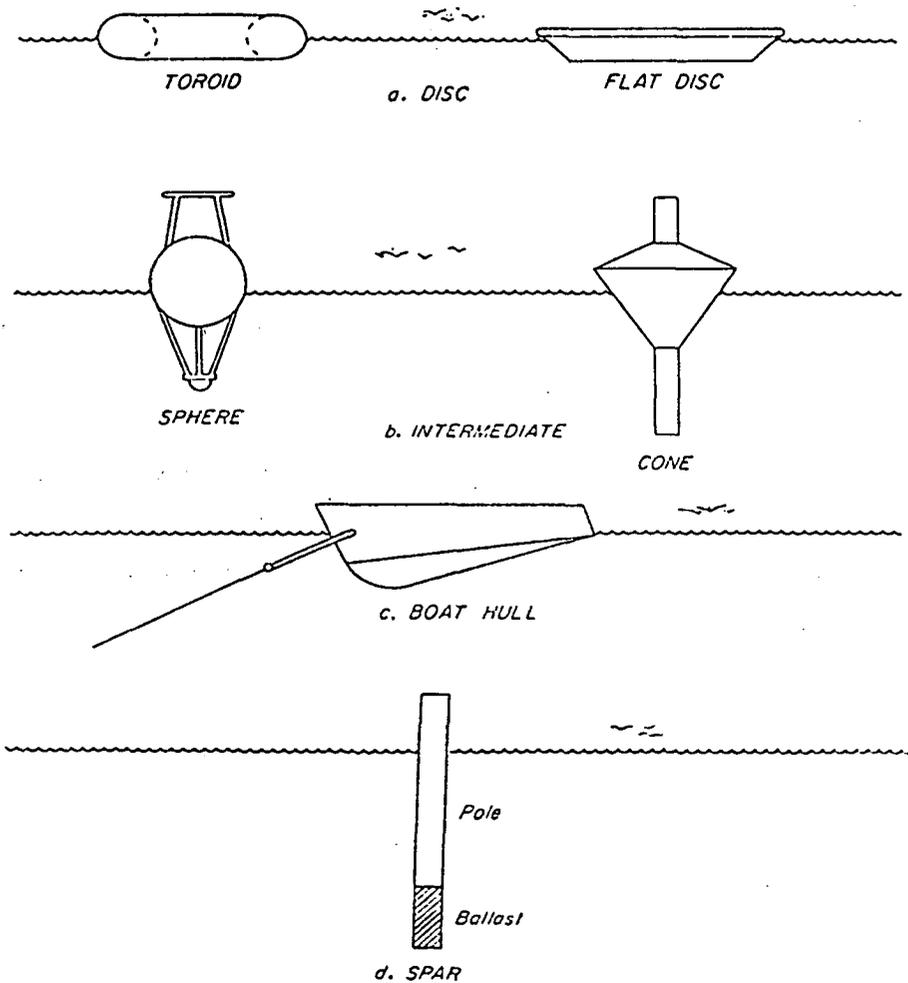


Fig. 2. Generic forms of surface buoy hulls

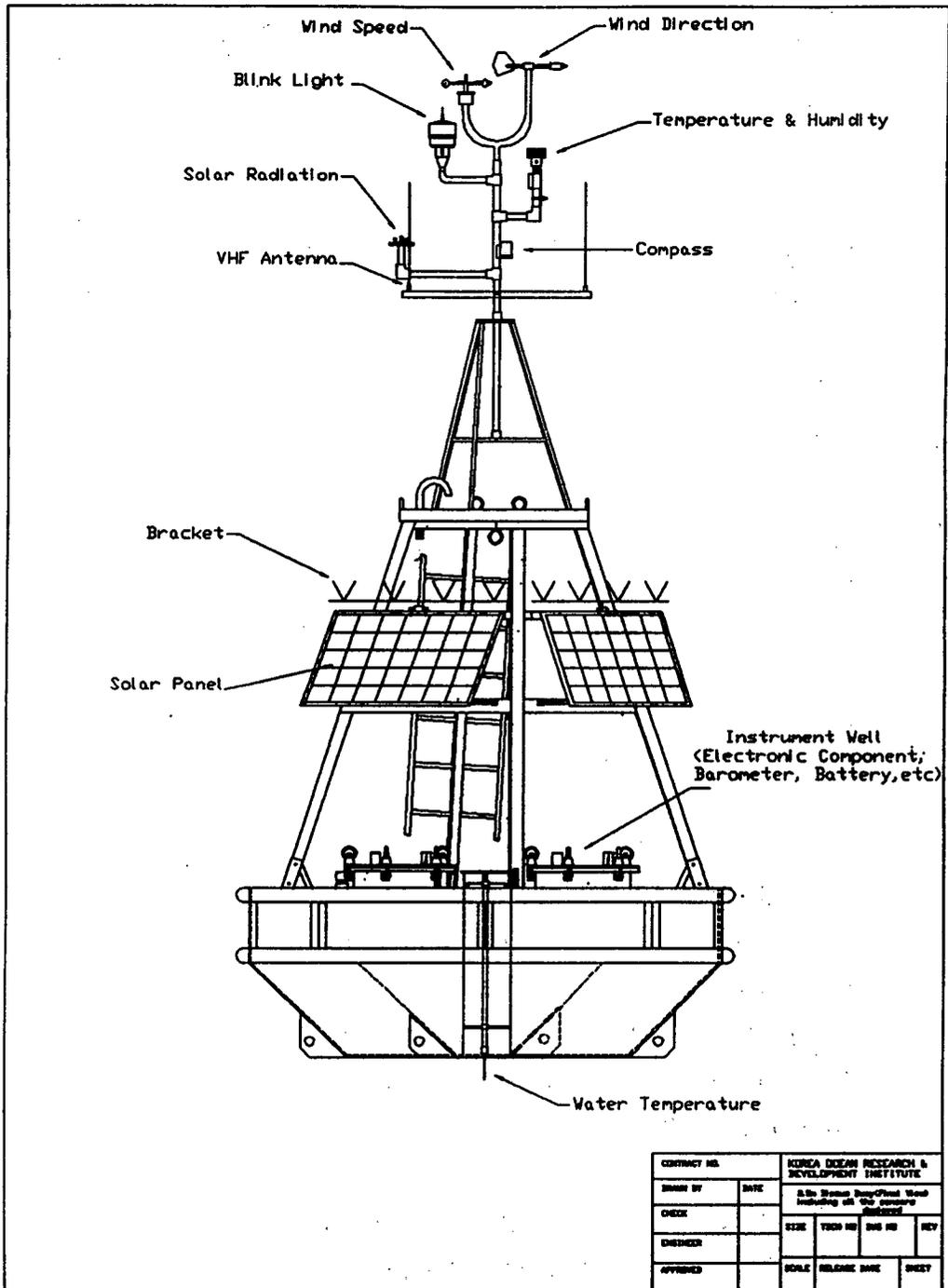


Fig. 3. Discus buoy (KORDI - 250)

2). 구조

제작된 부이의 구조는 부이 몸체, 타워, 보조 구조물(부이 하부)의 3가지 주요 부분으로 구성된다. 부이 Hull과 구조를 자세하게 살펴보면 아래와 같다. 스테인레스 스틸 재질의 직경이 2.5 [m](Rubber bumper제외)의 원반형(Discus)과 사다리 모양의 타워를 갖고 있는 형태로서 6개의 컴파트먼트로 나뉘어져 있다. Hull의 깊이는 0.9 [m]이며 타워의 높이는 약 3 [m]이다. 그리고 부이 중심에는 직경 30 cm정도의 Moon pool이 있어 부이 Center에서 직접 해수와 접촉이 가능하도록 했다. 자료 수집 전자 기기 및 전원 보관 함체는 컴파트먼트 2개에 나누어 맨홀 식으로 덮개가 있어 장착하였다.(Fig. 3 참조)

다음은 부이의 외형 및 구조의 제원이다(Appendix B 참조).

i) 구조

부이의 구조는 크게 3가지 주요 부분으로 구성되어 있다.

- 부이 몸체 (6개의 컴파트먼트로 구성)
- Tower
- 보조 구조물(부이 하부)

ii) 외형 (원반형)

- 직경 (Rubber bumper 제외) : 2.5 [m]
- Hull의 깊이: 0.5 [m]
- Tower(사다리 모양) 높이 : 3 [m]
- 전체 높이(풍향계 마스타포함) : 5.0 [m]
- Moon pool 직경 : 0.3 [m]

iii) 재질

- 부이 몸체 및 Tower : 316SS hardware
- 보조 구조물 : Steel 및 Rubber bumper

iv) 제작

- 부이 몸체 : 아르곤 용접
- Tower : 용접 및 볼트 너트로 조립

- 부이 하부 : 4점식 계류선 연결
- v) 무게 및 부력
- Net Weight : 약 1,200 [Kg](장비 탑재 제외)
- Gross Weight : 약 1,300 [Kg](장비 탑재 포함)
- 총 용 적 : 약 4,000 [Kg]
- 여유부력 : 1,500 [Kg] (장비 탑재 및 Mooring 제외)

3) 재질

이미 언급한 바와 같이 부이 Hull의 재질로서는 철(Steel), 알루미늄 또는 특수 합성수지로 제작할 수 있다. 이러한 재질의 특성을 알아보면 다음과 같다.

철(Steel) : 철로 제작할 경우 장점으로서는 우선 전체적으로 매우 튼튼하며 보통의 방법으로 용접이 가능하고 또한 계류에 필요한 부속품들을 붙였다 제거하는 등의 작업이 용이하며 전체적으로 비용이 저렴하다. 반면에 결점으로서는 자체 무게가 무겁고, 해수에 의한 부식과 부착 생물 방지 등 정기적으로 유지 보수를 하여야 한다. 만약 부이 자체의 무게를 고려하지 않는 것이라면 철로 제작한 부이가 가장 오래 견디고 제작이 쉬우며 여러 가지로 가장 경제적인 부이라고 할 수 있다.

알루미늄(Aluminum) : 알루미늄은 역시 가볍고 밀도가 단단한 것으로서 대중적인 부이 제작 재질로서 쓰여지고 있다. 대개 해양에서 사용하고 있는 알루미늄 재질로서는 AL 5083 또는 AL 6061을 쓰고 있으며, 알루미늄 재질에서는 특히 용접 기술이 좋아야 오래도록 사용할 수 있다. 만약 알루미늄을 철로 고정시켰거나 철이 접촉되어 있다면 이것으로부터 전기 극화 현상이 일어나기 시작하며 그 주위로부터 부식 현상이 일어난다.(1994.H.O.Berteaux)

합성수지(Fiberglass) : 합성수지로 제작한 Hull은 동일한 용적 및 크기의 알루미늄 Hull 보다 무겁다. 또한 이 재질은 강도와 환경에 대한 저항력은 매우 우수하다. 그러나 제작비용은 많은 수량이 아닌 소량일 경우에는 비싼 편이다.

3. 운용 개요

관측 시스템은 부이내부에 탑재된 DCP(Data Collection Processor)를 이용하여 해양과 기상의 변화를 센서를 이용하여 관측하고, 관측된 자료를 관리하면서 사용자가 원할 때 혹은 정해진 시간에 자료를 전송하거나 출력하며, 이 자료는 관측시스템 내부의 소프트웨어에 의하여 정리되고 저장된다.

DCP 가능하면 32-Bit의 고속 자료 처리 장치로서 구성 될 것이다. 기계적으로는 튼튼하며, 전자적인 컴포넌트는 전력소모, 자료 처리와 저장, 통신, 원거리 측정(RF-Modem 이용)이 가능한 장비로써 센서의 값을 읽어 들여서, 처리하고, 경고신호를 나타내며, 장비들을 조정할 수 있다.

관측 시스템에서 전송되는 자료는 KOMEM(Korea Ocean And Meterological Environmental Management Data)라는 프로그램에 의하여 자료를 나타내고 Window용 프로그램으로 사용이 가능하도록 할 것이다.

매시간 관측시스템에서 보내어 지는 신호를 컴퓨터 스크린에 표현하며, WMO의 기본적인 형식에 맞추어 일반화된 신호를 가장 최근의 Data로 나타낸다. 최근의 자료를 이용하여 과거 며칠전의 data를 관찰할 수 있다.

관측시스템은 외부에서 입력되는 기상관측센서, 해양자료를 측정할 수 있는 센서의 자료를 받아서 저장과 함께 자료의 정보를 처리하여서 Computer와 연결된 line과 함께 무선으로 이를 전송하면 그 자료를 다시 KOMEM이라는 프로그램에서 우리가 볼 수 있는 정보로 편하게 나타내어 주는 일을 한다.

우선은 관측시스템에 전원이 연결되면 자동으로 동작하여 EEPROM에 있는 변수 값을 읽어들이게 된다. 이 변수 값에는 여러 센서들의 정보, 샘플링에 대한 정보, Data저장에 대한 정보, 시스템의 현재 시간과 날짜, 전송포트, 시스템 Alarm, 시스템의 운영 전반에 관한 모든 변수 값으로 구성되어져 있다. 이렇게 읽어 들여진 값은 관측시스템의 기본 값으로 설정이 되어서 시스템을 초기화시킨다.

시스템의 초기화를 어떻게 시키는가에 따라 그 동작도 여러 가지로 나뉘어 지게 되지만 여기에서는 특정시간에만 시스템이 동작한다는 전제하에 논의 해 보기로 하겠다. 이 동작에서는 시스템의 시간이 주된 동작의 시발점이 된다. 시스템의 시간을 주기적으로 계속하여 읽어들이다가 처음에 초기화가 된 System On Time이 되며 시스템을 On시키고, 샘플링을 할 준비를 한다. 초기화된 시간에서 Sample duration time이 되면 시스템은 샘플링을 시작하며, 그 시작은 모두 초기화된 변수의 영향을 받아서 순차적으로 실행된다. 이 실행된 정보는 프로세스 메뉴를 통해서 실시간으로 자료처리가 이루어지며, 저장된다. 샘플링이 끝이 나면, 송신기(Inmarsat, VHF, UHF, Cellular telephone 등)가 On이 되면 1-2초 지난 후 자동으로 저장된 정보를 송신하게 된다. 지금까지는 인터럽트가 걸리지 않은 단편적인 형태의 관측시스템의 동작을 살펴보았다.

그러나, 해양에서의 무인자료 획득을 위해서는 무선을 이용한 양방향으로의 관측시스템의 조정이 되어야 한다. 그 이유 중에서 가장 중요한 것은 관측 시스템에 문제가 발생시 육상에서 초기화를 시켜서 올바른 자료를 수집하는 것이고, 필요시 자료의 관측 간격을 조정하여 정확한 예측이 가능한 실시간 자료를 얻을 수 있어야 한다는 것이다. 그러기 위해 양방향의 모뎀이 필요하며 이를 위한 통신 체계를 갖추는 것이 중요하다.

제 2 절 관측 센서

1. 구성

해양과 기상의 상호작용변화를 관측하기 위하여 센서들 기상 관측 센서와 해양 관측 센서 두 부류로 나누어 자료를 처리 할 수 있는 시스템을 구성하였다. 하지만 실질적으로는 Fig. 1에서와 같이 하나의 프로세서에 의하여 처리가 이루어 질 것이다.

먼저 해양 기상 관측을 위해 사용되는 센서는 다음과 같으며 이것은 기상 분석 및 예보에 필요하다.

- 대기온도
- 해면 기압(대기압)
- 해면 위의 풍향 및 풍속(해상풍)
- 해수면 온도
- 해류
- 해파

대기 온도, 해면 기압 및 풍향 · 풍속은 해상에서의 기상 분석 및 예보뿐만 아니라 파랑 예보에 있어서 중요한 기상 변수들이다. 해상풍 결정과정에서 중요한 지균풍(Geostrophic wind)은 해면 기압으로부터 얻어지며, 해면 마찰 보정시 대기 경계 층의 안정도는 대기 온도와 해수면 온도의 차로 결정된다. 해파의 관측은 파랑 예보 모형의 초기 조건을 결정하는데 중요할 뿐만 아니라, 모델의 검증 및 개량에 필요한 자료를 제공하게 된다.

Fig. 4는 기상 관측을 위한 DAP(Data Acquisition Part)로서 약 60일 정도의 자료가 부이가 남아 있으며 PC에 의하여 자료를 받을 수 있다. 또한 하나의 Port를 추가하여 자료가 Fig. 1에서와 같이 무선으로 전송된다.

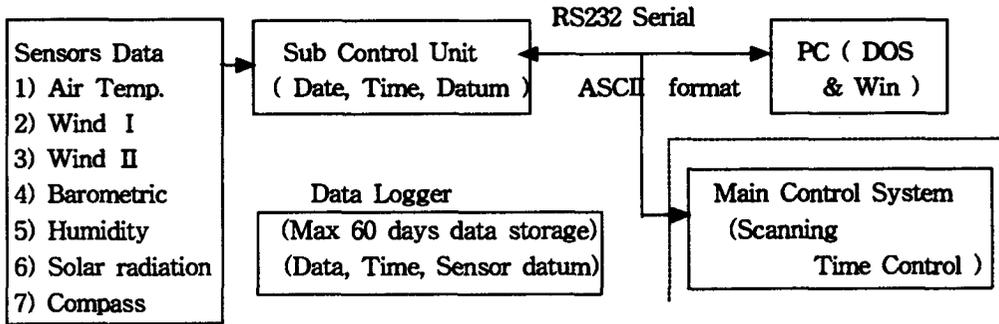


Fig. 4. Block Diagram of meteorological observation part

우리 나라 연안의 적조오염 현상은 바닷물의 수온이 12도 이상 되는 4 ~ 11월 사이에 나타나고 있다. 특히 남해안에서 자주 일어나는 이유는 주변에 공 단지역이 많이 들어서 오염 배출이 증가하고 있으며 수심이 얕고 섬들이 많아 해류의 영향을 적게 받기 때문으로 알려져 있다. 이러한 해양의 특성 변화를 관측하기 위하여는 Fig. 5와 같이 해양을 위한 센서가 하나의 part로서 구성되었다.

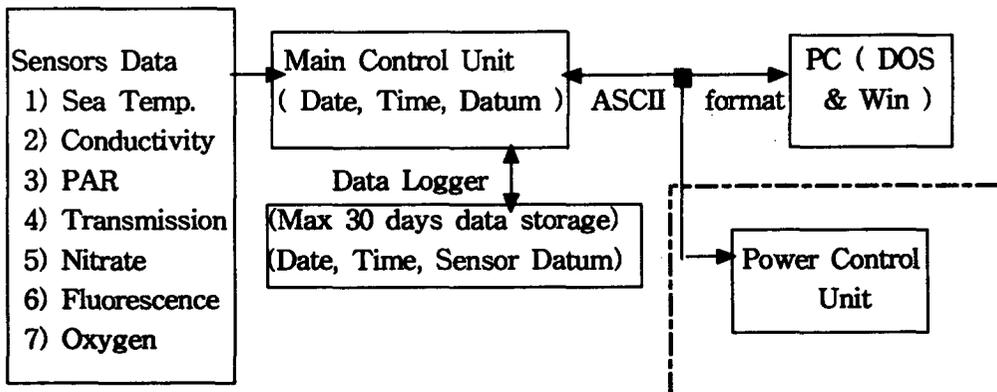


Fig. 5. Block Diagram of ocean observation part

2. 센서의 선택

자료의 질적 향상과 정확도를 높이는 가장 중요한 사항 중에 하나는 사용하는 센서의 등급에 따라 정도의 차이가 있다는 것이다. 모든 면에서 우수한 센서를 선택하면 자료의 질적 향상은 될 수 있겠지만 그에 따른 경제적 및 운용의 효율성을 고려해야 한다. 그러므로 센서의 선택은 자료의 정확도, 제작 단가, 보수, 유지 및 운용상의 어려움이 없는 것으로 선택하는 것이 보편적이다.

