

제 1차년도
연차보고서

BSPE 97651-00-1080-1

海洋科學調查方法 標準化 方案 研究

(第 1 次年度)

A Study

on the Standardization of Observational Methods in Ocean Science

(First Year)

1998. 2

研究機關

韓國海洋研究所

海洋水產部

提 出 文

韓國海洋研究所 所長 貴下

本 報告書를 “海洋科學調查方法 標準化 方案 研究(第 1 次年度)”의 報告書로
提出합니다.

1998年 2月 日

韓 國 海 洋 研 究 所
研 究 責 任 者 : 卞 相 慶

研 究 員 :	전 동 철	오 재 룡
	김 종 관	강 래 선
	우 한 준	유 해 수
	박 찬 홍	장 재 경
	강 영 철	정 회 수
	김 태 영	김 성 대
	김 평 중	김 성 은
	추 용 식	김 효 영

要 約 文

I. 題 目

해양과학조사방법 표준화 방안 연구(제 1 차년도)

II. 研究開發의 必要性 및 目的

1. 국내·외 해양관련 기관에서 수행하고 있는 해양관측, 분석 및 자료보관 방법에 관하여 조사항목별 국가 표준화 방안을 마련한다.
2. 국내 관련기관에서 현재 공통으로 조사되고 있는 항목들을 종합하고 정리한다.
3. 기본적인 조사항목에 대해 관측시 문제점들을 파악한다.

III. 研究開發의 內容

1. 物理海洋 分野

- 가. 수온
- 나. 염분

2. 生物海洋 分野

- 가. 식물플랑크톤
- 나. 동물플랑크톤
- 다. Chlorophyll *a*
- 라. 미생물
- 마. 저서동물
- 바. 어란과 치자어
- 사. 성어
- 아. 해조류

3. 地質海洋 分野

- 가. 표층퇴적물
- 나. 시추퇴적물

4. 海洋地球物理 分野

- 가. 수심
- 나. 해상중력
- 다. 다중채널 탄성파탐사

5. Internet BBS 利用 分野

IV. 研究開發의 結果

1. 物理海洋 分野

- 가. 수온 조사시 관측장비운용, 자료처리방법, 자료관리 및 유의사항
- 나. 염분 조사시 관측장비운용, 자료처리방법, 자료관리 및 유의사항

2. 生物海洋 分野

- 가. 식물플랑크톤 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 나. 동물플랑크톤 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 다. Chlorophyll *a* 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 라. 미생물 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 마. 저서동물 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 바. 어란과 치자어 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 사. 성어 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항
- 아. 해조류 조사시 목적, 채집방법, 자료분석 및 유의사항

3. 地質海洋 分野

- 가. 표층퇴적물 조사시 목적, 채집방법 및 자료기록
- 나. 시추퇴적물 조사시 목적, 장비 및 운용

4. 海洋地球物理 分野

- 가. 수심 조사시 개요, 장비의 구성, 성능 및 운용

나. 해상중력 조사시 목적, 장비의 구성과 운용방법

다. 다중채널 탄성파탐사 조사시 목적, 장비의 구성과 운용방법

5. Internet BBS 이용 分野

BBS 운영목적과 방법

V. 活用に 대한 建議

1. 새로운 관측법이 매년 보완될 수 있도록 년차사업으로 계속 추진되어야 하겠다.
2. 화학해양분야와 기상해양분야에 대한 관측방법도 고찰되도록 추진하여야 하겠다.

SUMMARY

I. Title

A study on the standardization of observational methods in ocean science
(first year)

II. Significance and objectives of the study

1. Standardizing the oceanographical methods in measurement, analysis and data archiving which are now of variety in ocean-related organizations is crucial for national benefit such as marine industries, environmental protection, ocean science, and military defense, etc..

2. The main objective of the study in this year is to synthesize the oceanographical items which are commonly collected by the domestic ocean-related organization and to summarize them for establishing national standardization of observational methods in ocean science.

3. It is also one of objectives to clarify the problems in oceanic measurement in order for the observer to pay attention to for good quality of oceanic data.

III. Scopes of the study

1. Physical oceanography

- a. Temperature
- b. Salinity

2. Biological oceanography

- a. Phytoplankton

- b. Zooplankton
 - c. Chlorophyll *a*
 - d. Marine bacteria
 - e. Benthic animal
 - f. Fish eggs and larvae
 - g. Fish
 - h. Macro algae
3. Geological oceanography
- a. Surface sediments
 - b. Core sediments
4. Marine geophysics
- a. Echo sounding
 - b. Marine gravity
 - c. Multi-channel seismic survey
5. Internet BBS(Bulletin Board System)

IV. Results of the study

1. Physical oceanography

The purpose, instrument operation, data processing and management were described for temperature and salinity.

2. Biological oceanography

The purpose, instrument operation and data analysis were described for phytoplankton, zooplankton, chlorophyll *a*, marine bacteria, benthic animal, fish eggs and larvae, fish and macro algae.

3. Geological oceanography

The purpose, instrument operation, data processing and management were described for surface and core sediments.

4. Marine geophysics

The purpose, instrument operation, data processing and management were described for echo sounding, marine gravity and multi-channel seismic survey.

5. Internet BBS

The purpose and operation for internet data processing and management were described for BBS(Bulletin Board System).

V. Suggestions

1. This study is strongly suggested to continue for long term in order to renew the contents in holding pace with the development of new measurement techniques.
2. The parts in chemical and meteorological oceanography should be added to the report in future.

目 次

表目次	17
그림目次	19
第 I 章 緒論	21
1.1 해양과학조사방법 표준화의 필요성	23
1.2 해양과학조사방법 표준화의 목적	23
第 II 章 物理海洋 分野	25
2.1 수온	27
2.1.1 수온관측의 개요	27
2.1.1.1 목적 및 정의	27
2.1.1.2 장비의 종류	27
2.1.2 수온 관측장비의 운용	33
2.1.2.1 센서보정	33
2.1.2.2 관측야장	36
2.1.2.3 관측순서	36
2.1.3 수온 관측자료 처리 방법	42
2.1.3.1 자료보정	42
2.1.3.2 프로그램 운용	43
2.1.4 수온 관측자료 관리	46
2.1.4.1 자료보관	46
2.1.4.2 관측기기 이력서 작성	46
2.1.5 기타 유의사항	47
2.1.6 참고문헌	47
2.2 염분	48
2.2.1 염분 관측의 개요	48
2.2.1.1 목적 및 정의	48
2.2.1.2 장비의 종류	48

2.2.2	염분 관측장비의 운용	49
2.2.2.1	센서보정	49
2.2.2.2	관측야장	49
2.2.2.3	관측순서	49
2.2.3	염분 관측자료 처리 방법	50
2.2.3.1	자료보정	50
2.2.3.2	프로그램 운용	51
2.2.4	염분 관측자료 관리	51
2.2.4.1	자료보관	52
2.2.4.2	관측기기 이력서 작성	52
2.2.5	기타 유의사항	52
2.2.6	참고문헌	52
第 III 章	生物海洋 分野	53
3.1	식물플랑크톤	55
3.1.1	식물플랑크톤 조사의 정의 및 목적	55
3.1.2	식물플랑크톤의 채집방법 및 자료분석	55
3.1.2.1	채집방법	55
3.1.2.2	자료분석	55
3.1.2.3	기타 유의사항	55
3.1.3	참고문헌	55
3.2	동물플랑크톤	56
3.2.1	동물플랑크톤 조사의 정의 및 목적	56
3.2.2	동물플랑크톤의 채집방법 및 자료분석	56
3.2.2.1	채집방법	56
3.2.2.2	자료분석	56
3.2.2.3	기타 유의사항	57
3.2.3	참고문헌	57
3.3	Chlorophyll <i>a</i>	58
3.3.1	Chlorophyll <i>a</i> 조사의 정의 및 목적	58
3.3.2	Chlorophyll <i>a</i> 의 조사방법 및 자료분석	58
3.3.2.1	시료의 채집 및 처리	58

3.3.2.2	분석기기	58
3.3.2.3	자료분석	58
3.3.3	참고문헌	59
3.4	미생물	60
3.4.1	미생물 조사의 정의 및 목적	60
3.4.2	미생물의 채집방법 및 자료분석	60
3.4.2.1	채집방법	60
3.4.2.2	자료분석	60
3.4.2.3	기타 유의사항	61
3.4.3	참고문헌	61
3.5	저서동물	62
3.5.1	저서동물 조사의 정의 및 목적	62
3.5.2	저서동물의 채집방법 및 자료분석	62
3.5.2.1	채집방법	62
3.5.2.2	자료분석	63
3.5.2.3	기타 유의사항	63
3.5.3	참고문헌	63
3.6	어란·치자어	64
3.6.1	어란·치자어 조사의 정의 및 목적	64
3.6.2	어란·치자어의 채집방법 및 자료분석	64
3.6.2.1	채집방법	64
3.6.2.2	자료분석	64
3.6.2.3	기타 유의사항	64
3.6.3	참고문헌	64
3.7	성어	65
3.7.1	성어 조사의 정의 및 목적	65
3.7.2	성어의 채집방법 및 자료분석	65
3.7.2.1	채집방법	65
3.7.2.2	자료분석	65
3.7.2.3	기타 유의사항	65
3.7.3	참고문헌	65
3.8	해조류	66

3.8.1	해조류 조사의 정의 및 목적	66
3.8.2	해조류의 채집방법 및 자료분석	66
3.8.2.1	채집방법	66
3.8.2.2	자료분석	66
3.8.2.3	기타 유의사항	67
3.8.3	참고문헌	67
第 IV 章	地質海洋 分野	69
4.1	표층퇴적물	71
4.1.1	퇴적물 관측의 목적 및 정의	71
4.1.2	SeTMonS 장비의 종류 및 검교정 방법	71
4.1.3	SeTMonS 장비의 자료 기록(Data Logging)	76
4.2	시추퇴적물	77
4.2.1	시추퇴적물 채취의 목적 및 정의	77
4.2.2	장비의 장점 및 단점	78
4.2.3	피스톤 시추기의 운용	79
4.3	참고문헌	80
第 V 章	海洋地球物理 分野	81
5.1	수심	83
5.1.1	수심관측의 개요	83
5.1.2	장비의 종류	83
5.1.3	참고문헌	90
5.2	중력	91
5.2.1	중력계작동 및 logging 방법	91
5.2.2	해상중력탐사	95
5.3	탄성과	99
5.3.1	탄성과 탐사의 개요	99
5.3.2	목적 및 정의	99
5.3.3	장비의 구성 및 종류	99
5.3.4	탄성과 장비의 운용	104

5.3.5 탐사자료 획득변수	104
5.3.6 Sleeve Gun Array 작동 순서	106
5.3.7 LMF Compressor 작동 원리	106
5.3.8 Stermer cable 작동 순서	106
5.3.9 Recording System 작동 순서 및 방법	107
5.3.10 Air Compressor 운용	119
5.3.11 Sleeve gun 정비 운영	119
5.3.12 참고문헌	125
第 VI 章 <i>Internet BBS</i> 利用 分野	127
6.1 운영 목적	129
6.2 BBS 운	130
6.3 게시판 이용방법	132

表 目 次

(List of Table)

표 2.1.1	TR-7의 고유상수값 예	34
표 2.1.2	CTD 센서 사양	35
표 2.1.3	CTD 관 측 야 장	36
표 2.1.4	Sea Birds사에서 제공하는 CTD 자료처리 프로그램	46
표 5.2.1	온누리호의 자료 운영 시스템 설명	98
표 5.3.1	기록시스템 (SN358-DMX)의 일반적인 기록변수	100
표 5.3.2	수신채널의 물리적 반응특성	103
표 5.3.3	다중채널 탄성과 탐사에 적용된 획득장비 특성	105
표 5.3.4	탄성과 탐사에 적용되는 일반적인 자료획득 변수	105
표 6.1	각 게시판별 사용권한	131

그림 目次

(List of Figure)

그림 2.1.1	전도온도계	28
그림 2.1.2	XBT 센서	29
그림 2.1.3	Thermistor Chain	30
그림 2.1.4	CTD 구성 시스템(MKIIIb)	31
그림 2.1.5	SBE 911	32
그림 2.1.6	Deck unit	40
그림 2.1.7	CTD 센서	41
그림 2.1.8	TR-7 자료 처리 과정	43
그림 2.1.9	CTD 자료 처리 과정	45
그림 2.2.1	다층채수기	49
그림 4.1.1	SeTMons에 장착된 센서들의 모식도	71
그림 4.1.2	EMCM의 종류	72
그림 4.1.3	Electromagnetic current meter sensor 모식도	73
그림 4.1.4	OBS 발광부 IRED의 빔 각도에 대한 모식도	74
그림 4.1.5	(A) Data Logger를 이용한 단순한 측정장치 모식도	77
	(B) Serial output port가 장착된 측정장치 모식도	
그림 4.2.1	피스톤 코아러의 자유낙하 작동원리에 대한 모식도	78
그림 4.2.2	피스톤 코아러 모식도	79
그림 5.1.1	EA500 음향측심기	83
그림 5.1.2	SeaBeam 2000	86
그림 5.2.1	중력계를 조정하고 자료를 기록하기 위한 컴퓨터 시스템(위)	92
	조사선 온누리호에 있는 안정판위에 설치된 중력계 센서(아래)	
그림 5.3.1	AMG 96채널 스트리머	103
그림 6.1	표준화 연구사업 초기화면	129
그림 6.2	“공지 사항” 게시판 화면	131
그림 6.3	글쓰기 화면 (1)	132
그림 6.4	글쓰기 화면 (2)	133
그림 6.5	선택된 게시물 화면	134

第 I 章

緒 論

(INTRODUCTION)

第 1 章 緒 論

1.1 해양과학조사방법 표준화의 필요성

현재 우리나라의 해양과학 조사는 해양관련 기관별로 자체 해양조사의 기준에 따라 해양관측, 분석 및 자료보관을 시행하고 있다. 따라서 조사시 관측항목 뿐만 아니라 사용장비는 물론 자료보관 방법 등이 서로 달라, 수집된 자료 질의 수준에 차이가 발생하고 호환성이 결여되어 이용에도 어려움이 많음으로써 국가적 손실이 일어나고 있다.

1996년 해양수산부 발족으로 해양관련 기관들이 통합됨에 따라, 종래의 해양과학조사 방법을 국가 차원에서 체계화시켜 해양 조사자료 활용시 자료의 질 향상과 이용편의 증진을 도모할 필요성이 더욱 더 커지고 있다.

1.2 해양과학조사방법 표준화의 목적

본 사업의 목적은 해양관련 기관에서 수행하고 있는 해양과학조사항목의 관측, 분석 및 자료보관 방법에 관하여 체계화된 국가 표준화 방안을 마련하는데 있다. 이를 위하여 국내 관련기관에서 제정한 관측업무지침이나 해외에서 발간된 관측서를 참고하고, 또 새로이 조사방법들을 종합 정리하여 표준안을 마련하고자 하였다.

본 보고서는 상기의 목표를 달성하기 위해 매년 연차사업으로 내용을 수정 보완할 예정이다. 우선 1차년도에는 국내 해양관련 기관에서 공통적으로 조사되고 있는 항목들을 정리하고, 2차년도에는 기관 고유의 항목들을 종합하여 1차 최종 결과를 제시할 예정이다.

第 II 章

物理海洋 分野

(STUDIES ON PHYSICAL OCEANOGRAPHY)

연구 원 : 변 상 경
김 평 중

2.1 수온

2.1.1 수온관측의 개요

2.1.1.1 목적 및 정의

일반적으로 해수는 생성된 장소와 시기에 따라 수온, 염분 등 해수특성이 다르게 나타나고 밀도의 차이에 의해 상, 하층이 결정되고 있다. 따라서 해수 특성치들의 사공간적인 관측은 해수의 생성, 흐름, 변화를 파악할 수 있는 기본적인 자료로 활용되고 있기 때문에 수온 관측은 해양과학조사의 기초가 되고 있다.

해수의 온도를 측정하는 것을 수온관측(또는 측온)이라 하며, 해수를 시료로서 용기에 담아 선상에 떠올리는 것을 채수라 한다. 해표면의 수온관측은 표층의 해수를 떠서 봉상온도계를 사용하여 관측이 가능하지만 해표면이하의 층에서는 특별히 고안된 전도온도계(Reversing thermometer)를 사용하여야 한다. 이러한 전도온도계는 1874년 영국에 있는 Negretti and Zambra 회사에서 최초로 제조하였는데 그 후 개량을 거듭하여 현재 사용되고 있는 전도온도계와 같은 형태로 발전하여 해양관측에 이용되고 있다. 최근에는 전자기술의 발달과 함께 수온 센서를 직접 수중에 넣어 수온측정을 하는 관측장비가 많이 개발되어 사용되고 있으며 인공위성에 부착된 적외선센서나 음파를 이용하는 방법도 개발되고 있다.

2.1.1.2 장비의 종류

1) 봉상온도계

해표면의 수온을 측정하기 위해 채수한 후 봉상온도계를 채수통에 담그어 온도계 눈금을 독취한다.

2) 전도온도계

해표면이하의 해수온도를 측정하기 위해 사용되는 전도온도계는 아주 정교하게 고안된 온도계이다(그림 2.1.1 참조). 이 전도온도계는 방압(Protected)과 피압(Unprotected)의 두 가지 형태가 있고 각각은 주(Main)와 부(Auxiliary)온도계를 내장하고 있다. 모든 온도계는 제조회사에서 제조당시 정확하게 보정된 보정치가 수록된 보정내역서(Calibration sheet)가 수반되어 측정후 정확한 온도를 산출할 수 있도록 하고 있다. 각각의 온도계는 다음과 같은 기능을 하고 있다.

가) 주온도계 (Main Thermometer)

주온도계는 양 끝이 막혀 있으며, 하단에는 수온이 모여있는 저장소(Reservoir)가 있고 이 저장소가 미세관을 통하여 상부와 연결되어 있다. 이 미세관 옆으로

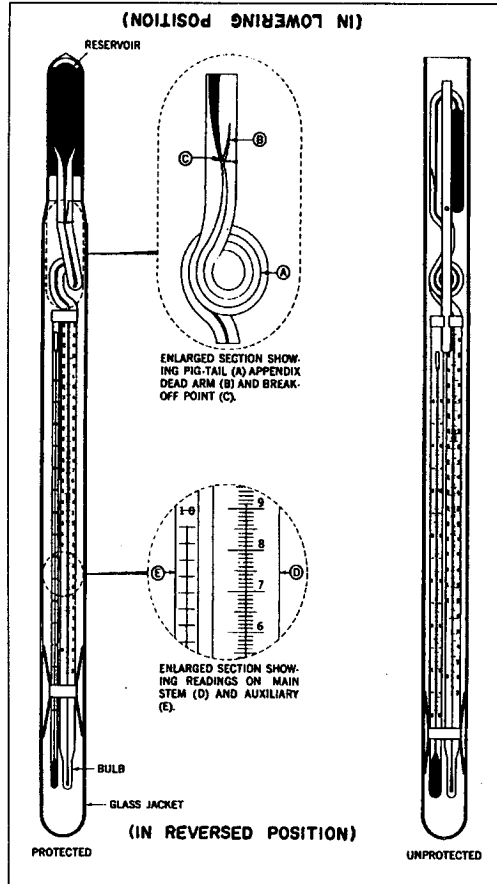


그림 2.1.1 전도온도계

가는 가지(Appendix dead arm이라 부름)가 뺀어 끝이 막혀 있고, 이 미세관 바로 위에는 360° 회전하는 돼지꼬리 모양의 관이 있고 그 위에 일반 봉상온도계처럼 눈금이 새겨진 곧은 관이 있다. 이와 같은 구조의 주온도계는 하강시 수은이 저장소와 미세관, 돼지꼬리관 그리고 곧은 관을 수은에 따라 채워준다. 전도시에는 수은이 가는 가지에서 끊어지고 나머지 수은은 곧은 관을 채워 주어 전도수심에서의 수은을 측정할 수 있게 된다. 사용 후에는 온도계를 다시 뒤집어 주면 원상태로 복귀한다.

나) 부온도계 (Auxiliary Thermometer)

부온도계는 주온도계 옆에 나란히 붙어 있으며 일반 봉상온도계와 같다. 이 부온도계의 목적은 주온도계의 눈금을 읽을 때의 기온을 측정함으로써 주온도계가 주위온도에 의해 변화되는 값을 보정하는데 있다.

다) 방압온도계 (Protected Reversing Thermometer)

방압온도계 내의 주온도계와 부온도계는 두꺼운 유리로 보호되어 내부에는 부분적으로 진공상태를 유지하고 있다. 주온도계의 수은저장소 주위를 수은으로 채워줌으로서 열전도효과를 높여 미세한 온도변화를 감지할 수 있다. 또한 두꺼운 유리는 주위 압력을 차단시켜 압력효과를 제거하는 기능이 있다. 이 온도계는 -2℃에서 32℃까지의 눈금이 새겨져 있다.

라) 피압온도계 (Unprotected Reversing Thermometer)

피압온도계는 방압온도계와 모양은 거의 같으나 두꺼운 유리벽의 한 쪽이 열려 있고 주위에 수은이 들어 있지 않다. 따라서 주위의 압력효과를 그대로 받아 들어 온도를 기록함으로써 방압온도계와 비교하여 전도수심을 압력효과로부터 산출할 수 있도록 하고 있다.

3) Thermistor

최근에 많이 사용되고 있는 Thermistor를 이용한 수온측정은 대부분 센서로서 백금저항온도계를 사용하고 있다. 이 온도계는 수온 변화에 따라 전기저항이 일차적으로 변화하는 성질을 이용하며 여러가지 관측 기기가 개발되어 있으나 여기서는 주로 많이 사용하는 몇 가지만을 소개한다.

가) T-S (Temperature-Salinity) Bridge

수온과 염분을 조사선상에서 곧 바로 읽을 수 있도록 센서 부위에 Thermistor를 장치하고 도선으로 연결하여 눈금을 읽는다. 운반이 간편하기 때문에 연안이나 하구 등 수온과 염분 변화 폭이 큰 장소에서 사용하기 알맞다.

나) BT (Bathothermograph) 또는 XBT (Expendable Baththermograph)

관측선의 항진 도중 수온의 수직구조를 알고자 할 때 사용토록 센서를 자유낙하시켜 온도를 기록한다.

BT는 센서 내의 작은 유리관 위에 수심에 따른 온도가 표시되고 눈금을 읽음으로써 온도를 알아내고 영구적으로 사용할 수 있는데 반하여 XBT(그림 2.1.2 참조)는 수심이 깊은 외해에서 센서로부터 얻은 신호를 가느다란 도선을 통해 Deck unit에 기록시키고 센서는 최대 기록 수심에서 절단되어 소모된다.

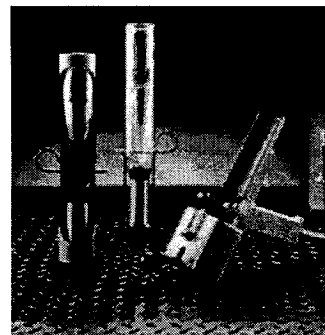


그림 2.1.2 XBT 센서

다) Thermistor Chain

여러 개의 Thermistor를 일정한 간격으로 줄에 연결하여 여러 층에서 수온을

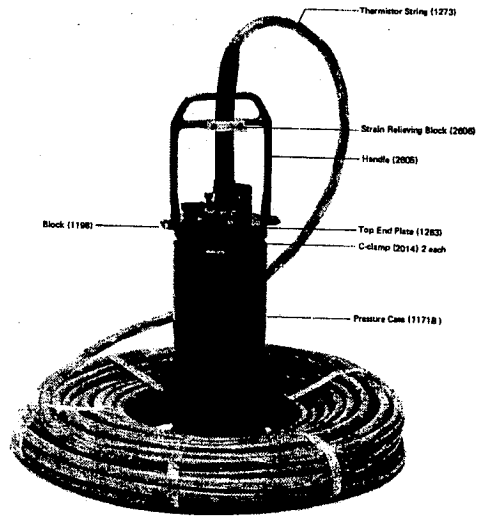
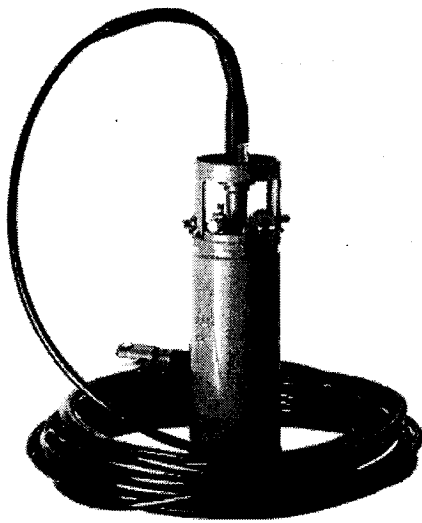


그림 2.1.3 Thermistor Chain

(왼편 : TR-7, 오른편 : TR-1)

연속적으로 관측함으로써 수온이 시간 또는 수심에 따라 어떻게 변화하는가를 알 수 있도록 한 장비이다. 현재 해양조사 현장에서 많이 사용되고 있는 장비인 Temperature Profile Recorder TR-7(그림 2.1.3 참조)의 원리는 다음과 같다. TR-7은 내재된 자료저장부(DSU)에 Data를 기록하고 내장된 수정 시계에 의해 일정한 시간 간격으로 관측을 실시한다. 관측 최대수심은 2000m이나 TR-8을 사용할 때는 6000m까지도 가능하다. 관측 Cycle은 12개 Channel로 구성되며 11개의 Channel에는 온도를, 다른 한 개의 Channel은 Reference로 사용되고 있다. 이 Reference는 기기의 고유번호로 작동상태를 검사하는데 사용된다. 또한 Acoustic transducer가 있어 Data를 기록할 때 DSU에 기록되는 동일한 Code로 송신 됨으로써 청음기로 자료의 기록상태를 파악할 수 있게 되어 있다. 구성은 자료를 기록하는 Recording unit와 센서가 들어있는 Thermistor string으로 되어 있다. 이 Thermistor string은 기름이 들어있는 PVC 호스내에 장력에 견딜 수 있도록 Stainless steel wire와 함께 11개의 Thermistor가 등간격 (2m 에서 40m)으로 배열되어 있다. Recording unit는 압력에 견딜 수 있는 원통형 케이스 내부에 들어 있다. 계기작동을 위한 전원은 내장된 9V 비자성 배터리로부터 공급되고 최대 65,000개의 자료기록이 가능하다.

4) CTD System

CTD는 전기전도도(Conductivity), 온도(Temperature)와 수심(Depth)의 약자이다. 이 CTD System은 종래 Nansen cast의 불편함을 해결하기 위해 고안된 System으로 수심에 따라 수온과 염분을 연속적으로 측정할 수 있는 1970년대 중반에 개발된 장비이다. 1980년대에는 Neil Brown사의 MKⅢB가 많이 사용되었으나 1990년대에는 Sea Birds사의 SBE 911이 널리 사용되고 있다.

CTD System의 구성은 센서가 있는 Underwater unit, 조사선 상에서 전원공급과 채수기 작동을 위한 Deck unit와 시스템 운영과 자료처리를 위한 PC부분으로 크게 나눌 수 있다(그림 2.1.4 참조).

