


BPSE99789-12238-7

I M O 규제 대응 선박 수중소음  
공인 측정센터 구축 기획연구





IMO 규제 대응 선박  
수중소음 공인측정센터  
구축 기획연구

[www.kiost.ac.kr](http://www.kiost.ac.kr)



BSPE99789-12238-7

IMO 규제 대응 선박 수중소음  
공인측정센터 구축 기획연구

Planning Study for Construction of Public Certification  
Measurement Center of Shipping Noise to Response to IMO  
Regulation

2019. 12. 31

한 국 해 양 과 학 기 술 원



# 제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “IMO 규제대응 선박 수중소음 공인측정센터 구축 기획연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 12. 31.

총괄연구책임자 : 김 병 남

참 여 연 구 원 : 최 복 경, 김 응, 강 돈 혁,  
조 성 호, 정 섬 규, 박 요 섭,  
김 성 현, 지 호 윤, 심 민 섭,  
박 지 성, 김 한 수, 이 철 구





## 보고서 초록

과제고유 번호	PE99789	해당단계 연구기간	2019. 5. 1. - 2017. 12. 31.	단계 구분	
연구사업명	미래선도 기획연구사업				
연구과제명	IMO 규제 대응 선박 수중소음 공인측정센터 구축 기획연구				
연구책임자	김 병 남	총연구기간 참여연구원수	총 : 13 명 내부: 7 명 외부: 6 명	총 연구비	정부 : 81,000 천원 기업 : 천원 계 : 81,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터		참여기업명		
국제공동연구	해당없음				
위탁연구	해당없음				
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서 면수	140
<p>1. 연구목표: 국제해사기구(IMO)의 선박 수중소음 규제 대응을 위한 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시</p> <p>2. 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선박 수중소음 규제 정책 및 국내외 연구동향 분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박 수중소음 규제관련 IMO 심의동향 분석</li> <li>- 선박 수중 방사소음 측정 ISO 국제표준 제정동향 분석</li> <li>- 선박 수중소음 모니터링 국내외 연구동향 분석</li> </ul> </li> <li>○ 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선박 수중소음 공인측정센터의 임무, 조직 및 운영방안</li> <li>- 선박 수중소음 측정 최적지 선정방안</li> <li>- ICT 기반 실시간 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축 방안</li> <li>- 선박 수중소음 공인측정센터의 KOLAS 인정 시험기관 등록 및 운영방안</li> </ul> </li> <li>○ 기획연구의 타당성 분석 및 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 타당성과 기대효과 분석</li> </ul> </li> </ul>					
색인어 (각 5개 이상)	한 글	IMO 선박소음 규제, 선박소음, 수중소음, 해양소음, 해양동물			
	영 어	IMO shipping noise regulation, shipping noise, underwater noise, ocean noise, marine mammal			



# 요 약 문

## I. 제 목

IMO 규제대응 선박 수중소음 공인측정센터 구축 기획연구

## II. 기획연구사업의 목적 및 필요성

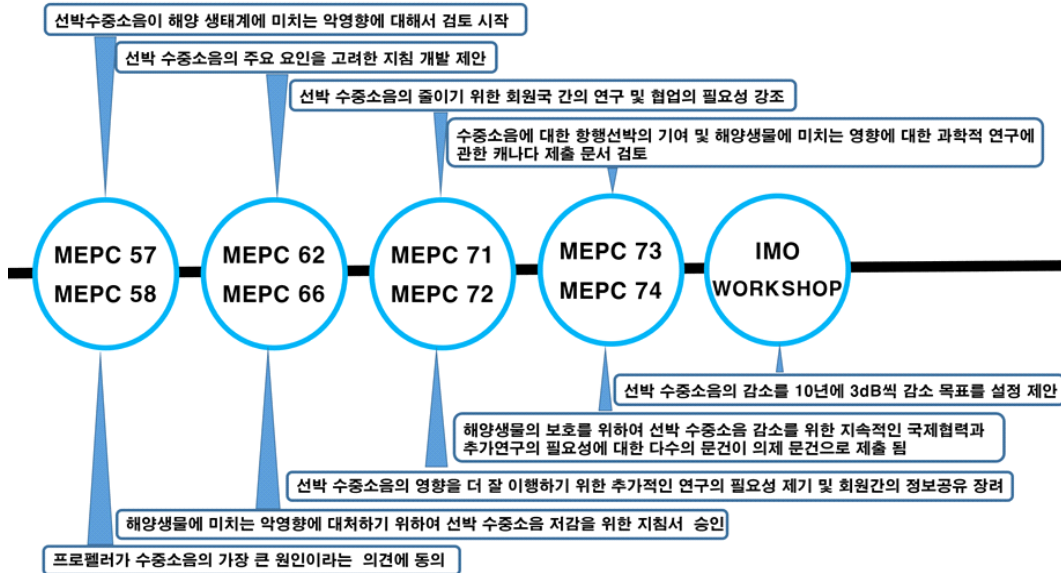
- 국제해사기구(IMO)의 선박 수중소음 규제 대응을 위한 선박 수중소음 공인측정센터 구축의 타당성 제시 및 구축안 수립
  - 전 세계 상선의 증가 및 대형화를 통한 선박 물동량의 증가는 해양에서 수중소음 환경을 좀 더 시끄러운 환경으로 변화시켜 해양 생태계를 교란시키는 역할을 함.
  - 국제 해양환경보호 단체의 지속적인 문제제기로 인하여 2008년부터 국제해사기구(IMO)의 해양환경보호위원회(MEPC)에서 선박 수중소음을 규제하기 위한 논의를 시작함.
  - 따라서, IMO의 선박 수중소음 규제 발효에 대응하기 위한 선박 수중소음 측정 및 평가 기술을 개발하고 전담할 수 있는 공인측정센터의 구축이 필요함.

## III. 연구개발의 내용 및 범위

- 선박 수중소음 규제 정책 및 국내외 연구동향 분석
  - 선박 수중소음 규제관련 IMO 심의동향 분석
  - 선박 수중 방사소음 측정 ISO 국제표준 제정동향 분석
  - 선박 수중소음 모니터링 국내외 연구동향 분석
- 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시
  - 선박 수중소음 공인측정센터의 임무, 조직 및 운영방안
  - 선박 수중소음 측정 최적지 선정방안
  - ICT 기반 실시간 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축 방안
  - 선박 수중소음 공인측정센터의 KOLAS 인정 시험기관 등록 및 운영방안
- 기획연구의 타당성 분석 및 기대효과
  - 연구개발의 정책적, 기술적, 경제적 타당성과 기대효과 분석

#### IV. 연구개발 결과

- 선박 수중소음 규제 관련 IMO MEPC의 심의동향 분석
  - MEPC 57차 ~ MEPC 74차 회의 의제 및 제출 문건을 분석함.



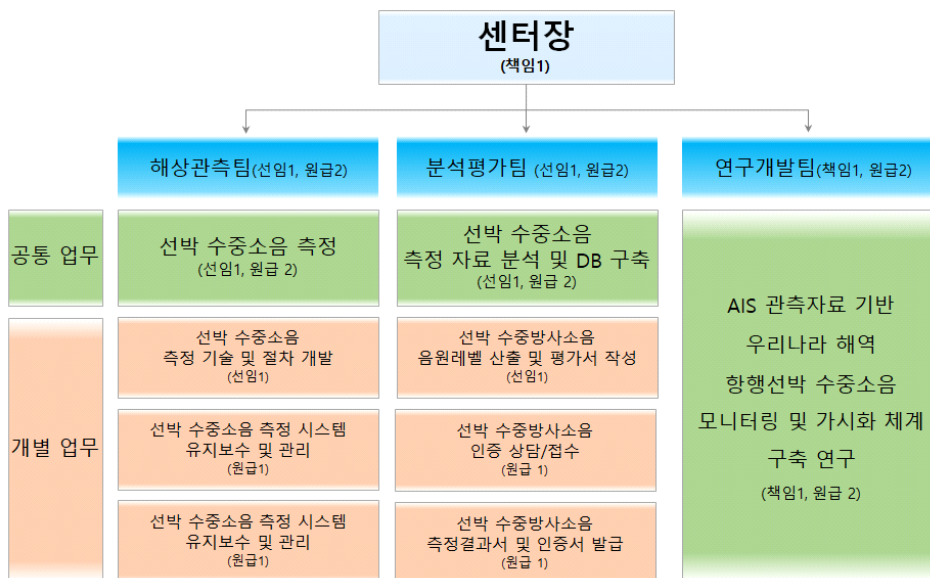
<MEPC 의제 요약 내용>

- 선박 수중소음 측정관련 ISO 국제규격 분석
  - 선박 수중소음 측정 표준안 국제규격(ISO 규격) 분석 관련하여 국제표준 화기구(ISO: International Organization for Standardization)에서 선박 수중소 음 측정과 관련하여 제정된 2건의 ISO 규격(ISO 17208-1, ISO 17208-2)을 분석함. 현재 ISO 소위원회 수중음향학 분과의(ISO/TC 43/SC 3)에서 1건의 ISO 규격이 추가적으로 제정이 논의 되고 있음을 파악함.

1. (제정완료) ISO 17208-1:2016 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음 의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제1부: 비교목적으로 사용되 는 심해에서의 정밀측정 요건
2. (제정완료) ISO 17208-2:2019 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음 의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제2부: 심해측정에 의한 음 원레벨의 결정
3. (제정예정) ISO 17208-3 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표 현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제3부: 천해에서의 측정 요건

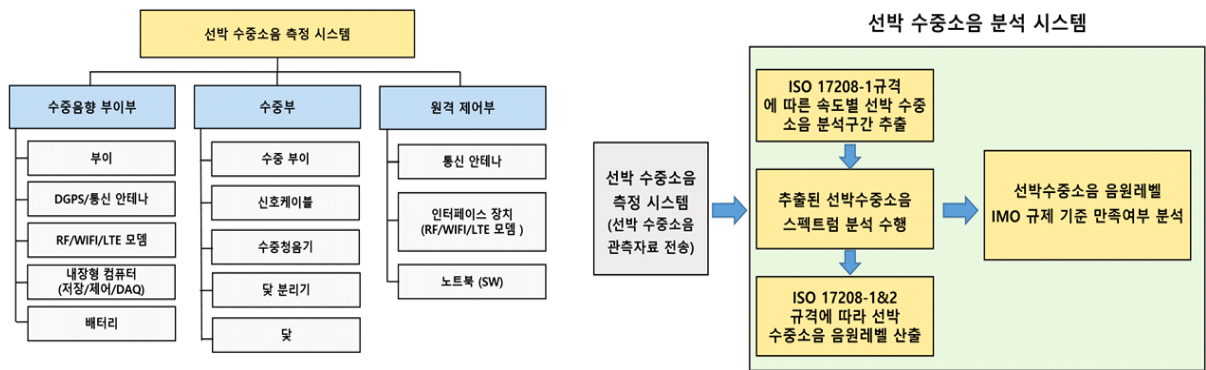
○ 선박 수중소음 공인측정센터 조직 구성 및 운영안 제시

- 운영조직(안)을 기능에 따라 크게 센터장 산하에 3팀으로 구성
- 운영인력은 책임급 2명, 선임급 2명, 원급 6명 총 10명으로 구성
- 센터장(책임 1명) :
  - 선박 수중소음 공인측정센터 업무 총괄 및 공인인증서 발급 책임
    - 해상 선박 수중소음 측정과 관련된 유관기관(해수부, 한국선급, 조선업 등) 협조 체계 구축
- 해상관측팀(선임 1명, 원급 2명) :
  - 선박 수중소음 측정 시스템을 이용하여 선박의 수중 방사소음 측정 업무 수행
    - 선임급 1명 : 선박 수중소음 측정관련 선진국 측정 기술 분석 및 측정 절차 개발
    - 원급 2명 : 선박 수중소음 측정 시스템 유지보수 및 관리
- 분석평가팀(선임 1명, 원급 2명) : 선박 수중소음 측정자료 분석 및 DB 구축
  - 선임급 1명 : 선박 수중 방사소음 음원레벨 산출 및 평가서 작성
  - 원급 1명 : 선박 수중 방사소음 인증 상담 및 접수 업무
  - 원급 1명 : 선박 수중 방사소음 측정 결과서 및 인증서 발급 업무
- 연구개발팀(책임 1명, 원급 2명) :
  - 우리나라해역 AIS 관측자료 기반 항행선박 수중소음 모니터링 및 가시화 체계 구축 연구



<선박 수중방사소음 공인측정센터 조직도(안) 및 업무 분장(안)>

- ICT 기반 실시간 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축 방안 제시
  - 선박 수중소음 공인측정센터의 주요 설치 목적을 명확히 함으로써 그에 따라 필요한 선박 수중소음 측정시스템과 분석시스템의 구축안을 제시함.
  - 선박 수중소음 공인측정센터 주요 설치 목적:
    - 국제 ISO 규격 및 세계 선급기관의 등급표기 기준에 의한 선박 수중소음 측정 및 인증



<선박 수중소음 측정 시스템 구성 및 분석시스템 개념도>

## V. 연구개발 결과의 활용계획

- 선박 수중소음 공인인증센터 구축을 통한 IMO 선박 수중소음 규제에 선제적으로 대응할 수 있는 체계 마련
- KOLAS 인증기관으로 선박 수중소음 공인인증센터를 등록함으로써 선박 수중소음 측정에 대한 대내외 공신력 확보
- 선박 수중소음 공인인증센터 구축을 통해 한국선급 인정 한국형 선박 수중소음 측정 표준안 및 KS 규격 제시
- 선박 수중소음 공인인증센터 운영을 통한 수중음향 계측 장비 성능 인증 관련 새로운 아이템 발굴
  - 수중청음기, 음파송신기, 소나 장비 등의 송신감도 및 수신감도 시험 인증
- 국내 조선소의 대형 선박 건조 시 수행되는 선박 수중소음 측정 및 성능 평가 관련하여 기관차원의 이익실현

# 목 차

제출문	i
보고서초록	iii
요약문	v
제 1 장 서론	1
1. 추진배경 및 필요성	1
2. 연구목표 및 연구개발내용	5
제 2 장 선박 수중소음 규제정책 및 국내외 연구동향	7
1. 선박 수중소음 규제 관련 IMO 심의동향	7
2. 선박 수중방사소음 측정 ISO 국제표준 제정동향	22
3. 선박 수중소음 모니터링 국내외 연구동향	29
제 3 장 IMO 규제대응 선박 수중소음 공인측정센터 구축계획	43
1. 선박 수중소음 공인측정센터 임무, 조직 및 운영방안	43
2. 선박 수중소음 측정 최적지 선정방안	46
3. ICT 기반 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축방안	49
4. 선박 수중소음 공인측정센터의 KOLAS 인정 시험기관 등록 및 운영방안	59
제 4 장 선박 수중소음 공인측정센터 구축 타당성 분석 및 기대효과	67
1. 정책적 타당성	67
2. 기술적 타당성	68
3. 경제적 타당성	69
4. 기대효과	73

참고문헌.....	76
부록 제 1 장. 선박 수중소음 관련 MEPC 회의결과 보고서.....	77
부록 제 2 장. 선박 수중소음 관련 MEPC 회람문서.....	111
부록 제 3 장. 선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석.....	123



# 그 립 목 차

Fig. 1-1 2018년 기준으로 전 세계 운항 상선 수 및 총 톤수 .....	1
Fig. 1-2 (a)1950-2010년 전 세계 총 생산 변화, (b)수중소음/선박톤수/WGDP 증가 추이 .....	2
Fig. 1-3 해산 포유류의 가청주파수 및 선박 수중소음의 주파수 대역 .....	2
Fig. 1-4 선박소음에 의한 해산포유류 피해 기사와 해안가의 고래 좌초 및 선박-고 래 충돌 예 .....	3
Fig. 2-1 IMO 조직도 .....	7
Fig. 2-2 선박 수중방사소음 측정 시스템 .....	23
Fig. 2-3 수중청음기 위치심도 .....	24
Fig. 2-4 대상선박 기동방법, 데이터 시작위치/종료위치 및 측정 시작위치/종료위치 .....	25
Fig. 2-5 의 값에 따른 선박 수중방사소음의 스펙트럼 레벨 보정값 .....	28
Fig. 2-6 (a) KIOST 수중소음 관측 위치, (b)조사선 계류식 수중소음 측정 .....	29
Fig. 2-7 (a)해저 계류식 수중소음 측정 기법, (b)메모리식 수중청음기 .....	30
Fig. 2-8 수중소음 및 항행선박자료를 이용한 선박소음 공간 환경도 도출 예 .....	30
Fig. 2-9 선박추진기 소음 모형실험 및 선박 방사잡음 실선계측 해상시험 예 .....	31
Fig. 2-10 (a)국내 개발되어 해군 운용 중인 항만감시체계, (b)시험 개발 완료된 부 이형 감시체계 .....	32
Fig. 2-11 국방과학연구소의 함정 및 잠수함 소음 측정 개요도 및 분석결과 예 .....	32
Fig. 2-12 캐나다 밴쿠버 항에서 실시하는 선박 종류별 항행 제한 속도 .....	33
Fig. 2-13 캐나다 밴쿠버 하로 해역(Haro Strait)의 선박항행속도 제한 구역 .....	34
Fig. 2-14 캐나다 밴쿠버 하로 해역에서 선박 항행속도 준수 비율 .....	34
Fig. 2-15 캐나다 해역에서 (a)돌고래 서식 밀도와 (b)항행선박 밀도를 고려한 .....	35
Fig. 2-16 NOAA에서 운영중인 고래류 서식밀도 및 선박소음 지도화 연구 .....	36
Fig. 2-17 NOAA의 해양소음 해결전략 로드맵 보고서(2016년도 발간) .....	36
Fig. 2-18 미국의 12개 해양잡음 관측 정점 및 해양잡음 측정장치 .....	37
Fig. 2-19 미국 남서부 해역 선박 항행속도 제한 프로그램에 참여한 미국 공공기 관 및 국제 해운사와 항행속도 제한구역 .....	38
Fig. 2-20 미국 산타 바바라 해협에서 선박수중소음 모니터링 연구 .....	39

Fig. 2-21 유럽연합의 BIAS 프로젝트 .....	40
Fig. 2-22 유럽연합의 AQUO 프로젝트 .....	41
Fig. 3-1 선박 수중방사소음 공인측정센터 조직도(안) 및 업무 분장(안) .....	44
Fig. 3-2 선박 시운전 금지해역 .....	46
Fig. 3-3 동해 선박 수중소음 측정 최적지 .....	47
Fig. 3-4 남해 선박 수중소음 측정 최적지 .....	48
Fig. 3-5 부이형 선박 수중소음 측정시스템 구성도 .....	49
Fig. 3-6 선박 수중소음 측정 모식도 .....	50
Fig. 3-7 수중음향 부이부 .....	51
Fig. 3-8 다양한 종류의 LED 등명기 및 레이더 반사기 .....	51
Fig. 3-9 DGPS, RF/WIFI/LTE 모뎀 .....	52
Fig. 3-10 내장형 컴퓨터 하드웨어 .....	53
Fig. 3-11 수중부 구성요소 .....	54
Fig. 3-12 원격 제어부 구성도 .....	55
Fig. 3-13 선박 수중방사소음 실시간 모니터링 프로그램 예 .....	56
Fig. 3-14 선박 수중소음 분석 시스템의 자료 분석 체계 구성안 .....	57
Fig. 3-15 DNV·GL의 Silent(E) 등급 표기 인증 최대 허용 선박 수중소음의 음원레벨 .....	58
Fig. 3-16 선박 수중소음의 음원레벨과 Silent(E)등급 표기 인증 최대 허용 음원레 벨과의 비교 예 .....	58
Fig. 3-17 KOLAS 인정 개요 .....	64
Fig. 4-1 경제성 분석 Framework .....	69
Fig. 4-2 용역 수탁 건(척) 수 변화에 따른 비용편익비율 변화 .....	72

## 표 목 차

Table 2-1 IMO MEPC의 회의 장소 및 날짜 .....	8
Table 2-2 IMO MEPC에 제출된 선박 수중소음 관련의제 .....	9
Table 2-3 주요 측정 파라미터의 값 또는 양 .....	26
Table 3-1 수중음향 부이부에 설치되는 통신모뎀의 용도 .....	52
Table 3-2 내장형 컴퓨터 주요사양 .....	53
Table 3-3 KOLAS 인정제도 7개 기관 평가 업무 .....	60
Table 3-4 KOLAS 시험기관 인정을 위한 항목별 구성 및 관련기준 .....	62
Table 4-1 경제성 분석을 위한 기본전제 및 가정 .....	70
Table 4-2 수입 및 비용추정 결과(백만원) .....	71
Table 4-3 경제성 타당성 분석 종합 .....	72



# 제 1 장 서론

## 1. 추진배경 및 필요성

전 세계 바다를 항해하는 상선의 수는 1964년 약 42,000척에서 2018년 약 93,000척(100 GT 이상의 상선)으로 약 2.2배 증가하였다. 그러나, 총 톤수로는 약 1.6억 GT에서 12억 GT로 약 7.5배 증가 하였다(Fig. 1-1). 이러한, 상선의 증가 및 대형화를 통한 해운 물동량의 증가는 해양에서 수중소음 환경을 좀 더 시끄러운 환경으로 변화 시키는 요인이 되었다.

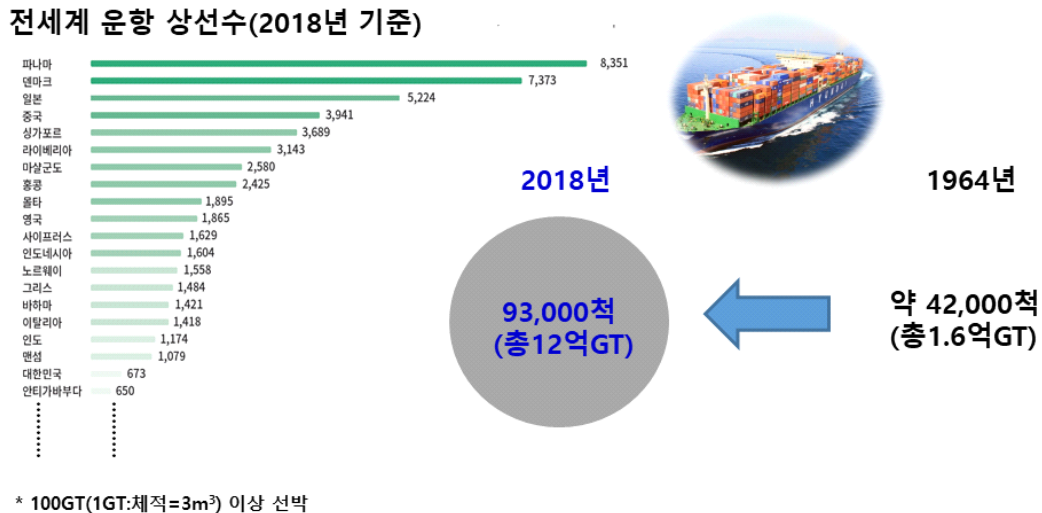


Fig. 1-1 2018년 기준으로 전 세계 운항 상선 수 및 총 톤수

미국 우즈 홀 해양연구소는 1950년대 이후 2010년도 까지 전 세계 총 생산량 (World Gross Domestic Product, WGDP)을 수집하여 WGDP가 지수 함수적으로 증가하는 것을 확인하였으며(Fig.1-2a), 해당기간 내 WGDP의 증가와 북태평양 지역에서 관측된 저주파수 대역의 소음(선박 방사소음 주파수 대역) 증가를 서로 비교하여 수중 소음의 증가 원인이 WGDP와 연관이 있음을 밝히는 ‘Noiseconomics’ 라는 개념을 발표하였다. 연구에 따르면, 북태평양의 저주파 대역 수중소음은 60년간 10년에 3.3 dB씩 증가하는 것으로 나타났으며, 해당기간 내 선박의 톤수 및

WGDP도 10년에 3.3 dB씩 증가한 것으로 확인하였다(Fig.1-2b). 결론적으로, 1950년대부터 증가된 WGDP는 국가 간의 물동량 이동을 위해 대형 선박의 기하급수적인 증가를 야기했으며, 이로 인한 수중의 소음 증가는 인간의 경제활동 증가와 깊은 관계가 있음을 검증한다.

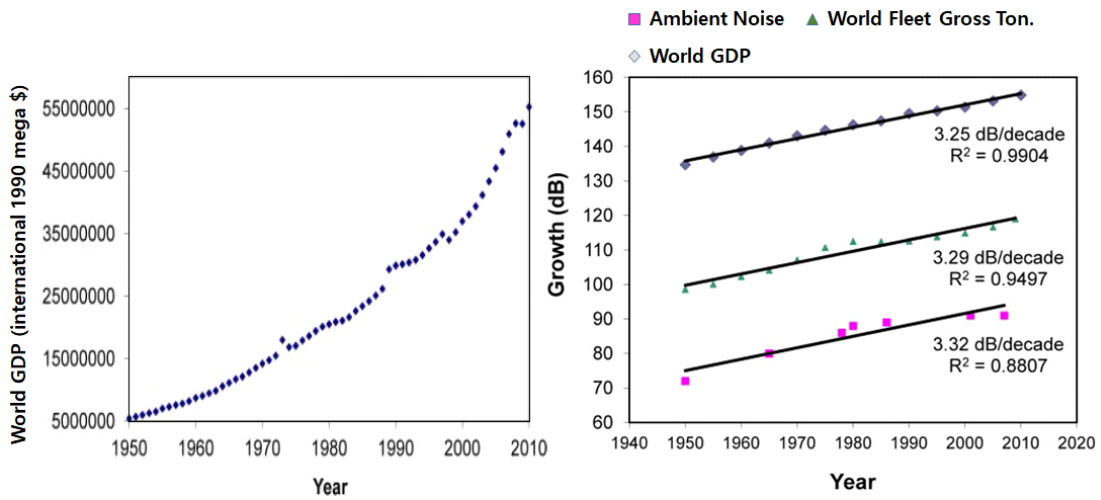


Fig. 1-2 (a)1950-2010년 전 세계 총 생산 변화, (b)수중소음/선박톤수/WGDP 증가 추이

선박기인 수중소음은 해산 포유류의 가청주파수 대역을 포함하므로(Fig. 1-3) 해산포유류의 번식률 저하, 포유류 간의 의사소통 방해, 해안가의 고래좌초, 선박-고래 충돌, 고래 회유경로 변경 등과 같이 해양 생태계를 교란시키는 역할을 할 수 있다(Fig. 1-4).

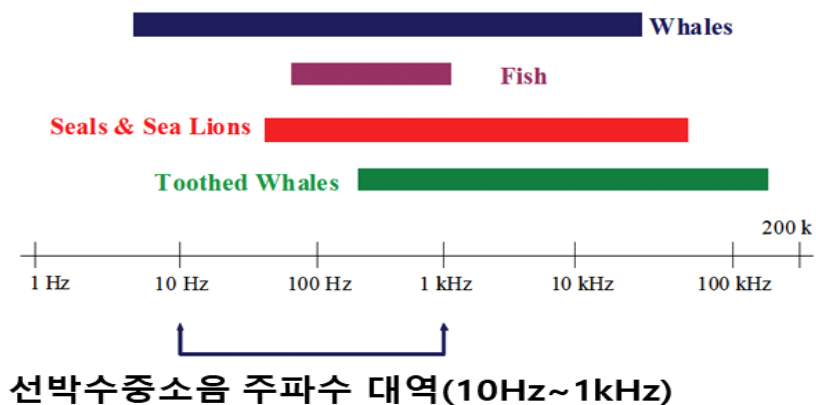


Fig. 1-3 해산 포유류의 가청주파수 및 선박 수중소음의 주파수 대역



Fig. 1-4 선박소음에 의한 해산포유류 피해 기사와 해안가의 고래 좌초 및 선박-고래 충돌 예

IFAW (international Fund for Animal Welfare), WDCS (Whale and Dolphin Conservation Society) 등 해양환경 보호단체에서는 선박 수중소음에 의한 해양생물 피해 및 이에 대한 대책을 연구해 오고 있으며 이를 근거로 국제사회에 해양생태계 피해를 최소화하기 위한 규정 제정을 요구하고 있는 실정이다. 이에 발맞추어 국제해사기구 (IMO, International Maritime Organization)는 2008년부터 현재까지 선

박 수중소음을 규제하기 위한 논의를 해양환경보호 위원회(MEPC, Marine Environment Protection Committee)에서 진행하고 있으며 최근 2014년에는 상선의 수중소음을 줄이기 위한 가이드라인 (10 ~ 300Hz 주파수 범위 내에서 10년 이내 3 dB 저감, 30년 이내 10 dB 저감)을 발표하여 규제 규정을 구체화 하고 있다. IMO 규제 발효 시 세계 각 국가는 자국 영해를 운항하는 대형선박의 수중소음을 실시간으로 모니터링하여 선박통행을 선별적으로 통제할 것으로 예상된다. 따라서, 미국, 캐나다, 유럽 등은 IMO 규제에 대응하기 위하여 자국 영해에서 선박 수중소음을 측정 및 모니터링할 수 있는 기술과 선박의 통행 분포에 따른 선박 수중소음의 분포를 모델링하여 가시화 할 수 있는 기술을 개발하여 체계화 하고 있는 상황이다. 그러나, 국내의 경우는 위와 같은 기술을 보유하고 있으나 이를 체계화하기 위한 기술개발이 필요한 상황이다.

본 기획연구는 이러한 기술을 체계화하고 IMO 선박 수중소음 규제 발효에 대비하기 위한 공인측정센터의 구축을 목적으로 한다.



## 2. 연구목표 및 연구개발 내용

### 가. 연구목표

- 국제해사기구(IMO)의 선박 수중소음 규제 대응을 위한 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시
  - 선박 수중소음 규제 정책동향 및 국내외 연구동향 분석
  - 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시
  - 연구개발 타당성 분석

### 나. 연구개발내용

- 선박 수중소음 규제 정책 및 국내외 연구동향 분석
  - 선박 수중소음 규제관련 IMO 심의동향 분석
  - 선박 수중 방사소음 측정 ISO 국제표준 제정동향 분석
  - 선박 수중소음 모니터링 국내외 연구동향 분석
  
- 선박 수중소음 공인측정센터 구축안 제시
  - 선박 수중소음 공인측정센터의 임무, 조직 및 운영방안
  - 선박 수중소음 측정 최적지 선정방안
  - ICT 기반 실시간 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축 방안
  - 선박 수중소음 공인측정센터의 KOLAS 인정 시험기관 등록 및 운영방안
  
- 연구개발의 타당성 분석 및 기대효과
  - 정책적 타당성
  - 기술적 타당성
  - 경제적 타당성
  - 기대효과



## 제 2 장 선박 수중소음 규제정책 및 국내외 연구동향

### 1. 선박 수중소음 규제 관련 IMO 심의동향

#### 가. 선박 수중소음 관련 IMO MEPC 회의의 개요

선박으로부터 발생하는 수중방사소음은 해수 중 배경잡음을 증가시킴으로써 고래 등 해양포유류의 서식환경에 영향을 미치고 있는 것으로 보고되고 있다(NRC, 2003). 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization) 산하의 해양환경보호위원회(MEPC: Marine Environment Protection Committee)에서는 선박의 수중방사소음과 해양생태계에 미치는 선박 수중소음의 악영향을 다루고 있다. 참고로 국제해사기구의 조직도를 Fig. 2-1에 나타내었다.

IMO MEPC에서는 제57차 회의(2008. 3. 31~4. 4)부터 최근에 개최된 제74차 회의(2019. 5. 13~17)까지 매차의 회의에서 선박 수중소음과 해양생물에 미치는 그것의 악영향을 “의제 16~20 선박 수중소음과 해양생물에 미치는 이것의 악영향 또는 기타 사업”으로 채택하여 논의를 활발하게 진행하고 있다.



Fig. 2-1 IMO 조직도

선박 수중소음을 의제로 채택하여 개최된 IMO MEPC의 회의 장소 및 회의 날짜를 Table 2-1에 나타내었다. 그리고 IMO MEPC에 제출된 선박 수중소음 관련 의제를 Table 2-2에 나타내고 있다. 또한, Table 2-2에는 의제항목, 문서번호, 제출자 및 접수날짜 등도 나타내었다.

Table 2-1 IMO MEPC의 회의 장소 및 날짜

회의 명칭	회의 장소	회의 날짜
MEPC 제57차	왕립 원예홀 및 콘퍼런스 센터 (영국 런던)	2008. 03. 31~04. 04
MEPC 제58차	IMO 본부 (영국 런던)	2008. 10. 06~10. 08
MEPC 제59차	"	2009. 07. 13~07. 17
MEPC 제60차	"	2010. 03. 22~03. 26
MEPC 제61차	"	2010. 09. 27~10. 01
MEPC 제62차	"	2011. 07. 11~07. 15
MEPC 제63차	"	2012. 02. 27~03. 02
MEPC 제64차	"	2012. 10. 01~10. 05
MEPC 제65차	"	2013. 05. 13~05. 17
MEPC 제66차	"	2014. 03. 31~04. 04
MEPC 제68차	"	2015. 05. 11~05. 15
MEPC 제71차	"	2017. 07. 03~07. 07
MEPC 제72차	"	2018. 04. 09~04. 13
MEPC 제73차	"	2018. 10. 22~10. 26
MEPC 제74차	"	2019. 05. 13~05. 17

Table 2-2 IMO MEPC에 제출된 선박 수중소음 관련의제

의제 항목	문서번호	제목	제출자	접수날짜
20		기타 사업		
	MEPC 57/INF.4	항행선박의 수중소음 및 해양포유류	미국	2008. 01. 07
	MEPC 57/INF.9	지중해에서의 생물다양성에 대한 해상교통의 위험	IUCN <sup>1)</sup>	2008. 01. 10
	MEPC 57/INF.22	MEPC 57/INF.4 문서에 대한 검토 의견	IFAW <sup>2)</sup> 및 FOEI <sup>3)</sup>	2008. 03. 13
19		위원회 및 보조기관의 작업 프로그램		
	MEPC 58/19	해양생물에 미치는 잠재적인 악영향을 줄이기 위해 상업적인 선박운항으로부터 발생하는 부수적인 수중소음의 유입 최소화	미국	2008. 07. 08
	MEPC 58/INF.19	상업적인 선박운항으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 대한 정보	호주	2008. 08. 22
19		상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향		
	MEPC 59/19	대응그룹 보고서	미국	2009. 04. 24
	MEPC 59/19/1	대형 상업용 선박에 의한 수중소음 공해의 감소	IFAW 및 FOEI	2009. 05. 15
18		상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향		
	MEPC 60/18	대응그룹 보고서	미국	2010. 01. 11
19		상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향		
	MEPC 61/19	대응그룹 보고서	미국	2010. 08. 02
19		상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향		
	MEPC 62/19	상선으로부터 방사되는 수중소음	ISO <sup>4)</sup>	2011. 05. 13

		측정을 위한 국제표준 개발		
	MEPC 62/19/1	선박에서 발생하는 수중소음의 주요 발생원으로서 프로펠러에 관한 정보	독일	2011. 06. 13
	MEPC 62/INF.22	고래류에 특별한 초점을 맞춘 선박 수중소음 연구 및 해양생물 다양성에 관한 정보	스페인	2011. 05. 13
17		상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향		
	MEPC 66/17	DE <sup>5)</sup> 57의 결과	IMO 사무국	2013. 11. 26
20		기타 사업		
	MEPC 68/INF.26	어류 및 무척추동물에 미치는 선박 수중소음의 영향에 관한 새로운 정보	IUCN	2015. 03. 24
16		기타 사업		
	MEPC 71/16/5	해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 줄이기 위한 협력	캐나다	2017. 05. 05
16		기타 사업		
	MEPC 72/16/5	수중소음을 저감하기 위한 선박설계 활용 및 운용대책	캐나다	2018. 02. 16
	MEPC 72/INF.4	모델 스케일 캐비테이션 소음측정에 관한 ITTC 권장지침	ITTC <sup>6)</sup>	2018. 01. 03
	MEPC 72/INF.9	해양생물에 대한 수중소음의 영향과 관련된 추가정보	IWC <sup>7)</sup>	2018. 01. 19
18		기타 사업		
	MEPC 73/18/4	상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 악영향을 줄이기 위한 국제적인 노력강화	캐나다 및 뉴질랜드	2018. 08. 24
	MEPC 73/INF.23	해양생물 종에 대한 수중소음의 영향 및 수중소음 저감의 중요성에 대한 과학적인 지원	캐나다	2018. 08. 28
	MEPC 73/INF.26	OSPAR 위원회의 수중소음 관련작업에 관한 정보	OSPAR 위원회 <sup>8)</sup>	2018. 08. 28
17		기타 사업		
	MEPC 74/17/2	해양환경 보호를 위한 조용한 선박설계 및 기술에 관한 국제협력 강화	캐나다 및 프랑스	2019. 03. 15
	MEPC 74/17/3	MEPC 74/17/2 문서에 대한 검	FOEI, WWF <sup>9)</sup> ,	2019. 04. 04

		토의견	IFAW, Pacific Environment and CSC <sup>10)</sup>	
	MEPC 74/INF.14	항행선박으로부터 발생하는 인공적인 수중소음의 악영향 저감	CMS <sup>11)</sup>	2019. 03. 20
	MEPC 74/INF.28	선박 수중방사소음에 관한 기술보고 및 매트릭스	캐나다	2019. 03. 22
	MEPC 74/INF.36	해양환경 보호를 위한 저소음 선박에 관한 워크숍의 결과보고	캐나다	2019. 03. 22
<p>주 1) IUCN: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (국제자연보전연맹)  2) IFAW: International Fund for Animal Welfare (국제동물복지기금)  3) FOEI: Friends of the Earth International (지구의 벗)  4) ISO: International Organization for Standardization (국제표준화기구)  5) DE: Sub-Committee on Ship Design and Equipment (선박설계 및 설비 전문위원회); 2013년 8월부터 SDC(Sub-Committee on Ship Design and Construction; 선박설계 및 건조 전문위원회)로 재편됨  6) ITTC: International Towing Tank Conference (국제예인수조회의)  7) IWC: International Whaling Commission (국제포경위원회)  8) OSPAR 위원회: Oslo and Paris Commission  9) WWF: World Wide Fund for Nature (세계자연기금)  10) CSC: Clean Shipping Coalition (청정해운연합)  11) CMC: UN Environment Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (야생동물의 철새종 보존에 관한 유엔환경협약)</p>				

#### 나. 선박 수중소음 관련 IMO MEPC 회의의 주요 내용

IMO MEPC에서는 회원국 및 관련단체로부터 의제를 제출받아 매년 1~2차의 회의를 개최하고 있다. 선박 수중소음 및 해양생태계에 미치는 선박 수중소음의 악영향에 관하여 매차의 MEPC 회의에서 논의된 주요한 내용은 다음과 같다(IMO MEPC 57/21, 2008; IMO MEPC 58/23, 2008; IMO MEPC 59/24, 2009; IMO MEPC 60/22, 2010; IMO MEPC 61/24, 2010; IMO MEPC 62/24, 2011; IMO MEPC 63/23, 2012; IMO MEPC 64/23, 2012; IMO MEPC 65/22, 2013; IMO MEPC 66/21, 2014; IMO MEPC 68/15, 2015; IMO MEPC 71/17, 2017; IMO MEPC 72/17, 2018; IMO MEPC 73/19, 2018; IMO MEPC 74/18, 2019). 그리고 선박 수중소음 및 해양생물에 미치는 선박 수중소음의 악영향에 관한 IMO MEPC의 회의결과 보고서를 번역하여 부록 제1장에 수록하였다. 또한, 선박 수중소음 관련 MEPC 회람문서 “MEPC.1/Circ.833 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침”을 번역하여 부록 제2장에 수

록하고 있다(IMO MEPC.1/Circ.833, 2014).

