



2024

---

# 선박의 방사 소음 지침

---

GC-37-K

한 국 선 급

## “선박의 방사 소음 지침”의 적용 (2024)

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2024년 7월 1일 이후 신청되는 선박에 적용한다.
2. 2021년판 수중 방사 소음 지침에 대한 개정사항 및 그 적용일자는 아래와 같다.

적용일자 : 2024년 7월 1일

---

- |       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| 제 1 장 | <b>일반사항</b><br>- 제 1 장을 전면 개정함.    |
| 제 3 장 | <b>수중 소음</b><br>- 제 3 장을 전면 개정함.   |
| 제 4 장 | <b>공기중 소음</b><br>- 제 4 장을 새롭게 추가함. |

# 차 례

제 1 장 일반사항 .....	1
제 1 절 일반사항 .....	1
제 2 절 계획서 및 자료 .....	3
제 2 장 선급 검사 .....	7
제 1 절 일반사항 .....	7
제 2 절 등록 검사 .....	7
제 3 절 정기적 검사 .....	7
제 4 절 임시 검사 .....	7
제 3 장 수중 소음 .....	9
제 1 절 일반사항 .....	9
제 2 절 측정 장치 .....	9
제 3 절 측정 절차 .....	10
제 4 절 측정 조건 .....	12
제 5 절 데이터 후처리 .....	13
제 6 절 평가 기준 .....	16
제 4 장 공기중 소음 .....	17
제 1 절 일반사항 .....	17
제 2 절 측정 장치 .....	17
제 3 절 측정 절차 .....	18
제 4 절 측정 조건 .....	19
제 5 절 데이터 후처리 .....	20
제 6 절 평가 기준 .....	22

## 제 1 장 일반사항

### 제 1 절 일반사항

#### 101. 적용 (2024)

1. 이 지침은 선박의 방사 소음에 대한 다음의 선택 부기부호를 신청한 신선 및 현존선에 적용한다.
  - (1) 선박의 수중 방사 소음(이후 “수중 소음”이라함)의 경우 “URN(Underwater Radiated Noise)”
  - (2) 선박의 공기중 방사 소음(이후 “공기중 소음”이라함)의 경우 “ARN(Airborne Radiated Noise)”

#### 102. 정의 (2024)

1. 이 지침에서 별도로 정의하지 않은 일반적인 용어는 ISO 18405 및 ISO 17208 시리즈를 참조한다.
2. **천해(Shallow water)**라 함은 심해가 아닌 수역을 말한다.
3. **심해(Deep water)**라 함은 수심 150 m 와 선박 길이의 1.5배 중 큰 값보다 깊은 수심의 수역을 말한다.
4. **배경 소음(Background noise)**이라 함은 자체 소음/장비 소음을 포함하여 측정중인 선박 이외의 모든 소음원 (생물 및 비 생물)의 소음을 말한다.
5. **가장 가까운 지점(Closest point of approach, CPA)**이라 함은 시험 중인 선박의 선박 기준점에서 청음기까지의 수평 거리가 가장 가까운 지점을 말한다.
6. **선박 기준점(Ship reference point)**라 함은 수중 소음 또는 공기중 소음 측정 중 선박의 위치를 나타내는 지점을 말하며, 이 지침에서는 음향 중심(acoustic center)을 의미한다.
  - (1) 수중 소음 측정시 선박 기준점은 선박 모드에 따라 다음과 같다.
    - (가) 정상 모드, 정속 모드, 연구 모드, 탄성파탐사 모드: 선박의 중심선, 프로펠러(들)와 기관(들)의 중간지점, 그리고 선미 흘수의 0.7배 깊이가 만나는 위치
    - (나) 스러스터 모드 : 선박의 중심면, 스러스터(들)의 중심이 만나는 위치
  - (2) 공기중 소음 측정시 선박 기준점은 선박의 중심선, 연돌 배출구의 중심 위치 및 해수면이 만나는 점으로 한다.
7. **데이터 창 길이(Data window length, DWL)**라 함은 분석을 위한 데이터의 시작 위치와 종료 위치 사이의 거리를 말한다.
8. **음압 레벨(Sound pressure level,  $L_p$ )**이라 함은 수중 또는 공기중에서 청음기로 측정된 제곱 평균 음압 레벨을 말하며, 다음 수식에 따라 결정되어 데시벨(dB)로 표시한다.

$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{p_{rms}}{p_0} \right) \quad (dB)$$

$p_{rms}$  : 음압의 실효값(제곱평균제곱근, root-mean-square)

$p_0$  : 기준 음압(수중에서는 1  $\mu$ Pa, 공기중에서는 20  $\mu$ Pa)

9. **실효값(Root-mean-square(r.m.s.) value)**이라 함은 순시값의 제곱에 대한 1 주기 시간 평균의 제곱근 값을 의미한다.
10. **수중 소음 레벨(Underwater noise level,  $L_{URN}$ )**이라 함은 측정된 음압 레벨에 전파 손실을 고려한 선박 기준점으로부터 기준 거리(1 m)에서의 수중 음압 레벨(dB)로 환산한 값을 말한다. 이 지침에서는 선박을 단극자 소음원(monopole noise source)으로 간주하며, 해수면에 의한 간섭 효과(Lloyd's mirror effect, 이하 “로이드 미러 효과”라 함)를 보정해야 한다
11. **공기중 소음 레벨(Airborne noise level,  $L_{ARN}$ )**이라 함은 측정된 음압 레벨을 선측과 수직한 방향으로 기준 거리(100 m)에서의 공기중 음압 레벨(dB)로 환산한 값을 말한다.
12. **전파 손실(Propagation loss,  $N_{PL}$ )**은 소음원 레벨과 측정된 음압레벨의 차이로 정의되는 전달함수를 말한다. 수중에서의 전파손실은 온도, 염도, 밀도의 영향으로 수위에 따른 음속 특성 및, 적용 가능한 경우, 해저 특성을 고려해야 한다.
13. **측정 불확도(Measurement uncertainty)**이라 함은 측정된 방사 소음 레벨의 예상 분산을 말한다. 이는 주어진 측정

방법 (평균 시간, 대역폭-시간 곱 등)을 사용하여 데시데테이드 대역 또는 1/3 옥타브 대역에 대해 데시벨 (dB) 로 표시된다.

14. **선박 길이**(Ship length, L)라 함은 강도계산용 흘수선상에서 선수재의 전단으로부터 타주가 있는 선박은 타주의 후단까지, 타주가 없는 선박에서는 타두재의 중심까지의 거리 (m) 를 말한다. 선박 길이는 강도계산용 흘수선상 최대길이의 96 % 미만이어서는 아니 되며 97%를 넘을 필요는 없다. 타두재가 없는 선박(예: 선회식 추진장치(azimuth thrusters) 탑재선박)에서, 선박 길이는 강도계산용 흘수선상에서 최대 길이의 97%로 하여야 한다.
15. **정상 모드**(Normal mode)라 함은 선박의 프로펠러 출력 및 모든 다른 기관장치가 계약서상의 통상적인 항해 조건 (contractual normal seagoing condition)에서 운전되는 상태를 말한다.
16. **정속 모드**(Quiet mode)라 함은 환경적으로 민감한 지역(수중 소음 규제 지역)을 운항하기 위하여 조정되는 선박의 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건으로 운전되는 상태를 말한다. 정속 모드에서 수중 소음을 측정하고자 하는 경우 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건은 수중 소음 측정 계획서에 명시되어야 한다.
17. **연구 모드**(Research mode)라 함은 통상적으로 해양 또는 선상 연구를 위해 설정되는 조건으로 필요한 프로펠러 출력 및 모든 다른 기관장치가 설정된 조건으로 운전되는 상태를 말한다. 연구 모드에서 수중 소음을 측정하고자 하는 경우 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건은 수중 소음 측정 계획서에 명시되어야 한다.
18. **탄성파 탐사 모드**(Seismic survey mode)라 함은 해저 지질구조를 연구하기 위하여 탄성파 탐사를 수행하는 동안 통상적으로 필요한 프로펠러 출력 및 모든 다른 기관장치가 설정된 조건으로 운전되는 상태를 말한다. 탄성파 탐사 모드에서 수중 소음을 측정하고자 하는 경우 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건은 수중 소음 측정 계획서에 명시되어야 한다.
19. **스러스터 모드**(Thruster mode)라 함은 선박의 작동 및 운항을 위해 DP(Dynamic Position) 및/또는 스러스터를 자주 활용하는 선박에 대하여 DP 및/또는 스러스터를 사용하여 운항하는 상태를 말한다.
20. **A 가중 음압 레벨**(A weighted Sound Pressure Level)이라 소음계로 측정한 양을 A 가중 곡선에 따라 보정한 후, 주파수별 음압 레벨을 대수덧셈하여 하나의 레벨로 나타낸 것을 말하며, 선의 소음 레벨의 단위(dB(A))이다(IEC 61672-1 참조). A 가중 음압은 인간이 느끼는 주파수 별 청각의 민감도를 고려하여, 각 주파수의 측정값이 인간의 청각에 동일한 정도의 크기를 주도록 보정한 것이다.