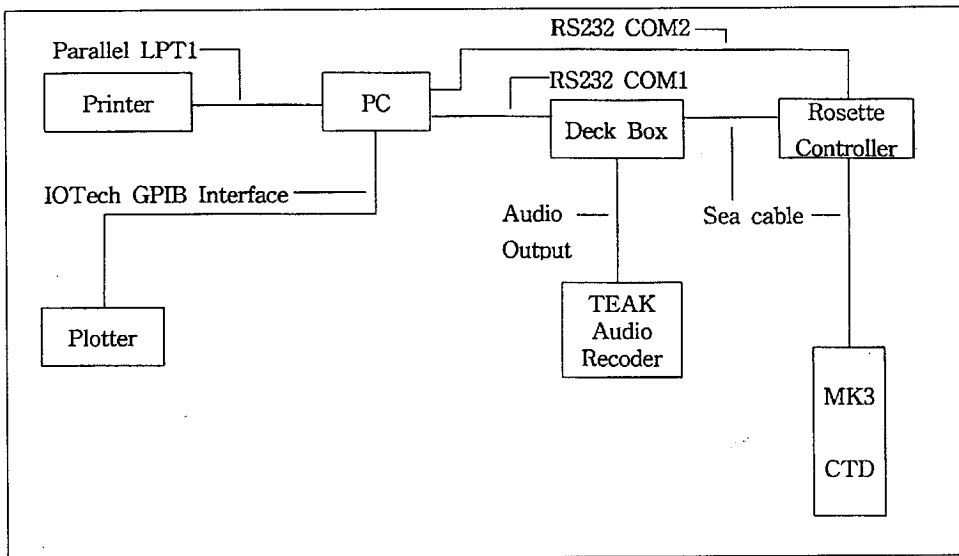


그림 2.1.4 CTD 구성 시스템(MKⅢB)

Underwater unit에서는 수심, 수온, 전기전도도, 용존산소량, 수소이온농도 등의 센서가 부착되어 일정간격으로(NBMKⅢB의 경우 32m초, SBE 911(그림 2.1.5 참조)의 경우 41.7m초) 자료를 수집한다. Underwater unit의 하부에는 Bottom detector 가 부착되어 하강시 해저에 부딪치는 것을 방지할 수 있는 경보장치도 있다. 또한 원하는 수심에서 채수하기 위하여 다층채수기(채수기 12개 또는 24개)를 센서 부위에 부착하여 사용할 수도 있다.

Deck unit에는 Underwater unit에 필요한 전원을 공급하고 Underwater unit로부터 전송된 자료를 받아 PC에 전달하는 역할을 하고 있다. 한편 PC와 결합되어 선상에서 사용되는 기기는 다음과 같다.

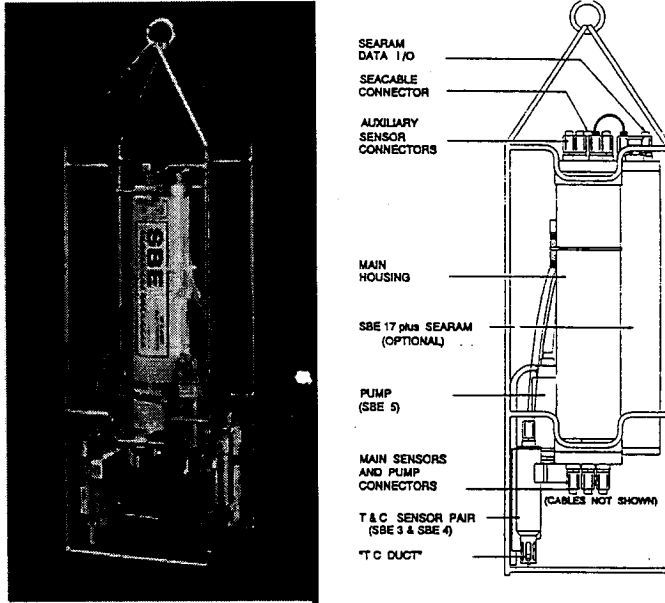


그림 2.1.5 SBE 911

- Digital Printer

수심에 따른 관측값들을 숫자와 그래프로 프린트시키는 장치. 현장에서 곧바로 관측치를 파악할 수 있도록 함.

- Remote External Readout

Data terminal로부터 나타나는 Parameter중 하나를 원거리에 Display시키는 장치. Winch 조작시 필요한 부분에 대해 주의를 기울이며 관측할 수 있도록 도움. 한편 Underwater unit와 Deck unit사이에는 내부에 한 개의 도선이 있고 외부는 장력이 강하고 방수와 방충이 가능하도록 특수하게 피복된, CTD 도선으로 연결되어 신호가 서로 전송되고 있다. 또한 조사선 상의 Winch에는 신호가 연속적으로 통과될 수 있는 소위 Slipring이라 불리는 특수장치가 부착되어 통상의 Winch와는 다른 CTD winch가 사용된다.

2.1.2 수온 관측장비의 운용

2.1.2.1 센서보정

여기에서는 현장조사전 실험실에서 센서를 보정하고 관측을 준비하는 과정을 기술하기로 한다.

1) 봉상온도계

봉상온도계는 $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 까지의 범위를 읽을 수 있고 눈금은 0.2°C 또는 0.1°C 의 것을 선택한다. 온도계 보정은 기준온도계와 함께 수중에 집어넣은 후 기준온도계와의 수온차이를 -5°C , 0°C , 5°C , 10°C , 15°C , 20°C , 25°C , 30°C , 35°C 에서 읽어 보정값을 구한다. 현장에서 온도측정시는 각 구간사이의 1차 내삽법에 의해 보정값을 산출하여 보정한다.

2) 전도온도계

전도온도계는 $-2^{\circ}\text{C} \sim +32^{\circ}\text{C}$ 범위의 온도를 측정할 수 있으며 눈금은 0.1°C 또는 0.05°C 간격으로 구분되어 있다. 온도계 보정은 온도계 구입시 첨부된 보정내역서의 보정값을 이용할 수 있으나 오래 사용한 온도계는 매년 1회씩 공인된 검교정기관에 의뢰하여 재보정을 받도록 한다. 이 보정내역서에는 다음과 같은 항목들을 정확히 검정하여 그 결과를 표기하고 있다.

- V_0 값

0°C 때 온도계내의 저장소(Reservoir)와 미세관이 차지하는 수온의 체적.

- Q 값

피압전도온도계에서 압력 0.1 kg/cm^2 증가에 따른 수온 증가량.

- K 값

유리관과 수온의 팽창계수.

- 보정온도 (I)

5°C 간격으로 주온도계와 부온도계에 대해 보정하여야 할 값.

3) Thermistor

기기의 종류에 따라 측정 범위와 정밀도가 다르다. 구입시 첨부된 보정내역서의 보정값을 활용하여 온도보정을 실시하며 최소 매년 1회씩 공인된 검교정기관에 의뢰하여 재보정을 받도록 한다. 온도보정은 각각의 센서에 대해 실시하여 고유상수(표 2.1.1 참조)를 산출한다.

표 2.1.1 TR-7의 고유상수값 예

AANDERAA INSTRUMENTS
 Fanaveien 13B, 5050 Bergen, Norway
 Tel: + 455 132500 Fax: + 455 137950

Calibration Sheet
 Thermistor String 2862
 Serial No: 2042

Calibration is performed with the Thermistor String connected to the recording unit TR-2/TR 7, Serial No. Wide Range 1). Printer 2860 is used for reading the data. The Thermistor string and the recording unit are placed in a stirred thermostat controlled bath. When the bath and the thermistor are in equilibrium, the calibration readings are taken. The bath temperature is measured by a reference thermometer, which in turn is frequently checked against the triple point of water (0.0098°C). Although the calibration data are given for a specific TR-2/TR 7, the calibration data can be considered valid for other TR-2/TR 7's as all TR-2/TR 7's are identical within ± 1 bit.

Calibration Points and Calculated Coefficients:

Channel Number	Reading N		Coefficients			
	at 0,91 °C	at 29,86 °C	A	B	C	D
1 (reference)			0	1	0	0
2	39	951				
3	39	953				
4	39	951				
5	39	951				
6	39	954	-4,792E-1	3,594E-2	-8,388E-6	4,300E-9
7	39	952				
8	39	953				
9	39	952				
10	39	951				
11	39	951				
12	39	951				

Formula: Temperature (°C) = A + BN + CN² + DN³.

- 1) Low range: -2.46 to +21.49°C, WR4 = 3825 ohm ± 0.1%, WR11 = Infinite.
- High range: +10.08 to +36.00°C, WR4 = 2200 ohm ± 0.1%, WR11 = Infinite.
- Wide range: -0.34 to +32.17°C, WR4 = 2200 ohm ± 0.1%, WR11 = 10,000 ohm ± 0.1%.

WR4/WR11 are precision resistors installed on the electronic board inside the TR-2/TR 7 (see Manual).

Nominal Readings (for quick check of Thermistor String performance):

Temp °C ±0.15	-2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Low	20	109	198	286	375	464	551	637	722	805	886	965

Temp °C ±0.15	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
High	78	180	242	325	407	488	569	648	726	803	878	951

Temp °C ±0.15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Wide	9	66	124	183	244	306	370	434	499	564	630	695	761	826	890	953

Form No 149
 August 1991

Date: 14/1-93
 Sign: Peter Rogner

현장에서 많이 사용되는 TR-7 사용시 연구실에서의 준비과정은 다음과 같다.

- Thermistor string 및 기록계의 외관을 육안 검사한다.
- 기록계의 몸통을 열고(Pressure case의 top-plate) 내부 전자 회로판을 육안 검사하고 작동 전압을 검사한다.
- 기계적 작동을 검사하고 미세한 오물을 깨끗이 제거하여 준다.
- Thermistor string과 기록계 사이의 접촉단자를 청소한다.
- Thermistor string을 연결한 후 Printer를 연결 각 센서의 기능 작동여부를 확인하고 검사한다.
- 시계를 테스트한다.
- 새로운 비자화бат테리로 갈아 끼운다.
- Pressure case에 넣는다.

4) CTD system

온도측정 범위는 $-5^{\circ}\text{C} \sim +32^{\circ}\text{C}$ 이고 정밀도는 $\pm 0.002^{\circ}\text{C}$ 까지 가능하기 때문에 정밀한 센서보정이 요구된다. 가급적 매번 현장조사 전·후로 공인된 검교정기관에 의뢰하여 보정을 받도록하는 것이 좋으나 여의치 못하면 매년 최소 1회 이상 보정을 실시하도록 한다. 다음은 현재 가장 많이 사용되고 있는 Sea Birds사의 SBE 911과 General Oceanics사의 MK3C 센서 사양이다.

표 2.1.2 CTD 센서 사양

		Conductivity (S/M)		Temperature ($^{\circ}\text{C}$)		Depth (m)		Dissolved Oxygen (ml/l)	
		SBE	GO	SBE	GO	SBE	GO	SBE	GO
Range		0~7	0~7	-5~35	-5~32	0~6800	0~7000	0~15	0~15
Dynamic Accuracy		± 0.0003	± 0.0002	± 0.002	± 0.002	$\pm 0.015\%$	$\pm 0.014\%$	0.1	0.05
Resolution		0.00004	0.00001	0.0002	0.0001	0.001%	0.0015%	0.01	0.0004
Response seconds		0.04	0.030	0.06	0.030	0.001	0.001		
Stability (1 month)		0.0001	0.0002	0.0003	0.0003	0.0015%	0.0015%		
Weight (lbs)	air	55(25)	95	Dimension (inches)	SBE	45(1143)	12(330)		
	water	35(16)	72		MK3C	27	20		

* GO resolution은 processed data의 경우

2.1.2.2 관측야장

온도측정을 하기 전에는 반드시 관측할 위치(위도와 경도)와 수심을 미리 결정하여야 한다. 관측야장에는 관측자, 관측일시(분까지), 위치(위,경도의 초까지), 수심, 관측기기의 이름과 고유번호(제조회사에서 부여하는 기기 일련번호), 기타 비고 등을 기록할 수 있도록 준비하여야 한다. 예로써 CTD관측 야장을 표 2.1.3에 나타내었다.

표 2.1.3 CTD 관 측 야 장

연구 과제명 :	기록자 :	정점 :
자 료 이 름 :		
관 측 기 기 :		
전 체 수 심 :	m	
관측시작시간 :	199 년 월 일	시 분
위 치 :	위 도 :	경 도 :
도 착 수 심 :	m	
관측종료시간 :	199 년 월 일	시 분
위 치 :	위 도 :	경 도 :
※ 기 타 사 항 :		

2.1.2.3 관측순서

모든 장비는 현장관측전에 모두 실험실에서 정비보수하여 점검정된 상태로 되어 있어야 한다. 현장에서는 다음과 같은 순서로 관측을 실시한다.

1) 봉상온도계

- 2중으로 단열이 잘 되는 채수통을 준비한다.
- 봉상온도계의 번호를 야장에 기록한다.
- 채수통을 수면하 30~40m 깊이까지 내려 1분 가량 기다린다.(주위 온도에 채수통이 적응하기 위하여)
- 채수통의 물을 3~4회 비운 후 해표면에서 채수한다.
- 선상에 인양한다.
- 채수통에 봉상온도계를 담근 후 30여초 기다린다.

- 봉상온도계의 수은 끝단과 눈을 연결하는 선이 봉상온도계에 직각이 되도록 눈 높이를 조절한다.
- 온도계 눈금을 0.1℃까지 읽어 야장에 기록한다.

2) 전도온도계

- 전도시키려는 수심에 해당하는 온도계의 일련번호를 수심과 함께 작업시작 전 야장에 기록한다.
- 전도온도계를 Nansen 채수기에 부착시킨다.
- 채수기를 Wire에 고정시킨다.
- Messenger를 채수기에 부착한다.(이때 Wire의 각도가 35° 이상인 경우 또는 심해채수의 경우는 두개의 Messenger를 부착시켜 효율성을 높인다.)
- 채수기를 원하는 수심에 내린다.
- Wire 각도를 잴다.(추후 보정에 의해 실제 채수기의 수심을 판독하는데 도움이 된다.)
- 10여분을 기다린다(온도계 등이 완전히 주위환경에 적응되도록 하기 위해서).
- Messenger를 떨어뜨린다.(수심이 수 100m이내인 경우 Wire에 손을 대고 있으면 채수기가 전도될 때 발생하는 충격의 감축을 느낄 수 있음)
- 채수기를 회수한다.
- 10여분을 기다린다.(부온도계가 대기온도에 완전히 적응되도록 한다.)
- Viewer를 이용하여 온도를 읽는다.(한 사람이 방압온도계 및 피압온도계를 읽고 다른 사람은 야장에 기록한다. 가급적 한사람이 계속하여 전 조사기간 동안 눈금을 읽음으로써 개인에 따른 오차를 줄인다.)

3) T-S Bridge

- 계기의 뚜껑을 연다.
- 스위치를 켜다.
- 센서를 원하는 수심에 넣는다.(이때 Wire angle이 크면 계기 사용을 중단한다. 가능한 한 센서 도선의 장력을 받지 않도록 보조선을 사용 센서 아래쪽으로 충분한 무게를 주어 wire angle을 줄인다.)
- 온도에 Dial을 맞춘다.
- 온도를 읽고 기록한다.
- 염분에 Dial을 맞춘다.
- 염분을 읽고 기록한다.
- 센서를 다른 수심에 넣는다.
- 다시 온도에 Dial을 맞추고 온도를 읽어 기록하고, 염분에 Dial을 맞추고 염

분을 읽어 기록하는 과정을 되풀이한다.

- 스위치를 끈다.
- 뚜껑을 닫는다.
- 센서를 선상에 인양한다.

4) Thermistor Chain (Aanderaa TR-7)

계류할 때

- 기록 몸통의 Pressure case를 연다.
- Time counter를 2번 이상 테스트하여 실험실내에서와 같이 작동하는지 여부를 확인 후 야장에 기록한다.
- 스위치를 켜고 야장에 시간을 기록한다.
- 실리콘 그리스를 “O”- ring과 Case연결부위에 충분히 바른다.(계기 내부로 해수가 침투하는 것을 방지하기 위하여)
- Pressure case를 닫는다.
- Thermistor string과 연결한다.
- 계류시킨다.

회수할 때

- 회수시작 시간을 야장에 기록한다.
- 회수작업을 시작한다.
- Pressure case를 연다.
- 계기가 1회 완전한 작동을 마칠 때까지 기다린다.(이때 DSU에 숫자증가를 확인한다.)
- 마지막 작동시간을 야장에 기록한다.
- 스위치를 끈다.
- DSU를 몸통으로부터 분리한다.
- 몸통을 다시 Pressure case에 넣는다.

5) CTD System

CTD를 이용한 관측을 간략하게 나타내면 다음과 같다.

하강시킬 때

- 전원을 공급하여 Deck unit(그림 2.1.6 참조)의 각 부분을 작동시킨다.
- PC를 켜서 관측용 프로그램을 작동시킨다.
- CTD Winch를 이용하여 선상에서 수면으로 센서를 하강시킨다(그림 2.1.7 참조).
- 해표면 아래 약 2m 수심에서 1분 정도 정지하며 주위 온도에 센서부분이 적응되도록 한다.

- 관측용 프로그램에서 자료수집 명령을 내린다.
- 해표면까지 다시 인양한 후 원하는 수심까지 내린다.
- 원하는 수심에서 해수를 채취한다.(Rosette Sampler 작동)
- 도중 계기이상 및 자료 이상이 발생하여 PC상에 Error가 발생하면 일단 작업을 중지하고 원인을 확인하거나 선내 전문가에 문의한다.
- 최대하강수심에서 10초정도 정지한다.(만약 해저면까지 내린다면 해저도착시 경보가 울림)

인양시킬 때

- 표층까지 인양하여 해표면에서 대기한다.
- PC에서 자료수집 종료 명령을 내린다.
- 인양준비 후 센서를 선상에 끌어올린다.
- Deck unit의 전원을 끈다.
- PC에 자료수집이 잘 되었는가를 확인 후 전원을 끈다.

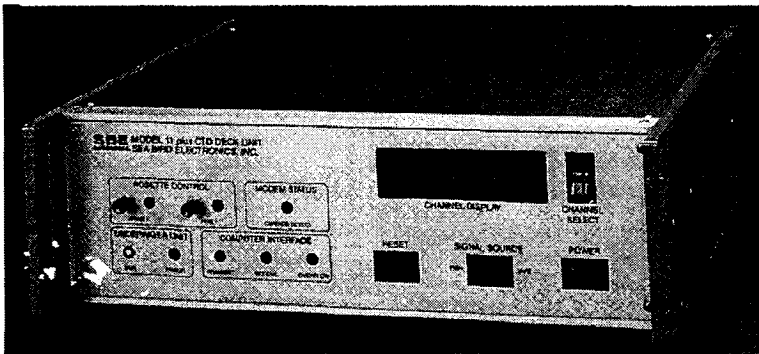
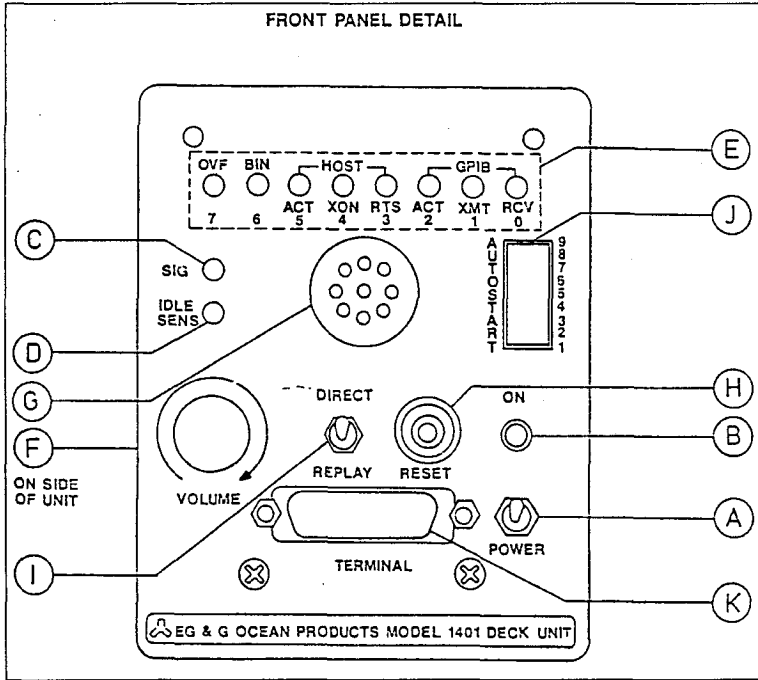


그림 2.16 Deck unit
(위쪽 : MKIII, 아래쪽 SEB 911)

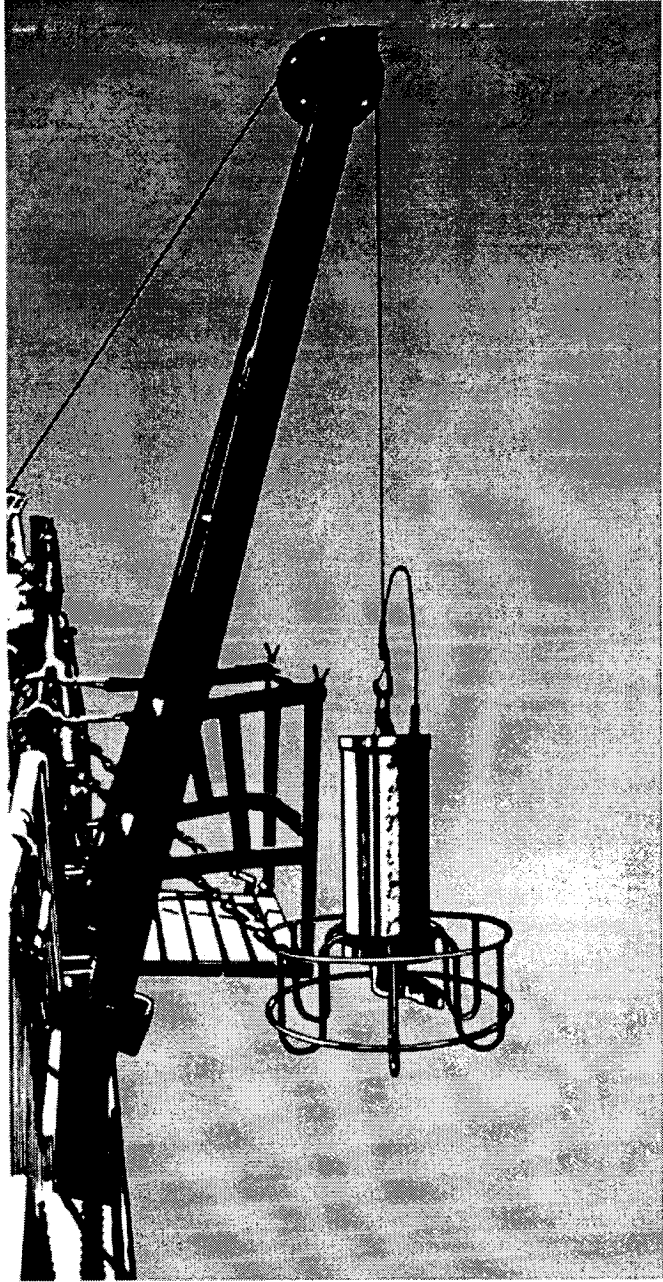


그림 2.1.7 CTD 센서

2.1.3 수온 관측자료 처리 방법

이 장에서는 현장에서 수집된 자료를 실내에서 분석 기기나 전산기에 의해 처리하는 과정을 기술한다.

2.1.3.1 자료보정

1) 전도온도계

각각의 온도계는 제작회사에서 제작당시 보정된 보정내역서가 있다.

이 보정내역서에 포함되어 있는 4개의 상수값(V_0 , 0°C 때 저장소와 미세관의 체적; Q , 피압전도온도계의 압력 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 증가에 따른 수온 증가량; K , 유리관과 수온의 팽창계수; I , 5°C 간격으로 된 주온도계와 부온도계의 보정하여야 할 값)을 활용하여 우선 방압온도계의 보정된 값을 계산한다. 보정된 방압온도계의 온도 (T_p)는

$$T_p = T' + I + C_p$$

여기서

$$C_p = \frac{(T' - t)(T' - V_0)}{K - 100}$$

T' : 주온도계로부터 읽은 온도

t : 보정된 부온도계의 온도

한편 보정된 피압온도계의 온도 (T_U) 는

$$T_U = T_U' + I + C_U$$

여기서

$$C_U = \frac{(T_w - t_U)(T_U' + V_0)}{K}$$

t_U : 보정된 부온도계의 온도 (피압온도계)

T_U : 피압온도계의 주온도계로부터 읽은 온도

상기의 두 보정된 방압온도계의 온도 (T_p)와 피압온도계의 온도 (T_U)로써 전도당시의 수심을 계산한다. 전도수심 (Z : 메타단위) 은

$$Z = \frac{(T_U - T_p)}{\rho_m Q}$$

여기서

ρ_m : 표층에서 전도수심까지 평균해수밀도로서 지역에 따라 다른 값을 갖는다.

이상의 Z, T_p 가 구하고자 하는 수심(m)과 그 곳에서의 수온($^{\circ}\text{C}$)을 나타낸다.

2.1.3.2 프로그램 운용

1) Thermistor Chain (Aanderaa TR-7)

현장에서 관측된 Data는 DSU에 보관되어 있는데 특수과정을 거쳐 자료가 처리된다. 이때 수온(T)은

$$T = A + BN + CN^2 + DN^3$$

로써 환산되는데 A, B, C, D 는 계기 고유상수이고, N 은 관측된 값이다. 처리하는 과정은 그림 2.1.8과 같다.

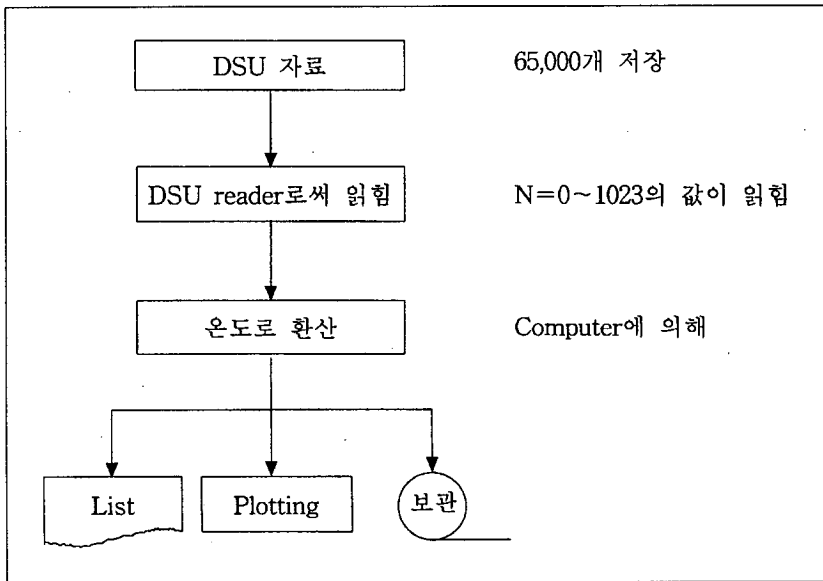


그림 2.1.8 TR-7 자료 처리 과정

2) CTD System

일반적으로 관측된 CTD 자료는 다음과 같은 문제점을 갖고 있기 때문에 좋은 자료를 얻기 위해선 세심한 처리과정이 필요하다.

- 각 센서들 사이의 단주기성 불일치 :

이중 수온센서와 전기전도도센서간의 불일치는 자료처리시 염분이 튀는 결과를 나타낸다. 센서사이의 시간지연(Time lag)을 조절하여 줌으로써 해결 가능하다.

- 수압의 요동 :

수압센서의 정밀도 또는 주위 동압력(dynamic pressure)의 변동에 기인하여 수압이 불규칙적이고 또한 소규모로 변한다. 센서의 하강속도가 약 1.0m/s가 되도록 원치 속도를 조절하고 자료처리시 임계하강속도 범위를 벗어나는 자료는 제거함으로써 해결 가능하다.