#### 1) MEPC 제57차 회의

- MEPC 제57차 회의가 영국 런던의 왕립 원예홀 및 콘퍼런스 센터(Royal Horticultural Halls and Conference Centre, London, England)에서 2008년 3월 31일부터 4월 4일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 57/INF.4 항행선박의 수중소음 및 해양포유류 (미국 제출)”, “MEPC 57/INF.9 지중해에서의 생물다양성에 대한 해상교통의 위험 (IUCN 제출)”, “MEPC 57/INF.22 MEPC 57/INF.4 문서에 대한 검토의견 (IFAW 및 FOEI 제출)” 등의 문서를 “의제 20 기타 사업 - 항행선박 수중소음과 해양포유류”로 채택하여 논의하였음.
- 선박 수중방사소음에 대한 국제 해양환경보호 단체의 지속적인 문제제기에 의해 선박 수중소음과 해양생태계에 미치는 선박 수중소음의 악영향에 대하여 IMO MEPC에서 처음으로 검토하였음.
- 미국이 제출한 항행선박의 수중소음과 해양포유류에 관한 정보에 주목하였으며, 선박 수중소음은 해양동물의 행동 및 생물학적 기능을 방해할 가능성이 있음을 언급하였고, 이 문제에 대한 일반적인 관심과 지지를 회원국의 정부에 요청하였음.

#### 2) MEPC 제58차 회의

- MEPC 제58차 회의가 영국 런던의 IMO 본부(IMO Headquarters, London, England)에서 2008년 10월 6일부터 10월 10일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 58/19 해양생물에 미치는 잠재적인 악영향을 줄이기 위해 상업적인 선박운항으로부터 발생하는 부수적인 수중소음의 유입 최소화 (미국 제출)”, “MEPC 58/INF.19 상업적인 선박운항으로부터 발생



하는 수중소음 및 해양생물에 대한 정보 (호주 제출)” 등의 문서를 “의제 19 위원회 및 보조기관의 작업 프로그램 - 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향에 대한 새로운 의제 제안”으로 채택하여 논의하였음.

- 미국이 제안한 상업적인 선박운항으로 발생하는 수중소음을 최소화하여 해양생물에 미치는 악영향을 저감하기 위해 임의적인 기술지침을 개발하는 새로운 작업 프로그램을 검토한 결과, 이것에 대한 필요성에 합의하여 전문적인 대응그룹(Correspondence Group)의 설립을 승인하였음.
- 호주에서 제공한 남반구에서의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음에 관한 정보에 주목하였으며, 이러한 수중소음은 어류 및 고래류 등 해양동물의 행동 및 생명기능을 방해할 잠재력이 있다는 데에 동의하였음.

### 3) MEPC 제59차 회의

- MEPC 제59차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2009년 7월 13일부터 7월 17일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 59/19 대응그룹 보고서 (미국 제출)”, “MEPC 59/19/1 대형 상업용 선박에 의한 수중소음 공해의 감소 (IFAW 및 FOEI 제출)” 등의 문서를 “의제 19 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 미국이 제출한 대응그룹의 보고서를 검토한 결과, 상업용 선박으로부터 발생하는 수중소음과 특정 해양동물에 대한 악영향과의 사이에는 연관성이 있을 수 있는데, 이에 대하여는 과학적인 불확실성이 아직 남아 있으므로 더 많은 연구가 필요하다는 점을 인정하였으며, 선박 수중소음에 관한 지속적인 작업을 위해 대응그룹의 재설립을 승인하였음.
- 프로펠러 캐비테이션에 의해 발생한 수중소음이 상업용 대형선박의 수중소

음을 지배하기 때문에 캐비테이션을 감소하기 위한 프로펠러의 설계기술과 프로펠러로의 웨이크 흐름을 개선하는 다양한 기술 등을 검토하였음.

#### 4) MEPC 제60차 회의

- MEPC 제60차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2010년 3월 22일부터 3월 26일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 60/18 대응그룹 보고서 (미국 제출)” 문서를 “의제 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박의 저소음화 기술에 관한 비강제적인 기술지침을 개발하기 위한 대응그룹의 활동에 대해 일반적으로 지지하였으며, 추가적인 작업을 위해 대응그룹을 재설립하는 데 합의하였음.

#### 5) MEPC 제61차 회의

- MEPC 제61차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2010년 9월 27일부터 10월 1일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 61/19 대응그룹 보고서 (미국 제출)” 문서를 “의제 19 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 미국이 제출한 대응그룹의 보고서를 검토한 결과, 프로펠러가 선박 수중소음의 주요 발생원이며, 향후 연구계획은 프로펠러 및 캐비테이션과 수중음파 에너지의 발생원인과의 관계에 중점을 두어야 한다는 데 동의하였음.
- 그리고 선박 수중방사소음의 저소음화는 추진력, 선체설계, 탑재기계 및 운용조치 등의 영역에서 회원국 정부, 과학계, 수중소음 관련 환경단체,

수중소음 관련 국제기구 및 관련자(해양기술자, 조선기사, 선주, 선박운용자) 등에 의해 검토되어야 한다는 데 동의하였음.

#### 6) MEPC 제62차 회의

- MEPC 제62차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2011년 7월 11일부터 7월 15일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 62/19 상선으로부터 방사되는 수중소음 측정을 위한 국제표준 개발 (ISO 제출)”, “MEPC 62/19/1 선박에서 발생하는 수중소음의 주요 발생원으로서 프로펠러에 관한 정보 (독일 제출)”, “MEPC 62/INF.22 고래류에 특별한 초점을 맞춘 선박 수중소음 연구 및 해양생물 다양성에 관한 정보 (스페인 제출)” 등의 문서를 “의제 19 상업적인 항행 선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하려고 하였음.
- 그러나 시간적인 제약 때문에 제출된 문서에 대한 검토를 다음 회의로 연기하기로 합의하였음.

#### 7) MEPC 제63차 회의

- MEPC 제63차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2012년 2월 27일부터 3월 2일까지 개최되었음.
- 이 회의를 위해 새로이 제출된 문서는 없었으나, 이 회의에서는 이미 제62차 회의에 제출된 문서를 “의제 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 국제표준화기구가 제공한 선박 수중소음에 관한 국제표준의 개발 진행상황에 대한 정보에 주목하였으며, 독일이 제공한 선박 수중소음의 주요 발생원으로서 프로펠러 정보에 관심을 나타내어 프로펠러에 의해 발생하는

수중소음을 저감하는 방향으로 연구 프로그램이 지원되어야 한다는 데 동의하였고, 스페인이 제공한 선박 수중소음 연구 및 해양생물 다양성에 관한 정보에 주목하였음.

#### 8) MEPC 제64차 회의

- MEPC 제64차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2012년 10월 1일부터 10월 5일까지 개최되었음.
- 이 회의를 위해 새로이 제출된 문서는 없었으나, 이 회의에서는 DE 전문위원회(Sub-Committee on Ship Design and Equipment; 선박설계 및 설비 전문위원회)가 제출한 DE 56의 문서를 “의제 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 선박 수중소음을 저감하기 위해 추진력, 선체설계, 선내장비 및 운용변경 등의 영역을 고려하면서 선박 저소음화 기술과 운용관행에 대한 이용 가능한 옵션을 계속하여 검토하기로 하였으며, 상업용 선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 비강제적인 지침을 개발하는 데 동의하였음.

#### 9) MEPC 제65차 회의

- MEPC 제65차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2013년 5월 13일부터 5월 17일까지 개최되었음.
- 이 회의를 위해 새로이 제출된 문서는 없었으나, 이 회의에서는 “의제 17 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 논의하려고 하였음.
- 그러나 이 회의는 DE 전문위원회 제57차 회의와 시간상으로 근접해 있었

으므로 다음의 MEPC 제66차 회의에서 DE 전문위원회 제57차 회의의 결과를 검토하기로 하였음.

#### 10) MEPC 제66차 회의

- MEPC 제66차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2014년 3월 31일부터 4월 4일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 66/17 DE 57의 결과 (IMO 사무국 제출)” 문서를 “의제 17 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향”으로 채택하여 논의하였음.
- 대응그룹에서 초안을 작성하고, DE 전문위원회에서 동의한 회람문서 “MEPC.1/Circ.833 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 선박 수중소음을 저감하기 위한 지침”에 대해 일부를 수정하여 승인하였고, 가능한 한 빨리 이 회람문서를 발행하도록 IMO 사무국에 요청하였음.
- 선박 수중소음 및 해양생물에 미치는 선박 수중소음의 악영향에 관하여 DE 전문위원회에서는 다음과 같은 사항을 제안하였음.
  - 선박 수중소음 및 해양포유류에 관한 2008년 함부르크 국제워크숍에서 제시한 특정 수중소음의 저감목표 포함: 10~300 Hz 범위의 해수 중 주위잡음 레벨에 대해 항행선박의 기여를 현재의 레벨에 비해 10년 이내에 3 dB, 30년 이내에 10 dB 감소
  - 수중소음 저감조치가 가장 크게 수중소음을 발생하는 것에 적용되도록 선박 및 기타 소음원(육상기원, 시추, 얼음 붕괴 등)에 의한 수중소음의 기여 평가
  - 개별 선박 수중소음과 국지적인 해수 중 주위잡음 레벨 저감과의 관계에 대한 정량화

- 해양생물 종에 대한 수중소음의 악영향에 대한 수량화 및 이해력의 지속적인 진전
  - 해양생물에 대한 수중소음의 영향 때문에 정기적으로 운항하는 선박의 수중소음을 근본적으로 줄이기 위해 특별한 운항조치 및/또는 설계조치를 필요로 하는 수중소음 문제가 민감한 해역에 대한 선박운항 지침 설정
  - 해수중에서 발생하는 소음이 해양생물(근해, 회유, 쇄빙 등)에게 가장 지장을 주는 해역의 유형 식별 및 상황의 유형 식별
  - 표준화된 측정 프로토콜을 사용하여 서로 다른 선박 운항조건에서 선박 유형에 대한 수중소음 프로파일 개발
  - 선박의 수중소음 레벨을 증가시키는 요인을 이해하기 위해 수중소음을 가장 크게 발생하는 선박 식별
  - 항행선박 활동이 급격히 증가할 것으로 예상되는 해양생물 다양성이 높은 해역과 같은 주요 관심해역에서의 기준 해수 중 주위잡음 레벨의 확립
  - 잘 알려진 해양생물 서식지 또는 회유경로를 포함하여 민감한 해역에 대한 정보를 수집하여 항해계획의 목적을 위해 선장과 선주에게 제공
- 그러나 이 회의에서는 이런 주제에 대해 향후 추가적인 작업을 검토할 때 MEPC는 다음과 같은 점에 유의하기로 하였음.
- 선박 수중소음에 대해 다양한 지식의 격차가 아직 남아 있고, 현 단계에서는 이 문제에 대한 종합적인 평가가 가능하지 않으므로 이것과 관련하여 해양의 수중소음 레벨과 다양한 수중소음원으로부터의 기여는 복잡한 문제로서 다양한 선박의 유형, 크기, 속도 및 운항특성이 모두 이러한 복잡성에 기여하고 있음.
  - 이러한 복잡성을 고려할 때, 선박으로부터 발생하는 수중소음 레벨의 장래 목표치를 정하는 것은 시기상조이며, 현재로서는 평가하기가 어려움

- 특히 선박으로부터 방사되는 수중소음의 측정과 보고에 관한 더 많은 연구가 필요함

#### 11) MEPC 제68차 회의

- MEPC 제68차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2015년 5월 11일부터 5월 15일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 68/INF.26 어류 및 무척추동물에 미치는 선박 수중소음의 영향에 관한 새로운 정보 (IUCN 제출)” 문서를 “의제 20 기타 사업 - 수중소음”으로 채택하여 논의하였음.
- IUCN에서 제출한 선박의 수중소음이 어류와 무척추동물에 미치는 영향에 관한 새로운 정보에 주목하였음.

#### 12) MEPC 제71차 회의

- MEPC 제71차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2017년 7월 3일부터 7월 7일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 71/16/5 해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 줄이기 위한 협력 (캐나다 제출)” 문서를 “의제 16 기타 사업 - 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 저감”으로 채택하여 논의하였음.
- 여러 회원국의 대표단이 캐나다의 제출의제에 대해 지지의 의사를 밝혔으며, 이 문제의 중요성과 선박 수중소음의 영향을 더욱 잘 이해하기 위한 추가 연구 및 협업의 필요성을 강조하였음.
- “MEPC.1/Circ.833 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침”에 명시된 것을 이행하는 것과 관련하여 이 분야에 대한 경험을 지속적으로 공유하도록 권장하였고, 이런 문제를 해결하기 위해 캐나다와 협력하기를 장려했음.

### 13) MEPC 제72차 회의

- MEPC 제72차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2018년 4월 9일부터 4월 13일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 72/16/5 수중소음을 저감하기 위한 선박설계 활용 및 운용대책 (캐나다 제출)”, “MEPC 72/INF.4 모델 스케일 캐비테이션 소음측정에 관한 ITTC 권장지침 (ITTC 제출)”, “MEPC 72/INF.9 해양생물에 대한 수중소음의 영향과 관련된 추가정보 (IWC 제출)” 등의 문서를 “의제 16 기타 사업 - 해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 저감”으로 채택하여 논의하였음.
- 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 영향을 더욱 잘 이해하기 위한 추가적인 연구의 필요성이 많은 회원국의 대표단에 의해 제기되었으며, 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대처한 경험을 계속하여 공유하도록 장려하였고, 이 문제에 관한 새로운 결과물을 위원회의 향후 회의로 제출하자는 캐나다 제안에 협력하기로 하였음.

### 14) MEPC 제73차 회의

- MEPC 제73차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2018년 10월 22일부터 10월 26일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 73/18/4 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 악영향을 줄이기 위한 국제적인 노력 강화 (캐나다 및 뉴질랜드 제출)”, “MEPC 73/INF.23 해양생물 종에 대한 수중소음의 영향 및 수중소음 저감의 중요성에 대한 과학적인 지원 (캐나다 제출)”, “MEPC 73/INF.26 OSPAR 위원회의 수중소음 관련 작업에 관한 정보 (OSPAR 위원회 제출)” 등의 문서를 “의제 18 기타 사업 - 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 노력”으로 채택하여 논의하였음.



- 캐나다가 주최하여 2019년 1월 30일부터 2월 1일까지 IMO 본부에서 개최된 “현재 및 미래의 조용한 선박설계에 관한 국제워크숍”에 대해 여러 회원국의 대표단은 지지를 표명하였으며, 해양환경 보호의 측면에서 이 문제의 중요성을 강조하였음.

#### 15) MEPC 제74차 회의

- MEPC 제74차 회의가 영국 런던의 IMO 본부에서 2019년 5월 13일부터 5월 17일까지 개최되었음.
- 이 회의에서는 “MEPC 74/17/2 해양환경 보호를 위한 조용한 선박설계 및 기술에 관한 국제협력 강화 (캐나다 및 프랑스 제출)”, “MEPC 74/17/3 MEPC 74/17/2 문서에 대한 검토의견 (FOEI, WWF, IFAW 및 Pacific Environment and CSC 제출)”, “MEPC 74/INF.14 항행선박으로부터 발생하는 인공적인 수중소음의 악영향 저감 (CMS 제출)”, “MEPC 74/INF.28 선박 수중방사소음에 관한 기술보고 및 매트릭스 (캐나다 제출)”, “MEPC 74/INF.36 해양환경 보호를 위한 저소음 선박에 관한 워크숍의 결과보고 (캐나다 제출)” 등의 문서를 “의제 17 기타 사업”으로 채택하여 논의하려고 하였음.
- 그러나 시간적인 제약 때문에 제출된 문서에 대한 검토를 다음 회의로 연기하기로 합의하였음.

## 2. 선박 수중방사소음 측정 ISO 국제표준 제정동향

국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)의 기술위원회(TC: Technical Committee) 43에서 음향학(acoustics)에 관한 국제표준을 담당하고 있으며, 그 산하의 전문위원회(SC: Sub-Committee) 3에서 수중음향학(underwater acoustics)을 맡고 있다. 따라서 ISO/TC 43/SC 3에서 선박 수중방사소음에 관한 국제표준을 심의하여 제정하고 있다. 현재 선박 수중방사소음 측정에 관한 국제표준으로는 2건이 제정되어 있으며, 1건이 심의 중에 있다(ISO 17208-1:2016 및 ISO 17208-2:2019).

ISO/TC 43/SC 3에서 제정을 완료한 선박 수중방사소음 측정에 관한 ISO 국제표준은 다음과 같다.

- ISO 17208-1:2016 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제1부: 비교목적으로 사용되는 심해에서의 정밀 측정요건
- ISO 17208-2:2019 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제2부: 심해측정에 의한 음원레벨의 결정

그리고 ISO/TC 43/SC 3에서 논의 중에 있는 선박 수중방사소음 측정에 관한 ISO 국제표준은 다음과 같다.

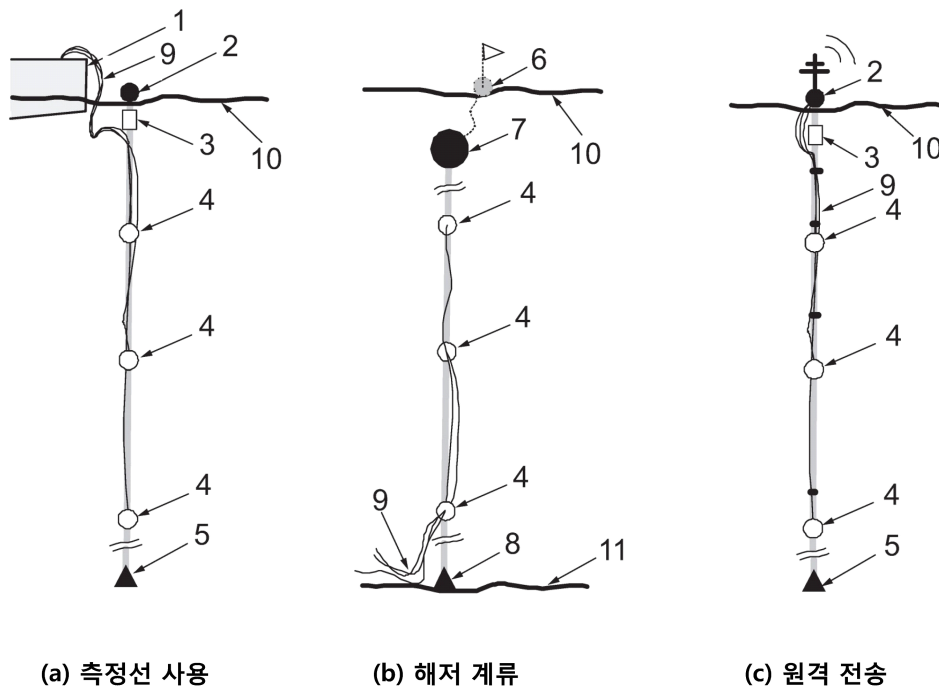
- ISO 17208-3 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제3부: 천해에서의 측정요건

### 가. ISO 17208-1

ISO 17208-1에서는 수심이 150 m 이상인 심해에서 선박의 수중방사소음을 측정하기 위한 측정요건, 측정절차, 자료처리 및 표현방법 등에 대한 전반적인 내용을 규정하고 있다. 그러나 이 국제표준에서는 수중방사소음의 해표면 반사를 고려하고 있지 않으며, 수중방사소음의 전파거리( $R$ )에 따른 확산손실로서 구면확산

( $20 \log_{10} R$ )을 보상하도록 규정하고 있다.

ISO 17208-1에서 권장한 선박 수중방사소음 측정 시스템을 Fig. 2-2에 나타내었고, 수중청음기의 설치심도를 Fig. 2-3에 나타내었다. Fig. 2-2에 나타낸 바와 같이 선박 수중방사소음 측정 시스템으로는 “측정선 사용”, “해저 계류” 및 “원격 전송” 등처럼 수중청음기를 해수 중에 설치하여 사용하도록 권고하고 있다. 그리고 Fig. 2-3에 나타낸 바와 같이 하나의 측정 시스템에서는 수중청음기 3개를 사용하도록 규정하고 있으며, 수중청음기의 위치심도는 해수면 수평선의 대상선박 위치로부터 각각 15°, 30° 및 45°의 경사각을 이루도록 권고하고 있다.



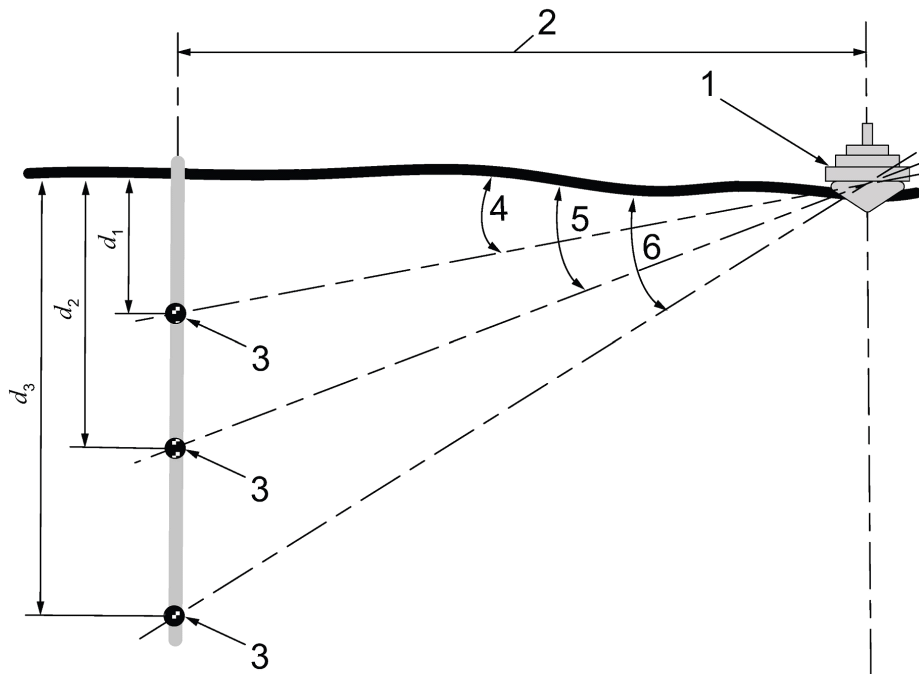
(a) 측정선 사용

(b) 해저 계류

(c) 원격 전송

주) 1: 측정선박, 2: 해표면 부이, 3: 지지 장치, 4: 수중청음기, 5: 웨이트, 6: 해표면 부이, 7: 해수 중 부이, 8: 닻, 9: 수중청음기 케이블, 10: 해수면, 11: 해저

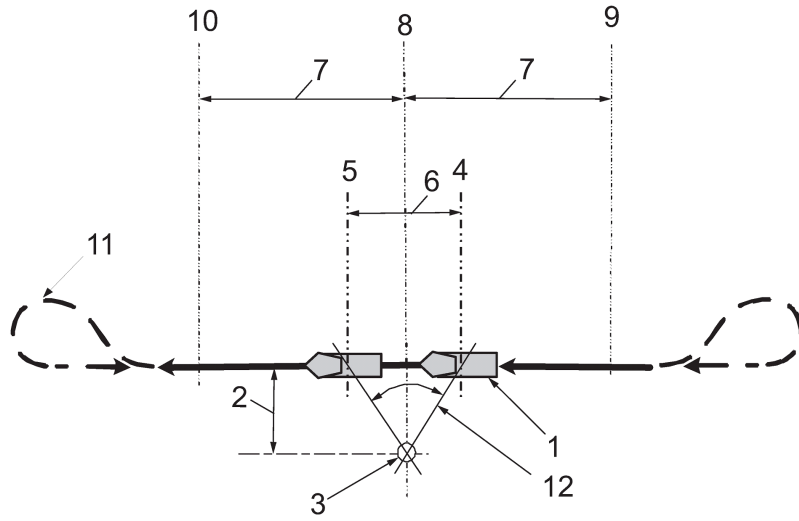
Fig. 2-2 선박 수중방사소음 측정 시스템



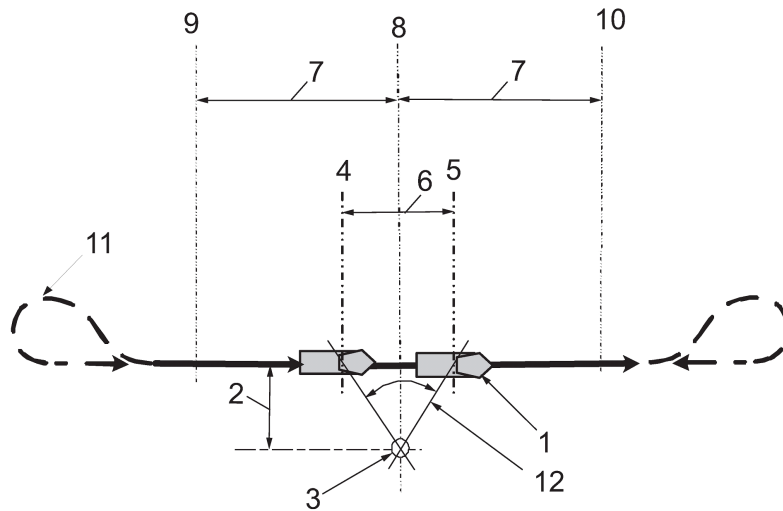
주) 1: 대상선박, 2: 최근접 거리( $d_{CPA}$ ), 3: 수중청음기, 4: 15°, 5: 30°, 6: 45°

Fig. 2-3 수중청음기 위치심도

ISO 17208-1에서 규정한 대상선박의 기동방법, 데이터 시작위치/종료위치 및 측정 시작위치/종료위치 등을 Fig. 2-4에 나타내었다. 그리고 동일한 측정조건에서 좌현접근 2회 및 우현접근 2회 등 총 4회를 실시하도록 규정하고 있다. 특히 Fig. 2-4에 나타낸 바와 같이 선박 수중방사소음 스펙트럼 레벨의 분석에 사용되는 데이터 시작위치 및 데이터 종료위치에 대해 수중청음기와 최근접점이 이루는 수직선을 기준으로  $\pm 30^\circ$  이내에서 측정된 자료를 사용하도록 규정하고 있다. ISO 17208-1에서 규정한 주요 측정 파라미터의 값 또는 양은 Table 2-3과 같다.



(a) 좌현접근



(b) 우현접근

주) 1: 대상선박, 2: 최근접 거리( $d_{CPA}$ ), 3: 수중청음기, 4: 데이터 시작위치, 5: 데이터 종료위치, 6: DWL(data window length), 7:  $2 \times DWL$ , 8: 최근접점(CPA), 9: 측정 시작위치, 10: 측정 종료위치, 11: Williamson 곡선, 12:  $\pm 30^\circ$

Fig. 2-4 대상선박 기동방법, 데이터 시작위치/종료위치 및 측정 시작위치/종료위치

Table 2-3 주요 측정 파라미터의 값 또는 양

측정 파라미터	값/양
달성가능한 확장된 측정 불확도	5 dB (10 Hz~100 Hz (1/3 옥타브 밴드))
	3 dB (125 Hz~16,000 Hz (1/3 옥타브 밴드))
	4 dB ( $\geq 20,000$ Hz (1/3 옥타브 밴드))
측정 재현성	3 dB (10 Hz~100 Hz (1/3 옥타브 밴드))
	1 dB (125 Hz~16,000 Hz (1/3 옥타브 밴드))
	1 dB ( $\geq 20,000$ Hz (1/3 옥타브 밴드))
주파수 대역폭	1/3 옥타브 밴드
1/3 옥타브 밴드 주파수 범위	10 Hz~20 kHz (최소) 또는 10 Hz~50 kHz (최대)
사용 수중청음기 개수	3
수중청음기 위치각도	15°, 30° 및 45°
최소 해저수심	150 m 또는 선박 전장의 1.5배 중에서 큰 것
최근접 거리	100 m 또는 선박 전장의 1배 중에서 큰 것
데이터 윈도우 각도 ( $\pm$ CPA)	$\pm 30^\circ$
측정조건당 최소 선박운항 회수	4회 (좌현접근 2회 및 우현접근 2회)
권장 기상/해상 조건	풍속 $\leq 20$ kt

#### 나. ISO 17208-2

ISO 17208-2에서는 ISO 17208-1의 국제표준에 따라 심해에서 측정한 선박 수중 방사소음의 스펙트럼 레벨에 대해 해표면에 의한 수중음파 반사의 영향, 즉 로이드의 미러 효과(Lloyd's mirror effect)를 고려하기 위해 선박 수중방사소음의 음원을 단극자 음원(monopole source)으로 증가하여 보정하는 방법을 규정하고 있다. 즉, 보정된 선박 수중방사소음의 스펙트럼 레벨  $L_s$ , 보정하지 않는 선박 수중방사

소음의 스펙트럼 레벨  $L_{RN}$  및 선박 수중방사소음의 스펙트럼 레벨 보정값  $\Delta L$ 과의 관계는 다음 식과 같다.

$$L_s = L_{RN} + \Delta L \quad [dB] \quad (2-1)$$

그리고 선박 수중방사소음 스펙트럼 레벨의 보정값  $\Delta L$ 을 계산하기 위한 근사식은 다음과 같다.

$$\Delta L = -10 \log_{10} \left\{ \frac{2(kd_s)^4 + 14\{kd_s\}^2}{14 + 2(kd_s)^2 + (kd_s)^4} \right\} \quad [dB] \quad (2-2)$$

여기서,  $k = 2\pi f/c$ : 음향파수 [ $rad/m$ ]

$f$ : 음파 주파수 [ $Hz$ ]

$c$ : 수중음속 [ $m/s$ ]

$d_s = 0.7 D$ : 음원심도 [ $m$ ]

$D$ : 대상선박의 흘수 [ $m$ ]

식 (2-2)에 의해  $kd_s$ 의 값에 따른 선박 수중방사소음의 스펙트럼 레벨 보정값  $\Delta L$ 을 계산하여 그 결과를 Fig. 2-5에 나타내었다. Fig. 2-5에 의하면,  $kd_s$ 의 값이 0.1~2일 때에는  $kd_s$ 의 값이 증가함에 따라  $-\Delta L$ 의 값은  $kd_s$ 의 1차 로그에 비례하여 급격히 증가하였다. 그러나  $kd_s$ 의 값이 2 이상일 때에는  $-\Delta L$ 의 값은  $kd_s$ 의 값과 관계없이 거의 일정하였으며, 3 dB에 수렴하고 있다.

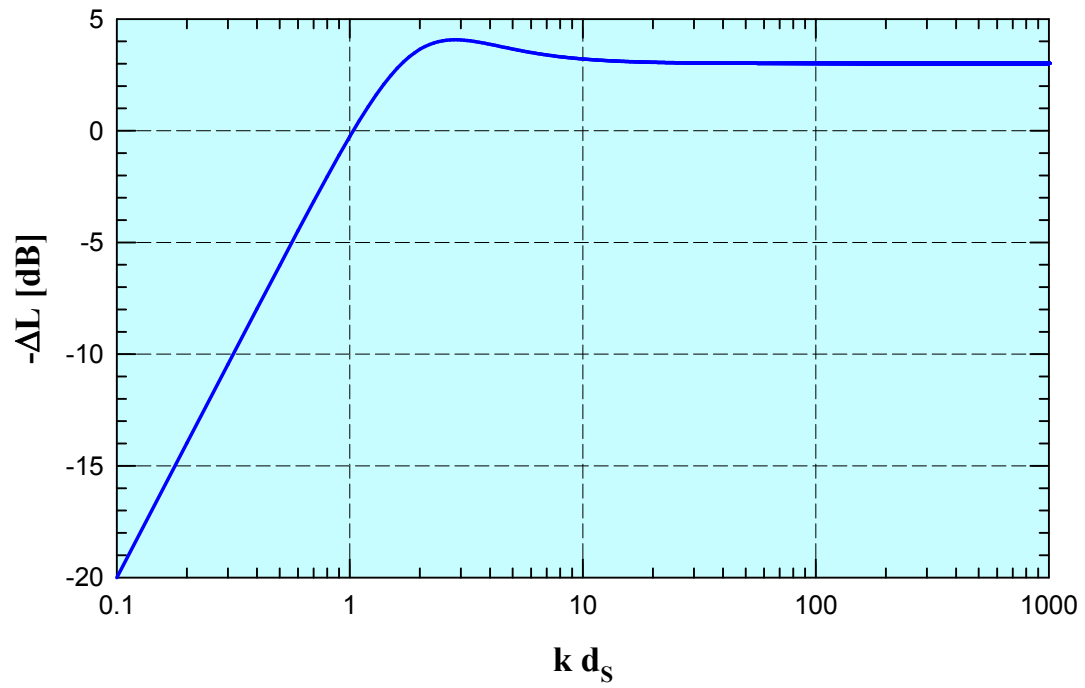


Fig. 2-5  $kd_s$  의 값에 따른 선박 수중방사소음의 스펙트럼 레벨 보정값  $-\Delta L$



### 3. 선박 수중소음 모니터링 국내외 연구동향

#### 가. 국내 연구동향

국내의 경우, 한국해양과학기술원(KIOST)은 자체적으로 운영하는 연구선을 활용하여 1990년부터 현재까지 해군 및 방위산업체 관련 사업과 국가 연구개발사업 수행으로 동해, 남해, 서해에서 관측된 수중소음 자료를 확보하고 있다(Fig. 2-6a). 과거 수중소음 관측 자료는 조사선에서 케이블식 수중청음기를 계류하여 특정시점에서 수중소음을 관측한 자료이며, 한반도 주변해역의 공간적인 수중소음 분포를 확인하는 자료로 활용 하였다(Fig. 2-6b). 2010년 이후 KIOST는 국내·외에서 개발된 메모리식 수중청음기를 도입하고, 수층에 계류하는 해저 계류식 방법을 적용하여 국내 주요 항만지역 주변 관심해역의 수중소음 변화를 중·장기적으로 관측한 자료를 획득하여 선박의 시·공간적인 분포에 따른 수중 소음 변동성 연구를 수행하였다(Fig. 2-7). 또한, 관심해역에 메모리식 수중청음기를 해저에 계류하고, 동시에 선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)을 활용한 선박항행 자료와 연계하여 특정해역에서 선박 소음의 공간적인 환경도를 모델링하고 측정된 수중소음 자료와 비교·검증하는 연구를 수행하였다(Fig. 2-8).