센서는 그 특성에 따라서 다양한 형태로 만들어져 있어서 출력되는 신호의 형태도 대개 Table 1과 같이 Terminal을 이용한 연결이 이루어지게 된다. 특히 해양에서 이용되어질 기상 및 환경 관련 센서들은 기계적으로나 전자적으로 견고하고 안정된 것을 선택해야하며 신뢰성이 높아야한다. 또한 시스템 전체규격 및 내용에 알맞고 한 개의 프로세서로 집약 운용, 기록, 분석이 용이한 센서를 선택하는 것이 중요하다.

Response time : 15 s with membrane filter
(at 20℃, 90 % response)
Setting time : 1 s
Sensor : HUMICAP H-Sensor (part No. 0062)
Temperature sensor : Pt 100
(1/3 Din 43760 B, four-wire connection)
Supply voltage : 7 ~ 35 VDC
Current Consumption : ≤ 4 mA
Operating Temperature : - 40 ℃ to 60 ℃
Protection Class : IP 55(NEMA 3S)
Weight : 180 g
Accessories : radiation shield

2) 풍속·풍향

- 풍향 풍속 센서는 현재 북미주에서 가장 널리 사용되고 있는 것을 선택
- 풍속은 프로펠러 회전에 의한 전압 발생을 전자적으로 계수 하는 방법이며
- 풍향은 바람에 의한 꼬리의 회전을 포텐시오메타의 저항 변화로 검출
(최근의 해양 부이에 설치하는 풍향 풍속계는 두개의 센서를 약 1 (m)정도 높이를 다르게 설치하여 상호 보완적으로 자료의 신뢰성과 정확성을 높이고 있다.)

Manufacture & Model : R.M. Young Company RMY 05103

Wind Speed

Range : 0 ~ 60 m/s (130 mph), gust survival
100 m/s (220 mph)

Sensor : 18 cm diameter 4-blade helicoid propeller
molded of polypropylene

Pitch : 29.4 cm air passage per revolution

Distance constant : 2.7 m(8.9 ft) for 63% recovery

Threshold Sensitivity : 1.0 m/s (2.2 mph)

Transducer : Centrally mounted stationary coil, 2 K
0 Ohm nominal DC resistance

Transducer Output : AC sine wave signal induced by rotating
magnet on propeller shaft. 125 mV p-p

at 100 rpm. 12.5 V p-p at 10,000 rpm
Output Frequency : 3 cycles per propeller revolution
(0.098 m/s per Hz)

Wind Direction

Range : 360° mechanical, 355° electrical (5° open)
Sensor : Balanced Vane, 38 cm (15 in) Turning radius.
Damping ratio : 0.25
Delay Distance : 1.3 m(4.3 ft) for 50% recovery
Threshold Sensitivity : 1.0 m/s (2.2 mph) at 10° Displacement
1.5 m/s (3.4 mph) at 5° Displacement

Damped Natural

Wavelength : 7.4 m (24.3 ft)

Undamped Natural

Wavelength : 7.2 m (23.6 ft)

Transducer : Precision conductive plastic potentiometer,
10 K Ohm resistance($\pm 20\%$), 0.25% linearity, life expectancy
50 million revolutions, rated 1 watt at 40 °C,
0 watts at 125°C

Transducer Excitation

Requirement : Regulated DC voltage, 15 VDC Max
Transducer Output : Analogy DC voltage proportional to azimuth
angle with regulated excitation voltage applied across
potentiometer

3) 기압

- 기압계는 전자기기함체 내부에 설치하며 호스를 통하여 기압을 검출하도록
설계

Manufacture & Model : Setra System, Inc. 270

Sensor Type : Pressure transducer

Range : 800 ~ 1100 mbar

Accuracy : ± 0.05 FS

Operation Temp.: - 0°F to 175°F

4) Water temperature(표층 수온)

- 온도 센서는 전자기기함체 밑부분에 수직으로 부이밀 중심 부근에 설치
- 센서와 전자기판과의 케이블을 최단거리를 유지시키고
- 항상 수면과 접촉하여 해수의 정확한 온도를 감지할 수 있도록 하였다.

Type : Platinum resistance thermometer

Range : -2 °C ~ 30 °C

Precision : ± 0.02 °C

5) Compass

- 두개의 컴파스를 전자 기기 함체에 설치
- 부이 방향 설정(Buoy orientation)을 기준으로한 수평 성분의 지구자계를 검출하여 마이크로 프로세서로 처리.

Manufacture & Model : Navico HS 8000 Heading Sensor

Sensor Type : Fluxgate compass

Range : 0 ~ 360°

Accuracy : ± 1.0 ° (at 25° , 0° heel)

Resolution : 0.1 °

Operation Temp. : - 5 °C to 70 °C

Operating Voltage : 12 VDC ±30%

Operating Current : Typically 30 mA

6)Wave Height and Period

- 파도의 높이와 주기를 측정하는 센서로서 단일 축을 가진 (Datawell)것과 회전축이 없이 전자적으로 되어 있는(Jewell)것이 있다.
- 두 센서의 장단점을 고려하여 선정 (크기 , 가격, 정확도 등)

Type : Strap-down accelerometer

Range : ± 15 [m]

Accuracy : ± 1 [%]

또는

Type : Gimballed accelerometer

Rang : ±15m

Accuracy : better than 2 [%]

7) Light(PAR) :

- 해수의 광합성량을 측정하는 센서로서 광 센서인 Photodiode를 이용하여 관측

Manufacture : Chelsea Instruments Ltd

Type : PAR Irradiance Meter PR46

Output 0 ~ 5 VDC

Approx. Cal. PAR (In $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) = - 0.005 signal (mV)

Range 450 ~ 700 nm

Precision $\pm 3 \%$

Range 400 ~ 450 nm

Precision $\pm 8 \%$

8) Transmissometer :

Type Folded Beam

Path length 25 cms

Output 0 ~ 5 VDC

Precision : $\pm 1 \text{ mV}$

9) Fluorometer :

- 전 전력을 사용하는 Xenon을 광원으로 하여 해수의 Chlorophyll a, Rhodamine, Turbidity 등을 관측하는 센서
- 부이에 별도의 Cage를 만들어 관측 해야하기 때문에 설계에 많은 어려움이 있다.

Manufacture : Chelsea Instruments Ltd

Type : Aquatracker III

Range 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$ - 100 $\mu\text{g}/\text{l}$

Precision 0.01 $\mu\text{g}/\text{l}$

10) Conductivity : Inductive Cell (Aanderaa)

- 염분도 측정 기기

Type : Inductive Cell (Aanderaa Instruments, Norway)

Range : 0 ~ 50 mS/cm

Precision : 0.05 mS/cm

11) Pressure : Pressure transducer model PDCR910(Druck Ltd)

- 조석 관측

Type : Pressure transducer model PDCR910(Druck Ltd)

Range : 20 Bar

Precision : ± 0.02 Bar

12). Solar Radiation : Quantum LI-190SZ

- 일사량을 관측하는 센서이다. 이 결과를 바탕으로 부이 전원의 충전상태를 간접적으로 알 수 있어 매우 중요하다.

Manufacture & Model : Lincolin , LI - 190 SZ Quantum sensor

Sensor Type SZ terrestrial

Absolute Calibration $\pm 5\%$ traceable to NBS

Sensitivity Typically 20 μ A per 100 Klux.

Linearity Maximum deviation of 1 % up to 100 Klux

Stability $< \pm 2\%$ change over a 1 year period

Response Time 10 μ s

3. 경보 장치

부이의 관측시 발생할 수 있는 위험 신호, 자료의 손실, 계류 부이의 이동 등 다양한 위험 요소를 수신소의 운용자가 현장에 직접 가지 않고 부이의 상태를 파악하여 보수 유지를 신속히 할 수 있는 경보 체계에 대해서 언급하려 한다. 단, 여기서는 전원 경보에 대해서는 생략한다.

1). 레이더 복굴절기(Radar Reflector)

안개가 끼거나 야간에 이동하는 선박과의 충돌을 막기 위해 알루미늄으로 제작된 레이더 복굴절기(일종의 반사기)를 부이의 상단에 설치한다. 이는 항해하는 선박의 레이더 스크오프 상에 나타난 부이 영상을 확대 강조함으로써 쉽게 장애물이 있음을 인지시켜 부이를 보호하게 된다. 또한 탐지 거리 내에 있는 레이더 관측소에서 부이의 위치를 감지하기에 용이하게 한다. 이 복굴절기는 파장 3 [cm] 레이더의 경우 10 [m]² 물체 크기로 확대시키는 기능을 갖고 있다.

2). 경고등(Navigation Light)

점멸식으로 된 황색 경고등으로서 부이의 상단에 설치하여 부이의 위치를 알려 줌으로서 부이를 보호하게 하고 있다. 이 경고등은 수감부에 의해 주변의 밝기를 감지하여 야간 혹은 어두운 낮에 점멸하여 주 부이를 보호한다.

정상적인 상태에서 6 개월 정도 사용이 가능하지만 태양 전지판의 성능과 일조 시간의 변화로 사용 가능 시간이 달라 질 수 있으며, 전류가 0.55 amp가 흐르고 가시 거리가 5.5 [Km] 밝기이며 동일한 케이스 내에 6 개의 램프가 원형을 구성 만약 한 개의 램프가 고장이 나면 자동적으로 다음 램프가 켜지도록 설계되어 있다.

3). 계류 이탈 경보

계류된 부이가 자연적인 힘에 의하여 이동하거나 인위적인 힘에 의하여 이동하여 자료의 전송을 중단할 수 있기 때문에 부이의 상태를 신속히 파악하여 조치를 취한다면 자료의 손실과 분실의 위험을 막을 수 있지만 이런 부이의 이동을 신속히 알려 줄 수 있는 시스템이 많지는 않다.

해양관측시 위치를 측정하기 위한 장비로는 DDMU (Digital distance measuring unit), LORAN-C, GPS등 많이 있지만 해양 기상 관측 부이를

계류시켜 놓고 위치를 관측하는 방법은 대개 인공위성을 이용하는 방법이 많다.

i) Argos를 이용하는 방법

인공위성을 이용한 전송 시스템 중에서 세계적으로 폭 넓게 사용하는 것 중의 하나인 Argos 시스템은 불란서의 CNES, 미국의 NASA와 NOAA의 공동 작품으로 조사 대상 물체의 위치와 각종 자료를 인공위성을 통해 전송하는 시스템이다. Argos의 PTT(Platform transmitter terminal)를 고정 혹은 이동 물체에 부착하면 그 물체의 위치와 관측되는 자료를 NOAA 위성으로 송신하면, 위성이 1 회전하면서 수신 기록한 자료는 지상 수신국으로 전송되며 수신국에서 다시 전송 자료 센터로 재 전송된다. Argos 자료 처리 시스템은 자료의 손실을 극소화하고 최대의 효과를 가져 올 수 있도록 설계되었다.

각 PTT의 고유 번호에 따라 인공위성으로 송신된 자료는 PTT를 운영하고 있는 사용자에게 전달됨으로서 사용자는 부이의 위치를 알 수 있다. Argos는 위치 측정 활용에서 매우 효과적인 시스템으로 Drift buoy 추적 등에 적절하게 사용되어 오다가 점차 그 영역이 다양화되고 있다.

ii) Mooring Line를 이용하는 방법

부이의 Mooring line에 전원이 공급되어 일정 전압을 유지하다가 Line이 끊어지면 전력 공급이 중단되어 이상 신호를 발생함으로써 알 수 있는데 15 초 동안 1분 간격으로 계속되는데 이는 선박을 이용하여 부이를 수색할 때 Auto direction finder로 부이를 찾을 수 있는 신호를 보내는 것이다.

iii) GPS를 이용하는 방법

대부분 인공위성을 사용한 Argos를 사용하지만 우리 나라와 같은 경우는 자료의 처리가 실시간으로의 관측이 어려워 GPS의 Module을 사용하여 우리 나라에서 간단히 알 수 있는 방법을 택하게 될 것이다.

GPS의 수신 정보를 부이 센서 자료 전송시 포함하여 전송하면 위치 정보를 분석하여 부이의 계류 지점을 프로그램 내에 설정하여 설정한 한계를 벗어날 경우에 사용자에게 경보 Message 전송하는 방법으로 수신소에서 알게 되는데 이 방법에는 약간의 문제가 있지만 빠르게 부이의 상황을 알 수 있어서 사용하기는 좋다.

GPS는 인공위성의 위치에 따라서 신호의 강도가 다르고 여러 가지의 복합적인 원인에 의하여 기본적으로 위치의 오차 요인이 발생하고 있다. 이는 상황이 언제 변할지 모르지만 GPS의 기본적인 오차 범위를 알고 신호가 들어오지 않을 때 생기는 기본적인 오차를 줄인다면 GPS를 이용하여 부이의 이동 및 위치를 감시하고 부이의 운용을 원활하게 할 수 있을 것이다.

더 나아가 DGPS(Differential GPS)를 응용한다면 더욱 정확하게 관측할 수 있을 것이다.

4). 수밀 경보 장치

해양 관측장비에 있어서 가장 어려운 일종의 하나는 장비의 수밀을 장기간 유지하는 것으로 이 작업은 모든 부이 운용을 수포로 돌아 갈 수 있게 하기 때문에 매우 어렵다.

부이의 내부를 몇 개의 방으로 구분한 후 전자 함체부를 감싸 선박에 의한 충돌시 해수의 침입을 방지하며 전자 함체 내의 해수가 침입시 그 상태를 알릴 수 있는 경보 체제를 유지하기 위하여 해수의 침입 상태를 단계별로 암시하여 신속한 조치를 취할 수 있어야 한다.

이 함체내의 누수발생시 바닥에서 약 0.5 [cm]의 높이에 감지라인(Sensor 1)을 달아 누수시 초기 경보를 위한 장치를 만들어야 하며, 층별로 누수 감지 장치를 설치하여 전자부의 보호와 함께 자료의 손실 방지를 위해 철저히 대비토록 하였다.

제 3 절 자료 송수신

1. 자료 전송 방법(Interface)

관측된 자료를 각각 받거나 하나의 저장된 파일을 관측 시스템으로부터 얻을 수 있는 방법에는 대략 3 가지 정도가 있다. 첫 번째 방법은 Terminal을 사용하는 방법인데 이 방법은 초기화 화면에서 'U'를 입력하여 확인하는 것으로 표준 직렬 케이블을 사용함으로써 가능하게 하였다.

여기서 통신상의 문제점은 연결 단자의 올바른 연결의 문제이며 현장에서 서로 다른 전원을 사용함으로써 인한 값의 오차에 의한 통신상의 오차이다.

두 번째의 방법은 직렬로된 기기의 신호를 받아 처리하는 프로세서에서의 자료 전송 관계인데 관측 시스템은 기본적으로 세 가지의 UART(Universal asynchronous receiver transmitter)들을 사용할 수 있는데 그중 COM1 과 COM3은 단채널 포트이고, COM2는 다채널 포트로 최대 3개의 TTL level 포트를 연결할 수 있다(Table 2.참조).

- COM1: 양방향 RS-232 또는 1200 baud FSK modem (PTT).
- COM2: 양방향 RS-232, 양방향 RS-485, 내부적인 나침반의 연결.
- COM3: User Port(KORDI와의 interface) 양방향 RS-232, 양방향 RS-485.

AUX pins은 KORDI-2000의 전면판넬의 AUX SERIAL DATA PORT를 사용

Table 2. 각 port별 자료 전송 방법 설정

PORT	ELECTRICAL SIGNAL TYPE	KORDI CONNECTIONS
COM1 COM1	RS232 FSK modulator	Front panel COM1 pins AUX pin 9 TXA AUX pin 10 RXA AUX pin 4,11 PTT
COM2	RS232	AUX pin 2 TX AUX pin 3 RX
COM2 COM2 COMPASS INTERFACE (mux'd with COM2) COM3	RS485 GOES TTL RS232	Front panel COM2 pins internal to KORDI Front panel COM3 pin 2 RX Front panel COM3 pin 3 TX
COM3	RS485	AUX pin 22+ AUX pin 23-

세 번째의 방법은 RF modem을 이용하는 것으로 관측 시스템에 있는 FSK(frequency shift keying) modem은 전파를 이용하여서 직렬표준비동기신호를 전송한다. 1200baud 혹은 그 이상으로 전송하며 안테나의 형태, 높이, 지형, 전파상황에 따라 도달거리가 달라진다. 대략 50km정도 송신이 된다.

신호출력은 Transmitted Audio(TXA), 신호입력은 Received Audio(RXA)단자를 통해서 가능하며, PTT(Push-To-Talk)는 low open collection에서 동작된다.

2. 무선전송 및 수신

통신에서 서로 상대방과의 교신을 하는 방법으로서는 단향통신 (Simplex) 과 이중통신(Duplex)이 있으며 이중 통신은 다시 반이중(Half-Duplex)과 전이중(Full-Duplex)으로 나눈다.(정 과 변 .1993)

관측시스템의 경우는 수신소로부터 멀리 떨어져 있어 가능하면 이중통신이 이루어 질 수 있도록 설계되었다.

1) 송신기

원격으로 자료를 실시간 처리함으로써 매 순간의 해양의 변화를 알 수 있는 방법은 자동적으로 관측 자료를 전송하는 것이다. 자료를 전송하는 방법에는 인공위성을 이용하는 방법, Cellular telephone, radio frequency를 이용하는 방법이 있다.

초기 단계로서 연안에서는 쉽게 사용할 수 있고 경제적인 VHF대의 송신기를 부이에 설치하기로 하였다. 전원의 소모와 RF 송신 출력의 크기는 거의 비례하기 때문에 한정된 전원으로 출력의 효율을 높이도록 하여야한다.

이번 연구 사업에서의 전자 회로는 이미 성공적으로 끝마무리가 된 원격 수질 모니터링 시스템 개발 연구와 연근 해역에서의 해양 모니터링 시스템 연구, 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS 부이 제작 연구, 해수원격 자동 측정 시스템인 TTPS 제작 연구 등에서 개발되고 개선된 회로를 채용하면서 자료의 전송률을 최대한 높일 수 있게 하였다. 처음에는 단일 기관으로 시작하였으나 점차로 전자 소자와 회로를 소형화하면서 사용이 쉽게 변경하였고 기관도 2중 회로로 구성하였다. 발진부의 Crystal은 선정한 주파수에 맞도록 깎아 사용하였다. 회로의 특징은 발진부 및 여진부까지는 8 (V) DC로 안정화된 동일 전원으로 작동되고 최종 출력부는 입력 전압이 DC 12 (V)로 직접 구동되도록 하였다. Table 3은 이번에 사용한 송신기의 특징을 나타낸 것이다.