103. 선급부호 (2024)

1. 수중 소음(URN)

- (1) 선박 소유자가 검사를 신청하고 3장의 요건을 만족하는 선박에 대하여 다음과 같은 추가 선급 부호 “URN”을 부기할 수 있다.
  - (가) URN(NXX): 정상 모드의 수중 소음이 평가 기준을 만족하는 선박. 여기서 N은 Normal, XX는 정상 모드의 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)을 나타낸다.
  - (나) URN(QXX): 정속 모드의 수중 소음이 평가 기준을 만족하는 선박. 여기서 Q는 Quiet, XX는 정속 모드의 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)을 나타낸다.
  - (다) URN(RXX): 연구 모드의 수중 소음이 평가 기준을 만족하는 선박. 여기서 R는 Research, XX는 연구 모드의 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)을 나타낸다.
  - (라) URN(SXX): 탄성파 탐사 모드의 수중 소음이 평가 기준을 만족하는 선박. 여기서 S는 Seismic, XX는 탄성파 탐사 모드의 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)을 나타낸다.
  - (마) URN(THR): 스러스터 모드의 수중 소음이 평가 기준을 만족하는 선박. 여기서 THR는 THRuster를 나타낸다.
- (2) 추가 선급 부호 URN은 3장 6절의 각 모드에 대한 평가 기준을 각각 만족하는 경우 동시에 부여할 수 있다. 예를 들어, 신청 선박이 URN(NXX) 및 URN(QXX)의 평가 기준을 만족한 경우, 해당 선박에 대하여 URN(NXX, QXX)의 부기부호를 부여한다.

2. 공기중 소음(ARN)

- (1) 선박 소유자가 검사를 신청하고 4장의 요건을 만족하는 선박에 대하여 다음과 같은 추가 선급 부호 “ARN”을 부기할 수 있다.
  - (가) 항해 중(Sailing): ARN(S1), ARN(S2)
  - (나) 정박 중(Berthing): ARN(B1), ARN(B2)
- (2) 공기중 소음을 측정하였으나, 평가 기준을 만족하지 못한 경우 ARN(SM) 및/또는 ARN(BM)을 부여할 수 있다. 여기서, M은 공기중 소음이 측정되었음을 의미한다.
- (3) 공기중 소음에 대한 부기 부호는 항해 중 부호와 정박 중 부호를 함께 부여할 수 있다. 예를 들어, 선박에 대한

항해 중과 정박 중을 모두 신청하여 ARN(S1)과 ARN(B2) 요건을 각각 만족하는 경우 ARN(S1, B2)를 부여할 수 있다. 또한, 항해 중 공기중 소음을 측정(ARN(SM))하고 정박 중 평가 기준(ARN(B2))을 만족한 선박에 대하여 선주가 신청하는 경우 ARN(SM, B2)를 부여할 수 있다.

## 제 2 절 계획서 및 자료

### 201. 일반사항

1. 검사를 받고자 하는 선박에 대하여는 다음 202.에 규정된 측정 계획서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한, 우리 선급 검사원이 입회한 방사 소음 측정이 실시된 후, 다음 202.에 규정된 측정 결과보고서를 우리 선급에 제출하고 승인을 받아야 한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 추가 서류의 제출을 요구할 수 있다.

### 202. 승인용 계획서 및 자료 (2024)

#### 1. 수중 소음(URN)

##### (1) 측정 계획서

선박의 수중 소음을 측정하기 위한 세부 측정 계획은 다음을 포함하여야 한다.

##### (가) 선박 정보 및 측정 참가자

- (a) 선박의 주요 치수뿐만 아니라 선박 이름, IMO 번호 등을 포함한 선박 정보
- (b) 측정 인력, 선사 대표, 조선소 대표 및 시험 담당자를 포함한 참가자 식별

##### (나) 측정 시험장

- (a) 지리적 위치, 수심 및 해저 조건
- (b) 계획된 시험을 위한 풍속 및 해수면 조건
- (c) 기상 조건 (기상 조건은 신뢰할 수 있는 일기 예보 웹 사이트/서비스를 기반으로 예측되어야 한다.)

##### (다) 측정 장치

- (a) 수중 청음기(번호, 유형 및 모델) 및 배치(배치 구성을 보여주는 스케치를 포함한 방법 및 수중 청음기 깊이)
- (b) 거리 측정 장치
- (c) 모든 측정 기기의 교정 계획 및 현재 교정 인증서
- (d) 사용될 데이터 수집 및 기록 장치의 상세 정보
- (e) 음압 교정기

##### (라) 해상 시험

- (a) 측정 절차 설명
- (b) 시험 일정, 계획된 시험 코스에 대한 설명 (항해 경로를 보여주기 위한 스케치 포함, 가장 가까운 지점 및 다양한 시작점 및 종료점을 식별할 수 있는 스케치 포함) 및 속도를 포함하는 운영 프로파일을 포함한 시험 항목, 각 시험 코스에 대한 시험 선박의 적재 조건
- (c) 시험장 환경 모니터링, 선박 작동 조건 및 기타 보조 측정 점검에 사용되는 방법

##### (마) 후처리/분석

- (a) 측정된 수중 음압 데이터의 후처리 및 분석 절차에 대한 설명
- (b) 측정 불확도 평가 방법

##### (2) 측정 결과보고서

테스트 정보, 데이터 처리 설명, 측정된 수중 음압 데이터 분석 및 적용 가능한 기준에 대한 적합성 평가가 포함된 선박별 수중 소음 측정 결과보고서. 보고서는 다음을 포함하여야 한다.

##### (가) 소개

- (a) 측정의 목표
- (b) 선박 특성
  - (i) 선박 세부 사항
  - (ii) 추진 특성
  - (iii) 프로펠러 정보
- (c) 수중 소음 기준

##### (나) 수중 소음 측정

- (a) 측정 프로토콜
  - (b) 시험 기간 및 장소
    - (i) 측정 위치 및 시간
    - (ii) 환경 조건
  - (c) 측정 장치
    - (i) 수중 청음기 및 신호 컨디셔닝(수중 청음기 교정)
    - (ii) 거리 측정 장치
    - (iii) 데이터 수집/처리 장치(데이터 샘플링 비율)
  - (d) 시험 과정 및 운행 구성
    - (i) 가장 가까운 접근 지점
    - (ii) 시험 과정 및 시험 운영
    - (iii) 선박 작동 조건
    - (iv) 배경 소음 측정
    - (v) 측정 절차
  - (e) 기타 보조 측정 및 데이터
  - (f) 승인된 측정 계획서에서 벗어난 측정 사항
  - (g) 측정 기관 서명이 있는 시험 성적서
  - (다) 데이터 처리
    - (a) 데이터 처리 절차
    - (b) 데이터 품질 평가
    - (c) 배경 소음 보정
    - (d) 거리 보정
  - (라) 데시테케이드 대역 데이터 분석
    - (a) 각 수중 청음기 및 각 시험 운행에 대한 결과
    - (b) 다중 수중 청음기 및 다중 주행 결과
    - (c) 정의된 기준에 대한 검증
  - (마) 협대역 분석 (해당되는 경우)
  - (바) 요약
- 2. 공기중 소음(ARN)**
- (1) 측정 계획서
 

공기중 소음을 측정하기 위한 세부 측정 계획은 다음을 포함하여야 한다.