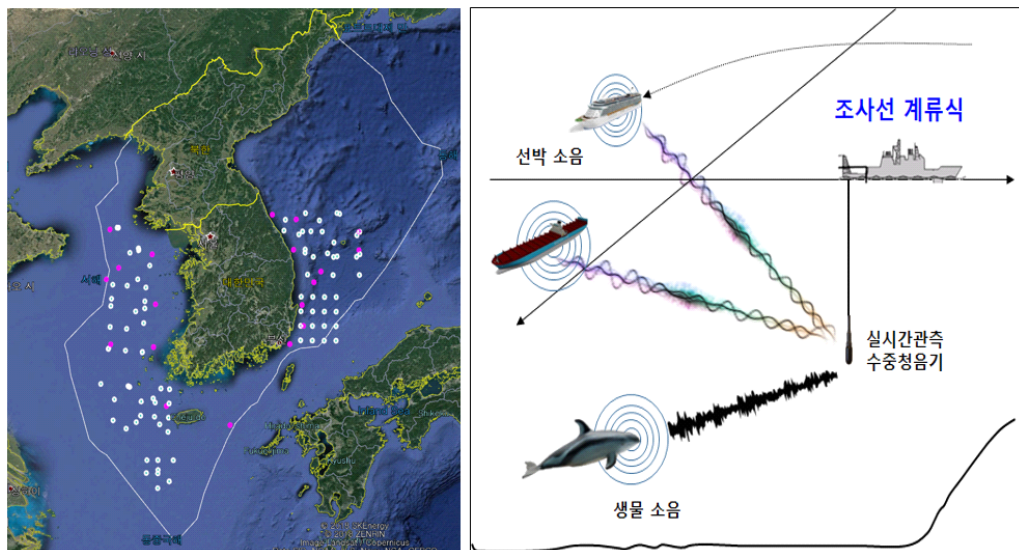


Fig. 2-6 (a) KIOST 수중소음 관측 위치, (b)조사선 계류식 수중소음 측정

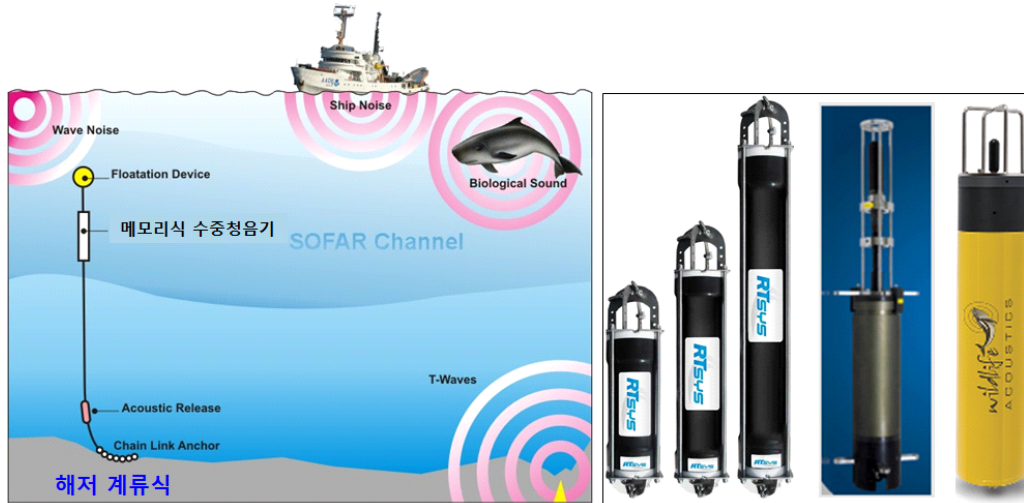


Fig. 2-7 (a)해저 계류식 수중소음 측정 기법, (b)메모리식 수중청음기

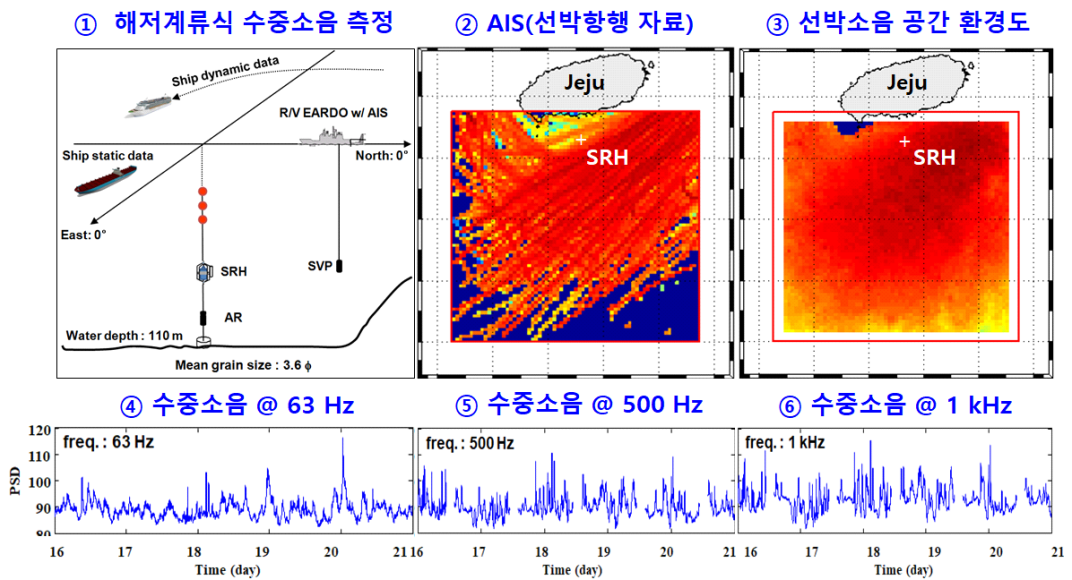


Fig. 2-8 수중소음 및 항행선박자료를 이용한 선박소음 공간 환경도 도출 예

최근, KIOST는 선박플랜트해양연구소(KRISO)와 공동으로 “선박 추진기 소음 기반기술 및 소음저감 설계 핵심기술 개발” 사업(2014년~2018년)을 수행하여 대형 선박의 추진기에서 발생하는 소음을 저감하기 위한 추진기 설계기술을 개발하였다(Fig. 2-9). 또한, 모형실험 및 해상에서 선박 방사잡음의 실선 계측을 통해서 설계기술을 검증하였다.

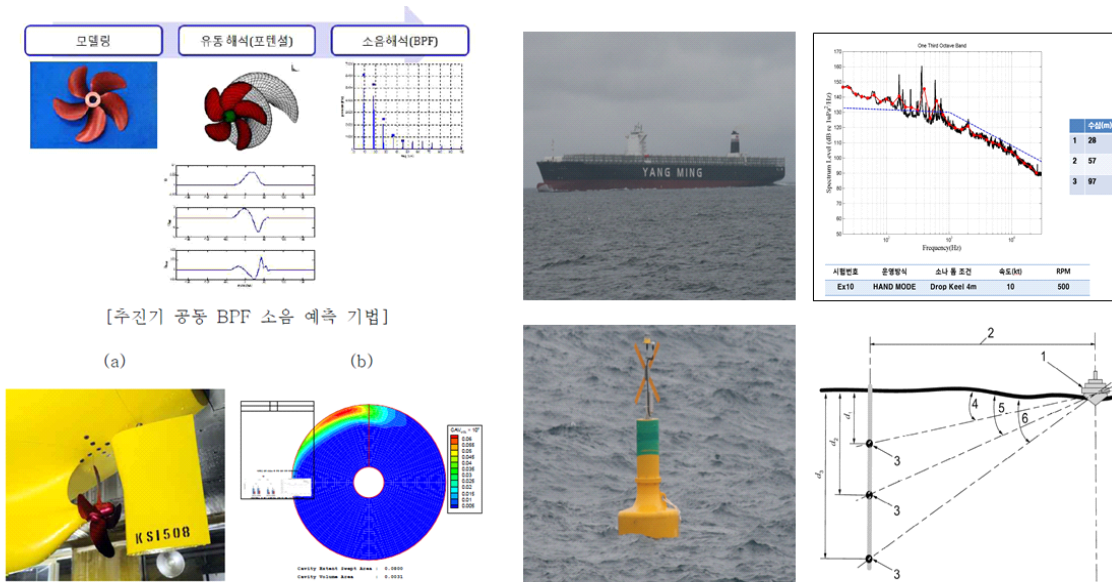


Fig. 2-9 선박추진기 소음 모형실험 및 선박 방사잡음 실선계측 해상시험 예

국방과학연구소 및 방위산업체에서는 국내 영토수호를 위한 해양방위 목적으로 수중음향 감시체계를 개발한 바 있다(Fig. 2-10). 해당 감시체계는 대형의 수중음향 선배열을 해저에 계류하여 수중의 은밀한 표적의 소리를 탐지/추적/식별하는 음향센서로 21세기 초반부터 연구 개발되어 현재까지 해군에서 운영 중에 있다. 하지만, 대한민국의 안보를 위해 수중 감시체계 운영 위치 및 시스템 자체가 비밀로 유지되어야 하므로 연구 영역에서 선박소음을 모니터링하는 시스템으로 공유하여 사용하기는 현실적으로 불가능한 상황이다. 이외에도 국방과학연구소는 군사적인 차원에서 해군함정 및 잠수함에 대한 방사소음 계측을 꾸준히 실시하고 있다(Fig. 2-11).



Fig. 2-10 (a)국내 개발되어 해군 운용 중인 항만감시체계, (b)시험 개발 완료된 부이형 감시체계

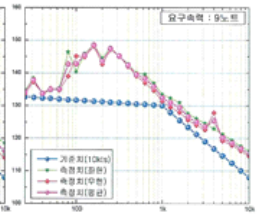
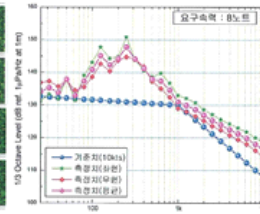
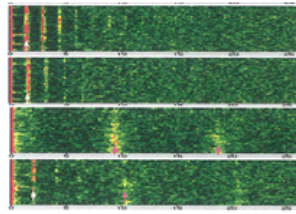
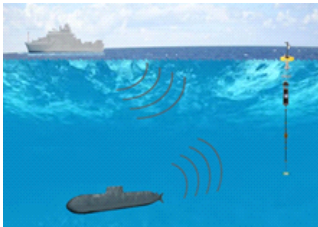


Fig. 2-11 국방과학연구소의 함정 및 잠수함 소음 측정 개요도 및 분석결과 예

## 나. 국외 연구동향

### 1) 캐나다

캐나다 밴쿠버 프레이저 항만국(Vancouver Fraser Port Authority)에서는 2014년부터 ECHO(Enhancing Cetacean Habitat and Observation) Program을 통해 2019년 5월에 Haro 해협을 통과 하는 상선에 대한 최대 항행속도 값을 설정하였다(Fig. 2-12). 항행속도는 수중계류형 하이드로폰과 케이블형 하이드로폰을 이용하여 선박 수중소음과 범고래소리를 관측 (Fig. 2-13) 후 AIS 관측 자료와 연계하여 산출되었다. 범고래가 출현하는 시기인 6월~10월에 선박항행속도 통제가 집중적으로 이루어지며 고래가 계속해서 발견되는 경우 통제기간을 연장하였으며 그 결과를 뉴스레터의 형태로 매주 보고하고 있다. 항해속도를 준수하는 선박에 대해서는 EchoAction Program을 통해 밴쿠버 항 입항시 정박료 할인 인센티브를 제공하며 2019년의 경우 평균 80% 이상의 선박들이 참여하였다 (Fig. 2-14). 또한, 캐나다 해역에서 항행선박 밀도가 낮고 해양동물의 서식밀도가 높은 해역을 찾아서 야생동물 보호 구역을 미리 설정하여 보호하고 과학적 정책을 수립하고자 하는 연구가 수행되고 있다(Fig. 2-15).



Fig. 2-12 캐나다 밴쿠버항에서 실시하는 선박 종류별 항행 제한 속도

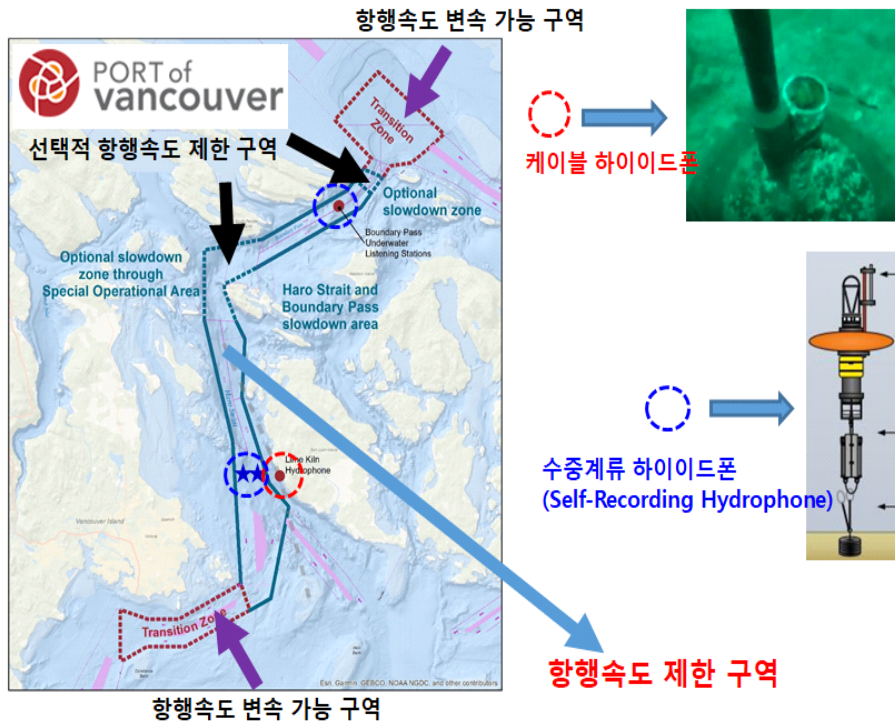


Fig. 2-13 캐나다 밴쿠버 하로 해역(Haro Strait)의 선박항행속도 제한 구역

기간별 통행 선박 종류별 항행속도 준수비율

Vessel type	Pilot-reported participation by vessel type		
	Week 13 September 28 - October 3, 2019	Week 14 October 4-11, 2019	2019 cumulative July 6 to October 11, 2019
Bulker	41 of 47 - (87%)	38 of 49 - (78%)	598 of 730 - (82%)
Vehicle carrier	3 of 6 - (50%)	6 of 7 - (86%)	92 of 116 - (79%)
Container	26 of 28 - (93%)	25 of 30 - (83%)	343 of 402 - (85%)
General cargo	4 of 6 - (67%)	4 of 4 - (100%)	67 of 89 - (75%)
Other	-	2 of 2 - (100%)	4 of 5 - (80%)
Passenger	8 of 11 - (73%)	7 of 7 - (100%)	43 of 57 - (75%)
Tanker	5 of 7 - (71%)	7 of 8 - (88%)	76 of 90 - (84%)
Tug	-	-	2 of 2 - (100%)
Heavy lift	-	-	-
<b>Total</b>	<b>87 of 105 (83%)</b>	<b>89 of 107 (83%)</b>	<b>1229 of 1495 (82%)</b>

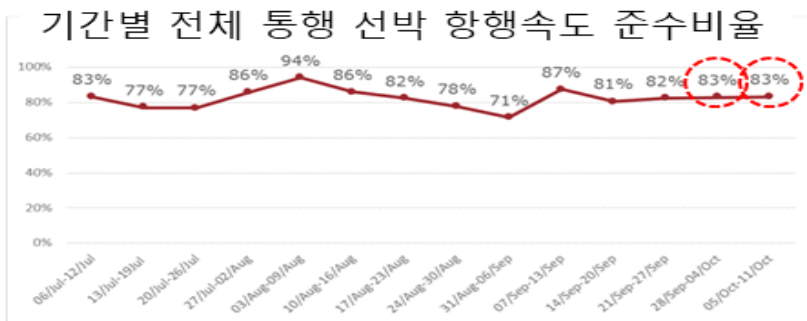


Fig. 2-14 캐나다 밴쿠버 하로 해역에서 선박 항행속도 준수 비율

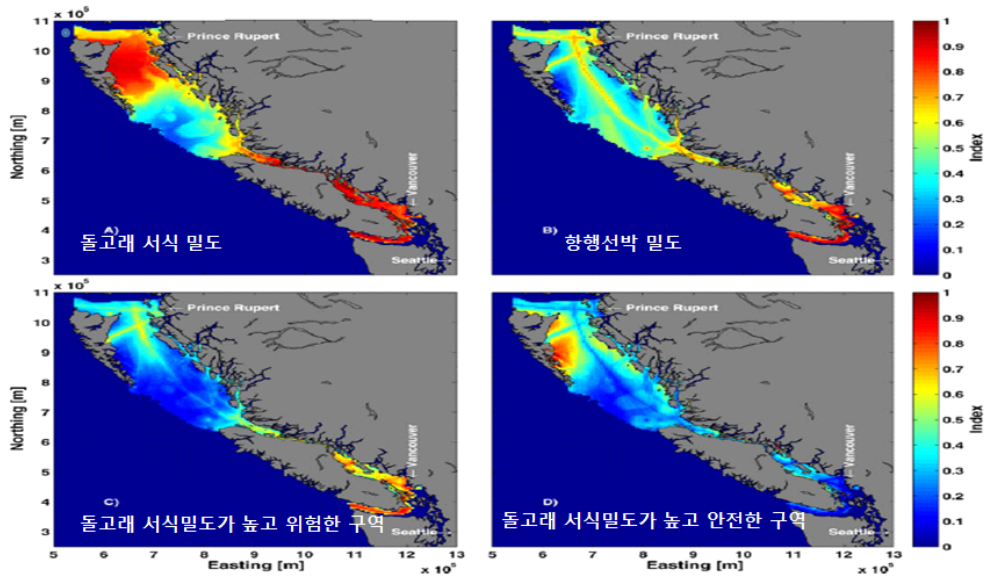


Fig. 2-15 캐나다 해역에서 (a)돌고래 서식 밀도와 (b)항행선박 밀도를 고려한 (c)돌고래 서식 위험 및 (d)안전지역

## 2) 미국

미국은 선박 수중소음을 포함하여 해양에서 극심하고 지속적으로 발생하는 인위적인 소음(anthropogenic noise)으로 부터 해양동물을 보호하기 위해서 미해양대기청(NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)을 통하여 장기적으로 수중소음을 관리하기 위한 해양소음 전략 “Ocean Noise Strategy” 수립하였다. NOAA는 해양소음 규제를 위해 1단계로 미국 EEZ내의 고래목의 포유류에 대한 서식밀도를 지도화(CetMap)하고, 해상에서 발생하는 인위적인 소음을 시·공간적으로 지도화(SoundMap)하는 연구를 2011년부터 진행하였다 (Fig. 2-16).

2단계로 2016년 9월 NOAA는 ‘Ocean Noise Strategy Roadmap’을 발간하여 향후 10년 동안 해양에서 발생하는 소음 영향을 해결하기 위한 비전을 정립하고 수립된 전략의 이행은 4개 분야에서 중요한 목표를 달성 할 수 있을 것으로 제시하였다(Fig. 2-17).

- ① SCIENCE : 연구자와 정책 결정권자 간 공유된 중요한 지식 격차를 해소하고 해양 생태계에 영향을 주는 소음에 대한 이해를 구축

- ② MANAGEMENT : 해양의 소음이 해양 생물종 및 생물의 서식지에 미치는 악영향을 최소화
- ③ DECISION SUPPORT TOOLS : 생태 관련 인위적 소음의 평가, 공간계획 및 규제를 위한 의사 결정 도구 활용
- ④ OUTREACH : 대중에게 소음의 영향에 대하여 교육하고 이해 관계자와 상호관의 건설적인 관계를 형성

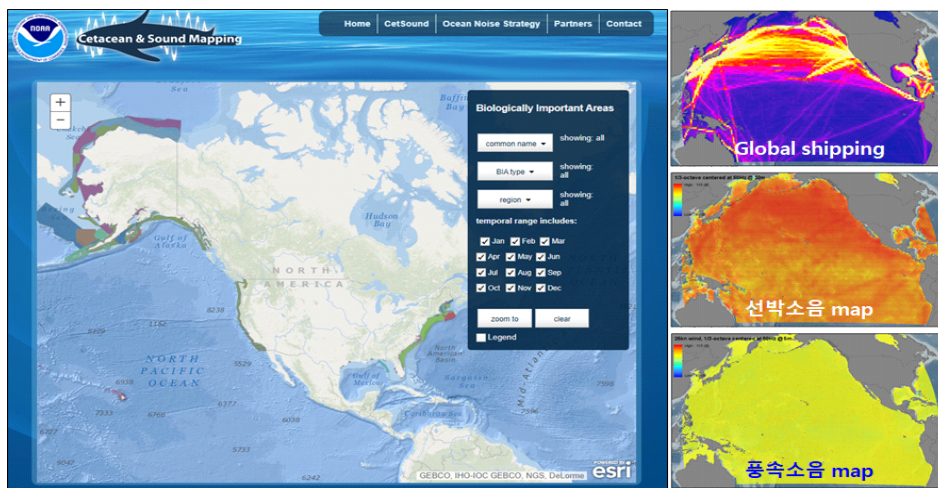


Fig. 2-16 NOAA에서 운영중인 고래류 서식밀도 및 선박소음 지도화 연구

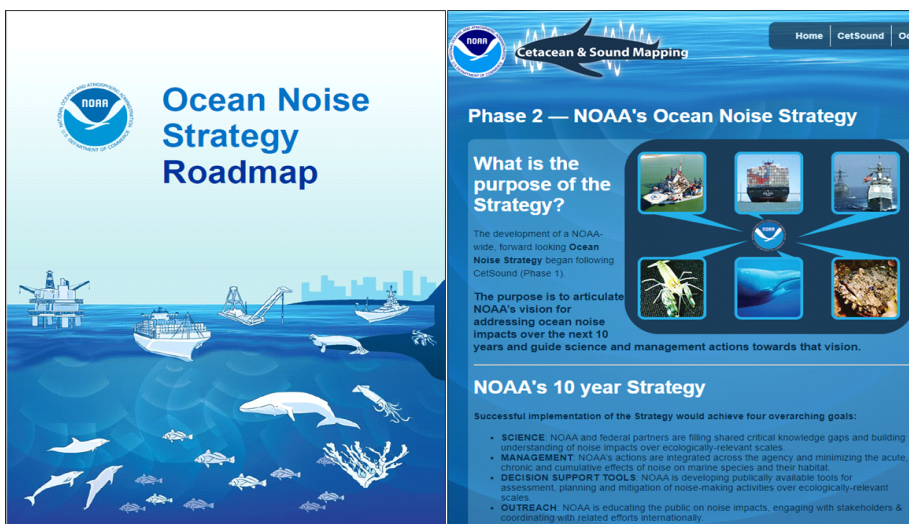


Fig. 2-17 NOAA의 해양소음 해결전략 로드맵 보고서(2016년도 발간)



현재 NOAA는 해양소음 전략의 일환으로 국립공원관리청(NPS, National Park Service)함께 미국 해역과 배타적 경제수역에서 수중소음의 기준을 설정하고 지속적인 모니터링을 위해서 12개 정점에 해양소음 관측 네트워크(Ocean Noise Reference Station Network)를 구축하여 운영 중에 있다(Fig. 2-18).

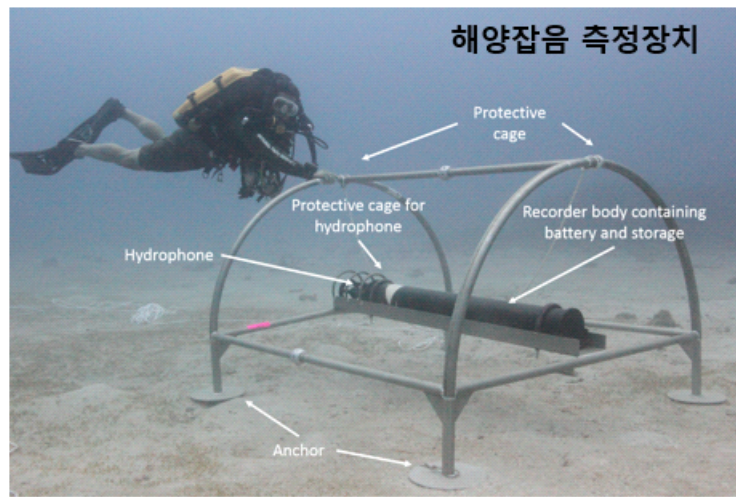


Fig. 2-18 미국의 12개 해양잡음 관측 정점 및 해양잡음 측정장치

NOAA는 또한, 2014 ~ 2017년 여러 공공기관과 함께 미국 남서부 해안에서 대기오염을 줄이고 고래보호를 위해서 컨테이너선의 속도를 12노트 이하로 줄이는 “Vessel Speed Reduction Incentive Trial Program”을 한시적으로 수행하였다. 그 결과 약 75%의 상선들이 항행속도 준수를 지키는 효과를 가져왔다(Fig. 2-19).



Fig. 2-19 미국 남서부 해역 선박 항행속도 제한 프로그램에 참여한 미국 공공기관 및 국제 해운사와 항행속도 제한구역

북미에서 두 번째로 상업용 선박 수송량이 많은 지역인 미국 캘리포니아 남부 해안의 산타 바바라 해협 (Santa Barbara Channel)에서 미국의 연구자들은 선박이 통행하는 항로 주변에 HARP(High-frequency Acoustic Recording Packages)를 수층에 계류하여 선박으로부터 야기되는 소음의 크기(음원준위)를 측정하고, 선박의 설계, 항해 및 해상상태 변수를 고려하여 선박의 음원준위를 모델링하는 연구를 수행한 바 있다(Fig. 2-20).

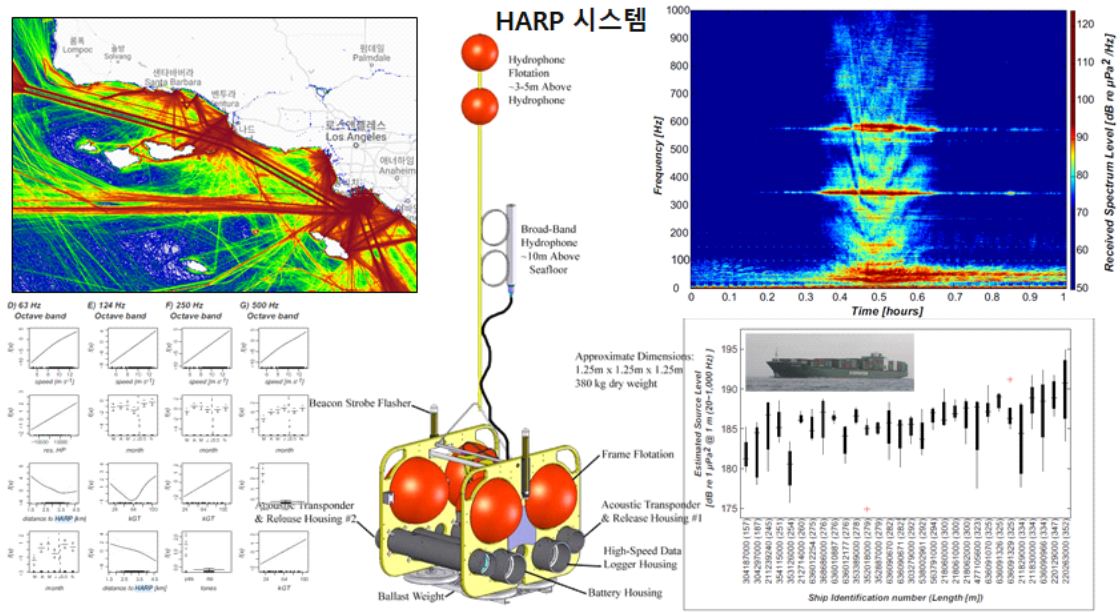


Fig. 2-20 미국 산타 바바라 해협에서 선박수중소음 모니터링 연구

### 3) 유럽연합

유럽연합은 2012년 부터 5년간 발틱해의 36개 정점에서 해양소음을 모니터링하여 국가간에 측정 데이터를 공유할 수 있는 BIAS(Baltic Sea Information on the Acoustic Soundscape) 프로젝트를 수행하였다(Fig. 2-21). 공동 분석을 통해서 발틱해의 해양소음 환경을 평가하고 소음 환경도를 제시하였다.

또한 유럽연합은 해양에서 관측된 수중소음 자료를 자연환경에 의한 수중소음과 비교하여 선박활동에 의해 생성된 수중소음의 기여도를 추정하기 위한 AQUO(Achieve Quieter Oceans) 프로젝트 수행하였다(Fig. 2-22). 이 프로젝트는 수중 방사소음 저감 선박 설계, 해상통제 및 규제를 위한 정책의 실질적 가이드라인을 제공하고 해양생물 환경에 영향을 주는 선박의 수중 방사소음 감소 및 완화에 목표를 설정하였다.

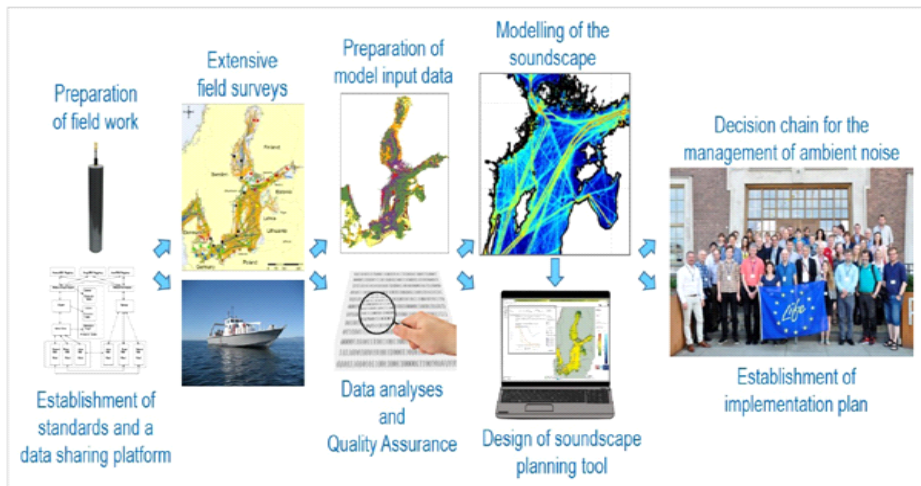


Fig. 2-21 유럽연합의 BIAS 프로젝트

## Task 3.4 - Long-term in-situ real-time measurements of ambient underwater noise, with simultaneous record of AIS data.

Leader:



### Subtask 3.4.1 Design process and deployment of the Autonomous Buoy.

The aim of this subtask is to design an integrated solution that will include an AIS module to the current LIDO system.

This autonomous buoy will be responsible to transmit to shore all the relevant data to monitor and define individual ship noise.

The expected outcome is the assessment of the influence of shipping noise on the DCL (Detection, Classification, Location) process, as well information on relations between shipping activity and oceanic presence on the site and the executable environment to deploy the system elsewhere.



### Subtask 3.4.2 Communication Buoy to Shore.

Radio link protocols that are currently under development are WIMAX. These protocols may have limited range at sea (depending on factors such as antenna heights and sea state), but when there is no interest in raw data they will only need to distribute updates concerning detected acoustic events and noise monitoring. Individual noise signature will be determined through the coupled AIS data, thus validating the prediction assessment model developed in WP1.



### Subtask 3.4.3 Data Collecting Process.

This proposal suggests the use of an AIS receiver at two pilot locations to assess the influence of shipping noise on the DCL process. An AIS receiver will be installed on the site to monitor shipping in that area and real-time access to those data will be obtained.

The DCL application will be designed with two modules, one module will perform the data processing and the other will manage data input. To support expert users, there will also be an option to store the features that were extracted from each acoustic event. These can then be plotted in Matlab or similar software to obtain an idea of the distribution of the data in the feature space.

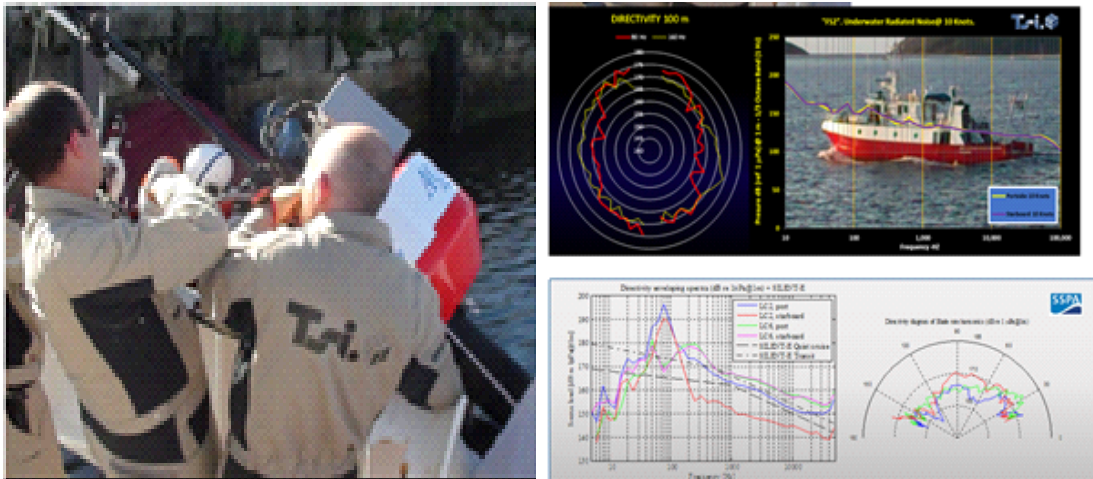
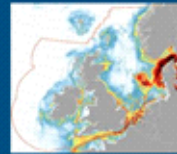


Fig. 2-22 유럽연합의 AQUO 프로젝트



## 제 3 장 IMO 규제대응 선박 수중소음 공인측정센터 구축계획

### 1. 선박 수중소음 공인측정센터 임무, 조직 및 운영방안

#### 가. 선박 수중소음 공인측정센터 임무 및 역할

선박 수중소음 공인측정센터는 국제 ISO 규격 및 세계 선급기관의 등급표기 기준에 의한 선박 수중소음 측정 및 인증의 업무가 요구된다. 선박 수중소음 측정의 임무를 통하여 국내외 조선소에서 신/구 건조된 선박에 대한 선속별 수중 방사소음 레벨의 정기적인 측정 및 인증의 역할을 수행한다.

