

KIOST-TR-2023-0403

다중음향측심기 네트워크 오류 및 대응 방안
Network Error of Multibeam Echo Sounders and
Countermeasures

KIOST



2023. 9. 25.

KOREA INSTITUTE OF
OCEAN SCIENCE & TECHNOLOGY

한 국 해 양 과 학 기 술 원

요 약

제 목	국문	다중음향측심기 네트워크 오류 및 대응 방안
	영문	Network Error of Multibeam Echo Sounders and Countermeasures
관련과제명	해양연구선 운영(PO01431)	
저 자 명	김영준	
작성일자	2023년 09월 25일	
유형	기술동향자료(), 기술업무메뉴얼(), 특허허지적재산권(), 결합보고서(O)	
주제분야	해양물리(), 해양화학(), 해양생물(), 해양지질(O), 해양공학() 해양정책(), 융복합(), 기타()	
Keyword	Multibeam Echosounder, Network Error, EM 710, EM 122, LAN, Caris	
초록	<p>본 보고서는 한국해양과학기술원의 연구선단 5척(이사부호, 온누리호, 이어도호, 장목1호, 장목2호)과 부설극지연구소 아라온호에서 설치 및 운영되는 다중음향측심기에서 발생하는 네트워크 오류와 이에 따른 자료의 유실 등에 대한 영향 분석 및 대응방법을 안내하여, 장비유지 보수 및 운영에 필요한 점검방법, 자료 분석 및 대응방법 등 숙련성, 전문성 확보, 자료처리 등을 빠르게 개선하여, 연구 활동에 도움이 되고자 한다.</p> <p>다중음향측심기 네트워크는 연결불량, 시스템의 오류 등 대부분의 상황에서 점검되며, 2005년도에 도입된 온누리호의 다중음향측심기 TRU의 내부 배터리 불량, 2018년 이사부호 네트워크 오류 및 2021년 장목2호 송수파기 전원불량 등에 사용되었다. 네트워크 오류로 인한 자료유실이 확인 및 보고된 것은 이어도호가 처음으로, 2023년 7월 6일 및 8일 조사선 이어도호(EM 710)에서 나타난 자료의 취득 및 저장불량의 주된 원인이다. LAN 케이블은 STP LAN CAT 5E 케이블을 사용하여 제작된 것으로 신규 도입장비도 사용 중이다.</p> <p>특수하게 제작된 케이블의 특징 및 기존 오류에 대한 제작사의 대처 등을 참고, 개선하여 원활한 연구활동 지원을 목적으로 하며, 첫째, 연구선단의 다중음향측심기의 고장발생 시 대처 둘째, 2024년도 이어도호 대체선 건조까지의 원활한 운영.</p>	

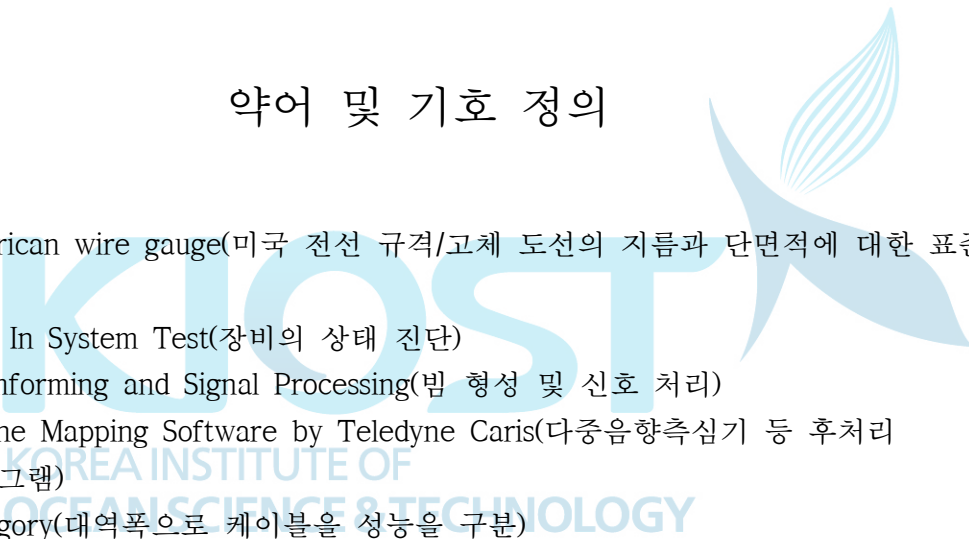
<p>셋째, 추가 고장을 방지하여 이사부호 다중음향측심기의 고장 수리를 위한 여분(28개 이상 보유/각 보드당 1천만원)으로 사용</p> <p>넷째, 2022년도 도입된 온누리호(EM 124)와 2024년 도입될 이어도호 대체선(EM 712)의 고장진단 등 지속적으로 장비를 사용할 수 있도록 대안을 제시하고자 한다.</p>



목 차

1. 서론	1
2. 본문	2
3. 결과 및 토의	15
4. 결론	16
5. 참고문헌	17
6. 부록	19

약어 및 기호 정의



AWG	American wire gauge(미국 전선 규격/고체 도선의 지름과 단면적에 대한 표준 규격)
BIST	Built In System Test(장비의 상태 진단)
BSP	Beamforming and Signal Processing(빔 형성 및 신호 처리)
Caris	Marine Mapping Software by Teledyne Caris(다중음향측심기 등 후처리 프로그램)
CAT	Category(대역폭으로 케이블을 성능을 구분)
HWS	Hydrographic Work Station(운영컴퓨터)
LAN	Local Area Network(근거리 통신망)
RJ45	Registered Jack 45(공중 통신망을 설명하는 인터페이스 규격)
RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive(해로운 물질을 사용한 전자제품이나, 전기기기를 제한하는 지침)
SIS	Seafloor Information System(Kongsberg Simrad AS사의 다중음향측심기 운영 소프트웨어/ 재생기능 포함)
STP	Shielded Twisted Pair Cable(차폐된 두 가닥이 꼬인 케이블)
Telnet	인터넷이나 로컬 영역 네트워크 연결에 사용되는 네트워크 프로토콜 및 소프트웨어
TRU	Transceiver Unit(다중음향측심기의 송수신 및 자료처리를 담당 시스템)

1. 서론

한국해양과학기술원 연구선단의 조사선 이사부호, 온누리호, 이어도호, 장목1호, 장목2호 및 부설 극지연구소의 아라온호는 넓은 해역의 수심측정 및 해저지형을 파악하기 위하여 다중음향측심기를 운영 중이며, 2024년 건조예정인 이어도호 대체 종합해양조사선에는 심해용과 천해용 다중음향기가 도입 및 설치 예정이다(박정기 외, 2020).