Table 3. Characteristic of transmitter

1) 송신 출력	5 [W]
2) 주파수 안정도	0.001%
3) 주파수 체배	3 x 3 (9체배)
4) 변조 방식	FM 변조
5) 주파수 편이	최대 ± 5 [KHz]대
6) 스프리어스 억압	46 [db] 이상 (기본파에 대하여)
7) 신호대 잡음비	-40 [db] 이상 (1 [KHz] 70%)
8) 왜 율	20 [db] 이상(1 [KHz] 70% 변조시)
9) 소모 전류	300 [mA] 이하

2) 수신기

수신부는 수신 안테나를 포함한 수신기(RF Modem 포함)와 Control unit의 기능이 합쳐진 하나의 장비로 구성된다(Fig. 6 참조). 이 Unit를 RDV(Receiving Deck Unit)라고 하며 Display 기능까지 되어 있다. 내부 전원의 구성은 일반적으로 사용이 간단하도록 AC 110/220 [V] 겸용이며 야외에서 사용이 가능하도록 DC 12 [V] 및 충전식도 가능하다. 전자적인 회로의 구성과 기능은 송신부에서 언급한 것과 같이 수신부도 이미 개발이 끝나고 실용화한 회로를 개선하였다.

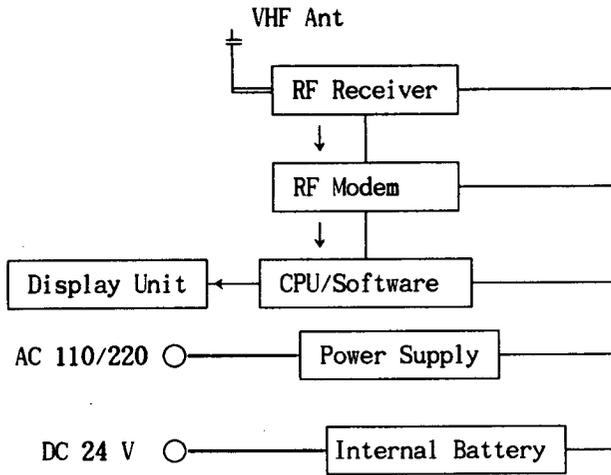


Fig. 6. Consist of Receiving Deck Unit

3) RF Modem (Tx, Rx)

데이터 통신에서 가장 중요한 것은 데이터 전송 장비이며 그 중에서도 가장 많이 활용하는 것은 변복조기(Modem)이다. RS232C의 데이터 전송 방식은 원 신호인 디지털 신호를 변조하지 않고 그대로 전송하는 베이스 밴드 전송 방식이다. 그러나 무선 회선을 사용하기 때문에 이 방식을 그대로의 형태로는 사용할 수 없으므로 반송파의 어떤 변조를 만드는 모뎀이 필요하다. Fig. 7은 송신 RF 모뎀 회로의 Block diagram이다.(수신용 RF Modem도 개념은 동일함)

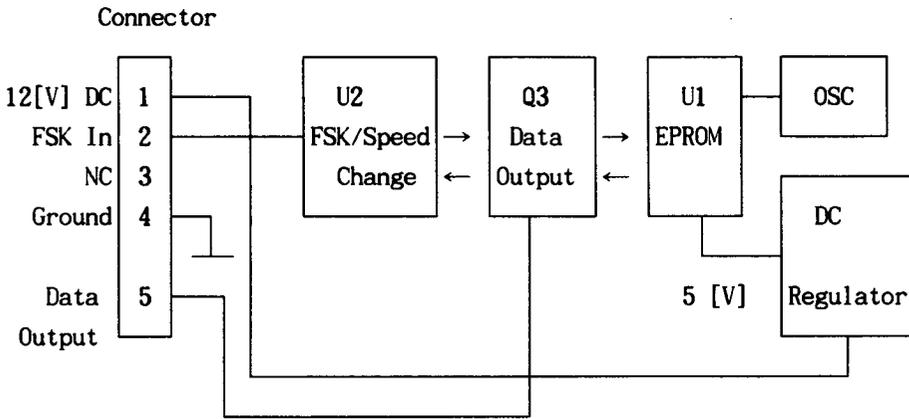


Fig. 7. Block diagram of RF(Tx, Rx) modem

제 4 절 운영 알고리즘

관측시스템에 전원이 인가되면 Fig. 8과 같이 시스템의 기본적인 동작을 확인하게 된다. 이 때 Fig. 8의 A, B로 부터 Interrupt를 확인하게 된다. 기본적으로 RF-Modem, Timer, Alarm, 그리고 User에 의한 것을 기다리게 된다.

MAIN

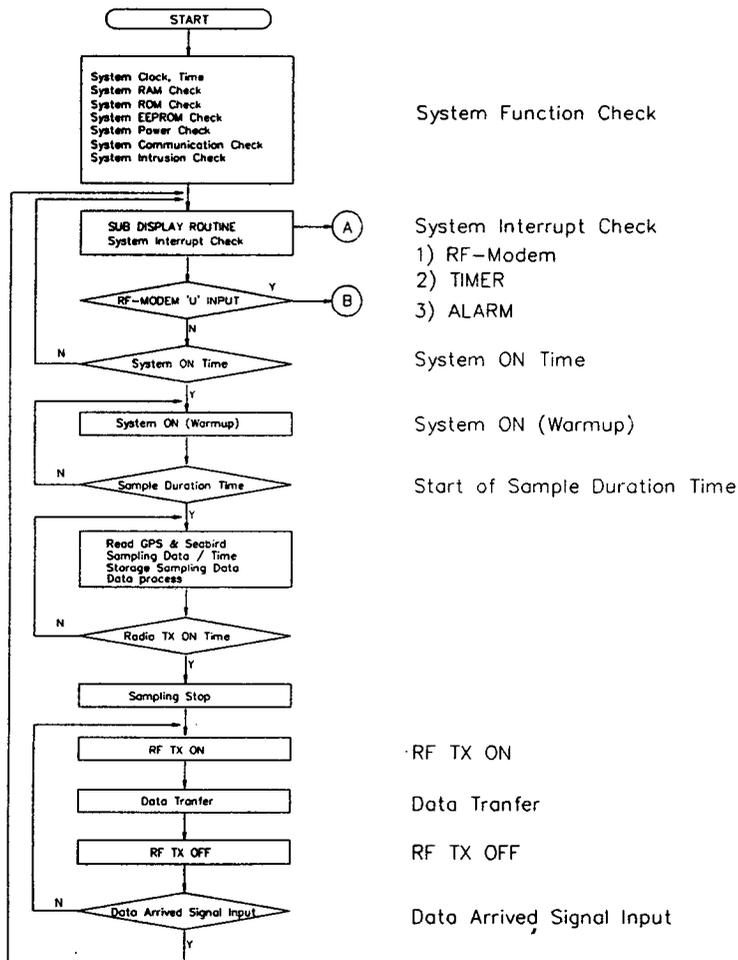
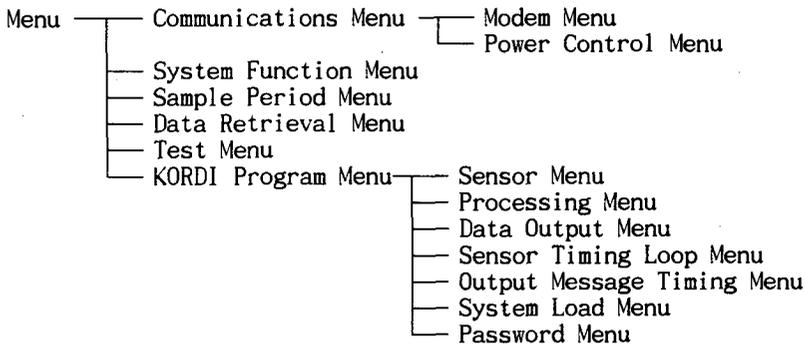


Fig. 8. Main Routine

1. Menu의 구성

관측시스템에 전원이 인가된 후 부이에 붙어 있는 단자를 연결하던가 무선을 이용하여 PC의 초기화면에서 'U'를 치면 관측시스템으로 접근할 수 있으며 이 User Menu 에는 통신방식, Clock time에 의한 시스템의 설정, Data Schedule의 변환, 기록된 데이터를 읽을 수 있는 일 뿐만 아니라, 프로그램상의 모든 것을 제어할 수 있는 다양한 Menu로 구성되 있다.



i) COMMUNICATIONS MENU(Fig. C-1)

User Menu에서 'C'를 치면 Communications Menu로 들어가며, Port 1, 2, 3과 통신 속도 및 기타 약정변수를 변경할 수 있다.

여기서는 3가지의 통신 방법이 설정된다. 첫째는 관측 시스템과 통신하기 위한 컴퓨터의 기본적인 Setting값, Port설정을 통해 전용선으로 연결되는 Terminal Communication의 설치이다. 둘째는 각각의 Port에 대하여 설정하는 방법이며 마지막으로는 전원의 효율적인 관리를 위하여 다음과 같은 항목이 있으며 변경되는 부분은 COM 1, 2, 3의 Power Code 스위치, Warm-up Time, Remain-On Time, COM 1의 PTT(Push To Talk)의 설정, Modem의 Power Control (Interval, Duration, Offset) 등이다.

ii) SYSTEM FUNCTION MENU(Fig. C-2)

User Menu에서 'F'를 치면 접속할 수 있으며 각 항목의 고유 지정 값을 사용하게 된다. 이 항목에 해당되는 것으로는 Table 4와 같다. 이외에 System data and time, 내부센서의 보정값, 바람의 방향을 결정할 때 나침반 값에 의한 보정, Program Version 등이 이 항목에서 수정된다.

Table. 4. System setting value

System settings		
Line	Quantity	Values available
1	Primary Unit/Experiment ID	0 to 9999
2	Secondary Unit/Experiment ID	0 to 9999
3	Data dump format	1 Space delimited 2 Comma delimited 3 Match the real time output format
4	Real time output format	0 None (output message suppressed) 1 ASCII characters, width dependent on data values, comma separated 2 ASCII characters, width as specified by the Data Output Menu, no automatic separators
5	Add compass to vane	0 No 1 Yes
6	Compass offset(degrees)	-180 to +180
7	Barometer elevation(meters)	0 to 5000

iii) SAMPLE PERIOD MENU(Fig. C-3)

User Menu에서 'S'를 치면 접속할 수 있으며, 관측시스템이 센서들로부터 Data을 수집할 수 있는 시간을 명시하여 준다(Table.5 참조)

Table 5. Sample period settings

Sample period settings		
Line	Quantity	Values available
1	Sample interval T_{int} (seconds)	1 to 86400 (24 hours)
2	Sample duration time T_{dur} (seconds)	1 to T_{int}
3	Sample time offset T_{off} (seconds)	0 to $T_{int} - T_{dur}$

iv) DATA RETRIEVAL MENU(Fig. C-4)

User Menu에서 'D'를 치면 관측시스템으로부터 수집한 자료를 화면과 함께 X-modem을 통해서 읽어 들일 수 있다. 관측시스템은 입력된 Data을 지정된 레코드에 기록하게 되는 데, 각 레코드는 시간에 따라 정해지거나, 센서 값의 처리에 따라 구성된다.

각 레코드에 대하여 다음과 같은 형태로 분리하여 다양하게 사용자가 편리하게 구성 될 것이다. 구성을 보면 특정시간 이후 기록된 레코드를 보여주는 것, 시간의 간격 안에 있는 모든 레코드를 보여주는 것, 마지막 기록된 n개의 레코드를 보여주는 것, 기록된 모든 레코드를 보여주는 것, Check 되지 않은 레코드를 보여주는 것, Check된 레코드를 보여주는 것, 저장할 수 있는 용량과 현재 남아 있는 용량이 얼마 동안 사용할 수 있는지 그 시간을 나타내는 것, 기록된 모든 레코드의 삭제, 기록된 레코드의 수를 지시하는 것으로 되었다.

v) TEST MENU(Fig. C-5)

User Menu에서 'T'를 치면 접속할 수 있으며, 센서로부터 나오는 디지털 값과 연산으로 처리 된 참값의 정보를 관찰할 수 있다. 이 메뉴는 센서가 Sampling을 하는 동안만 Data을 볼 수 있다.

이 메뉴에는 다음과 같이 구성된다. 센서메뉴의 x에서 y까지의 센서들의 Raw Data 값을 매 초마다 터미널로 직접 관측 할 수 있는 것, 연산 처리된 센서들의 값을 볼 수 있는 것, 센서의 값을 바로 볼 수 있는 것, x레코드의 처리 진행되는 값을 볼 수 있다. 또한 어떠한 형태의 연산인지, 출력 값은 어떠한 형태로 표현되는지(평균, 표준편차), 각각의 마지막 출력 값을 나타낸다.

vi) THE KORDI PROGRAM MENU(Fig. C-11)

User Menu에서 'K'를 치면 접속할 수 있으며, 각각의 Sensor와 관측시스템간의 Interface가 일치하도록 하며, 센서의 출력을 자료처리하며, 저장될 data의 형식과 차례를 지정하며, 각각 4개까지의 전송 메시지의 형태와 차례를 지정할 수 있고, Sampling 시간과 전송 관계의 전체적인 관측시스템의 구성을 변경할 수도 있다.

이와 같은 구성을 위해 다음의 과정을 거친다. 새로운 센서의 연결시 목록에 추가, 센서의 type 정의, 보정과 연결 그리고 새로운 Process 정의, Data 출력 장소의 지정(기록, 전송, 출력의 형태의 지정)의 순서로 이루어진다.

각 항목별 고유한 설정에 대한 구성은 다음과 같다.

①. System Load Menu : 전체적인 구성을 File이나 Computer에 저장시키고자 할 때, 다른 System의 구성을 저장하려고 할 때, 구성 값을 많이 변경하고자 할 때 이를 Backup하기 위하여 사용되어지며, 이를 이용하여 똑같은 구성의 시스템을 설치할 수도 있다.

② Sensor Menu : 시스템 Program Menu에서 'S' 입력시 접속되며, 센서의 입력과 출력이 System적으로 안정될 수 있도록 지정해주는 부분이다.

③ Defining the Data Processing : 관측시스템 PROGRAM MENU에서 'P' Enter시 접속할 수 있으며, 센서에서 입력되는 값을 적당한 표현으로 나타내기 위해서 연산을 하는 곳이다. System은 30개의 서로 다른 연산을 처리할 수 있으며 그것은 크게 6개로 나뉘어 질 수 있다.

④ The Sensor Timing Loop Menu : 관측시스템 PROGRAM MENU에서 'T' Enter시 접속될 수 있으며, 측정 간격을 조정할 수 있다.

⑤ Inputs from the Sensor Menu : 기타 다른 Sensor의 Setting

Table 6. Consist of the buoy data

Section 0	Buoy voltage, Time, Buoy ID No.
Section 1	Meteorological data groups : Air Temperature, Humidity, Wind direction(1), Wind speed(1), Wind direction(2), Wind speed(2), Barometer
Section 2	Marine Data groups : Sea Temperature, Current speed, Current direction, Irradiance, Chlorophyll a, Rhodamine, Turbidity
Section 3	Regional Data : Maximum wind speed(1), Maximum wind speed(2), Wave
Section 4	Comments : Value of Analog output sensors
Section 5	Alarm, etc.

제 3 장 Buoy hull (KORDI-250) 제작 및 시스템 운용

제 1 절 설계

1. 설계 과정

부이 시스템의 구조 설계는 시스템의 개요와 목적에 따라 안정성 (Stability), 하중 (Payload) 등을 검토하고 해상 상태, 유속 및 수압과 같은 환경 조건도 반드시 고려하여야 한다. 즉 설계 요구 조건에 따라 부이 시스템을 결정하고 환경 여건에 따라 구조와 기계적 부하를 결정한다. 그리고 나서 제작 비, 설치, 운용, 회수를 감안하여 최종 설계를 한다. (1991. 이,전등) Fig. 9 는 이와 같은 과정의 흐름도를 나타낸 것이다.

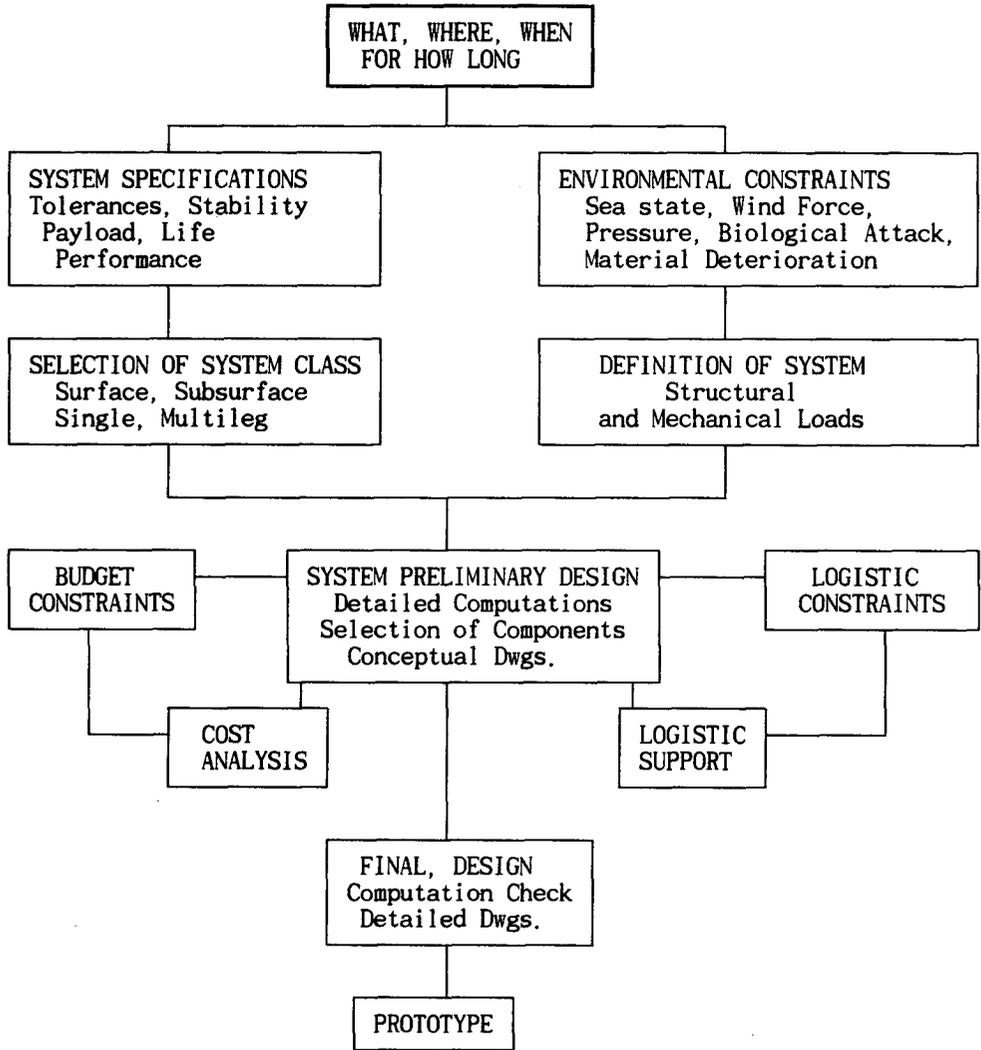


Fig. 9 Flow chart of buoy system

2. 고려해야 할점

부이를 제작한 오랜 경험자들의 조언에 의하면 기본적으로 고려해야 될 사항으로 부이의 신뢰성, 계류에 적합함, 취급의 용이함 등을 증가시키는 특징들을 포함시켜야 한다고 한다.