또한 한국 근해 및 주요항만을 출입하는 선박에 대한 선박 수중소음의 측정 및 모니터링 역할도 수행한다. 항행하는 선박의 AIS 관측자료를 기반으로 선박의 선속에 따른 선박 수중소음 DB를 구축하고, 선박 수중소음을 모니터링하는 역할을 수행한다. 이는 우리나라 해역에서 IMO 선박 수중소음 규제 대상 운항선박에 대한 모니터링 역할이 주요임무이다. 그리고 선박 수중소음 공인측정센터에서는 지속적인 선박의 수중소음 측정 및 모니터링을 수행하기 위하여 선박 수중소음 측정 관련 기술개발 및 연구 수행한다.

#### 나. 선박 수중소음 공인측정센터 조직 구성 및 운영(안)

선박 수중소음 공인측정센터는 센터장 1명 산하에 3팀으로 구성한다(Fig. 3-1). 선박 수중소음 측정의 임무를 수행하기 위하여 해양관측팀을 운영하고, 측정된 자료를 분석하고 모니터링하기 위한 분석평가팀, 선박 수중소음 측정관련 기술개발 및 연구를 수행하기 위한 연구개발팀으로 구성한다. 센터의 총 구성 인력은 책임급 2명, 선임급 2명, 원급 6명으로 총 10명으로 구성한다. 센터장(책임급 1명)은 선박 수중소음 공인측정센터 업무를 총괄하고 공인인증서 발급의 책임을 갖는다. 또한 해상 선박 수중소음 측정과 관련된 유관기관(해수부, 한국선급, 조선소 등) 협조체계를 구축하여 센터의 대외적 발전을 위하여 노력한다. 해상관측팀은 선임급 1명과 원급 2명으로 구성하며, 선박 수중소음 측정 시스템을 이용하여 선박의 수중

방사소음 측정 업무를 수행한다. 선임급 1명은 선박 수중소음 측정관련 선진국 측정 기술 분석 및 측정 절차를 개발하고, 원급 2명은 선박 수중소음 측정관련 시스템 유지보수 및 관리의 주요업무를 수행한다. 분석평가팀은 선임급 1명과 원급 2명으로 구성하며, 선박 수중소음 측정자료 분석 및 DB 구축의 주요 업무를 수행한다. 구체적인 업무로 선임급 1명은 선박 수중 방사소음 음원레벨 산출 및 평가서 작성, 원급 1명은 선박 수중 방사소음 인증 상담 치 접수 업무, 다른 원급 1명은 선박 수중 방사소음 측정 결과서 및 인증서 발급 업무를 수행한다. 연구개발팀은 책임급 1명과 원급 2명으로 구성하고, 주요업무는 우리나라해역 AIS 관측자료 기반 항행선박 수중소음 모니터링 및 가시화 체계 구축에 대한 연구를 수행한다. 그리고 선박의 수중소음 측정관련 기술개발과 관련 연구 과제를 개발하고 수행하는 업무를 지속적으로 추진한다.

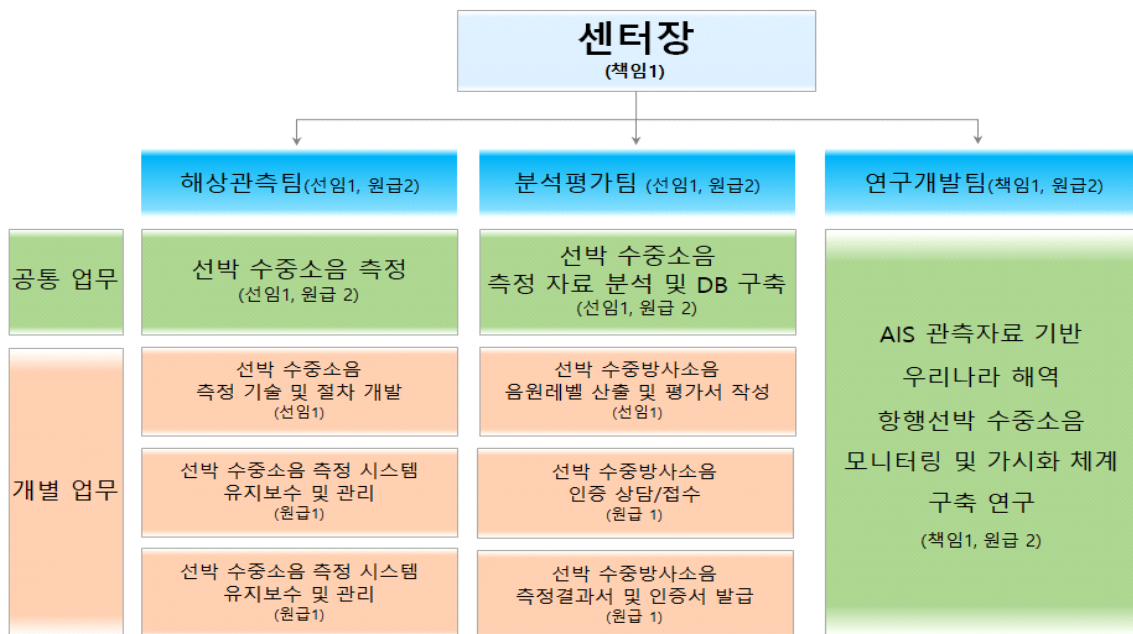


Fig. 3-1 선박 수중방사소음 공인측정센터 조직도(안) 및 업무 분장(안)

선박 수중소음 공인측정센터는 한국해양과학기술원에서 별도의 센터로 구성하여 운영하는 방식으로 설정하였다. 별도의 정부기관 및 지자체 이하의 센터 구성



은 설립에 관한 인허가 등의 법적 요구사항이 많아 구성하기에는 부적합 것으로 판단된다. 한국해양과학기술원에는 선박평형수연구센터를 운영 중에 있으며, 선박평형수관리장치 육상시험설비 관리 및 운영, 선박평형수관리장치 형식승인 및 품질관리, 수서생물의 이동 저감, 모니터링, 영향 연구 및 장비개발 지원, 연성조직으로 산하에 시험품질관리단 및 시험 연구단을 운영하고 있다. 선박평형수연구센터와 유사하게 선박 수중소음 공인측정센터를 한국해양과학기술원의 하나의 센터로 구성하여 운영하면, 기존의 연구장비(측정 장비 및 연구선 등)의 활용이 가능하며, 기존 연구인원을 활용함으로써, 연구의 공백 없이 추진 가능하다.

## 2. 선박 수중소음 측정 최적지 선정방안

### 가. 국내 조선소와의 최적거리 요건

선박의 수중방사소음 공인인정을 위한 측정해역은 타 선박의 통행량이 작고 수심이 깊은 해역이 최적이라 할 수 있다. 그러나, 조선소의 신 건조 대형선박의 경우는 대부분 선박의 시운전 시 수중방사소음 측정이 수행되며 선박의 운항에 소요되는 비용을 최소화하기 위해서 조선소로부터 가까운 해역에서 시운전을 실시하고 있다. 따라서, 조선소와의 거리와 수심을 고려하여 최적지를 설정할 필요가 있다.

국내 조선소의 대형선박 시운전은 연간 400여척이 운항되면서 발생하는 사고가 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 해양수산부는 이를 예방하기 위하여 해사안전법(2018.4.17. 개정)을 개정하여 “시운전 금지해역”을 설정하였다(Fig. 3-2, 박 등, 2015)). 예로 부산의 경우는 6해리(11.1km), 울산 해역의 경우는 13해리(24.1km) 이 내를 시운전 금지 구역으로 설정하고 있다. 따라서 선박 수중소음 측정해역과 조선소와의 최적거리는 시운전 금지구역 바깥에서 설정해야 한다.

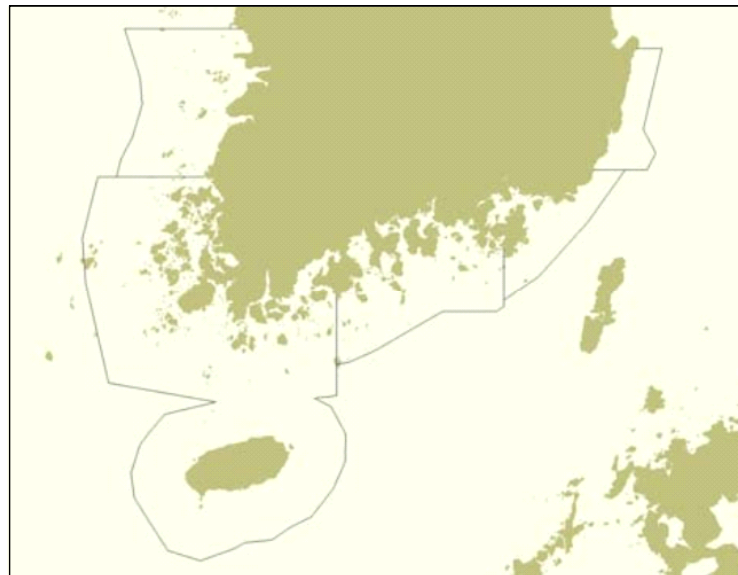


Fig. 3-2 선박 시운전 금지해역

## 나. 선박 수중소음 측정을 위한 최적 수심 요건

선박 수중소음 측정에 관한 국제표준규격 ISO17208-1에서는 선박 수중소음 측정 수심을 150m 또는 선박 전장의 1.5배 중에 큰 것으로 규정하고 있다. 조선소에서 건조되는 대형 선박은 대부분 100 ~ 300m의 전장을 가짐으로 수심 150 ~ 450m 이상의 해역에서 선박 수중소음 측정을 수행하여야 한다. 동해의 경우는 ISO 규격에 의해서 결정되는 수심대를 갖는 해역을 찾기 쉽다. 그러나 우리나라 대부분의 대형 조선소가 밀집된 경남 거제도 주변의 남해 경우는 최대수심이 약 100m 이내로 ISO 규격에 맞는 수심 해역을 찾을 수 없다. 이 경우는 유럽 선급기관 DNV·GL이 설정한 수심 30m 이상의 해역을 선정하여 수행할 수 있다. 그러나 수심이 깊을수록 안정적인 선박 수중소음 측정이 가능하므로 최대한 깊은 해역을 선정하는 것이 효과적이다.

## 다. 동해 및 남해역의 선박 수중소음 측정 최적지 선정(안)

동해에 위치한 대형 조선소는 울산 미포 조선소이며, 시운전 해역에서 최적수심을 400m 내외로 고려할 때 측정 최적지는 조선소로부터 약 58km 거리에 위치한 해역으로 선정하였다(Fig. 3-3). 동해의 선박 수중소음 측정 위치는 위도 35° 38.27' N, 경도 130° 00.00' E이다.

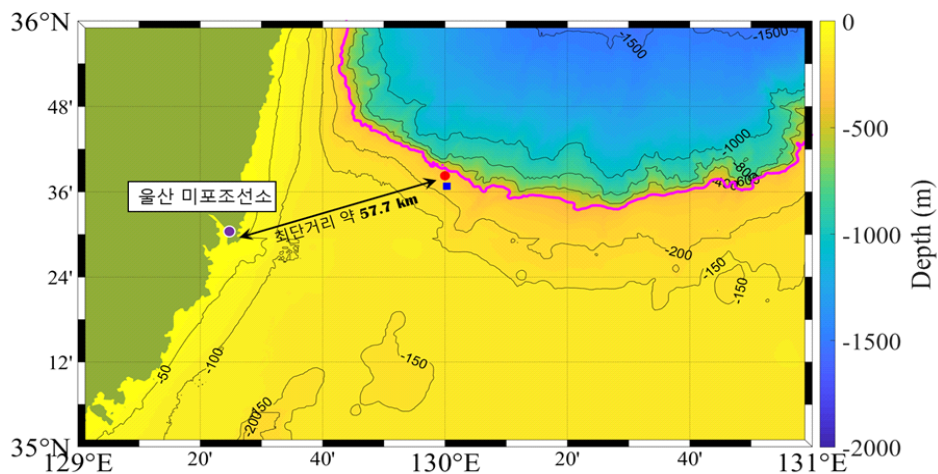


Fig. 3-3 동해 선박 수중소음 측정 최적지

남해에 위치한 대형 조선소는 거제 옥포 조선소가 있으며, 남해는 수심이 낮은 천해의 해역이므로 조선소의 시운전해역과 일본의 EEZ 경계선을 고려할 때 최대 수심은 약 110m 내외로 설정하였고, 최적지는 조선소로부터 약 42km 거리에 위치한 해역으로 설정하였다(Fig. 3-4). 남해의 선박 수중소음 측정 위치는 위도 34° 35.04 ' N, 경도 128° 57.95 ' E이다.

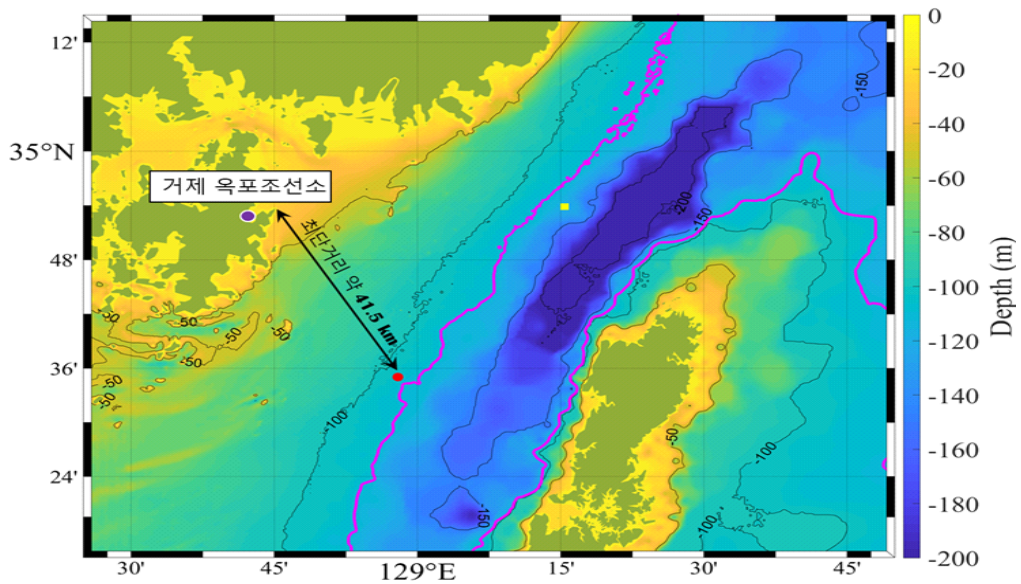


Fig. 3-4 남해 선박 수중소음 측정 최적지

### 3. ICT 기반 실시간 선박 수중소음 측정 및 분석 체계 구축방안

#### 가. ICT 기반 선박 수중소음 측정 시스템 설계 안

일반적으로 선박 수중소음 측정은 해저에 음향케이블을 설치하는 방식과 표층 부이에 다수의 수중청음기를 수직으로 설치하여 측정하는 방식이 있다. 해저에 음향케이블을 설치하는 방식은 선박 수중소음 측정 정점이 고정됨으로 선박통행 지역의 변화에 따른 소음 측정정점의 이동이 용이하지 않으며, 더욱이 현재까지는 해저 음향케이블을 이용한 선박소음 측정에 대한 ISO 규격이 제정된 바 없다.

이에 반해서 부이를 이용한 선박 수중소음 측정방식은 선박의 이동상황을 고려한 이동 설치가 용이하며 선박소음 측정에 대한 ISO 규격(ISO17208-1, ISO17208-2)이 제정된 상황이다. 따라서, 부이형으로 선박소음을 측정하는 시스템을 구성하는 것이 타당하다. 또한, 조선소에서 신 건조 선박의 방사소음 측정의 경우, 대부분 선박의 정해진 시험 해역에서 측정이 수행되어야 하므로 부이형으로 선박소음 측정 시스템을 설계하는 것이 유리하다. 부이형 선박 수중소음 측정시스템은 다음과 같이 수중음향 부이부, 수중부, 원격 제어부로 구성될 수 있으며 측정 시스템 구성도는 아래와 같다(Fig. 3-5).

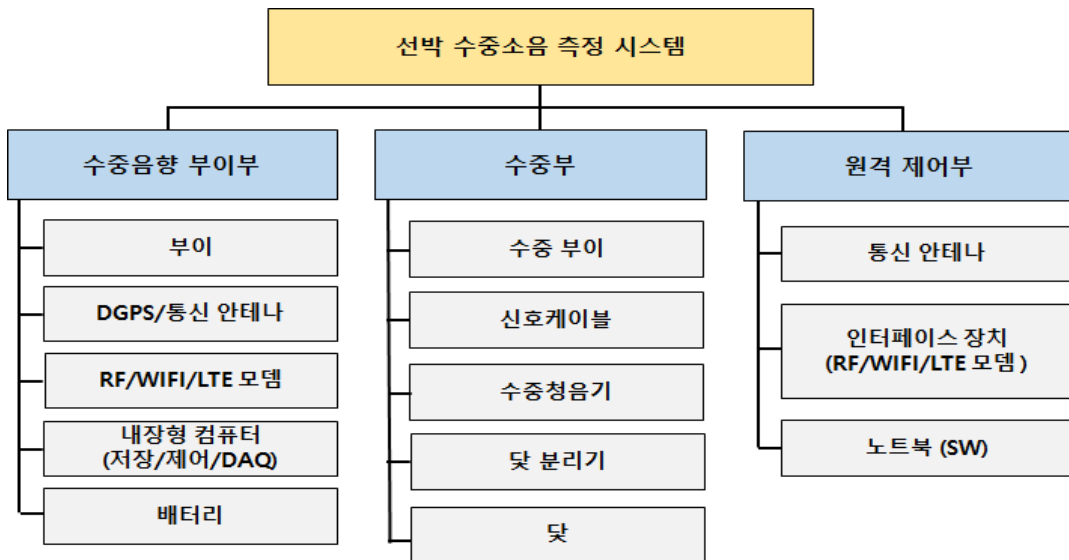


Fig. 3-5 부이형 선박 수중소음 측정시스템 구성도

부이형 선박 수중소음 측정을 위해서는 수중음향 부이부, 수중부, 원격 제어부로 구성된다(Fig. 3-6). 수중부에서는 하이드로폰 센서와 닷, 닷분리기, 수중부이가 해당된다. 수중음향 부이부는 표층부이, 통신안테나, 등명기, DGPS 등으로 구성되며, 측정된 자료를 실시간으로 보낼 수 있는 시스템이다. 그리고 원격 제어부는 선박 수중소음 실시간 모니터링을 할 수 있는 시스템이며, 측정선박(연구선)에서 제어 할 수 있다.

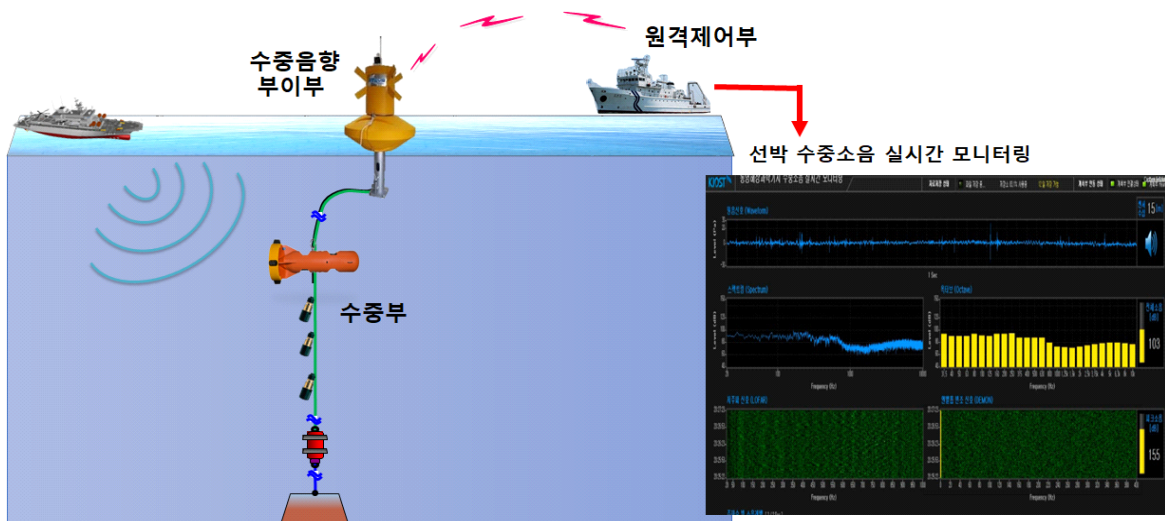


Fig. 3-6 선박 수중소음 측정 모식도

## 1) 수중음향 부이부

수중음향 부이부는 표층부이, 통신안테나, 등명기, DGPS, 내부하우징(RF/ WIFI/ LTE 통신모뎀, 내장형 컴퓨터, 배터리)으로 구성된다.

### ① 표층부이

표층부이는 외부충격을 흡수할 수 있도록 부력재는 섬유강화플라스틱(FRP) 또는 우레탄 재료를 이용하여 제작되며 돌발사고로 인한 부이 침몰시 부이 내부 하우징 내 전자시스템의 훼손을 방지하기 위하여 하우징은 방수 및 높은 수압을 견딜수 있도록 스테인레스 재질로 제작한다(Fig. 3-7).

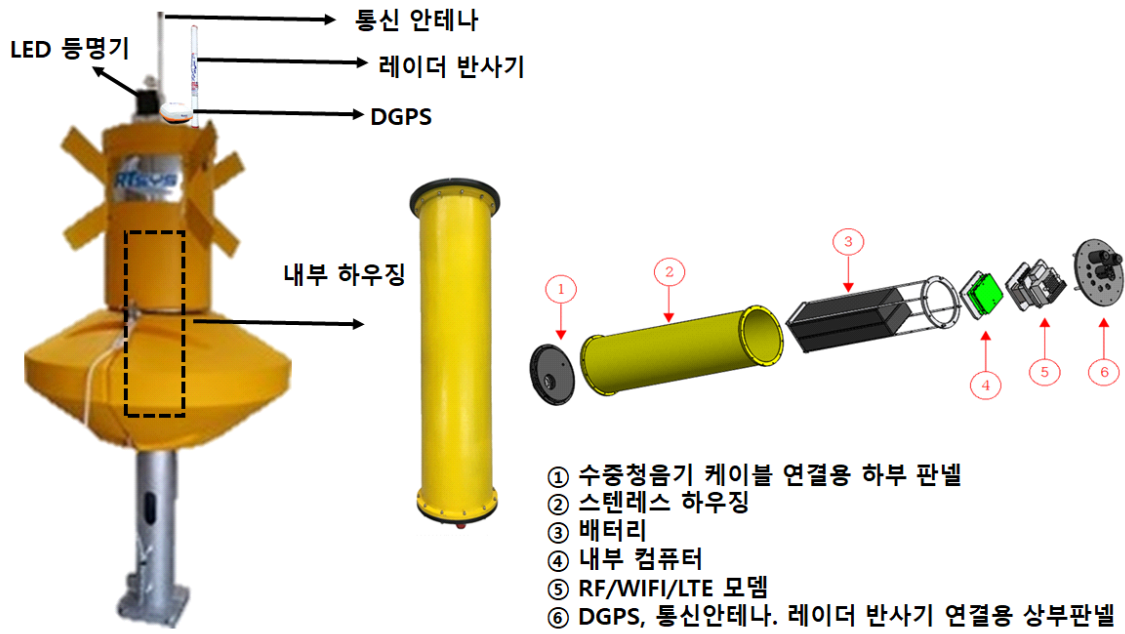


Fig. 3-7 수중음향 부이부

## ② 등명기 및 레이더 반사기

야간에 주변항행선박과의 충돌을 방지하기 위하여 LED 등명기와 레이더 반사기를 부이에 별도로 설치한다(Fig. 3-8).



Fig. 3-8 다양한 종류의 LED 등명기 및 레이더 반사기

### ③ DGPS, RF/ WIFI/ LTE 통신모뎀

선박 수중방사소음의 정확한 음원레벨 산출을 위해서는 부이의 실시간 위치 기록이 중요하므로 위치 측정이 정밀한 DGPS가 필요하다. 또한, 부이 시스템을 연구선에서 무선으로 제어하기 위해서 RF 통신모뎀 및 WIFI 통신모뎀과 LTE 통신모뎀의 설치가 필요하다(Fig. 3-9). RF 통신모뎀은 1km 이상의 거리에서 부이시스템 제어와 수신음향 신호 모니터링에 사용하고, WiFi 통신모뎀은 1km 이내의 거리에서 부이시스템 제어와 수신음향 신호 모니터링 및 음향자료 전송시 사용한다. LTE 통신모뎀은 LTE 통신이 가능한 해역의 경우 RF 및 WiFi 통신 모뎀 역할을 수행한다. LTE 통신모뎀은 육상에서 제어가 가능한 것이 특징이다. 각 통신모뎀의 용도는 Table 3-1에 정리하였다.



Fig. 3-9 DGPS, RF/WIFI/LTE 모뎀

Table 3-1 수중음향 부이부에 설치되는 통신모뎀의 용도

통신모뎀	용도
RF 통신모뎀	1km 이상의 거리에서 부이시스템 제어와 수신음향신호 모니터링에 사용
WIFI 통신모뎀	1km 이내의 거리에서 부이시스템 제어와 수신음향신호 모니터링 및 음향자료 전송시 사용
LTE 통신모뎀	LTE 통신이 가능한 해역의 경우 RF 및 WIFI통신 모뎀 역할 수행



#### ④ 내장형 컴퓨터

수중부의 수중청음기에서 수신된 선박 수중방사 소음을 3채널로 동시 저장하고 부이시스템을 제어한다. 각 채널에 대한 샘플링 주파수는 선박 수중방사 소음 측정에 대한 최대주파수(50 kHz)의 국제규격을 적용하여 150 kHz 이상으로 설정한다. 주요사양으로 시스템 OS는 Linux, 채널수는 3채널, 채널당 샘플링 주파수는 150 kHz 이상, ADC 분해능은 16 bit 이상( $\pm 2.5V$ ), 수신 음향신호 진폭 분해능은 16 또는 24 bit, 저장용량은 음향자료의 특성을 고려하여 1 TB 이상이 필요하다.

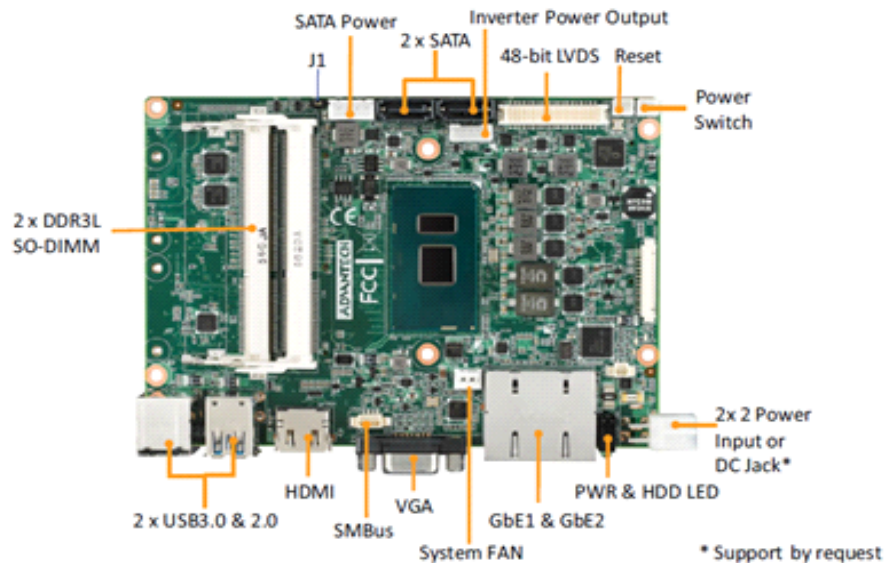


Fig. 3-10 내장형 컴퓨터 하드웨어

Table 3-2 내장형 컴퓨터 주요사양

성능	사양
시스템 OS	Linux
채널 수	3채널
채널당 샘플링 주파수	150 kHz 이상
ADC 분해능	16bit 이상( $\pm 2.5V$ )
수신 음향신호 진폭 분해능	16 or 24 bit
저장용량	1 TB 이상

## ⑤ 배터리

선박방사소음 측정은 장비의 설치부터 측정까지 1일 정도의 시간이 소요됨으로 수중음향 부이 시스템의 운용시간을 24시간 이상 고려하여 배터리 용량을 결정해야 한다. 배터리는 리튬폴리머 또는 리튬이온 배터리를 사용하며 과방전, 과충전, 과전류로부터 배터리를 보호할 수 있도록 보호회로를 삽입하여야 한다.

## 2) 수중부

수중부는 수중부이, 수중청음기 및 신호 케이블, 닻 분리기, 닻으로 구성된다 (Fig. 3-11).



Fig. 3-11 수중부 구성요소

### ① 수중부이

수중에서 선박 수중방사소음 측정을 위한 수중청음기 케이블을 수직 선형을 유지할 수 있도록 하는데 사용된다. 해류에 의한 케이블의 기울임을 방지하기 위해서 어뢰형 수중부이를 사용한다.

### ② 수중청음기 및 신호케이블

수중에서 선박 수중방사소음을 측정하는데 사용되는 음향센서로서 적당한 진폭의 선박 수중방사소음을 측정하기 위해서 수신감도는  $-170 \text{ dB (re } 1\text{V/uPa @ } 1\text{m)}$  이상인 수중청음기를 사용한다. 또한 신호케이블은 해류에 의해 떨림현상이

발생하는 경우 수중 방사소음 측정에 영향을 받으므로 페어링 신호 케이블을 사용하는 것이 좋다.

### ③ 닻 분리기 및 닻

닻 분리기는 수중음향 부이부와 수중청음기를 수중에 계류 및 회수 시 사용되며 닻(무게추)으로는 제작비용 절감을 위해서 폐 기차바퀴를 사용한다.

## 3) 원격 제어부

수중음향 부이부와 양방향통신 및 제어를 해야 하므로 통신안테나, 인터페이스 (RF/ WIFI/ LTE 통신모뎀), 노트북으로 구성된다(Fig. 3-12).

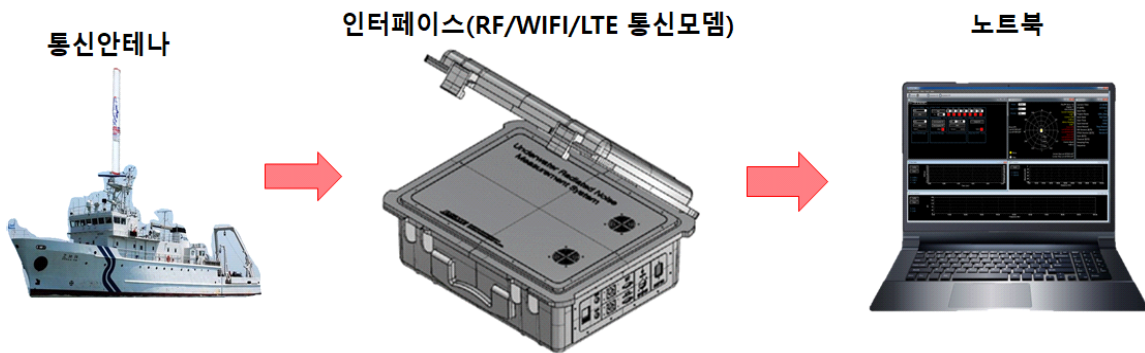


Fig. 3-12 원격 제어부 구성도

### ① 인터페이스(RF/ WIFI/ LTE 통신모뎀)

통신 안테나 및 통신모뎀을 통해서 수신된 음향데이터를 취합하여 모니터링용 노트북으로 전송하고 노트북으로부터 수중음향 부이부로 제어명령을 전송하는 역할도 수행한다.

## ② 노트북

인터페이스를 통해서 전송된 부이부 음향자료를 실시간으로 모니터링하고 부이부를 원격제어하는 역할을 수행한다 (Fig. 3- 13).

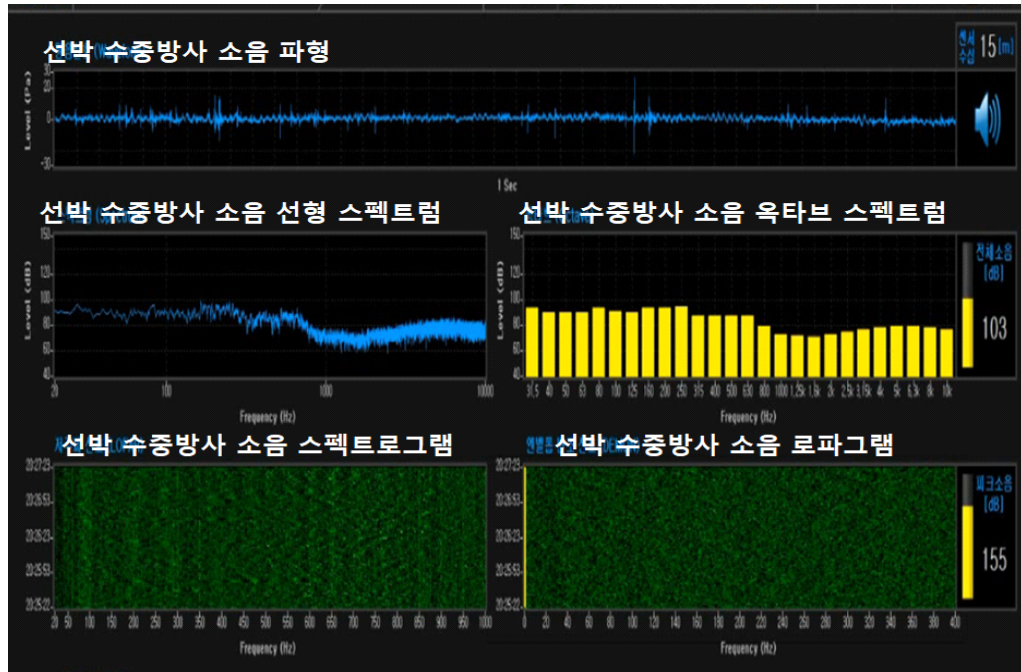


Fig. 3-13 선박 수중방사소음 실시간 모니터링 프로그램 예

### 나. 선박 수중소음 분석 시스템 구축안

선박 수중소음 측정 시스템의 수중음향 부이부에 저장된 선박 수중소음 자료는 원격제어부에서 실시간으로 모니터링이 가능하지만, 실질적으로는 선박 수중소음의 음원레벨을 분석하는 것이 중요하다. 이 음원레벨은 IMO 선박소음 규제에 대한 중요 기준이 된다. 선박 수중소음 측정시스템에 저장된 선박 수중소음 자료는 아래의 과정을 통해서 음원레벨을 산출하고 IMO 규제 기준에 부합한지를 분석한다(Fig. 3-14).