2022년에는 다중음향측심기를 이용하여 전 세계 해저지도는 24.4%를 조사되었다고 알려져 있으며(Kira Coley, 2022), 2023년에는 24.9%로 0.5%가 증가 되었다. “Seabed 2030”은 2030년 세계해양의 완전한 지도 작성을 위하여 국제수로기구(IHO)와 유네스코 정부간 해양학위원회(IOC-UNESCO)의 공동프로그램으로 각 수심별 해상도를 기준으로 100%달성을 위하여 진행 중이고, 한국해양과학기술원의 해당 연구선은 도입 예정장비를 포함하여 표 1과 같다.

표 1. GEBCO의 수심별 가능한 해상도 및 한국해양과학기술원의 조사선별 장비

Feasible mapping resolutions				
Depth range (m)	Grid cell size	% of the seafloor	Model	Remark
0 - 1,500	100m x 100m	13.7	EM 2040 EM 2040C-MKII EM 710	Jangmok 1, 2 Eardo, Onnuri, Isabu New Eardo *1)
1,500 - 3,000	200m x 200m	11.0	EM 712 EM 122, EM 124	New Eardo Isabu, Onnuri
3,000 - 5,750	400m x 400m	72.6	EM 122, EM 124	New Eardo Isabu, Onnuri
5,750 - 11,000	800m x 800m	2.7	EM 122, EM 124	Isabu, Onnuri

*1). 이어도호 대체 종합해양연구선

1992년 국내처음 도입된 온누리호 심해용 다중음향측심기(Seabeam 2000)의 노후화 대체로 2005년도에 Kongsberg Simrad사의 심해용 다중음향측심기(EM 120)의 TX 보드 연결은 LAN이 아닌 리본 케이블로 결선되었다(Kongsberg Maritime AS, 2004). 2009년도에 도입된 이어도호(EM 710)와 2016년 도입된 이사부호(EM 710)의 TX 보드 연결은 LAN cable로 STP CAT-5E가 사용되어 현재까지 유지되고 있다(Kongsberg Maritime AS, 2009). 2009년도에 도입된 극지연구소 아라온호(EM 122)와 2016년도에 도입된 이사부호(EM 122)도 동일한 케이블이 사용되었다(Kongsberg Maritime AS, 2009). 2022년 도입된 온누리호(EM 124)의 TX 보드 연결은 LAN 케이블로 한쪽이 L형태인 CAT-5E STP가 사용되었다(Kongsberg Maritime AS, 2020). 2015년 및 2022년도에 도입된 EM 2040

과 EM 2040C MK II 는 CAT-5E를 사용하나((Kongsberg Maritime AS, 2016; Kongsberg Maritime AS, 2021), EM 2040의 일부는 대역폭이 높은 CAT-7 S/FTP을 사용하고 있음이 확인되었다.

2024년 도입예정인 이어도호 대체 해양종합연구선(EM 712)의 경우 제작사는 CAT5-E STP을 사용중이나, 일부 Shielded CAT-6A급 이상의 케이블의 사용을 권고하고 있다(Kongsberg Maritime AS, 2019).

2023년 7월 6일 및 8일 조사선 이어도호 다중음향측심기(EM 710) 운영 중 그림 1과 같이 발생한 자료유실은 장비 내부 상호간의 신호 전송 시 사용되는 네트워크 케이블의 접속오류로 인한 것이다. Telnet을 이용한 시스템 내부 운영상태 점검을 통하여 발생위치, 증상을 확인할 수 있고, 후처리 프로그램인 Caris를 통하여 자료의 영향을 판단할 수 있다. 고장진단 및 수리 등을 통한 원활한 연구활동의 지원이 가능하며, 현재 운영중인 장비의 지속적인 유지 및 이어도호 대체 종합연구선 건조이후 이사부호 부품으로 활용, 2024년 이어도호 대체 종합연구선에 신규로 도입될 장비의 운영 및 장비 오동작의 대안 마련이 될 것이다.

2. 본론

가. 연구조사 시 나타난 증상

조사선 사용이후 7월 6일 및 8일 제출된 연구장비사용 기록서에는 “불규칙적, 부분적으로 Logging이 안됨” 의 안내와 그림 1과 같은 오류가 컴퓨터에 기록되어 있다.

재생동글(SIS replay)은 기록된 자료를 절단하여 재생산이 가능하며, 추적을 용이하게 할 수 있다. 기록된 자료를 시간에 따라 재생하면, 그림 2와 같이 자료가 기록되지 않는 구간에서 SIS의 BSP Status를 나타내는 Status Lamp 2가 붉은색(오류/Error)으로 자료유실구간에서만 점등됨을 확인할 수 있고, 시스템에 나타난 오류는 아래와 같다.

“EM710: Error on RX data received by BSP 1”

“EM710: Error on RX data received by BSP 2”

시스템의 빔 형성 및 신호 처리를 담당 BSP 1과 2에서 RX 자료의 수신 오류를 안내하고 있다.

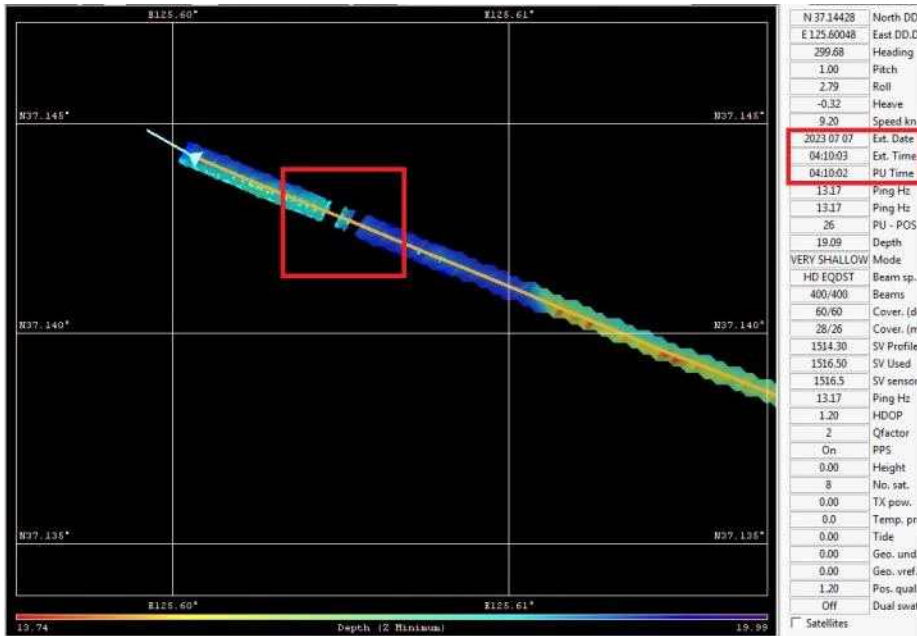


그림 1. 2023년 7월 7일 자료 이상 시 연구자의 기록(SIS 4.3.2)