    - (가) 선박 정보
      - (a) 선박의 주요 치수뿐만 아니라 선박 이름, IMO 번호 등을 포함한 선박 정보
    - (나) 측정 장치
      - (a) 마이크로폰(또는 소음계), 방풍망, 음압 교정기 및 거리 측정 장치에 대한 세부 정보(예: 제조업체, 유형 및 일련번호, 정확도, 샘플링 주파수 및 해상도)
      - (b) 마이크로폰 및 교정기의 교정 계획 및 유효한 교정성적서
  - (다) 시험 조건
    - (a) 시험장 위치 상세
    - (b) 풍속 및 측정을 수행할 수 있는 해수면 상태를 포함한 기상 조건의 허용 범위
    - (d) 항해 중 및/또는 정박 중 필수 장치 작동 계획(예, 주기관, 축 회전속도 및 가변피치 프로펠러 설정 등 운전 조건, 보조 기관 및 보조 기계장치의 운전조건)
  - (라) 측정 위치
    - (a) 선박과 측정이 수행될 측정 지점의 위치 정보
    - (b) 측정 위치의 세부 사항
  - (마) 데이터 수집 및 분석
    - (a) 데이터 수집 및 분석에 사용할 방법
    - (b) 소프트웨어 및 기기에 관한 정보
- (2) 측정 결과보고서

공기중 소음 측정 결과보고서는 측정 정보, 데이터 처리 설명, 측정된 음압 데이터 분석 및 적합성 평가를 포함하여야 하며, 세부 내용은 다음을 포함하여야 한다.

(가) 일반사항

- (a) 보고서는 우리 선급에 제출해야 한다.
- (b) 모든 측정 데이터(원 데이터) 및 평가된 데이터는 보관되어야 하며, 요청시 우리 선급에 제공되어야 한다.
- (c) 모든 데이터는 최소 31.5 ~ 8,000 Hz (가능한 경우 10 Hz ~ 10 kHz)의 1/3 옥타브 대역 레벨 및 1/3 옥타브 대역을 포함한 광대역 레벨로 기록되어야 한다.

(나) 보고서의 공식 세부 사항

(a) 첫 장

(i) 첫 장은 최소한 다음 정보를 포함해야 한다.

- 선박 이름, IMO 번호
- 회사 이름(측정 수행)
- 회사 주소
- 보고 날짜
- 측정 날짜
- 측정 장소(해역 좌표, 또는 항만 및 부두 이름)
- 관련자의 이름(측정자 및 감독자)
- 부록을 포함한 보고서의 총 페이지 수에 대한 정보
- (선택 사항) 품질 절차 항목

(b) 다음 장의 지속적인 정보

(i) 첫 장 뒤의 모든 쪽에는 다음 정보가 포함되어야 한다.

- 회사 이름
- 날짜
- 쪽 번호

(c) 서명

일반적으로 보고서는 감독자가 서명해야 한다.

(다) 보고서에 문서화 할 내용

(a) 일반 정보

- (i) 측정의 요일, 시간 및 장소(해역좌표, 또는 항만 및 부두 이름)
- (ii) 측정 중 기상 조건(선박에서 확인되는 풍속, 풍향, 온도, 기압, 습도 포함)

(b) 선박의 일반 정보

- (i) 선박 유형
- (ii) IMO 번호를 포함한 선박 이름
- (iii) 선박 건조 년도
- (iv) 재하중량 톤수
- (v) 선박 길이와 너비
- (vi) 선박 일반배치도에 표시된 음원(환기구, 연돌 배출구, 등등)의 위치

(c) 선박의 기술 정보

- (i) 보조 기관 수 (다른 보조 기관 시스템의 수 및 유형, 연돌 배출구 수 포함)
- (ii) 보조 기관의 배기장치 소음기 존재 여부
- (iii) 각 보조 기관의 최대 가능 부하(kW)
- (iv) 가능한 최대 하중에서 보조 기관의 회전 속도
- (v) 정박 중 사용 가능한 모든 펌프/히터/조명/냉동컨테이너 등의 최대 총 전기 부하(kW)
- (vi) 정박 중 선내 소음원 수(예 : 다른 환기구 및 배출구의 개구부 수, 선내의 냉장/냉동 컨테이너 수)
- (vii) 최대 가능한 연결 냉동컨테이너 수
- (viii) 정박 중 전형적인 평균 냉동컨테이너 수
- (ix) 정박 중 일반적으로 발생하는 평균 전기 부하

(d) 측정 중 일반 정보

- (i) 측정 중 작동상태의 선내 소음원 수



- (ii) 측정 중 보조 기관별 전기 부하
- (iii) 측정 중 연결된 냉동컨테이너 수
- (iv) 연돌 배출구의 위치를 포함하여 선박의 일반배치도 및 측정 위치 그림
- (v) 해수면에서 연돌의 높이
- (vi) 측정위치에서 청음기 높이(해수면 또는 지면으로부터)
- (e) 음향 정보
  - (i) 측정 중에 사용되는 음향 측정 장치(종류, 일련 번호 및 측정 장치 교정성적서 포함)
  - (ii) 선박 이름, 측정 날짜 및 측정 위치 시간 포함 음향 기록(최소한 16 비트의 샘플링 속도와 24k Hz의 샘플링 주파수)
  - (iii) 각 측정위치별 (측정위치별 측정시간을 기록하여야 한다.)
    - $L_{Aeq}$  : A 가중 음압 레벨
    - $L_{Ceq}$  : C 가중 음압 레벨
    - $L_{AF,max}$  : 측정 기간 동안 최대 음압 레벨
  - (iv) 광대역 공기중 소음 레벨( $L_{ARN}$ ) (31.5 ~ 8,000 Hz의 모든 1/3 옥타브 대역 포함)
  - (v) 저주파 공기중 소음 레벨( $L_{ARN \leq 160}$ ) (31.5 ~ 160 Hz의 모든 1/3 옥타브 대역 포함)
- (f) 추가 정보
  - (i) 잔류 소음/배경 소음의 유형(및 기록된 레벨) (예 : 측정 중에 그리고 어떤 시점에 잔류 소음을 유발하는 음원의 종류)
  - (ii) 추가적으로 측정 계획서와 달리 진행된 모든 측정을 문서화해야 한다. 가능한 경우 스케치를 포함하여. 측정 프로토콜의 결과를 조정하거나 재현성에 관련된 모든 의견과 정보는 보고서의 끝에 문서화해야 한다. 여기에는 측정 중에 발생하는 모든 문제가 포함되며 보고서와 관련이 있다. ↓

## 제 2 장 선급 검사

### 제 1 절 일반사항

#### 101. 일반사항

1. 이 장에서 규정하지 아니한 사항에 대하여는 선급 및 강선규칙 1편의 관련 규정을 준용한다.

### 제 2 절 등록 검사

#### 201. 일반사항

1. 이 지침에 따른 검사를 받고자 하는 때에는 선박소유자가 검사신청을 하여야 한다.
2. 검사 신청자는 이 지침의 규정에 따라 방사 소음 측정이 이루어질 수 있도록 필요한 준비를 하여야 한다.
3. 검사 시 필요한 준비가 되어있지 않을 때, 입회자가 없는 경우 또는 위험이 있다고 검사원이 판단했을 때는 검사를 중지할 수 있다.
4. 검사 결과가 이 지침의 요건을 만족하지 못하는 경우에 검사원은 이를 검사 신청자에게 통보한다.