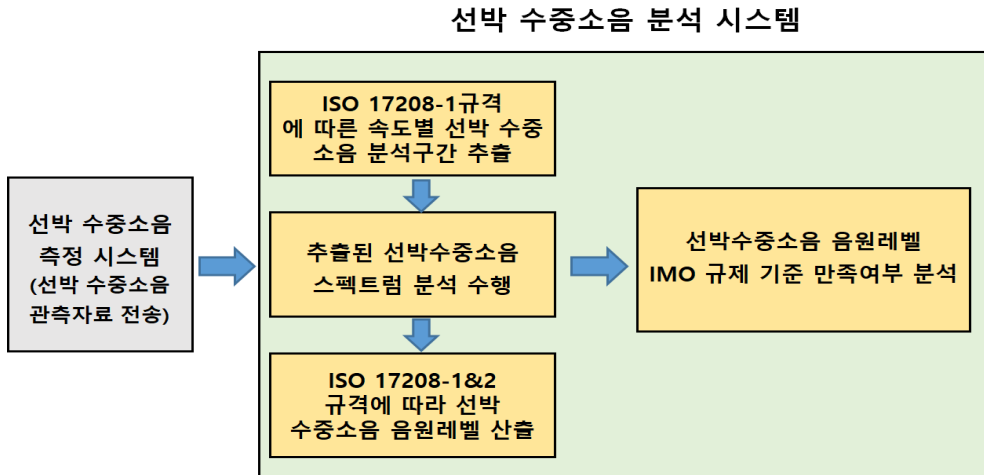


Fig. 3-14 선박 수중소음 분석 시스템의 자료 분석 체계 구성안

IMO의 선박소음 규제는 현재까지 발효가 되고 있지 않은 상황이므로 Fig. 3-14의 분석시스템에서 선박 수중소음의 IMO 규제 기준 만족 여부는 선박의 안전검사를 대표하는 선급에서 제시하는 등급 표기 인증 기준을 적용할 수 있다. 선박 수중소음의 음원레벨에 대한 등급 표기를 인증하는 선급기관으로는 유럽, 미국, 중국 등의 선급기관이 있다. 현재까지 각 선급기관 간에 제시하고 있는 등급 표기 인증에 대한 기준은 다르나 노르웨이 및 독일의 합작 선급기관인 DNV·GL이 가장 엄격한 기준을 사용하고 있다.

DNV·GL은 모든 선박에 대하여 최대 허용 선박 수중소음 음원레벨 이내로 발생하는 선박에게 Silent(E)라는 등급표기를 인증하고 있다. 등급 표기를 위한 측정 조건은 선박속도에 따라 ‘transit’과 ‘quiet cruise’로 규정되어 있다. 각 측정조건에 대한 선박 수중소음의 주파수별 최대허용 음원레벨을 규정하고 있다(Fig. 3-15).

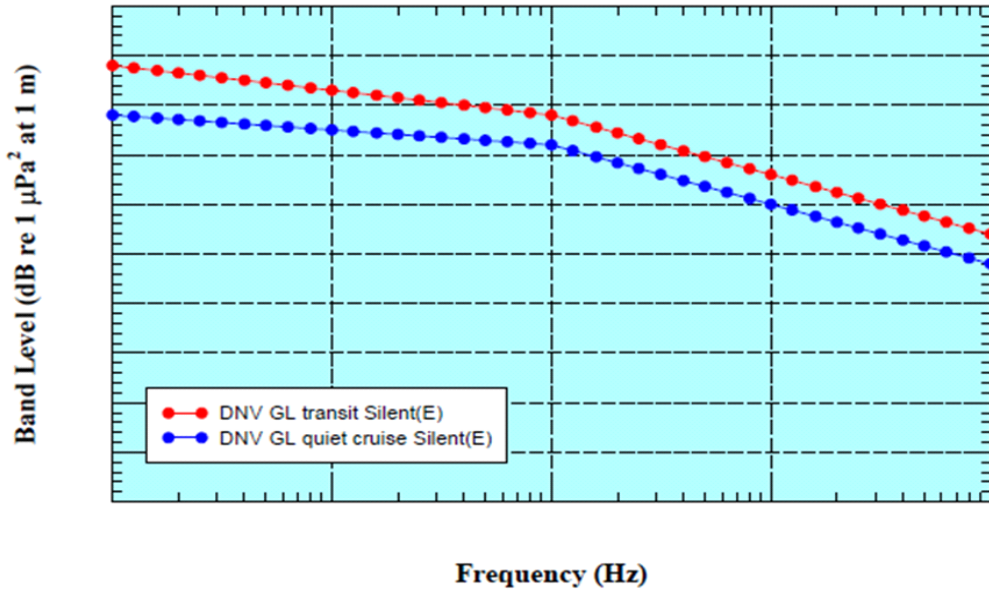


Fig. 3-15 DNV·GL의 Silent(E) 등급 표기 인증 최대 허용 선박 수중소음의 음원레벨

Fig. 3-14의 선박 수중소음 분석 시스템을 통해서 분석된 선박 수중소음의 음원 레벨은 최종적으로 다음 그림과 같이 DNV·GL의 Silent(E) 등급 표기 인증 최대 허용 음원레벨과 비교분석 된다(Fig. 3-16).

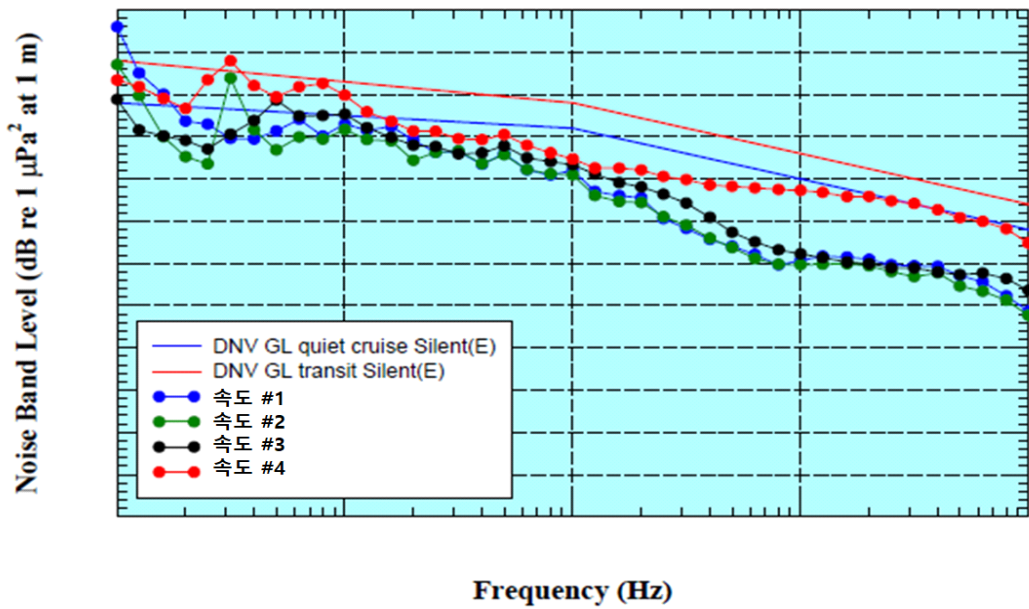


Fig. 3-16 선박 수중소음의 음원레벨과 Silent(E)등급 표기 인증 최대 허용 음원레벨과의 비교 예

## 4. 선박 수중소음 공인측정센터의 KOLAS 인정 시험기관 등록 및 운영방안

### 가. KOLAS 및 용어 정의

적합성 평가는 21세기를 전후로 제품 및 서비스의 안전과 기술적 측면의 요구가 증대되어 선박과 전자제품을 시작으로 자율적 인증이 발생되었고, 미국, 유럽을 포함한 대부분의 국가는 상품을 구매할 경우, 제조자에게 해당 상품의 시험결과를 첨부하도록 요구한다. 이때, 인정기구로부터 인정받은 공인시험기관의 성적서는 제조자 및 구매자에게 효과적인 교역을 위하여 유용하게 활용된다.

우리나라는 한국인정기구(KOLAS; Korea Laboratory Accreditation Scheme)로 국가표준기본법 및 ISO/IEC Guide 규정에 따라 우리나라의 검사, 교정, 시험 등에 대해 평가하여 특정 분야에 능력을 공식적으로 인정해주는 업무를 수행하는 인정기구이다. KOLAS 공인시험기관 및 KOLAS 공인 검사기관 인정업무를 효율적으로 수행하기 위하여 국가기술표준원 내에 한국 인정기구를 설치하여 운영하고 있다. KOLAS 인정 제도는 ISO/IEC 17011의 요건에 따라 구축되었고, 각 기관을 평가하기 위한 기준(ISO/IEC 17025, 17020 등)에 따라 적합성을 평가하여 KOLAS 기관으로 인정해주는 제도이다.

KOLAS 인정제도는 7개의 기관으로 구분되어 평가되고 운영되며, 해당 기관은 인정받은 분야의 인정 범위 내에서 업무를 수행할 수 있다(Table 3-3). 교정기관은 측정 장비에 대한 교정능력을 인정하는 제도이며, 경영지원 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정분야에 대한 교정능력이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 시험기관은 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정분야에 대한 시험능력이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 검사기관은 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정 분야에 대한 검사능력이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 표준물질생산기관은 하나 이상의 특성 값이 충분히 균일하고 적절하게 확정되어 있는 재료 또는 물질을 생산할 수 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 메디컬시험기관은 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 메디컬 시험 분야에 대한 시험능력이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 숙련도시험

운영기관은 숙련도 시험 능력의 개발 및 운영에 대한 업무 능력을 공식적으로 승인 받은 기관이다. 제품인증기관은 지침문서 및 국내 관련고시 등에 따라 평가 받아 해당 제품의 관리수행능력이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관이다.

Table 3-3 KOLAS 인정제도 7개 기관 평가 업무

구 분	대상기관
교정기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 KS Q ISO/IEC 17025에 따라 경영지원 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정분야에 대한 <b>교정능력</b> 이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관
시험기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 KS Q ISO/IEC 17025에 따라 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정분야에 대한 <b>시험능력</b> 이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관
검사기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 KS Q ISO/IEC 17020:2014에 따라 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 특정 분야에 대한 <b>검사능력</b> 이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관
표준물질생산기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 측정기기의 교정, 측정 방법의 평가 또는 재료에 값을 부여하는 것에 사용하기 위하여 하나 이상의 특성 값이 충분히 균일하고 적절하게 확정되어 있는 <b>재료 또는 물질을 생산</b> 할 수 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관
메디컬시험기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 KS P ISO 15189에 따라 품질 시스템과 기술능력을 평가 받아 <b>메디컬 시험분야에 대한 시험능력</b> 이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관
숙련도시험운영기관	<b>숙련도 시험 능력</b> 의 개발 및 운영에 대한 업무 능력을 공식적으로 승인 받은 기관
제품인증기관	법률 또는 국제기준에 적합한 인정기구를 통해 ISO/IEC Guide 65와 IAF에서 정한 지침문서 및 국내 관련고시 등에 따라 평가 받아 <b>해당 제품의 관리수행능력</b> 이 있다는 것을 공식적으로 승인 받은 기관



선박 수중소음 공인측정센터는 선박 수중소음을 측정하는 기관이며, 이는 KOLAS의 시험기관으로 등록을 추진해야 한다. 시험기관으로 인정받기 위한 용어는 아래와 같다.

- 시험(Testing) : 특정한 제품, 공정 또는 서비스를 대상으로 하나 또는 그 이상의 특성을 규정된 절차에 따라 측정하는 기술적인 작업
- 측정 불확도(Uncertainty of measurement) : 사용된 정보를 기초로 하여, 측정량에 대한 측정값의 분산특성을 나타내는 음이 아닌 파라미터
- 측정 소급성(Metrological Traceability) : 문서화된 끊어지지 않는 교정의 사슬을 통하여 측정결과를 기준에 결부시킬 수 있는 측정결과의 특성이며, 각 단계는 측정 불확도에 기여
- 숙련도 시험(Proficiency Testing) : 시험소간 비교를 통하여 미리 확립된 기준에 대한 참가자의 수행도를 평가하는 것

#### 나. KOLAS 시험기관 인정 요건

KOLAS 시험기관으로 인정받기 위해서는 인원, 경영시스템, 시설 장비, 시험 방법에서 관련기준에 적합한 요건을 구성해야한다(Table 3-4). 인원은 경영책임자, 품질책임자, 기술책임자, 실무자, 시험보조요원으로 구성되어야 한다. 그리고 경영시스템은 시험품질매뉴얼, 업무 절차서, 시험지침서/작업지침서로 구성해야 하며, 시설장비는 시험표준 선정(시험범위 포함), 시험실 환경요건 및 배치, 소급성 유지 방안 확립으로 구성하고, 시험 방법은 국제표준(ISO, EN 등), 단체표준(MIL-STD 등), 국가표준(KS, JIS, BS 등)에 적합한 방법으로 구성하여 유효성 확인 및 검증을 수행한다.

Table 3-4 KOLAS 시험기관 인정을 위한 항목별 구성 및 관련기준

항 목	구 성	관련기준
인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 경영책임자</li> <li>● 품질책임자 / 기술책임자</li> <li>● 실무자 / 시험보조요원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● KOLAS-R-002</li> <li>● KOLAS-R-007</li> <li>● KS Q ISO/IEC 17025:2017</li> </ul>
경영시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 시험품질매뉴얼</li> <li>● 업무 절차서</li> <li>● 시험지침서 / 작업지침서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● KS Q ISO/IEC 17025:2017</li> <li>● KOLAS 기술규정</li> <li>● 시험표준</li> </ul>
시설 장비	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 시험표준 선정(시험범위 포함)</li> <li>● 시험실 환경조건 및 배치</li> <li>● 소급성 유지 방안 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 해당 시험표준</li> <li>● KS Q ISO/IEC 17025:2017</li> <li>● KOLAS-G-020</li> </ul>
시험 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제표준(ISO, EN 등)</li> <li>● 단체표준(MIL-STD 등)</li> <li>● 국가표준(KS, JIS, BS 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● KS Q ISO/IEC 17025:2017</li> <li>● 유효성 확인</li> <li>● 유효성 검증</li> </ul>

KOLAS 인정을 받기위하여 필요한 사항은 아래와 같이 정리할 수 있다.

- 직원 : 시험 역량(자격부여) 학력, 경력, 교육여건 경영시스템 이행
- 설비 : 인정범위 충족, 소급성, 중간 점검
- 시험방법 : 유효성 검증, 최신분 확보, 시험 지침서, 시험 수행 실적
- 기타 : 시설 및 환경 충족, 측정 불확도 추정, 숙련도시험 결과(시험실/대분류 실시)

## 다. 선박 수중방사소음 측정센터의 KOLAS 인정을 위한 준비 사항

선박 수중방사소음 측정센터의 KOLAS 시험기관으로 인정받기 위한 준비사항은 아래와 같이 요구된다.

### ○ 경영 시스템 체계 구축

- 품질매뉴얼 : KOLAS 인정 지침과 ISO/IEC 17025 요구사항들을 어떻게 운영할 것인가에 대한 기본방향 기술
- 품질절차서 : 업무수행방법이나 구체적인 절차 등 실행에 필요한 개별 기능적 단위의 활동을 서술
- 시험지침서 : 세부적 단위 업무에 대한 작업문서로 구성(표준화 시험절차)

### ○ 인정 신청 자료

- 인정신청 분야 및 범위(시험범위)
- 대표자 서약서(법인 대표자 서명 필요)
- 일반현황 / 인력현황(인정신청 범위와 관련된)
- 시험설비 보유현황(인정신청 범위와 관련된)
- 시설 환경조건 및 유지관리 현황(시험실 별 제시 필요)
- 항목별 시험방법 및 절차서 목록(인정신청 분야 및 범위와 일관성 유지)
- 숙련도시험 참가 실적(대분류 별로 1개 항목 이상 실시 필요-시험실)
- 내부심사 및 경영검토 실적(경영시스템 적용 후 이행 결과 대상)
- 품질경영매뉴얼 및 절차서(KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 관련 규정 충족)
- 측정 불확도 추정 실적(유사한 시험항목 제외 가능)

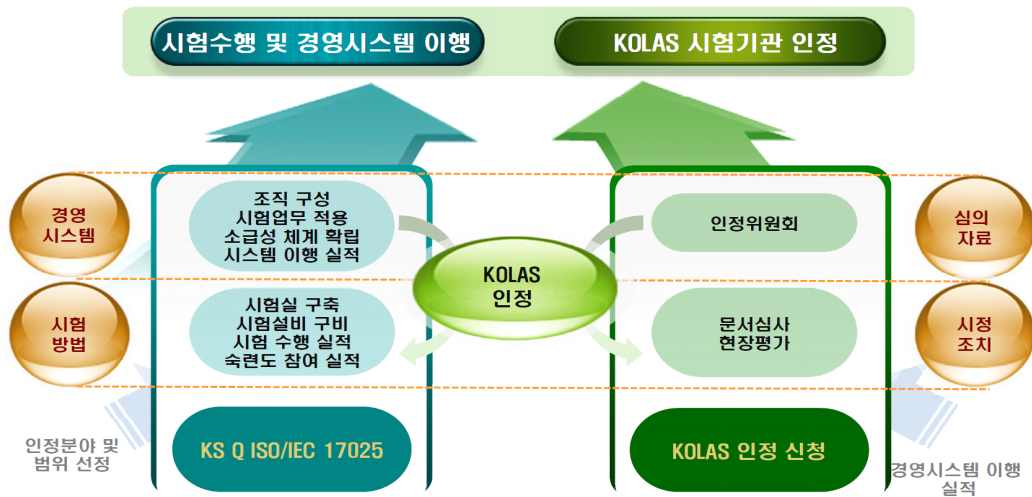


Fig. 3-17 KOLAS 인정 개요

### 라. KOLAS 시험기관 사후관리

KOLAS 시험기관으로 공인기관의 유효기간은 인정된 날부터 4년으로 한다. 그러나 지속적인 KOLAS 시험기관으로 유지되기 위해서는 인정받기 위해서 요구된 사항을 꾸준히 유지해야 한다. KOLAS는 사후관리를 위해서 인정기준을 지속적으로 만족시키는지 확인하기 위하여 신규 인정 후 1년 이내, 그 이후에는 18개월 이내에 정기사후관리를 실시한다. 갱신 이후에는 24개월 이내에 사후관리를 실시한다. KOLAS 공인기관은 특별사후관리를 실시할 수 있는데, 이는 KOLAS 공인기관의 성적서에 대한 분쟁이 발생하였거나 부정한 방법으로 성적서를 발행한 정황이 발견된 경우, 고객이 이의를 제기하였을 경우, 부적격한 인원, 시설 및 장비에 의한 시험 도는 검사 사례 발생 시, 그 밖에 인정기구의 장이 필요하다고 인정할 경우이다.

또한 KOLAS 공인기관은 유효기간이 만료되기 7개월 이전에 갱신평가를 신청하여야 한다. 갱신평가 절차는 최초인정 평가절차와 동일하게 적용한다. 숙련도 시험은 인정기구의 장이 인정하는 국내외 숙련도시험에 참가하여 시험능력을 입증 받아야 하고, 그 실적을 인정신청 시 제출해야 한다. 다만, 숙련도시험을 받을 수

없는 경우 인정기구의 장이 별도로 정한 규정에 따라 측정심사를 실시하는 것으로 대신하거나 현장평가 과정에서 평가사가 기준시료를 신청기관에 제공하여 시험하게 하는 방법으로 신청기관의 시험수생능력을 평가할 수 있다. KOLAS 공인 시험기관은 시험능력을 입증하기 위하여 인정분야의 중분류별로 인정기구의 장이 인정하는 숙련도시험운영기관에서 운영하는 숙련도시험에 3년에 1회 이상 참가하여야 한다. 이 경우 유사한 중분류에 대해서는 인정기구의 장이 별도로 정하여 숙련도시험을 1개로 통합하여 인정할 수 있으며, 숙련도시험 불만족 결과를 산출한 기관의 원인이 시험결과에 중대한 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단될 경우 기술 책임자 또는 교정실무자에 대하여 교육 이수를 명할 수 있다. 인정기구의 장은 사후관리의 일환으로 숙련도 시험을 실시할 수 있다. 중분류 기준 2회 연속 불만족 결과 발생기관에 대해 현장평가를 실시토록 할 수 있다. 다만, 현장평가에 따른 평가사 수당은 해당기관이 부담하여야 한다.



## 제 4 장 선박 수중소음 공인측정센터 구축 타당성 분석 및 기대효과

### 1. 정책적 타당성

수중소음에 대한 국제 해양환경보호 단체의 문제제기로 인하여 국제 해사기구(IMO)의 해양환경보호위원회(MEPC)는 선박 수중소음 규제에 대한 논의를 2008년부터 시작하여 현재까지 논의를 활발하게 진행하고 있다. 현재까지 논의된 결과로는 선박 수중소음이 해양생태계를 교란시키는 원인 가운데 하나임을 인식하고 있으나 규제 채택을 위해서는 과학적인 조사 및 근거에 대한 수집이 좀 더 필요하므로 지속적인 논의가 필요하다는 결론을 내리고 있다.

최근, IMO 워크숍(2019년 1월)에서는 선박에 의한 수중소음 감소를 10년에 3dB씩 감소시키는 목표를 설정할 필요가 있음을 제안한 바 있다. IMO의 선박 수중소음에 대한 정책동향에 근거해서 국제표준화기구(ISO) 소위원회 수중음향학 분과에서는 선박수중소음을 측정하기 위한 국제표준 제정작업에 착수하여 2건의 표준규격을 제정하고 추가로 2건의 표준규격 제정 작업을 논의 중에 있다.

미국, 유럽의 국가의 선급기관에서는 ISO 국제규격을 기반으로 하여 자국 환경에 맞는 선박 수중소음 등급 표기 인증 절차서를 제작하고 있다. 또한, 현재, 캐나다 및 미국의 일부 대형항구에서는 IMO 규제 발효와 상관없이 자체적으로 대형고래 서식지 보호를 위하여 항로를 운항하는 선박에 대한 속도를 규제를 정책적으로 실시하고 있다.

우리나라는 2011년 “제4차 해양환경종합계획”의 “선박기인 해양오염 규제에 대한 능동적 대응” 추진사업에 IMO 선박소음 규제협약 대응방안을 포함시켰으나 정책적으로 추진된 바는 없다. 현재, 우리나라 해수부에서는 IMO 선박 수중소음 규제 정책 동향 보다는 “선박평형수 관리협약”, “대기오염 및 에너지 효율”, “선박 온실가스”, “선박기인 해양 플라스틱”에 대한 해양환경 정책동향을 주로 모니터링 하고 있다. 국제 정세에 발맞추어 선박 수중소음 규제에 대한 IMO 정책 동향도 모니터링 할 필요가 있다.

## 2. 기술적 타당성

제 3차 국가과학기술기본계획에 7대 핵심기술 가운데 “현존선 운항 최적화 기술”의 세부중점기술로서 “현존선 수중 소음 계측 및 제어 기술”이 포함 되었다. 현 ISO 국제규격(17208-1, 17208-2)은 심해에서 선박 수중소음을 측정하기 위한 규격이며 선급기관에서 사용하는 측정 규격은 이 ISO 규격들을 천해에서 사용할 수 있도록 참고하여 만들어 졌으나 과학적인 근거가 부족하고 국제표준화 기구(ISO)에서 인정하고 있지 않다. 우리나라는 동해를 제외하고 서해 및 남해는 수심이 낮은 천해에 해당하며 대형 선박의 시운전이 대부분 천해에서 수행되고 있고, 대형 조선소가 남해 거제도에 집중되어 있기 때문에, 학적인 측정방법 및 해석에 근거한 천해용 선박 수중소음 측정 기술 및 측정 규격을 개발할 필요가 있다.

KIOST에서는 2014~2018년(5년간)까지 ‘선박추진기 소음 기반기술 및 소음저감 설계 핵심기술 개발’ 사업 중 실선계측 부분에 참여하여 총 6척의 선박 수중방사소음을 측정하였다. 이를 바탕으로 선박 수중방사소음 계측 시스템 개발(특허 제 10-1357763호)을 특허 등록하여 자체적인 측정 기술을 보유하고 있다.



### 3. 경제적 타당성

선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석은 총 3단계로 구성된다(Fig. 4-1). 1단계는 분석방법 및 기본전제·가정 등을 설정하는 단계이며, 2단계는 경제성 분석을 위한 수입 및 비용을 추정하는 단계이다. 마지막 3단계는 수입 및 비용추정 결과를 바탕으로 선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 경제성을 비용편익비율(B/C ratio), 순현재가치(NPV : Net Present Value), 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) 관점에 분석하였다.

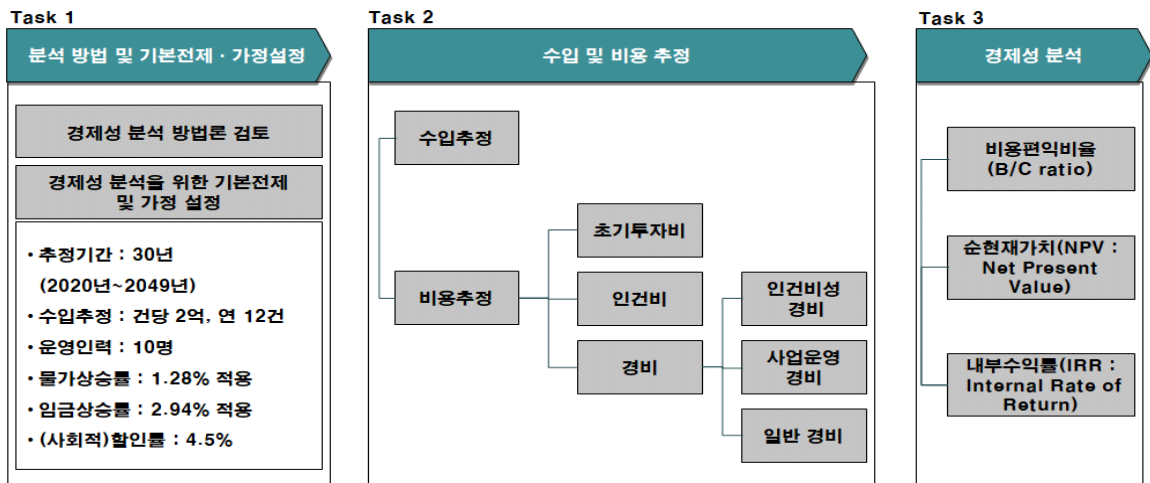


Fig. 4-1 경제성 분석 Framework

선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석을 위하여 다음의 기본전제 및 가정을 하였다(Table 4-1).

Table 4-1 경제성 분석을 위한 기본전제 및 가정

구분	내용
추정기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>•30년(2020년~2049년)</li> <li>•선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석을 위한 비용 및 수입 추정기간은 2020년~2049년(30년)을 가정함.</li> </ul>

구분	내용																	
수입추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>•선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 수입은 선박 수중소음 측정 관련 용역에 따른 수입으로 추정함.</li> <li>•과거 한국해양과학기술원이 수행한 관련 용역을 바탕으로 건당 2억원의 수입 정하였으며, 1년에 12건을 가정함.</li> </ul>																	
비용추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>•선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 비용은 초기투자비, 인건비, 경비 등으로 구분하여 추정함.</li> <li>•경비는 다시 인건비성 경비, 사업운영 경비, 일반 경비 등으로 세분함</li> </ul>																	
운영인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>•10명</li> <li>•선박 수중소음 공인 측정센터 운영에 필요한 인력은 책임급 2명, 선임급 2명, 원급 6명 등 총 10명이 필요한 것으로 나타남.</li> </ul>																	
인건비	<ul style="list-style-type: none"> <li>•인건비는 기존 한국해양과학기술원의 책임급, 선임급, 원급 연봉에 인건비 상승률을 감안하여 도출함.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>책임급</th> <th>선임급</th> <th>원급</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,000만원</td> <td>7,500만원</td> <td>6,000만원</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 한국해양과학기술원 내부자료</p>						책임급	선임급	원급	9,000만원	7,500만원	6,000만원						
책임급	선임급	원급																
9,000만원	7,500만원	6,000만원																
물가상승률	<ul style="list-style-type: none"> <li>•1.28% 적용</li> <li>•물가상승률은 국가통계포털(KOSIS)의 5년 평균(2014년~2018년) 비자물가상승률의 평균치인 1.28%를 적용함.</li> <li>•적용 물가상승률 1.28%는 연도별 수입과 비용 중 초기투자비, 사업운영 경비, 일반 경비에 반영함.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>2014년</th> <th>2015년</th> <th>2016년</th> <th>2017년</th> <th>2018년</th> <th>평균</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.3%</td> <td>0.7%</td> <td>1.0%</td> <td>1.9%</td> <td>1.5%</td> <td>1.28%</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 국가통계포털(KOSIS)</p>						2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균	1.3%	0.7%	1.0%	1.9%	1.5%	1.28%
2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균													
1.3%	0.7%	1.0%	1.9%	1.5%	1.28%													
임금상승률	<ul style="list-style-type: none"> <li>•2.94% 적용</li> <li>•한국해양과학기술원의 임금상승률은 공무원 임금상승률과 연동되는 것으로 나타남.</li> <li>•임금상승률은 국가통계포털(KOSIS)의 5년 평균(2015년~2019년) 공무원 임금상승률의 평균치인 2.94%를 적용함.</li> <li>•적용 임금상승률 2.94%는 연도별 인건비와 인건비성 경비에 반영함.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>2015년</th> <th>2016년</th> <th>2017년</th> <th>2018년</th> <th>2019년</th> <th>평균</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.8%</td> <td>3.0%</td> <td>3.5%</td> <td>2.6%</td> <td>1.8%</td> <td>2.94%</td> </tr> </tbody> </table> <p>자료 : 국가통계포털(KOSIS)</p>						2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균	3.8%	3.0%	3.5%	2.6%	1.8%	2.94%
2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균													
3.8%	3.0%	3.5%	2.6%	1.8%	2.94%													

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 수입과 비용을 추정한 경비를 추정한 결과 2020년(1차년) 수입은 2,400.0백만원, 비용은 1,270.2백만원으로 이때 수지는 1,129.8백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총수입은 87,107.3백만원, 비용은 57,032.0백만원으로 이때 수지는 30,075.3백만원으로 나타났다(Table 4-2).

Table 4-2 수입 및 비용추정 결과(백만원)

구분		수입(A)	비용				수지(A-B)
년도	사업년수		비용 계(B)	초기 투자비	인건비	경비	
2019	0	0.0	407.2	407.2	0.0	0.0	-407.2
2020	1	2,400.0	1,270.2	-	690.0	580.2	1,129.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2029	10	2,691.1	2,042.3	462.4	895.6	684.3	648.7
2030	11	2,725.5	1,619.1	-	921.9	697.2	1,106.4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2039	20	3,056.1	2,548.7	525.1	1,196.6	826.9	507.4
2040	21	3,095.2	2,074.8	-	1,231.8	843.0	1,020.4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2049	30	3,470.6	2,604.4	-	1,598.8	1,005.6	866.1
계		87,107.3	57,032.0	1,394.8	32,509.8	23,127.4	30,075.3

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 경제성을 비용편익비율(B/C ratio), 순현재가치(NPV : Net Present Value), 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) 관점에서 분석한 결과 비용편익비율, 순현재가치, 내부수익률 모두 경제적

타당성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영은 경제적으로 타당성이 있는 것으로 판단된다(Table 4-3).

Table 4-3 경제성 타당성 분석 종합

구분	값	판단기준	경제성 분석 결과
비용편익비율 (B/C ratio)	1.576	1 이상	경제적 타당성 있음
순현재가치 (NPV : Net Present Value)	28,792.7백만원	0원 이상	경제적 타당성 있음
내부수익률 (IRR : Internal Rate of Return)	277.437%	4.5% 이상	경제적 타당성 있음
종합			경제적 타당성 있음

추가적 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따른 비용편익비율 변화를 분석한 결과 1년에 6.77건(척) 이상의 선박 수중소음 측정에 따른 용역을 수탁 할 경우 선박 수중소음 공인 측정센터 구축은 비용편익비율 관점에서 경제성 분석이 있는 것으로 판단된다(Fig. 4-2). 자세한 경제성 분석 결과는 부록에 첨부하였다.

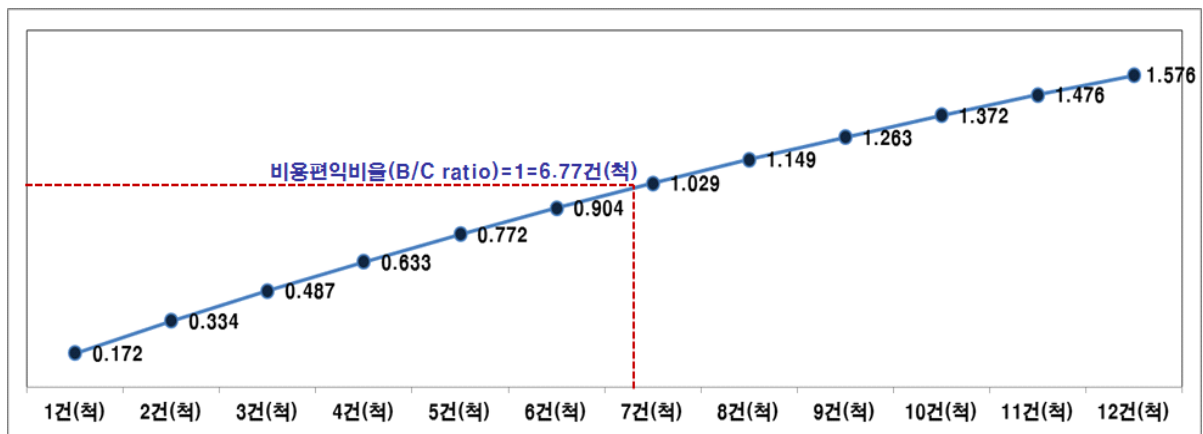


Fig. 4-2 용역 수탁 건(척) 수 변화에 따른 비용편익비율 변화

## 4. 기대효과

### 가. 연구결과의 활용성

- 사업성격의 적합성: 기획연구의 목적이 선박 수중소음 공인측정센터 구축이므로 국가 R&D 사업 보다는 원내 인프라 연구사업으로 추진하여 선박 수중소음 측정 관련 공인기관으로서 KIOST를 대내외적으로 홍보하고 국내에서의 시장주도를 선점할 필요가 있음.
- 연구비 규모: 직접비 기준 총 7억원의 연구비 소요 예상
  - 선박 수중소음 측정 및 분석 시스템 구축 비용: 4억원
  - 연구선을 이용한 해상시험 비용: 2억원
  - KOLAS 공인 인정 기관 컨설팅 추진 비용: 0.5억원
  - 기타 비용: 0.5억원

1차년(직접비)	2차년(직접비)	3차년(직접비)	합계
250백만원	300백만원	200백만원	700백만원

- 연구목표: IMO 선박 수중소음 규제 대응을 위한 선박 수중소음 측정 및 분석 인프라 구축
- 성과목표 및 연구내용

성과목표	연구 내용	성과물
부이형 선박 수중소음 측정 및 분석 시스템 구축	- 부이형 선박 수중소음 측정 시스템 시제품 설계 및 제작 - 부이형 선박 수중소음 측정 시스템 시제품 해상시험 - 선박 수중소음 측정용 ISO 국제 규격 및 국제 선급규격 안에 따른 선박 수중소음 측정 및 분석	부이형 선박 수중소음 측정 시스템 시제품
KOLAS 인정기관 등록 추진	- KOLAS 평가사의 컨설팅을 통한 KIOST의 KOLAS공인 인정기관 등록	KOLAS 공인 인정기관 등록증
한국형 선박 수중소음 측정 및 분석 규격 개발	- 이론 및 실험적 사실에 근거한 우리나라 천해역 및 심해역 선박 수중소음 측정 및 분석안 작성 - 한국선급 인정 선박 수중소음 등급 인증 규격안 작성 및 제시 - KS 및 ISO 규격으로 제정 가능한 수준의 천해역 선박 수중소음 측정 및 분석 규격안 제안 및 작성	한국선급/ISO/KS 인정 수준의 선박수중소음 측정 및 분석 규격서

## 나. 연구결과의 기대효과

- 선박 수중소음 공인인증센터 구축을 통한 IMO 선박 수중소음 규제에 선제적으로 대응할 수 있는 체계 마련
- KOLAS 인증기관으로 선박 수중소음 공인인증센터를 등록함으로써 선박 수중소음 측정에 대한 대내외 공신력 확보
- 선박 수중소음 공인인증센터 구축을 통해 한국선급 인정 한국형 선박 수중소음 측정 표준안 및 KS 규격 제시
- 선박 수중소음 공인인증센터 운영을 통한 수중음향 계측 장비 성능 인증관련 새로운 아이템 발굴
  - 수중청음기, 음파송신기, 소나 장비 등의 송신감도 및 수신감도 시험 인증
- 국내 조선소의 대형 선박 건조 시 수행되는 선박 수중소음 측정 및 성능평가 관련하여 기관차원의 이익실현

## 다. 연구결과의 공공적 파급효과

- 조선산업과 관련하여 우리나라 대형 조선소에서 건조되는 선박의 수중소음 측정 및 인증 업무와 기술이전을 통한 조선소의 국제경쟁력 향상에 기여
- 해양생태계에 영향을 미치는 항행선박 수중소음 통제 및 관리를 위한 국가 R&D 과제개발 활용.
- 우리나라 해역에서 항행 선박의 수중소음 모니터링 및 통제를 통한 해산 포유류 서식지의 조용한 바다 조성.