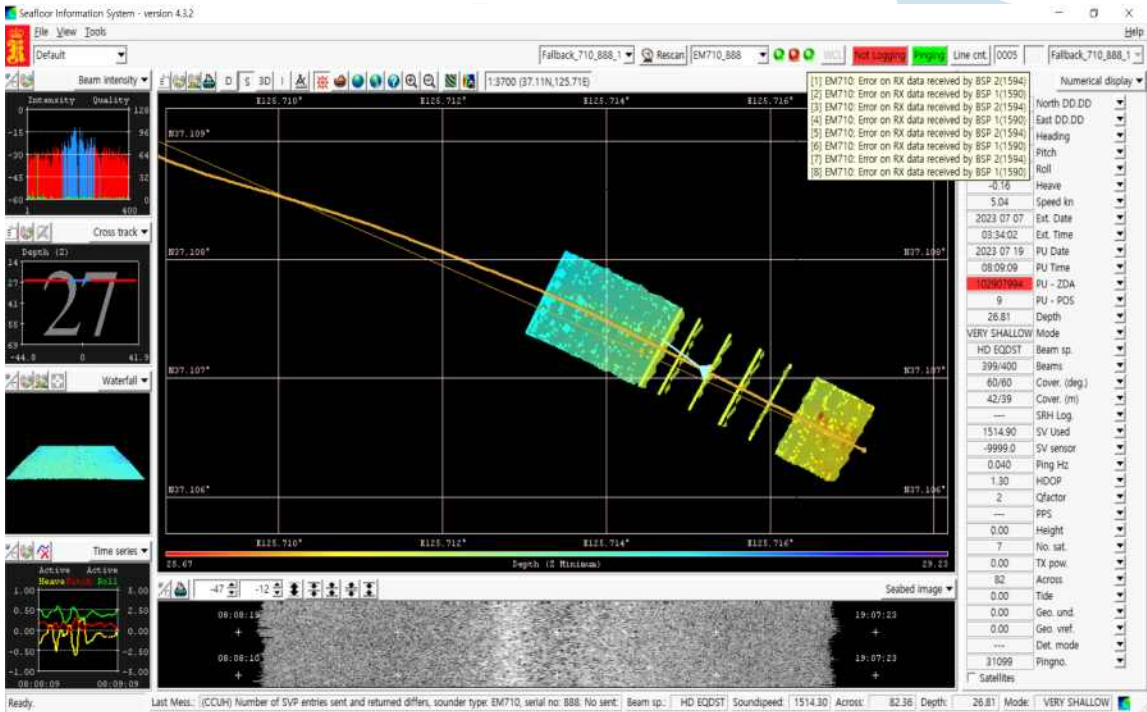


그림 2. 자료이상 현상(SIS 4.3.2 Replay 동글 재생)

후처리 프로그램(Caris)을 이용하여 기록된 자료를 그림 3과 같이 확인할 수 있다. 이

상이 나타난 구간에서의 초기에는 자료가 기록되었으나, SIS와 동일하게 수심자료가 나타나지 않은 구간이 확인되었고, 일정시간이 지난 뒤 자료가 기록되어, 자료가 유실되었음을 확인할 수 있다. 자료의 누락은 여러 요인에 의하여 나타날 수 있다.

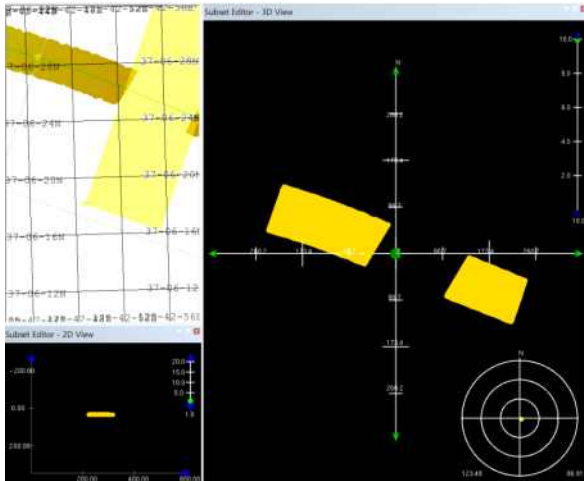


그림 3. 후처리 프로그램(Caris 11.4.18)을 이용한 자료 이상 확인

나. 원인분석

(1) Message Service

장비유지 보수 교육에서 제작사는 일반적인 장비의 운영 중 발생한 원인을 파악하기 위해 아래와 같은 자료 등을 요구하고 있다.

1. data file(예, *.all)
2. 이상시 컴퓨터 화면(Ctrl + S/ Screen Dump)
3. BIST result(장비시스템 점검)
4. Message

장비상태확인(BIST) 결과 특이점은 없다. 운영프로그램(SIS)의 Message service는 운영자에게 보고되거나, 주의를 기울여하는 알림을 표시하며, 그림 4와 같이 여러 차례 동일 증상이 나타났음을 확인할 수 있다. 그림 3과의 차이점은 시간 순으로 보다 자세히 표시되며, SIS 화면상의 Status Lamp(중간)이 붉은색(Error)으로 나타나는 것과 동일하다.

BSP Board는 총 4개가 설치되어 있으며, 주된 오류는 BSP 1, 2에서 발생된다. BSP 1이 발생한 이후 BSP 2가 발생될 때까지 시간은 그림 4와 같이 매우 불규칙 하였으며, 최소 발생 간격은 7월 18일로 아래와 같이 0.001초(1ms) 간격이다.