Surface 부이의 몸체를 격자구조처럼 다수의 칸막이로 나누어 만약에 한곳으로 해수가 스며 들어오더라도 부이가 침수되는 것을 막아야하며 또한 Payload를 안전하게 저장시키기 위한 공간을 마련해야 할 것이다.

관측을 위한 센서 및 전자함체의 저장을 위해서 사용되지 않는 칸막이들은 몸체에 구멍이 났을 경우 완전한 범람을 막기 위해 팽창할 수 있는 가벼운 비중 (2 to 4 lbs/cu.ft)을 가진 거품으로 채워지면 효과적이다.

견고한 계류용 Arm은 계류 line의 부착 점을 낮추기 위해 사용될 수 있어 복원력(righting moment)을 증가시킨다. 완전한 전복을 막기 위한 좋은 방식은 surface 부이 구조의 중심을 높여 복원력을 향상시키는 방법이 좋다.

높은 파도에 의해 부이를 전복시킬 수 있는 요소가 있으나 작은 보조 부이를 부착시킨다면 전복을 막을 수 있을 것이다. 계류 line에 걸리는 장력은 결국 부이를 똑바르게 지탱하게 해 준다.

부이의 밑에 달린 원형의 고리 사이를 자유롭게 오락가락 하는 견고한 흔들이 arm으로 구성된 새로운 계류 부착물은 근래에 연안 부이로 사용하기 위해 발달했으며 큰 흔들림의 각도에서 견고하게 arm이 고리에 지탱된다. 따라서 강한 Righting moment를 발생시킨다. 이러한 구조의 부이는 대부분의 파도 경사를 따라 움직이는 것이 용이하며 균형을 야기하는 조류를 감소시킨다. 그리고 또한 부이의 흔들림에 의한 동력적인 하중을 감소시킨다.

부이를 진수와 회수시 부이 무게의 수배에 이르는 순간적인 장력을 받을 수 있다. 따라서 연결부는 충분한 힘에 견딜 수 있게 하며 장기간의 해양환경에서도 변화되지 않도록 해야만 한다. 이 부분은 부이가 제작되기 전에 시험하여 고정되어야 한다. 부이에 연결된 시험하중(예를 들어 닻)으로 부이를 끌어올리는 것은 부이와 선박의 연결고리의 힘을 시험하기 위한 간단한 방법이다. 바다에서의 진

제 3 절 KORDI-250의 운영결과

1. 계류

1). 방법 검토

부이 시스템은 해상에 떠 있는 부이와 부이 구조물의 부착된 각종 센서 및 부이를 고정시켜 주는 수중 계류 부분으로 구성된다. 또한 부이를 고정시키는 방법의 따라서 일점 계류식(single moored system)과 다족 계류식(multileg moored system)으로 분류한다.

Fig. 12은 수심 300 [m] 이하인 연안 및 천해에서 주로 사용하는 여러 가지의 계류 형태이며 Fig. 12의 a, b는 수심 50 [m] 이상에서 많이 이용되는 계류 방법이다. Fig. 12의 a 에서와 같이 계류선 전체를 체인을 사용한 Slack moor방법이 있고 Fig. 12의 b는 로프를 혼합하여 사용하므로써 재료를 절감할 수 방법이 있다.(1994. H.Berteaux)

Fig. 12의 c는 일점식 팽팽한 계류 방법이다. 이것은 부이의 회전 방지와 원운동을 줄이고 안정한 상태를 유지하기 위해서 부이와 수중 앵커 사이의 계류선을 팽팽하게 장력을 주는 방법이다. 그러나 해수의 조석차에 의하여 어느 정도 부이가 상하 운동이 되도록 해야 하고 수심이 깊은 곳에서는 Fig. 12의 d와 같은 방법으로 삼각모양의 계류를 하여서 부이의 원운동을 감소시켜 주기도 한다.

천해에서 대형 원반형 부이 계류의 가장 효과적인 방법으로서는 Fig. 12의 e 과 같은 모양이다. 이러한 방법은 계류선이 계속적인 인장력을 유지시켜 주기 때문에 계류선을 중심으로한 원운동은 물론 회전운동을 최소화시켜 준다. 그러나 이 방법에서는 계류선이 표류하는 물체 등에 의하여 손상을 받을 위험성이 있는 것이 문제로 남아 있다.

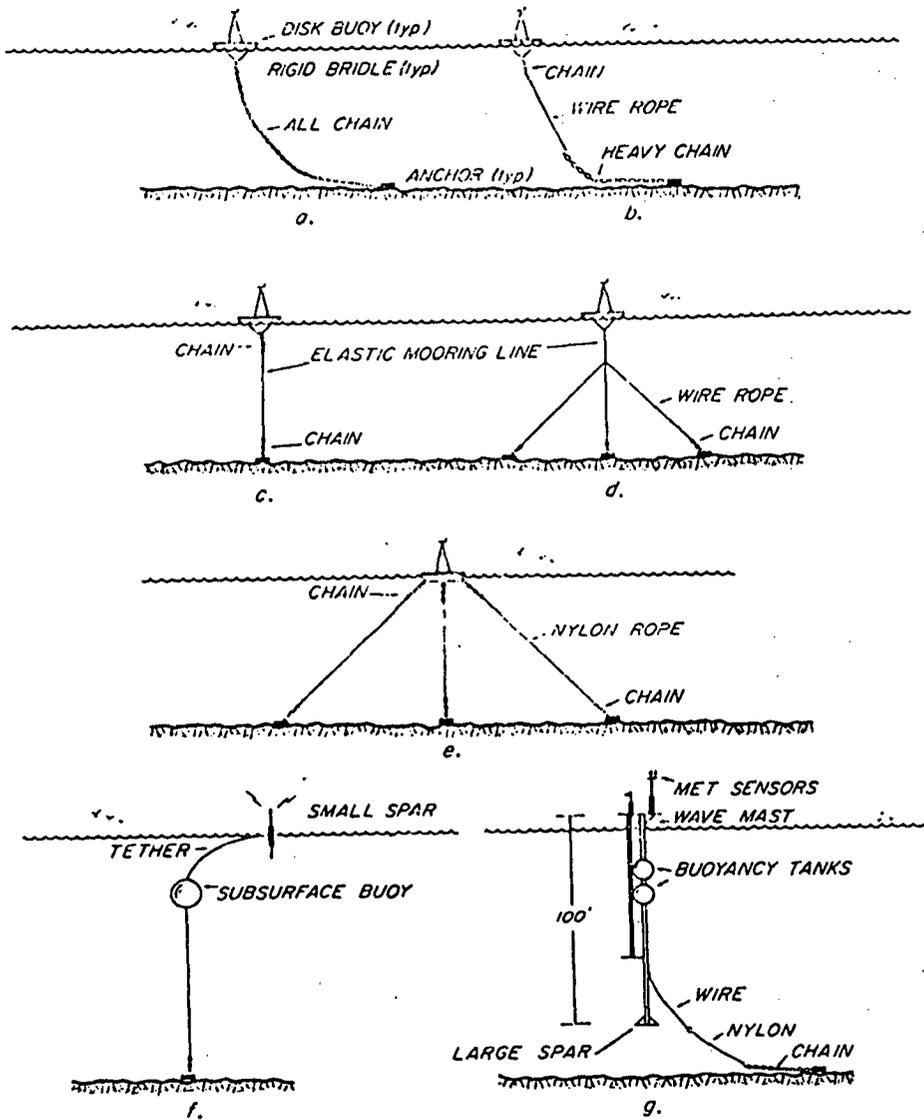


Fig. 12 Shallow water surface mooring schemes

Fig. 13는 심해 계류(Deep sea moorings)의 대표적인 방법을 나타낸 것이다.

심해 계류에서는 수심과 계류선의 비율을 계류 길이(mooring scope)로 나타내는데 이 비율이 작으면 팽팽한 계류(taut moor) 비율이 크면 느슨한 계류(slack moor)가 되는 것이다. (1994. H.O.Berteaux)

Fig 13의 a, b은 심해 계류에서 표층계류시 가장 보편적인 계류 방법 중의 하나인 일점식의 팽팽한 계류와 느슨한 계류의 그림이다. 그리고 Fig. 13의 C 은 spar부이의 계류 방식이며 Fig. 13의 d, e은 심해에서 보편화된 다점식 계류 방식을 나타낸 것이다.

이러한 계류 방식은 나름대로의 장단점을 가지고 있으며 제작된 부이는 시제품으로서 천해에 계류하여 시험 운영하는 것을 전제로 하였다.

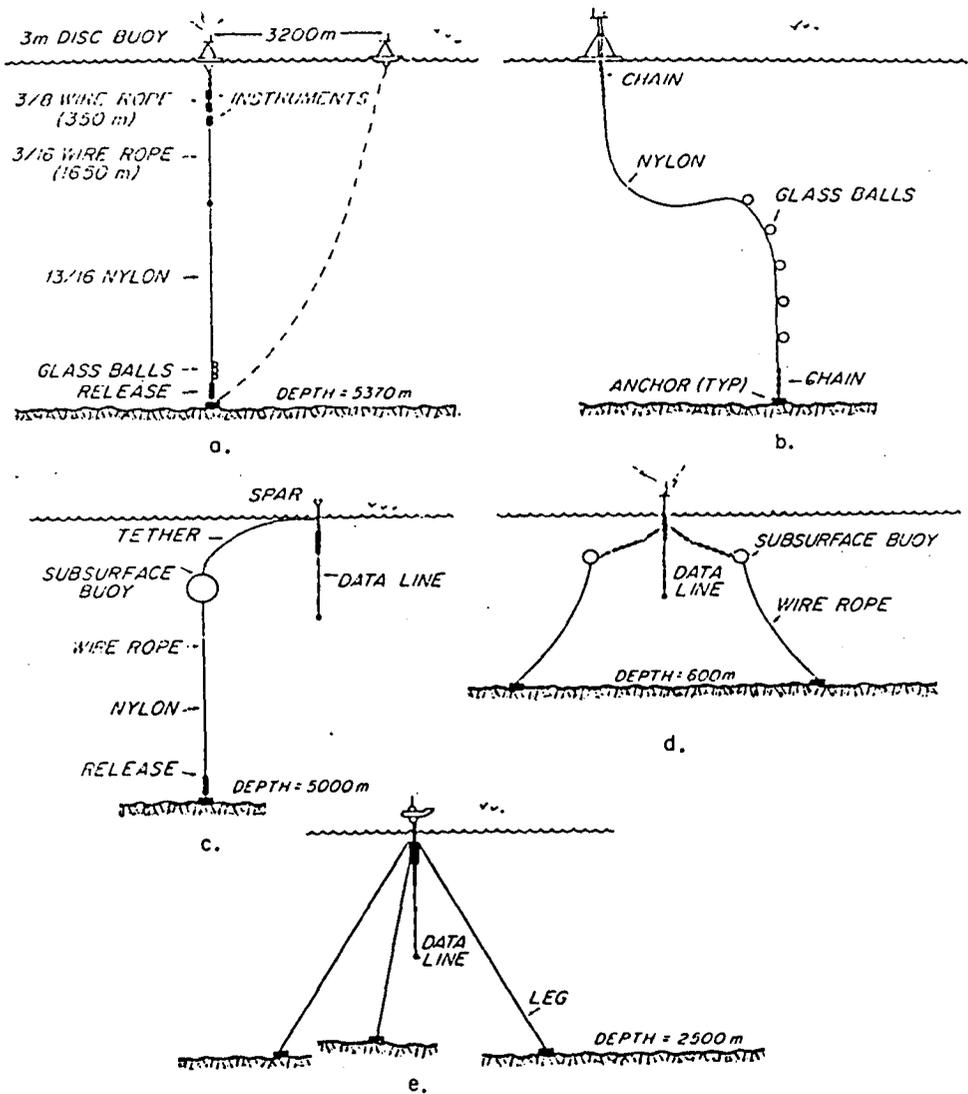


Fig. 13. Deep water surface mooring schemes

2) 설치

연구소 내에서의 제작이 끝난 Buoy hull을 수조에서의 약 한달간 수밀시험을 하여 완벽한 상태를 확인 한 후 계류를 하기위한 준비를 하였다.

계류는 가장 안정적인 방법을 택하여 4 점식으로 하였다. 97년 9월 20일경에 시작하였으며 계류를 위하여 97년 9월 경에 Mooring을 위한 설계도를 Fig. 14과 같이 설계하여 앵커 및 Weight(기차바퀴) 등 선구류를 준비하였다. 수심 약 11 m에 계류를 하기 위해 계류라인을 설정했으며 연안에 설치하여 부이의 자료를 받고자 하였다.

먼저 계류하기전에는 관측 시스템의 작동여부를 확인 했으며 부이의 하부 4 군데에 Mooring line을 연결한 후 계류를 준비하기로 하였다.

먼저 크레인을 이용하여 항내에서 바다로 옮겼으며(Photo A-4, A-5). 그 후 연구소의 선박인 올림픽 5 호를 이용하여 끌고 가서 사전에 정한 순서대로 Weight를 계류함으로써 가장 안정되게 설치 할 수 있었다.

부이는 해상에서 균형을 유지하며 움직임없이 잘 유지하였다.(Photo A-1).

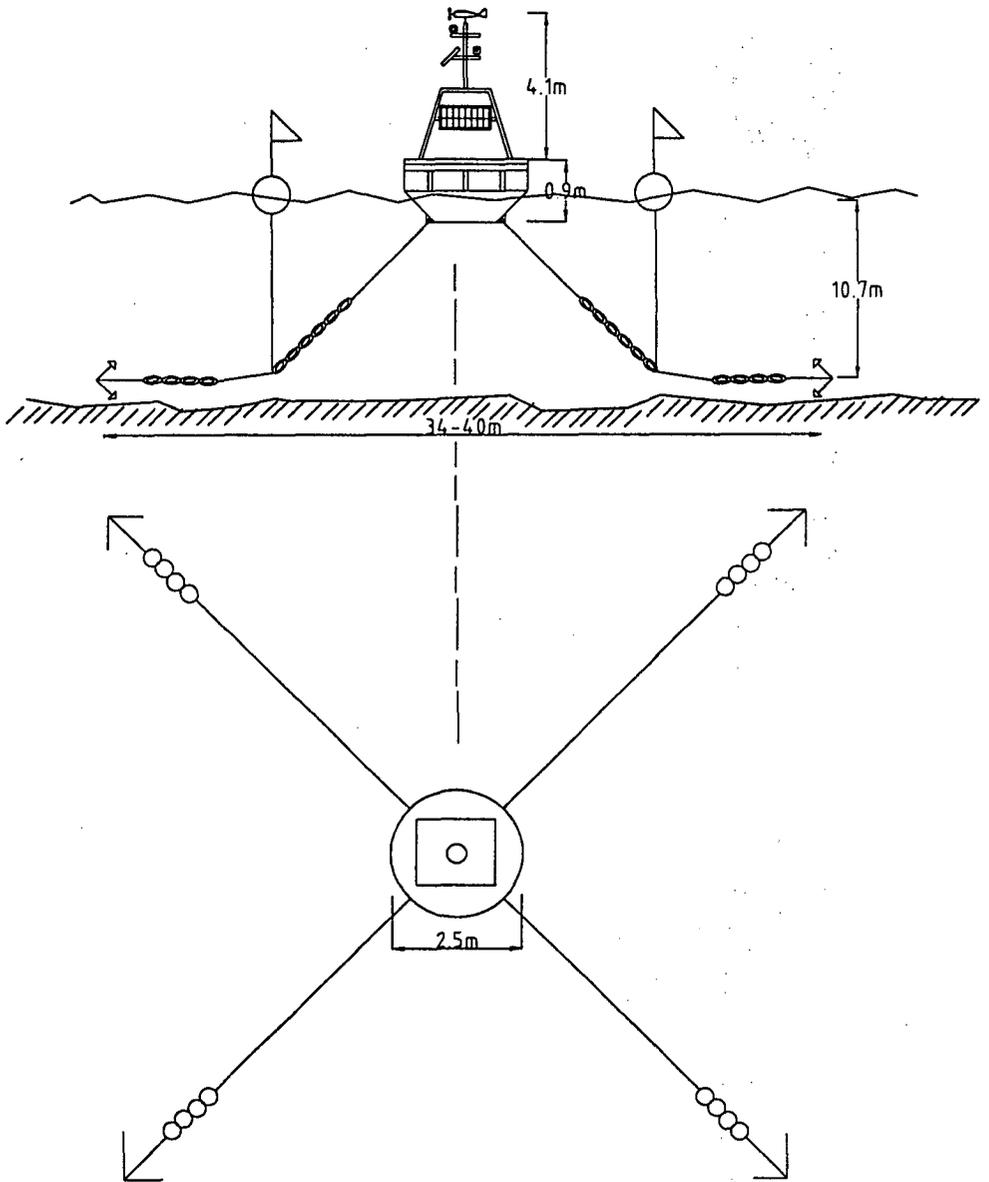


Fig. 14. 계류 설계도

2. 현장 준비 및 실험

1) 최종점검 사항

현장에서 최종적으로 관측시스템을 해상에 계류하기 전에 다음과 같이 시스템의 최종 점검을 실시하였다. 물론 이때에는 모든 시스템을 작동시키고 송신부와 수신부 및 소프트웨어의 세 가지 기능을 모두 점검하게 되는 것으로서 충분한 주의와 세심한 부분까지 점검하면서 시험운영에 만전을 기했다.

- 전원 전압 : Solar panel의 출력 전압과 Battery의 충전 상태 그리고 Battery의 과충전 방지 회로의 작동여부를 확인
- 센서의 작동 및 오동작 여부
- 송신 출력 상태 확인 및 정재파 비 (실험실에서 확인)
- 송신 주파수 확인
- 수신소에서 자료가 컴퓨터 모니터에 충실히 전달되는가 확인
- Data 저장 상태
- 컴파스의 확인

등 이러한 상태를 확인한 결과 모든 상태가 양호한 것으로 나타났다.

2) 현장실험

현장 실험은 우리 나라의 남해안에 위치한 거제도 앞 해상에서 이루어 졌다. 자료를 받기 위한 수신소는 장목분소에 잡았다.

1 차적인 실험의 주요 목적은 자료의 송신 기능과 수신 상태 및 프로그램운 용에서의 문제점 등 시스템 전반에 걸쳐서 집중적인 검토 및 반복 실험이었다.

첫째로 실험의 결과를 분석해 볼 때 대체적인 시스템의 기능은 설계한 대로 되었으나 아래와 같은 문제점이 나타났다.

- 부표 내부의 전원교체 및 회로 검사와 확인이 필요한 경우 전자 함체의 보 관 part가 복잡하여 유지관리 및 보수시 많은 시간을 지체하였다.

- 재조립 과정중 수밀을 하기 위해 많은 잠금 장치가 있음으로서 복잡하여 실수할 가능성이 많아 처리를 단순화 시켜 가능하면 하나의 너트를 사용하여 열고 닫을 수 있는 장치가 필요하다.

- 송신출력의 스프리어스를 최소화하여 복사효율을 증진시켜야 한다.

- 프로그램이 지금은 단순히 자료를 처리하여 받는 정도이지만 차 후 사용자가 쉽게 운용할 수 있도록 개선 필요

- 해수온도센서의 관측에 있어서 수중에 잠기게 될 부분의 센서 정밀도 유지 방안

2 차적인 시험으로는 해상에 계류된 상태에서 세세히 점검하였다.