## 라. 관련분야 기여도

- 조선산업과 관련하여 우리나라 대형 조선소에서 건조되는 선박의 수중소음 측정 및 분석 시스템 구성 및 개발안 제시
- 선박 수중소음 등급 인정 절차서가 개발되지 않은 한국선급에 절차서 개발 제시

○ IMO 선박 수중소음 규제 발효 대비 해양수산부의 대응정책 마련 유도

## 참고문헌

- McDonald, M. A., Hildebrand, J. A., & Wiggins, S. M. (2006). Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(2), 711-718.
- IMO MEPC 57/21 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Fifty-Seventh Session, 2008.
- IMO MEPC 58/23 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Fifty-Eighth Session, 2008.
- IMO MEPC 59/24 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Fifty-Ninth Session, 2009.
- IMO MEPC 60/22 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixtieth Session, 2010.
- IMO MEPC 61/24 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-First Session, 2010.
- IMO MEPC 62/24 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-Second Session, 2011.
- IMO MEPC 63/23 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-Third Session, 2012.
- IMO MEPC 64/23 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-Fourth Session, 2012.
- IMO MEPC 65/22 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-Fifth Session, 2013.
- IMO MEPC 66/21 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its



- Sixty-Sixth Session, 2014.
- IMO MEPC 68/15 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Sixty-Eighth Session, 2015.
- IMO MEPC 71/17 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Seventy-First Session, 2017.
- IMO MEPC 72/17 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Seventy-Second Session, 2018.
- IMO MEPC 73/19 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Seventy-Third Session, 2018.
- IMO MEPC 74/18 Report of the Marine Environment Protection Committee on Its Seventy-Fourth Session, 2019.
- IMO MEPC.1/Circ.833 Guidelines for the Reduction of Underwater Noise from Commercial Shipping to Address Impacts on Marine Life, 2014.
- ISO 17208-1:2016 Underwater acoustics – Quantities and procedures for description and measurement of underwater sound from ships – Part 1: Requirements for precision measurements in deep water used for comparison purposes.
- ISO 17208-2:2019 Underwater acoustics – Quantities and procedures for description and measurement of underwater sound from ships – Part 2: Determination of source levels from deep water measurements.
- National Research Council, Ocean Noise and Marine Mammals, National Academy Press, Washington DC, 2003.
- 박영수, 김진권, 김종성, 김종수, 이윤석, & 박상원. (2015). 해상교통량 조사 기반 시운전금지해역 설정 기초 연구. 한국마린엔지니어링학회지, 39(3), 318-325.

# 부록 제 1 장 선박 수중소음 관련 MEPC 회의결과 보고서

## 1. MEPC 제57차 회의

### 20 기타 사업 — 항행선박의 수중소음 및 해양포유류

20.9 국제해운에 의해 발생하는 수중소음과 해양생물에 미치는 그것의 잠재적인 악영향에 관하여 항행선박의 수중소음과 해양포유류에 대한 MEPC 57/INF.4 문서(미국 제출)의 정보를 위원회는 주목하였다.

20.10 또한, 위원회는 대부분의 해양동물이 의사소통, 먹이사냥, 포식자 회피 및 유영 등과 같은 중요한 생명기능을 유지하는 데 음파를 사용하고 있으며, 인간이 발생하는 수중소음은 해양동물의 행동을 방해하거나 해양동물의 중요한 생물학적 기능을 방해할 가능성이 있다고 언급하였다.

20.11 대형선박의 수중소음은 일반적으로 저주파 대역에서 일부의 해양동물, 특히 대형고래, 물개, 바다사자 및 어류 등에 의해 발생하는 주파수와 겹친다는 점을 위원회는 주목하였다. 그리고 항행선박의 광범위한 지리적인 출현을 고려할 때, 선박으로부터 발생하는 저주파 수중소음은 먼 거리를 전파함과 동시에 그러한 경향은 나날이 증가하므로 항행선박에서 발생하는 수중소음에 의한 음향 지향적인 해양동물의 잠재적인 문제 등은 점점 더 심각해지고 있다.

20.12 위원회는 이 문제에 대한 일반적인 관심과 지지를 언급한 바 있으며, 모든 이해 관계기관, 특히 해운업, 조선소 및 조선업자 등에게 이 문제를 알리도록 회원국의 정부에 요청하였다. 그리고 위원회는 선박 수중소음과 관련된 잠재적인 악영향의 확인 및 그러한 영향의 잠재적인 완화에 관한 지속적인 대화에 참여하도록 회

원국의 정부에 권유하였다. 또한, 위원회는 이 문제에 관한 관련정보를 미국 상무부 (United States Department of Commerce), 미국 해양대기청(National Oceanic & Atmospheric Administration), 미국 해양어업국(National Marine Fisheries Service), 해양 음향 프로그램(Brandon.Southall@noaa.gov)으로 보내도록 회원국의 정부에 요청하였다. 미국은 위원회의 다음 회의에서 이 정보를 공유하도록 초청받았다.

20.13 위원회는 수중소음 문제에 관한 MEPC 57/INF.22(IFAW 및 FOEI 제출)에서 제공한 정보에 주목하였으며, 특히 IFAW 연구선 “Song of the Whale”에 의해 행해지고 있는 고래의 음향연구에 대하여 주목하였다.

20.14 호주의 대표단은 수중소음에 관한 문서를 위원회의 다음 회의에 제출할 것임을 시사하였다.

## 2. MEPC 제58차 회의

### 19 위원회 및 보조기관의 작업 프로그램 — 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향에 대한 새로운 의제 제안

19.1 위원회는 상업적인 선박운항으로 인한 부수적인 수중소음이 해양환경으로 유입되는 것을 최소화하여 해양생물에 대한 악영향을 줄이기 위해 비강제적인 기술지침을 개발하고, MEPC 59(2009년 7월)로부터 3~4차의 위원회 회의를 목표 완료일로 하는 위원회의 새로운 작업 프로그램으로 포함하는 것에 관한 미국의 제안(MEPC 58/19)에 주목하였다.

19.2 또한, 위원회는 기계소음(주엔진, 기어링)과 수력학적인 소음(흐름, 프로펠러 싱잉/캐비테이션)으로 구성된 남반구(호주 및 남극해)에서의 항행선박 수중소음에 관한 추가정보를 제공한 호주(MEPC 58/INF.19)의 의제에 주목하였다. 그런데 이것은 일부의 어류뿐만 아니라 물개, 바다사자 및 고래와 같은 특정 포유류에 의해 발생하는 소리(10 Hz~1 kHz)와 겹치므로 해양생물의 행동을 방해하고 중요한 생명기능을 방해할 수 있는 잠재력이 있다.

19.3 위원회의 지침(MSC-MEPC.1/Circ.2) 제2.20항에 따라, 의장은 미국이 제안한 새로운 작업 프로그램에 대하여 예비평가를 하였다. 의장의 평가는 위원회 지침의 제2.10항에 규정된 일반적인 승인기준이 충족되었음을 보여 주었다.

19.4 심의하는 동안, 일부 대표단은 이런 새로운 작업 프로그램 항목을 위원회의 작업 프로그램에서 우선순위가 낮은 항목으로 간주하여야 한다고 제안하였다. 의장은 작업 프로그램 항목의 우선순위는 전문위원회에 상정될 때에만 결정될 것이라고 위원회에 통보하였다.

19.5 미국의 제안을 검토한 위원회는 MEPC 59(2009년 7월)의 의제에 “상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음과 해양생물에 미치는 그것의 악영향”에 대한 새로운 항목을 포함하는 것을 승인하였는데, 이것의 목표 완료날짜를 3~4차 회의를 더 개최하는 것으로 하였으며, 고려하기 위해 MEPC 59에 적절한 문서를 제출하도록 회원국의 정부에게 요청하였다.

19.6 또한, 위원회는 문서 MEPC 58/19의 제7항에서 제안된 바와 같이 다음과 같은 참조조건을 달아 미국에 의해 조정되는 전문적인 대응그룹의 설립을 승인하였다:

- .1 해양생물에 대한 잠재적인 악영향을 줄이기 위해 상업용 항행선박으로부터 해양환경으로의 부수적인 수중소음의 유입을 최소화하는 방법을 식별하고 해결하며, 특히 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박의 저소음화 기술에 관한 비강제적인 기술지침을 개발한다; 그리고
- .2 MEPC 59에 보고서를 제출한다.

### 3. MEPC 제59차 회의

#### 19 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

19.1 MEPC 58에서는 해양생물에 미칠 잠재적인 악영향을 저감하기 위해 상업적인 해상운송 작업에서 발생하는 부수적인 수중소음의 해양환경으로의 유입을 최소화하자는 미국의 제안(MEPC 58/19)을 검토한 결과, “상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음과 해양생물에 미치는 그것의 악영향”의 의제를 3~4차의 추가적인 회의를 목표 완료일로 하여 위원회의 안전에 높은 우선순위 항목으로 포함하도록 승인한 것을 위원회는 상기하였다. 또한, 위원회는 검토를 위해 회원국의 정부에 대하여 이 세션에 적절한 문서를 제출하도록 요청하였다.

19.2 그리고 위원회는 다음과 같은 기준으로 미국에 의해 조정되는 회기중 대응그룹의 설립승인을 상기하였다:

- .1 해양생물에 대한 잠재적인 악영향을 저감하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 부수적인 수중소음의 해양환경 유입을 최소화하는 방법을 식별하고 대처한다. 특히 잠재적인 항해 및 운용관행뿐만 아니라 선박 저소음화 기술에 대한 비강제적인 기술지침을 개발한다; 그리고
- .2 이 회의에 서면 보고서를 제출한다.

19.3 대응그룹의 의장인 Lindy Jonson 여사(미국)는 회기중에 수행된 작업 대부분이 대응그룹의 의장에 의해 제기된 일련의 기술적인 질문에 응답하는 데 초점

을 맞추었으며, 작업범위와 기본적인 가정도 개발하였다고 위원회에 통보하였다. 질문목록은 대응그룹 구성원으로부터 받은 응답과 함께 문서 MEPC 59/19의 부속 문서 1에 포함되었다.

19.4 기본적인 가정을 논의할 때, 해양생물에 미치는 영향과 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 부수적인 수중소음과의 상호작용 문제가 관심을 불러일으킨 것에 위원회는 주목하였다. 수중소음이 해양생물에게 어떻게 영향을 미칠 수 있는지는 소음노출의 상황과 해당하는 종에 크게 의존한다는 것을 위원회는 인정하였다. 그리고 다양한 해양동물에 대한 선박 수중소음 영향의 정확한 특성, 규모 및 중요성에 대하여 어느 정도의 과학적인 불확실성이 있으며 앞으로도 남아 있을 것임을 위원회는 인정하였다. 또한, 이러한 불확실성이 상업용 선박의 저소음화 기술에 대한 작업을 방해해서는 안 된다는 점도 주목하였다. 오히려 이것은 상업용 선박의 수중소음 영향권을 줄이려는 노력과 병행하여 진행 중인 연구의 활발한 영역으로 남아 있어야 한다.

19.5 최종적으로 특정한 해양동물에 대한 특정한 유형의 악영향과 상업용 선박으로부터 발생하는 특정한 유형의 부수적인 수중소음과의 사이에 연관성이 있을 수 있음을 위원회는 인정하였다. 대응그룹이 특정 저소음화 기술 또는 기술 솔루션의 효과 및 비용을 평가하는 데 초점을 맞추면, 의심할 여지없이 이 문제는 대두될 것이다. 그리고 그 평가의 중요한 부분은 해양생물 종에 대한 악영향을 효과적으로 완화하기 위한 잠재력이 될 것이다.

19.6 또한, 위원회는 이 분야에 대한 더 많은 연구가 필요하다는 것을 인정하였다; 그러나 이러한 작업은 대응그룹의 작업과 동시에 수행되어야 하며, 그룹의 노력으로 앞으로 나아가는 데 방해가 되어서는 안 된다.

19.7 공동 후원자인 FOEI를 대표하여 IFAW 소속의 참관인은 회사(Renilson Marine Consulting Pty Ltd.)가 수행한 가장 시끄러운 상업용 선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하는 데 사용될 수 있는 기술에 대한 리뷰(MEPC 59/19/1)를 위원회에 알렸는데, 그 범위는 MEPC 58에서 설립한 대응그룹의 논의에 의해 유도되었다. 캐비테이션 소음이 상업용 대형선박의 수중소음 특성을 지배하기 때문에 과도한 캐비테이션이 발생하는 선박은 가장 시끄러울 것이라고 그들은 강조하였다. 프로펠러 설계와 프로펠러로의 웨이크 흐름을 개선함으로써 캐비테이션이 감소할 수 있으며, 이를 위한 다양한 기술이 존재한다. 이들 중 일부는 새로운 빌드로 통합될 뿐만 아니라 개조될 수 있다. 이 리뷰에서는 추진효율을 저하하지 않고 기존의 기술을 사용하여 가장 시끄러운 선박을 조용하게 만드는 범위를 확인하였다. 효율성을 향상시키는 일부의 기술은 선박의 수명 동안 소음 및 운용비용을 줄일 수 있다. 또한, 그 참관인은 추가적인 연구의 필요성을 강조하였다.

19.8 일본 대표단은 캐비테이션 소음이 상업용 대형선박의 수중소음을 지배한다는 데 동의하였으며, 에너지효율 개선을 통해 온실가스(GHG: greenhouse gas) 배출량을 줄이려는 IMO의 노력이 수중소음을 감소시킬 것이라고 강조하였다. 새로운 선박의 설계는 프로펠러 및 부속장치의 개선을 통합하여 프로펠러로의 웨이크 흐름을 향상함으로써 프로펠러 캐비테이션을 감소시킬 것이다. 마찬가지로 기존선박의 에너지효율을 개선하기 위한 가장 효과적인 운용수단으로 여겨지는 선박속도의 감소는 캐비테이션을 확실히 감소시키고, 그에 따라 수중소음을 줄일 것이다.

19.9 IMO 사무국은 2001년에 MSC(Maritime Safety Committee; 해양안전위원회)가 선내의 소음레벨에 관한 규정(결의 A.468(XII))의 개정을 고려하였다고 위원회에 상기시켰다. 그런데 이것은 승무원과 승객에게 미치는 선내소음의 악영향에 대처하고, 피로완화 및 관리에 대한 지침의 회람문서(MSC/Circ.1014)로서 채택된 것이다. 그리고 이것은 선박의 선내소음으로 인해 선원의 스트레스와 피로가 발생할



수 있음을 인식한 결과이다. 따라서 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 음원(어느 정도 낭비된 에너지로 간주됨)에 대처하기 위해 취하는 추가지침은 승무원 및 승객에게도 도움이 될 수 있다.

19.10 위에서 언급한 제출물과 그에 대한 의견을 고려하여 위원회는 다음을 수행한다:

- .1 대응그룹 의장 및 IFAW/FOEI에 의해 제공된 정보에 주목하였다;
- .2 미국\*의 조정 하에 대응그룹을 재설립하기로 합의하였으며, 승무원과 승객에게 미치는 선내소음의 악영향에 대처하는 MSC가 수행한 관련작업(MSC/Circ.1014)을 고려하면서 MEPC 58(MEPC 58/23, 제19.6항)에서 합의된 위임사항에 따라 작업을 계속하도록 지시하였다. 그리고 MEPC 60에 서면 보고서를 제공하기로 합의하였다;

\*코디네이터:

Ms Lindy S. Johnson  
Attorney Adviser  
Office of General Counsel  
NOAA  
14th Street & Constitution Avenue  
Washington DC  
U.S.A. 20230  
Tel: 1-202-482-5887  
Fax: 1-202-371-0926  
E-mail: Linda.S.johnson@noaa.gov

- .3 IFAW와 FOEI에 의해 식별된 추가적인 연구요구의 맥락에서 심의하는

동안 IFAW와 FOEI가 제시한 문제를 고려하도록 대응그룹에게 지시하였다; 그리고

- .4 수중소음 출력을 저감할 가능성이 높은 효율개선 기술로부터 가장 큰 장점이 있는 선박을 식별하기 위해 그들의 상선에 대해 리뷰를 권장하도록 회원국 정부에게 요청하였다. 그리고 심의를 위해 리뷰의 결과를 대응그룹에 보고하도록 회원국 정부에게 요청하였다.

19.11 위원회는 그들의 보고서에 대해 미국 대표단, 특히 이와 관련하여 효과적인 리더십을 보여준 Jonson 여사에게 감사를 표하였다.

#### 4. MEPC 제60차 회의

##### 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

18.1 위원회는 MEPC 58이 미국의 조정 하에 회기중의 대응그룹을 설립하였다고 상기하였다. 그런데 MEPC 58에서는 “상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음과 해양생물에 미치는 그것의 악영향”의 의제를 3~4차의 추가적인 회의를 목표 완료일로 하여 위원회의 안건에 높은 우선순위 항목으로 포함하도록 승인하였다. 그리고 위원회는 MEPC 58이 다음과 같이 지시하였다고 상기하였다:

“해양생물에 대한 잠재적인 악영향을 줄이기 위해 상업용 항행선박으로부터 해양환경으로의 부수적인 수중소음의 유입을 최소화하는 방법을 식별하고 해결하며, 특히 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박의 저소음화 기술에 관한 비강제적인 기술지침을 개발한다 (MEPC 58/23, 제19.6항).”

18.2 또한, MEPC 59가 승무원 및 승객에 대한 선내소음의 악영향을 다루는 MSC에서 수행한 관련작업(MSC/Circ.1014)을 고려하여 MEPC 58에서 합의된 위임사항에 따라 작업을 계속하기 위해 대응그룹을 재설립하기로 합의하였음을 위원회는 상기하였다. 그런데 MEPC 59는 대응그룹의 첫번째 보고서와 그것에 대한 의견을 검토하였다. 그리고 위원회는 MEPC 59가 MEPC 60에 서면 보고서를 제공하기로 동의하였음을 상기하였다.

18.3 위원회는 MEPC 60/18(대응그룹 보고서)을 문서화하기 전에 보유하고 있었다. 그리고 위원회는 회기중에 수행된 작업이 부속문서 1(캐비테이션, 기계류 및 선체)

과 부속문서 2(해당문서의 주요 빈도 및 IMO 관련 문제)에 명시된 기술적인 문제에 초점을 맞추고 있는 점에 주목하였다. 두 부속문서에서 몇 개의 질문과 제안이 제기되었으며, 작업을 진행하기 위해서는 이러한 문제에 대한 의견이 필요할 것이다.

18.4 또한, 위원회는 대응그룹이 캐비테이션의 주요한 요소에 노력을 집중한 점에 주목하였다. 그리고 위원회는 항행선박으로부터 발생하는 부수적인 수중소음의 다른 측면은 향후 참조를 위해 유지될 것이라고 언급하였다.

18.5 규제체계의 문제에 대하여 위원회는 다양한 유형의 소음에 대해 지역 법제를 추진하고 있는 다른 단체들이 있다는 점에 주목하였다. 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박 저소음화 기술에 대한 비강제적인 기술 지침에 대한 작업에만 대응그룹의 위임사항이 한정된 점을 감안할 때, 이 문제에 대한 추가 작업은 수행되지 않았다.

18.6 위원회는 수중소음 표준에 관한 작업이 MEPC 60/18의 부속문서 3에 수록되어 있으며, 연구의 필요성이 문서 MEPC 60/18의 부속문서 4에 포함되어 있다는 점에 주목하였다.

18.7 또한, 소음저감 문제에 대한 유용한 정보를 가질 수 있는 단체들로부터 추가적인 입력을 얻기 위한 시도로서 일부의 대형 해운회사가 선박의 설계방법 및 조선방법에 영향을 미치지만, 국내 선주들로부터의 피드백은 대부분의 선주가 이미 건조되었거나 건조가 시작된 선박의 구입을 제안하였다고 위원회는 언급하였다. 따라서 대부분의 경우 선박설계의 단계가 이미 완료되었기 때문에 선주들은 소음저감 대책에 영향을 미치지 않을 것이다. 아마도 조선소는 선박설계의 단계에서 더 많은 정보를 가질 수 있다고 제안되었다.

18.8 더욱이 위원회는 대응그룹이 다수의 모델유역(model basin)에 접근한 점에 주목하였다. 이러한 유역에서는 일반적으로 새로운 대형선박을 설계하기 위해 또는 해상에서의 선박성능을 개선할 목적으로 선박설계를 개량하기 위해 수조안에서 수력학적인 시험을 실시하였다. 문서 MEPC 60/18의 부속문서 5에는 접근한 모델유역의 목록과 수신한 응답의 요약이 수록되어 있다.

18.9 이어지는 논의에서 대응그룹이 수행하는 작업의 현재 방향, 특히 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박의 저소음화 기술에 관한 비강제적인 기술 지침에 초점을 맞춘 것에 대하여 일반적인 지지가 있다는 점을 위원회는 주목하였다.

18.10 위원회는 대응그룹이 다른 효율성, 결과적인 연료절약 및 배출감소를 야기할 수 있으므로 캐비테이션의 주요한 요소에 노력을 집중해야 한다는 데 동의하였다. 또한, 위원회는 수중소음 문제에 대한 연구가 대응그룹의 작업과 동시에 수행되어야 한다고 권고하였다.

18.11 위원회는 이 문제를 더 진전시키기 위해 미국\*의 주도하에 대응그룹을 재설립하기로 합의하였다. 그리고 위원회는 다음과 같이 지시하였다:

\*코디네이터:

Ms Lindy S. Johnson  
Attorney Adviser  
Office of General Counsel  
NOAA  
14th Street & Constitution Avenue  
Washington DC  
U.S.A. 20230

Tel: 1-202-482-5887

Fax: 1-202-371-0926

E-mail: Linda.S.johnson@noaa.gov

.1 MEPC 60 이후 접수된 의견 및 기타 의견을 고려하여 MEPC 58에 의해 승인된 위임사항(MPEC 58/23, 제19.6항 참조)에 따라 작업을 계속한다; 그리고

.2 MEPC 61에 추가 보고서를 제출한다.

18.12 의장은 MEPC 60에 참석한 모든 대표단과 함께 대응그룹의 코디네이터 및 보고서의 작성자 역할을 포함하여 수년 동안 위원회의 활동에 크게 이바지한 Johnson 여사(미국)에게 진심으로 감사를 표하며, 그녀는 건강상의 이유로 이 회의에 참석할 수 없다는 점을 언급하면서 그녀가 완전히 회복되기를 기원하였다.

## 5. MEPC 제61차 회의

### 19 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

19.1 위원회는 MEPC 61/19(대응그룹 보고서)를 문서화하기 전에 보유하고 있다. 그리고 위원회는 대응그룹이 프로펠러가 선박에서 발생하는 수중소음의 주요 발생원이라는 데 동의한 것을 주목하였다. 이것은 대응그룹이 기존의 설계, 대형선박에 의해 발생하는 부수적인 수중소음 저감에 잠재적으로 관련성이 있는 운용상의 수정 및 가능성에 대한 철저한 평가를 수행한 결과이다. 이와 관련하여 위원회는 향후 연구계획이 프로펠러 및 캐비테이션과 수중음파 에너지의 원인과의 관계에 초점을 맞추어야 한다는 데 합의하였다.

19.2 이와 관련하여 위원회는 운송경로에 따라 조정된 측정 및 응용연구가 가장 시끄러운 선박의 종류와 가장 시끄러운 개별 선박을 식별하기 위해 실질적인 진전으로 이어질 가능성이 있다고 지적하였다. 왜냐하면, 상대적으로 가장 시끄러운 적은 척수의 선박 수중소음을 저소음화하는 것은 세계의 해양 수중소음 수치에 대한 선박 수중소음의 전체적인 기여를 효율적으로 절감하는 잠재적인 방법이 기 때문이다. 신뢰할 수 있는 수중소음 데이터에 대한 이러한 요구는 재현할 수 있는 측정결과를 도출하기 위해 선박의 수중소음에 대한 적절한 측정방법의 정의(즉, ISO/TC8/SC2의 결과 및/또는 새로운 ANSI/ASA 표준 S12.64-2009/제1부의 결과)를 개발할 필요성을 강조하였다.

19.3 대응그룹의 권고사항을 고려할 때, 위원회는 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 부수적인 유입을 줄이기 위한 그리고 결과적으로 해양생물에 대한 잠재적인 악영향을 줄이기 위한 구속력이 없는 기술적인 지침과 해결책

의 검토에 동의하였다. 따라서 가장 그럴듯한 설계 및/또는 개조 옵션(추진력, 선체설계, 탑재기계 및 운용변경)은 조선기사와 엔지니어가 평가하여야 한다. 수중소음 저감조치의 실용성/비용에 따라 이러한 권고사항이 주로 새로운 선박을 위한 것이고 기존의 선박을 특별히 고려하여야 한다는 점을 인식하면서도 신규선박과 기존선박의 모두에 대해 가능한 운용상의 변경을 검토할 필요가 있다.

19.4 이러한 평가에는 가능한 한 실용적인 설계 및 건조를 검토한 경제적인 고려사항뿐만 아니라 실용성과 특정한 공학적인 고려사항도 포함되어야 한다고 위원회는 언급하였다. 이때까지 선박설계 및 건조에서 수중방사소음에 대한 관심이 상대적으로 적었기 때문에, 주요한 초점영역은 선박추진의 다양한 측면이어야 하고, 선체설계, 탑재기계 및 (실제로 말하자면) 운용조치로도 초점영역이 뒤따라야 한다는 것에 위원회는 동의하였다. 그러나 어떤 선박이든 최적의 저소음화 전략은 이들 4개의 하위그룹을 모두 고려할 필요가 있는 점에 주의하여야 한다.

19.5 또한, 위원회는 대응그룹의 권고사항을 다음과 같은 기관에서 주목하여야 한다는 데 동의하였다:

- .1 회원국 정부 (운송경로를 따라 기존 수중소음 데이터의 수집 및 평가);
- .2 과학계 (단일 선박의 수중소음 프로파일 측정 및 지정된 해역(예를 들면, 대규모의 항으로부터 소규모의 해양까지)의 주위소음 레벨에 기여하는 집단 선박의 수중소음 측정);
- .3 수중소음과 관련된 문제에 관심이 있는 환경단체;
- .4 수중소음에 관한 문제에 관계하거나 관심이 있는 국제기구;



.5 해양기술자, 조선기사, 선박소유주 및 선박운용자.

19.6 위원회는 “추진력”, “선체설계”, “탑재기계” 및 “운용변경” 등의 문제가 선박 설계와 설비에 관련된 것에 유의하면서 대응그룹이 검토해야 할 조언을 위해 “선내 소음에 대한 보호”에 관한 작업 프로그램 항목에 따라 이러한 기술적인 문제를 DE 54에 조회하였다. DE 전문위원회가 선박 승조원과 관련하여 선내소음에 대처하는 반면, MEPC는 MEPC 회람문서로서 발행될 “지침서”를 개발하는 것을 목표로 하여 선박 수중소음이 해양생물에 미치는 악영향을 고려한다는 것을 위원회는 인식하였다.

19.7 위원회는 관련된 문제를 논의하고 그 문제에 대한 추가적인 진전을 위해 미국\*의 주도하에 대응그룹을 재설립하기로 하였으며, 다음과 같이 지시하였다:

\*코디네이터:

Ms. Trisha Bergmann

NOAA Office of International Affairs

Tel: +1 202-482-2652

E-mail: Trisha.Bergmann@noaa.gov

- .1 DE 54의 조언을 고려하여 해양생물에 미치는 잠재적인 악영향을 줄이기 위해 상업적인 항행선박으로부터 해양환경으로의 부수적인 수중소음의 유입을 최소화하는 방법을 식별하고 대처하기를 계속한다;
- .2 가능하다면, “선박 수중소음의 악영향을 줄이기 위한 지침문서”의 초안을 작성한다;

.3 MEPC 62에 서면 보고서를 제출한다.

## 6. MEPC 제62차 회의

### 19 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

19.1 위원회는 시간적인 제약으로 인해 이 항목에 따라 제출된 모든 문서에 대한 검토를 2012년 2월/3월의 다음 회의로 연기하기로 합의하였다.

## 7. MEPC 제63차 회의

### 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

18.1 MEPC 58이 3~4회의 추가적인 회의를 목표 완료일로 위원회의 작업 프로그램 및 의제에 이 항목의 포함을 승인하면서 상업적인 항행선박으로부터 해양환경으로의 부수적인 수중소음의 유입을 최소화하는 방법을 식별하고 대처하기 위해 그리고 잠재적인 항해 및 운용의 관행뿐만 아니라 선박 저소음화 기술에 대한 비강제적인 기술지침을 개발하기 위해 미국이 조율하는 회기중 대응그룹을 설립한 것을 위원회는 상기하였다. 그 회기중 대응그룹은 MEPC 59, 60 및 61에 진행 상황을 보고하였다.

18.2 또한, MEPC 62가 상업적인 항행선박에서 발생하는 수중소음의 문제와 해양생물에 미치는 그것의 악영향을 다루는 기술적인 지침을 개발하기 위해 2년마다 열리는 DE 전문위원회의 안전에 새로운 산출물이 이미 계획되어 있다는 점에 주목하면서 DE 전문위원회에 이 문제를 다루도록 지시한 것을 위원회는 상기하였다. 그리고 MEPC 62는 이 문제가 위원회의 안전에서 별개의 항목으로 계속 활성화될 것이라고 결정하였다. 그러나 시간적인 제약으로 인해 MEPC 62는 이 항목에 따라 제출된 모든 문서에 대한 검토를 MEPC 63으로 연기하기로 합의하였다.

### 선박으로부터 발생하는 수중소음에 관한 국제표준 개발

18.3 국제표준화기구가 제공하는 국제표준의 개발 진행상황에 관한 정보(MEPC 62/19), 즉 “방사된 수중소음으로부터 해양생태계 보호 — 상선으로부터 방사되는

수중음의 측정 및 보고”라는 제목의 ISO 16554에 위원회는 주목하였다. 그리고 특히 그 표준은 곧 발표될 것이다.

#### **선박에서 발생하는 수중소음의 주요 발생원으로서의 프로펠러에 관한 정보**

18.4 또한, 위원회는 독일이 제공한 정보(MEPC 62/19/1)가 지구규모의 선박 수중소음 연구의 초점을 가장 중요한 수중소음 기여자로 좁히는 것을 목적으로 한다고 지적하였다. 이와 관련하여 선박의 주요한 추진형태로서 스크류 프로펠러가 주요한 소음원이라는 점에 주목하였으며, 따라서 이러한 프로펠러에 의해 발생하는 수중소음 레벨을 감소시키는 방향으로 모든 활동을 수행할 필요가 있다. 더욱 깊이 인식하여 관련된 모든 연구가 국가 프로그램으로 지원되어야 한다는 데 위원회는 동의하였다.

#### **고래류에 특별한 초점을 맞춘 선박 수중소음 연구 및 해양생물 다양성에 관한 정보**

18.5 또한, 위원회는 고래류에 특별한 초점을 맞춘 선박 수중소음 연구 및 해양생물 다양성에 관하여 스페인(MEPC 62/INF.22)에 의해 제공된 정보에 주목하였다.

18.6 위원회는 앞서 언급한 세 가지 문서를 DE 전문위원회에 회부하여 검토하기로 합의하였다.

#### **항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 영향에 관한 DE 56의 결과**

18.7 위원회는 DE 전문위원회가 2012년 2월 13일부터 17일까지 열린 제56차 회

의를 막 끝냈다는 것에 주목하였다. DE 56과 MEPC 63은 근접해 있으므로 이 건  
에 관한 DE 56의 결과는 MEPC 64에 보고되어 검토될 것이다.

## 8. MEPC 제64차 회의

### 18 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

18.1 MEPC 62가 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 문제와 해양생물에 미치는 그것의 악영향에 대처하기 위한 기술적인 지침을 개발하기 위해 DE 전문위원회의 2년마다 열리는 의제에 새로운 투입이 이미 계획되어 있다는 점에 주목하면서 DE 전문위원회에 이 문제를 다루도록 지시했다고 위원회는 상기하였다. 또한, MEPC 62는 이 문제에 대한 DE 전문위원회의 결과를 고려하기 위해 이 항목을 위원회의 의제로 유지하기로 하였다.

### 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 영향에 관한 DE 56의 결과

18.2 위원회는 DE 전문위원회가 2012년 2월 13일부터 17일까지 제56차 회의를 개최하였으며, 그 보고서가 DE 56/25의 기호 하에 회람된 사실에 주목하였다. 또한, 문서 DE 56/24(미국 제출)를 검토한 DE 56은 이 문제에 대한 정보를 제공하고 수중소음을 최소화하기 위한 비강제적인 기술지침 개발에 관한 권장사항 및 프레임워크를 제공할 목적으로 특히 추진력, 선체설계, 선내장비 및 운용변경 등 잠재적인 수중소음의 저감에 대해 평가해야 하는 4개의 특정 고초점 영역을 식별하면서 미국의 조정 하에 수중소음 최소화에 관한 대응그룹을 설립했다고 위원회가 언급하였다. 그리고 위원회는 다음과 같이 지시하였다:

- 1 문서 DE 56/24, 문서 MEPC 59/19 및 문서 MEPC 60/18에 포함된 정보를 고려하고, 후자의 두 문서에서 확인된 우선순위 집중영역을 특별히

고려하면서 선박 저소음 기술 및 운용관행에 대한 이용 가능한 옵션에 대한 검토를 계속한다;

.2 상업용 선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 비강제적인 지침을 개발한다; 그리고

.3 DE 57에 보고서를 제출한다.

18.3 위원회는 검토하기 위해 이 작업의 결과를 MEPC 65(2013년 5월)에 보고하도록 DE 57에 요청하였다.



## 9. MEPC 제65차 회의

### 17 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

17.1 MEPC 62가 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 문제와 해양생물에 미치는 그것의 악영향에 대처하기 위한 기술적인 지침을 개발하기 위해 DE 전문위원회의 2년마다 열리는 의제에 새로운 투입이 이미 계획되어 있다는 점에 주목하면서 DE 전문위원회에 이 문제를 다루도록 지시했다고 위원회는 상기하였다. 또한, 위원회는 이 문제에 대한 DE 전문위원회의 결과를 고려하기 위해 이 항목을 위원회의 의제로 유지하기로 하였다.

### 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 영향에 관한 DE 57의 결과

17.2 위원회는 DE 57이 2013년 3월 18일부터 22일까지 개최하였으며, 그 보고서가 문서 DE 57/25로 회람된 사실에 주목하였다. 그러나 DE 57과 MEPC 65는 근접해 있으므로 이 의제 항목에 관한 DE 57의 결과는 MEPC 66에 보고되어 검토될 것이다.

## 10. MEPC 제66차 회의

### 17 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 및 해양생물에 미치는 그것의 악영향

17.1 위원회에서는 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음과 해양생물에 대한 그것의 악영향의 문제를 다루는 기술적인 지침을 개발하기 위해 DE 전문위원회가 수행한 작업의 결과를 검토하였다(MEPC 66/17).

17.2 DE 57은 2013년 3월 18일부터 22일까지 개최되었고, 그 보고서가 DE 57/25 문서로 회람되었던 것을 MEPC 65에서는 주목하였는데, 위원회는 이것을 상기하였다. 또한, DE 57과 MEPC 65는 시간적으로 근접한 것을 고려하여, MEPC 66에서 선박 수중소음 문제에 관한 DE 57의 결과를 검토하기로 MEPC 65에서 결정하였던 것을 위원회는 상기하였다.

17.3 위원회에 의한 승인의 관점으로부터 검토하기 위해, MEPC 66/17의 부속문서에 첨부된 바와 같이 “상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감을 위한 지침”에 관한 MEPC 회람문서의 초안에 DE 57이 동의하였던 것을 위원회는 주목하였다.