YYYYMMDD HHMMSS mSec Type No. Disabl. Message

745	20230707	025122	323	3	103	Positionjump
746	20230707	025122	838	3	131	Too big difference between sound speed from probe and profile
747	20230707	025133	836	3	131	Too big difference between sound speed from probe and profile
748	20230707	025939	340	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
749	20230707	025939	355	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
750	20230707	030608	498	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
751	20230707	030608	529	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
752	20230707	031842	666	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
753	20230707	031842	681	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
754	20230707	032101	272	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
755	20230707	032101	288	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
756	20230707	032237	87	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
757	20230707	032237	103	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
758	20230707	032250	597	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
759	20230707	032250	598	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
760	20230707	032313	92	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
761	20230707	032313	108	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
762	20230707	032331	968	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
763	20230707	032331	984	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
764	20230707	032434	368	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
765	20230707	032434	400	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
766	20230707	032444	930	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
767	20230707	032444	961	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
768	20230707	032456	442	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
769	20230707	032456	458	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
770	20230707	032517	3	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
771	20230707	032517	19	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
772	20230707	033511	567	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
773	20230707	033511	583	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
774	20230707	033524	999	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
775	20230707	033525	14	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
776	20230707	033536	418	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
777	20230707	033536	449	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
778	20230707	035536	809	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
779	20230707	035547	807	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
780	20230707	035557	807	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
781	20230707	035608	805	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
782	20230707	035619	803	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
783	20230707	035630	816	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
784	20230707	035640	816	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
785	20230707	035651	814	2	130	Big difference between sound speed from probe and profile
1011	20230718	083528	401	3	131	Too big difference between sound speed from probe and profile
1012	20230718	083532	847	3	1590	EM710: Error on RX data received by BSP 1
1013	20230718	083532	848	3	1594	EM710: Error on RX data received by BSP 2
1014	20230718	083538	401	3	131	Too big difference between sound speed from probe and profile

그림 4. Message Service에 기록된 오류(상) 불규칙 간격, (하)최소 간격 1ms)

KOREA INSTITUTE OF OCEAN SCIENCE & TECHNOLOGY

다중음향측심기의 신호처리 계통도는 그림 5와 같으며, BSP board는 CPU, Rear I/O, Ethernet Switch, Transmitter Board(TX), Receiver Board(RX)와 연결되어 동작한다. 오류의 원인은 Receiver Board(RX)에서 전송되는 자료의 오류로 표시되나, RX 케이블의 연결상태는 정상적이었다.

(2) Telnet 명령어 사용

발생 시점과 장비의 상태 및 원인분석 등을 확인하기 위하여 제작사는 장비의 운영컴퓨터(HWS)에서 Telnet 명령어를 이용한 동작 상태를 점검을 안내하였다. 명령어의 상세 내용과 각 조사선별 IP Address는 아래 및 표 2와 같다.

Telnet 157.237.2.71 -f c:\temp\em710_SN216_20230831.txt

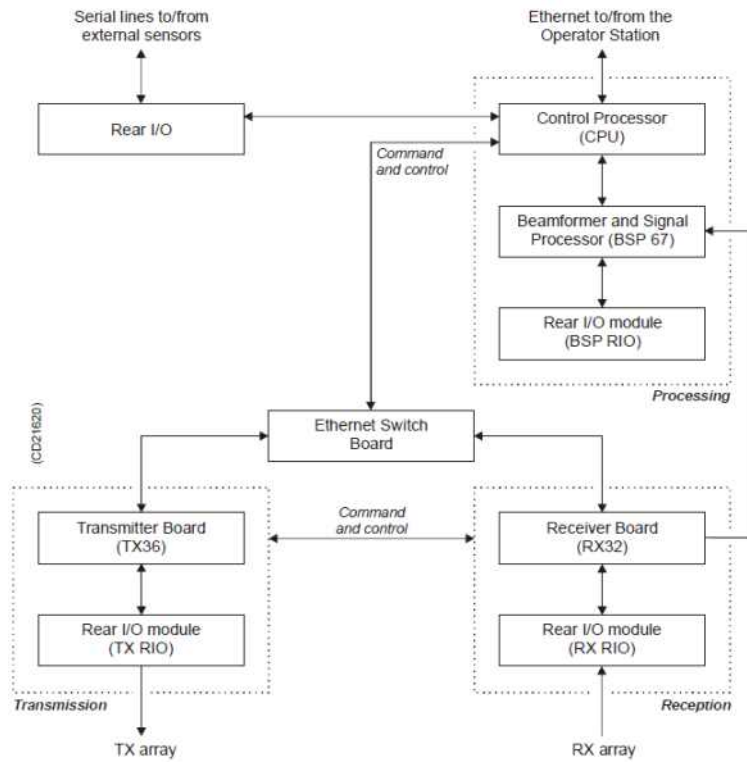


Figure 14 Transceiver Unit, simplified block diagram

그림 5. Transceiver Unit 계통도

표 2. Telnet 명령어

No	Command	Item	Remark
1	Telnet	Telnet Program Command	
2	157.237.2.71	EM710 network address	* ¹⁾
3	-f	Logging Command	
4	C:\Temp	C: Drive & Directory	
5	Em710_SN216_2 0230831.txt	Model_Serial No_Date	
*1) EM 122(Isabu): 157.237.14.60			
EM 124(Onnuri): 157.237.14.60			
EM 710(Isabu/Eardo) 157.237.2.71			
EM 2040C-MKII(Jangmok 1) 157.237.14.60			
EM 2040(Jangmok 2) 157.237.14.40			
New Eardo After 2024(Need to check)			

정상 상태에서 다중음향측심기의 동작은 아래 및 그림 6과 같으며,

P10 - PING

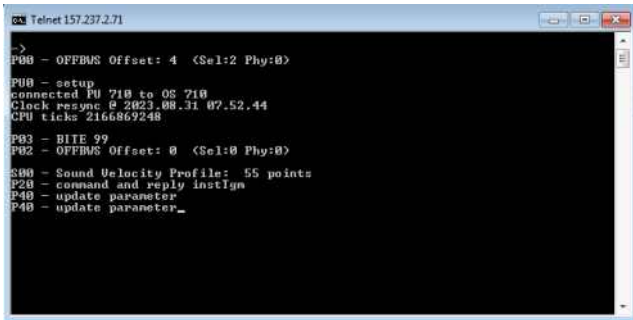
P10 - PING

P20 - command and reply instTgm

P40 - update parameter

주기적으로 “P40 - update parameter” 가 117~118번 나타난 이후 P20이 반복하여 재수행 된다.

Telnet 명령어 이후 SIS 프로그램을 실행 시, 그림 6과 같이 CPU등 장비의 일부 동작상태가 나타나며, 그림 7과 같이 이상 발생을 확인하기 위하여 Telnet과 Message Service를 동시에 화면에 표시하면 효과적이다.



```
Telnet 157.237.2.71
->
P00 - OFFBUS Offset: 4 (Sel:2 Phy:0)
P00 - setup
connected PU 710 to OS 710
Clock resync @ 2023.08.31 09.52.44
CPU ticks 2166869248
P03 - BITE 99
P02 - OFFBUS Offset: 0 (Sel:0 Phy:0)
S00 - Sound Velocity Profile: 55 points
P20 - command and reply instTgm
P40 - update parameter
P40 - update parameter_
```

그림 6. Telnet 화면

그림 7 및 아래와 같이 BSP1, BSP2에 오류가 발생하였으며, 각 보드의 신호 전달이 원활하지 않음을 나타낸다.