### 제 3 절 정기적 검사

#### 301. 일반사항

1. 정기적 검사는 연차검사 및 중간검사, 정기검사 시에 실시한다.
2. 정기적 검사에서는 방사 소음 레벨에 영향을 미치는 개조가 존재하지 않음을 확인한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 이 지침에 규정된 기준을 만족하는지 확인하기 위해 방사 소음 측정을 요구할 수 있다.

### 제 4 절 임시 검사

#### 401. 일반사항

1. 임시 검사는 등록검사 및 정기적 검사를 받을 시기 이외에 다음에 해당하는 경우에 한다.
  - (1) 선박의 방사 소음 레벨에 영향을 미치는 개조를 실시할 때
  - (2) 선박 소유자로부터 검사 신청이 있을 때
2. 임시 검사에서는 방사 소음 레벨이 이 지침에 규정된 기준을 만족하는지 확인한다. ↓

## 제 3 장 수중 소음 (2024)

### 제 1 절 일반사항

#### 101. 일반사항

1. 다음의 2 절에서 5 절의 요건에 따라 측정 및 결과 분석을 실시하고, 6 절에 규정한 기준을 만족하여야 한다.
2. 수중 소음 측정은 우리 선급에 등록된 전문공급자가 수행하여야 한다.

### 제 2 절 측정 장치

#### 201. 일반사항

1. 선박으로부터의 수중 소음을 정량화하기 위한 주요 측정 장치는 202.에서 206.의 요건에 적합하여야 한다.

#### 202. 수중 청음기와 신호 조절

1. 수중 청음기는 시험 선박의 수중 소음을 측정하기 위해 필요한 감도(sensitivity), 대역폭 및 동적 범위를 가져야 한다.
2. 수중 소음 측정에는 주파수 범위 10 Hz ~ 100,000 Hz 에서 전 방향 측정이 가능한 3 개의 수중 청음기가 필요하다.
3. 수중 청음기의 수신 전압 감도(Receiving Voltage Sensitivity)는 수중 청음기 전압 출력과 측정된 음압 레벨 간의 관계를 나타낸다. 이 감도의 최대 불확도는 측정 주파수 범위 내에서  $\pm 2.5$  dB 로 유지되어야 한다.

#### 203. 데이터 수집, 기록, 처리 및 표시

1. 데이터 수집, 기록, 처리 및 화면표시 장치는 수중 청음기로부터 데이터를 정확하게 획득, 기록, 처리 및 표시할 수 있어야 한다.
2. 이러한 장치는 ISO 17208 시리즈의 요구사항에 부합하여야 한다.

#### 204. 거리 측정

1. 수중 청음기와 시험 선박의 선박 기준점 사이의 실제 거리를 지속적으로 결정하려면 거리 측정이 필요하다.
2. 거리 측정 장치는 수중 청음기 위의 해수면 위치, 예를 들어 케이블을 매달기 위해 사용된 장치 또는 부이에서 시험 중인 선박의 기준점까지의 수평 거리를 측정해야 한다. 거리 측정 장치는 요구되는 정확도를 달성하기 위해 임의의 방법(예를 들어, 광학, 음향, GPS, 레이더)을 이용할 수 있다.
3. 거리 측정 장치는  $\pm 10$  m 이내로 정확해야 한다. DGPS(Differential Global Positioning System)의 사용이 강력히 권장된다.
4. 정확한 거리 측정을 위하여 해류에 의한 수중 청음기 배열의 경사각 측정이 권장된다.

#### 205 수위 음속 특성

1. 수치 모델링을 통해 전파 손실을 계산하려면, 수위에 따른 음속 분석(celerity profile)을 확인해야 한다.
2. 수위에 따른 음속 분석은 CTD(Conductivity, Temperature, Depth) 측정 장치 또는 직접 음속 센서를 사용하여 수행되어야 한다.
3. 측정 주파수의 전 범위에 대한 현장 직접 전파 손실 측정은 수치 모델링의 대안으로 허용된다.

#### 206. 측정 장치 교정

1. 수중 음향 측정 장치는 IEC 60565-1에 따라 교정되어야 한다.
2. 수중 청음기는 수중 청음기 제조업체의 권장 주기 및 최대 24개월마다 인정받은 외부 기관에서 교정되어야 한다.
3. 또한, 전체 시스템의 전용 교정기(예: 피스톤폰)를 사용하여 측정 전에 현장에서 확인이 이루어져야 한다. 이 교정기는 최대 12개월마다 교정되어야 한다.

4. 데이터 수집 장치는 최대 24개월마다 인정받은 외부 기관에서 점검되어야 한다.
5. 음속 분석 측정 장치는 최대 24개월마다 교정되어야 한다.

### 제 3 절 측정 절차

#### 301. 일반사항

1. 선박의 수중 소음을 정확하게 측정하기 위해 적절한 시험장 선택, 수중 청음기의 적절한 배치 및 시험 중인 선박의 올바른 작동이 필요하다.

#### 302. 수중 청음기 배치

1. 수중 청음기는 수중 소음 측정을 위한 시험장의 수심과 가장 가까운 지점에서 필요한 거리( $d_{cpa}$ )에 따라 그림 3.1과 같은 배치여야 한다.
2. 수중 청음기 배열은 해수면과 분리 거동하는 표면 부유식 부이와 연결된 수직인 줄에 체결되도록 한다(그림 3.1의 (1) 참조). 지원 선박의 거동에 의한 소음 영향을 제한하고 이 소음에 의한 가려짐(masking)을 방지하기 위해 수중 청음기 배열은 지원 선박에 직접 결합되지 않아야 한다. 필요한 경우 추가적인 계류 기능(예: 하드웨어 파도 보상 장치)도 고려해야 한다.
3. 수중 청음기 배열은 바닥에 고정되어야 한다. 수심으로 인해 바닥 고정식 배치를 할 수 없는 경우 표면 부유식 배치는 허용가능하다(그림 3.1의 (2) 참조).

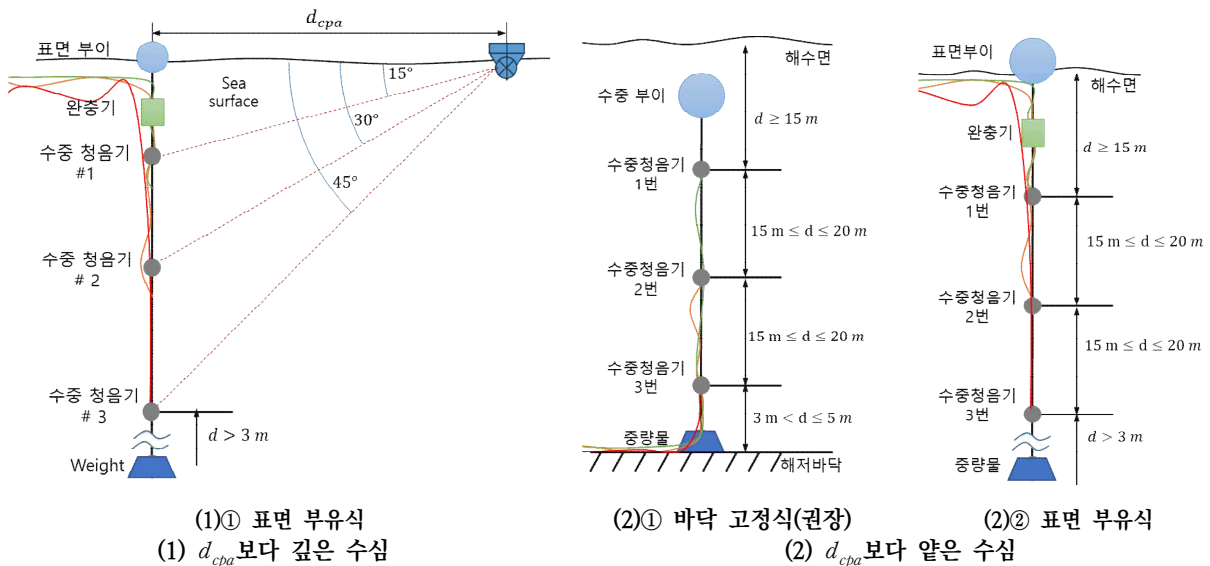


그림 3.1 수중 청음기 배치

4. 시험 선박의 안전한 측정 운행 및 가장 가까운 지점에서의 거리 조정을 지원할 수 있도록, 부이(표면 또는 수중) 위치는 AIS 장비를 통해 제공되는 것을 권장한다. 주무관청이 요구하는 경우, AIS 송신기의 적절한 작동 여부는 전자 해도에 표시되는지 확인되어야 한다.
5. 수중 청음기의 수직 배치는 가장 가까운 지점에서 시험 대상 선박의 측면을 측정하도록 보장해야 한다. 배치의 구성은 보고되어야 한다.
6. 단일 배열에는 최소한 세 개의 수중 청음기가 사용되어야 한다.