- 하강시와 상승시 관측자료의 차이 :

전기전도도센서의 열관성(Thermal inertia)에 기인하여 센서를 내릴 때와 올릴 때 관측치가 서로 상당한 차이를 보인다. 이의 해결은 재귀필터(Recursive filter) 사용으로 하강과 상승시의 수온과 염분구조를 일치시킴으로써 가능하다. 환경파일(Configuration file)의 모든 상수는 보정값을 사용하여야 한다. 자료처리 순서는 아래의 그림 2.1.9와 같다.

한편 Sea Birds사의 경우는 자사제품에 알맞는 자료처리 프로그램(SEA SOFT)을 개발하여 사용자에게 제공하고 있는데 많이 사용되는 것들은 표 2.1.4와 같다.

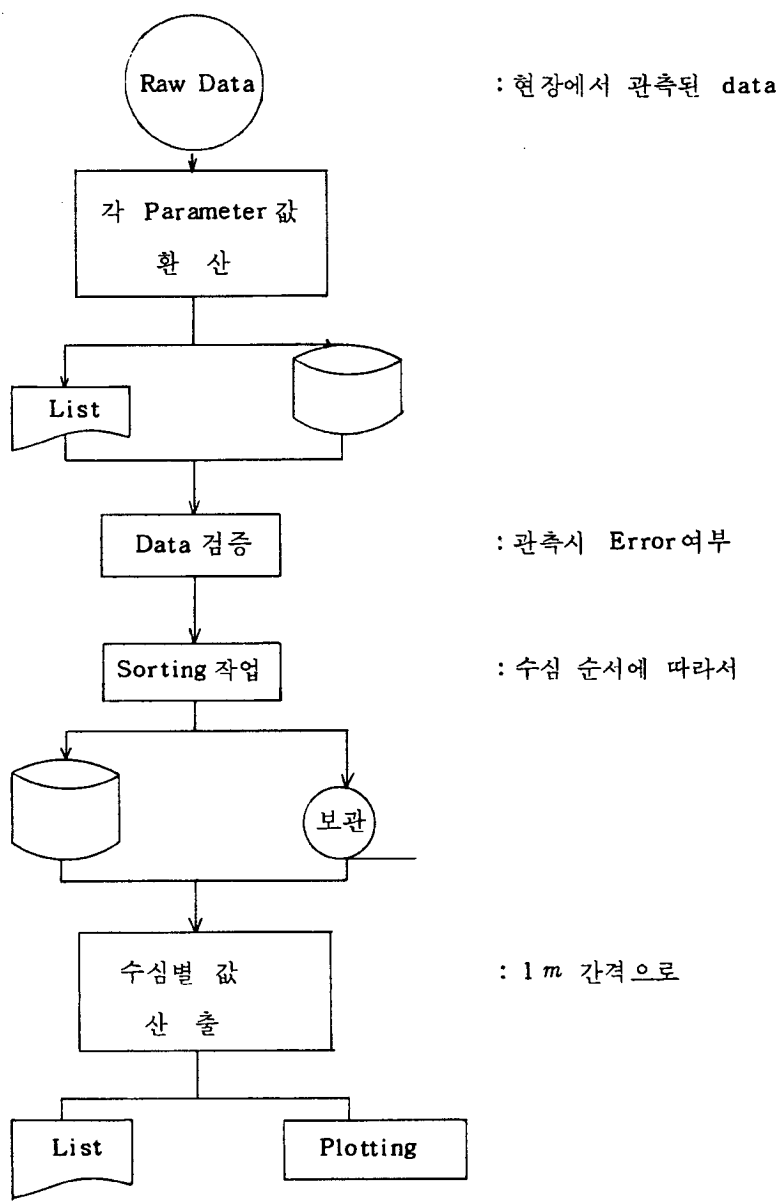


그림 2.1.9 CTD 자료 처리 과정

표 2.1.4 Sea Birds사에서 제공하는 CTD 자료처리 프로그램

1. SEASAVE	24Hz로 자료를 수집
2. DATCNV	원시자료를 수심, 수온 염분 등의 자료로 변환
3. WILDEDIT	양질의 자료 선별
4. FILTER	압력정밀도를 높이는 저주파 통과 필터
5. CELLTM	전기전도도센서 보정
6. EDIT	해표면 자료 처리
7. LOOPEDIT	임계하강속도에 맞춰 처리
8. DERIVE	염분계산
9. WFILTER	염분필터
10. BINAVG	원하는 수심간격으로 평균
11. ASCIIOUT	ASCII자료로 환산
12. CALSIG	밀도계산

2.1.4 수온 관측자료 관리

2.1.4.1 자료보관

해양과학조사가 종료되면 IOC(Intergovernmental Oceanographic Commission)에서 제정한 ROSCOP-III형태를 사용하여 해양조사보고를 한다. ROSCOP-III에는 관측선명, 관측기관, 주관연구기관, 연구책임자, 조사내역등을 간략히 기술하게 되어 있다. 처리된 자료는 원시자료 및 관측야장과 함께 보관함으로써 추후 보다 더 자세한 분석에 활용하게 한다. 처리된 자료는 CTD인 경우 매 1m 간격 자료를, 전도온도계의 경우 표준수심의 값들을 자기테이프나 디스켓에 담아 지정된 장소에 보관한다.

2.1.4.2 관측기기 이력서 작성

관측기기는 구입될 때 고유번호와 함께 보정당시의 상수값들을 기록한 보정내역서(calibration sheet)를 가지고 있다. 이 보정용지에 첨부하여 기기 검교정시마다 제시된 보정치와 현장에서의 작업내용(시기, 장소, 현장책임자, 작업) 등을 계속 기록하여 둔 관측기기 이력서가 구비되어야 한다. 이와 같이 기록된 내용은 추후

관측기기의 이상 점검과 판단시 매우 유용한 기초 자료가 된다.

2.1.5 기타 유의사항

수은 관측은 정밀도가 요구되기 때문에 관리, 유지, 보수 등을 목적으로 특수한 임무를 부여받은 전문기술자 1인이 계속 담당함으로써 기술축적이 가능할 수 있다. 정기적인 검교정은 가급적 완벽한 시설을 갖춘 국가공인기관에서 계속 받도록 하여야 할 것이다.

2.1.6 참고문헌

- 국립수산진흥원. 1993. 해양관측법(안)
- 국립해양조사원. 1993. 해양관측업무지침
- 일본기상협회. 1985. 해양관측지침(기상청편). 428p.
- 한국해양연구소. 1984. 해양관측편람
- Aanderaa Instruments. 1987. Operating Manual for TR-7
- EG & G. 1990. OCEANSOFT. 99p.
- EG & G. 1989. Operating and Maintenance Manual for CTD Deck Unit Model 1401.
- General Oceanics. 1980. Rosette multi - bottle array system model 1015 instruction manual.
- Neil Brown Instrument System. 1982. Data terminal 1150 level 3 operation and maintenance manual 1603.
- Sea-Bird Electronics. 1995. CTD data acquisition software: SEASOFT version 4.216. 133p.
- Sea-Bird Electronics. 1996. CTD system: operating and repair manual.
- UNESCO. 1971. International Oceanographic Table, Vol. 1. UNESCO, Paris, 128 p.
- UNESCO. 1981. Tenth report of the joint panel on oceanographic tables and standards. UNESCO Tech. pap. in Mar. Sci. No. 36.
- UNESCO. 1988. The acquisition, calibration, and analysis of CTD data. UNESCO Tech. pap. in Mar. Sci. No. 54.
- UNESCO. 1991. Processing of oceanographic station data. JPOTS rept.

2.2 염분

2.2.1 염분 관측의 개요

2.2.1.1 목적 및 정의

일반적으로 해수는 생성된 장소와 시기에 따라 수온, 염분 등 해수특성이 다르게 나타나고 밀도의 차이에 의해 상, 하층이 결정되고 있다. 따라서 해수 특성치들의 시·공간적인 관측은 해수의 생성, 흐름, 변화를 파악할 수 있는 기본적인 자료로 활용되고 있기 때문에 염분 관측은 해양과학조사의 기초가 되고 있다.

해수중에 녹아있는 무기물질의 양을 염분이라 부른다. 이 염분의 측정은 종래에는 화학적 정량법인 적정(Titration) 방법에 의해 측정하였으나, 1922년 F. Wenner 에 의해 전기전도도를 이용한 염분계(Salinometer)가 최초로 개발되었고 여러가지 형태가 현재 이용되고 있다. 최근에는 전자기술의 응용으로 CTD와 같이 현장에서 직접(채수하지 않고) 사용할 수 있는 정밀한 염분 측정기기가 널리 사용되고 있다.

2.2.1.2 장비의 종류

1) 채수에 의한 염분측정

해수를 채취하는 가장 일반적인 것은 Nansen채수기에 의한 방법이다. Nansen 채수기는 19세기말 F. Nansen에 의해 최초로 고안되었고 전도온도계를 함께 부착시켜 1970년대 중반까지 해양조사에 널리 사용되었다. 그 후 CTD시스템이 도입되면서 다층채수기(Multi-sampler)가 Nansen채수기를 대체하여 현재 널리 사용되고 있다. 채수는 보통 국제표준수심(0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, (250), 300, 400, 500, 600, (700), 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 이하 1000 m씩 증가)에서 주로 이루어 지고 다음과 같은 방법으로 염분을 분석한다.

가) 화학적 적정법

해수중에 포함된 각 원소의 조성비가 거의 일정하다는 원리를 이용하여 염분측정은 염화물(Cl)의 침전량으로 결정한다. 이 때 적정 가능한 정도는 0.02‰(‰은 1/1000임)까지이다.

나) 염분계(Salinometer)를 이용한 방법

해수중에 포함된 염분의 양에 비례하여 전기전도도가 변화하는 원리를 이용한다. 채취된 해수의 전기전도도를 표준해수의 전기전도도와 비교함으로써 염분량으로 환산하게 된다.

2) 현장에서 직접 전기전도도에 의해 측정하는 방법

전기전도도를 측정하는 센서를 수중에 넣고 바로 현장에서 염분량을 알아내는 방법으로 T-S Bridge, XCTD, CTD 등 여러가지 계기가 발달되어 있는데 CTD에 관하여는 앞절에서 상세히 기술하였다.

가) XCTD

수온관측시 사용되는 XBT와 마찬가지로 항진 중 선상에서 XCTD센서를 수중에 떨어뜨려 자유낙하시킴으로써 전기전도도를 측정한다. 가는 도선을 통해 관측된 전기전도도 값이 선상에 전송되어 PC에 기록되며 센서는 일정한계수심 이상이 되면 가는 도선이 절단되기 때문에 1회만 사용된다.

2.2.2 염분 관측장비의 운용

2.2.2.1 센서보정

1) CTD system

앞절 참조

2.2.2.2 관측야장

앞절 참조

2.2.2.3 관측순서

1) 다층채수기(Multi-sampler)

해수의 염분을 정확히 측정하기 위해서는 원하는 수심에서 채수를 하여야 한다. 원하는 수심에서의 채수는 다층채수기(Multi-Sampler)에 의하여 이루어 지고 있는데, 이것은 Deck control unit와 물속에 잠기는 Underwater multi-sampler unit(그림 2.2.1 참조)의 2가지 부분으로 구성되어 있고 채수 목적 이외에도 CTD 관측자료를 현장 자료와 비교하는데 사용되기도 한다. 채수병은 24개 까지 부착 가능하고, 전도온도계도 각각의 채수병에 부착시킬 수 있으며, 그 조작순서는 아래와 같다.

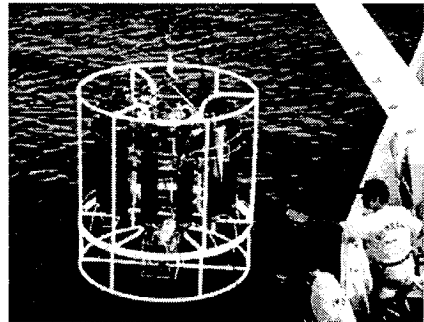


그림 2.2.1 다층채수기

- 채수병을 번호순서로에 각각 다층채수기에 부착시킨다.
- 채수병 상·하단의 마개를 모두 열어 놓는다.
- 채수할 수심과 해당 채수병 번호를 야장에 기록한다.

- Deck unit의 전원 스위치를 “ON”상태로 놓고 전원이 제대로 연결되었는지 확인한다.
- 채수병의 작동상태 점검을 위해서 Deck unit의 채수작동 스위치를 누른 후 채수병 마개가 닫히는가 확인한다.
- CTD의 수심을 보면서 채수기를 내려 원하는 수심에 도달하면 원치를 정지한 후 Deck unit의 채수작동 스위치를 누른다.(이로써 1개의 Bottle에 채수가 된 상태이며, 그 다음 Bottle의 채수준비가 이루어 진다.)
- 다음 채수수심으로 다층채수기를 내린다.

2) T-S Bridge

앞절 참조

3) CTD

앞절 참조

2.2.3 염분 관측자료 처리 방법

2.2.3.1 자료보정

1) 염분계 (Salinometer)

실내에서 염분계를 이용하여 채수된 해수의 염분을 측정하기 위해서는 기준이 될 수 있는 해수가 필요하다. 이것을 표준해수(Standard sea water)라 부르는데 표준해수는 국제기구의 공인을 받은 제조회사로부터 제조당시 정밀하게 측정된 염소량 (Chlorinity)을 표기하고 있다. 채수된 시료를 염분계로써 측정하는 순서는 다음과 같다.

- 채수된 시료, 표준해수, 염분계를 실내온도에 적응시킨다.(하루정도 온도변화가 없는 장소에 같이 보관하므로써 가능)
- 측정전에 염분계의 전원을 넣고 10여분 정도 가동시킨다.
- 표준해수병의 양 끝단을 절단한다.
- 표준해수를 염분계내의 용기에 흡입시킨다.
- 스위치를 온도에 맞추고 측정온도를 읽는다.
- 측정온도에 해당하는 기계보정을 실시한다.(계시판 전면에 숫자가 표시되어 dial을 맞춰 보정시킨다.)
- 스위치를 염분으로 돌린다.
- 표준해수의 Conductivity ratio로 맞춰 Dial을 Setting한다.(Ratio는 UNESCO table(1971)을 참조한다)

- Ratio에 해당되는 기계보정을 실시한다.(계기판 전면에 있는 Dial을 돌려 지시바늘이 "0"에 오도록 한다.)
- 용기내의 표준해수를 빼내고 다시 표준해수를 새로이 채운다.
- 앞의 두 과정을 반복하면서 기계보정을 확인한다. (확인 후 온도의 Ratio의 보정은 염분계의 전원을 끌때까지 계속 유지시킨다.)
- 용기내의 표준해수를 빼낸 후 채수 Sample로써 채운다.(채수 Sample로써 1-2회 용기를 씻어낸 후 채운다.)
- 스위치를 온도에 맞추고 Sample의 온도를 읽어 기록한다.
- 스위치를 다시 염분에 맞춘다.
- Conductivity ratio dial을 돌려 지시바늘이 "0"에 오도록 한다.
- Ratio를 읽고 기록한다.
- 앞의 5과정번을 10여회 반복한다. (10여회 지난 후에는 다시 새로운 표준해수를 사용하여 반복한다)

상기와 같이 해수 시료의 Conductivity ratio(R_t : 염분 35‰이고 시료의 온도에 해당하는 해수의 전기전도도에 대한 비)를 구하기 위해서는 상당한 양의 표준해수가 필요하므로 실제로는 표준해수 대신 아표준해수(Substandard sea water)를 사용하여 측정한다. 즉 표준해수를 사용하여 상당량(수 100 l)의 준비된 아표준해수의 Ratio를 여러차례 정확히 측정한 후, 아표준해수로써 채수 Sample의 Ratio를 구하는 방법을 사용한다. 이때 10여개의 Sample마다 아표준해수의 Ratio를 구하여 기계자체내의 변화를 보정하여 주는 것이 좋다.

2) CTD

앞절 참조

2.2.3.2 프로그램 운용

1) 염분계(Salinometer) 자료 처리

해수 Sample의 Conductivity ratio(R_t)와 측정순간의 온도으로써 일반적으로 아래의 두가지 방법에 의해 염분값이 환산된다.

가) Table을 이용하는 방법

UNESCO table(1971) 참조

나) 환산식에 의한 방법

UNESCO technical paper No. 36(1981) 참조

2) CTD 자료 처리

앞절 참조

2.2.4 염분 관측자료 관리

2.2.4.1 자료보관

앞절 참조

2.2.4.2 관측기기 이력서 작성

앞절 참조

2.2.5 기타 유의사항

앞절 참조

2.2.6 참고문헌

앞절 참조

第 Ⅲ 章

生物海洋 分野

(STUDIES ON BIOLOGICAL OCEANOGRAPHY)

연구 원 : 강 래 선

3.1 식물플랑크톤

3.1.1. 식물플랑크톤 조사의 정의 및 목적

식물플랑크톤은 해양에서 일차 생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있으며, 해양의 물리·화학적 환경특성에 따라 시·공간적인 분포의 차이를 보인다. 따라서 식물플랑크톤을 조사하는 목적은 조사해역내 이들의 시·공간적인 분포양상으로부터 생태계의 구조를 이해하기 위함이다.

3.1.2. 식물플랑크톤의 채집방법 및 자료분석

3.1.2.1. 채집방법

식물플랑크톤의 채집은 정성채집과 정량채집으로 구분된다. 정성채집은 조사지역내 식물플랑크톤군집의 구성종을 알아보는 것이며, 정량채집은 군집을 구조하는 각 종의 생물량을 파악하기 위함이다. 정성채집에는 망목의 크기가 60 μm 인 기다하라 네트가 사용되고 있으며, 네트를 수직에인하는 방법을 통해 표본을 채집한다. 정량채집에는 주로 Rosette과 Van Dorn 채수기가 사용된다. 채수된 해수를 담은 시료병은 500 또는 1000 ml 플라스틱병이 흔히 사용된다. 채수된 시료는 Lugol solution으로 고정한다. 고정된 시료는 침전·농축하여 현미경으로 검경·계수한다.

3.1.2.2. 자료분석

종조성을 알기위해 채집된 생물을 종단위로 동정하고, 분류군별 출현종수로 정리하여 나타낸다.

서식밀도는 정점 및 종류별로 ml당 세포수로 나타낸다.

3.1.2.3. 기타 유의사항

3.1.3. 참고문헌

Sourina, A. Phytoplankton manual. UNESCO. pp. 337.

Strickland, J. D. H. and T. R. Parson. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167 (2nd ed.), pp 310.

3.2 동물플랑크톤

3.2.1. 동물플랑크톤 조사의 정의 및 목적

동물플랑크톤 조사는 동물플랑크톤을 대상으로 한 채집, 시료의 고정과 보존, 관찰과 동 정, 시료 처리와 분석, 생리적 실험을 포함한 활동을 말한다. 동물플랑크톤은 부유생태계 내에서 일차생산자의 소비자일뿐만 아니라 유용수산자원의 먹이로서 에너지를 상위 영양단계로 전달하는 중요한 역할을 하므로 동물플랑크톤의 조사를 통하여 이들에 대한 정보를 축적하는 것이 목적이다.

3.2.2. 동물플랑크톤의 채집방법 및 자료분석

3.2.2.1. 채집방법

채집방법은 크게 정량채집(quantitative sampling)과 정성채집(qualitative sampling)으로 나눌 수 있다. 정량채집은 조사해역 동물플랑크톤의 개체수나 생물량을 측정하기 위해 수행되며, 일정한 용량이나 일정면적 위의 물기둥 내에 포함된 동물플랑크톤의 정량자료를 얻을 수 있다. 신뢰할 수 있는 정량자료를 얻기 위해서 고려하여야 할 사항은 다음과 같다. 우선 조사해역에 대한 예비지식에 의거하여 시험적인 채집을 하여 채집계획을 세우고, 채집기기마다 채집효율이 다르므로 이를 감안하여 채집기기를 선정하고, 시·공간적인 변이가 있으므로 채집정점의 수와 채집시기를 결정하고, 후에 통계적인 자료분석을 위해 반복채집을 하는 것이 바람직하다. 정성채집은 종풍도를 비롯한 정성적인 자료를 얻기 위해 수행된다. 정성채집을 위해서는 네트의 크기보다는 예망거리를 길게 하는 것이 바람직하다. 자료의 비교를 위해서는 채집방법을 표준화하는 것이 필요하다. 이를 위해 채집기기의 형태나 크기, 망목의 크기, 예망방법, 예망속도 등을 정하여 일관되게 채집한다. 예망의 방법에는 수직채집, 수평채집, 경사채집이 있어 조사목적에 맞는 방법을 선택할 수 있다. 플랑크톤 네트를 사용하여 동물플랑크톤을 채집하는 방법 이외에 채수기나 펌프, 또는 연속플랑크톤기록기(CPR)를 이용하여 채집할 수 있다. 여러 수층에서 물리·화학자료와 함께 채집할 수 있는개폐식 MOCNESS를 이용하면 많은 정보를 얻을 수 있다.

3.2.2.2. 자료분석

채집한 시료는 조사목적에 따라 분석하게 된다. 정량 자료를 얻기위해 여과(mesh filtration), 원심분리(centrifugal separation), 침전(settling-sedimentation), 막여과(membrane filtration) 등을 이용하여 농축과정을 거친다. 실험실에서 생리

실험을 위한 시료는 건강하게 보존을 하며, 추후의 연구를 위하여 보존이 필요할 때는 5%의 중성포르말린으로 고정을 한다. 생물량은 일반적으로 침전량(settled volume), 배수량(displacement volume), 습중량(wet weight), 건중량(dry weight), 건조유기물중량(ashfree dry weight), 또는 탄소량(carbon weight)으로 측정한다.

3.2.2.3. 기타 유의사항

현장에서 채집된 시료는 자연상태하의 동물플랑크톤 생활을 조사하는데 가장 중요한 정보를 제공하기 때문에 실험실에서 행하여지는 분석기술 만큼이나 정확도와 정밀도를 요구하는 작업이다. 따라서 동물플랑크톤의 채집시 채집목적에 맞는 적절한 채집기구나 방법의 선택이 중요하다. 또한 조사대상 개체군의 규모를 적절하게 설정하는 것도 중요하다. 개체군의 규모가 너무 적다면 전체 개체군의 동태를 파악하기 힘들며, 너무 크다면 채집노력이 비효율적이 된다.

3.2.3. 참고문헌

오모리 · 이케다. 1996. 동물플랑크톤 생태연구법. 심재형 · 김웅서 역. 동화기술.

3.3 Chlorophyll *a*

3.3.1. Chlorophyll *a* 조사의 정의 및 목적

Chlorophyll *a* 조사의 목적은 chlorophyll *a*를 식물플랑크톤의 생물량을 나타내는 하나의 biomark로써 이용하여 식물플랑크톤의 생물량을 정량적으로 측정하는 것이다. 식물플랑크톤의 생물량을 탄소가 아닌 chlorophyll *a*의 양으로 기준하는 이유는 해수중에는 식물플랑크톤만 존재하는 것이 아니라 탄소를 함유한 유기물이 다량으로 포함되어 있고, 이 유기물의 간섭으로 인해 식물플랑크톤의 탄소량을 정확하게 측정할 수 없기 때문이다.

3.3.2. Chlorophyll *a*의 조사방법 및 자료분석

3.3.2.1. 시료의 채집 및 처리

Chlorophyll *a*를 분석하기 위한 시료채집기는 어떠한 것이든 무관하다. 채수병은 세척된 플라스틱 용기가 적합하며, 그 크기는 조사지역에 적합한 것을 사용자가 결정한다. chlorophyll *a*의 분석에 있어 시료채집에서 오는 오차는 그다지 크지 않다.

채수된 시료는 냉동보관하여야 하며, 시료처리는 가능한 빠른 기간내에 실시한다. 채집된 시료를 여과할 때는 pore size가 0.75 μm 인 GF/F 여과지를 사용한다.

시료를 여과시킨 여과지를 90% acetone에 넣고, 냉암소에서 24시간 동안 보관하여 chlorophyll *a*를 용출한다. chlorophyll *a*와 기타물질을 분리하기 위해서는 시료를 원심분리하거나 또는 Syringe filter를 이용한다. 시료를 원심분리할 때에는 3,000~4,000 rpm에서 5~10분간 원심분리할 것을 제안하나, 시료의 특성에 따라 적절한 방법을 선택하여도 무방하다.

3.3.2.2. 분석기기

Chlorophyll *a*를 분석하기 위한 장비로써 주로 spectrophotometer, fluorometer, HPLC가 이용되고 있다. 보편적으로 가장 많이 사용되는 장비는 spectrophotometer이나, 이 장비는 0.2 $\mu\text{g/l}$ 이상의 시료를 측정할 수 있기 때문에 낮은 농도의 표본처리시에는 fluorometer와 HPLC를 이용하여 측정할 수 있다.

3.3.2.3. 자료분석

분석된 결과는 해수 1 l당 생체량을 의미하는 $\mu\text{g/l}$ 로 표기한다.

3.3.3. 참고문헌

Sourina, A. Phytoplankton manual. UNESCO. pp. 337.

Strickland, J. D. H. and T. R. Parson. 1972. A practice handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 167 (2nd ed.), pp 310.

3.4 미생물

3.4.1. 미생물 조사의 정의 및 목적

해양미생물은 해수, 해양동식물, 퇴적층에 서식하는 세균, 진균류, 단세포 조류, 원생동물, 바이러스 등 작은 생명체를 총칭하나 연구대상으로는 일반적으로 세균, 진균류 및 바이러스로 그 범위를 한정하고 있다. 해양미생물은 해수와 퇴적층에서의 물질순환에 대단히 중요한 역할을 수행하고 있고, 이러한 역할은 하는 미생물의 종류는 해양의 물리·화학적 환경특성에 따라 달라진다. 따라서 해양미생물 조사의 일차적인 목적은 특정 해역에서 살고 있는 미생물의 종류는 무엇이며, 얼마만큼의 양으로 분포하는가를 파악하는 것이다.

3.4.2. 미생물의 채집방법 및 자료분석

3.4.2.1. 채집방법

미생물은 수층 시료의 경우 난센채집기(Nansen sampler), 조벨채집기(Zobell sampler), 니스킨채집기(Niskin sampler), 뉴스톤채집기(Neuston sampler) 등을 이용한다. 퇴적층 시료의 경우 천해에서는 주로 코아채집기(core sampler)를 사용하며 심해에서는 큰 상자형 그립채집기(grab sampler)를 이용하여 채집한다. 조사에 이용되는 채집기는 조사지역의 특성에 맞게 어느 것이나 이용해도 큰 문제는 없으나, 채집기는 반드시 청결하게 세척되어 이용되어야만 한다.

3.4.2.2. 자료분석

총세균수는 형광현미경하에서 1 field에 30 cell 이상을 계수하여 총 300 cell 이상을 계수한다. field의 선택은 임의로 선택하여야 한다. 이 자료를 토대로 field당 평균 세균수에 배율에 따른 전환계수를 곱하여 총세균수를 구한다.

세균의 생체량을 구하기 위해서는 우선 개체당 평균체적을 구하여야 한다. 개체당 평균체적을 구하기 위해서는 30 cell 이상되는 field를 대상으로 1 cut 이상의 사진을 찍어 각 개체들의 체적을 측정하고, 이를 평균하여 개체당 평균체적을 구한다. 구해진 평균체적에 개체수를 곱하여 총체적을 구하고, 총체적에 전환계수(0.20 g-C/cm^3)를 곱하여 생체량을 계산한다.

세균의 종류는 한천배지를 이용한 배양방법을 통해 조사될 수 있다. 물론 해양에 존재하는 모든 세균중에서 한천배지에서 배양될 수 있는 종류는 1%를 넘지 않는다. Loading 방법에 의한 배양시 배양기간은 3일이며, pour plating 방법에 의한 배양시 배양기간은 2주이다. 배양후 분리된 단일세균은 3회 이상 streak된 후 동

정단계로 들어간다. 동정은 Gram 염색, Oxidase and Catalase, O/F test의 순으로 실시된다.