2023-07-27 - 12:04:24.339 BSP1: Sample wait timeout (OBJ_TIMEOUT), 472 remaining bfFinish: BSP1: SAMPLE TIMEOUT (0 of 472 received)TrxBoard Msg 0 - Rack 0 Slot1:Warning, (12) SW Fuse: Tx Timed Out, TxEnable not received

TrxBoard Msg 0 - Rack 0 Slot 3:Warning, (12) SW Fuse: Tx Timed Out, TxEnable not received

TrxBoard Msg 0 - Rack 0 Slot 4:Warning, (12) SW Fuse: Tx Timed Out, TxEnable not received

2023-07-27 - 12:04:25.506 BSP2: Sample wait timeout (OBJ_TIMEOUT), 472 remaining bfFinish: BSP2: SAMPLE TIMEOUT (0 of 472 received)TrxMaster Msg 12:04:25.568 TSP Sequence Timeout Once board 3

슬롯(Slot)은 총 20개로, 0번부터 시작으로 Slot 2는 3번째 TX로 확인되며, 신호 전송이 안됨을 아래와 같이 확인할 수 있다.

TrxBoard Msg 0 - Rack 0 Slot 2:Warning, Missing Notes, skipped transmission

Telnet 기록 자료와 메시지의 단어와 시간을 비교하면, 동일한 증상이 발생하여도 BSP 오류가 발생하지 않는 경우가 확인되었다.

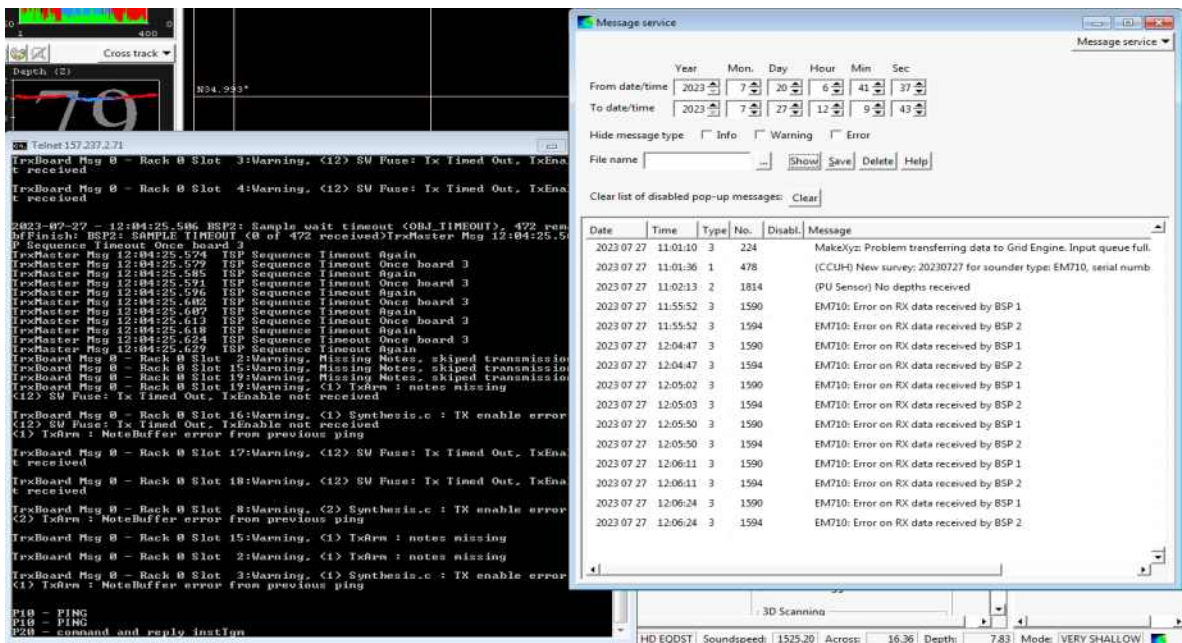


그림 7. 이상 시 Telnet과 자료 유실시 Message service

(3) LAN 연결 불량

그림 7의 TX board와 Switch Board간 연결 불량은 RJ45 커넥터 및 케이블의 문제로 커넥터는 최소 750회 이상 재접속이 가능하다고 안내되고 있으며, 아래와 같은 통신문제가 나타날 수 있다.

1. 연결이 안 되는 문제
2. 연결은 되었으나, 연속성이 없는 문제
3. 성능(속도)의 문제

나타나는 증상은 연속성이 없는 문제로 꼬임, 결함, 끊어진 케이블, 터미널의 불량 발생 등으로 인한 물리적 손상을 배제할 수 없다. 부두에 접안된 상태에서 초기 부팅 이후 네트워크에 문제 발생하는 경우가 많이 발생되었으며, 케이블을 분리 후 동일한

증상이 나타났으나, 장시간 운영하여도 나타나지 않은 경우도 있었다.

Telnet을 통하여 기록된 자료에는 board 3, 7, 17에서 주로 발생하였다. 1차로 재설치하였으며, 추가적으로 3, 7, 8, 9, 14, 17에서 발생하여 재 고정하였다. 그럼에도 불구하고, 3, 8, 17번은 재 발생되어 Switch board의 포트를 그림 8과 같이 변경하였으나, 변경이후에도 3, 17번에서 오류가 발생하여, 지속적인 관찰이 필요하였다.



Figure 10 Receiver rack, front view,
0.5 x 1 degree model

그림 8. 네트워크 케이블 결선도(1차 변경/붉은색)

다. 오류 증상 및 영향

(1) 고장 증상

일반적인 상황에서는 내부 프로세서를 동작을 확인하기 어려우나, 네트워크 3번 케이블을 분리한 후 다중음향측심기는 약 0.005초 이후, 응답이 없는 경우 아래와 같이 오류를 표시하며, 응답이 있을 때까지 지속된다.

```
TrxMaster Msg 04:33:56.217 TSP Sequence Timeout Again
```

```
TrxMaster Msg 04:33:56.222 TSP Sequence Timeout Once board 3
```


TrxMaster Msg 04:33:56.228 TSP Sequence Timeout Again

TrxMaster Msg 04:33:56.233 TSP Sequence Timeout Once board 3

이 기간 동안 TX board의 상태는 그림 9와 같이 TX0~7번까지의 LED가 멈추게 되며, 음파발사주기(ping rate)은 감소되고, TRU Unit의 음파발생 소리도 느려짐이 확인되었다. 20개의 TX 및 RX Board는 각각의 인터넷규약주소(IP address)로 설정되어 있다.