#### 303. 데이터 수집 및 기록

1. 시험 운항 중에 장치 설정은 다음 데이터를 동기화하여 수집하고, 기록 및 처리해야 한다.
  - (1) 수중 청음기에서 음압 측정

- (2) 시험 대상 선박과 수중 청음기 간의 거리
- (3) 시험 대상 선박의 지상 속도
- 2. 나이퀴스트 이론(Nyquist theorem)에 따라 음향 데이터의 샘플링 속도(sampling rate)는 상한 측정 주파수의 두 배보다 커야 한다.
- 3. 교정 점검 등 측정과 관계된 값이 기록되어야 한다.
- 4. 측정 주파수 범위는 데시데케이드 대역으로 10 Hz ~ 50,000 Hz의 대역폭으로 해야 한다. 연구 선박의 경우 "ICES Cooperative Research Report No.209" (1995년 5월)에 따라 대역폭이 10 Hz ~ 100,000 Hz로 확장되어야 한다.

304. 선박 운행 및 시험 순서

- 1. 주요 추진 및 보조 기관 장치의 작동 조건은 승인된 측정 계획서에 명시된 조건에 따라 설정되어야 한다. 우리 선급 검사원은 장치의 작동 조건이 승인된 측정 계획서에 부합하는지 확인하여야 한다.
- 2. 데이터 수집 장치에 사용되는 수중 청음기 및 측정 장치는 수중 소음 측정 전에 교정 점검되어야 한다. 현장 설치 및 교정 점검 결과와 함께 관련 계측기의 교정 성적서가 우리 선급 검사원에게 제공되어야 한다.
- 3. 수중 소음 측정을 위한 등록된 전문공급자는 수중 소음 측정을 수행하기 위한 모든 측정 장치가 제 위치에 있고 올바르게 작동하는지 확인하여야 한다.
- 4. 각 측정 시험 운행의 시작과 끝에는 배경 소음 측정이 시험 중인 선박이 가장 먼 거리 또는 수중 청음기로부터 최소 2,000 m 이상의 거리에 있는 상태에서 최소 1분 동안 수행되고 기록되어야 한다. 배경 소음 측정은 측정 시험과 동일한 수중 청음기 배치 및 데이터 수집 방법을 사용하여야 한다.
- 5. 배경 소음 측정 중에는 모든 주 기관 및 발전기가 유휴 상태(idle condition)로 작동해야 한다.
- 6. 배경 소음 측정이 완료된 후, 시험 중인 선박은 승인된 측정 계획서에 명시된 운항 조건에서 작동해야 한다. 주 기관 및 보조 기관 출력, 선박 속도, 프로펠러 회전속도(RPM) 및 공칭 피치 각(가변피치 프로펠러의 경우)과 같은 작동 조건 및 적재 조건이 기록되어야 한다.
- 7. 선박 기준점이 시험 범위 시작점에 도착하기 전에, 시험 중인 선박은 계획된 작동 조건이 달성되어야 한다. 시험 범위 시작점과 시험 범위 종료점 사이에서 방향과 선박 작동 조건은 동일하게 유지되어야 한다.
- 8. 시험 중인 선박은 가장 가까운 지점에서 필요한 거리( $d_{CPA}$ )를 달성하기 위해 직선 코스를 통과해야 한다.  $d_{CPA}$ 는 200 m와 선박 길이 중 큰 값으로 한다. 선박 길이가 200 m 미만인 선박의 경우 최소 거리를 100 m까지 줄일 수 있다.
- 9. 데이터의 기록은 다음의 시험 범위 동안 수행되어야 한다(그림 3.2 참조).
  - (1) 시험 범위 시작점(COMEX)으로 정의되며, 선박의 선단이 가장 가까운 지점에 도착하기 전 최소 800 m
  - (2) 시험 범위 종료점(FINEX)으로 정의되며, 선박의 후단이 가장 가까운 지점을 지난 후 최소 800 m

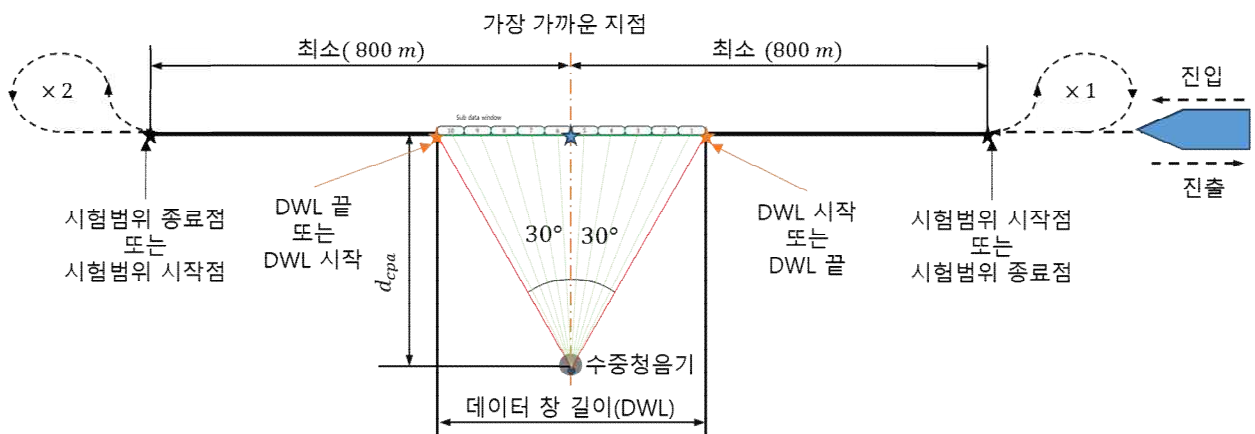


그림 3.2 시험 및 데이터 창 배치

- 10. 시험 범위 동안 시험 중인 선박 기준점과 수중 청음기 배열에 대한 거리 측정값을 기록해야 한다. 여기에는 가장 가까운 지점에서의 거리( $d_{CPA}$ ), 선박 기준점에서 각 수중 청음기로의 수평 거리 및 각 수중 청음기의 깊이와 해수면 사이의 수직 거리가 포함된다.
- 11. 시험 중인 선박은 시험 범위 종료점을 통과하여 "일리암슨 선회"를 실시해야 하며, 여기서 선박은 다른 쪽 측면에

대해서도 4항에서 10항을 반복하기 위해 다음 번 측정 시험 운영을 준비한다.

12. 완전한 시험 과정을 위해서는 동일한 작동 조건 하에서 선박의 좌현과 우현 측에서 각각 2 번의 반복 운영을 수행해야 한다.
13. 3개의 수중 청음기 배열 한 쌍을 사용하여 좌/우를 동시에 측정하는 경우 운영 횟수를 두 번(왕복 1회)으로 줄일 수 있다.