3.4.2.3. 기타 유의사항

특정종의 분포를 알고자 할 때, 세균의 종류를 현미경을 이용하여 동정할 수 있다. 동정시에는 흔히 16S rRNA probe가 사용된다.

3.4.3. 참고문헌

- Fry, J. C. 1988. Detremination of biomass. p. 27~72. In B. Austin (ed.), Methods in aquatic bacteriology. John Willey & Sons, Chichester.
- Kogure, K and R. Koike. 1987. Particle count determination of Bacterial biomass in seawater. Appl. Environ. Microbiol., 53 : 274~277.
- Zimmermann, R. 1977. Estimation of bacterial number and biomass by epifluorescence microscopy and scanning electron microscopy. In G. Rheinheimer (ed.), Microbial ecology of a brackish water environment, Springer-Verlag, Berlin. p. 103~120.

3.5 저서동물

3.5.1. 저서동물 조사의 정의 및 목적

저서동물은 해양 생태계에서 먹이사슬의 중요한 부분을 차지할 뿐만 아니라, 부식성 먹이연쇄를 통하여 퇴적물내의 영양염의 농도를 변화시키며, 퇴적물에서 수괴로의 영양염 재순환에 중요한 매개자 역할을 한다. 또한 저서동물은 이동능력이 매우 낮아 급격한 환경 변화로부터 도피할 수 없기 때문에 해역의 오염도를 나타내는 지표생물로 이용될 수 있다. 따라서 저서동물을 조사하는 목적은 조사해역내 저서동물의 시·공간적인 분포양상으로부터 생태계의 구조와 건강성을 이해하기 위함이다.

3.5.2. 저서동물의 채집방법 및 자료분석

3.5.2.1. 채집방법

3.5.2.1.1 조간대 저서동물

- 경성저질 : 조사지역을 대표하는 곳에 지선(line transect)을 설치하고, 50x50cm 크기의 방형구를 조위에 따라 해수의 기준면(datum)까지 연속적으로 설치하여 종류별 서식밀도를 조사한다. 생물량을 나타내는 자료를 확보하기 위해 해수의 기준면으로부터 생물분포의 상한까지 조위 50cm간격으로 30x30cm 면적내 생물을 전량채집한다.

- 연성저질 : 조사지역을 대표하는 곳에 지선(line transect)을 설치한다. 각 지선의 조사점(stand)의 수는 지형을 고려하여 결정하고, 각 조사점에서 Can corer (15x20x30cm)를 이용하여 3회 채집한다. 채집된 퇴적물은 대형 저서동물의 채집을 위해 1mm 망목의 체로 걸러서 퇴적물과 기타 잔존물을 분리한 후, 10% 중성포르말린으로 고정하여 운반한다.

3.5.2.1.2 조하대 저서동물

- 경성저질 : 조간대에서 결정된 지선(line transect)을 따라 해수의 기준면으로부터 생물의 분포가 끝나는 수심까지 50x50cm 크기의 방형구를 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25m에 설치하고, 방형구내에 존재하는 모든 생물을 전량 채집한다. 채집된 생물을 10% 중성포르말린으로 고정하여 운반한다.

- 연성저질 : 조사해역의 각 정점별에서는 Van veen Grab(0.1 m²)으로 퇴적물을 3회 채집한다. 채집된 퇴적물은 1mm 망목의 체로 걸러서 퇴적물내 대형 저서동물

을 분리한다. 채집된 생물을 10% 중성포르말린으로 고정하여 운반한다. 또한 거대 저서동물 및 표서동물을 채집하기 위해서는 Agassiz trawl을 이용한다. 채집방법은 정점별로 2 knot에서 10분간 예인한다.

3.5.2.2. 자료분석

- 종조성 : 채집된 생물을 종단위로 동정하여, 분류군별 출현종수로 정리하여 나타낸다.
- 서식밀도와 생체량 : 조간대의 경우 해수의 기준면으로부터 생물분포의 상한까지 조위 50cm별로 생물의 서식밀도와 생체량을 표기한다. 경성저질의 조하대 저서동물의 경우 채집된 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25m에 존재하는 생물의 서식밀도와 생체량을 표기한다. 연성저질의 조하대에서 Van veen Grab으로 채집한 경우에는 정점별로 생물의 서식밀도와 생체량을 표기한다. 서식밀도와 생체량은 종류별로 1m² 내에 존재하는 것으로 환산된 값으로 나타낸다. 생체량은 습중량과 건중량으로 나타내며, 습중량은 생물 표면에 묻은 물기를 제거한 후 측정하고, 건중량은 70~80℃에서 48시간 건조하여 측정한다. Agassiz trawl을 이용한 경우에는 정점별로 채집된 생물의 종류, 총개체수, 총생체량으로 표기한다.

3.5.2.3. 기타 유의사항

3.5.3. 참고문헌

3.6 어란·치자어

3.6.1. 어란·치자어 조사의 정의 및 목적

어란·치자어는 어류의 초기생활에 속하는 성장단계로 이 중 치자어는 동물플랑크톤에 속한다. 다른 동물플랑크톤과는 서로 먹고 먹히는 관계로서, 미성어, 성어에게는 중요한 피식자로서 해양생태계의 먹이사슬에서 중요한 역할을 하고 있다. 또한 어란·치자어는 유영능력이 거의 없어 급격하고 험난한 해양환경변화에 견디지 못하고, 해역과 해황 그리고 계절에 따라 매우 다른 분포양상을 보이므로 이들을 조사하는 목적은 조사해역내 어란·치자어의 시·공간적인 분포양상으로부터 생태계의 구조를 이해하고, 어류의 초기생활시기의 생물학적 특성과 함께, 그들의 생존에 영향을 미치는 환경요인을 파악하여 어류자원량을 관리할 수 있는 기초 자료를 축적하는데 있다.

3.6.2. 어란·치자어의 채집방법 및 자료분석

3.6.2.1. 채집방법

어란·치자어의 채집에 주로 이용되는 장비는 Bongo Net와 Standard Net(WP II Net)이다. Bongo Net는 경사채집에 이용되며, Standard Net는 층별채집에 이용되고 있다. Bongo Net는 망목의 크기가 300 또는 500 μm 인 것이 이용되며, 망구는 60cm의 것이 이용된다. Standard Net는 망목 및 망구의 크기가 각각 250 μm 와 100cm인 것이 이용된다. 각 net를 이용한 채집방법은 정점별로 2 knot에서 10분간 예인한다.

3.6.2.2. 자료분석

종조성을 알기위해 채집된 생물을 종단위로 동정하고, 분류군별 출현종수로 정리하여 나타낸다.

서식밀도는 정점 및 종류별로 1,000 m^3 당 개체수로 나타낸다. 어란·치자어의 경우 생체량은 큰 의미를 지니지 않기 때문에 굳이 생체량을 나타내지 않아도 무방하다.

3.6.2.3. 기타 유의사항

어란·치자어의 채집에 있어 망목의 크기는 채집장소 및 시기에 따라 달라질 수 있다.

3.6.3. 참고문헌

3.7 성어

3.7.1. 성어 조사의 정의 및 목적

어류는 해양에서 서식하는 생물 중에서는 척추를 가진 진화한 생물 그룹이며 이들 중 많은 수산 어종은 인류의 식량 또는 산업 자재로 이용되고 있어 우리의 생활과 밀접한 관계를 갖고 있는 생물 그룹이다.

어류의 조사는 자원, 생태계의 구성이나 조직을 이해하고 인류에 필요한 종을 이용 관리하기 위한 기초적인 자료를 제공할 뿐만 아니라 환경의 특성과 특정 해역의 오염도를 파악할 수 있는 지표종으로 사용할 수 있다.

3.7.2. 성어의 채집방법 및 자료분석

3.7.2.1. 채집방법

어류의 채집은 어종에 따라 조사선(어선)에 의한 네팅, 정치망, 자망, 낚시, 쪽대, 뜰망 등의 어구 및 어법을 대상종 또는 해역 특성에 맞게 사용한다. 부유성 또는 회유성 어종은 정치망이나 어망을 사용하고 연안 정착성 어류는 자망, 낚시, 뜰망, 쪽대 등을 사용한다. 표본은 10% 중성포르말린에 저장하거나 목적에따라서는 냉동 표본을 제작한다.

3.7.2.2. 자료분석

자료의 분석에 있어 정성적인 분석은 현장에서 채취된 시료를 연구실에서 정밀 동정함으로써 어류 목록, 성장 단계별 어종 조성등 어류상에대한 조사를 실시하며 정성적인 조사는 조사시 사용한 어구를 정량화한 다음 단위 노력당 채취량으로 계산할 수 있다.

3.7.2.3. 기타 유의사항

정확한 종의 동정을 위해서는 지느러미를 포함한 몸의 일부분이 파손되지 않도록 취급시 조심하여야 한다. 고정용액으로 고정시에는 체색이 탈색되므로 현장에서 특징을 기술하고, 표본은 직사 광선이 노출되지 않도록 하여야 하며, 가능한 한 빠른 시간내에 동정하는 것이 바람직하다.

3.7.3. 참고문헌

3.8 해조류

3.8.1. 해조류 조사의 정의 및 목적

일반적으로 저서 해조류로서 남조류, 녹조류, 갈조류, 홍조류를 포함한다. 연안 역 생태계에서 대형 갈조류는 계의 주요한 일차 생산자로서 물질순환의 중심을 이루고 있을 뿐만 아니라, 어류 또는 무척추 동물을 포함한 다양한 분류군의 서식공간으로서 군집의 이차 생산력을 높이는 역할을 하고 있다. 또한 해조류는 고착성 생물로 환경 변화를 반영할 수 있기 때문에 해역의 오염도를 나타내는 지표생물로 이용될 수 있다. 따라서 해조류를 조사하는 목적은 조사해역내 해조류의 시·공간적인 분포양상으로부터 생태계의 구조와 건강성을 이해하기 위함이다.

3.8.2. 해조류의 채집방법 및 자료분석

3.8.2.1. 채집방법

3.8.2.1.1 조간대 해조류

조사지역을 대표하는 곳에 지선(line transect)을 설치하고, 50x50cm 크기의 방형구를 조위에 따라 해수의 기준면(datum)까지 연속적으로 설치하여 종류별 피도를 조사한다. 또한 생물량을 나타내는 자료를 확보하기 위해 해수의 기준면으로부터 생물분포의 상한까지 조위 50cm간격으로 30x30cm 면적내 생물을 전량채집한다. 채집된 해조류를 10% 중성포르말린으로 고정하여 운반한다.

3.8.2.1.2 조하대 해조류

조간대에서 결정된 지선(line transect)을 따라 해수의 기준면으로부터 해조류의 분포가 끝나는 수심까지 50x50cm 크기의 방형구를 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25m에 설치하고, 종류별 피도를 조사한 후, 방형구내에 존재하는 해조류를 전량 채집한다. 채집된 해조류를 10% 중성포르말린으로 고정하여 운반한다.

3.8.2.2. 자료분석

종조성을 알기위해 채집된 생물을 종단위로 동정하고, 분류군별 출현종수로 정리하여 나타낸다.

조간대의 경우 해수의 기준면으로부터 생물분포의 상한까지 조위 50cm별로 종류별 피도와 생체량을 표기한다. 조하대의 경우 채집된 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25m에 존재하는 해조류의 종류별 피도와 생체량을 표기한다.

피도는 암반을 덮고 있는 절대면적을 의미하며, 키가 큰 해조류의 경우에는 잎이 암반을 덮고 있는 면적을 가정하여 표기한다. 생체량은 습중량과 건중량으로 나타내며, 습중량은 생물 표면에 묻은 물기를 제거한 후 측정하고, 건중량은 70~80℃에서 48시간 건조하여 측정한다. 피도와 생체량은 각 종류별로 1m²내에 존재하는 것으로 환산한 값으로 나타낸다. 우점종은 피도 5% 이상의 종으로 표기한다.

3.8.2.3. 기타 유의사항

3.8.3. 참고문헌

Little M. M. and D. S. Little. 1985. Handbook of phycological methods. Ecological field methods: Macroalgae. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 617.

第 IV 章

地質海洋 分野

(STUDIES ON GEOLOGICAL OCEANOGRAPHY)

연구 원 : 우 한 준
김 성 은
추 용 식
김 효 영

4.1 표층퇴적물

4.1.1 표층퇴적물 관측의 목적 및 정의

해양환경에서 퇴적물의 이동은 해류, 조류 및 파랑과 관련되어 이루어지며, 특히 해저면 가까이에서 밑집이동(Bed load transport) 형태로 활발하게 일어난다. 유체 흐름의 구조가 해저면에 크게 영향을 받는 지역을 일컬어 해저경계층(Bottom boundary layer)이라 하며, 이 층은 대부분 자연환경에서 난류층으로 존재하며 질량, 운동량 그리고 열 등이 난류 혼합되어 해수의 상층부로 많은 에너지를 공급한다. 따라서 저면 경계층에서의 퇴적물 이동현상과 이동률을 정량적으로 관측하고 예측할 필요성이 있다. 해저경계층 퇴적물 이동현상 관측에 사용되는 종합환경요소 혼합장비(Sediment Transport Monitoring System: SeTMonS)에 대한 작동원리, 특성, 검정방법 등에 대한 일반적인 소개와 이러한 장비사용에 대하여 전반적으로 다루고자한다.

4.1.2 SeTMonS 장비의 종류 및 검교정 방법

이 장비는 종합관측 혼합장비 시스템으로서 10Hz의 high frequency로 흐름의 특성을 관측할 수 있는

EMCM, 960nm의 파장의 IR의 산란율을 이용하여 부유물질의 농도를 측정하는 OBS가 주요 관측 센서로 구성되어 있으며, 이들은 해저면으로부터 1m 이내의 해저경계층에 수직으로 배열된다(그림 4.1.1 참조). 여기에 파랑과 난류의 특성을 관측할 수 있는 압력 측정 센서와 CTD가 부착되어 있다.

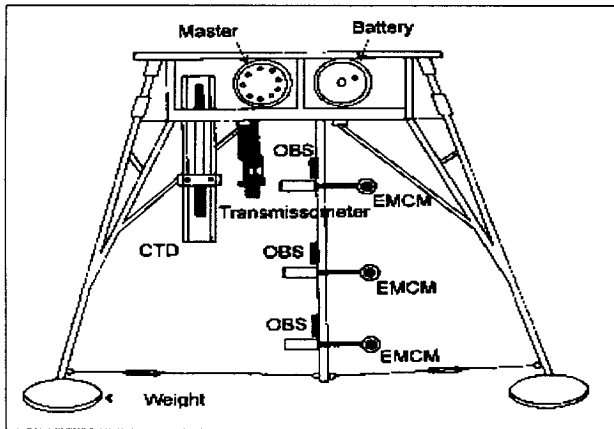


그림 4.1.1 SeTMons에 장착된 센서들의 모식도.

1) Electromagnetic currentmeter (EMCM)

전자기장과 음향원리를 이용하여 유속을 관측하는 기기로서 1947년 Tucker에 의해 처음으로 사용된 이래 지난 수십년 동안 NSTS (Guza and Thornton, 1989), C2S2 (Bowen et al., 1986) 등의 연안환경 연구에 많이 이용되어 왔다. EMCM의 종류에는 구형 (shperical type), 디스크형 (disk type) 그리고 환상형 (annular

type)의 3가지가 있다(그림 4.1.2 참조).

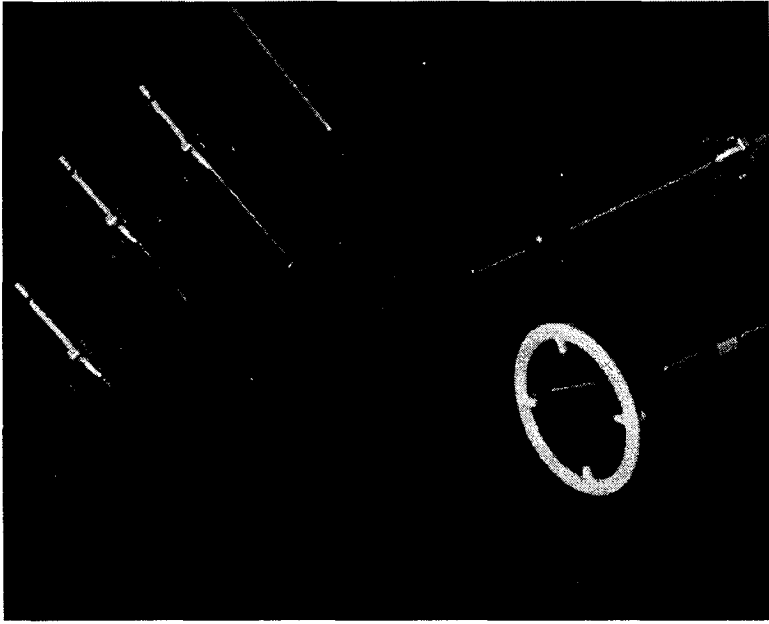


그림 4.1.2 EMCM의 종류.

어떤 형태든지 기본적 작동원리는 'Faraday 유도법칙'으로서, 자기장의 변화에 따라 전도체에 전류가 흐른다는 원리를 이용한다(그림 4.1.3 참조). 센서의 껍질내에 두 개의 여자(勵磁) 코일이 센서 중심으로부터 주변으로 향하는 자장을 보내도록 되어 있으며, 껍질에 두쌍의 전극이 부착되어 있다. 센서 주변으로 해수의 흐름이 존재하면, 센서 주변 물의 자장값이 변하고 코일의 자장을 변하게 만들어, 전압의 변화를 야기시키며, 전압은 해수의 유속에 비례한다. 따라서, 전극에서 발생하는 여자전압(excited voltage)의 변화를 관측함으로써 물운동의 속도와 방향을 측정할 수 있게된다. 두 쌍의 전극이 수평으로 직각으로 설치되어 있기 때문에, 수평적으로 흐름의 두 개의 직각 성분을 측정할 수 있다. 일반적으로 분극 전류를 없애기 위해 교류 전류에 의해 교류 자기장이 만들어진다. 흐름이 x축(그림 4.1.3 참조)에 대하여 θ 의 각도를 가지고 센서를 지나간 경우, 여자의 전압은 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned}
 E_x &= l \cdot B \cdot V \cos \theta \cdot \sin \sigma t \times 10^{-8} \\
 E_y &= l \cdot B \cdot V \sin \theta \cdot \sin \sigma t \times 10^{-8}
 \end{aligned}$$

여기서, E_x 와 E_y 는 각각 전극 P_x-P_x' 와 P_y-P_y' (V) 간의 여자전압이고, l 은 쌍전극 사이의 거리 (cm)이며, B 는 자기장밀도 (gauss), V 는 유속 (cm/sec), σ 는

교류전류의 규칙적인 주파수 (s^{-1})이다. EMCM의 관측범위는 다음과 같다. 최대유속은 3m/sec 정도이고, 정확도는 전체 측정 범위의 약 2% 정도이다. 흐름의 변화에 대한 전압의 반응속도(response time)의 한계는 0.1초이다.

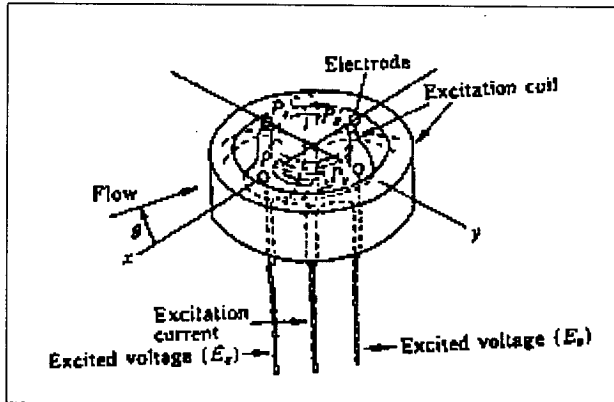


그림 4.1.3 Electromagnetic current meter sensor
모식도.

EMCM의 장점은 아주 견고하고, 다루기 쉬우며 높은 부유사 농도나 공기방울 등에 저항성이 강하므로 파도가 부서지는 쇄파대에서 강한 에너지로 인해 유속계나 이를 계류하는 장치등에 심한 영향과 높은 부유사 농도나 공기방울 등에 저항성이 강하다. EMCM의 단점은 풍성파랑이나 너울에 의한 궤도운동 속도를 관측하기는 충분하나, 난류는 10Hz 고주파 성분을 포함하고 있기 때문에 쇄파대에서 난류속도 (turbulent velocity)를 관측하기에는 부적합하다.

2) Transmissometer

부유물질을 관측하는 기기로서 발광부와 수광부가 반대편에 놓여 있으며, 발광량에 대해 투과되는 정도가 디텍터에 의해 감지된다. 그리고, 이 기기는 상당히 민감하기 때문에 낮은 부유물질 농도의 관측이 용이하다.

3) OBS (Optical backscattering sensor)

광선으로부터 빛이 분산되면서 유체를 통과한 것들만 측정되는 Nephelometer 중의 특징적인 형태는 OBS이다. 이 기기는 D&A Instruments and Engineering사에 의해 제작된 이 센서들은 높은 강도의 적외선을 발사하는 발광 다이오드 (IRED)와 디텍트로 구성되어 있으며, 이 디텍터는 4개의 실리콘 다이오드로 이루어져 있다. IRED는 수직적으로 50°, 수평적으로 30°의 각도(이 지점에서는 50%

의 빔 강도를 가짐)를 유지하며 적외선을 방사상으로 내보낸다(그림 4.1.4 참조). 디텍트는 빔이 진행되는 동안 수층내 부유된 입자에 의해 140 ° 이상 각도로 후방산란된 것들을 취합한다.

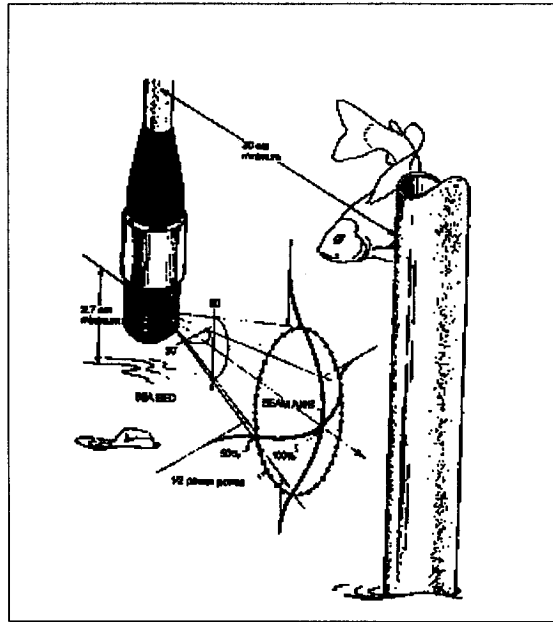


그림 4.1.4 OBS 발광부 IRED의 빔 각도에 대한 모식도.

이렇게 후방산란된 빛의 강도는 실험실에서 검교정을 통해 실제 부유물질의 농도 값으로 환산된다. 입자에 의한 빛의 산란 정도는 입자의 크기와 굴절율(refractive indices)에 따라 강하게 영향을 받기 때문에, 후방산란된 값을 실제 SSC 값으로 바꾸는 것은 수층내 부유물질의 성질 (예: 부유물질 입도, 퇴적물의 광물학적 성분)에 의해 좌우된다. 그러므로, 센서의 검교정은 실제 관측이 실시된 현장의 해저 표층퇴적물을 가지고 실시되어야 한다. 센서의 검교정 방법은 첫 번째로는 현장관측시 OBS가 장착된 각 3개 층의 위치와 일치시켜 호수를 연결하여 기기관측시간과 동시에 채수를 실시함으로써 검교정을 실시하는 것이고, 두 번째로는 관측지점의 퇴적물을 채취하여 실험실에서 물통에 퇴적물을 첨가하면서 믹서기의 원리를 적용하여 일정 농도를 유지시킨 뒤 검교정을 실시하는 것이다. 특히, 실험실에서 검교정을 실시할때는 일차적으로 계획된 현장관측에서의 최고 높은 농도 값을 추정하여 적절한 증분을 설정하는 것이 중요하다. 증분의 범위가 현장에서 관측될 수 있는 부유물질의 농도범위에 비해 너무 크면, 그만큼 농도의 변화에

대한 OBS로부터의 출력 전압의 해상도가 떨어지기 때문이다. 센서의 작동 범위는 퇴적물의 입자크기와 기기의 증분에 따라 달라진다. 니질 퇴적물의 경우 최대 관측할 수 있는 농도가 5kg/m^3 이고 사질 퇴적물의 경우, 각각 0.005kg/m^3 과 0.1kg/m^3 이다. 이 기기의 장점은 연안 특히 해저 경계층 등에서의 높은 부유물질 농도 관측에 적합하고, 수층에서 적외선의 감쇠율은 매우 크기 때문에, 태양광선은 해수면으로부터 0.2m 아래의 수층에서는 탁도를 관측하는데 있어 전혀 지장을 주지 않는다. 이러한 장점으로 인해 해변 및 조간대와 같은 아주 낮은 수심에서도 탁도의 관측이 수월해진다. 이 기기의 또다른 큰 장점은 크기가 작다는 것이다 (약 $0.05 \times 0.018\text{m}$). 작은 크기로 인해 해저면으로부터 아주 가까이에서도 설치할 수 있으며 (최소 0.03m), 여러개를 수직적으로 배열하여 수층내 해저면으로 재부유에 의한 부유물질의 농도가 감쇠되는 지점을 관측할 수도 있다.

4) 압력 센서 (Pressure Gage)

압력센서는 순간수위의 변화를 관측하는 기기로서 PDCR 930 gauge-type이다. 이 센서는 영국 Druk 회사의 제품으로 크기는 $1.95 \times 2.18 \times 1.90\text{cm}$ 이며, 기술적 사양은 다음과 같다.

- output
- span: $10 \pm 0.2\text{v}$
- linearity, hysteresis, repeatability: $\pm 0.67\%$
- operating temperature range: $-40'$ to 105°C
- operating pressure range: $0 \pm 5\text{psi}$
- offset calibration: $7.5 \pm 0.7\text{v}$
- offset shift with temperature ($0^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}$): $\pm 3.30\%$ full scale

기기의 원래 특성과 하우징 후의 특성이 달라지기 때문에 압력센서에 대하여 담수 탱크에서 통계학적인 검교정을 실시한다. 통계학적 검교정을 실시하기전 센서의 오프셋(offset)값은 기록된 값에서 우선적으로 차감하고, 센서에서 감지되는 담수의 압력은 다음과 관계식을 이용하여 해수에서의 밀도로 환산시킨다.

$$h_{sw} = \left(\frac{\sigma_{sw}}{\sigma_{fw}} \right) \cdot h_{fw}$$

여기서, σ_{sw} 와 σ_{fw} 는 각각 담수와 해수의 밀도이며, h_{sw} 는 담수의 수압 h_{fw} 에 상응하는 해수의 수압이다. 이렇게 검교정을 실시하여 최소자승법 (least square line fitting)으로 얻은 상관관계식은 다음과 같다.

$$h(m) = 1.048 \cdot V_{out} + 0.015$$

읍셀을 제거한 후, 위의 방정식을 이용하여 계산된 수위의 시간변화를 계산한다. 평균수심은 평균수위의 시간변화를 얻은후 해저면으로부터의 센서 높이를 빼서 실제 수심의 변화 자료를 취한다. 읍셀 값은 대기압의 상태에 따라 바뀐다. 따라서 수위관측을 실시할 때마다 센서를 물밖에 위치한 후 두 번의 읍셀값을 읽어서 평균값을 출력전압을 실제 수심으로 바꾸기 전 제거한다. 센서로부터 얻어진 수위값은 실제로는 센서위로 감지되는 압력값이다. 이러한 압력값은 평균해수면의 수압에 의한 고정압력 그리고 파랑의 존재에 의해 변동하는 압력부분이 가미된 것이다.