그림 9. 네트워크 오류 시 TX board 멈춤 현상

(2) 자료에 나타나는 현상

운영 중에 발생한 네트워크의 오류는 음파 발사를 제한하며, 장목항에서의 평상시 20Hz의 Ping rate를 9.55Hz로 그림 10과 같이 52.25% 감소 시켰으나, 400개의 빔(Beam)을 수신하였고, 후처리프로그램인 Caris에서도 확인되었다.

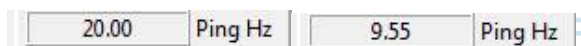


그림 10. 오류 발생시 Ping rate의 변화(좌) 정상, 우) 이상 발생시

Ping rate의 감소는 전방향 해상도에 영향을 주며, 수심이 낮은 곳에서 10노트(약 5.15m/s)로 항해할 경우, 20Hz의 음파발사 주기(Ping rate)의 경우 전방향 해상도가 25cm이나, 9.55Hz로 감소되면서 53.9cm로 2.09배 증가하게 된다. 0.107~0.108초 사이에 복구되고, 많은 빈도로 일어나는 현상이 아님으로 일반적인 운영환경의 SIS 화면에서는 확인하기 어렵다.

라. 고장 수리

(1) 글루건(Glue Gun)으로 커넥터 고정

전면 창의 작은 충격에도 신호 전송의 문제가 나타났다. 움직임을 최소화하기 위하여 Glue Gun으로 그림 11과 같이 커넥터를 고정하였다. 각 다중음향측심기별 네트워크

크에 사용되는 케이블 사양은 표 3과 같으며, 커넥터 타입은 RJ45이다.



그림 11. 글루건(Glue Gun)이용 고정

표 3. 조사선별 Cable 사양

Name	Model	Cable	Install	Spec(Band Width)	Remark
Isabu	EM 122	CAT-5E CAT-6	2016	100MHz/1Gbps	*1)
	EM 710	CAT-5E CAT-6	2016	"	
Onnuri	EM 124	CAT-5E	2022	"	
Eardo	EM 710	CAT-5E CAT-6	2009	"	
New Eardo	EM 712	CAT-5E, CAT-6A		100MHz/1Gbps, 500MHz/1Gbps	To be built 2024
	EM2040	CAT-5E, CAT-6, CAT-7 S/FTP AWG 26	2024	250MHz/10Gbps 600MHz/10Gbps	
Jangmo k 1	EM2040C -MK II	CAT-5E, CAT-6A	2022	100MHz/1Gbps 250MHz/10Gbps	
Jangmo k 2	EM2040	CAT-5E, CAT-6, CAT-7 S/FTP AWG 26	2015	250MHz/10Gbps 600MHz/10Gbps	*2)

*1) STP 동급 또는 성능이 더 우수한 케이블을 사용하도록 권고되며, 네트워크 케이블은 RJ45 커넥터를 사용한다.

*2) 실제 사용된 케이블은 CAT-7 S/FTP AWG 26로 확인되었다.

(2) 케이블 이동

8번 17번 3번에서 오류가 재 발생되어 사용하지 않는 포트가 그림 8)과 같이 이동하였고, 8번을 제외하고는 3번과 17번에서 일정시간이후 재 발생되었다. 지속적인 관찰을 통한 수리가 필요하다.

(3) 케이블 교체

표 3과 같이 사용할 수 있는 케이블은 시스템별로 다르나, 모든 시스템에 기술적으로 호환성을 가지며, KC 형식승인 획득 및 RoHS인정, Three Prongs 핀을 가진 제품으로 단/연선 케이블에 최적화된 성능이 우수한 CAT.7 SSTP cable 및 커넥터를 아래와 같이 구매하였다. 그림 11과 같이 케이블의 제작은 강원전자의 작업방법을 참고하였다.

1. 강원전자 넷메이트 NM-U7005Z CAT7 SSTP 다이렉트 케이블 0.5m/ 1m
2. 강원전자 플로그마스터 P8-042 STP CAT.7/CAT.6A RJ45 8P8C 플러그(Straight)

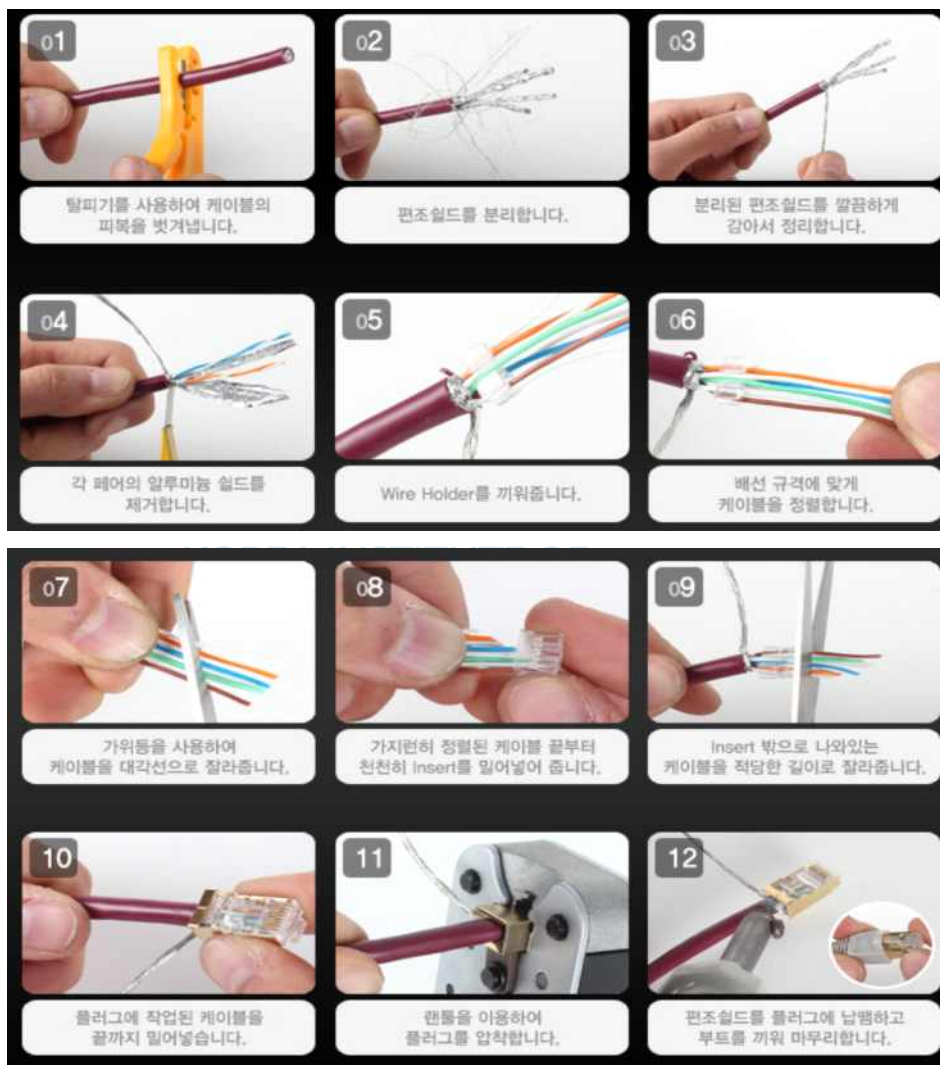


그림 11. LAN 커넥터 작업 방법(강원전자)