## 제 4 절 측정 조건

### 401. 일반사항

1. 해상 시운전은 적하 또는 평형수 상태에서 진행되어야 한다. 측정 동안의 흘수 조건은 결과보고서에 기록되어야 한다.
2. 천해에서 수중 방사 소음을 측정하는 경우 시험장의 최소 수심은 60 m와  $0.3v^2$  중 큰 값 이상이어야 한다. 여기서,  $v$ 는 선박의 속도(m/s)이다.
3. 세계 기상기구(WMO)의 해상 상태 규약의 해상 상태 3 이하 및 Beaufort 풍력 규모가 4 이하인 상태에서 측정하여야 한다. 비는 배경 소음 수준을 증가시키므로 강우 시 측정은 피하여야 한다. 그렇지 않은 경우, 실제 조건이 결과보고서에 기록되어야 한다.
4. 해류가 2m/s를 초과하거나 조수류(tidal current)의 잠재적 영향이 있는 장소에서는 측정을 진행하지 않아야 한다.
5. 왕복 시험 운영의 경우, 1회 왕복 운영 시간 내에서 해류 속도 변화가 0.5노트를 초과하는 시험장은 피하도록 한다. 썰물 또는 밀물 시간에 맞춰 시험을 수행하는 것이 좋다. 실제 조류 정보(속도, 방향 및 조수 관련 데이터)는 측정 결과보고서에 기록되어야 한다.
6. 해당하는 경우, 해저의 특성 및 해저 지형을 포함한 해저 바닥의 성질이 기록되어야 한다. 해저 지형은 수심의  $\pm 10\%$  내 깊이 변화로 수평이어야 한다.
7. 배경 소음을 최소화해야 한다. 시험장은 최대한 주요 항로, 항만 진출입로 또는 해양 작업 지역과 멀리 떨어져 있어야 한다. 해양 작업은 저인망 작업, 기동 박기, 어로, 다이빙 존, 지진 탐사, 해저 작업 또는 해안 시공 작업 등을 말한다.
8. 선박 항해는 측정 기간 동안 타 각도가 중립에서 2도미만으로 일정하게 유지되어야 한다. 타의 조작이 필요한 경우, 선박이 침로를 회복할 때까지 측정을 중지하여야 한다.
9. 선박 운항에 필수적인 모든 기관 장치는 측정 기간 동안 승인된 측정 계획서에 명시된 상태로 작동하여야 한다. 측정 기간 동안 정상 작동해야 할 기계 및 장비는 설치된 장치에 한 한다.
10. 승인된 측정 계획서에 명시된 작동 상태에서 벗어난 모든 측정 조건은 측정 결과보고서에 기록되어야 한다.

### 402. 정상 모드

1. 측정하는 동안 프로펠러 출력은 선박의 통상적인 운전 속도 또는 주기관의 최대 연속 정격(MCR)의 85% 이상이어야 한다.
2. 가변피치 프로펠러 및 Voith-Schneider 프로펠러는 통상적인 운항 상태(예, 피치각)에 있어야 한다. 디젤-전기 추진 장치와 같은 특수 추진 및 동력 구성을 갖는 선박의 경우, 실제 선박의 설계 또는 선박 사양에 정의된 운항 조건으로 시험할 수 있으며, 해당 조건은 결과보고서에 기록되어야 한다.

### 403. 정속 모드, 연구 모드, 탄성파 탐사 모드

1. 측정하는 동안 추진 장치(전통적인 프로펠러, 가변피치프로펠러, Voith-Schneider 프로펠러 등)는 승인된 측정 계획서에 명시된 운항 상태로 유지되어야 한다.
2. 인양 조건으로 시험하여야 하는 선박의 경우, 실물 장비 또는 시뮬레이션으로 얻은 인양 하중에 상당하는 대체 인양 물을 인양해야 한다. 인양 하중 계산서는 우리 선급에 제출되어야 한다.
3. 측정 계획서에 시험 선속(knots)를 명시하지 않은 경우, 시험 선박은 다음 정수중 선속에 상응하는 프로펠러 출력으로 설정하여야 한다.
  - (1) 정속 모드: 11 knots
  - (2) 연구 모드: 11 knots
  - (3) 탄성파 탐사 모드: 5 knots

404. 스텝 모드

1. 측정 시험 운행 동안 DP 및/또는 스텝 정격출력의 40%에서 운행 상태로 유지되어야 하며, DP 및/또는 스텝이 아닌 다른 추진장치는 작동하지 않아야 한다.

제 5 절 데이터 후처리

501. 일반사항

1. 데이터는 아래 그림 3.3의 데이터 후처리 계획에 따라 후처리되어야 한다. 여기서는 각각 다음을 나타낸다.

- (1) k 번째 운행
- (2) j 번째 하위 데이터 창
- (3) i 번째 수중 청음기



그림 3.3 수중 청음기, 데이터 창, 시험 운행에 대한 데이터 후처리 계획

2. 원 시계열 측정값은 데이터 보정 및 필요한 경우 협대역 분석을 포함한 시험 후 자세한 분석을 위해 기록되어야 한다.
  - (1) 데이터 창의 시작은 수중 청음기와 가장 가까운 지점을 잇는 선으로부터  $-30^\circ$ 에서 위치해야 한다(그림 3.2 참조).
  - (2) 데이터 창의 끝은 수중 청음기와 가장 가까운 지점을 잇는 선으로부터  $+30^\circ$ 에서 위치해야 한다(그림 3.2 참조).
3. 시험 범위 동안 각 수중 청음기에서 측정되고 기록된 수중 음압은 그림 3.4에 보인 바와 같이 선박 기준점이 데이터 창 내에 있는 동안 수집되어, 10개의 하위 데이터 창(sub data window)으로 분할하여 분석되어야 한다. 각 하위 데이터 창은 데이터 창을 가능한 한 균등하게 분할한 것이어야 한다.

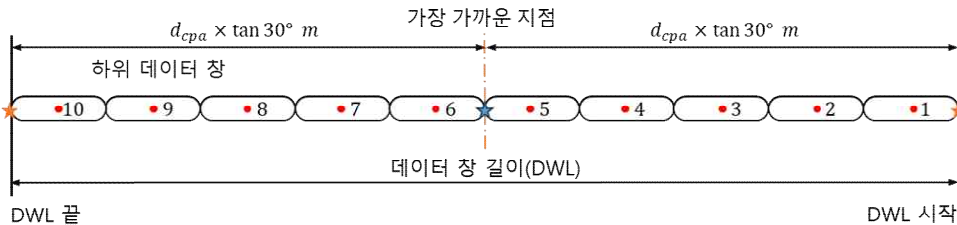


그림 3.4 데이터 창의 구성

4. 하위 데이터 창의 중간은 선박의 음향 중심이 이 창의 중앙에 위치하는 순간을 나타낸다.
5. 각 하위 데이터 창의 수집된 수중 음압 레벨은 데시데케이드 대역 스펙트럼의 형태로 제공되어야 한다.
6. 502.에서 504.까지 설명된 데이터 후처리는 데시데케이드 대역별로 수행되어야 한다.



## 502. 배경 소음 보정

1. 각 데시테케이드 대역별 수중 음압 레벨의 실효값 평균 스펙트럼은 각 수중 청음기에 대해 다음 절차에 따라 배경 소음을 보정해야 한다.