4.1.3 SeTMonS 장비의 자료 기록 (Data Logging)

자료를 기록하는 장치(data logger)는 각종 측정센서들로 관측된 자료를 동시에 저장하는 장치로서 종합관측 시스템에서는 핵심부분으로 이용된다. 그림 4.1.5 (A)는 Data Logger를 이용한 가장 단순한 측정장치의 보기로써, 1개의 센서 및 전원 공급원이 있으면 충분하다. 이 때 Data Logger는 센서 자료의 수치화 작업도 동시에 수행하며, 그 제어와 자료의 수신은 컴퓨터에서의 직렬통신(Serial)으로 이루어진다. 이미 측정기로써의 기능을 갖추고 있는 계기의 경우에는 그림 4.1.5 (B)와 같이 통신포트를 통하여 연결된다.

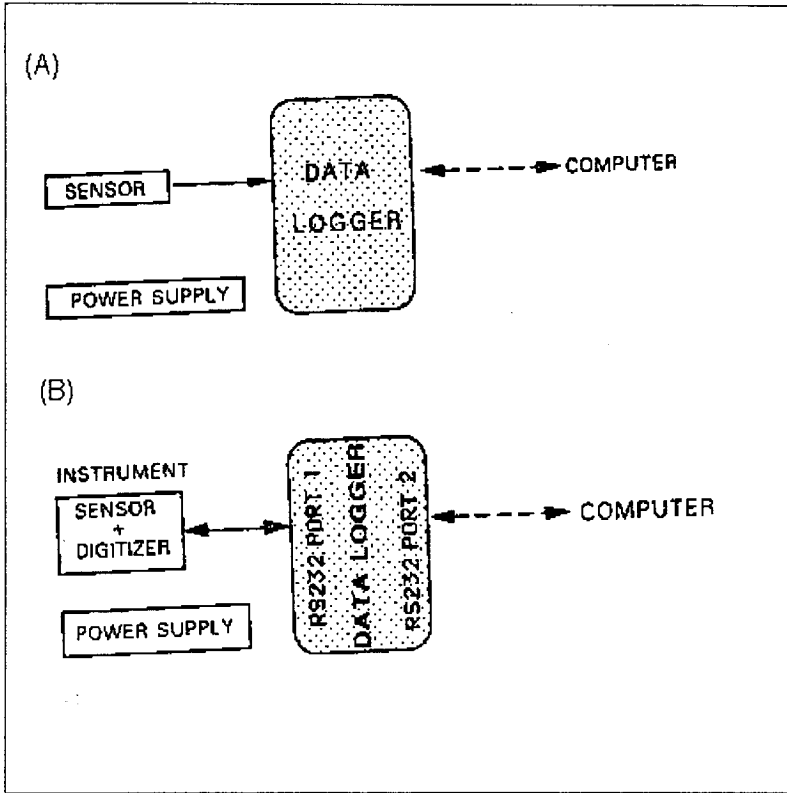


그림 4.15 (A) Data Logger를 이용한 단순한 측정장치 모식도
(B) Serial output port가 장착된 측정장치 모식도.

4.2 시추퇴적물

4.2.1 시추퇴적물 채취의 목적 및 정의

피스톤 시추기 (Piston Corer)는 해저면에서 긴 퇴적물을 채취하는 기구이다. 이 기구는 철선으로 코어를 하강시키고 퇴적물 속으로 원통 (barrel)이 들어가도록 무거운 분동 (weight)을 투하한다. 조정간이 풀어져 코어 통이 수 피트 자유낙하하여 코어시추기가 깊이 박히게 된다 (그림 4.2.1 참조).

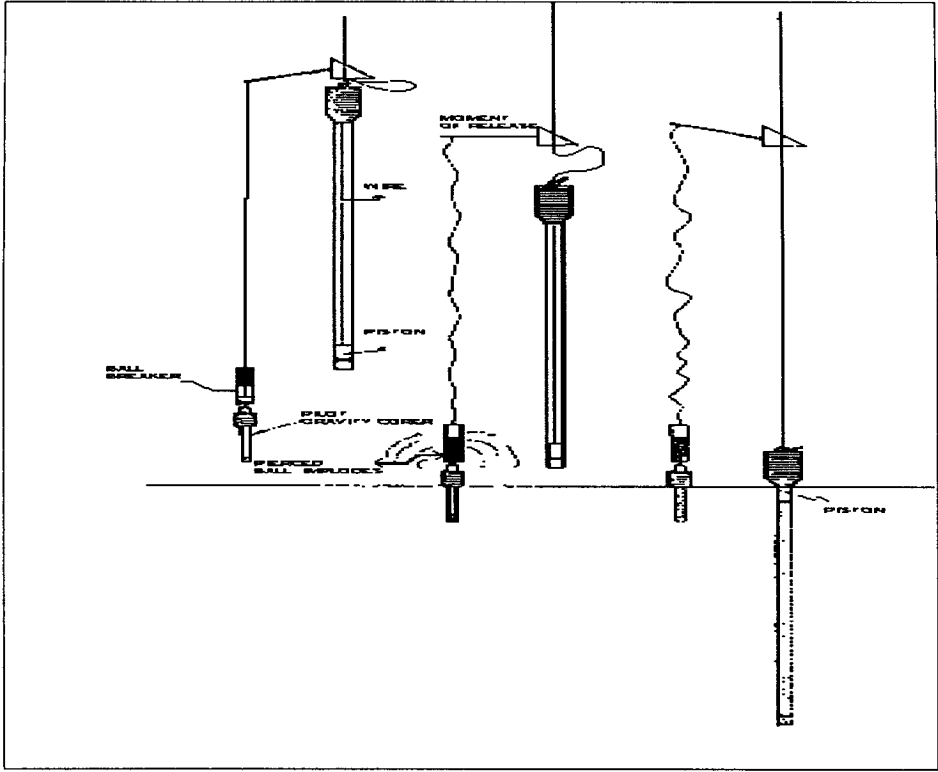


그림 4.2.1 피스톤 코아러의 자유낙하 작동원리에 대한 모식도.

4.2.2 장비의 장점 및 단점

피스톤 시추기의 장점은 수심이 있는 해저면에서 긴 퇴적물을 채취함으로써 가장 최근의 퇴적물에서부터 긴 시간이 지난 퇴적물을 함께 채취함으로써 긴 시간동안의 퇴적 역사를 밝힐 수 있는 것을 가능하게 해준다는 것이다. 반면에 단점은 자유낙하를 하는 동안 코어통이 언제나 꽉 채워지지 않기 때문에, 피스톤을 끌어 기구를 올릴 때 통 안의 코어가 올라오게 되어 밑의 물질이나 물이 빠지기 쉬워져 퇴적물이 변형되거나, 특히 사질퇴적물등은 밑으로 흘러 내린다. 코어퇴적물의 상부는 교란되어 없어지는 경우가 많으며 특히 모래위에 연한 유동 연니가 있을 때 심하다. 피스톤 시추기는 모래가 단단하게 다져진 표면에서 시료를 채취하는 것을 불가능한 것으로 판명되고 있다.

4.2.3 장비구성

피스톤 시추기는 다음과 같은 부품으로 구성되어 있다 (그림 4.1.7 참조)

- ① Trigger release mechanism with wire clamp
- ② Weight stand
- ③ Weight collar
- ④ Weight, Lead
- ⑤ Piston stop
- ⑥ Barrel
- ⑦ Core liner
- ⑧ Piston
- ⑨ Core catcher
- ⑩ Nose core

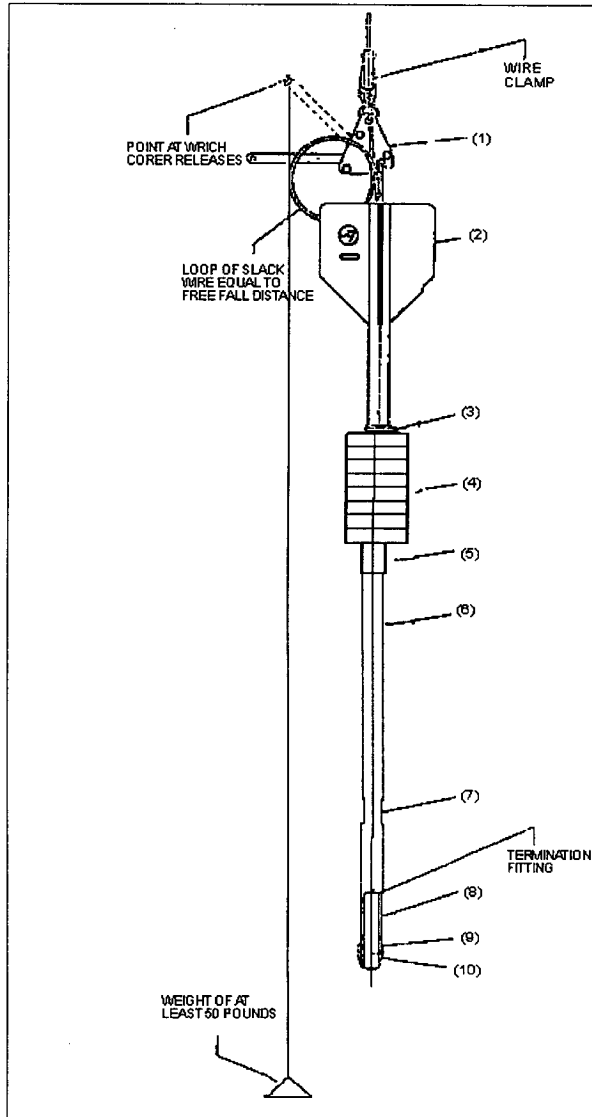


그림 4.2.2 피스톤 코아러 모식도.

4.2.4 피스톤 시추기의 운용

- ① 강철 밧줄을 weight stand 꼭대기의 구멍을 통하여 원하는 barrel의 길이 만큼 충분히 빼낸다. weight collar에 weight를 부착시키고 piston stop을 사용하여 고정한다.
- ② 사용하고자 하는 barrel들을 strap wrench로 연결한다.
- ③ core liner를 barrel 속에 넣고 barrel의 길이보다 약 45 cm 정도 길게 자른다.
- ④ Wire의 끝에 piston을 연결하고 piston pin으로 고정한다. piston 끝의 gasket을 느슨하게하고 core liner 속으로 piston을 밀어 넣는다. bolt를 조여서 gasket을 압착시킨다. 이때 core catcher를 넣을 수 있도록 약 7 cm 정도 piston을 밀어 넣어둔다.
- ⑤ core catcher를 core liner에 밀어 넣는다.
- ⑥ liner를 barrel에 밀어 넣고 nose cone을 strap wrench로 부착시킨다.
- ⑦ wire clamp를 선박의 wire에 부착시키고, 자유낙하 거리 만큼의 wire를 사린다.
- ⑧ 안전핀을 부착 시킨 후 피스톤 시추기를 사용한다.
- ⑨ 시동장치에서 안전핀을 제거하고 시추기를 해저면으로 내린다.
- ⑩ pilot corer가 해저면을 치기 전까지는 천천히 내리며, 케이블의 팽팽함이 느슨해 진 것으로 pilot corer가 해저면에 도달한 것으로 판단되었을 때 내리는 것을 멈춘다. 이때 시추기가 충분히 해저면을 뚫고 들어가도록 충분한 시간을 준다.
- ⑪ 시추기를 선박으로 끌어올려서, pilot corer와 시동장치를 제거한다. 시추기를 갑판위에 수평으로 놓고 nose cone을 제거한 후 core liner를 끌어낸다. 시료가 가득찬 liner들을 분리하여 플라스틱 마개로 막고 테이프로 마개를 싼 후 liner에 정점등을 표시한다.

4.3 참고 문헌

- Bowen, A.J., Chartand, D.M., Daniel, P.E., Glodowski, C.W., Piper, D.J.W., Readshaw, J.S., Thibault, J. and Will, D.H., 1986. Canadian Coastal Sediment Study: Final Report of the Steering Committee. National Research Council of Canada.
- Guza, R.T. and Thornton, E.B., 1989. Run-up and Surf Beat. In: Nearshore Sediment Transport., R.J. Seymour (Ed.), Plenum Press, N.Y.: 173-181

第 V 章

海洋地球物理 分野

(STUDIES ON MARINE GEOPHYSICS)

연구 원 : 유 해 수
박 찬 홍
장 재 경

5.1 수심

5.1.1 수심관측의 개요

음향측심기는 고주파의 짧은 펄스를 발생하여 해저면에서 반사되어온 신호를 감지하여 수심을 측정하는 장비이다. 측심은 모든 해양조사시 각 연구분야에 있어 가장 기본이되는 자료로 이용된다. 음향측심의 원리는 음파가 발사된후, 해저면에서 반사되어 돌아오는 시간의 1/2에 음속을 곱하여 수심으로 계산된 결과를 기록지에 연속된 그림으로 나타낸다. 그러나 음속은 온도, 염분도, 그리고 수압에 따라 달라지므로 정확한 수심은 수직방향으로 수온 및 염분도를 측정하여 보정한다. 그러나 100m 이내의 수심에서는 일반적으로 바-체크(bar-check)방법을 사용하여 수심을 보정하는 것이 편리하다. 송·수신기의 홀수선 보정은 기록계내에서 보정한다. 그리고 조석보정은 조석계를 설치하여 기록을 얻은후, 기준항의 수로국 검조기록으로부터 연평균 해면 및 기본 수준면 자료를 이용하여 보정한다.

5.1.2 장비의 종류

5.1.2.1 단빔 음향 측심기 - Simrad EA500

Simrad EA500 음향측심기는 조사선 온누리호 선저에 부착되어 있다. 측심자료는 Simrad MDM (Marine Data Management) system에 연결되어 자료가 저장된다.

1) 장비의 구성

EA500은 sounder unit, 2개의 transducer, CRT & LCD display unit, 그리고 printer 등으로 구성되어 있다. sounder unit은 EA500의 중심 부분으로 transceiver module, digitizer module, single processor module, interface module, control processor module, 그리고 display/ethernet module등으로 구성되어 있다. transceiver module은 음파의 발생과 신호의 수신을 조절하고, digitizer module



그림 5.1.1 EA500 음향측심기

은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 계수화 시키는 기능을 담당한다. single processor module에서는 bottom detection에 관한 연산과 각종 매개변수에

대한 평가, 그리고 음향측심도 (echogram)을 나타낸다. control processor는 모든 기능을 제어하고 동기화 시키는 기능을 하며 외부장치들과 통신을 담당한다. display/ethernet module은 control module에 의해 제어되며 display 부분은 video 신호의 기본색인 RGB 색을 만들며 ethernet 부분은 LAN interface로 외부장치와의 정보교환을 할 수 있다. interface module은 RS232C serial interface, Centronics printer interface, 외부장치와 동기를 일치시키기 위한 아날로그 입출력 신호등으로 이루어져 있다.

transducer 부분은 12 KHz와 38 KHz의 공진주파수를 가지는 2개의 single-beam transducer가 부착되어 1개에서 3개까지 서로 다른 주파수를 독립적으로 그리고 동시에 구동시킬수 있다. CRT와 LCD display 부분은 음향측심도와 계수화된 수심값을 나타내고 joystick이나 key pad를 사용하여 각종 매개변수들을 조정할 수 있다. printer는 음향측심도와 ethernet를 통하여 입력된 각종 정보들을 나타내며, 기록보관용으로 사용된다.

일반적인 음향측심기와 EA500의 차이점은 건식 기록지를 사용하지 않고 모니터에 해저지형단면을 나타내면서 수심기록이 디지털 값으로 출력되며 프린터를 통하여 단면을 그려낸다. 해저면에서 반사되어 돌아오는 반사신호의 세기 정도에 따라 색상을 부여하여 출력이 표현되므로 해저면의 퇴적물 분포현황과 그 두께의 식별이 측심만으로 확인할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 또한 2가지 주파수를 동시에 사용하면서 해저 퇴적층의 투과심도에 따른 퇴적상 분포해석이 가능하다. 특히 EA500은 5,000 m 이상의 심해에서도 양호한 해저지형 기록단면을 얻을수 있어 동해심해연구에 활용할 수 있다.

2) 장비의 성능

Range	1,5,10,25,50,100,250,500,1000,1500,2500,5000,10000 meters
Ping Rate	Adjustable in 0.1-second steps
Bottom Detector	Software multichannel tracking algorithm Adjustable min. and max. depth algorithm.
Transmission Power	4KW (12KHz) 2KW (38KHz)
Transducer Gain	13.3dB (12KHz) 22.8dB (38KHz)
Pulse Length	1.0, 3.0, 10.0msec (12KHz) 0.3, 1.0, 3.0msec (38KHz)
Max. Range	13,000m (12KHz) 3,200m (38KHz)

3) 장비의 운용

Operation Menu -

1.ping Number | 2.Ping Interval | 3.Transmit Power | 4.Noise Margin

Display Menu - 1.Color Set | 2.Event Mark | 3.Echogram Speed | 4.Echogram

Printer Menu -

1.Navigation Interval | 2.Event Msrker | 3.Echogram Speed | 4.Echogramrgin

Transceiver Menu -

1.Mode | 2.Xducer Depth | 3.Absorption Coeff. | 4.Pulse Length | 5.Bandwidth

Bottom Detection Menu -

1.Min. Depth | 2.Max. Depth | 3.Transmit Power | 4.Noise Margin

Eathernet Menu

Serial Communication Menu

Annotation Menu - 1.Event Counter | 2.Time Interval

Navigation Menu

Sound Velocity Menu -

1.Profile Type | 2.Depth upper & lower | 3.Velocity min & max

Motion Sensor Menu - 1.Heave | 2.Roll | 3.Pitch

Utility Menu - 1.Beeper | 2.Status Message | 3.Display | 4.Default Setting

5.1.2.2 다중빔 음향 측심기 - SeaBeam 2000

SeaBeam 2000은 12 KHz의 음파를 발신하는 28개의 음원발생기 (projector)를 동시에 동작시키며, 발신된 음파신호가 해저면에서 반사되어 되돌아오는 신호를 84개의 수신기 (hydrophone)로 수신한다. 이때 조사선의 향로를 중심축으로 직하방에 대한 좌우의 일정한 폭 (90° - 120°)의 수심을 동시에 측정한다. 컴퓨터에 의한 기록장치에는 조사선의 향적 및 수심에 대한 등고선을 실시간으로 나타낼수 있고 뿐만 아니라 후처리에 필요한 각종 음향정보를 기억할 수 있는 컴퓨터 일체 식의 다중음향측심기 (multi-narrow beam echo sounder)이다.

1) 장비의 구성

SeaBeam 2000은 크게 Underhull Array, Transmitted Rack, Receiver Rack, Data Processor Rack, Peripherals, Motion Sensor 등의 5가지 하드웨어로 구성되어 있는데, 각각은 다음과 같이 구성되어 있다.



그림 5.1.2 SeaBeam 2000

가) Underhull Array

조사선 선저하부에 장치된 음파의 발신 및 수신부를 이루며, 발신부는 28개의 발신의 조합으로 조사선의 좌·우현 방향으로

선수쪽의 Dome 내부에 장착되어 있다. Dome의 내부는 음파의 매질을 물로 사용하고 있는데, 일반적으로 담수 또는 해수로 채워져 있고 Hydrophone을 미세한 해양생물로부터 보호하기 위하여 담수를 주로 사용한다.

나) Transmitter Rack

음파의 발신을 제어하는 모듈로써 필요한 에너지를 발생시키는 장치이다. Host Computer에 의한 구동신호를 입력 받으면 VRU (vertical reference unit)로부터 pitch, roll, heave에 대한 정보를 입력 받아 pitch compensator에서 Doppler Shift의 영향을 보정하고, 출력된 증폭단에서 증폭되어 projector를 통해서 방출된다.

다) Receiver Rack

발신음파를 수신하는 수신부를 제어하는 모듈로써 Host Computer에 의해서 제어되며 Control Main Frame, 3개의 DBBT Main Frame으로 구성되어 있고, 각 DSP (Digital Signal Processor)는 Host Computer로 부터의 명령에 따라 A/D 변환하여 자료를 전송한다. 특히, 음파의 입력부분은 transformer를 통하여 하이 드로폰과 결합되어 있으며, 최대이득 151dB 까지 조절할 수 있고, 대역폭 (Band Width), 최종이득 (Overall Gain), TVG (Time Varring Gain)등은 소프트웨어에 의해서 제어된다.

라) Data Processor Rack

컴퓨터로 이루어진 모듈로써 2대의 미니컴퓨터 (Micro-VAX 4000-200)와 신호의 발신부 및 수신부를 제어하기 위한 1대의 486급의 컴퓨터 (Host Computer)로 이루어져 있는데, 미니컴퓨터의 경우 LAN으로 연결되어 있어 1대는 보조 컴퓨터의 개념으로 고장시의 대체 컴퓨터와 현장에서의 간단한 후처리를 할 수 있도록 고안되었다. 제 1 컴퓨터는 음파신호 제어용 컴퓨터 (Host Computer)와 LAN으로 연결되어 있어 실시산 자료의 송신, 수신 및 저장을 수행한다. 제 2 컴

퓨터는 제 1 컴퓨터 시스템으로부터 옮겨진 자료에 대한 후처리의 기능을 수행하며, 제어용 컴퓨터의 수행능력에 비추어 현장실시간 명령의 접수 및 수행은 제 1 컴퓨터에 의해서 이루어진다.

마) Peripheral

컴퓨터에 의해 수행된 명령 또는 처리된 결과를 도출하기위한 주변장치를 말하며 Tape Unit과 Plot Unit으로 나뉜다. 특히, Plot Unit의 경우 위치정보와 2차원의 해저지형을 동시에 나타내는 대형 Plot과 해저의 2차원 지형만을 나타내는 소형 Plot으로 구성되어 있다. SeaBeam 2000의 가장 큰 장점으로는 빔 자료의 위상차에 의한 Side Scan Image를 수식에 의한 도출이 가능하여 이에대한 기록계로 EPC-9701VT 레코더로 구성되어 있다.

바) Motion Sensor

빔자료 정보의 정밀성을 향상시키기 위한 장치로 조사선의 정중앙부에 위치하며, 주로 피칭 및 롤링, 위치정보등을 정확하게 제어용 컴퓨터에 전송하여 하드디스크에 수록은 물론 실시간 처리의 입력자료로 사용하며, 후처리시의 중요한 자료로 이용된다.

2) 장비의 성능

	Depth Mode		
	<Shallow Mode>	<Deep Mode>	
Depth	10 - 600	400 - 11,000	m
Transmit Beamwidth	4 x 130	2 x 100	deg
Receive Beams	61	121 - 91	
Receive Bandwidth	4 x 15	2 x 15	deg
Pulse Length	2	7 - 20	msec
Ping Interval	1 - 2	2 - 22	sec
Projectors/Power Amp.	14	28	
Hydrophones/Pre. Amp.	42	84	
Source Level at 30 Deg.	228	234	dBuPA/M
Frequency	12		KHz
Pitch	+/- 7.5		deg
Roll	+/- 10		deg

3) 장비의 운용

SeaBeam 2000의 소프트웨어는 크게 음파신호의 제어, 수신신호의 실시간처리 명령 및 획득자료의 정밀처리를 위한 후처리등 크게 3가지로 나눌수 있다. 제어 및 실시간 명령은 주로 현장에서 이루어지며 후처리의 경우 위치자료의 재편집,

음파자료의 수정등 일련의 간단한 작업은 주로 현장에서 이루어 지고, 최종의 탐사용 정밀도면이나 해저지형도등을 만드는 일련의 작업은 주로 실험실의 컴퓨터에 의해서 수행된다.

가) 음파신호의 제어

현장조사시 전원의 공급 및 시스템 준비가 완료된후 수행되는 최초의 명령으로 음압의 크기, 발신수신의 시간간격 조절등의 제어명령으로 구성되어 있다. 대부분의 명령항목은 기계적 특성에 따른 이미 결정된 값을 변수값 (Parameter's Value)으로 하고 있으며 몇 개의 현장 여건에 따른 변수값의 변경이 가능하도록 되어있다. 특히, 수신빔의 크기에 따른 적절한 조절은 side scan image에 큰 경향을 미치게 된다. 발신 및 수신신호의 적절한 제어는 최초의 원시자료의 질을 결정하게 됨으로써 각 변경 변수값의 의미를 파악 운영하는 것이 필요하다. 음파의 제어에 필요한 명령은 다음과 같이 구성되어 있다.

(1) Sonar System Parameter

SeaBeam 2000의 현장 운영시 기계적으로 고정된 장비의 특성에 따른 음파특성 변수를 결정해주는 명령으로 하위의 4가지 명령으로 구성되어 있다.

(2) System Mode Control

최초의 가동상태 및 음파의 발사, 자료의 수신등과 시스템의 정지등에 관련되는 명령으로 Idle, Survey, Roll Bias, Shutdown으로 구성되어 있다.

(3) Sonar Display Menu

수신신호에 대한 제어명령이 주를 이루고 있으며, Host computer에 표현되는 파라미터를 변경하는데 이용된다. 특히, SeaBeam 2000의 가장 큰 특징인 side scan image를 제어하는 명령이 포함된다.

(4) Signal Processing Parameters

발신 및 수신신호 처리에 필요한 명령으로 이의 적절한 조절은 획득자료의 질에 큰 영향을 미친다.

(5) Master Status Select Menu

시스템 운영중 필요한 정보를 인식하기 위해 표시 여부를 결정하는 명령으로 대부분 현장에서의 시스템 상태등의 확인에 필요한 명령이다.

(6) Receiver Menu

발신신호에 대한 수신에 적절한 대역폭 및 각종 변수를 결정하는 명령으로 주로 수신신호에 대한 수신 대역폭을 결정한다.

(7) Real Time Diagnostic Menu

모든 내부적인 처리에 대한 시간의 통일등을 위한 명령으로 실제로 최초의 가동시 확인하고 각 장비에 대한 시간의 일치가 이루어져야 한다.

나) SeaBeam 2000의 컴퓨터 운용

음파신호의 제어에 따라 수신된 음파는 1차로 486급의 컴퓨터에 의해서 제어되는 DSP (Digital Signal Processor)의 실행에 의해서 아나로그 신호를 계수화하여 내부의 함수화된 모듈의 처리를 거쳐, 산출된 실제의 조사된 값들을 조사선의 운영정보 (위치정보 및 Motion Sensor 정보)와 함께 실시간 처리를 위한 VAX 시스템으로 전송된다. 이때 Micro VAX 4000-200 시스템은 VMS Operation상에서 일괄처리화일 (Batch Processing)의 실행에 의해서 주로 실시간 처리가 이루어지게 된다. Host 컴퓨터는 주로 송신 및 수신 제어에 관계되는 프로그램이 운영되는 것에 비하여 VT-1300 모니터에 의한 수신신호의 제어부분은 자료의 정리, 기억, 보관, 결과의 도출 (주변기기 운용, 프로터의 작동등)이 주로 이루어진다. 모든 명령이 DCL (DEC Command Level)에서 이루어지는 명령으로 구성되어 있고, 다음의 일괄처리화일의 선택에 의해서 수행된다.

(1) Display

송수신에 따른 자료처리 결과를 현재의 모니터상에 표시하고 조사선의 항적 및 목적지까지의 거리등이 조타실의 모니터상에 나타나게 하는 명령으로 구성되어 있다.

(2) Startup

자료의 획득후 수록환경을 결정하기 위한 명령으로 이 명령의 실행은 자료의 보관영역과 수록방식등이 결정된다.

(3) Configuration

시스템내에서 처리된 결과자료를 제어하는 명령으로 주로 파일의 관리 및 시간의 결정등에 대한 명령으로 구성된다.