구매된 케이블은 0.5m 및 1m로 각 케이블의 길이에 따라 조절 및 절단하고, 기존 제작된 반대편 커넥터를 활용함으로 제작 시 발생될 수 있는 문제를 최소화하는 것이 중요하다. RJ45는 50 μ 인치, 1.27 μ m 금도금으로 산화, 녹 방지 및 신호전달이 우수하며, 폴업구조로 간섭 간섭방지. 접촉불량으로 신호저하 및 누화현상을 예방한다.

(4) 수리 완료

BIST 및 Telnet를 통한 장비의 상태 확인결과 모든 보드는 정상적으로 동작하였으며, 오류 시 나타나는 현상은 나타나지 않았다. Port를 변경한 것은 9개이며, CAT 7 SSTP로 신규 제작 및 교체한 것은 7개로 그림 12와 같다.



Figure 10 Receiver rack, front view,
0.5 x 1 degree model

그림 12. 최종 결선도(붉은색 및 붉은색 라인/포트이동, 푸른색 사각형/신규 제작)

(5) 연구선단 조사

한국해양과학기술원의 연구선단 5척 및 부설 극지연구소의 아라온호등의 자료에서 유사 문제가 확인된 조사선은 이사부호(EM 710/EM 122)와 이어도호(EM 710)이며, 극지연구소의 아라온호(EM 122)도 동일한 케이블을 사용한 것으로 파악되었다.

(6) 제작사의 조치

2018년 11월 2일 조사선 이사부호(EM 122)의 네트워크 발생 문제에 대하여 대리점은 제작사를 통하여 기존 네트워크 케이블과 다른 TX Board 쪽이 90도로 구부러진 L형의 케이블을 제공하여, 그림 13과 같이 모두 교체되었다.

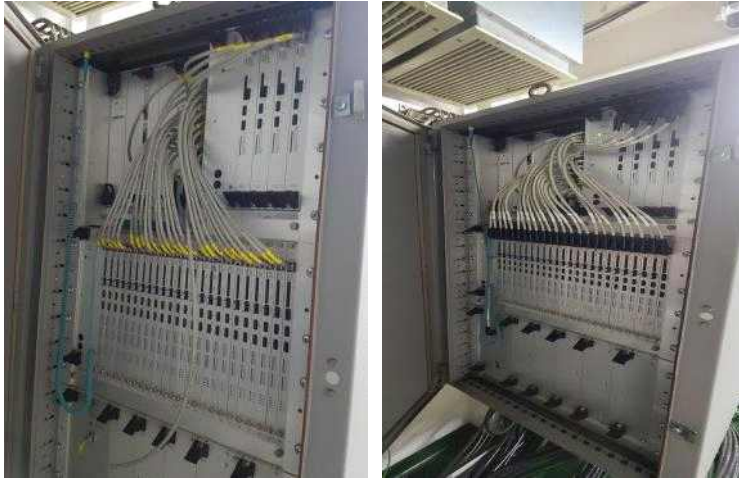


그림 13. 이사부호 네트워크 케이블 교체전(좌), 교체후(우)

2022년 도입된 온누리호의 최신 다중음향측심기(EM 124)는 동일한 L형 케이블이 사용됨을 그림 14와 확인할 수 있다.



그림 14. 온누리호 EM124의 네트워크 케이블

3. 결과 및 토의

다중음향측심기(EM 710)의 TX와 RX의 보드는 각각 IP Address를 가지고 있으며, 고속의 네트워크를 통하여 자료를 송수신 하는 장비로 최대 30Hz로 핑(Ping)을 발생시킬 수 있다. 운영 중에 발생한 네트워크의 오류는 음파 발사를 제한하며, 장목항에서 정상

시 20Hz의 ping rate을 9.55Hz로 52.25% 감소 시켰으며, 전방향 해상도를 2.09배 감소시키고 있다.

주된 원인은 다중음향측심기의 신호 계통도와 같이 이더넷스위치(Ethernet Switch), 송파기 보드(Transmitter Board/TX)간의 네트워크 케이블의 접속불량, 케이블 불량 등으로 조사선의 진동 등의 특성이 반영된 노후화이다. 일차적으로 해상상황에 따른 움직임의 영향을 배제하고, 추후 수리등을 위한 이탈착이 편하고, 물리적으로 장비에 무리를 주지 않는 글루건으로 고정 처리가 필요하다. 두 번째로 포트 이상 등의 접속오류를 제거하기 위하여 포트를 변경하였다. 세 번째로 케이블을 신규로 제작 및 설치하여 오류를 제거하였고, 지속적인 노후화에 대한 관찰 및 수리가 필요할 수 있다.

신규시스템에 도입된 L형 커넥터는 공간의 활용성을 향상시켜, 전면부 창의 개폐시 눌림 등에 의한 접속불량을 해결할 수 있고, 교체 대상이 많은 경우 고려되어야 한다. 23년 9월 21일 견적된 모든 케이블에 대한 교체 비용은 435만원(VAT포함)이며, 단 한 세트를 보유하고 있다고 한다. 본 수리비용은 약 10만원으로 모든 케이블이 교체대상이 아님으로 적절한 대응이 필요하다.

제작사는 2017년 11월 21일 다중음향측심기 EM 710의 단종을 안내하였고, 2016년 도입된 이사부호의 EM 710의 경우 지속적인 사용이 예상된다. 한국해양과학기술원의 연구선단 5척 및 부설 극지연구소의 아라온호의 다중음향측심기는 도입이후 10년 이상 사용되고 있다. 이어도호 대체 종합해양연구선에서도 다중음향측심기가 사용될 예정으로, 동일한 증상이 발생될 가능성을 배제하지 못함으로 장비 이상 발생의 대응 방안이 될 것이다.