- (1) 선박의 시험 운행( $r_k$ ) 전후에 측정된 수중 청음기( $h_i$ )의 음압 레벨의 산술 평균을 계산한다. 이 값이 배경 소음 레벨( $L_{p_n}(r_k, h_i)$ )이다.
- (2) 선박의 시험 운행 전후 배경 소음에 대한 차이를 계산한다.
- (3) 각 시험 운행( $r_k$ ), 하위 데이터 창( $w_j$ ) 및 수중 청음기( $h_i$ )에 대해 측정된 수중 음압 레벨과 배경 소음 레벨의 차( $\Delta L$ )를 계산한다.

$$\Delta L(r_k, w_j, h_i) = L_{p_{s+n}}(r_k, w_j, h_i) - L_{p_n}(r_k, h_i)$$

$\Delta L$  : 측정된 수중 음압 레벨과 배경 소음 레벨의 차이 (dB)

$L_{p_{s+n}}$  : 각 운행에 대해 시험 중인 선박의 수중 음압 레벨 (dB)

$L_{p_n}$  : 시험 중인 선박이 수중 청음기에서 2,000 m 이상 떨어진 거리에 있을 때 측정된 배경 소음 레벨 (dB)

- (4)  $\Delta L \geq 3$  dB 인 경우, 배경 소음과 관련하여 측정은 유효하다고 인정될 수 있다. 배경 소음에 대한 보정은 다음에 따른다.

$$L'_p(r_k, w_j, h_i) = 10 \log \left[ 10^{\left( \frac{L_{p_{s+n}}(r_k, w_j, h_i)}{10} \right)} - 10^{\left( \frac{L_{p_n}(r_k, h_i)}{10} \right)} \right]$$

$L'_p$  : 배경 소음 보정을 마친 수중 음압 레벨 (dB)

- (5)  $\Delta L < 3$  dB 인 경우 : 측정된 수중 음압 레벨 결과는 유효하지 않은 데이터로 간주될 수 있으며, 사례별로 데이터의 유효성은 우선순위에 의해 평가되어야 한다.

## 503. 거리 보정

1. 소음원로부터 기준 거리 1m에서 수중 소음 레벨을 얻기 위해 수중에서의 전파 손실( $N_{PL}$ )을 고려하여야 한다. 로이드 미러 효과 보정을 포함한 수중 소음 레벨을 계산하고 보고해야 한다.

- (1) 전파 손실( $N_{PL}(r_k, w_j, h_i)$ )은 각 시험 운행( $r_k$ ), 하위 데이터 창( $w_j$ ), 수중 청음기( $h_i$ )에 대하여 CTD 측정 장치 또는 음속센서를 이용한 현장 실제 수위 음속 특성이 반영된 수치 모델을 이용해 계산한다.

(가) 가장 가까운 지점, 시험 범위 시작점, 시험 범위 종료점에서 제어된 활성 소음원(예, 알려진 교정된 음원 레벨 및 알려진 신호, 최소 주파수 대역 50 Hz ~ 20 kHz에서 4초 지속 선형 주파수 모듈(Linear Frequency Module) 신호 권장)으로 확인된 일련의 측정된 전파 손실을 이용해 수치 모델을 보정하는 것이 권장된다. 수치 모델과 측정된 전파 손실간의 차이를 최소화하기 위해 지리-음향 매개 변수(예, 압축 파속(m/s), 밀도, 압축 흡수)를 조정하여 수치 모델이 측정된 전파 손실이 일치되어야 한다. 차이와 최적의 지리-음향 매개 변수를 보고해야 한다.

(나) 선박이 이동하는 소음원인 것을 고려하기 위해 수치 모델의 전파 손실은 범위 평균하여 구할 수 있다.

(다) 전파손실 계산을 위한 수치모델은 아래의 수치모델링 방법이 권장된다.

(a) Parabolic equation model : 1kHz 미만 저주파 대역

(b) Ray theory model : 1 kHz 이상 고주파 대역

(라) 수치 모델은 각 하위 데이터 창( $w_j$ ) 및 수중 청음기( $h_i$ ), 10 Hz ~ 50 kHz 간의 각 주파수에 대해 실행되어야 한다.

(마) 수치 모델은 다음 정보를 반영하여 실행되어야 한다.

(a) 소음원 깊이: 음향 중심의 깊이

(b) 수중 청음기 깊이: 각 수중 청음기( $h_i$ ) 깊이

(c) 범위: 음향 중심과 각 수중 청음기( $h_i$ ) 간의 수평 거리

(d) 음속 특성: 205.에서 권장하는 대로 수위 음속 특성은 CTD 측정 장치 또는 음속센서로 측정하고 보고되어야



한다. 대체 방안으로, 측정일 또는 실제 측정과 가장 가까운 날짜와 장소에서 운영 중인 해양 시설로부터 정보를 얻어야 한다.

- (e) 해저 지리-음향 매개 변수는 (가)호 측정된 전파 손실을 이용해 조정되어야 한다. 대체로 이는 해저 지리-음향 데이터베이스에서 얻을 수 있다. 수치 모델은 이러한 측정된 전파 손실과 일치해야 하며, 수치 모델에 대한 보정은 보고되어야 한다.
- (f) 해수면은 파랑이 없는 상태로 가정하여 모델링한다.
- (g) 해저 지형: 음향 중심과 수중 청음기( $h_i$ ) 사이의 해저 지형은 GEBCO, EMODNet 또는 현지 해저 지형도와 같은 데이터베이스에서 나온다.
- (h) 주파수: 모델은 각 데시데케이드 대역의 주파수에서 최소 3개의 주파수에 대해 실행되어야 한다.
- (바) 모델의 결과는 (마) (h)의 각 데시데케이드 대역 내 주파수에 대해 평균을 구한다.
- (2) (1)호에 따른 전파 손실 계산이 실현 가능하지 않은 경우, 다음과 같은 간단한 전파 법칙으로 전파 손실( $N_{PL}$ )을 구할 수 있다.

$$N_{PL} = X \log \left( \frac{d_{Total}}{d_{ref}} \right) + \Delta_{LME}$$

$$d_{Total} = \sqrt{d_{vertical}^2 + d_{horizontal}^2}$$

$d_{vertical}$  : 각 수중 청음기와 해수면의 수직 거리, 즉 수중 청음기의 수심 (m)

$d_{horizontal}$  : 각 하위 데이터 창 중심과 수중 청음기의 수평 거리 (m)

$d_{ref}$  : 기준 거리 (1 m)

$X$  : 19 (수심 100 m 미만인 경우) 또는 20 (수심 100 m 이상인 경우)

$\Delta_{LME}$ : ISO 17208-2에 따라 로이드 미러 효과를 고려한 보정 계수

- 2. 각 시험 운영( $r_k$ ), 하위 데이터 창( $w_j$ ), 수중 청음기( $h_i$ )에 대한 수중 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{URN}(r_k, w_j, h_i) = L'_p(r_k, w_j, h_i) + N_{PL}(r_k, w_j, h_i)$$

#### 504. 최종 수중 소음 레벨 결정

- 1. 각 시험 운영 및 하위 데이터 창에 대한 수중 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{URN}(r_k, w_j) = 10 \log \left[ \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 10^{\frac{L_{URN}(r_k, w_j, h_i)}{10}} \right]$$

$L_{URN}(r_k, w_j)$ : 각 시험 운영( $r_k$ ) 및 각 하위 데이터 창( $w_j$ )에 대한 수중 소음 레벨

- 2. 각 시험 운영에 대한 수중 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{URN}(r_k) = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} L_{URN}(r_k, w_j)$$

$L_{URN}(r_k)$  : 각 시험 운영( $r_k$ )에 대한 수중 소음 레벨

- 3. 시험 선박의 최종 수중 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{URN} = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 L_{URN}(r_k)$$

$L_{URN}$  : 시험 선박에 대한 최종 수중 소음 레벨( $dB_{re} 1 \mu Pa @ 1 m$ )

### 제 6 절 평가 기준

#### 601. 일반사항

1. 504. 3항에서 도출된 시험 선박의 최종 수중 소음 레벨은 표 3.1 및 그림 3.5에 제시된 해당 모드에 대한 수중 소음 레벨의 평가 기준을 만족하여야 한다.
2. 수중 소음 레벨은 데시테케이드 대역별로 평가하며, 대역별 수중 소음 레벨의 평가 기준은 대역의 중심 주파수( $f_c$ )로 계산된다. ↕