(4) Plotter

시스템의 운영중 결과의 도출에 대한 명령으로 주로 Plotter의 제어를 수행한다. 도면의 크기, 영역, 수심 표현폭등의 결정에 필요한 명령으로 구성되어 있다.

(5) Shutdown

작업의 완료와 같은 컴퓨터 시스템상의 프로그램 운영등을 중단하기 위한 명령으로 이루어져 있다.

(6) Archive

획득자료의 후처리환경을 위한 명령으로 자료보관 및 backup등을 수행한다. Reel Mag. Tape, 카트리지를 통한 자료의 전송을 수행하며, 기존의 테이프 수록 자료를 다시 컴퓨터로 입력 시키는 명령이 수행된다.

(7) Filemgr

시스템 운영중 발생하는 수록 파일의 이름변경, 테이프 수록 확인을 위한 환경확인, 다음의 작업을 위한 하드디스크의 용량 확보등에 필요한 명령을 수행한다.

5.1.3 참고문헌

- 한국해양연구소. 1993. 심해저 광물자원 탐사기술개발 및 환경보존연구
한국해양연구소. 1993. 해양지구물리 탐사기술개발 연구
한국해양연구소. 1992. 수중음파 측정기술 연구
한국해양연구소. 1996. 한국 대수심해역의 지구적 해저환경 연구
한국해양연구소. 1992. 중앙대서양 및 남지나해 종합 해양특성조사 연구
Marine Geodesy. 1980. Multibeam Bathymetric Sonar : Sea Beam & Hydro
Chart SeaBeam Inst. Inc. 1992. SeaBem 2000 Bathymetric Swath Survey
System operation Manual (Prepared for KORDI), 1:92
SeaBeam Inst. Inc. 1992. SeaBem 2000 Bathymetric Swath Survey System In
House System Test Manual (Prepared for KORDI), 1:152
SeaBeam Inst. Inc. 1992. SeaBem 2000 Bathymetric Swath Survey System
Hardware Technical Manual (Prepared for KORDI), 1:95

5.2 해상중력

5.2.1 중력계작동 및 logging 방법

5.2.1.1 중력계의 장비 구성

종합 해양연구선 온누리호에 탑재된 중력계는 LACOSTE & ROMBERG 사의 SEASYS marine gravity meter system model S로써 중력계 센서, 중력계를 지지하는 platform과 중력계를 수평으로 유지시키기 위한 두 개의 서브 모터, gyro를 기동시키기 위한 200 Hz정전압기와 SEASYS 소프트웨어를 작동시키기 위한 Compaq 286 PC 및 Fujitsu DL 3300칼라 프린터가 부속 되어 있다. 이들 장비 중 200 Hz 정전압기와 PC 및 프린터는 200 호실 CPU room에 나머지 중력계의 본체는 219호실 Gravitiy meter room에 놓여 있다.

5.2.1.2 중력계 기동법

- 1) CPU room에 있는 PC 및 전원 공급기 아래에 있는 200 Hz stable AC power source의 좌측 전원 단추 (71/2 이라고 쓰여 있음)를 누른다.
- 2) PC의 전면부에 있는 전원 스위치를 켜다.
- 3) 본체 뒷면 좌측에 있는 주황색의 주 전원 스위치를 켜다.
- 4) 전원이 공급되면 PC가 작동되면서 자동으로 SEASYS 프로그램이 작동되며 중력계와 platform 그리고 gyro와 중력계 예열기가 작동되기 시작하여 그림 4-1과 같은 메시지가 화면에 나타난다. 통상 중력계가 예열되는 데에는 수시간, gyro가 예열되는 데에는 약 15분이 소요되므로 출항 수시간 전에 배의 전원을 육전에서 자체 발전기(해전)로 전환한 후 이 과정을 미리 밟는 것이 바람직하다.
- 5) 세 열에서 모두 yes가 나오면 다음 단계로 넘어가게 된다. 이때 PC의 키보드와 프린터가 담겨있는 서랍을 열고 사용을 준비한다.
- 6) 예열과정이 끝나면 화면이 나타나는데, 이때 Gravity meter room으로 가서 투명한 아크릴로 덮여있는 중력계 위 덮개를 걷어 내고 우측 중하단에 있는 클램프 스크류를 반시계 방향으로 더 이상 돌아가지 않을 때까지 돌려준 후 PC에서 Y를 입력하고 Enter 키를 누른다.
- 7) 잠시 후 초기 화면이 나오면 매 10초마다 중력 데이터가 화면에 표시되며 하드 디스크 및 프린터에 기록된다.

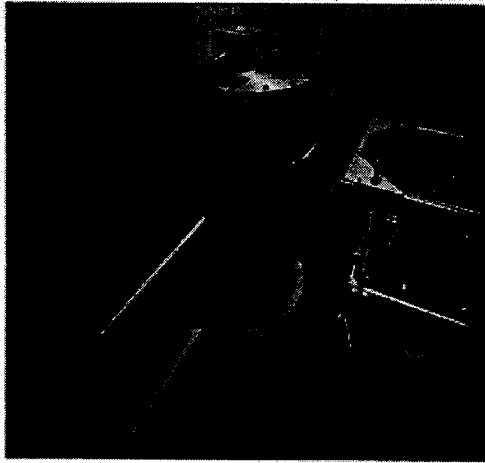
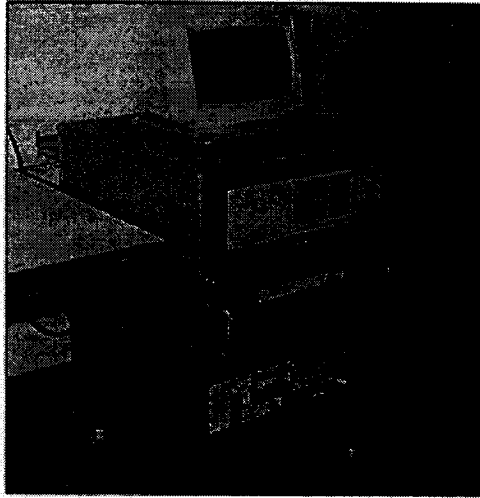


그림 5.2.1 중력계를 조정하고 자료를 기록하기 위한 컴퓨터 시스템(위)
조사선 온누리호에 있는 안정판위에 설치된 중력계 센서(아래)

5.2.1.3 SEASYS 소프트웨어 사용법 (1) - 출항전 준비 단계

중력계가 작동을 시작하면 시간과 날짜를 입력시키고 측선면(line ID)을 설정해 준다. 중력계를 사용하지 않을 때에는 마지막 사용한 순간부터 시간 정보가 PC의 CMOS 기억 장치에 남아 유지되지만 중력계가 일단 기동이 시작된 후에는 200 Hz 안정전원 공급기를 사용하여 PC에 내장된 시계보다 훨씬 정확한 시간을 유지할 수 있다. 따라서 탐사 목적지까지 이동한 후에, 탐사 목적지에서 탐사 지점으로 출항하기에 앞서 항법장치(Navigation system)의 시간과 중력계의 시간을 일치 시켜 주어야 하며, 이어서 올바른 기록을 위하여 정확한 날짜를 입력하고 측선명을 설정해 주어야 한다.

1) 측선명을 바꾸는 방법

가) 중력계가 작동하고 있는 상태에서 아무키나 누르면 메인 메뉴가 나타난다.

나) 이때 select procedures를 선택하고 enter 키를 누른다.

다) Procedure menu가 나타난다.

라) Update line ID를 선택하고 enter를 누른다.(my_line #는 아무런 측선명을 주지 않았을 때의 명칭이다.)

마) 알파벳, 숫자 및 기호를 사용하여 10자 이내에서 측선명을 설정해 준다.

바) enter를 누르면 다시 초기 화면으로 돌아가며 이때 화면 line ID란에 새로 입력한 측선명이 표시된다.

2) 날짜 및 시간을 바꾸는 방법

가) 중력계가 작동하고 있는 상태에서 아무키나 누르면 메인 메뉴가 나타난다.

나) 이때 select procedures를 선택하고 enter를 누르면 procedures menu가 나타난다.

다) Procedures menu에서 3번을 선택하고 enter를 누르면 화면이 나타난다.

라) 시간을 바꿀 때에는 중력 측정이 일시 정지하므로 메뉴는 정말로 시간 값을 바꿀 것인가를 다시 한번 묻는다. 이때 Y를 치고 enter를 누른다.

마) 현재의 날짜가 Julian Date로 표시된다.

바) 날짜 값을 바꾸고 싶으면 Y를, 그대로 두고 싶으면 N을 치고 enter를 누른다.

사) N을 선택하여 날짜 값을 변경시키지 않았다.

아) 다음으로 현재의 시간이 나타나며 이를 변경시키고자 할 때에는 Y를 누른다.

자) KonMAP의 시간에 맞추어 시간을 입력한다.

5.2.1.4 SEASYS 소프트웨어 사용법 (2) - 출항후 운영

출항후 운영은 중력계 관리자가 하루에 4, 5회 중력계의 상태를 점검하여야 하며, 이때 시스템이 어떠한 착오를 내지 않았는지와 중력계의 시간과 항해장치 (KonMAP)의 시간차가 클 경우 다시 시간을 바꿔 준다. 중력자료와 항해장치간의 시간차가 클 경우 다시 시간차를 바꿔 준다. 중력자료와 항법, 수심등 기타 여러 가지의 자료를 포함하는 KonMAP자료가 시간(time-tag)을 기준으로 결합 편집되므로 정확한 시간은 자료의 신뢰도에 큰 영향을 준다.

출항후 중력계의 알람 스위치를 꺼야 한다. 알람 스위치가 작동되면 중력계의 이상이 생길 때 작동이 정지되며 운영자의 조치를 기다리는 상태로 된다. 알람스위치를 끄는 방법은 아무키나 눌러서 main menu에서 2번 toggle 스위치를 선택하고 다시 4번의 toggle alarm 스위치를 선택한다.

5.2.1.5 SEASYS 소프트웨어의 사용법 (3) - 데이터 백업

데이터 백업에서 중력계 시스템은 매 24시간마다 한 개의 파일을 자동적으로 생성시킨다. 파일 하나의 크기 약 0.916 Mb로 이론상으로는 하드디스크에 약 45일분의 데이터가 저장될 수 있다. 데이터의 백업은 중력 측정을 일시적으로 중단시키므로 되도록 조사 종료후 하는 것이 가장 바람직하나 하드디스크의 용량초과가 예상되거나 시스템 자체가 불안정할 경우 부득이 한 경우는 그때그때 부분적으로 백업을 받아 두어야 한다.

5.2.1.6 데이터 백업 방법

- 1) 중력계가 작동하고 있는 상태에서 아무키나 누르면 메인 메뉴가 나타난다.
- 2) 이 때 3번, 즉 select procedures를 선택하고 enter를 누른다.
- 3) Procedures menu가 나타난다.
- 4) Procedures menu에서 transfer files to floppy disk를 선택하고 enter를 누르면 화면이 나타난다.
- 5) 백업작업 도중에는 중력계의 측정 작업이 일시 중지되므로 중력계는 정말 백업을 받을 것인지 묻는다. Y를 치고 enter를 누른다.
- 6) 가장 오래된 파일부터 화면에 나타난다. 이 파일이 백업 받을 파일이라면 미리 포맷된 5.25인치 2 HD 디스켓을 드라이브에 넣고 Y를 누른 후 필요 없는 파일이면 S를 눌러서 통과시킨다.
- 7) 백업을 받은 파일을 하드 디스크에서 지우려면 다음 메시지에서 Y를 누르고 enter를 누른다. 이때 하드디스크에서 삭제하지 않고 보존하려면 N을 눌러 준다.
- 8) Transfer complete라는 메시지가 나오면 백업이 완료된 것이다.

9) 더 백업 받을 파일이 있으면 다음의 메시지에서 Y를, 더 이상 백업작업을 하지 않을 경우에는 N을 누르고 enter를 누른다.

5.2.1.7 중력계 종료법

- 1) 중력계가 작동하고 있는 상태에서 아무키나 눌러서 메인 메뉴가 나타나면 toggle switch를 선택한다.
- 2) 가) toggle spring tension servo, 나)toggle torque motor switch off, 다) toggle 200 Hz switch off의 순서로 선택한다.
- 3) 다시 아무키나 눌러서 메인 메뉴가 나타나면 select procedures를 선택한다.
- 4) Select procedures menu에서 terminate program을 선택한다.
- 5) PC의 전원 스위치를 끄고, 200 Hz의 전원을 끄고, 주 전원을 끈다.
- 6) 마지막으로 Gravitymeter room에 놓인 중력계 빔 스크류를 시계 방향으로 끝까지 돌려서 clamp시킨다.

5.2.2 해상중력탐사

5.2.2.1 서론

한반도 근 해역에는 대륙붕 석유탐사 목적으로 외국 장비와 기술로 측정되었던 일부 지역을 제외하고는 대부분 지역에서 해상중력 측정이 이루어지지 않아 연구 자료가 매우 제한되어 있을 뿐만 아니라 국내 해상중력에 대한 연구도 매우 미미한 편이다. 1992년 종합 조사선 온누리호에 국내 최초로 해상중력계가 도입 설치되어 운용을 개시한 것을 계기로 본격적인 해상 중력연구에 돌입할 수 있게 되었다. 그러나 운영 경험이 거의 없는 해상 중력계의 운용과 자료처리 기술 및 해석 기술의 연구가 체계적으로 갖추어져 있지 않기 때문에 원활한 활용을 위한 기반기술의 연구가 시급한 실정에 있다. 이에 본 연구는 종합 조사선 온누리호에 설치된 해상중력계의 원리 및 현장 측정 시스템을 면밀히 파악하고 그 운영을 본 계도에 올리기 위한 연구와 더불어 측정자료의 처리기법을 연구하고 실험역 탐사를 통해 정확한 운용기술을 확립하며 현장자료를 취득하여 처리하는 것을 목적으로 한다.

해상에서의 중력측정은 선상에 설치된 중력계로써 지구중력에 따른 가속도 변화를 측정하는 방법을 이용하며 수심자료가 가용할 경우 보정을 통해서 가속도의 큰 부분을 차지하는 수층의 영향을 소거하여 해저면하 지층 및 암석 등의 밀도 변화에 따른 중력 이상치를 계산할 수 있다. 특히 해상의 중력측정은 해수면상에서 실시되기 때문에 육상지역에서 중력측정에 비해서 더 큰 노력이 요구되는 수준측량이 필요하지 않으므로 효과적이고 용이한 중력 측정이 가능하다. 또한 해상 중

력은 지구내부 심부로부터의 효과도 포함되므로 심부 지각 구조의 해석도 가능하다. 이와 같은 특성은 투과심도가 제한적인 탄성과 탐사의 한계를 보완하여 줄 수 있다. 그러나 중력이상치는 연직하부의 모든 질량 성분이 합성되어 명확히 구분되지 않으므로 해석상의 모호성이 존재하는 단점도 있으나 이와 같은 문제는 충분한 지질자료 및 물성자료가 뒷받침되고 경험이 축적되면 상당부분 극복할 수 있다.

5.2.2.2 해상중력계의 개요

해상에서의 중력측정은 계기자체의 기계적인 오차와 더불어 선체가 요동하는 상태에서 측정되기 때문에 여러 가지 오차 발생요인을 포함하고 있다. 오차의 합은 최대 10 mgal 이하여야 신뢰할 수 있으며 이때 예외적으로 정확한 위치 측정이 가능하다 할 경우 계기 오차는 보정후 2 mgal 이내에 있어야 한다. 선상에서 측정된 파도 운동에 의한 수평, 연직 가속도는 해상상태나 선체의 규모에 따라 달라지지만 대체로 10,000 - 100,000 mgal의 진폭을 나타낸다. 빔의 상하운동이 파도에 의한 가속도의 크기와 무관하게 선형적이며 대칭적이고, 빔의 운동의 범위가 한계점을 초과할 정도로 연직 가속도가 크지 않을 경우는 여러 주기의 가속도 평균을 연직가속도로 볼 수 있다. 그러나 수평가속도인 경우 문제가 다르다. 중력계는 축을 항상 연직 방향으로 유지시키는 역할을 하는 안정판 위에 설치된다. 이 경우 중력계가 그 측정축인 연직방향에 수직인 방향으로 미치는 가속도의 영향을 받지 않는다면 수평가속도의 효과는 소거된다. 대안으로써 계기를 자동수평유지대(gimbal mount)에 걸어놓아 파도의 가속도에 따라 자유롭게 흔들리게 해놓는 방법을 이용한다. 이 경우는 수평가속도에 대한 보정을 해 주어야한다. 대부분의 해상중력계가 수평가속도 보정시스템이 없으나 LACOSTE & ROMBERG 중력계는 수평가속도를 측정하고 자체보정하는 시스템을 갖추고 있다.

LACOSTE (1959)는 안정판 위에 설치된 빔 중력계로 중력을 측정할 때 또 다른 오차 원인으로 cross-coupling을 지적했다. 빔은 연직가속도에 의해 기울어지며 기울어진 빔에 작용하는 수평가속도는 수평 및 연직가속도와 빔기울기 및 수평가속도사이 위상의 곱에 따른 함수인 coupling을 유발한다. 이 효과는 계기의 빔 운동이 연직가속도에 대해 $\pi/2$ 라디안 뒤쳐질 때인 원운동시 최대가 된다. 이 coupling에 의해 초래되는 오차는 수평, 연직가속도의 진폭이 100,000 mgal 일 때 500 mgal 이상될 수도 있다. 그와 같은 심각한 오차는 계기가 연직 축에 대해 천천히 회전한다면 대폭 제거될 수 있으며 그것은 수평가속도와 연직가속도 사이의 위상관계를 변화시키는 효과를 갖는다. 자동수평유지대는 계기가 수평가속도에 의해 기울어 질 때 완만하게 수평으로 복원시키는 역할을 한다. 계기는 중력가속도와 연직운동에 의한 가속도의 합에 수평가속도를 벡터합한 총 가속도 벡터 방향으

로 걸려 있게 된다. 이 벡터합은 수평가속도의 방향에 관계없이 항상 연직성분보다 크기 때문에 수평가속도 효과를 보상하기 위해서 측정된 가속도에서 감산 보정되어야 한다. LACOSTE(1967)는 자동수평유지대에 걸려 있는 중력계를 그 자체의 자유주기 진동과 파도 가속도에 의해 작용하는 진동의 합성으로 일어나는 복합적인 진동자로서 취급하였다.

종합조사선에 설치된 해상 중력계는 zero-length 스프링과 복원 스프링, 질량추 및 지렛대 역할을 하는 빔으로 이루어져 있는 전형적인 불안정형 중력계 (Model S, LACOSTE & ROMBERG)이다. 본 해상중력계는 자이로 안정판에 설치된 고완충기능을 가진 스프링형으로써 중력센서, 안정판, 서브모터, 자이로 등의 작동과 자료 입출력 등이 모두 컴퓨터에 의해 자동제어 된다. 이 해상중력계의 측정범위는 12,000 mgal 까지이며 정확도는 0.01 mgal로써 매우 우수한 성능을 갖추고 있다. 실험실에서 0 ~ $\pm 100,000$ mgal의 범위 내에서 수평, 수직 가속도를 변화시켜 가면서 조합하여 시험한 결과 최대 가속도 조합인 경우에 오차는 ± 0.25 mgal 보다 크지 않다(LACOSTE & ROMBERG, 1990).

5.2.2.3 온누리호 해상중력측정 시스템

온누리호에 설치된 해상중력 측정시스템은 중력센서 (model-s), 선체운동을 보상하여 수평을 유지시키는 양측관성안정판, 안정판을 작동시키는 서보 (servo)모터, 자이로 (gyros)용 200 Hz 3상 전력공급장치, color printer, Compaq 286 컴퓨터 및 안정판 제어 보드, 중력계 조절 및 측정자료 입출력용 자체 PC S/W 와 조사선내 통합 자료 입출력 통제 관리용 S/W (MDM 200) 및 H/W (HP Workstation, Data logger)등으로 구성되어 있다.

해상중력계는 선체내에 설치되어 항진중에 연속적으로 중력을 측정할 수 있도록 설계되어 있다. 중력계에서 가장 중요한 것은 스프링의 성능과 파도등 해상상태에 따라 선체가 요동하므로써 중력계에 미치는 영향을 얼마나 정확하게 보상해 줄 수 있는가에 있다. 본 장비는 복원력이 매우 뛰어나서 복원후 변형이 거의 제로인 특수한 스프링을 사용하고 있고 정밀도가 0.001 mgal로서 매우 높으며 중력센서, 안정판, 서브모터 및 자이로등 모든 시스템은 SEASYS라는 시스템 S/W에 의해서 자동적으로 제어할 수 있도록 되어 있다. 한편 중력계로부터 측정된 모든 자료는 조사선내 전산망을 통해서 위치, 측심, 선속, 항진방위, 선체의 측방, 전후, 수직 요동자료등 다른 해양조사자료와 동시에 data logger 컴퓨터의 데이터 베이스에 기록되며 모니터를 통해서 실시간으로 확인이 가능하도록 되어 있다. 조사종료후 중력자료는 자료운영시스템(Marine Data Management System, 표 5.2.1) 상에서 데이터 베이스내의 조사선의 위치, 속도, 운동요소 등과 함께 병합 또는 편

집하여 magnetic tape나 PC floppy diskette에 수록된 후 연구소내 주 컴퓨터에
 담아서 후처리할 수 있다.

표 5.2.1 온누리호의 자료 운영 시스템 설명

INVENTORY NO	DESCRIPTION	MAKER	PART NO SET. NO	QUANTITY	LOCATION
S-GM-001	BATTERY CHARGER/ELIMINATOR	LACOSTE ROMBERG	S/N BCE1001	1	G.M. Rm
S-GM-002	CABLES	"		1	
S-GM-003	PRINTER	COMPAQ	MDL 286E	1	S-4-2
S-GM-004	PRECISION OSCILLATOR	FUJITSU	MDL DL3300 S/NMA530932	1	"
S-GM-005	CPI BOARD	CALIFORNI INS	MDL 855T S/N 60896	1	G.M. Rm
S-GM-006	CPU INTERFACE BOARD	L&R	MDL ASM500	1	"
S-GM-007	PLATFORM CONTROLLER BOARD	"	MDL ASM501	1	"
S-GM-008	POWER AMPLIFIER BOARD	"	MDL ASM502	1	"
S-GM-009	POWER SUPPLY MODULE	CALLIF. INST.	MDL 4015- 700-1	1	"
S-GM-010	STEPPING MOTOR	ACOPIAN	DI5-20	1	"
S-GM-011	GYRO	AIRPAX	K82701-P2	1	S-4-2
S-GM-012	SERVO AMPLIFIER	HONEY- WELL	S/N L0116	1	"
S-GM-013	LABMASTER DAUGHTER BOARD	L&B	S/N 009	1	"
S-GM-014		SCINENT. SOLUT.	901104138	OLD 1	G.M. Rm

5.3 다중채널 탄성과탐사

5.3.1 탄성과 탐사의 개요

다중채널탄성과 탐사는 지하지층 구조 및 층서상태를 규명하는데 이용되는 지구물리 탐사법중 가장 정확하고 깊은 심도까지 탐지할 수 있는 장점을 갖고 있다. 이 때문에 많은 경비가 소요되는 단점에도 불구하고 전세계적으로 석유, 가스 등 지하의 유용광물자원 조사에 가장 많이 쓰이는 탐사 방법이다. 그러나 본 탐사기술은 선진국 석유회사들이 수십 년간 많은 경비와 인력을 투입하여 개발한 기술로 외부에 공개하는 것을 엄격히 통제하고 있다. 따라서 그동안 국내 대륙붕 탐사에 전량 외국 기술에 의존하여 많은 외화를 낭비하여 왔다. 한국해양연구소는 '90년 독자적인 자료처리기술을 자립화하였으며 '92년도 온누리호 도입과 동시에 자료획득기술도 자립화하는데 성공하였다. 그러나 이러한 자립화 기술에도 불구하고 많은 연구가 필요한 것은 탐사기술의 자립화가 2차원 탐사 기술이며 3차원 탐사 기술은 현재 한국자원연구소 탐해2호에 탑재된 3차원 탄성과 장비의 도입으로 국내 대륙붕에서 탐사가 수행되고 있으나 자립화에는 아직 많은 시간이 필요할 것으로 사려된다.

5.3.2 목적 및 정의

본 연구는 국내에서 다소 낙후되어 있는 해양 다중채널 탄성과탐사 기술 표준화에 관하여 집중적으로 연구함으로써 다중채널 탐사기술의 완전자립을 체계화하여 연차적으로 이룩해 나아가는데 그 목적이 있다.

5.3.3 장비의 구성 및 종류

1) Recording Instruments

다중 채널 탄성과 기록 장치는 프랑스 Sercel사의 SN358/DMX 시스템을 중심으로한 기록 장비와 DFM-480 디지털 현장 모니터, 단채널 디지털 플롯터, 음원 파형분석기 등의 자료 검색 시스템으로 구성되어 있다. 이중 기록 장치는 샘플율을 약 1-2 ms로 선택하여 96 개 탄성과 채널과 4 개 보조 채널을 기록할 수 있으며, 일정 이득값 약 42 dB가 적용되는 수신 자료는 60 Hz의 노치필터, 8 Hz 저주파 필터, 154 Hz 고주파 필터를 통과시킨다. 기록 방식은 SEG-D 디멀티플렉스 포맷 (SEG-D 8015)이며, 최종적으로 자기테이프에

6250 BPI로 기록한다 (Sercel, 1990). 기록장비의 일반적인 기록 변수는 표 5.3.1과 같다.

표 5.3.1 기록시스템 (SN358-DMX)의 일반적인 기록변수

ITEM	DESCRIPTION	ITEM	DESCRIPTION
- CONFIGURATOR		- SHOT	
Aux. channel	4	Record number	100 +
Seismic channel	56	Next shot point	100 +
Sampling interval	2.0 ms	Refraction delay	0.0 ms
Signature block length	0 sec	Low-cut filter	in
Record length	8.0 sec	Notch filter	in
Dynamic switching time	8.0 sec	Fixed gain	first gain
Internal time break window	12 ms	Master analog unit	1
Early shot	0 ms	Scan type	1
Acquisition polarity	+	Group number select	1
Gain trace display type	variable area	Seismonitor gain	1
External parameters	internal	Number of scan type	1
Reel number	95	Single trace camera	1-1
Number of files per reel	150	Sequential camera	1-1
Shot point increment	+1		
First fixed gain	4-7		
High cut filter frequency	154 Hz		
Low-cut filter frequency	8 Hz		
Low-cut filter slope	18		
Notch filter	60 Hz		

가) Type of Instrumentation : SN-358 DMX

나) Software version : M2-C, M3-C

다) Recording Format : SEG-D, 6250 bpi

라) Traces monitor : DFM 480 oscillograph, Tape deck, DMX unit, DMX power supply, Logic unit, Logic supply, Slave unit x 2, Geopil, Epson printer, EPC(9071VT), Oscilloscope

2) Energy Source

온누리호에 탑재된 음원은 기존 에어건의 개량형이다. 미국 Western

Atlas사에서 1984년에 설계한 슬리브건(Sleeve Gun™)은 배열로 전개하여 사용함으로써 잡음으로 작용하는 버블을 최대한 억제, 양질의 탐사 자료를 얻을 수 있다. 슬리브건은 3 종류로 분류되는데 건 부피가 0.66 ℓ 이하의 I형이 있으며 II형은 1.15, 1.64, 2.46 ℓ 등이 있다. 온누리호 전체 슬리브건 배열은 2 개에 내용적의 총합이 22.64 ℓ (1380 in³)인 16 개 건으로 구성되며 '97년에 사용된 길이배열의 음원 용량은 11.32 ℓ 이다. 슬리브건은 P/B이 기존 Bolt 건보다 약 2.2 배 높게 나타난다. 또한 건 배열에서 공기 부피가 45% 적게 소요되며 고른 주파수 성분을 갖는 신호가 발생되도록 설계되어 있다(Fontana and Haugland, 1991). 이 때 7.5 ℓ/min 용량의 컴프레서에서 공급된 압력은 약 95 kg/cm²이며 에어선 깊이는 약 5-10 m를 유지하였는데 이는 깊이에 따른 고, 저주파수의 파원을 얻기 위함이며 구체적인 제원은 다음과 같다.