4. 결론

다중음향측심기는 넓은 해역의 수심측정 및 해저지형을 파악하기 위하여 한국해양과학기술원의 연구선단의 대부분의 조사선에 사용되어지고 있다. 연구선단의 조사선은 육상과 달리 해양에서 6자유도 운동(Roll, Pitch, Heave, Surge, Sway, Yaw)의 영향을 받게 되며, 해상의 상황(태풍 등)에 따른 강한 진동 등에 매우 취약할 수 있는 구조이다. 장비는 이러한 진동을 감쇠시키기 위한 충격 및 진동 흡수장치가 포함되어 있으나, 해상의 모든 충격 및 진동을 완벽히 흡수하지 못한다.

2009년도에 설치된 이어도호 다중음향측심기(EM 710) 및 2016년도에 설치된 이사부호 다중음향측심기(EM 710)에서 증상이 나타나고 있으며, 전체 케이블에 대한 교체보

다는 고장부분만을 파악한 교체가 합리적이고, 경제적이다.

기존 장비의 문제점을 파악하고 도입될 장비의 구조를 분석하여, 장비의 설치, 시험
항해 및 초기운영에서 점검하면, 문제의 해결에 보다 빠르게 대응할 수 있다. 신규 장
비 도입 및 운영시 빠른 운영의 고도화, 숙련화 및 전문화가 지속적으로 필요하며, 다
중음향측심기를 사용한 원활한 연구활동이 기대된다.

본 기술보고서는 “해양연구선 운영(PO1431)” 사업과 관련하여 수행된 결과입니다.



5. 참고문헌

“강원전자쇼핑몰.” kwshop. 2019년 07월 24일 수정, 2024년 01월 08일 접속, <https://www.kwshop.co.kr/goods/view?no=8037>

박정기외 (2020) 740톤급 종합해양연구선 이어도호 대체선 선형 및 설계 특성. Ocean and Polar Research, 42(2), pp.171-178. <http://dx.doi.org/10.4217/OPR.2020.42.2.171>

Kira Coley (2022) A Global Ocean Map is Not an Ambition, But a Necessity to support the Ocean Decade. Marine Technology Society Journal Volum55 Number 3: 9-12. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.56.3.3>

Kongsberg Maritime AS (2004) EM120 Complete Maintenance Manual. Kongsberg. pp. 93. <https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/164896-em120-complete-maintenance-manual.pdf> Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2009) EM710 Maintenance Manual. Kongsberg. pp 131. http://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/164852_em710_maintenance_manual.pdf Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2009) EM122 Maintenance Manual. Kongsberg. pp 144. http://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/309059_em122_maintenance_manual.pdf Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2016) EM2040C Maintenance Manual. Kongsberg. pp 13. https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/product-documents/378511-em2040c_maintenance_manual.pdf Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2019), EM712 Maintenance Manual. Kongsberg. pp 164-189. https://www.kongsberg.com/contentassets/270cdfb4fdb64e43a75dcc0b6eaf97a6/451106_em712_maintenance_manual_en.pdf Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2020), EM124 Maintenance Manual. Kongsberg. pp 200-202. https://www.kongsberg.com/contentassets/043ed187533d47bf987f73b579332951/458499aa_em124_maintenance_manual.pdf Accessed 25 Sep 2023

Kongsberg Maritime AS (2021), EM2040 MKII Installation Manual. Kongsberg. pp 101-135 . https://www.kongsberg.com/contentassets/896351f6537a46ffa0017c232a5b26aa/472405aa_em2040mk2_installation_manual.pdf Accessed 25 Sep 2023



6. 부록

조사선 이어도호 다중음향측심기 운영 [오류 조사]

□ 관련

-장비사용기록서(2023.07.06-자료유실)

□ 목적

-오류 추적을 통한 장비 수리

□ 방법

1. HWS 컴퓨터 시작이후 바탕화면 1-> 2로 진행

-Check Em710.bat 실행



*세부내용: Telnet 157.237.2.71 -f/C:\temp\em710-216-20230901.txt

*자료는 C:\temp 폴더에 동일이름 기록됨.

2. SIS 실행 이후 동일

3. HWS 컴퓨터를 끄고 재 시작시

가. C:\temp 파일의 기존 파일을 복사하여

D:\sisdata\common 폴더에 보관

나. Check Em710.bat 선택후 왼쪽 클릭하여 메모장으로 열기

다. 날짜로 화일명 수정

-Telnet 157.237.2.71 -f C:\temp\em710-216-20230901.txt

예) 9월 2일인 경우, f C:\temp\em710-216-20230902.txt

같은날 추가시는 20230902a.txt 등으로 수정

다. 이후 1항 및 2항 시행

장비의 고장수리와 관련하여 매우 큰 도움이 될것입니다.

감사합니다. 김영준 배상

Kongsberg EM 710

News bulletin



End of life EM® 710

Kongsberg Maritime aims to provide support to current and previous generations of products. However, the availability to key components is a limiting factor for support over time.

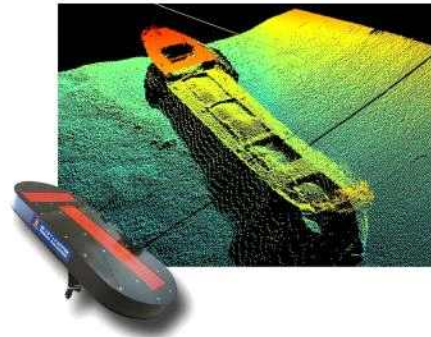
Consequently, Kongsberg Maritime ceases production of the EM 710 in 2017. No future development of the software will be done, but bug fixes will continue for the duration of the maintenance period.

Customers with on-going maintenance contract agreement will still get support for their systems. Maintenance contracts can be prolonged until 01.01.2023. Further 1 year extensions on maintenance contracts can be made on a case by case basis.

EM 710 as a product is replaced by EM 712.

Reservation: Due to possible obsolescence in materials and components, performance and prices are subject to change.

EM® is a registered trademark of Kongsberg Maritime AS in Norway and other countries.



Support information

Should you need technical support for your EM 710 you must contact a Kongsberg Maritime office. A list of all our offices is provided on our website. You can also contact our main support office in Norway.

- **Company name:** Kongsberg Maritime AS
- **Address:** Strandpromenaden 50, 3190 Horten, Norway
- **Telephone:** +47 33 03 41 00
- **Telephone, 24h support:** +47 33 03 24 07
- **Telefax:** +47 33 04 76 19
- **E-mail address:** km.hydrographic.support@kongsberg.com
- **Website:** <http://www.km.kongsberg.com>