- 전원의 상태 체크 및 태양 축전지의 작동여부 등 한 달이 지난 이후의 전원전압 확인 결과 매우 양호한 것으로 나타났다.

- 부이내에는 습기가 전혀 없었으며 방수는 잘되고 있는 것으로 나타났다.

- 부표 내부의 접지 보강과 그라운드 플랜 방법 등으로 안테나 복사효율을 높였다.

- 또한 프로그램도 약간 개선하여 자료가 한 눈에 들어올 수 있게 하였다.

3. 자료 송수신 상태

1) 출력 및 통달 거리

송신기에서 안테나와 출력단 간의 정합이 이루어지지 않으면 필연적으로 스프리어스가 많게 된다. 때문에 최종 출력단과 안테나 정합에 대한 문제 해결을 위하여 실험실 뿐 아니라 현장에서도 여러 번 정밀 실험을 하였다.(전,함 등 1994) 사용 주파수는 155(Mhz)대이며 최종 무선 출력은 12(V) DC에서 평균 5(W)에서 7(W)다.

본 연구에서 송신 출력을 5(W)로 한다면 본 시스템의 경우 약 180일 이상 사용이 가능하다.

2). 자료의 전송률

자료는 VHF대의 송수신기를 사용하여 10분 간격으로 자료를 수신하였다. 비교적 연안에서 가까운 곳을 선정하여 장비의 운영 및 자료 관측을 위한 전송 체계 그리고 전자 합체의 올바른 작동, 전원의 효율성 등이 검토되었다. 자료의 수신은 수신기를 통하여 ASCII로 들어오는 자료를 QBASIC 언어를 이용하여 만든 소프트웨어를 사용하였다. 자료의 전송된 상태는 양호하나 기상자료 중 일부 센서가 누락되는 현상이 자주 발생하였으며 또한 정해진 시간대의 자료를 전혀 못 받은 경우도 있었다. 약 3개월에 걸친 자료 분석 결과 자료가 소멸 또는 깨짐으로서 자료가 약 85 % 자료가 저장되었다.

4. 자료분석

약 3개월에 걸친 기상센서의 자료 중 지난 10월 25일부터 11월 8일 까지의 관측된 자료를 분석한 결과 분석한 결과를 보면 자료의 누락이 하나의 센서에 있지 않고 뜬문 뜬문있어 부이 자체의 전송은 정해진 시간에 잘 전송되고 있음을 확인 할 수 있었으며, 깨진 자료로 인하여 수신소의 프로그램에서 멈추는 경우가 발생하였다. 센서의 대부분이 기존의 사용하던 센서로 정밀도 확인은 어려움이 있지만 자료의 결과를 보면 매우 양호하게 나타났다.

대기온도는 Fig. 15와 같이 나타났으며 관측 값이 하루를 주기로 온도가 오르내리고 있음을 알수 있으며, Fig. 16은 습도의 변화그림으로 11월로 접어들면서 습도가 매우높게 자주 나타났으며, Fig. 17은 기압의 변화를 보여주고 있으며, Wind direction은 Fig. 18로서 주로 남쪽에서 불어오는 바람이 11월 초까지 많았으며 그 이후는 북풍이 많았던 것 같다.

Fig. 19, Fig. 20, Fig. 21은 각각 Wind speed, Wind speed maximun, Wind speed average를 나타낸 것으로서 10월에는 풍속은 강하게 불다가 11월로 접어들면서 점차로 낮아지는 것을 알 수 있다.