17.4 지침의 초안을 검토한 후, 전문의 제1.3항을 묶는 대괄호를 제거하기로 함과 동시에 목적을 더욱 잘 반영하도록 제목을 확대하기로 합의함에 따라 “해양생물에 대한 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침”에 관한 회람문서 MEPC.1/Circ.833을 위원회는 승인하였고, 가능한 한 빨리 회람문서를 발행하도록 사무국에 요청하였다.

17.5 MEPC 66/17의 제6항에 열거된 바와 같이, 이런 주제에 대한 향후 추가작업을 검토할 때 위원회는 특히 다음과 같은 점에 주목하였다:

- .1 다양한 지식의 격차가 아직 남아 있고, 현 단계에서는 이 문제에 대한 종합적인 평가가 가능하지 않다. 이것과 관련하여 해양환경의 소음레벨과 다양한 소음원으로부터의 기여는 복잡한 문제라는 것이 강조되었다. 다양한 선박의 유형, 크기, 속도 및 운항특성이 모두 이러한 복잡성에 기여하고 있다;
- .2 이러한 복잡성을 고려할 때, 선박으로부터 발생하는 수중소음 레벨의 장래 목표치를 정하는 것은 시기상조이며, 현재로서는 평가하기가 어려울 것이다; 그리고
- .3 특히 선박으로부터 방사되는 수중음의 측정과 보고에 관한 더 많은 연구가 필요하다.

17.6 이러한 문제의 중요성을 고려하여, 위원회는 위원회의 지침에 따라 이러한 문제를 더 추구하고자 하는 회원국의 정부를 초청하여 적절한 신규 산출물에 대한 제안서를 향후 회의에 제출하도록 하였다.

## 11. MEPC 제68차 회의

### 20 기타 사업 — 수중소음

20.11 위원회는 선박의 수중소음이 어류와 무척추동물에 미치는 영향에 관한 새로운 정보에 대한 문서 MEPC 68/INF.26 (IUCN 제출)에 주목하였다.

## 12. MEPC 제71차 회의

### 16 기타 사업 — 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 저감

16.14 위원회에서는 MEPC 66에서 해양생물에 대한 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대한 지침 (MEPC.1/Circ.833)을 승인하였지만, 이 문제를 둘러싼 지식은 아직도 많이 부족하다고 인정하였던 점을 상기하였다.

16.15 이것과 관련하여 위원회에서는 “MEPC 71/16/5 해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 줄이기 위한 협력 (캐나다 제출)” 문서를 검토하였는데, 이 문서는 선박 수중소음과 수중소음 저감대책에 대한 이해를 높이기 위해 캐나다의 작업에 합류하도록 회원국을 초청하고 있으며, 위원회와 회원국의 이전 작업을 기반으로 하고 있다.

16.16 이어진 토론에서 여러 대표단이 캐나다의 발의의제에 대한 지지의 의사를 밝혔으며, 이 문제의 중요성과 선박 수중소음의 영향을 더 잘 이해하기 위한 추가 연구 및 협업의 필요성을 강조하였고, 선박 수중소음의 영향을 연구하고 항행선박에서 발생한 수중소음을 저감하기 위해 이미 수행되었거나 현재 진행 중인 작업을 위원회에 통보하도록 요청하였다.

16.17 결론적으로, 위원회에서는 회원국에 대해 특히 “MEPC.1/Circ.833 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침”에 명시된 것을 이행하는 것과 관련하여 이 분야에 대한 경험을 지속적으로 공유하도록 권장하였고, 이런 문제\*를 해결하기 위해 캐나다와 협력하는 데에 관심을 표시하도록 장려하였다.

\*연락처:

Ms Michelle Sanders, Director, Clean Water Policy, Transport Canada  
(michelle.sanders@tc.gc.ca) and Mr. Paul Topping, Manager, Environmental  
Protection, Marine Safety and Security, Transport Canada  
(paul.topping@tc.gc.ca)

### 13. MEPC 제72차 회의

#### 16 기타 사업 — 해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음 저감

16.15 위원회에서는 선박 수중소음의 이해와 이것을 저감하기 위한 대책을 강화하기 위해 MEPC 71의 회기 동안 여러 대표단이 해상의 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대처한 경험을 공유할 목적으로 캐나다의 발의의제에 대해 지지를 표명한 점을 상기하였다. 또한, 위원회에서는 회원국이 관련 경험을 계속하여 공유하도록 회원국에게 장려한 것을 상기하였다.

16.16 이것과 관련하여 위원회에서는 다음과 같은 문서를 검토하였다:

- .1 수중소음을 저감하기 위한 선박설계 활용 및 운용대책에 관한 MEPC 72/16/5 (캐나다 제출);
- .2 일관되고 신뢰할 수 있는 수중소음 측정결과를 촉진하기 위해 그리고 대표적인 캐비테이션 프로펠러 실물의 음원강도를 예측하는 데 사용되는 모델 스케일의 캐비테이션 소음측정에 관한 ITTC의 권장지침을 요약한 MEPC 72/INF.4 (ITTC 제출); 그리고
- .3 최근의 연구, 국가차원에서 국제기구에 의해 취해진 관련조치 그리고 IWC로부터 입수가 가능한 권장사항, 정보 및 자료 등으로부터 유발되는 수중소음의 영향에 대한 정보를 요약한 MEPC 72/INF.9 (IWC 제출)

16.17 이어지는 논의에서, 다른 음원에서 발생하는 수중소음과는 대조적으로 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 영향을 더 잘 이해하기 위한 추가적인 연구

의 필요성이 많은 대표단에 의해 제기되었다. 또한, 이 문제에 대한 추가 검토는 수중소음 방사를 감소시키는 선박의 에너지효율을 촉진하기 위해 수행되고 있는 기술적인 진보를 고려해야 한다고 언급되었다. 그리고 “SOLAS 협약(International Convention for the Safety of Life at Sea) 1974 규정 II-I/3-12”와 같이 기관에 의해 이미 수행된 관련작업, 선내의 소음레벨에 관한 코드 및 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침(MEPC.1/Circ.833) 등도 고려할 필요가 있다고 언급되었다.

16.18 결론적으로, 위원회에서는 회원국에 대해 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대처한 경험을 계속하여 공유하도록 장려하였다. 그리고 위원회에서는 회원국에게 이 문제에 관한 새로운 결과물을 위원회의 향후 회의에 제출하는 제안에 대해 캐나다와 협력하는 관심을 계속하여 표명할 것을 권고하였다.



## 14. MEPC 제73차 회의

### 18 기타 사업 — 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 노력

18.13 MEPC 72가 회원국에게 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대처한 경험을 계속하여 공유하도록 장려하였던 점을 위원회에서는 상기하였다.

18.14 이것과 관련하여 위원회에서는 상업적인 선박으로부터 발생하는 수중소음의 악영향을 줄일 목적으로 국제적인 노력을 증진하기 위한 “MEPC 73/18/4 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 악영향을 줄이기 위한 국제적인 노력강화 (캐나다 및 뉴질랜드 제출)” 문서를 검토하였다.

18.15 위원회에서는 문서 MEPC 73/18/4에 의해 제공된 정보에 주목하였으며, 특히 캐나다가 주최하여 2019년 1월 30일부터 2월 1일까지 IMO 본부에서 개최된 “현재 및 미래의 조용한 선박설계에 관한 국제워크숍”에 주목하였다. 이것과 관련하여 여러 대표단은 워크숍에 대해 지지를 표명하였고, 해양환경 보호에서 이 문제의 중요성에 대한 동의를 더욱 강조하였다.

18.16 위원회에서는 다음과 같은 문서로 제공된 정보에 대해서도 주목하였다:

- .1 수중소음에 대한 항행선박의 기여와 해양생물 중에 미치는 수중소음의 영향에 관한 과학적인 연구를 강조한 MEPC 73/INF.23 (캐나다 제출); 그리고
- .2 수중소음 관련활동에 관한 MEPC 73/INF.26 (OSPAR 위원회 제출)

## 15. MEPC 제74차 회의

### 17 기타 사업

17.1 시간적인 제약 때문에 위원회는 문서 MEPC 74/17/2(캐나다 등 제출), 문서 MEPC 74/17/3(FOEI 등 제출), 문서 MEPC 74/INF.14(CMS 제출), 문서 MEPC 74/INF.28(캐나다 제출) 및 문서 MEPC 74/INF.36(캐나다 제출) 등의 검토를 연기하는 데 동의하였다.

17.3 캐나다 대표단은 수중소음에 관한 논의를 진전시키기 위해 2019년 가을 캐나다가 주최하는 정책회의와 관련해 성명을 발표하였다.

## 부록 제 2 장 선박 수중소음 관련 MEPC 회람문서



4 ALBERT EMBANKMENT  
LONDON SE1 7SR  
Telephone: +44 (0)20 7735 7611 Fax: +44 (0)20 7587 3210

MEP

C.1/Circ.833

2014. 4. 7

### 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침

1 해양환경보호위원회는 제66차 회의(2014년 3월 31일~4월 4일)에서 부속문서로 첨부된 “해양생물에 대한 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침”을 승인하였다. 그런데 이것은 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음의 저감에 대한 지침을 제공하기 위함과 함께 선박설계 및 설비 전문위원회 제57차 회의의 권고에 따른 것이다.

2 회원국의 정부는 2014년 4월 7일부터 부속문서의 지침을 사용하고, 모든 관계자에게 주의를 환기할 것을 요청한다.

\*\*\*

## 부속문서

# 해양생물에 미치는 악영향에 대처하기 위해 상업적인 항행선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하기 위한 지침

## 1 전문

1.1 인간활동에 의해 발생하는 수중소음의 상당한 부분이 상업적인 항행선박과 관련될 수 있다는 우려가 제기되고 있다. 상업용 항행선박에서 방사되는 수중소음은 해양생물, 특히 해양포유류에 대해 단기적으로 그리고 장기적으로 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다는 점을 국제사회는 인식하고 있다.

1.2 개별적이든 또는 조합적이든 고려된 조치의 기술적 효과와 비용 효율성은 특정 선박과 관련된 설계, 운용 파라미터 및 필수요건에 크게 의존하고 있음을 인식하는 것이 중요하다. 선박 수중방사소음을 줄이기 위한 성공적인 전략은 선내소음의 저감이나 에너지효율의 개선과 같은 다른 목적을 달성하기 위해 제공된 조치의 상호작용과 기여를 고려하여야 한다.

1.3 합리적이고 실용적인 한 수중소음을 줄이기 위한 노력이 행해진 경우, 선박 수중소음 저감노력의 성공여부를 결정하기 위한 평가와 수중소음 저감의 향후 활동을 안내하고 개선하기 위한 평가를 수행하여야 한다. 그러한 평가에는 선박 수중방사소음 측정, 시뮬레이션 또는 기타 데이터 수집방법 등이 포함될 수 있다.

## 2 적용

2.1 이 지침은 어떠한 상선에도 적용될 수 있다.

2.2 이 지침은 군함 및 전함에서 발생한 수중소음을 다루지 않으며, 소나 또는 해저지질 탐사활동과 같은 다른 목적을 위한 수중소음을 의도적으로 다루지 않는다.

## 3 목적

3.1 이런 비강제적인 지침은 선박설계자, 조선업자 및 선박운용자에게 선박 수중소음 저감에 대한 일반적인 조언을 제공하기 위한 것이다. 그것은 강제적인 문서의 기초를 형성하기 위한 것이 아니다.

3.2 선박설계 및 선박건조에 관련된 복잡성을 고려하여 이 지침은 선박 수중소음의 주요한 발생원에 초점을 맞추고 있다. 이것들은 프로펠러, 선체형태, 선내기계, 그리고 운용측면과 관련이 있다. 대부분은 아니라 하더라도, 선박 수중소음의 많은 부분은 프로펠러의 캐비테이션에 의해 발생하지만, 선내기계와 운용변경도 관련이 있다. 어떤 선박의 경우에도 최적의 수중소음 저감전략은 적어도 관련되는 모든 소음원을 고려하여야 한다.

3.3 이 지침은 상업용 해운업계 대부분의 분야와 관련이 있을 수 있는 일반적인 기술 및 조치를 고려한다. 또한, 선박설계자, 조선업자 및 선박운용자는 특정 애플리케이션에 더욱 적합할 수 있지만, 이 지침에 포함되지 않은 기술조치나 운영방안도 고려할 것을 권장한다.

## 4 정의

4.1 캐비테이션 개시속도(CIS: cavitation inception speed)는 캐비테이션이 발생하는 선박의 최저속도이다.

4.2 프로펠러 캐비테이션(propeller cavitation)은 프로펠러 블레이드(propeller blade)를 가로질러 해수가 이동함에 따라 압력의 감소 및 증가로 인한 수증기 캐비티(water vapour cavity)의 형성 및 내부붕괴이다. 캐비테이션은 수중소음 스펙트럼에서 광대역 소음을 발생하고, 블레이드 통과주파수(blade passage frequency)의 고조파에서 불연속적인 피크(peak)를 발생한다. 광대역 소음은 수많은 개별 수중 캐비테이션 기포의 성장과 붕괴에 의해 발생한다. 이산적인 소음의 피크는 시트 보텍스 캐비티(sheet vortex cavity)와 팁 보텍스 캐비티(tip vortex cavity)의 체적변동에 의해 발생한다.

4.3 이 지침의 목적상 수중소음 또는 수중방사소음 레벨\*은 상업용 선박에 의해 발생한 소음\*을 의미한다.

\*수중방사소음 레벨은 데시벨 단위의 음압레벨로 보고되며, 1  $\mu\text{Pa}$ 의 기준음압에 대한 실효치 음압의 비를 제공하고 이것의 10배 로그로 표현된다. 이것이 선박의 음원레벨일 때에, 음압레벨은 음원으로부터 1 m에서의 레벨로 조정된다.

## 5 수중소음 레벨 예측

5.1 수중소음 계산모델은 설계 또는 운용동작의 어떠한 변경에 대하여 달성 가능한 수중소음 저감을 이해하는 데 있어 신규선박 및 기존선박의 모두에게 유용할 수 있다. 이러한 모델은 선박의 소음원과 선박을 통한 소음 전달경로를 분석하는 데 사용될 수 있고, 전체적인 예측 소음레벨을 추정하는 데 사용될 수 있다. 이러한 분석은 선주, 조선업자 및 선박설계자가 예상되는 운용조건을 고려하여 특

정 애플리케이션에 대해 검토할 수 있는 수중소음 제어조치를 식별하는 데 도움을 줄 수 있다. 그러한 조치에는 기계 및 기타 설비에 대한 방진 마운트(즉, 탄성 마운트), 동적 평형, 구조적 댐핑, 음향 흡수 및 차단, 수중소음 저감을 위한 선체 부착품 추가 및 프로펠러 설계 등이 포함될 수 있다.

5.2 수중소음을 저감하는 데 도움이 될 수 있는 계산모델에는 다음과 같은 것이 있다:

- .1 계산유체역학(CFD: computational fluid dynamics)은 프로펠러가 작동할 때, 웨이크 필드(wake field)를 생성하는 선체와 선체 부착품 주변의 흐름특성을 예측하고 시각화하는 데 사용될 수 있다;
- .2 리프팅 표면 방법(lifting surface method) 또는 CFD와 같은 프로펠러 해석법은 캐비테이션의 예측에 사용될 수 있다;
- .3 통계적인 에너지 분석(SEA: statistical energy analysis)을 사용하여 기계로부터의 고주파 전달소음 및 진동레벨을 추정할 수 있다; 그리고
- .4 유한요소해석(FEA: finite element analysis) 및 경계요소법(BEM: boundary element method)은 프로펠러의 변동압력과 기계류의 익사이테이션(excitation)에 의해 생성되는 선체구조로부터의 저주파 소음 및 진동레벨을 추정하는 데 기여할 수 있다.

5.3 다양한 운용조건에 관한 사례연구에서 예측능력을 평가하면, 모델링 연습의 가치는 강화된다.

## 6 표준 및 참조

6.1 의미있는 개선을 위해 수중소음은 객관적인 표준으로 측정되어야 한다:

- 1 국제표준화기구는 “ISO/PAS 17208-1:2012 음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제1부: 심해에서의 측정에 대한 일반요건”을 개발하였다\*\*. 이 측정표준에서 수심(엔지니어링 방법)은 150 m 또는 선박전장의 1.5배 중에서 큰 것을 만족하여야 한다. 이것은 공개적으로 사용할 수 있는 임시표준이다. 이 표준은 미국 국가표준협회(ANSI: American National Standards Institute)와 미국음향학회(ASA: Acoustical Society of America)의 “S12.64-2009 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량과 절차, 제1부: 일반요건”에 기초한다;

\*\* (역자 주) “ISO 17208-1:2016 수중음향학 — 선박에서 발생한 수중음의 표현 및 측정을 위한 수량 및 절차 — 제1부: 비교목적으로 사용되는 심해에서의 정밀측정 요건”이라는 국제표준이 2016년 3월에 개발됨에 따라 이 국제표준은 폐지되었다.

- 2 또한 ISO는 “ISO/DIS 16554 선박 및 해양기술 — 상선으로부터 방사되는 수중음의 측정 및 보고 — 심해측정”도 개발중이며, 2013년에 발표될 것으로 예상된다\*\*\*. 이 표준은 선박의 최종 인도단계에서 사용할 수 있도록 상선으로부터 방사되는 수중음에 대한 잘 확립된 측정방법을 조선소, 선주 및 선박 검사관에게 제공할 것이다.

\*\*\* (역자 주) 이 국제표준은 “ISO/DIS 16554.3 선박 및 해양기술 — 상선으로부터 방사되는 수중음의 측정 및 보고 — 심해에서의 감정측정”으로 2014년 4월에 개발되었지만, 3차 DIS(draft international standard) 투표에서 부결되어 폐지되었고, 또한 이 국제표준의 개발계획도 2015년 11월에 삭제되었다.

6.2 국제해양탐사협의회(ICES: International Council for the Exploration of the Sea)의 공동연구보고서(CRR: Cooperative Research Report) 제209호에 의해 제안된



수중소음 사양을 사용하여 몇 척의 해양연구선은 설계되었다. ICES CRR 209의 수중소음 사양은 수산자원량을 조사하는 동안, 해양생물을 놀라게 하지 않는 수산연구선을 위해 설계된 점에 유의하여야 하고, 또한 이것은 해양생물의 잠재적인 위해를 방지하기 위한 상업용 선박설계 표준으로 사용하려는 의도는 없었다는 점에도 유의하여야 한다. 그러나 ICES CRR 209를 충족하기 위해 사용되는 어떤 설계배치는 새로운 상업용 선박의 수중소음을 저감하는 데 여전히 유용할 수 있다.

6.3 기타 수중소음 등급기준을 이용할 수 있으며, 그것은 지침으로 유용할 수 있다.

## 7 설계 고려사항

7.1 수중소음을 저감할 수 있는 가장 좋은 기회는 선박의 초기설계 동안일 것이다. 기존선박의 경우, 새로운 설계로 달성할 수 있는 수중소음 성능을 충족시키는 것은 실용적일 것 같지 않다. 따라서 다음과 같은 설계의 문제는 주로 신규선박을 고려하기 위한 것이다. 그러나 합리적이고 실행 가능한 경우 기존선박에도 고려할 수 있다. 선체주변의 흐름소음이 방사소음에 미치는 영향은 무시할 수 있지만, 선체형태는 프로펠러로 유입되는 해수에 영향을 미친다. 수중소음을 효과적으로 줄이기 위해 선체와 프로펠러를 서로 조정하여 설계하여야 한다. 이러한 설계의 문제는 선박안전성 및 에너지효율에 대한 전반적인 고려사항의 일부로서 전체적으로 검토되어야 한다.

### 7.2 프로펠러

7.2.1 프로펠러는 캐비테이션을 줄이기 위해 설계되고 선택되어야 한다. 캐비테이션은 수중방사소음의 지배적인 음원이며, 수중소음을 크게 증가시킬 수 있다.

프로펠러 부하의 최적화, 프로펠러로의 가능한 한 균일한 수류보장(선체설계에 의해 영향을 받을 수 있음) 및 프로펠러 특성(직경, 블레이드 수, 피치, 스쿠 및 섹션)의 신중한 선택 등 우수한 설계를 통한 정상적인 운용조건에서 캐비테이션은 감소할 수 있다.

7.2.2 조절할 수 있는 피치 프로펠러(pitch propeller)가 장착된 선박은 최적의 설계피치로부터 너무 멀리 떨어진 피치설정에서 작동하는 것을 줄이기 위해 샤프트 속도(shaft speed)에 약간의 가변성을 가질 수 있는데, 이로 인해 바람직하지 않은 캐비테이션의 거동이 유도될 수 있다(일부의 설계에서는 최대속도의 2/3 샤프트 속도로 운용되도록 할 수 있다).

7.2.3 캐비테이션 유도압력 펄스 및 수중방사소음에 관한 프로펠러 설계를 최적화하기 위해 캐비테이션 터널(cavitation tunnel)과 같은 캐비테이션 시험시설에서 선박과 프로펠러에 대한 모델시험은 수행될 수 있다.

7.2.4 설계초안을 검토할 때, 프로펠러 위의 선체에서 예측되는 최대 변동압력이 블록계수(block coefficient)가 0.65 미만인 선박의 경우 각각 3 kPa(블레이드 레이트의 제1 고조파) 및 2 kPa(제2 고조파) 미만이면 또는 블록계수가 0.65 이상인 선박의 경우 각각 5 kPa(제1 고조파) 및 3 kPa(제2 고조파) 미만이면, 이것은 잠재적으로 수중소음을 작게 발생하는 프로펠러일 수 있다. 밸러스트 조건(ballast condition)에서 비교할 수 있는 값은 1 kPa 이상일 것이다.

7.2.5 수중소음을 저감하는 프로펠러 설계의 옵션은 많은 응용분야에서 사용될 수 있으며, 검토할 필요가 있다. 그러나 기술적인 제약 또는 기하학적인 제약(예: 프로펠러의 얼음 강화)으로 인해 수중소음 저감에 관한 최적의 프로펠러를 항상 사용할 수 있는 것은 아니다. 또한, 캐비테이션 감소를 위한 설계원칙(즉, 블레이

드 팁에서의 피치감소)은 효율감소를 유발할 수 있다는 점도 인정된다.

### 7.3 선체설계

7.3.1 고르지 않거나 균일하지 않은 웨이크 필드(wake field)는 캐비테이션을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 따라서 부속장치가 있는 선체의 형태는 웨이크 필드가 가능한 한 균일하도록 설계되어야 한다. 프로펠러는 선체에 의해 생성되는 웨이크 필드에서 작동되기 때문에 균일한 웨이크 필드는 캐비테이션을 감소시킨다.

7.3.2 익사이테이션 응답(excitation response) 및 구조발생 소음의 선체로의 전달을 저감하기 위해 구조 최적화에 관한 연구를 고려할 수 있다.

## 8 탑재기계

8.1 적절한 진동제어 조치, 선내설비의 적절한 배치 그리고 승객과 승무원에게 영향을 미치는 수중방사소음 및 선내소음을 저감하는 데 기여할 수 있는 기초 구조물의 최적화 등과 함께 탑재기계의 선택을 검토할 필요가 있다.

8.2 선박설계자, 선주 및 조선업자는 제5.2절에서 기술된 방법으로 분석할 수 있도록 탑재기계에 의해 발생하는 공기 중 소음 레벨과 진동에 관한 정보제공을 제조업체에게 요청하여야 하며, 수중소음을 줄이는 데 도움이 되는 설치방법을 권고하여야 한다.

8.3 디젤-전기 추진은 수중소음을 저감하기 위한 효과적인 추진-트레인(propulsion-train) 구성 옵션으로 확인되고 있다. 어떤 경우에는 대형 다이렉트 드

라이브(direct drive) 구성으로는 일반적으로 불가능한 디젤 발전기의 효과적인 진동차단을 촉진할 수 있으므로 디젤-전기 시스템의 채택은 검토되어야 한다. 또한, 고품질의 전기모터를 사용하면, 선체에 유도되는 진동을 줄이는 데도 도움이 될 수 있다.

8.4 선박에 탑재된 가장 일반적인 추진 시스템은 디젤 엔진이다. 대부분의 선박에서 주요 추진기관으로 사용되는 대형 2행정 엔진(two-stroke engine)은 탄력적인 마운팅을 고려하기에 적합하지 않다. 그러나 적절한 4행정 엔진(four-stroke engine)의 경우, 유연한 커플링 및 탄력적인 마운팅이 검토되어야 하며, 그리고 적당한 경우에는 수중소음 레벨을 크게 저감할 수 있다. 4행정 엔진은 종종 기어박스 및 조절 가능한 피치 프로펠러와 함께 사용된다. 효과적인 소음저감을 위해, 엔진과 기어박스 사이에 어떤 형태의 탄성 커플링이 있는 경우, 탄성 마운트에 엔진을 장착하는 것을 검토하여야 한다. 디젤 발전기를 토대에 장착할 때, 진동 차단장치가 더욱 쉽게 사용되고 있다.

8.5 냉동설비, 공기 압축기 및 펌프와 같은 왕복운동 기계의 동적 밸런싱의 개선뿐만 아니라 진동차단 마운트의 적절한 사용도 고려되어야 한다. 특히 검토중인 특정용도에 대하여 보다 직접적인 기술이 적절하지 않은 완화조치로서 기타 아이템과 유압, 전기펌프, 배관, 대형팬, 통풍구 및 AC 덕트와 같은 설비의 진동차단은 일부 용도에 유용할 수 있다.

## 9 기존선박에 대한 추가 기술

새로운 선박에 사용하는 것 외에도, 다음과 같은 기술은 기존선박의 수중소음 저감에 기여하는 것으로 알려져 있다:

- .1 새로운 침단 프로펠러의 설계 및 설치;
- .2 웨이크 컨디셔닝 장치(wake conditioning device)의 설치; 그리고
- .3 프로펠러로의 공기 분사장치 설치(예를 들면, 벨러스트 상태에서).

## 10 운용 및 유지관리에 관한 고려사항

10.1 수중소음의 주요한 구성요소는 선박설계(즉, 선체형태, 프로펠러, 선체와 프로펠러의 상호작용 및 기계구성)로부터 생성되지만, 신규선박과 기존선박 모두의 수중소음을 줄이는 방법으로써 운용상의 변경 및 유지보수의 조치를 검토할 필요가 있다. 여기에는 다음과 같은 것들이 포함된다:

### 10.2 프로펠러 세척

프로펠러 연마를 적절하게 수행하면, 해양 부착물이 제거되고 표면 거칠기가 크게 감소하여 프로펠러 캐비테이션을 줄일 수 있다.

### 10.3 수중 선체표면

매끄러운 수중 선체표면과 매끄러운 도장을 유지하면, 선박의 저항과 프로펠러 부하를 줄임으로써 선박의 에너지효율을 향상시킬 수 있다. 따라서 그것은 선박으로부터 발생하는 수중소음을 저감하는 데 도움이 될 것이다. 선체의 항력을 줄이고 난류를 줄이는 효과적인 선체코팅은 연비의 향상뿐만 아니라 수중소음의 저감을 촉진할 수 있다.

### 10.4 선박속도의 선택

10.4.1 일반적으로 고정피치 프로펠러가 장착된 선박의 경우, 특히 캐비테이션 개시속도보다도 작도록 선박의 속도를 줄이는 것은 수중소음을 저감하는 데 매우 효과적인 운용수단이 될 수 있다.

10.4.2 조절 가능한 피치 프로펠러가 장착된 선박의 경우, 속도가 감소하여도 수중소음은 감소하지 않을 수가 있다. 따라서 샤프트 속도와 프로펠러 피치의 최적인 조합을 검토하여야 한다.

10.4.3 그러나 안전성, 조작성 및 에너지효율 등으로 특정속도가 유지되어야 하는 다른 중요한 이유가 있을 수 있다. 일반적으로 캐비테이션과 그에 따른 수중방사소음 증가와 관련하여 개별 선박의 임계속도를 검토할 필요가 있다.

## 10.5 해양생물에 미치는 악영향을 줄이기 위한 항로변경 및 운용의 결정

잘 알려진 해양생물 서식지 또는 이동경로를 포함하여 민감한 해역을 회피하기 위해 항해중 선박속도 감소의 결정 또는 항로변경의 결정은 해양생물에 미치는 악영향을 줄이는 데 도움이 될 것이다.

부록 제 3 장 선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석

**선박 수중소음 공인 측정센터 구축  
경제성 분석**

2019. 12

## 목 차

<b>1. 경제성 분석 개요</b> .....	<b>121</b>
1) 경제성 분석 Framework .....	121
2) 경제성 분석 방법론 .....	121
(1) 비용편익비율(B/C ratio) .....	121
(2) 순현재가치(NPV : Net Present Value) .....	122
(3) 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) .....	122
3) 기본전제 및 가정 .....	123
<b>2. 수입 및 비용 추정</b> .....	<b>125</b>
1) 수입추정 .....	125
2) 비용추정 .....	126
(1) 초기 투자비 .....	126
(2) 인건비 .....	128
(3) 경비 .....	129
3) 수입 및 비용추정 종합 .....	134
<b>3. 경제성 분석 결과</b> .....	<b>135</b>
1) 비용편익비율(B/C ratio) .....	135
2) 순현재가치(NPV : Net Present Value) .....	137
3) 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) .....	138
4) 경제성 분석 종합 .....	140

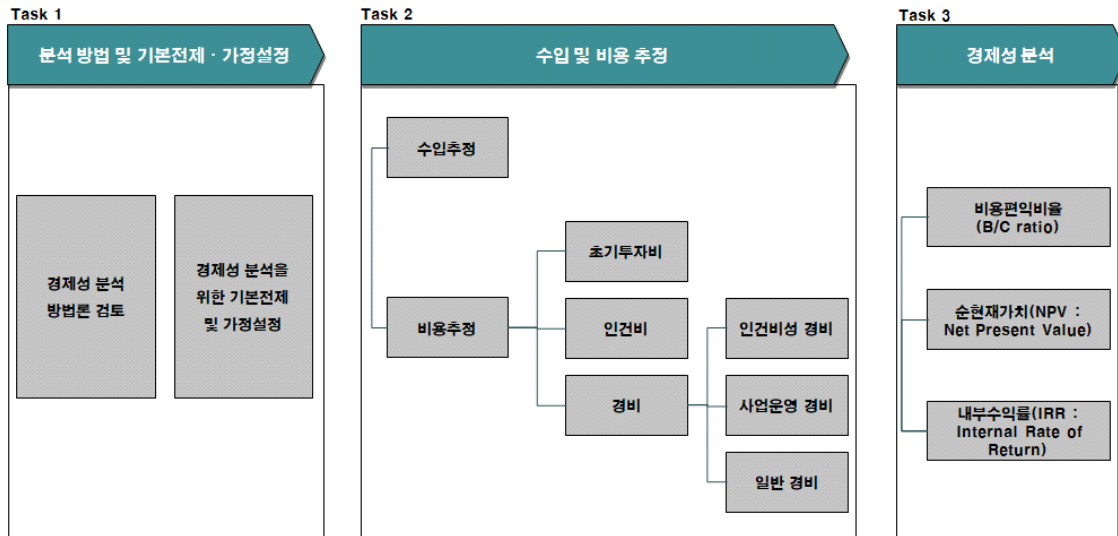


# 1. 경제성 분석 개요

## 1) 경제성 분석 Framework

선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석은 총 3단계로 구성된다. 1단계는 분석 방법 및 기본전제·가정등을 설정절하는 단계이며, 2단계는 경제성 분석을 위한 수입 및 비용을 추정하는 단계이다. 마지막 3단계는 수입 및 비용추정 결과를 바탕으로 선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 경제성을 비용편익비율(B/C ratio), 순현재가치(NPV : Net Present Value), 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) 관점에 분석한다.

[그림 1] 경제성 분석 Framework



## 2) 경제성 분석 방법론

### (1) 비용편익비율(B/C ratio)

비용편익비율(B/C ratio)은 정책(사업)분석의 기법인 비용편익분석에서 가장 널리 이용되고 있는 비교·평가 방법중의 하나로 편익의 현재가치와 비용의 현재가치의 비율로 나타낸다. 여기서 '현재가치'(present value)란 미래에 발생할 편익과 비용을 할인한 현(現)시점의 시간적 가치를 말한다.

비용편익비율 분석에서는 정책(사업)안에 따른 비용과 편익에 대하여 적절한 사회적 할인율(割引率)을 적용하여 비용편익비율이 1보다 큰 대안은 일단 경제성이 있는 정책(사업)안으로 판단하며, 비율이 1보다 크면 클수록 좋은 정책(사업)안으로 평가한다.

비용편익비율=편익의 현재가치/비용의 현재가치 > 1  
 '비용편익비율≥1'이면 타당성이 있는 정책(사업)으로 판단

## [2] 순현재가치(NPV : Net Present Value)

순현재가치(NPV : Net Present Value)는 어떤 정책(사업)의 가치를 나타내는 척도 중의 하나로 최초 투자 시기부터 사업이 끝나는 시기까지의 연도별 순편익(純便益)의 흐름을 각각 현재가치로 환산한 것을 의미한다. 즉, 순현재가치란 편익과 비용을 할인율에 따라 현재가치로 환산하고 편익의 현재가치에서 비용의 현재가치를 뺀 값을 말한다. 그 순현재가치가 0보다 크면 일단 그 정책(사업)은 채택 가능한 것으로 판단해 볼 수 있다.

편익의 현재가치-비용의 현재가치=순현재가치  
 '순현재가치≥0'이면 타당성이 있는 정책(사업)으로 판단

정책(사업)에 투자되는 비용과 그 결과로 얻게 되는 편익을 현재가치로 나타내려면 비용과 편익과의 사이에는 시간의 흐름으로 생기는 이자(利子), 화폐가치의 변화, 물가변동 등을 고려하지 않으면 안된다. 이러한 관계로 정책(사업)시행의 결정시점에서 정책(사업) 완공으로부터 미래에 걸쳐 발생하는 가치를 평가하는 기준이 필요하다. 이 기준이 곧 할인율(discount rate)이다.

## [3] 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)

내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)은 정책(사업)에 소요되는 비용의 현재가치가 그 투자로부터 기대되는 편익의 현재가치와 동일하게 되는 할인율이다. 예를 들어 어떤 투자의 내부수익률이 9%라면 이것은 투자의 원금이 내용년수까지 계속 9%의 복리로 성장하는 자본의 복리증가율과 같은 의미를 갖는다. IRR은 프로젝트의 퍼실리티 평가기준의 하나로서 편익비용비율이나 순현재평가치 등과 같이 정책(사업)의 경제분석과 재무분석에 이용되는 방법의 한 종류이다.

IRR은 정책(사업)의 전기간 중의 발생한 수익이나 편익의 현재가치와 비용의 총계의 현재가치의 차(순현재가치)를 영(zero)으로 하는 할인율을 뜻한다. IRR은 프로젝트의 수익성을 재는 유익한 척도이고, 몇 개의 프로젝트에 순위를 붙이면 우수한 지표가 된다. IRR

이 높으면 수익이 높게 표시된다.

편익의 현재가치-비용의 현재가치=0 → 이때의 할인율이 IRR  
 '일반적으로 IRR≥사회적 수익(할인)률'이면 타당성이 있는 정책(사업)으로 판단

### 3) 기본전제 및 가정

선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석을 위하여 다음의 기본전제 및 가정을 하였다.