Source Type : Halliburton Geophysical Services
 High Pressure sleeve gun Array
 Configuration : 2 String of 8 guns/string
 Volume : 1380 cu.in. (22.6 liter)
 Pressure : 2000 psi x 2
 Distance between Pops : 25 m
 Firing synchronizer : LITTON
 Sleeve gun type I : 10, 20, 40 cu.in
 Timing coil (") : 20 +/- 5 ohms
 Sleeve gun type II : 70, 100, 150, 2x150 cu.in
 Timing coil (") : 25.8 +/- 1 ohms
 Air compressor : LMF x 2 , 136 bar (2000 psi)
 Peak to Peak (128hz) : 20.29 bar/ms
 Peak to Peak (128hz) : 34.30 bar/ms
 P/B ratio : 15.7 (128 hz), 26.3 (256 hz)

3) Streamer Cable

온누리호에 탑재된 수신 장치는 내경과 외경이 45/51 mm인 프랑스 AMG사의 아날로그 스트리머 (AMG, 1991)이다(그림 5.3.1). 이 스트리머 배열 특성

은 Reed et al. (1986)이 SEG 집행위원회 특별 보고서에서 추천한 방식으로 표 5.3.2에 수록하였다. 96 채널 스트리머는 100 m 길이의 유도구간(Lead in cable), 2m 길이의 연결구간(adaptor section), 50 m x 2 길이의 신축구간(stretch section), 7 m 길이의 무게구간(weight section), 2400 m의 수신구간(active section), 50 m의 신축구간 끝으로 200 m 길이의 로프에 꼬리부표를 견인함으로써 스트리머가 직선 상으로 견인될 수 있도록 설계되었다(그림 5.3.1). 25 m 길이의 한 개 채널 수신 구간에서 24 개 수신기의 배열 감응도는 3~1000 Hz의 주파수 대역에서 6 V/bar의 일정한 값을 갖는다(AMG, 1991). 스트리머는 원하는 수심을 유지하고 누전 및 합선을 방지하기 위하여 상온에서 비중 0.78을 갖는 백등유(shell sol K)로 충전되어 있다. 또한 스트리머를 탐사 목적에 맞는 수심 깊이로 유지하기 위하여 총 10 개의 수심조절날개를 매 5~6 개의 수신 구간마다 부착하여 원격으로 조종하며 레이더를 이용하여 꼬리 부표의 위치를 확인, 조사선과 스트리머의 각도(feathering angle)를 측정한다. 수심조절날개는 수심감지기가 내장되어 있어 양쪽날개가 위 아래로 $\pm 18^\circ$ 까지 동작하면서 자동으로 입력된 수심을 유지하는 장치이다. 깊이와 수심조절날개 각도(wing angle) 등은 스트리머를 통해 정보를 상호 교신하는데, 이때 사용하는 교신 주파수는 27 kHz로 탄성과 수신호의 주파수대와 겹치지 않도록 설계되어 있으며 (Syntron, 1991), 구체적인 스트리머의 제원은 다음과 같다.

Type : AMG 45/51
 Low noise level : 1μ bar RMS
 Diameter : 2" (5.1cm)
 Length : 2400 m
 Channel : 96 channel
 Number of hydrophones : 24 per 25 m/channel
 Active sections : 2 channel/section (50 m)
 Frequency : 3-1000 Hz
 Hydrophones : HC 202 E
 Sensitivity : 24 V/bar or -92 dB
 Operating depth : 100 m
 Working temperature : from -5° to 40°C

Buoyancy fluid : Aromatic kerosene < 5%
 Breaking strength : 4500 kg
 Cable depth controller : CUS-8301
 Cable depth leveler : RCL-3
 Lead in cable : 100 m

표 5.3.2 수신채널의 물리적 반응특성

Description	Characteristics	Response	Characteristics
Hydrophone	24, HC202E	Capacitance	0.037 μ F
Arrays/Section	2/1	Sensitivity	6V/bar
Array Spacing	25 m	Frequency Response	3-1000 Hz
Hydrophone Spacing	0.957 m	Sensitivity versus Depth	1dB/100 m

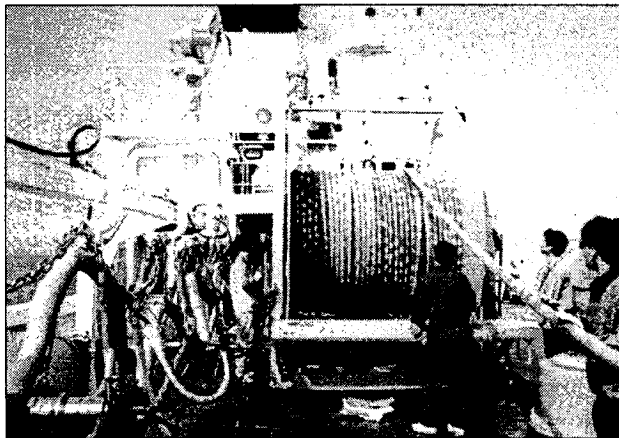


그림 5.3.1 AMG 96채널 스트리머

5.3.4 탄성과 장비의 운용

에너지원으로서 슬리브건 배열 (sleeve gun array)을 탐사선 뒤 (약 50 m) 양쪽에서 매달고 two-string 간의 거리 (7 m)를 두고 수중 청음기의 배열, 즉 스트리머 케이블 (streamer cable)을 견인한다. 이때, 스트리머와 슬리브건의 예인 깊이는 보통 6-12 m (온누리호는 6.5 m) 정도이다. Air 컴프레서에서 만든 고압의 압축공기 (140 bar)를 Sleeve Gun을 통하여 물속으로 급격히 방출하여 음파를 발생한다. 이때 이차적인 펄스가 생기는데 이는 반사파신호를 간섭하는 noise로 작용한다. 따라서 용량이 서로다른 airgun array를 사용함으로써 이러한 2차 펄스를 제거시킬 수 있다. 선상에서는 sleeve gun에 25 bar 정도의 공기압하에서 솔레노이드 밸브 테스트를 통해 gun의 동작상태를 확인하고 135 bar에서 gun을 동작시킨다. 수신기로서 96채널 스트리머는 weight section을 포함 총 길이 2900 m로서 cable depth leveler (RCL-3)로 적절히 예인 깊이를 조정하며 예인한다. 수신된 신호는 SN358/DMX 시스템을 통해서 자기테이프에 기록방식 SEG-D 형태로 6-8 초 간 기록한다. 이때 기록상태의 이상 유무를 확인하기 위하여 DFM-480 카메라를 이용하여 96 채널에 대한 자료를 받아 본다. 또한, near channel에 수신되는 신호를 EPC Recorder에서 기록한다. sleeve gun의 shotting 방식은 자체 컴퓨터 시스템에 내장된 프로그램 (GCS90)을 이용하며 공기압이 항상 135 bar을 유지한 상태에서 약 9초 간격으로 gun shotting을 수행한다. Navigation 시스템을 이용할 때는 일정 거리별 (약 25 m)로 또는, 일정 시간별로 gun shotting 을 할 수도 있다.

5.3.5 탐사자료 획득변수

온누리호에 설치되어 있는 탄성과 장비 시스템은 탄성파를 발생시키는 음파 발생 장치, 수신 장치, 그리고 기록 장치로 나뉜다 (표 5.3.3). 항측장비로는 Konmap 종합 위치 측정 시스템을 사용하는데 96 채널 스트리머를 이용한 탄성과 탐사에서는 자료 획득시 건배열 중심에서 1 번 채널 중심까지의 거리 즉 윗셋 거리는 약 100 m 정도이다. 스트리머 채널 간격에 비해 발파 간격이 1-2배로 수행되는 탐사에서는 공통반사점을 가지는 수 즉, CDP는 채널수를 2배의 발파 간격으로 나눌 때 공통반사점은 28-14점이 되며 2400-1400% 중첩도를 갖는다. 따라서 연구선 속도 약 5노트, 발파간격 19초마다 음파를 발사함

으로써 스트리머 간격의 2배 거리인 50 m 마다 자료를 획득하고 있으며 일반적인 자료 획득 변수는 표 5.3.4에 수록하였다.

표 5.3.3 다중채널 탄성과 탐사에 적용된 획득장비 특성

ITEM	DESCRIPTION	ITEM	DESCRIPTION
※Navigation System	Konmap-Hydaq	※Compressor	LMF(VHGD 4624 W15)
Recording System	SN358-DMX	Design type	piston
Trace Monitoring	DFM-480	FAD	12 m ³ /min
Digital Tape Format	SEG D	Discharge pressure	2000 psi
Record Length	8 sec	Frequency	50/60 Hz
Recording Interval	2 m/s		
※Source Type	Sleeve Air Gun	※Streamer Type	AMG 49/51
Volumn	690 in ³	Number of Groups	56 channels
Primary/buble ratio	26.3 (filter 256 Hz)	Length	700 m
Peak to Peak barms	34.3 (")	Group Interval	25 m
		Hydrophone Number	24 ea/group
		Frequency	3 - 1000 Hz
		Hydrophone Type	HC 202 E
		Lead in Cable	100 m

표 5.3.4 탄성과 탐사에 적용되는 일반적인 자료획득 변수

item	specification.
RecordingLength	1-12 seconds
Sample Rate	2 - 4 ms
Streamer Depth	5 - 10 m
Shot Interval	25 - 50 m
Group Interval	25 meters
Group Number	96 channel
Fold Coverage	4800%
Streamer Length	2400 m
Offset to nearest group	up to 200 meters

5.3.6 Sleeve Gun Array 작동 순서

1) 선상 -> 물속에 들어가기전 : 25 bar

(Solneoid 테스트 및 Gun 속으로 해수의 침투 방지)

Gun out 중에는 한 개의 컴프레셔만 작동시킨다.

2) 완전 물속에 있을 때 : 135 bar

(두대의 컴프레셔를 작동시킨다)

Gun controller, GCS90, Recording 장비 가동

3) Gun 인양시 : gun controller switch -> kill
one compressor -> off

작동 중인 gun은 매우 위험하므로 선상에 끌어 올릴 때는 반드시 감압 (100-300psig) 시킨 상태에서 shooting한 후 gun controller와 분리시킨다. 최후에 gun에 남아 있는 공기를 뺀다.

4) 주의사항

고압공기 작동 중에는 Gun 주변의 접근을 방지한다. 특히 Gun의 연결 코드나 Gun winch 주변 고압 파이프등에 유의 해야 하며 갑판작업 시에는 필히 안전모, 안전장갑, 눈과귀 보호 장치를 착용 해야 한다.

고압공기 작동 중에는 절대로 Gun controller, winch의 고압 스위치를 임의로 작동을 금한다.

Gun취급시에는 반드시 2인조로 이루어지며 각각 Gun controller와 gun 및 winch를 취급한다. 이때 반드시 통제인의 지시에 따른다. 한편 Sleeve gun은 통상적인 air gun의 shuttle이 내부에 있기보다는 외부에 설치되어 있으므로 취급에 유의 해야 한다.

5.3.7 LMF Compressor 작동 원리

Air bottle에 공기압이 138 bar 이상이 되면 자동으로 Fisher valve가 작동되어 공기를 밖으로 배출한다. 만약 이 밸브가 고장일 경우 컴프레셔는 142 bar에서 경보음을 발하며 150 bar에서 자동 멈춘다.

5.3.8 Stermer cable 작동 순서

1) Winch speed : cable out speed 약 25 초 (1 회전)

- 2) Cable out시 속도가 빠르면 Streamer가 스크류에 감길 염려가 있음.
- 3) Cable out시 Interface 부분은 갑판에 스치지 않도록 들어서 내리고 올릴것.
- 4) Cable을 감을 경우에는 Interface 부분은 다른 Tube에 손상의 우려가 있으므로 스펀지 등으로 감싸 줄것
- 5) 주의 사항

Streamer 주변에서는 절대 흡연금지 : Streamer tube내에 들어있는 oil 및 갑판 내에 쌓여 있는 드럼 통속의 Kerosene (Sell Sol K)은 상당히 회발성 및 폭발성이 있어 조사선 전체에 화재의 위험성이 있음.

5.3.9 Recording System 작동 순서 및 방법

5.3.9.1 SN358-DMX :

- 1) power on
- 2) mode : select mode
- 3) reset : clear
- 4) stop : stop, input mode parameter로 전환
- 5) start : 선택 모드가 수행된다.
- 6) tape by-pass : tape 을 stop or remote 상태로 전환
- 7) local : tape을 수동으로 전환, 선택시 테이프가 전환상태가 되지 않을 때는 부저가 울린다.
- 8) enter/hold : new parameter를 입력하고 channel을 hold 한다
- 9) -->, <--- : 수치값의 증, 가감 증감
- 10) hexa : 16진법값이 입력
- 11) group number : 사용안함
- 12) output adjust : camera display을 위한 10 level.
- 13) power off : 사용된 변수가 memery에 저장된다.

5.3.9.2 MODE CONTENTS :

- 1) OO : configurator
- 2) 1-2 : streamer check
- 3) 3 : data acquisition

- 4) 4-8 : reproducing
- 5) 10-19 : analog test (master, slave check)
- 6) 20-24 : analysis test
- 7) 33-49 : utility funtion
- 8) 51-58 : logic unit check
- 9) 61-71 : DMX check
- 10) 80-81 : debug
- 11) 90-99 : batch

5.3.9.3 MODE 00 Configurator

- 1) 첫 3 줄에서는 STOP/START 가 허용되지 않는다.
- 2) PS : seismic channel parameter (1-4)
- 3) AC : aux channel
- 4) SC : seismic ch.
- 5) SI : sampling interval (2)
- 6) STP2 : scan-type 2
- 7) SB : signature block length (nearfiled : 0.0-0.9)
- 8) RL : record length (0.2-99.9)
- 9) DS : sampling interval dynamic switching time
- 10) scan type 1 only : DS = RL
- 11) two scan types : 0.1-RL
- 12) TB : time break window (4-9996)
- 13) ES : early shot
- 14) AP : polarity (0 ->" + " , 1 ->" - ")
- 15) PM : gain trace display type
- 16) EP : external parameters (0=internal, 1=external)
- 17) TN : reel number (0-9999)
- 18) FC : number of files per reel (1-999)
- 19) PI : shot point increment (-99 - 99)
- 20) LI : print list option (0=no , 1=all , 2=error)
- 21) ID : identification

- 22) MH : month, DY : day, YR : year
- 23) PS1 : seismic channel parameter set # 1 descriptor
- 24) G : fixed gain value (0-8).. installed
- 25) A : high cou filter frequency.. " (77 - 2470)
- 26) L : low cau filter frequency .. " (8 - 512)
- 27) S : low cut filter slope .. " (18, 36)
- 28) N : notch filter .. " (50 , 60)
- 29) AS1 : auxiliary ch.
- 30) T : type of aux. ch.
- 31) 1=time break, 3=uphole, 4=water break, 5=time counter, 6=external data, 7=other, 8=signature unfiltered, 9=signature filtered
- 32) EH : general header

5.3.9.4 MODE : 03 Shot

- 1) 테이프 선택 : 1 - 4(유니트 1, 2 - 상태 0-3)
 - b : TAPE bypass
 - L : tape 준비가 안된상태
 - bit 0 : EOT
 - bit 1 : BOT
 - bit 2 : EOF
 - bit 3 : rewinding
- 2) FC는 새테이프 교환마다 FC 숫자로 변환
- 3) RN : record number
- 4) SP : shot point
- 5) DL : refraction delay
- 6) LC : low-cut filter
- 7) NF : notch filter
- 8) FG : fixed gain (1,2)
- 9) SEIS : seismonitir display on alalog camera
- 10) AS : master unit (1,2)
- 11) ST : scan type (1,2)

- 12) GN : group number
- 13) SG : seismonitor gain (0-15)
- 14) PBMX : multiplexed monitor on analog camer
- 15) AS : master unit (1,2)
- 16) G1 : group number of scan type 1
- 17) G2 : group number of scan type 2
- 18) GT : TTT gain trace
- 19) PBSQ : monitor or playback on digital camera
- 20) CM : S = scan type
- 21) TTT = trace for single trace camera
- 22) GT : S = scan type
- 23) TTT = gain trace for sequential camera
- 24) AG : fixed gain for aux. 1-8
- 25) STP1 : scan type 1 AGC parameters
- 26) AL : AGC level (0=off, 2=on ; 12 db, 3=on ; 18db)
- 27) RD : recovery delay 2-128 samples
- 28) CD : compression delay
- 29) EG : early gain 0-15
- 30) RT : release time
- 31) SL : slope
- 32) NT : near trace
- 33) STP2 : scan type 2
- 34) LF : low cut filter 2 - 126 Hz
- 35) HF : high cut filter 16 - 2032 Hz

5.3.9.5 DFM-480 카메라 특성 및 운용

- 1) 최대 480 채널 까지 MUX/DEMUX 자료 기록
- 2) thin-film thermal head
- 3) plot speed 3 in/sec
- 4) 전원 - 12 V-DC
- 5) 3.5 inch floppy disk drive 내장

- 6) 주의사항 : 기록지에 red mark가 나오면 Roller의 손상을 막기 위하여 즉시 멈춘다.

5.3.9.6 DFM-480 카메라 운용

- 1) power on, error 발생시 다시 power를 on/off 시킨다.
- 2) booting이 된 상태에서 F5-ACQ 스위치를 누르면
- 3) SN358에서 막바로 자료가 print 된다.
- 4) F1 key : system parameter set up
- 5) F2 key : PLOT parameter set up
- 6) F3 key : utility parameter set up
- 7) F4 key : diagnostic
- 8) F5 key : acquisition mode
- 9) F6 key : analysis menu(options)
- 10) F7 key : save(save parameter: 1=yes, 0=no)
- 11) F8 key : exit
- 12) up/down, left/right key
- 13) TEST key : F1, F2 menu에서 left right window의 back, forth switch로 사용 (이때, input device가 internal일 경우 F5-key를 치면 sine wave가 print 된다).
- 14) PRINT : data print
- 15) ALTER-PRINT : 화면이 print 된다.
- 16) seis monitor에서 print key를 누르면 data가 hard copy된다.
- 17) SEISMONITOR : NOISE MONITOR 기록을 획득하는데 사용하며 monitor에 display 된다.
- 18) FEED : advancing the paper .
- 19) data plotting 중에는 사용금지.
- 20) ENTER : accept the value
- 21) DELETE : 삭제 기능
- 22) RESET : plotting 중 이 키를 누르면 stop
- 23) ALTER-CONTROL : plotting 이 일시 중단하며 다른 어떤 키를 누르면 다시 plotting 된다.

24) ALTER-일반키 : 영문 글자가 생김.

5.3.9.7 SYNTRON 운용법

- 1) POWER ON : hard disk에서 자동 booting 된다.
- 2) monitor power on : screen 상에 menu가 나타남
- 3) 재 booting 시 : power on/off or reset 을 누른다.
C\> GCS90 return 한다.
- 4) exit 방법 : ESC key 를 두번 누르면 yes, no 의 질문이 나온다

5.3.9.8 SPS-90 운용법

- 1) POWER ON
- 2) KILL : solenoid valve 전압 (56 V)차단
- 3) LED : 1 - 8 ----> port
9 - 16 ----> starboard
- 4) FIRE : 56 V 전압 송출
- 5) SAFE : 56 V 전압 차단
- 6) REM : PC keyboard 에 의해 작동
- 7) OFF : 모든 전압 차단
- 8) MAN : fire bottom에 해당하는 gun 만 작동된다.
(DC voltmeter 는 50-56 V)
- 9) T BREAK : 5 m sec pulse
- 10) SCOPE : 0-5V trigger out put signal이 display 된다.
- 11) ALARM : gun 이 misfiring 될 때 작동.
- 12) TRIGGER IN : trigger를 위해 5m sec pulse를 받는다.
- 13) REMOTE/KILL : solenoid power supply 을 차단 혹은 remote로 작동케 한다.

5.3.9.9 REAL TIME GCS90 운용

- 1) POWER ON 하면 cursor가 monitor 화면 아래 comment에 자리 잡는다. space bar를 한번씩 누를 때마다 mode가 변경된다
- 2) ESC : exit

- 3) F2 : Q/C parameter setting
- 4) F3 : timing parameter setting
- 5) F4 : define gun mode
- 6) F5 : port, starboard array name
- 7) F6 : physical port mapping menu
- 8) F7 : gun fire counts (error, miss, auto)
- 9) F8 : line summary report
- 10) line statistics report
 - shot detail report
 - print set-up parameter (모든 정보가 print 된다).
- 11) F10 : line data base directory and back up utility
- 12) ALT-H : help
- 13) shot point 는 trigger 가 external 일 때만 증가.
- 14) SHOOTING : shot
- 15) CALIBRATE : aiming point에 빨리 gun을 맞춘다.
- 16) TEST : self test를 위해 sensor에 fire pulse 를 보낸다.
- 17) CYCLE : 자동 trigger 된다.
- 18) EXTERNAL : 외부 신호에 의해 TRIGGER 된다.
- 19) ALT-F : manual trigger
- 20) ALT-T : test fire
- 21) F4 : define gun mode
 - 가) off --> stop
 - 나) spare --> stop but monitored
 - 다) manual
 - 라) auto
- 22) define gun delay
 - 가) ALT : current field (cursor의 값으로 통일)
 - 나) ALT-D : cursor 다음 것도 같은 값
 - 다) ALT-U : " 바로 위 것도 같은 값
 - 라) set sensor gain : noise 에 의한 trigger 방지.
 - 마) define gun offset :

- 바) define gun sequence :
 - 사) define gun volume : minimum volume Q/C algorithm
 - 아) signal inversion :
 - 자) define fixed gain :
- 23) F8 : report line number :

5.3.9.10 Navigation 장비 운용 (거리별 shooting)

- 1) Interval : 25m
- 2) Geopil : EXT (start), No (retrigger), Zero (Preset), 8000 (cycle lange)
- 3) GCS90 : EXT (trigger), Shooting (mode)
- 4) Navigation을 이용한 shooting방법에서는 Seismic shoot mode에서 start안해도 자동 start한다.
- 5) Geopilte에서 장비 운용
Geopil : INT
- 6) GCS90 : EXT
(GCS90의 S.P와 Scercel의 R.L을 같이 맞출 것)

5.3.9.11 Compressor 운용 방법

- 1) One compressor, one string 운용시 (135 bar)
Cycle : 10 초
- 2) One compressor, two string 운용시
Cycle : 15 초
- 3) Two compressor, two string 운용시
Cycle : 9 초

5.3.9.12 2400 f tape에 필요한 record number (96ch) 계산

- 1) R.L=6sec : R.N = 약 200 (gab 포함)
- 2) R.L=8sec : R.N = 약 150 (“)
- 3) R.L=6sec : R.N = 약 170 (gab 포함)
- 4) R.L=8sec : R.N = 약 135 (“)

5.3.9.13 Tape 운용 :

Tape Deck 1, 2가 On Line 상태일 때 Key board Panel에서 Recorder Remote 키를 누를 때마다 Deck 1, 2 가 교대로 전환되며 이때 On line 상태 및 Tape ready가 되지 않았을 경우 Alarm이 울린다. 이 경우 By pass를 눌러 Alarm을 멈추게 한 다음 Tape deck 을 완전 on line 상태로 하여 다시 작동시킨다. 만약 착오가 발생되면 Reset key를 사용하여 반복 시작한다. SN358 key panel에서 display가 1-0 (1번 테이프가 EOT 상태), 1-2 (1번 테이프가 BOT 상태), 2-3 (2번 테이프가 Rewinding 상태). FC는 한 테이프에 기록 할 화일수로 매번 새 테이프마다 그대로 지정된다 (FC가 끝나기 15 화일 전에서 테이프가 끝나고 있음을 알리는 경보가 울린다).

5.3.9.14 : GEOPIL 운용법

- 1) enter GEOPIL(on the DOS command)
- 2) RETURN
- 3) 모니터 menu:
- 4) Counter : 싸이클 수 번호
- 5) cycle leng : Trigger interval(m/s)
- 6) start/stop : +/-키 사용
- 7) EXT : external signal by F1 key
- 8) INT : internal " "
- 9) PAP : stop by stop mode "
- 10) RETRIGGER : 새로운 싸이클을 만든다. by +/- key
- 11) YES : 기존 것을 중단시키고 새로운 cycle을 만든다
- 12) NO : 기존 cycle대로 실행
- 13) PRESET : ZERO or DEVAL값으로 preset 된다.
- 14) DEF VAL : Counter값으로 set된다.
- 15) Channels : CH : 1-32, ON : N or Y
If ON='N' and OCCUR=X,
If ON='Y' and OCCUR=X
- 16) The Function Key

- 17) F1 : If START = PAP (step by step)
 If " = INT (cycle)
 If " = EXT (external mode)
- 18) F2 : reset the configuration(file name: INIT.DAT)
- 19) F3 : If PRESET=DEVAL DEF-VAL value
- 20) If " =ZERO counter는 ZERO 값을 취한다.
- 21) F4 + file name : Recovers files
- 22) F5 + " : data를 save 한다.
- 23) ESC : Quits.
- 24) EXE mode, INT mode :
 Cycle counter가 증가
- 25) Option : Start or stop cycle
 +/-키를 사용 Variable 값을 가감한다.
 0-9키를 사용 수치값내에서 실질적으로 기록(단, 다른 field 로 움직일 때)

5.3.9.15 : CUS-8301 제원 및 운용

Syntron cable utility system (모델 : CUS-8301)는 스트리머의 heading, depth를 측정하고 케이블의 balancing, 수직, 수평을 조정한다. 또한 Remote Cable Leveler (RCL-3)와 상호 신호 교신을 통해 wing angle, depth에 대한 정보 등을 알 수 있다.

- 1) Voltage : 90-132V or 180-264
- 2) Frequency : 47-63 Hz
- 3) Power Consumption : 200 Watts
- 4) EXIT
- 5) Heading
- 6) Depth
- 7) Wing angle
- 8) Configure System
- 9) System Test
- 10) RU battery tests

- 11) Depth G
- 12) Heading G
- 13) Angle G
- 14) Switch가 --->Program/Test mode 위치에서 각 RCL-3에 Remote Unit Identification Number(RUID; 1 - 64)을 프로그램 시킨다.
- 15) 프로그램 입력시 혼선을 예방하기 위해 필히 다른 RCL-3는 최소한 1.2m 이상의 거리에 있을 것. 4번 키 --> 1번 키사용. 코일을 RCL-3의 유도 코일에 가까이 대고 반대편 코드는 CUS-8301의 Program code에 연결한다.
- 16) 프로그램이 성공시
 -> "Bird 01 programmed and tests ok"
 프로그램 실패시
 -> "Bad response"으로 display된다.
- 17) Key 0 ---> Top Level
- 18) Configure Key 1 ---> Program Remote Unit
 (ID를 입력하면 RCL3의 wing이 두번 up-down한다.
- 19) Configure Key 2 ---> Search Remotes
- 20) Configure Key 3 ---> Timing Parameters
- 21) Configure Key 4 ---> Operating Modes
- 22) Key 4 ---> System Test
 operating mode 에서
- 23) depth display : Ru depth 가 display 된다.
- 24) bird commend : set depth -> enter depth
 -> all birds or specific
 bird -> enter bird ID(1-64)
 set wing angle -> 위 와 동일 방법
- 25) RU battery test
 prog/ test mode 에서 ru, volt, sta 가 display 된다.
- 26) (1) 번 키 에서
 program remote unit ID = 01
 select ID for RU programming

delete an RU from controller

add an RU to controller

ex) 우선 2 번 키를 눌러 RU =10 을 선택하면 unit ID 10 이 입력 된다.