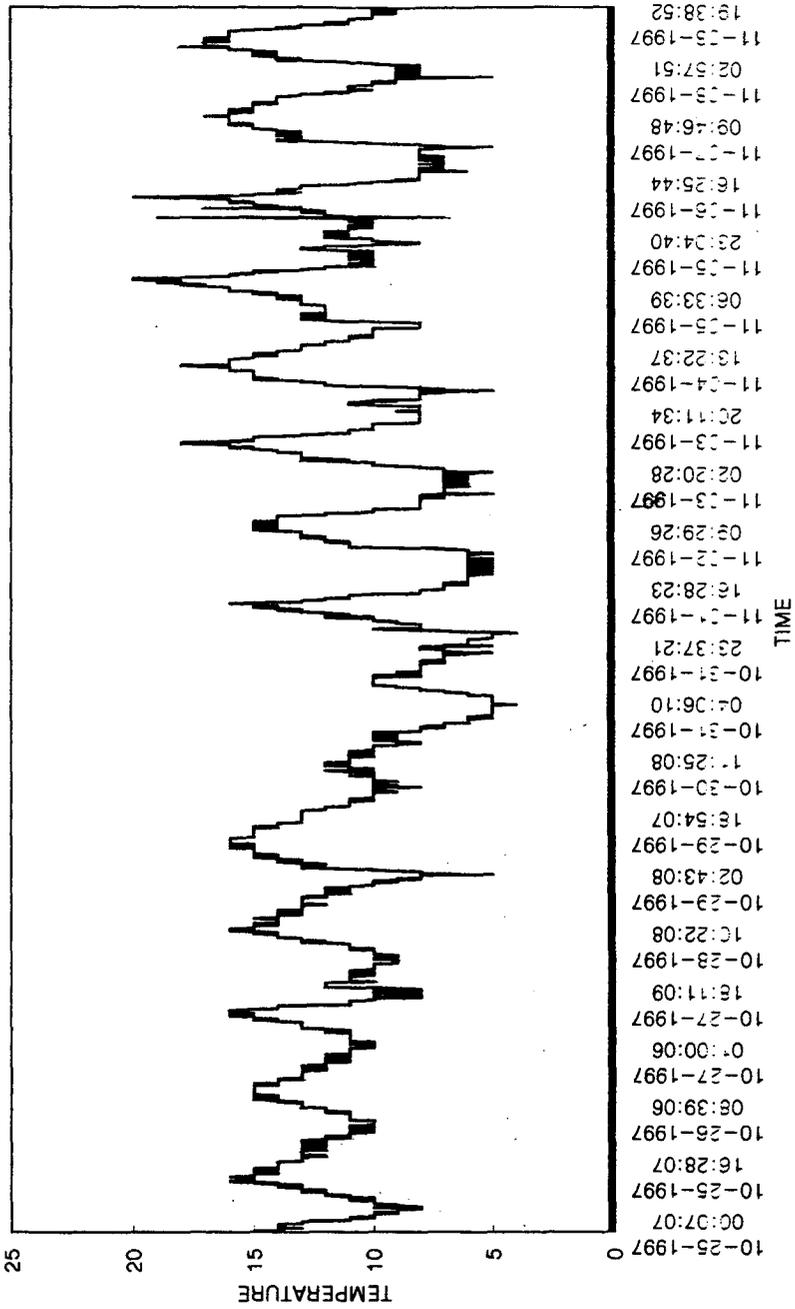


Fig. 15. Temperature observation data

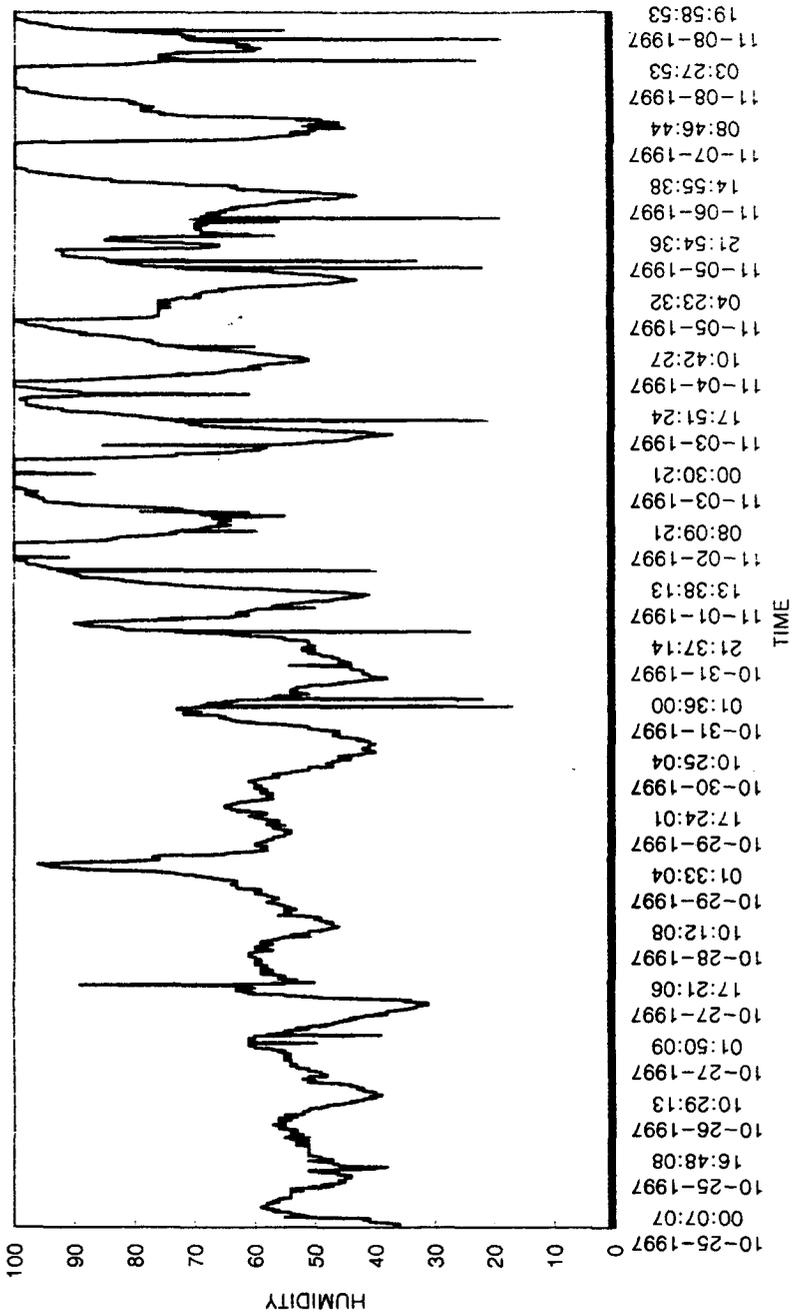


Fig. 16. Humidity observation Data

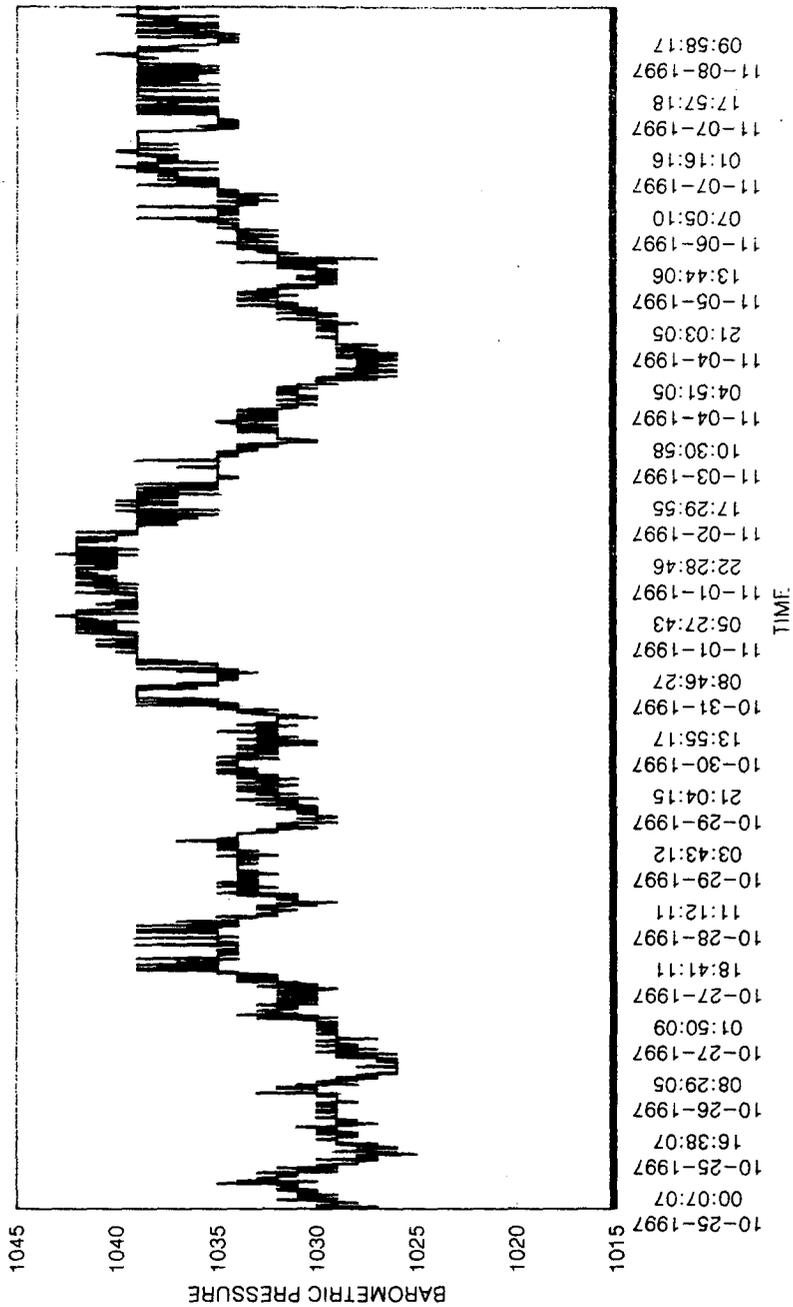


Fig. 17 Barometer observation Data

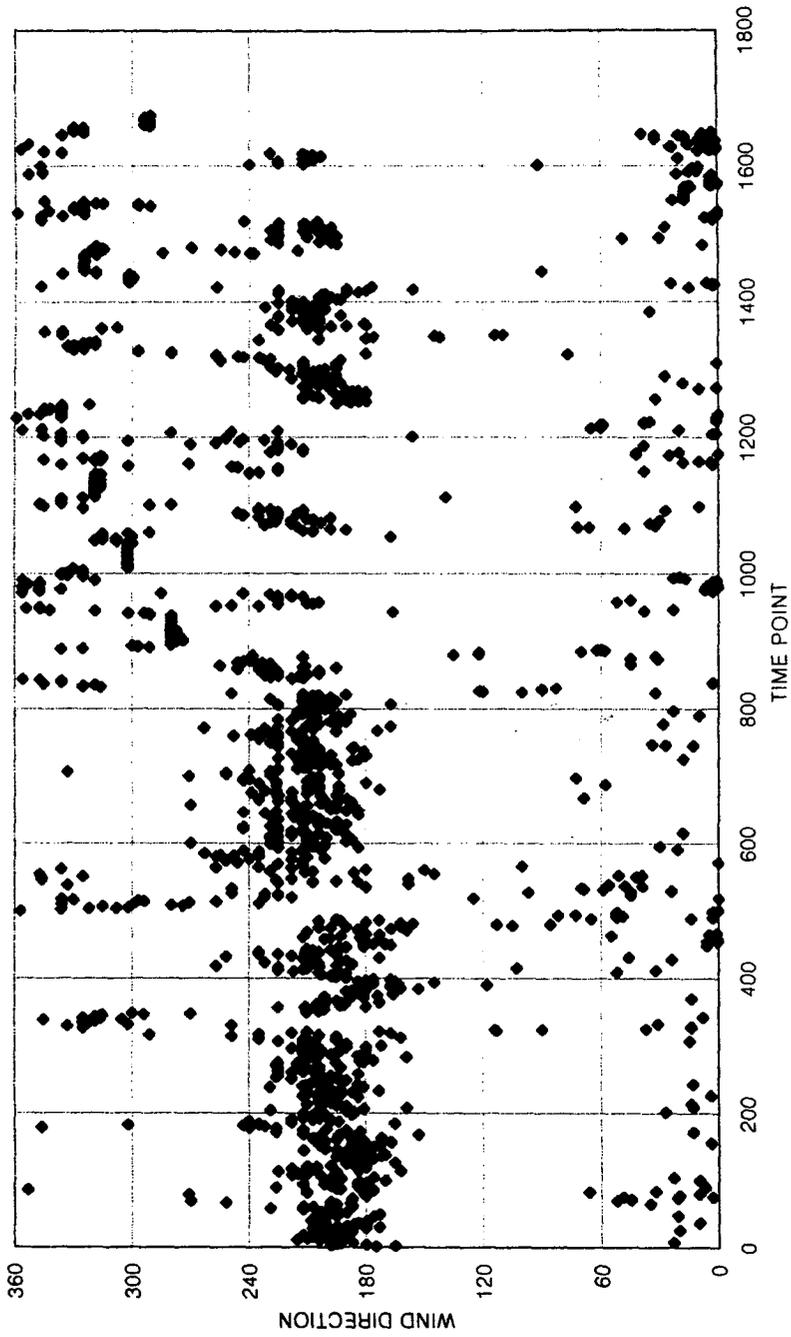


Fig. 18 Wind Direction observation data

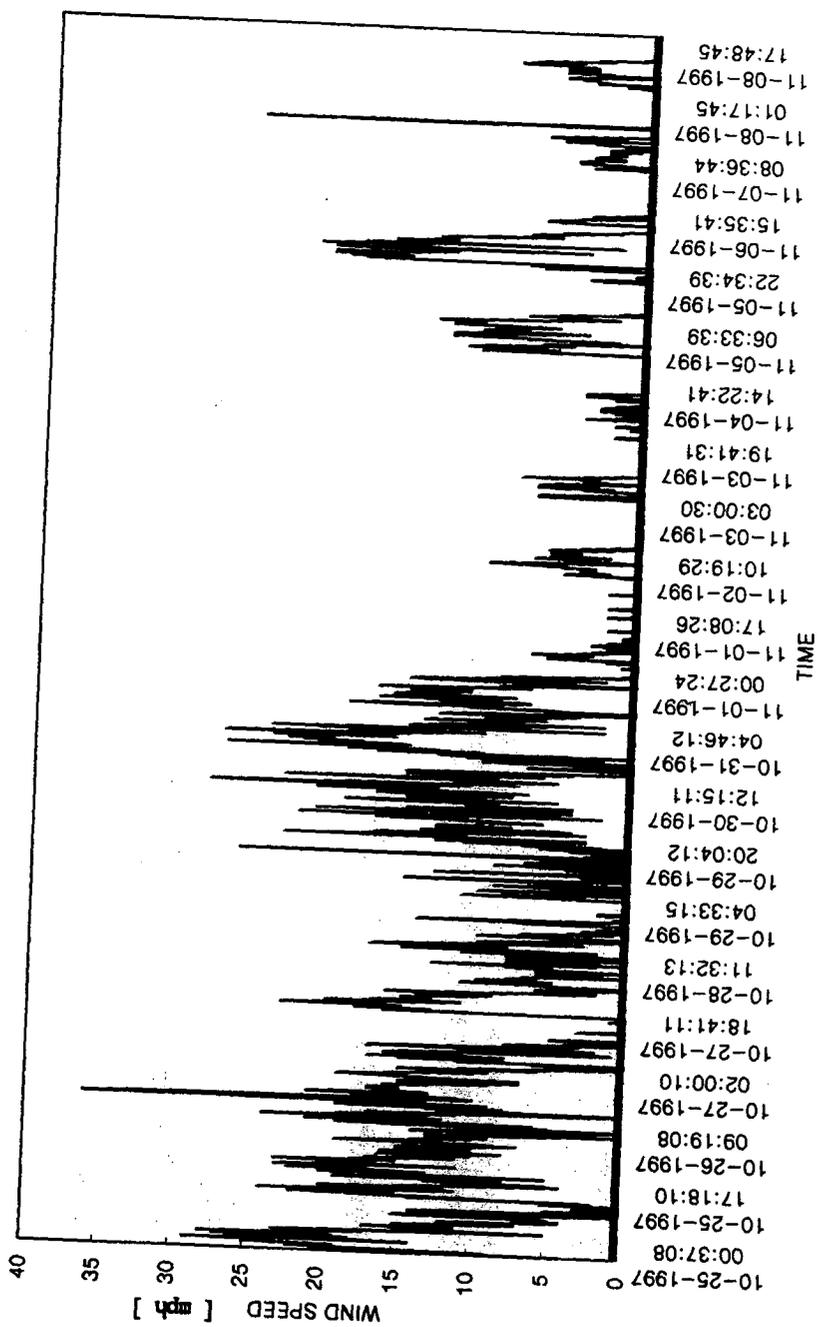


Fig. 19 Wind Speed observation data

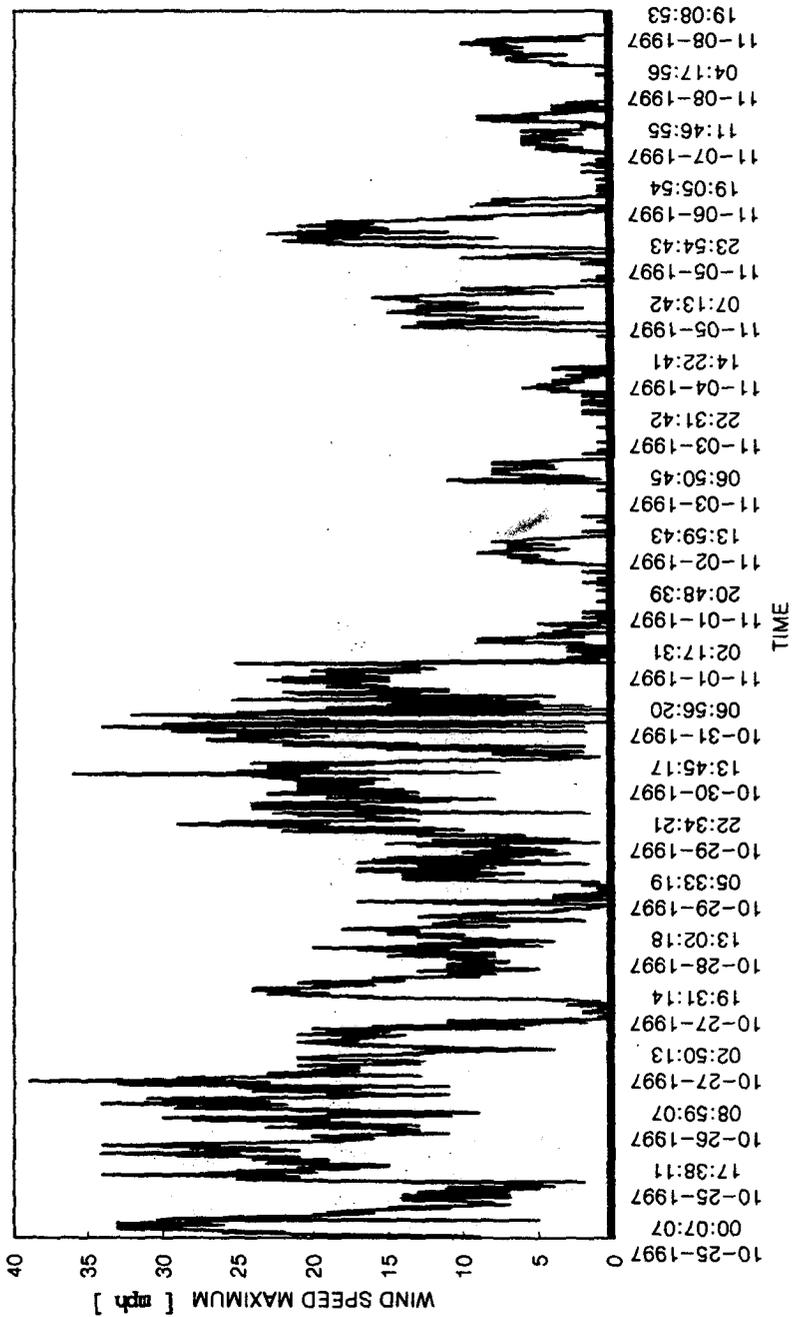


Fig. 20 Wind Speed maximum observation data

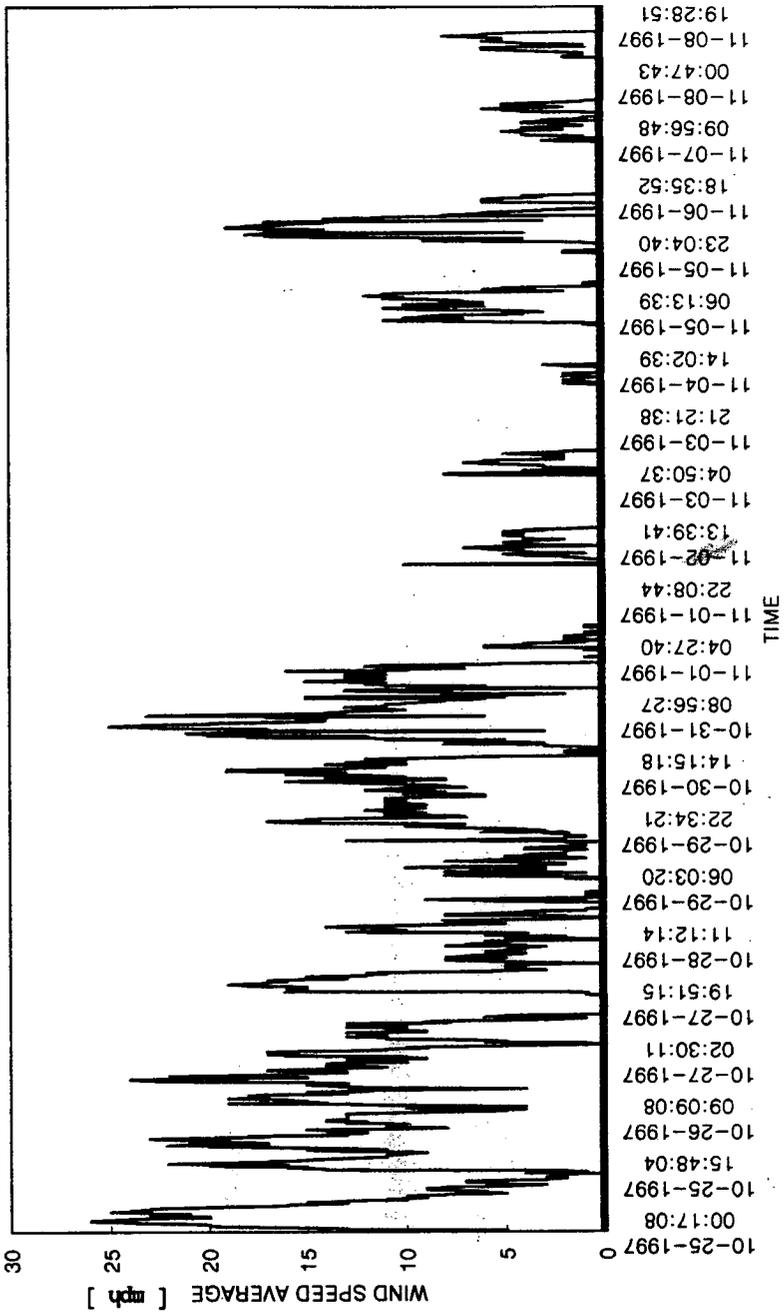


Fig. 21. Wind Speed average data

또한 부이의 안정적인 위치를 확인하고 계류로 인한 불안전성을 위해 3일간의 Compass의 자료를 분석한 결과 349.5°에서 거의 움직임없이 있는 것을 Fig. 22에서와 같이 알 수 있었다.

해수온도의 변화는 Fig.23와 같이 약 6 일간의 자료를 분석한 결과 겨울로 갈수록 수온이 조금씩 떨어져 가는 것을 잘 알 수 있었다.

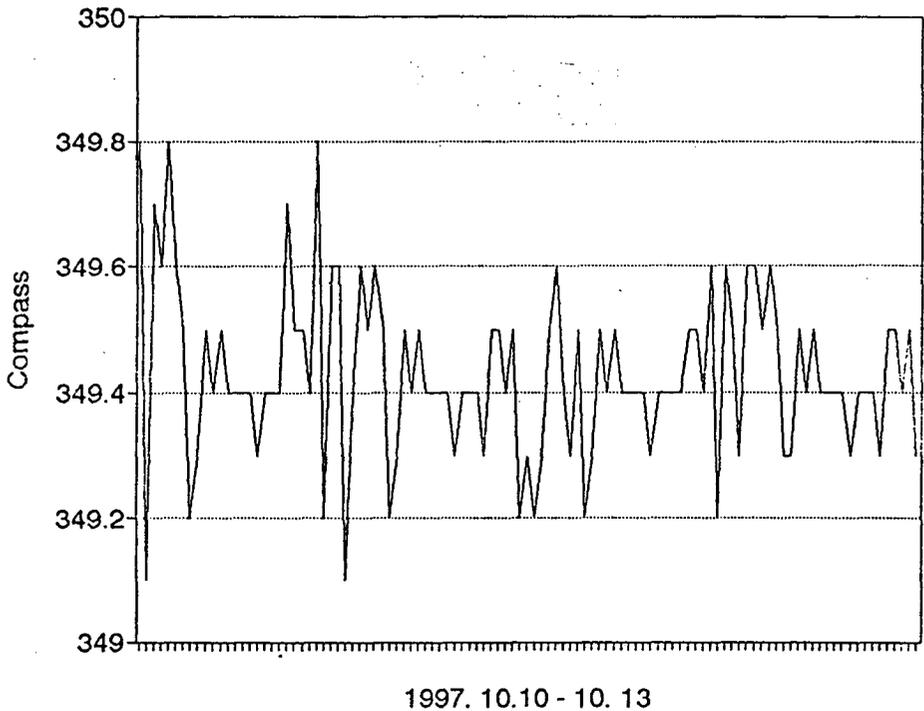


Fig. 22 Compass obseration result

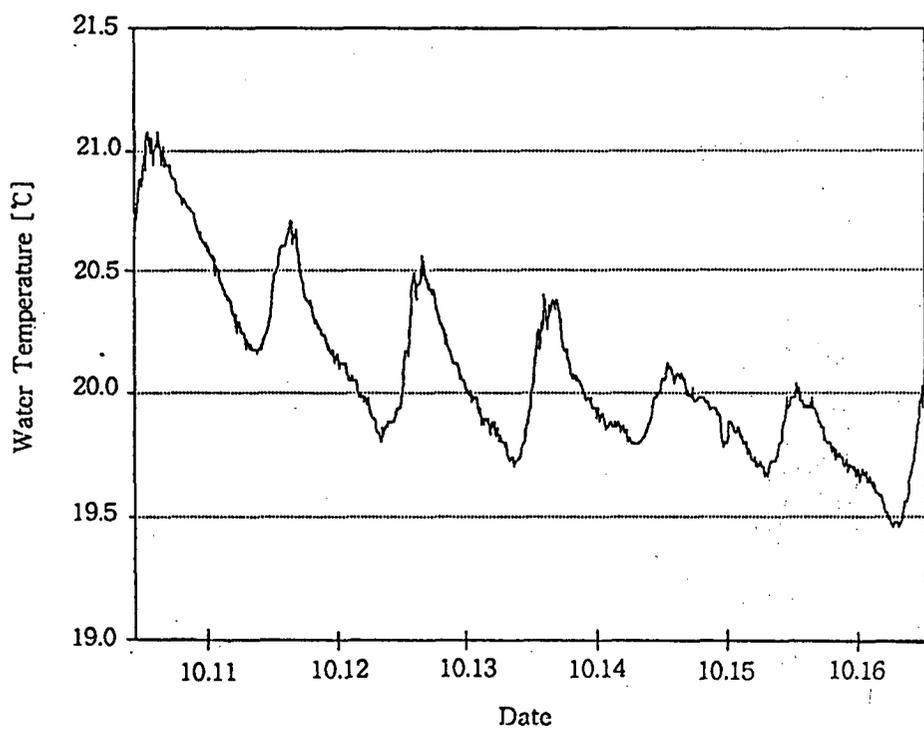


Fig. 23 Ocean surface temperature data analysis result

제 4 장 결론 및 건의

부이의 재질로서는 알루미늄 합금, 철, 스테인레스 스틸, 합성수지 등 다양하다. 반드시 알루미늄을 고집할 필요는 없다고 본다. 다만 알루미늄을 선호하는 까닭은 비철금속이며 단위 용적 당 밀도가 가벼워 부력이 높다는 잇점이 가장 강하다. 오히려 용접 기술이 까다로워 필요에 따른 개조작업 등이 불편하고 가격 면에서 불리하다. 이에 비해 철은 밀도가 높아 무겁고 부식에 약한 것이 취약점으로 지적되고 있으나 제작단가는 매우 저렴하다. 스테인레스 스틸은 비철금속이며 해수에 의한 부식작용에 대한 적응력이 강하며 강도가 높고 용접기술이 비교적 쉽고 가격 면에서도 경쟁력이 타 재질에 비해 유리하다고 할 수 있다.

장기 현장실험은 기존에 연구실에서 사용했던 육상용 기상센서 등을 조합하여 실험하였기 때문에 정도가 약간 떨어졌고 특히 Solar radiation과 Compass값은 센서의 자체 문제로 자료획득이 부실했다. 그러나 해양장비운영에서 가장 신경이 쓰여지는 전원문제를 축전지와 태양전지를 병용하여 안정된 전원을 유지하게된 결과는 아주 좋은 성과였다.

그러나 Hull 컴파트먼트내에 장착한 전자함체의 공간확보 및 사용에 개선점이 발견되었으며 운용 소프트웨어에서 여러 가지 환경 관측용 특성의 센서를 확대 부착하게 될 경우를 대비한 Channel의 확보 및 소프트웨어 실험이 더 필요하다.

부이 복원력 및 운동성향과 특성에 대한 장기적인 현장 Test를 위해 가속센서 등 Movement 측정센서를 부착하고 기존의 Wave 관측용 부이를 함께 계류하여 그 특성을 비교 분석하고자 한다. 그리하여 재질에 대한 경제적인 측면을 검토하고 시스템 확장에 따른 소프트웨어의 성능 향상과 운용자가 임의로 부이를 원격 제어할 수 있는 양방향 통신의 기능을 가진 종합 무인 관측 시스템을 지금까지의 실험을 토대로 향후('98 이후)에 이어질 본격적인 부이국산화로 해양관련기관에 보급하고자 한다.

참 고 문 헌

- 봉 종현, 등 1987: 한국 근해의 해양기상 특성과 예보기술 개발에 관한 연구.
과학 기술처, 기상연구소
- 유 정찬, 김 인영, 1990: 햄을 위한 햄에 의한 안테나 핸드북. 명지 출판사.
- 이 강호, 1991: 통신공학. 한국이공학사.
- 이 흥재, 전 호경, 등 1990.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구
(1차년도) 보고서 . BSPG 00099-300-1.
- 석 문식, 전 호경, 등 1991.7: 연근 해역에서의 해황 모니터링 시스템 연구
(2차년도) 보고서 . BSPG 00120-390-1.
- 스마트 전기·전자 용어 사전 도서출판 탐구원
- 전자기술연구회 1991. 전원회로 설계 마스터 도서출판 기문사
- 전자정보공학 대사전 도서출판 技多利
- 전 호경, 1981 : 천해에서 유속계 계류 실험 및 분석. 해양연구소보 제 3권
제 1호 P. 43 ~ 52
- 정 진욱, 변 옥환, 1993: 데이터통신과 컴퓨터 네트워크 Ohm 사.
1986: Texas Instrument Production Data Book.
- 전 호경, 1991: 원격 수질 모니터링 시스템 개발 연구 보고서 .
BSPE 00217- 364-7.
- 전 호경, 1994.6: 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구
BSPE 00436 - 695 - 7.
- 전호경, 함석현, 박동원 1995.2 표층해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구
한국해양학회 Vol. 30, No. 1, pp. 27~38
- 전호경 1995.6 광역 표층 해류 관측을 위한 TGPS buoy 제작 연구
(중소기업 기술 무상양허 사업)
한국해양연구소, BSPN 00265 - 809 - 7.