<표 1> 기본전제 및 가정

구분	내용						
추정기간	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30년(2020년~2049년)</li> <li>• 선박 수중소음 공인 측정센터 구축 경제성 분석을 위한 비용 및 수입 추정기간은 2020년~2049년(30년)을 가정함</li> </ul>						
수입추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 수입은 선박 수중소음 측정 관련 용역 수탁에 따른 수입으로 추정함</li> <li>• 과거 한국해양과학기술원이 수행한 관련 용역을 바탕으로 건당 2억원의 수입 가정하였으며, 1년에 12건을 가정함</li> </ul>						
비용추정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따른 비용은 초기투자비, 인건비, 경비 등으로 구분하여 추정함</li> <li>• 경비는 다시 인건비성 경비, 사업운영 경비, 일반 경비 등으로 세분함</li> </ul>						
운영인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10명</li> <li>• 선박 수중소음 공인 측정센터 운영에 필요한 인력은 책임급 2명, 선임급 2명, 원급 6명 등 총 10명이 필요한 것으로 나타남</li> </ul>						
인건비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인건비는 기준 한국해양과학기술원의 책임급, 선임급, 원급 연봉에 인건비 상승률을 감안하여 도출함</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="text-align: center;">책임급</th> <th style="text-align: center;">선임급</th> <th style="text-align: center;">원급</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9,000만원</td> <td style="text-align: center;">7,500만원</td> <td style="text-align: center;">6,000만원</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">자료 : 한국해양과학기술원 내부자료</p>	책임급	선임급	원급	9,000만원	7,500만원	6,000만원
책임급	선임급	원급					
9,000만원	7,500만원	6,000만원					
물가상승률	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.28% 적용</li> <li>• 물가상승률은 국가통계포털(KOSIS)의 5년 평균(2014년~2018년) 소비자물가상승률의 평균치인 1.28%를 적용함</li> <li>• 적용 물가상승률 1.28%는 연도별 수입과 비용 중 초기투자비, 사업운영 경비, 일반 경비에 반영함</li> </ul> <p style="text-align: right; font-size: small;">(단위 : %)</p>						

구분	내용					
	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	평균
	1.3	0.7	1.0	1.9	1.5	1.28
임금상승률	자료 : 국가통계포털(KOSIS)					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.94% 적용</li> <li>• 한국해양과학기술원의 임금상승률은 공무원 임금상승률과 연동되는 것으로 나타남</li> <li>• 임금상승률은 국가통계포털(KOSIS)의 5년 평균(2015년~2019년) 공무원 임금상승률의 평균치인 2.94%를 적용함</li> <li>• 적용 임금상승률 2.94%는 연도별 인건비와 인건비성 경비에 반영함</li> </ul> <p style="text-align: right;">(단위 : %)</p>					
	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	평균
	3.8	3.0	3.5	2.6	1.8	2.94
	자료 : 국가통계포털(KOSIS)					

## 2. 수입 및 비용 추정

### 1) 수입추정

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 수입추정은 선박 수중소음 측정 용역 수탁에 따른 용역수입을 기준으로 측정한다.

한국해양과학기술원 200백만원에 해당 용역을 수행한 경험이 있는 것으로 나타났으며, 이를 반영하여 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수입을 건(척)당 200백만원을 적용한다.

2018년 기준 조선 빅3(현대중공업, 대우조선해양, 삼성중공업)의 선박수주 실적은 총 153척(현대중공업 55척, 대우조선해양 49척, 삼성중공업 49척)으로 나타났다. 선박 수중소음 측정이 필요한 선박의 전체 규모 및 선박 수중소음 공인 측정센터 구축에 따라 투입되는 인력 규모를 감안하여 연간 용역 수탁건수는 12건(1개월에 1건)으로 가정한다. 이는 2018년 조선 빅3의 선박수주 실적의 7.8%(12척/153척)에 해당하는 수치이다.

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 수입은 2020년 기준 2,400백만원으로 추정된다.

<표 2> 수입 추정 기준

건당 용역금액	용역 수탁건수(추정 치)	수입계
200백만원	12건(척)	2,400백만원

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 수입을 추정한 결과 2020년(1차년) 2,400백만원, 2030년(11차년) 2,725.5백만원, 2040년(21차년) 3,095.2백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 수입은 87,107.3백만원으로 나타났다.

<표 3> 수입 추정 결과

(단위 : 백만원)

구분		수입추정
년도	사업년수	
2019	0	-
2020	1	2,400.0
2021	2	2,430.7
2022	3	2,461.8
2023	4	2,493.3
2024	5	2,525.3
2025	6	2,557.6
2026	7	2,590.3
2027	8	2,623.5
2028	9	2,657.1
2029	10	2,691.1
2030	11	2,725.5

구분		수입추정
년도	사업년수	
2031	12	2,760.4
2032	13	2,795.7
2033	14	2,831.5
2034	15	2,867.8
2035	16	2,904.5
2036	17	2,941.6
2037	18	2,979.3
2038	19	3,017.4
2039	20	3,056.1
2040	21	3,095.2
2041	22	3,134.8
2042	23	3,174.9
2043	24	3,215.6
2044	25	3,256.7
2045	26	3,298.4
2046	27	3,340.6
2047	28	3,383.4
2048	29	3,426.7
2049	30	3,470.6
계		87,107.3

## 2) 비용추정

### (1) 초기 투자비

초기 투자비는 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 필요한 자본 성격 지출로 측정센터의 구축·운영에 필요한 각종 건물, 구축물, 선박, 장비 등의 구입에 소요되는 비용을 의미한다.

한국해양과학기술원의 경우 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 추가건물 및 구축물이 필요하지는 않은 것으로 나타났으며, 수중소음 측정을 위하여 필요한 선박의 경우 임차하여 사용할 계획인 것으로 나타났다. 따라서 선박운영과 관련된 비용은 사업운영 경비 항목에 반영하며, 초기 투자비로는 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 필요한 장비 구입과 관련된 비용을 적용한다.

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 필요한 장비 LED등, GPS, Radar Reflector, 해상용 무선 위치전송 시스템, 이리듬, 표층부이, 수중부이, ic-Listen, Depth meter, Acoustic Release 등이 필요한 것으로 나타났으며, 해당 장비를 구입하기 위하여 총 203,600,000원이 소요될 것으로 판단된다. 그러나 이는 현장 실험을 위한 최소 사용 장비 개수로 실질적으로는 구성장비의 유실 및 고장 시 대체하기 위한 여분의 장비가 추가로 필요한 것으로 판단된다.

따라서 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영을 위한 초기 투자비는 구성장비를 2Set

로 감안하여 407,200,000원(203,600,000×2)을 적용한다. 또한 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영을 위한 장비의 내구연한은 10년으로 해당 장비를 10년을 주기 재구입이 필요한 것으로 가정한다.

<표 4> 초기 투자비 추정(1 Set 기준)

(단위 : 개, 원)

장비명	모델명	개수	단가	금액
LED등		2	1,000,000	2,000,000
GPS	Atlaslink GPS	3	7,000,000	21,000,000
Radar Reflector	Active-SX	2	1,800,000	3,600,000
해상용 무선 위치전송 시스템	KNF-80T/KNF-80R	2	1,500,000	3,000,000
이리돔	와치돔	2	4,500,000	9,000,000
표층부이	SLB 1500 Buoy	2	10,000,000	20,000,000
수중부이	Cable Float	12	1,000,000	12,000,000
ic-Listen	SB35-ETH	6	16,000,000	96,000,000
Depth meter	Solo D	6	1,500,000	9,000,000
Acoustic Release	R2k	2	14,000,000	28,000,000
계				203,600,000

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 초기 투자비를 추정한 결과 2019년(0차년) 407.2백만원, 2029년(10차년) 462.4백만원, 2039년(20차년) 525.1백만원으로 나타났으며, 총 초기 투자비는 1,394.8백만원으로 나타났다.

<표 5> 초기 투자비 추정 결과

(단위 : 백만원)

년도	구분	초기 투자비
	사업년수	
2019	0	407.2
2020	1	-
2021	2	-
2022	3	-
2023	4	-
2024	5	-
2025	6	-
2026	7	-
2027	8	-
2028	9	-
2029	10	462.4
2030	11	-
2031	12	-
2032	13	-
2033	14	-
2034	15	-
2035	16	-

구분		초기 투자비
년도	사업년수	
2036	17	-
2037	18	-
2038	19	-
2039	20	525.1
2040	21	-
2041	22	-
2042	23	-
2043	24	-
2044	25	-
2045	26	-
2046	27	-
2047	28	-
2048	29	-
2049	30	-
계		1,394.8

## [2] 인건비

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 인건비를 분석하기 위하여, 인건비를 책임급, 선임급, 원급으로 구분하여 인건비를 산정하였다. 책임급의 경우 90백만원, 선임급의 경우 75백만원, 원급의 경우 60백만원의 인건비가 연가 소요되는 것으로 나타났다. 선박 수중소음 공인 측정센터 운영을 위한 인력은 책임급 2명, 선임급 2명, 원급 6명 등 총 10명이 필요한 것으로 판단되며, 이때 연간 총 인건비는 690백만원으로 나타났다.

<표 6> 인건비 추정

(단위 : 명, 백만원)

구분	계	책임급	선임급	원급
1인당 인건비(백만원)	-	90	75	60
투입인력(명)	10	2	2	6
인건비 계(백만원)	690	180	150	360

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 인건비를 추정한 결과 2020년(1차년) 690.0백만원, 2030년(11차년) 921.9백만원, 2040년(21차년) 1,231.8백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 인건비는 32,509.8백만원으로 나타났다.

<표 7> 인건비 추정 결과

(단위 : 백만원)

구분		추정 인건비			
년도	사업년수	인건비 계	책임급	선임급	원급
2019	0	-	-	-	-
2020	1	690.0	180.0	150.0	360.0
2021	2	710.3	185.3	154.4	370.6
2022	3	731.2	190.7	158.9	381.5
2023	4	752.7	196.3	163.6	392.7
2024	5	774.8	202.1	168.4	404.2



구분		추정 인건비			
년도	사업년수	인건비 계	책임급	선임급	원급
2025	6	797.6	208.1	173.4	416.1
2026	7	821.0	214.2	178.5	428.4
2027	8	845.2	220.5	183.7	441.0
2028	9	870.0	227.0	189.1	453.9
2029	10	895.6	233.6	194.7	467.3
2030	11	921.9	240.5	200.4	481.0
2031	12	949.0	247.6	206.3	495.1
2032	13	976.9	254.8	212.4	509.7
2033	14	1,005.6	262.3	218.6	524.7
2034	15	1,035.2	270.1	225.0	540.1
2035	16	1,065.6	278.0	231.7	556.0
2036	17	1,097.0	286.2	238.5	572.3
2037	18	1,129.2	294.6	245.5	589.2
2038	19	1,162.4	303.2	252.7	606.5
2039	20	1,196.6	312.2	260.1	624.3
2040	21	1,231.8	321.3	267.8	642.7
2041	22	1,268.0	330.8	275.7	661.6
2042	23	1,305.3	340.5	283.8	681.0
2043	24	1,343.6	350.5	292.1	701.0
2044	25	1,383.1	360.8	300.7	721.6
2045	26	1,423.8	371.4	309.5	742.9
2046	27	1,465.7	382.3	318.6	764.7
2047	28	1,508.8	393.6	328.0	787.2
2048	29	1,553.1	405.2	337.6	810.3
2049	30	1,598.8	417.1	347.6	834.1
계		32,509.8	8,480.8	7,067.4	16,961.6

### [3] 경비

#### ① 인건비성 경비

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 인건비성 경비는 퇴직급여 충담금과 사회보장성 보험으로 구분할 수 있다. 현재 한국해양과학기술원의 사회보장 보험으로는 국민연금, 건강보험, 고용보험, 산재보험등이 있으며, 각각의 경비 산출기준은 다음과 같다.

<표 8> 인건비성 경비 추정

구분		인건비성 경비 산출기준
퇴직급여 충담금		인건비의 1/12
사회보장 보험	국민연금	인건비의 4.5%
	건강보험	인건비의 3%
	고용보험	인건비의 0.9%
	산재보험	인건비의 1%

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 인건비성 경비를 추정한 결과 2020년(1차년) 122.4백만원, 2030년(11차년) 163.5백만원, 2040년(21차년) 218.4백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 인건비성 경비는 5,765.1백만원으로 나타났다.

<표 9> 인건비성 경비 추정 결과

(단위 : 백만원)

년도	구분		인건비성 경비계	퇴직급여 충담금	사회보장 보험				
	사업 년수	추정 인건비			사회보장 보험계	국민연금	건강보험	고용보험	산재보험
2019	0	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	1	690.0	122.4	57.5	64.9	31.1	20.7	6.2	6.9
2021	2	710.3	126.0	59.2	66.8	32.0	21.3	6.4	7.1
2022	3	731.2	129.7	60.9	68.7	32.9	21.9	6.6	7.3
2023	4	752.7	133.5	62.7	70.8	33.9	22.6	6.8	7.5
2024	5	774.8	137.4	64.6	72.8	34.9	23.2	7.0	7.7
2025	6	797.6	141.4	66.5	75.0	35.9	23.9	7.2	8.0
2026	7	821.0	145.6	68.4	77.2	36.9	24.6	7.4	8.2
2027	8	845.2	149.9	70.4	79.4	38.0	25.4	7.6	8.5
2028	9	870.0	154.3	72.5	81.8	39.2	26.1	7.8	8.7
2029	10	895.6	158.8	74.6	84.2	40.3	26.9	8.1	9.0
2030	11	921.9	163.5	76.8	86.7	41.5	27.7	8.3	9.2
2031	12	949.0	168.3	79.1	89.2	42.7	28.5	8.5	9.5
2032	13	976.9	173.2	81.4	91.8	44.0	29.3	8.8	9.8
2033	14	1,005.6	178.3	83.8	94.5	45.3	30.2	9.1	10.1
2034	15	1,035.2	183.6	86.3	97.3	46.6	31.1	9.3	10.4
2035	16	1,065.6	189.0	88.8	100.2	48.0	32.0	9.6	10.7
2036	17	1,097.0	194.5	91.4	103.1	49.4	32.9	9.9	11.0
2037	18	1,129.2	200.2	94.1	106.1	50.8	33.9	10.2	11.3
2038	19	1,162.4	206.1	96.9	109.3	52.3	34.9	10.5	11.6
2039	20	1,196.6	212.2	99.7	112.5	53.8	35.9	10.8	12.0
2040	21	1,231.8	218.4	102.6	115.8	55.4	37.0	11.1	12.3
2041	22	1,268.0	224.9	105.7	119.2	57.1	38.0	11.4	12.7
2042	23	1,305.3	231.5	108.8	122.7	58.7	39.2	11.7	13.1
2043	24	1,343.6	238.3	112.0	126.3	60.5	40.3	12.1	13.4
2044	25	1,383.1	245.3	115.3	130.0	62.2	41.5	12.4	13.8
2045	26	1,423.8	252.5	118.7	133.8	64.1	42.7	12.8	14.2
2046	27	1,465.7	259.9	122.1	137.8	66.0	44.0	13.2	14.7
2047	28	1,508.8	267.6	125.7	141.8	67.9	45.3	13.6	15.1
2048	29	1,553.1	275.4	129.4	146.0	69.9	46.6	14.0	15.5
2049	30	1,598.8	283.5	133.2	150.3	71.9	48.0	14.4	16.0
계			5,765.1	2,709.2	3,055.9	1,462.9	975.3	292.6	325.1

② 사업운영 경비

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 사업운영 경비는 선박 임차비, 장비 보험료, 1회용 배터리, 무게추(8개), 기타 사업운영 경비로 구분할 수 있다. 2020년 기준 1년간 사업운영 경비를 추정한 결과 388.8백만원으로 나타났으며, 연간 사업운영 경비 산출

내역은 다음과 같다.

<표 10> 사업운영 경비 추정

(단위 : 백만원)

구분	건당 사업운영 경비	연간 사업운영 경비(12건)
선박 임차비	24	288
장비 보험료	3	36
1회용 배터리	2	24
무게추(8개)	2.4	28.8
기타 사업운영 경비	1	12
사업운영 경비 계	32.4	388.8

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 사업운영 경비를 추정한 결과 2020년(1차년) 388.8백만원, 2030년(11차년) 441.5백만원, 2040년(21차년) 501.4백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 사업운영 경비는 14,111.4백만원으로 나타났다.

<표 11> 사업운영 경비 추정 결과

(단위 : 백만원)

년도	구분		사업운영 경비
	사업년수		
2019	0		-
2020	1		388.8
2021	2		393.8
2022	3		398.8
2023	4		403.9
2024	5		409.1
2025	6		414.3
2026	7		419.6
2027	8		425.0
2028	9		430.4
2029	10		436.0
2030	11		441.5
2031	12		447.2
2032	13		452.9
2033	14		458.7
2034	15		464.6
2035	16		470.5
2036	17		476.5
2037	18		482.6
2038	19		488.8
2039	20		495.1
2040	21		501.4
2041	22		507.8
2042	23		514.3
2043	24		520.9
2044	25		527.6
2045	26		534.3
2046	27		541.2

구분		사업운영 경비
년도	사업년수	
2047	28	548.1
2048	29	555.1
2049	30	562.2
계		14,111.4

### ③ 일반 경비

일반 경비는 인건비성 경비, 사업운영 경비를 제외한 측정센터 운영에 일반적으로 들어가는 경비로 예를 들어 직원 교육비, 복리후생비, 사무용품비 등을 들 수 있다. 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 필요한 일반 경비는 인건비의 10%를 가정한다.

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 일반경비추정 결과 2020년(1차년) 69백만원, 2030년(11차년) 92.2백만원, 2040년(21차년) 123.2백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 일반 경비는 3,251.0백만원으로 나타났다.

<표 12> 일반 경비 추정 결과

(단위 : 백만원)

년도	구분		일반 경비
	사업년수	추정인건비	
2019	0	-	-
2020	1	690.0	69.0
2021	2	710.3	71.0
2022	3	731.2	73.1
2023	4	752.7	75.3
2024	5	774.8	77.5
2025	6	797.6	79.8
2026	7	821.0	82.1
2027	8	845.2	84.5
2028	9	870.0	87.0
2029	10	895.6	89.6
2030	11	921.9	92.2
2031	12	949.0	94.9
2032	13	976.9	97.7
2033	14	1,005.6	100.6
2034	15	1,035.2	103.5
2035	16	1,065.6	106.6
2036	17	1,097.0	109.7
2037	18	1,129.2	112.9
2038	19	1,162.4	116.2
2039	20	1,196.6	119.7
2040	21	1,231.8	123.2
2041	22	1,268.0	126.8
2042	23	1,305.3	130.5
2043	24	1,343.6	134.4
2044	25	1,383.1	138.3
2045	26	1,423.8	142.4
2046	27	1,465.7	146.6
2047	28	1,508.8	150.9

구분			일반 경비
년도	사업년수	추정인건비	
2048	29	1,553.1	155.3
2049	30	1,598.8	159.9
계			3,251.0

#### ④ 경비 종합

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 경비를 추정한 결과 2020년(1차년) 580.2백만원, 2030년(11차년) 697.2백만원, 2040년(21차년) 843.0백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총 경비는 23,127.4백만원으로 나타났다.

<표 13> 경비 종합

(단위 : 백만원)

구분		추정 인건비			
년도	사업년 수	경비 계	인건비성 경비 계	사업운영 경비 계	일반 경비 계
2019	0	-	-	-	-
2020	1	580.2	122.4	388.8	69.0
2021	2	590.8	126.0	393.8	71.0
2022	3	601.6	129.7	398.8	73.1
2023	4	612.7	133.5	403.9	75.3
2024	5	624.0	137.4	409.1	77.5
2025	6	635.5	141.4	414.3	79.8
2026	7	647.3	145.6	419.6	82.1
2027	8	659.4	149.9	425.0	84.5
2028	9	671.7	154.3	430.4	87.0
2029	10	684.3	158.8	436.0	89.6
2030	11	697.2	163.5	441.5	92.2
2031	12	710.4	168.3	447.2	94.9
2032	13	723.8	173.2	452.9	97.7
2033	14	737.6	178.3	458.7	100.6
2034	15	751.7	183.6	464.6	103.5
2035	16	766.1	189.0	470.5	106.6
2036	17	780.8	194.5	476.5	109.7
2037	18	795.8	200.2	482.6	112.9
2038	19	811.2	206.1	488.8	116.2
2039	20	826.9	212.2	495.1	119.7
2040	21	843.0	218.4	501.4	123.2
2041	22	859.5	224.9	507.8	126.8
2042	23	876.3	231.5	514.3	130.5
2043	24	893.6	238.3	520.9	134.4
2044	25	911.2	245.3	527.6	138.3
2045	26	929.2	252.5	534.3	142.4
2046	27	947.7	259.9	541.2	146.6
2047	28	966.5	267.6	548.1	150.9
2048	29	985.9	275.4	555.1	155.3
2049	30	1,005.6	283.5	562.2	159.9
계		23,127.4	5,765.1	14,111.4	3,251.0

### 3) 수입 및 비용추정 종합

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 2020년~2049년(30년)의 수입과 비용을 추정한 경비를 추정한 결과 2020년(1차년) 수입은 2,400.0백만원, 비용은 1,270.2백만원으로 이때 수지는 1,129.8백만원으로 나타났으며, 2020년~2049년(30년)의 총수입은 87,107.3백만원, 비용은 57,032.0백만원으로 이때 수지는 30,075.3백만원으로 나타났다.

<표 14> 수입 및 비용추정 종합

(단위 : 백만원)

년도	구분 사업년수	수입(A)	비용				수지(A-B)
			비용 계(B)	초기 투자비	인건비	경비	
2019	0	0.0	407.2	407.2	0.0	0.0	-407.2
2020	1	2,400.0	1,270.2	-	690.0	580.2	1,129.8
2021	2	2,430.7	1,301.0	-	710.3	590.8	1,129.7
2022	3	2,461.8	1,332.8	-	731.2	601.6	1,129.1
2023	4	2,493.3	1,365.3	-	752.7	612.7	1,128.0
2024	5	2,525.3	1,398.8	-	774.8	624.0	1,126.5
2025	6	2,557.6	1,433.1	-	797.6	635.5	1,124.5
2026	7	2,590.3	1,468.3	-	821.0	647.3	1,122.0
2027	8	2,623.5	1,504.6	-	845.2	659.4	1,118.9
2028	9	2,657.1	1,541.7	-	870.0	671.7	1,115.3
2029	10	2,691.1	2,042.3	462.4	895.6	684.3	648.7
2030	11	2,725.5	1,619.1	-	921.9	697.2	1,106.4
2031	12	2,760.4	1,659.4	-	949.0	710.4	1,101.0
2032	13	2,795.7	1,700.8	-	976.9	723.8	1,095.0
2033	14	2,831.5	1,743.2	-	1,005.6	737.6	1,088.3
2034	15	2,867.8	1,786.9	-	1,035.2	751.7	1,080.9
2035	16	2,904.5	1,831.7	-	1,065.6	766.1	1,072.8
2036	17	2,941.6	1,877.7	-	1,097.0	780.8	1,063.9
2037	18	2,979.3	1,925.0	-	1,129.2	795.8	1,054.3
2038	19	3,017.4	1,973.6	-	1,162.4	811.2	1,043.8
2039	20	3,056.1	2,548.7	525.1	1,196.6	826.9	507.4
2040	21	3,095.2	2,074.8	-	1,231.8	843.0	1,020.4
2041	22	3,134.8	2,127.5	-	1,268.0	859.5	1,007.3
2042	23	3,174.9	2,181.6	-	1,305.3	876.3	993.3
2043	24	3,215.6	2,237.2	-	1,343.6	893.6	978.4
2044	25	3,256.7	2,294.3	-	1,383.1	911.2	962.4
2045	26	3,298.4	2,353.0	-	1,423.8	929.2	945.4
2046	27	3,340.6	2,413.3	-	1,465.7	947.7	927.3
2047	28	3,383.4	2,475.3	-	1,508.8	966.5	908.1
2048	29	3,426.7	2,539.0	-	1,553.1	985.9	887.7
2049	30	3,470.6	2,604.4	-	1,598.8	1,005.6	866.1
계		87,107.3	57,032.0	1,394.8	32,509.8	23,127.4	30,075.3

### 3. 경제성 분석 결과

#### 1) 비용편익비율(B/C ratio)

수입 및 비용 추정 결과를 바탕으로 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 비용편익비율(B/C ratio) 분석을 실시하였다.

할인율은 4.5%(예비타당성 조사의 사회적 할인율)를 감안하여 2020년~2049년(30년)의 수입현가를 도출한 결과 총 45,388.3백만원으로 나타났으며, 같은 기간의 비용현가는 28,792.7백만원으로 나타났다.

<표 15> 비용편익비율(수입 및 비용 현가) 추정 결과

(단위 : 백만원)

구분		수입	비용	수입현가	비용현가
년도	사업년수				
2019	0	0.0	407.2	0.0	407.2
2020	1	2,400.0	1,270.2	2,296.7	1,215.5
2021	2	2,430.7	1,301.0	2,225.9	1,191.4
2022	3	2,461.8	1,332.8	2,157.3	1,167.9
2023	4	2,493.3	1,365.3	2,090.8	1,144.9
2024	5	2,525.3	1,398.8	2,026.4	1,122.4
2025	6	2,557.6	1,433.1	1,964.0	1,100.5
2026	7	2,590.3	1,468.3	1,903.4	1,079.0
2027	8	2,623.5	1,504.6	1,844.8	1,058.0
2028	9	2,657.1	1,541.7	1,787.9	1,037.4
2029	10	2,691.1	2,042.3	1,732.9	1,315.1
2030	11	2,725.5	1,619.1	1,679.5	997.7
2031	12	2,760.4	1,659.4	1,627.7	978.5
2032	13	2,795.7	1,700.8	1,577.6	959.7
2033	14	2,831.5	1,743.2	1,528.9	941.3
2034	15	2,867.8	1,786.9	1,481.8	923.3
2035	16	2,904.5	1,831.7	1,436.2	905.7
2036	17	2,941.6	1,877.7	1,391.9	888.5
2037	18	2,979.3	1,925.0	1,349.0	871.7
2038	19	3,017.4	1,973.6	1,307.5	855.2
2039	20	3,056.1	2,548.7	1,267.2	1,056.8
2040	21	3,095.2	2,074.8	1,228.1	823.3
2041	22	3,134.8	2,127.5	1,190.3	807.8

구분		수입	비용	수입현가	비용현가
년도	사업년수				
2042	23	3,174.9	2,181.6	1,153.6	792.7
2043	24	3,215.6	2,237.2	1,118.1	777.9
2044	25	3,256.7	2,294.3	1,083.6	763.4
2045	26	3,298.4	2,353.0	1,050.2	749.2
2046	27	3,340.6	2,413.3	1,017.9	735.3
2047	28	3,383.4	2,475.3	986.5	721.7
2048	29	3,426.7	2,539.0	956.1	708.4
2049	30	3,470.6	2,604.4	926.6	695.4
계		87,107.3	57,032.0	45,388.3	28,792.7

분석한 결과 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 비용편익비율(B/C ratio)은 1.576(1이상)으로 경제적 타당성이 있는 것으로 판단된다.

$$\text{비용편익비율} = 45,388.3 \text{백만원} / 28,792.7 \text{백만원} = 1.576$$

☞ B/C ratio는 1.576로 경제적 타당성 있음

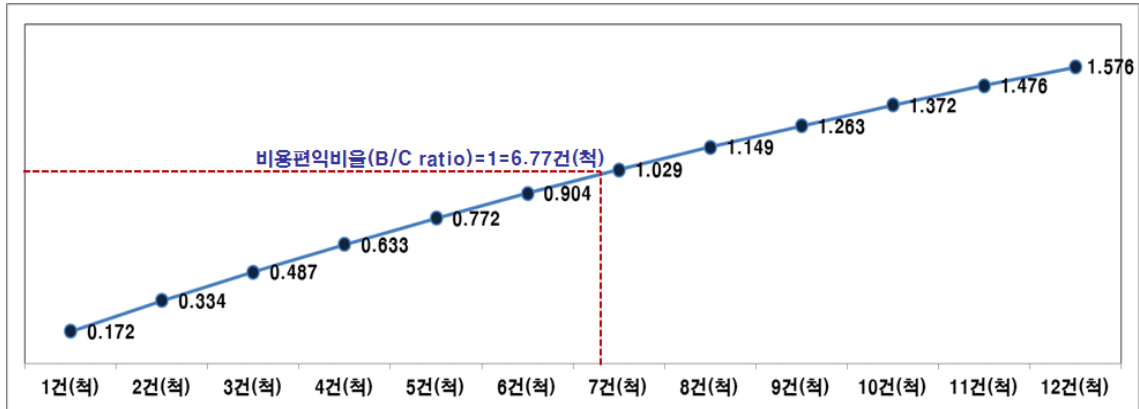
분석 결과는 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수입을 1년에 12건(척)을 가정하고 도출한 결과로, 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따라 비용편익비율(B/C ratio)은 변동 가능하다.

앞서 제시된 비용편익비율(B/C ratio)을 분석한 결과 1.576는 분석 결과는 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수입을 1년에 12건(척)을 가정하고 도출한 결과로, 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따라 비용편익비율(B/C ratio)은 변동 가능하다. 따라서 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따른 비용편익비율(B/C ratio) 변화에 대한 추가적인 분석을 수행하였다.

분석결과 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따른 비용편익비율(B/C ratio) 변화는 다음과 같으며, 비용편익비율(B/C ratio)이 1이상이 되기 위해서는 1년에 6.77건(척) 이상의 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁이 필요한 것으로 판단된다. 이는 1년에 6.77건(척) 이상의 선박 수중소음 측정에 따른 용역을 수탁 할 경우 선박 수중소음 공인 측정센터 구축은 비용편익비율(B/C ratio) 관점에서 경제성 분석이 있음을 의미한다.



[그림 2] 선박 수중소음 측정에 따른 용역 수탁 건(척) 수의 변화에 따른 비용편익비율(B/C ratio) 변화



## 2) 순현재가치(NPV : Net Present Value)

수입 및 비용 추정 결과를 바탕으로 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 순현재가치(NPV : Net Present Value) 분석을 실시하였다.

할인율은 4.5%(예비타당성 조사의 사회적 할인율)를 감안하여 2020년~2049년(30년)의 수입현가를 도출한 결과 총 45,388.3백만원으로 나타났으며, 같은 기간의 비용현가는 28,792.7백만원으로 나타났다.

<표 16> 순현재가치(NPV) 추정 결과

(단위 : 백만원)

구분		수입	비용	수입현가	비용현가	NPV
년도	사업연수					
2019	0	0.0	407.2	0.0	407.2	-407.2
2020	1	2,400.0	1,270.2	2,296.7	1,215.5	674.0
2021	2	2,430.7	1,301.0	2,225.9	1,191.4	1,708.5
2022	3	2,461.8	1,332.8	2,157.3	1,167.9	2,697.9
2023	4	2,493.3	1,365.3	2,090.8	1,144.9	3,643.8
2024	5	2,525.3	1,398.8	2,026.4	1,122.4	4,547.7
2025	6	2,557.6	1,433.1	1,964.0	1,100.5	5,411.2
2026	7	2,590.3	1,468.3	1,903.4	1,079.0	6,235.7
2027	8	2,623.5	1,504.6	1,844.8	1,058.0	7,022.5
2028	9	2,657.1	1,541.7	1,787.9	1,037.4	7,773.0
2029	10	2,691.1	2,042.3	1,732.9	1,315.1	8,190.7

구분		수입	비용	수입현가	비용현가	NPV
년도	사업년수					
2030	11	2,725.5	1,619.1	1,679.5	997.7	8,872.5
2031	12	2,760.4	1,659.4	1,627.7	978.5	9,521.7
2032	13	2,795.7	1,700.8	1,577.6	959.7	10,139.6
2033	14	2,831.5	1,743.2	1,528.9	941.3	10,727.2
2034	15	2,867.8	1,786.9	1,481.8	923.3	11,285.7
2035	16	2,904.5	1,831.7	1,436.2	905.7	11,816.2
2036	17	2,941.6	1,877.7	1,391.9	888.5	12,319.6
2037	18	2,979.3	1,925.0	1,349.0	871.7	12,796.9
2038	19	3,017.4	1,973.6	1,307.5	855.2	13,249.2
2039	20	3,056.1	2,548.7	1,267.2	1,056.8	13,459.6
2040	21	3,095.2	2,074.8	1,228.1	823.3	13,864.5
2041	22	3,134.8	2,127.5	1,190.3	807.8	14,247.0
2042	23	3,174.9	2,181.6	1,153.6	792.7	14,607.9
2043	24	3,215.6	2,237.2	1,118.1	777.9	14,948.0
2044	25	3,256.7	2,294.3	1,083.6	763.4	15,268.3
2045	26	3,298.4	2,353.0	1,050.2	749.2	15,569.3
2046	27	3,340.6	2,413.3	1,017.9	735.3	15,851.8
2047	28	3,383.4	2,475.3	986.5	721.7	16,116.6
2048	29	3,426.7	2,539.0	956.1	708.4	16,364.3
2049	30	3,470.6	2,604.4	926.6	695.4	16,595.5
계		87,107.3	57,032.0	45,388.3	28,792.7	

분석한 결과 선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 순현재가치(NPV : Net Present Value)는 16,595.5백만원(0원 이상)으로 경제적 타당성이 있는 것으로 판단된다.

순현재가치=45,388.3백만원-28,792.7백만원=16,595.5백만원

☞ 순현재가치는 16,595.5백만원으로 경제적 타당성 있음

### 3) 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)은 277.437%(4.5% 이상)으로 경제적 타당성이 있는 것으로 판단된다. 내부수익률 277.437%를 적용하였을 경우 총 수입현가 = 총 비용현가 = 869.07 백만원으로 나타났다.

<표 17> 내부수익률(IRR) 277.437% 가정 시 수입 및 비용 현가

(단위 : 백만원)

구분		수입	비용	수입현가	비용현가
년도	사업년수				
2019	0	0.0	407.2	0.00	407.20
2020	1	2,400.0	1,270.2	635.87	336.52
2021	2	2,430.7	1,301.0	170.63	91.33
2022	3	2,461.8	1,332.8	45.79	24.79
2023	4	2,493.3	1,365.3	12.29	6.73
2024	5	2,525.3	1,398.8	3.30	1.83
2025	6	2,557.6	1,433.1	0.88	0.50
2026	7	2,590.3	1,468.3	0.24	0.13
2027	8	2,623.5	1,504.6	0.06	0.04
2028	9	2,657.1	1,541.7	0.02	0.01
2029	10	2,691.1	2,042.3	0.00	0.00
2030	11	2,725.5	1,619.1	0.00	0.00
2031	12	2,760.4	1,659.4	0.00	0.00
2032	13	2,795.7	1,700.8	0.00	0.00
2033	14	2,831.5	1,743.2	0.00	0.00
2034	15	2,867.8	1,786.9	0.00	0.00
2035	16	2,904.5	1,831.7	0.00	0.00
2036	17	2,941.6	1,877.7	0.00	0.00
2037	18	2,979.3	1,925.0	0.00	0.00
2038	19	3,017.4	1,973.6	0.00	0.00
2039	20	3,056.1	2,548.7	0.00	0.00
2040	21	3,095.2	2,074.8	0.00	0.00
2041	22	3,134.8	2,127.5	0.00	0.00
2042	23	3,174.9	2,181.6	0.00	0.00
2043	24	3,215.6	2,237.2	0.00	0.00
2044	25	3,256.7	2,294.3	0.00	0.00
2045	26	3,298.4	2,353.0	0.00	0.00
2046	27	3,340.6	2,413.3	0.00	0.00
2047	28	3,383.4	2,475.3	0.00	0.00
2048	29	3,426.7	2,539.0	0.00	0.00
2049	30	3,470.6	2,604.4	0.00	0.00
계		87,107.3	57,032.0	869.07	869.07

#### 4) 경제성 분석 종합

선박 수중소음 공인 측정센터 구축·운영에 따른 경제성을 분석하기 위하여 비용편익비율(B/C ratio) 분석, 순현재가치(NPV : Net Present Value) 분석, 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) 분석을 실시하였다.

경제성 분석 결과 수중소음 공인 측정센터 구축·운영은 비용편익비율(B/C ratio) 분석, 순현재가치(NPV : Net Present Value) 분석, 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return) 분석 관점에서 모두 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다.

<표 18> 경제성 분석 종합

구분	값	판단기준	경제성 분석 결과
비용편익비율 (B/C ratio)	1.576	1 이상	경제적 타당성 있음
순현재가치 (NPV : Net Present Value)	28,792.7백만원	0원 이상	경제적 타당성 있음
내부수익률 (IRR : Internal Rate of Return)	277.437%	4.5% 이상	경제적 타당성 있음
종합			경제적 타당성 있음

IMO 규제 대응 선박  
수중소음 공인측정센터  
구축 기획연구

Planning Study for Construction of Public Certification Measurement Center of  
Shipping Noise to Response to IMO Regulation

**KIOST**  한국해양과학기술원