27) [1] key : wing 이 up/down 되며 bird 10 번이 프로그램 되며 test OK 가 display 된다.

(3) 번 키 : delete

(4) " : add RU

28) [3] 번 key :

(1) record duration -> sec

(2) internal sps period -> 1-99sec

(3) compass time constant -> 1, 2, 4 sec

29) [4] key : operating mode

(1) scan mode : HDG, DEP, WNG

(2) print mode : " , same as scan, no print

(3) host data : " , "

(4) auto data to host : enabled, disabled

(5) depth units displayed : feet, meters

(6) shot point : 1. control -> enabled, disabled

2. SP sync aceses SP # to ->

increment, decrement

(7) shot point per print out:

(8) set top of form : 1-7 항목을 set 시킴

30) [5] key : dive depth in meter : ex. 25m

31) [6] key : enter depth " : ex. 10m

32) [7] key : max " " : ex. 61m

5.3.9.16 : RCL-3 제원 및 운용

CUS-8301 controller를 이용하여 내장된 microprocessor를 통해 스트리머 케이블의 깊이를 조절하는 장치

1) Depth Sensor

- (1) 동작 범위 : 0 - 61m
- (2) 정확도 : 0.3m
- (3) 토잉 속도 : 4 - 6 knots
- 2) Toggle switch ---> Operating modes
- 3) Key 0 ---> Top main menu
- 4) Key 1 or 2 ---> enter the depth(all or each other)
- 5) P1 ---> 급격히 상승(최대 60 M 까지)
- 6) P2 ---> 급격히 하강

5.3.9.17 : Battery Charger (BC803A) 제원 및 운용

- 1) Type : rechargeable Nickle-Cadmium
- 2) Life : 4 - 6 주
- 3) Volts: 13.5
- 4) Recharged : 16 시간
- 5) Charge cydle : 첫 5분후 12.5 V 이상
16시간후 13.5 V 이상
- 6) Discharge cycle : 1시간후 12.5 V 이상
4시간후 12.0 V 이상

5.3.10 Air Compressor 운용

- 1) 공기 필터 교환(매 5000km or 2개월마다)
- 2) O-ring손상 예방 및 Gun의 수명을 연장.
- 3) 알맞은 윤활제 사용.
- 4) 모든 air line은 stainles steel을 사용할 것.

5.3.11 Sleeve gun 정비 운영

Air Gun을 손질할 때마다 모든 O-ring, Backup-ring, wear ring을 교환하고 Solenoid를 손질 또는 새것으로 교체한다. Body, Chamber sleeve, Shuttle, Cap등을 닦고 점검한다. 발견된 crack, stress를 받은곳은 표시한 다음 부품을 교체하고 Log book에 기록한다. 필히 gun 코드 마개는 5/8인치를 사용한다.

5.3.11.1 장기적으로 사용 안할 때 조치 사항

- 1) 해수에서 gun을 인양후 공기 중에서 2-3번 firing시킨다.
이때 공기압 = 500psi (34 bar)
- 2) 청수로 청소한다.
- 3) Rebuild kit를 사용 정비해야 하며 정비기간은 아래와 같다.

service schedule

Gun type	처음 사용 후 (shooting)	계속 사용 후 (shooting)
Sleeve gun I	10 만번(10일)	20만번 (20일)
Sleeve gun II	5만 번 (5일)	10만번 (10일)

(shooting interval = 9sec)

- 4) 6개월 정도 보관.

5.3.11.2 Rubricants Kit 사용

- 1) Gun & solenoids에 글리스 칠을 해준다.
적으면 -----> 마찰이 증가한다.
많으면 -----> 다른 문제가 발생
- 2) Cap은 올바른 torque로 알맞게 조인다.
적정 수준이 아닐 경우 -----> 공기의 유출이나 Gun에 손상이 생긴다.

5.3.11.3 Hardware inventory kits 운용

- 1) 사용 및 정비 중에 유실될 우려가 많다.

5.3.11.4 Sleeve gun 분해시 준수사항

- 1) 동작 중이던 Gun은 매우 위험하므로 선상에 올리기 전에 100-300psig (7-20 bar)로 감압시킨후 Gun 및 Controller사이의 firing line을 우선 제거.
- 2) Silicone 윤활제만 사용할 것
- 3) Air hoses에서 Air를 완전히 제거.
- 4) 귀, 눈 보호 장비를 필히 착용할 것.
- 5) Gun 컨테이너 안에서 분해할 것.

5.3.11.5 Sleeve gun I 분해 순서

- 1) Firing line 제거 (Air gun에서 고압공기 완전히 제거).
- 2) Gun에서 천천히 air line 제거.
- 3) Timing coil 및 solenoid valve 제거.
- 4) Tow clamp에서 bolt 제거 및 gun을 떼 낸다.
- 5) 특수 Vise-jaw inserts bench에 gun을 놓는다
(Shuttle에 손상이 가지 않도록 주의)
- 6) Rubber shock mount (48)를 제거
(by the hand & Aluminum prying)
- 7) SV-2 solenoid valve 는 4개 나사를 풀면 된다.
- 8) 몸체(1, 38, 39)에서 cap (5)을 제거
(by torque bench = 500 lb).
- 9) Cap에서 Timing coil을 제거.
Wear ring & O-ring (27, 16)을 제거 (by Spreader).
- 10) Retaing ring 제거(by Snap ring plier).
- 11) Timing coil cover 제거 (by puller).
- 12) O-ring(25)제거.
- 13) Timing coil제거 (cap에 부착시 플라스틱 드라이버로 제거).
- 14) 몸체에서 shuttle (4)을 제거.
꼭 부착시 Strap wrench & air tool을 사용한다.
- 15) Shuttle내부에서 O-ring과 back up ring (17, 46)을 제거.
(주의 : O-ring 흠 손상에 유의)
- 16) 8개 나사 (31)를 제거.

몸체에서 sleeve를 손으로 당긴다

(or using sleeve removal tool)

- 17) 알루미늄 chisel를 사용 face seal(12), retainer(44)를 절단하여 제거
(주의: 내부에 손상이 가지 않도록 한다).

5.3.11.6 Sleeve gun II 분해 순서

Gun type 2는 type 1과 같으나 단지 Tow plate 및 Shuttle 제거 방법과 Rubber chamber guard의 차이뿐이다.

- 1) Firing line 제거 (Air gun에서 고압공기 완전히 제거).
- 2) Gun에서 천천히 air line 제거.
- 3) Timing coil 및 solenoid valve pigtail (53,54) 제거.
- 4) Tow clamp에서 5/8 inch bolt를 푼다.
- 5) 네개의 나사를 풀면 솔레노이드 밸브를 제거할 수 있다.
- 6) Cap(8)을 제거 (주의 : Screwdriver 사용을 절대금지)
- 7) Wear ring(16) & cap o-ring(28)을 cap에서 제거.
- 8) Timing coil(9) 교환시 snap ring plier을 사용 Retaining ring(31)을 제거 할 수 있다.
- 9) Timing coil cover을 puller를 이용하여 제거한다.
- 10) O-ring(24) 제거.
- 11) Timing coil 제거 (꼭 부착시 플라스틱 드라이버을 사용).
- 12) Shuttle 제거(by puller).
13. O-ring backup ring (18, 27)을 shuttle에서 제거.
(O-ring 홈 손상에 유의).
- 14) 몸체에서 o-ring(29), wear-ring(17)을 분해.
- 15) 8개 나사(34)분해.
몸체에서 sleeve을 빼낸다 (주의: 손상 위험).
- 16) Face Seal(19)을 절단하여 제거, 이때 알루미늄 끌(정)을 사용 (주의: Seal의 손상에 유의)

5.3.11.7 SIEVE GUN I 조립 순서

새 O-ring을 사용하고 silicone 글리스를 충분히 발라 주며 깨끗한 글리스

를 사용하고 압착 튜브를 사용한다. 상이한 부품을 같이 보관하면 seal을 손상시킬 수 있으며 가능한 한 컨테이너에 Gun과 관련된 부품만 보관 취급한다.

- 1) Gun 몸체를 낮추어 O-ring을 홈에 끼운다.
- 2) Sleeve의 내부(2,3,33)에 face seal(12)을 설치 도구를 이용하여 탁 쳐 넣는다.
- 3) Face seal안에 Retainer를 넣고 insertion tool를 사용하여 홈에 끼운다.
- 4) Sleeve chamber위에서 chamber guard을 밀어 넣고 guard에 CRC 글리스를 발라 준다. 안전한 조립을 위해 필히 Vise press 및 Band-It clamps (49, 50)를 사용한다.
- 5) 몸체 위에 Sleeve을 살짝 끼우고 8개 나사 구멍을 일치시킨다.
- 6) Lock washer (31, 35)를 끼우고 나사를 조인다.
이때 Torque = 20 lb
- 7) 몸체에 글리스를 칠한 wear ring(18) & o-ring을 끼운다.
- 8) Shuttle내 O-ring홈속에 backup ring(46)과 O-ring을 끼운다.
이때 backup ring은 shuttle의 끝을 향하도록 한다.
O-ring은 backup ring과 solenoid valve사이에 있어야 한다.
- 9) Shuttle이 Sleeve chamber에 잘 맞을 때까지 주의 깊게 넣는다.
- 10) Cap 조립 순서는 다음과 같다.
 - 가) Timing coil이 Cap에 잘 맞을 때까지 가볍게 두드린다.
 - 나) 글리스칠이 된 O-ring (25, 22)을 cap에 끼운다.
 - 다) Timing coil cover(8)는 회전방지 핀에 적절히 정렬될 때까지 밀어 넣는다 .
 - 라) Wear ring과 O-ring (16)을 cap속에 끼운다.
(단, O-ring은 cap의 끝 실 쪽을 향하도록 한다.
- 11) Cap조립은 몸체에서 조인다.
- 12) 팽 조임 (galling) 방지를 위해 실쪽에 접촉방지 글리스칠을 한다.
Torque bench = 500lb
Hand Torque시 알루미늄 Vise jaw을 사용하며 꼭 맞는 기구 사용은 실의 galling 가능성이 있다.

13) retainer (10) 및 Solenoid valve (6)을 나사를 조인다.

Torque = 20 lb

5.3.11.8 SIEVE GUN II 조립 순서

- 1) O-ring 홈속에 링을 끼운다.
- 2) Face seal 설치기구를 이용 chamber sleeve (4,5,6)내에 face seal을
탁쳐서 끼운다. 다른 방법으로는 나무로 만든 망치로 설치 기구를
친다.
- 3) 몸체 위에서 나무망치로 sleeve를 쳐서 끼운다.
8개 나사 구멍을 일치시킨다.
- 4) 나사선 및 홈에 부착방지제를 칠한 후 몸체 바닥에서 와샤(34, 38)
및 나사를 조인다.
- 5) 몸체 내부에 o-ring 과 wear ring(17)을 끼운다.
이때 충분한 실리콘 글리스를 칠하고 O-ring 이탈 방지를 위해
O-ring 양쪽에 wear ring을 해야 한다.
- 6) Shuttle(7) 내 O-ring 홈속에 backup ring(18), O-ring(27)을 끼운다,
이때 back up ring이 shuttle 끝의 face쪽 방향이어야 한다. 아울러,
backup ring에 실리콘 글리스를 칠한다.
- 7) 몸체(1,2,3)위에 실리콘을 칠한 O-ring(23)을 끼운다.
- 8) Shuttle을 chamber sleeve에 잘 맞도록 주의 깊게 넣는다.
- 9) Cap(8) 조립 순서는 다음과 같다.
 - 가) Timing coil을 Cap에 잘 맞도록 부드러운 망치로 가볍게 두드린
다.
 - 나) 글리스칠이 된 O-ring(24,26)을 cap에 끼운다.
 - 다) Cap에 timing coil cover(10) 와 O-ring(24,26)을 끼우고 회전방
지핀을 알맞게 일치시켜 밀어 넣는다. Timing coil cover가 안전
하도록 retain ring(31)을 홈속에 넣고 탁 탁 친다.
 - 라) Wear ring(16)과 O-ring(28)을 cap속에 끼운다.
(단, O-ring은 cap의 끝 나사산에는 없다).
- 10) 흡착방지제를 칠한 Cap은 몸체에서 돌려 조립한다.
 - 가) Torque 장치에 gun을 설치한다.

두대의 나사 구멍을 bench에 달려 있는 두개의 핀으로 결합한다.

나) 체인으로 gun을 고정한다.

다) Cap 위에 있는 motor adapter를 조인다.

라) 그림 5-24에서와 같이 torque fixture에 gun을 설치 하고 multiplier handle이 장착된 torque multiplier drive shaft를 moter adapter socket안에 넣는다.

마) Torque wrench을 60 ib 로 조정해 놓고 cap이 충분히 제위치에 갈 때까지 조인다.

11) 테프론 테이프를 파이프 프로그램을 감싸고 cap의 끝에 설치한다.

12) retainer(12) 및 Solenoid valve(11)을 cap에 조립한다. 이때 나사 Torque = 20 Ib 이다.

13) Cap에 hose adapter(63)를 조립한다.

14) Torque fixture에서 gun을 분리한다. 본체에 있는 두개의 나사를 조인다.

5.3.12 참고문헌

AMG, 1991, AMG 96~120 Trace Streamer Technical Manual : AMG, France.

Fontana, P.M., and Haugland T.A., 1988, Compact sleeve gun source arrays : 58th meeting, Society of Exploration Geophysics, Expanded Abstracts, 67~70.

Johnson, D.H., and Dudgeon, D.E., 1993, Array signal processing : Concepts and Techniques : PTR Prentice-Hall, Inc.

Reed, D.H., Selsam, R.L., and Knox, W.A. 1986, SEG standards for marine seismic hydrophones and streamer cables : SEG Press.

Sercel, 1986, SN358 DMX user's manual : Sercel, France.

Syntron, 1991, Syntron cable utility system manual (RCL-3 remote cable leveler) : Syntron, Inc. USA.

第 VI 章

Internet BBS 利用 分野

(INTERNET BULLETIN BOARD SYSTEM)

연구 원 : 김 성 대

6.1 운영목적

해양학 각 분야의 여러 연구원들이 참여하는 본 연구의 성공적 수행을 위해서는 연구참여자들 간의 활발한 의견교환이 반드시 필요할 뿐 아니라, 타 기관 해양관측 관련자들의 의견도 충분히 반영할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 연구참여자들이 모두 참여할 수 있는 회의를 수시로 개최하여 의견을 수렴하여야 하나, 참여 연구원들이 많고 각자의 일정이 서로 달라 실제로 이를 실행하는 것은 쉽지 않다. 따라서, 본 연구에서는 이런 단점을 해결하기 위한 방안의 일환으로 Internet BBS (Bulletin Board System)를 개설하여 운영함으로써, 연구참여자 및 관련자들이 시간 및 장소에 구애받지 않고 연구결과 및 의견을 제시할 수 있도록 하였다.

본 연구사업에서 설치·운영한 Internet BBS는 기존의 문자중심 BBS기능과 WWW기능을 결합한 것으로 별도의 통신 S/W를 사용하지 않고, 기존의 Web Browser (Netscape, MS Explorer 등)를 이용하여 자료 및 의견을 주고받을 수 있는 장점이 있다. 인터넷 홈페이지를 찾아가는 것과 마찬가지로 URL (Uniform Resource Locator)만 입력하면 표준화 연구사업용 Internet BBS에 연결된다 (그림 6.1 참조).

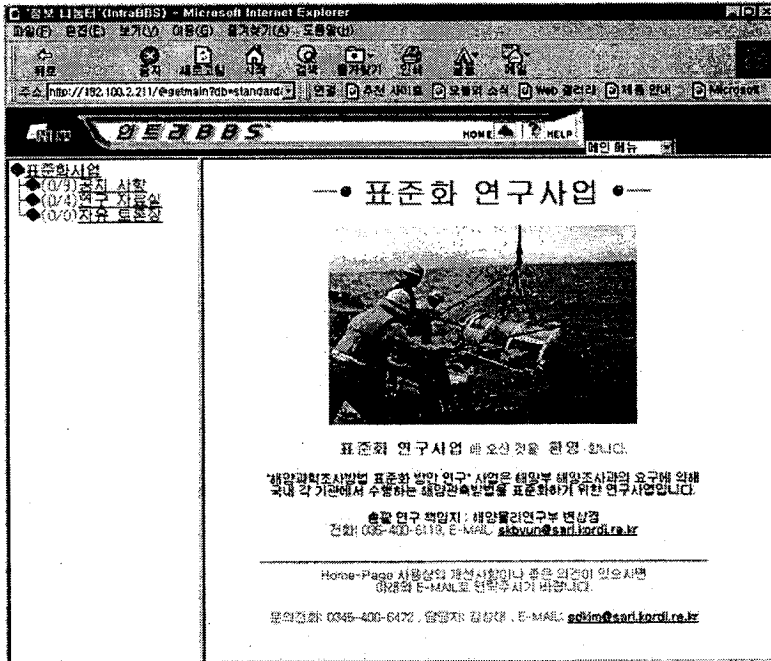


그림 6.1 표준화 연구사업 초기화면

6.2 BBS 운영

1) 사용자 ID 및 비밀번호 부여

하이텔 및 천리안 등의 일반 BBS에 가입하면 각 사용자는 자신만의 고유 ID(Identification) 및 비밀번호를 소유하게 되며, 이를 이용하여 BBS에 접속하게 된다. 또한, 사용자가 특정 동호회나 모임에 참가하면 각 모임별 그룹에 속하게 되고, 일반사용자와는 다른 권한을 갖고 각 모임에서 활동하게 된다. 본 Internet BBS도 각 연구참여자에게 고유 ID 및 비밀번호를 부여한 후, “표준화 연구사업” 그룹에 소속시켜 일반사용자와 구별하였다.

2) 게시판 구성

원활한 사업진행 및 의견교환을 위해 3개의 게시판을 개설하고 운영하였으며, 각 게시판의 용도는 다음과 같다.

① “공지 사항” 게시판 : 총괄연구참여자나 BBS 관리자가 연구참여자 및 관련자에게 공식적으로 알릴 사항들이 있을 때, 그 내용을 게시하는 게시판으로 사업진행상 필요한 회의 소집 내역 등을 안내하는 공간으로 그 화면은 그림 6.2와 같다.

② “연구 자료실” 게시판 : 관련 전문가들의 의견을 청취하기 위하여, 연구참여자들이 자신들이 수행한 연구의 결과들을 게재하는 게시판이다.

③ “자유 토론장” 게시판 : “연구 자료실”에 올라온 연구결과들에 대하여 관련 전문가들이 의견을 개진하는 게시판이다.

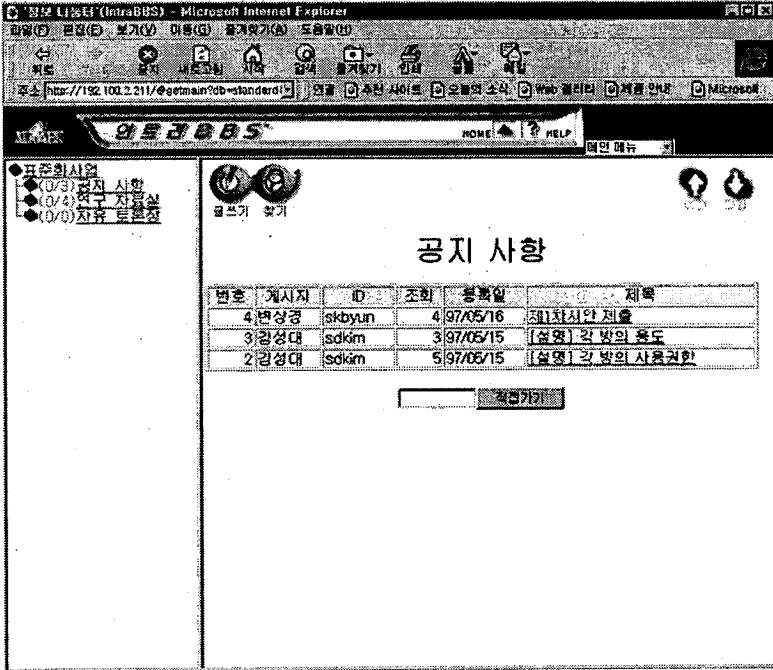


그림 6.2 “공지 사항” 게시판 화면

3) 각 게시판별 사용권한 부여

일반 BBS의 경우에 각 게시판의 성격에 맞지 않는 게시물들이 무분별하게 게재되어 관리상 많은 어려움이 있으며, 이를 막기 위한 방편으로 각 게시판별 사용권한을 설정하여 이용자를 제한하고 있다. 본 Internet BBS에서도 용도에 따른 효율적 게시판 운영을 위해 권한이 있는 사용자에게만 글쓰기를 허용하는 사용권한을 설정함으로써 같은 성격의 게시물들이 한 곳에 모일 수 있도록 유도하였다. 각 게시판별 사용권한은 다음의 표와 같다.

표 6.1 각 게시판별 사용권한

게시판	쓰기 권한	읽기 권한
1. 공지 사항	총괄책임자, BBS 관리자	모든 이용자
2. 연구 자료실	‘표준화 연구사업’ 참여자	
3. 자유 토론장	모든 이용자	

6.3 게시판 이용방법

1) 글쓰기 및 파일 올리기

각 게시판에 들어간 후 글쓰기를 원하는 경우, 그림 6.2에서 글쓰기 단추를 선택하면 그림 6.3과 같은 화면이 나타나며, 이때 '제목'의 빈칸에는 제목을, '본문내용'의 빈칸에는 쓰고자 하는 내용을 작성한 후 '등록' 단추를 누르면 게시물이 게재된다. 한편, 게시하고자 하는 내용을 별도의 파일로 작성한 경우에는 스크롤 바를 이용하여 화면을 아래로 내린 후 (그림 6.4 참조), '파일 1'의 'Browse' 단추를 클릭한 후 올리고자 하는 파일을 선택한 다음 '등록' 단추를 누르면 파일이 첨부되어 게시된다. 같은 방법으로 최대 10개의 이미지 파일과 10개의 문서파일을 첨부할 수 있다.

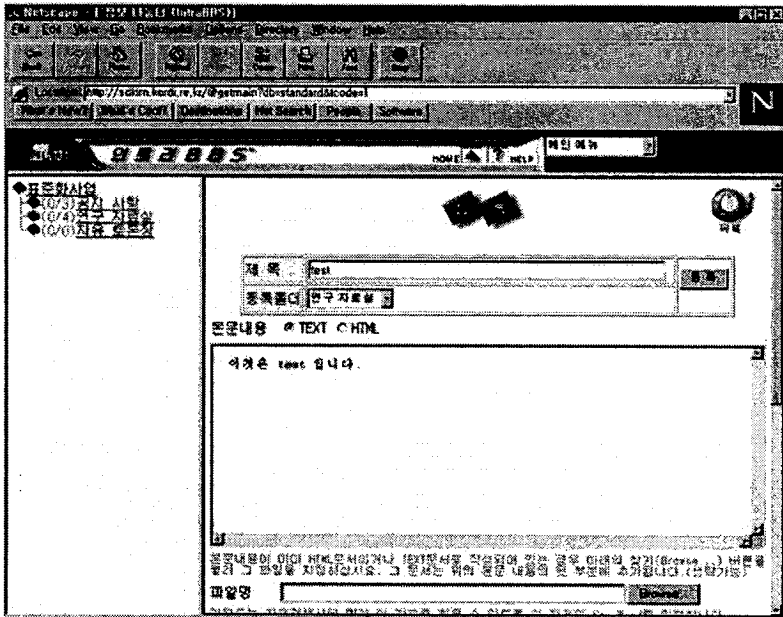


그림 6.3 글쓰기 화면 (1)

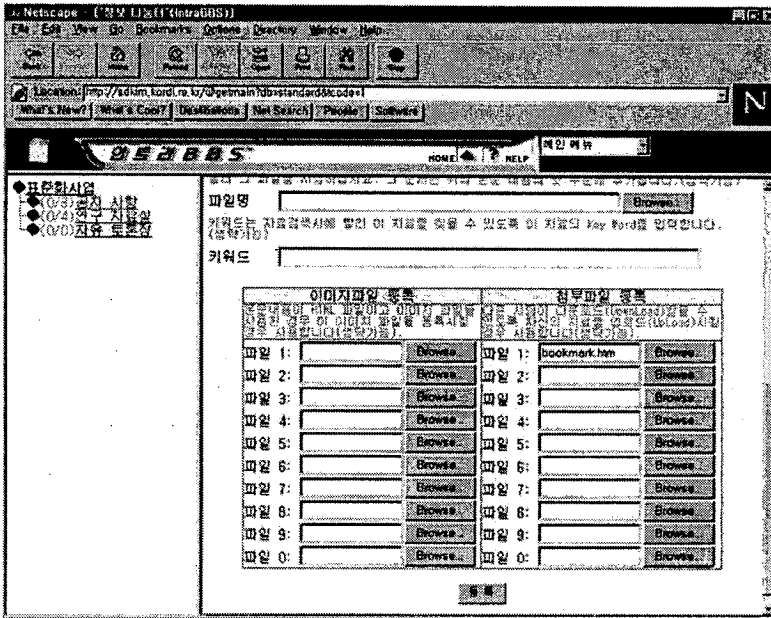


그림 6.4 글쓰기 화면 (2)

2) 게시물 읽기 및 파일 받기

각 게시판에 들어간 후 게시물의 열람을 원하는 경우에는, 그림 6.2의 화면에서 읽고자 하는 게시물의 제목을 클릭하면 그림 6.5와 같이 게시물의 내용이 화면에 나타난다. 이때 첨부된 파일이 있으면, 파일들이 파란색의 네모상자로 표시되며 파일이름 및 그 크기가 같이 표시된다. 한편, 내용을 읽은 후 파일을 받고자 하는 경우에는 화면상의 파일이름을 클릭하면 저장위치를 묻는 대화상자가 나오며, 원하는 디렉토리 및 파일이름을 지정하면 파일이 사용자의 컴퓨터로 전송된다.

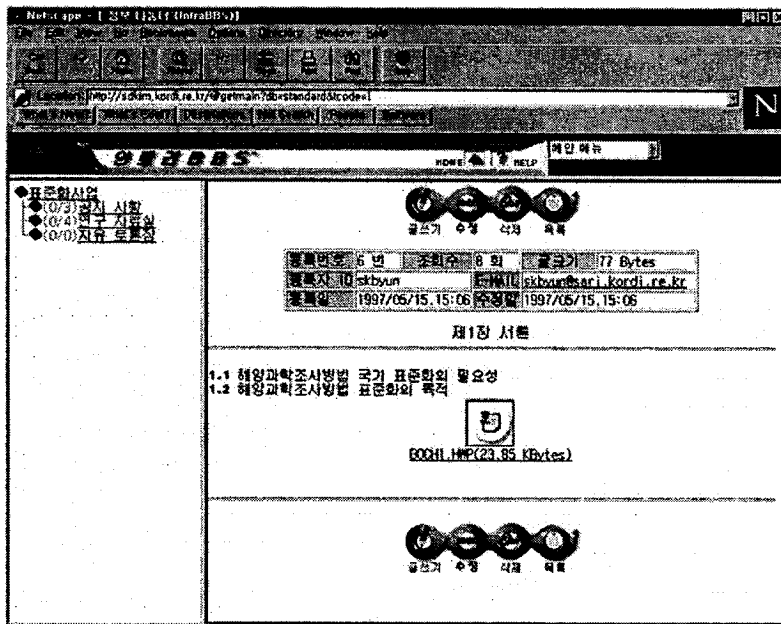


그림 6.5 선택된 게시물 화면