- 최 순달, 1991: 과학 기술 실험용 소형 인공 위성 개발연구(I) P.1017~1035
- 岡本 次雄, 1988: 아마추어의 안테나 설계 . 세운 출판사.
- AXYS Environmental Systems Ltd., 1995: 3 M Discus Meteorological and oceanographic data buoy system
- Chelsea Instruments Ltd., 1991 AQUATRACKA III user handbook
- Dallas, 1990: DS5000 soft microcontroller User's Guide. Dallas semiconductor, U.S.A.
- D.J. Hydes 1997 Brief description of the SOC-SONUS-Data-Buoy used to study phytoplankton growth conditions in Southampton Water in spring and Summer 1996
Southampton Oceanography Centre
- Frank M. White 1994 Fluid Mechanics McGraw-Hill, Inc.
- G.O. Hamilton, 1988: Small coastal data buoys.Proceed. 4th conference on Meteo. Oceanogr. of the Coastal Zone, Calif, American Meteo. Soc., Boston, 74 ~ 78.
- GPS Technical Report , Trimble Navigation 4000 Series.
1980: R.J Milliken and C.J. Zeller : Principle of Operation of NAVASTAR and system characteristics.
- H.O. Berteaux, 1976: Buoy Engineering. John Wiley Sons, Inc.,
- Intel Corporation, 1991: Embedded applications. Embedded controller applications handbook,
- John A, Roberson 1997 Engineering fluid mechanics
John Wiley & Sons, Inc.
- Motorola Inc., 1990: CMOS logic data. DL131, Rev. 2, Motorola Inc., .S.A.
- Paul N.Wright Results from data buoy measurements of processes related to phytoplankton production in a temperature latitude estuary with high nutrient inputs :

Southampton Water, UK

Southampton Oceanography Centre

Robert L. Mott 1994 Applied Fluid Mechanics

Macmillan Publishing Company

Seatech Inc. Fluorometer manual

Appendix

Appendix A Photos of KORDI - 250

Appendix B Discus Buoy Hull Structure of KORDI-250

Appendix C Buoy Algorithm

Appendix A

Photos of KORDI - 250

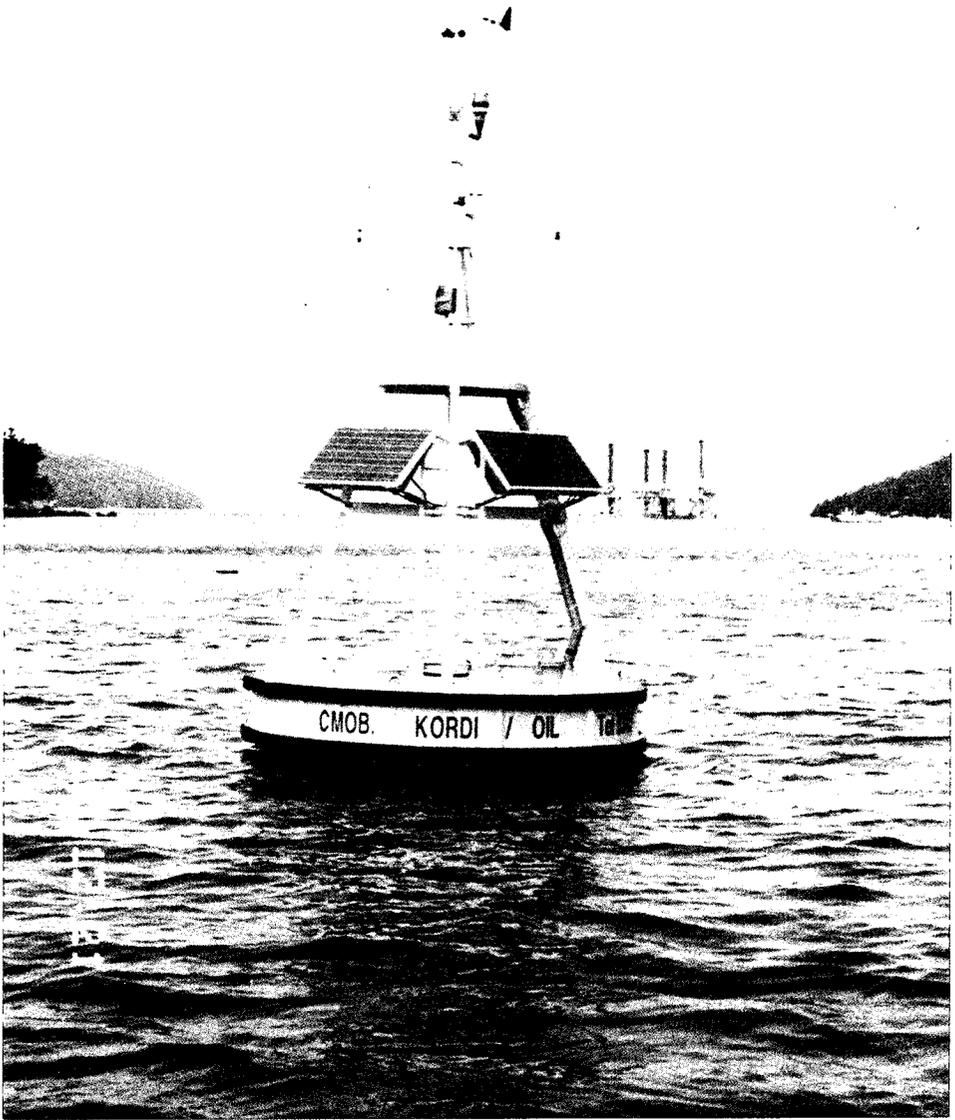


Photo. A-1 계류된 KORDI-250의 모습



Photo. A-2 Electronic Box on the KORDI-250



Photo. A-3 Inside of view of KORDI-250 (Battery Container)

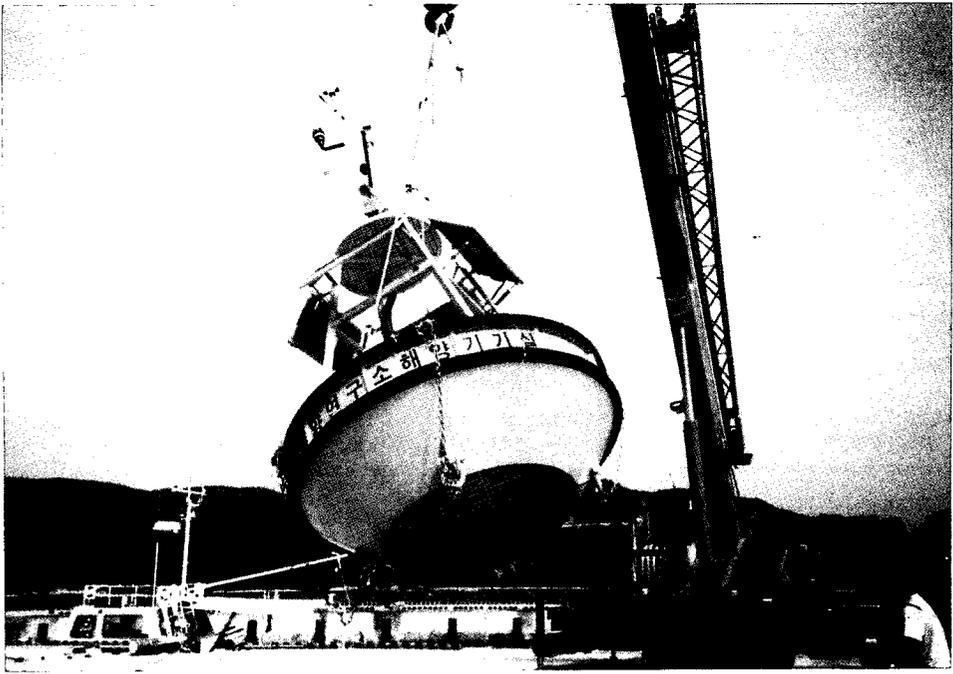


Photo. A-4 육상에서 바다로 옮겨지는 모습 (1)

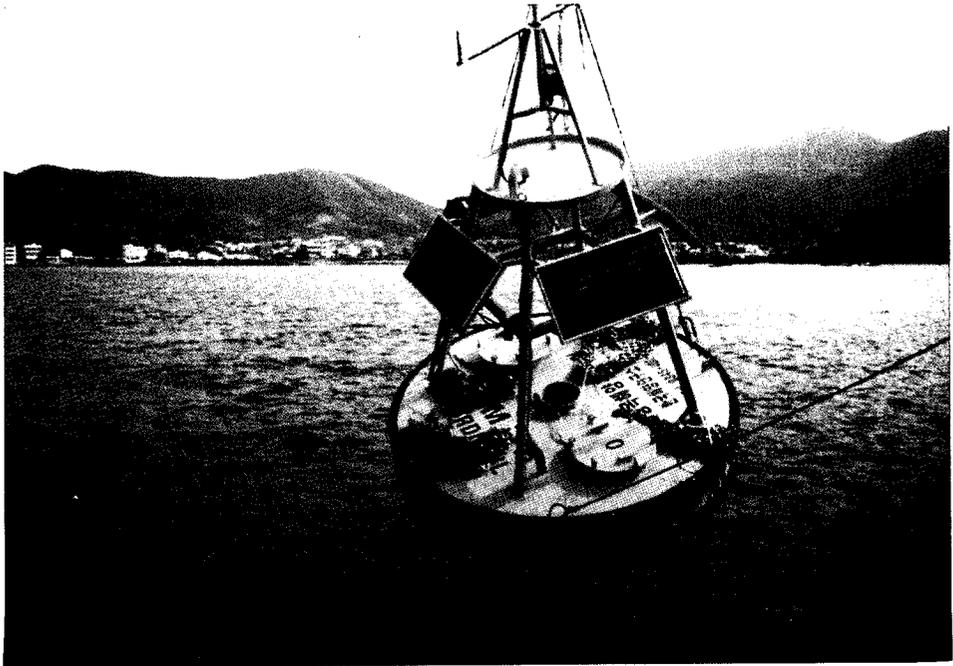


Photo. A-5 육상에서 바다로 옮겨지는 모습 (2)

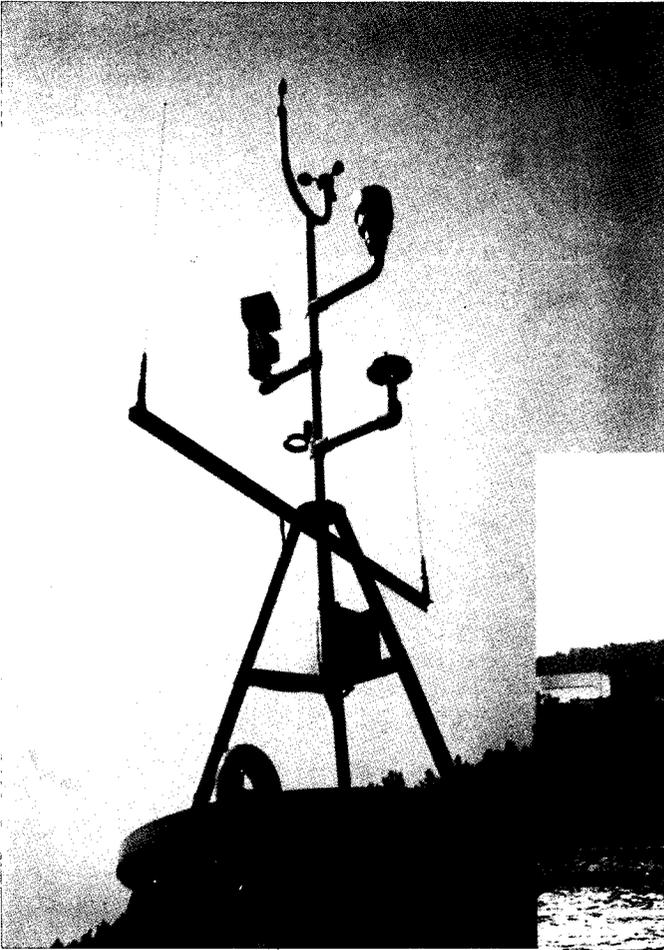


Photo. A-6 Meteorological Sensor part on the KORDI-250

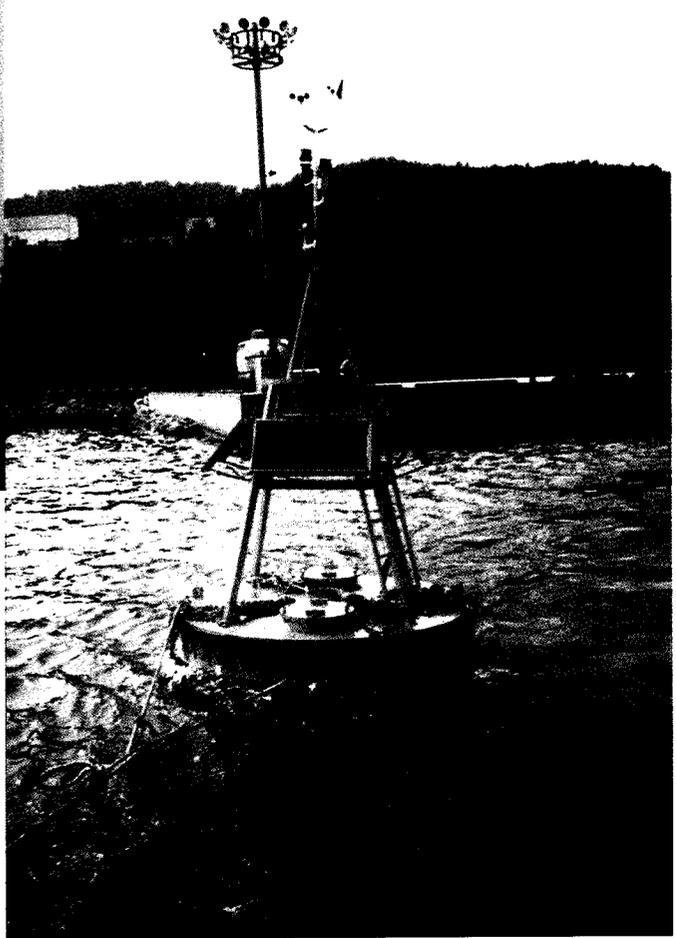
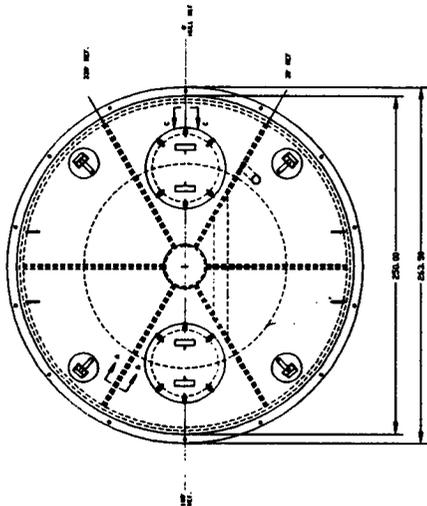


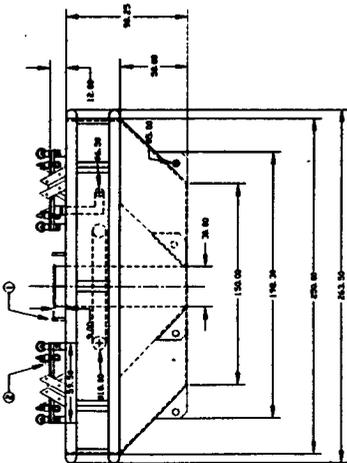
Photo. A-7 선박으로 예인되는 KORDI-250

Appendix B

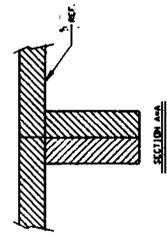
Discus Buoy Hull Structure of KORDI-250



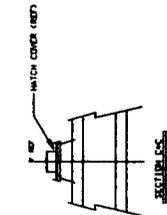
SECTION B



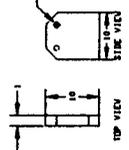
A



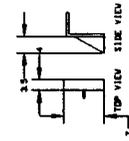
C



D

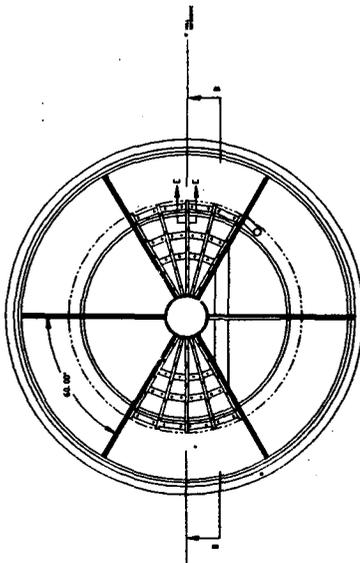


E

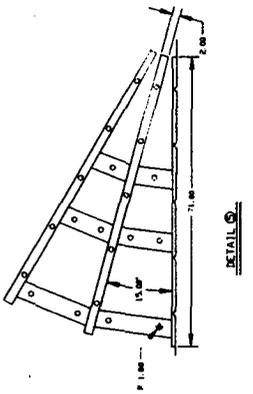


F

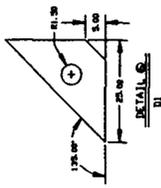
CONTRACT NO.	USMCA OCEAN RESEARCH & DEVELOPMENT INSTITUTE			
DRAWN BY	DATE	2.5 METER DISCUS BODY		
CHECK		BALL STRUCTURE		
ENGINEER	SIZE	TECH NO	ING NO	REV
APPROVED				
		SCALE	RELEASE DATE	SHEET



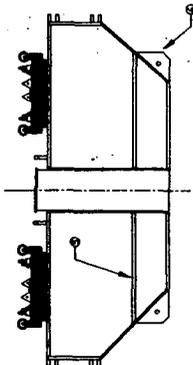
PLAN VIEW
DECK PLATE REMOVED
A1



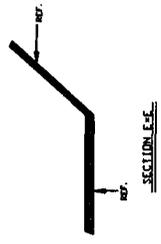
DETAIL C
C1



DETAIL D
D1

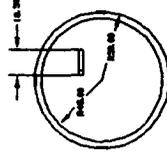
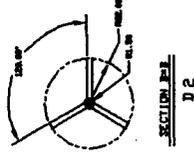
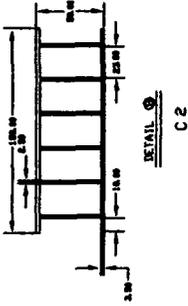


SECTION B-B
B1

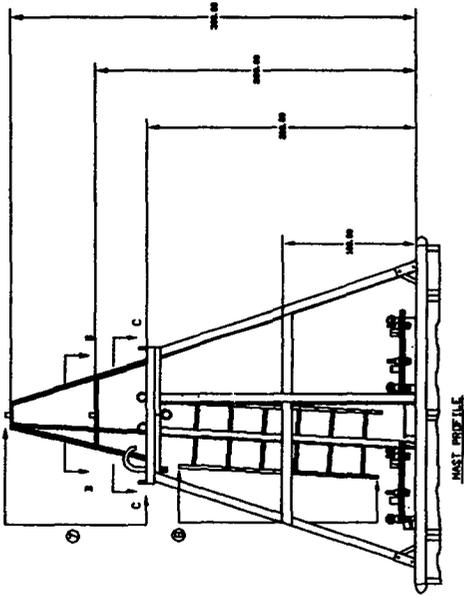


SECTION E-E
E1

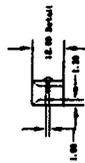
CONTRACT NO.	KOREA OCEAN RESEARCH & DEVELOPMENT INSTITUTE			
DRAWN BY	DATE	2.5 METER DISCUS BODY HALL STRUCTURE		
CHECK		SIZE	TECH NO	INS NO
ENGINEER				REV
APPROVED		SCALE	RELEASE DATE	SHEET



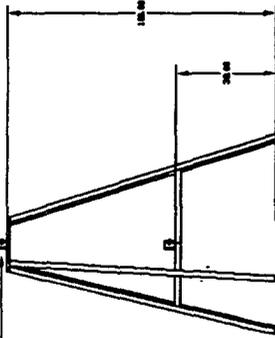
SECTION E-2



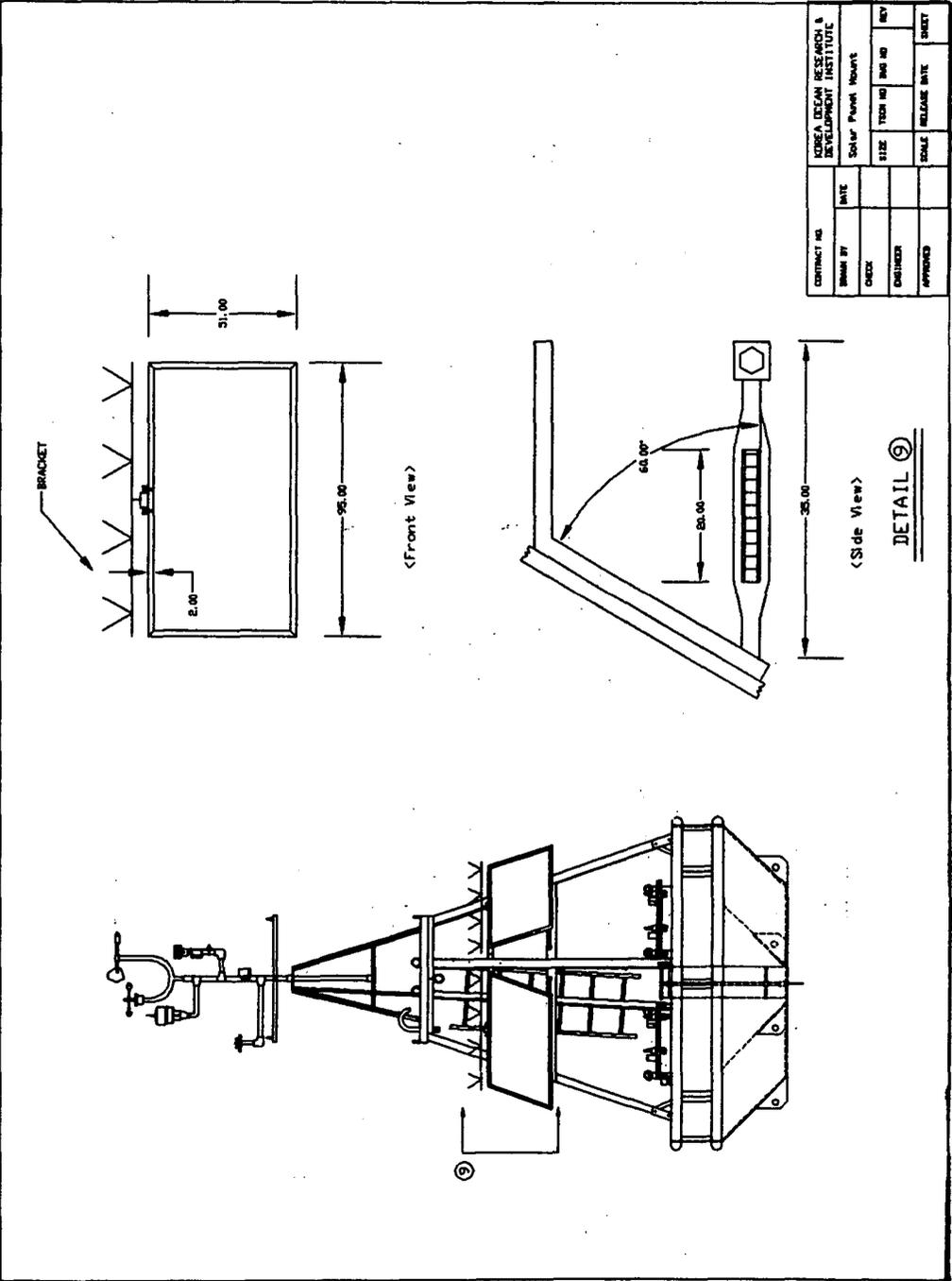
MAST PROFILE A-2



DETAIL B-2

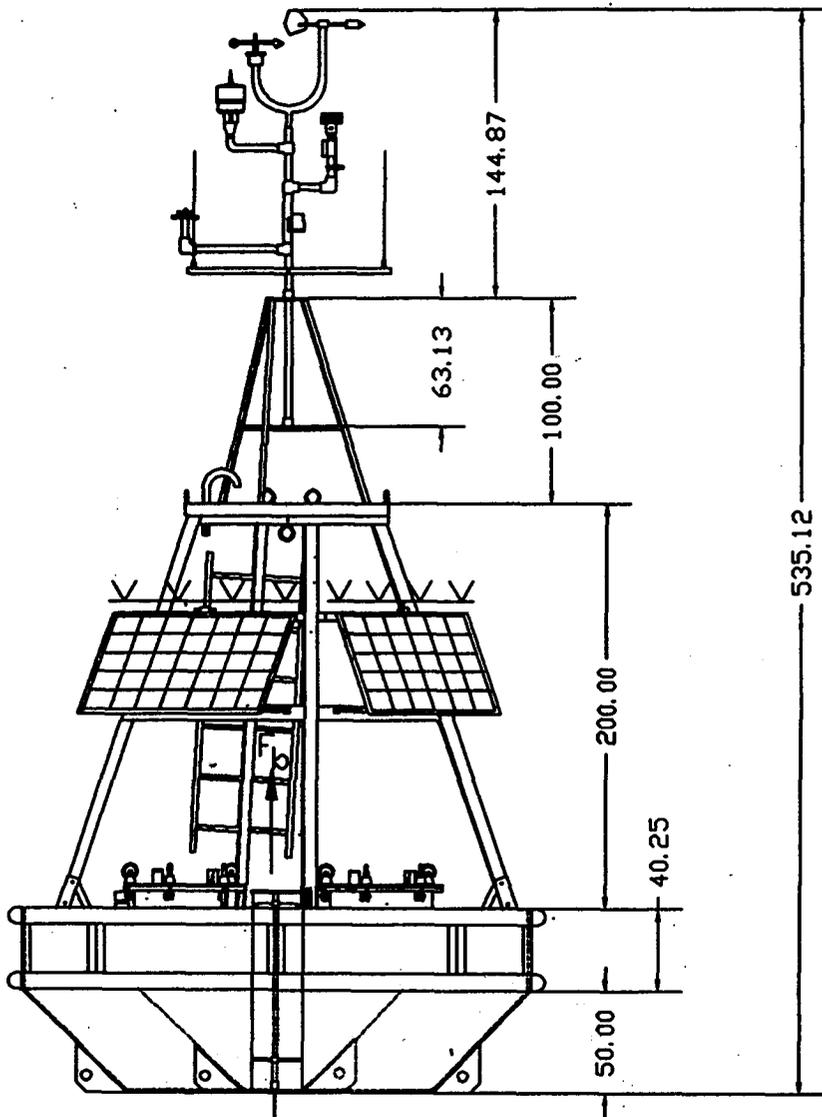


CONTRACT NO.		KOREA OCEAN RESEARCH & DEVELOPMENT INSTITUTE			
DRAWN BY	DATE	0.5 METER DISCUS BODY MAST STRUCTURE			
CHECK		SIZE	1700 MM	840 MM	REV
DESIGNED		SCALE	RELEASE DATE	SHEET	
APPROVED					



CONTRACT NO.		KOREA OCEAN RESEARCH & DEVELOPMENT INSTITUTE			
DESIGNED BY	DATE	Solar Panel Mount			
CHECKED		SIZE	1/2" x 1/2" x 1/2" x 1/2"	NO. OF SHEETS	KEY
ENGINEER		SCALE	RELEASE DATE		SHEET
APPROVED					

DETAIL ⑤



F_g : the gravity force
 F_b : the buoyant force

Unit: cm

Appendix C

Buoy Algorithm

'C' INPUT (C) COMMUNICATIONS MENU

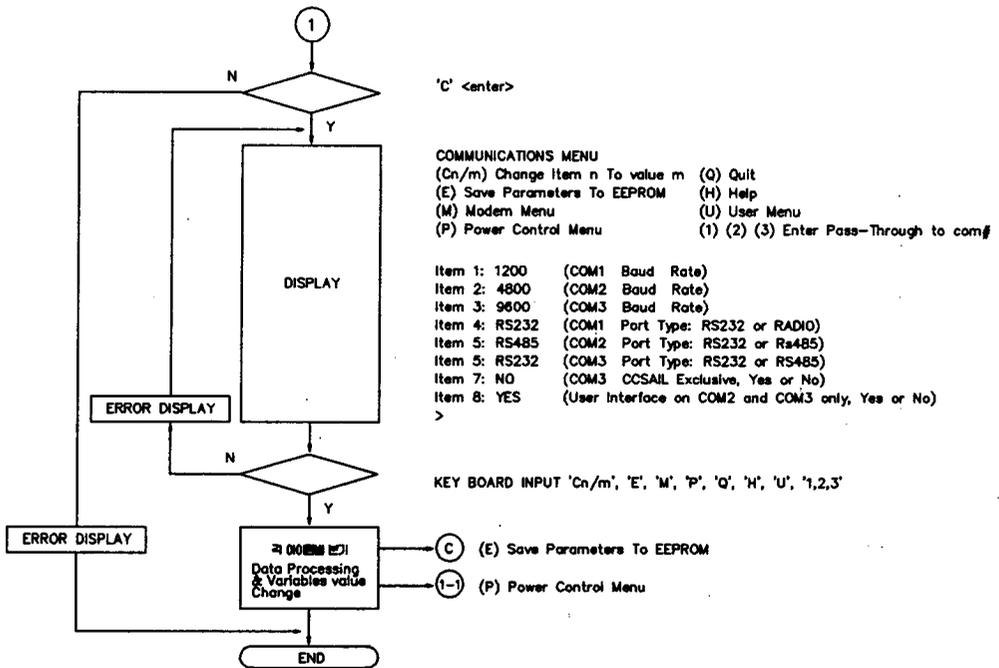


Fig. C-1: 'C' input (C) Communication Menu

'F' INPUT (F) SYSTEM FUNCTIONS MENU

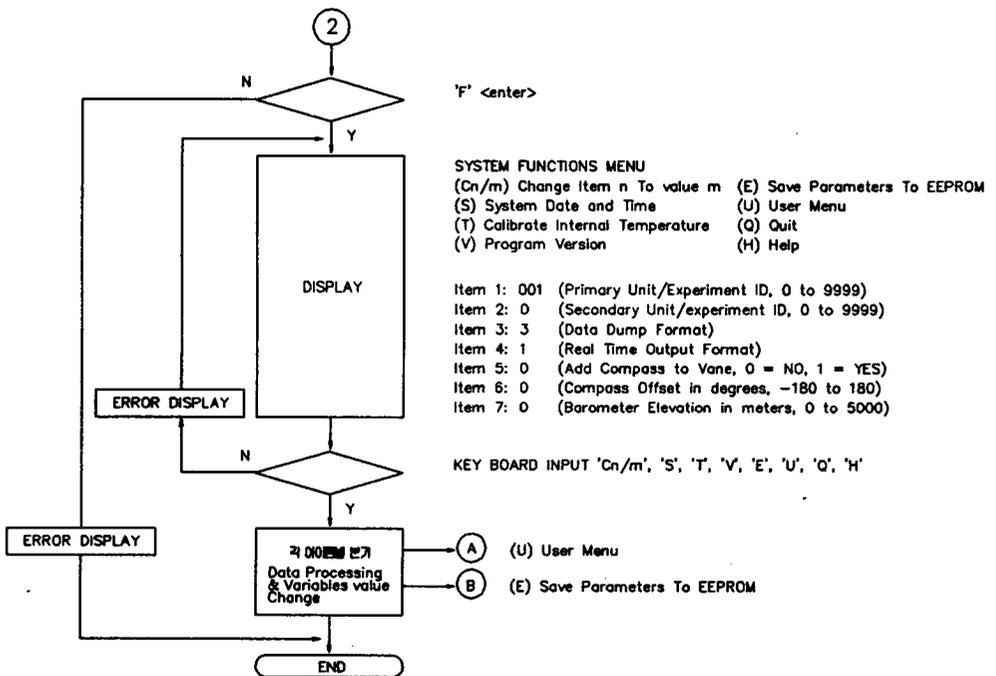


Fig. C-2.'F' input (F) System Functions Menu

'S' INPUT (S) SAMPLE PERIOD MENU

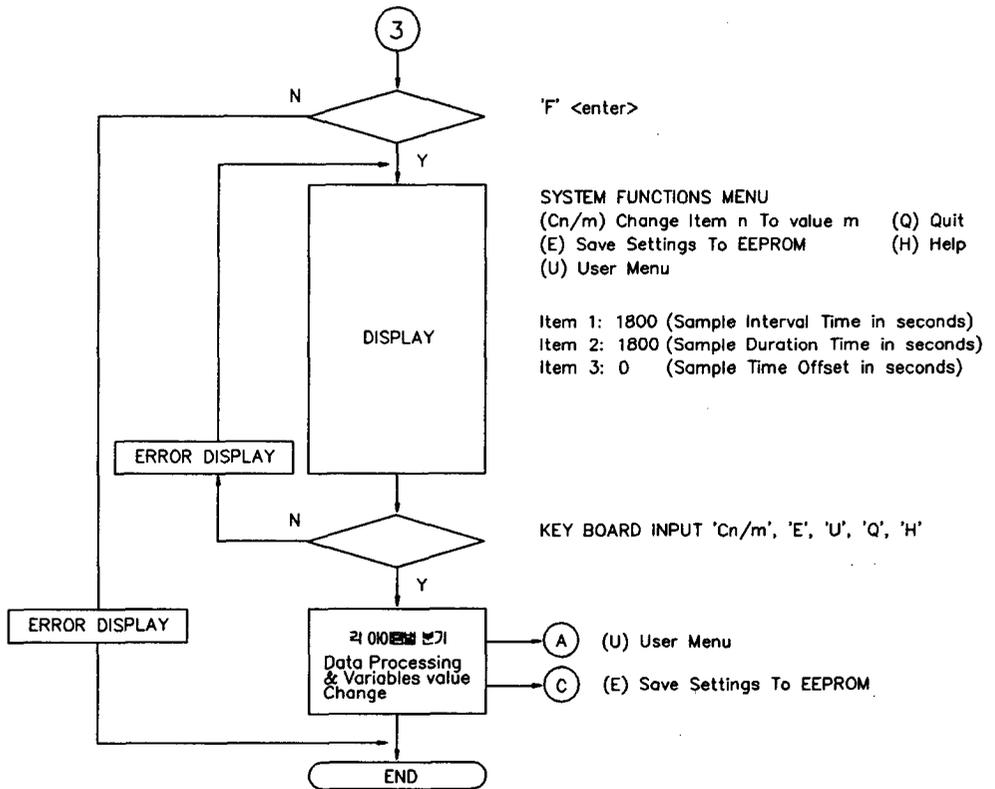


Fig. C-3. 'S' input (S) Sample period Menu

'D' INPUT (D) DATA RETRIEVAL MENU

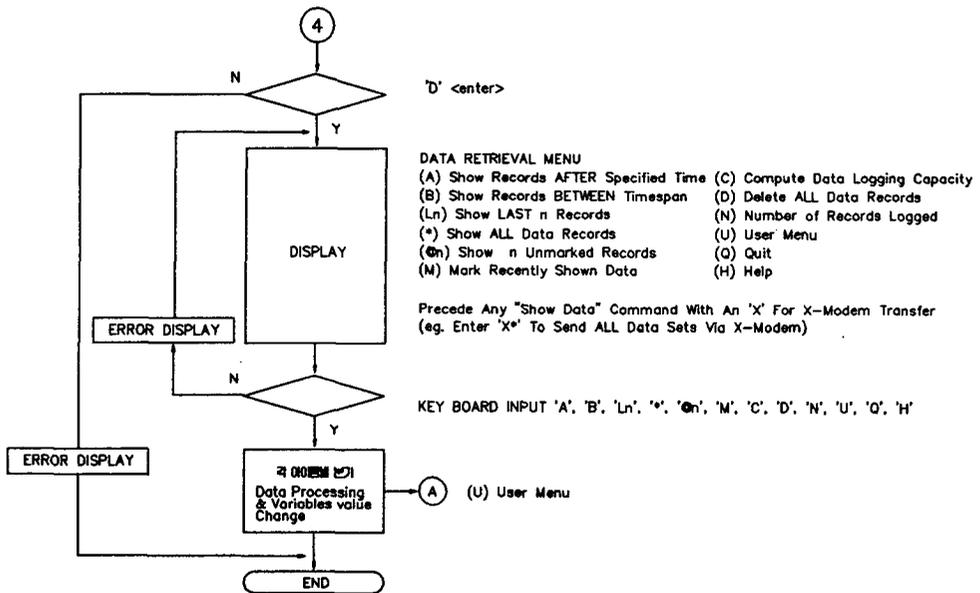


Fig. C-4. 'D' input (D) Data retrieval Menu

'T' INPUT (T) TEST MENU

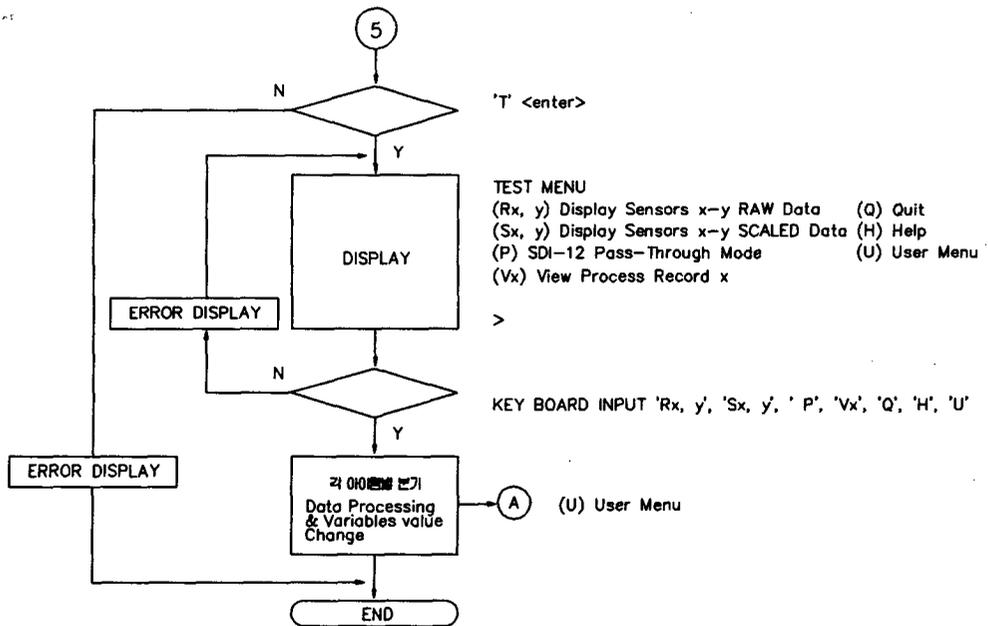


Fig. C-5. 'T' input (T) Test Menu

'K' INPUT (K) KORDI PROGRAM MENU

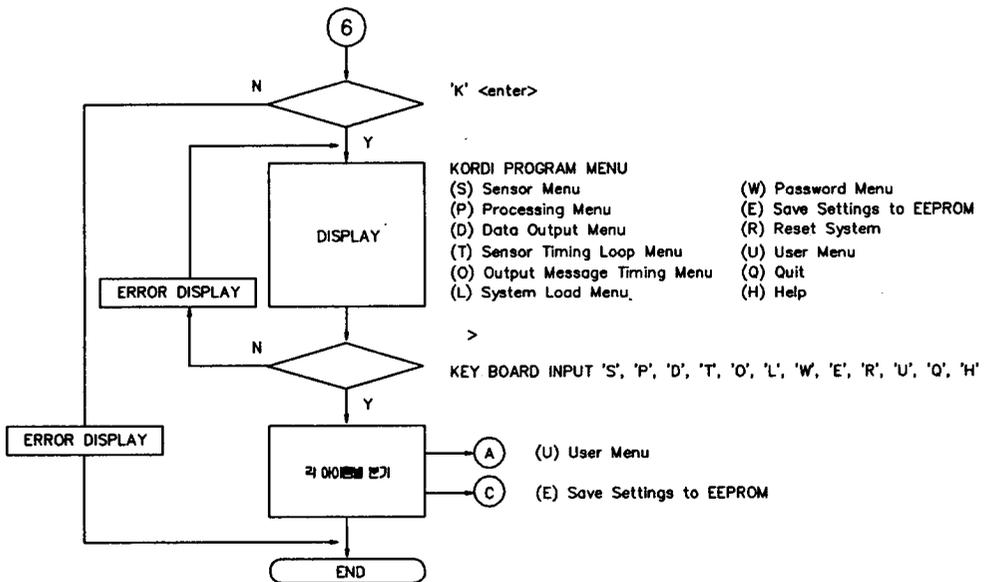


Fig. C-6. 'K' input (K) KORDI Program Menu