표 3.1 수중 소음 레벨의 평가 기준 (dB)

중심 주파수( $f_c$ ) 범위	정상 모드 NXX <sup>(1)</sup>	정속 모드 QXX <sup>(1)</sup>	연구 모드 RXX <sup>(1)</sup>	탄성파 탐사 모드 SXX <sup>(1)</sup>	스리스터 모드 THR
10 Hz ~ 100 Hz	$-5\log(f_c/10) + 178$	$-3\log(f_c/10) + 168$	$-4\log(f_c/10) + 149.5$	168	-
100 Hz ~ 315 Hz	$-5\log(f_c/100) + 173$	$-3\log(f_c/100) + 165$	$+8.5\log(f_c/100) + 145.5$	168	-
315 Hz ~ 1k Hz	$-5\log(f_c/100) + 173$	$-3\log(f_c/100) + 165$	$+8.5\log(f_c/100) + 145.5$	-	-
1k Hz ~ 50k Hz	$-12\log(f_c/1000) + 168$	$-12\log(f_c/1000) + 162$	$-12\log(f_c/1000) + 154$	-	$-12\log(f_c/1000) + 165$
50k Hz ~ 100k Hz	-	-	$-12\log(f_c/1000) + 154$	-	-

비고

(1) XX는 시험 대상 선박의 모드별 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)를 의미하며, 소수점 이하는 절사한다.

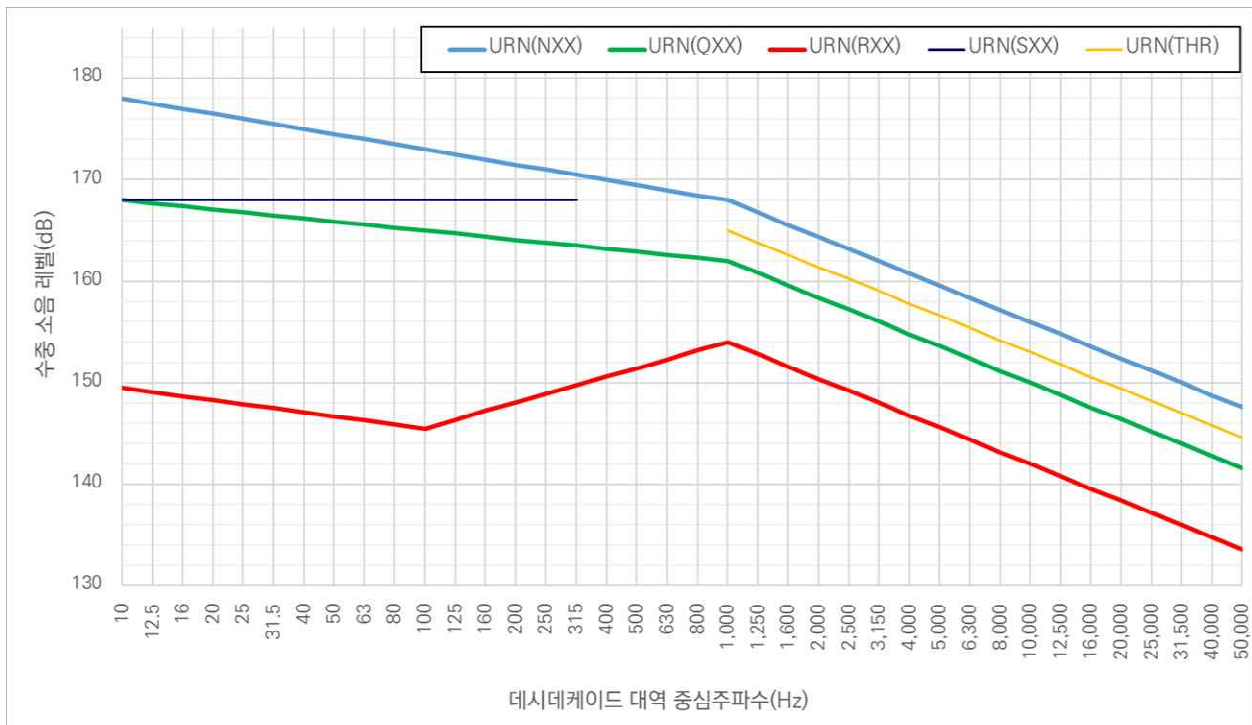


그림 3.5 수중 소음 레벨의 평가 기준 (도식)

## 제 4 장 공기중 소음 (2024)

### 제 1 절 일반사항

#### 101. 일반사항

1. 다음의 2절에서 5절의 요건에 따라 측정 및 결과 분석을 실시하고, 6절에 규정한 기준을 만족하여야 한다.
2. 공기중 소음 측정은 우리 선급에 등록된 전문공급자가 수행하여야 한다.

#### 102. 선박의 소음원

1. 각 선박에서 방사되는 전체 소음 방출은 선박의 여러 개별 소음원에서 추적할 수 있다. 경험에 따라 측정해야 할 가장 관련 있는 소음원이 다음과 같으며 이에 국한하지 않는다.
  - (1) 주기관 및/또는 보조 기관의 연돌 배출구
  - (2) 기관실 환기 입구 및 출구의 개구부
  - (3) 화물창 환기 및 공기조절 입구 및 출구의 개구부
  - (4) 선실 환기 및 냉방의 개구부
  - (5) 추가 관련 환기구(예 : 위생 또는 깎리 배기)
  - (6) 화물 적·양하 설비
2. 컨테이너선에서 냉장/냉동 컨테이너의 작동은 컨테이너의 (냉각) 유형, 선종 및 선박 크기, 선박 적재 및 항만 조건과 같은 여러 지표에 따라 크게 달라진다. 또한, 이들 작동은 정박중인 선박의 화물 하역 절차에도 속한다. 따라서 냉장/냉동 컨테이너는 측정에 고려되지 않으며 이 지침에서 측정된 선박의 공기중 소음 레벨 계산에는 고려되지 않는다.

### 제 2 절 측정 장치

#### 201. 일반사항

1. 공기중 소음을 정량화하기 위해 (1) 공기중 청음기(마이크로폰) 및 신호 조절, (2) 데이터 수집, 기록, 처리 및 화면표시 장치, 및 (3) 거리 측정 장치의 3 가지 주요 계측 구성 요소가 필요하다.

#### 202. 측정 장치

1. 음향 측정 장치는 다음으로 구성되어야 한다.
  - (1) IEC 61672-1 및 IEC 61672-2, Class 1을 준수하고, 마이크로폰 및 방풍망 (해당하는 경우 케이블 포함)이 갖춰진 적분형 소음계
  - (2) IEC 60942, Class 1을 준수한 음압 교정기
2. 마이크로폰에는 각 측정에 대해 방풍망 (직경  $\geq 6$  cm)이 장착되어 있어야 한다.
3. 공기중 소음 측정 전에 음압 교정기로 측정 장치의 교정을 점검해야 한다.
4. 후처리를 위해서는 다음 방법으로 구성된 분석 소프트웨어가 필요하다.
  - (1) IEC 61672-1에 따른 1/3 옥타브 대역 분석
  - (2) 주파수 가중, 시간 가중 및 평균
5. 모든 측정 중에 빠른(F) 시간 가중이 사용된다.
6. 거리 측정 장치는 0.1 ~ 600 m의 결과에서 2%의 정확도를 갖는 것이어야 한다.
7. 음향 측정 장치는 측정시 교정성적서와 유효한 교정 상태가 확인되어야 한다.

### 제 3 절 측정 절차

#### 301. 일반사항

- 102.의 1항에 명시된 소음원의 위치를 고려하여 측정을 수행해야 한다. 과도한 소음 레벨이 확인되었을 경우 우리 선급의 요구에 따라 추가 측정을 수행해야 할 수 있다.
- 측정은 선체 표면에서 100 m 거리에서 최소 30초 수행해야 한다. 모든 측정 지점은 마이크론이 위치한 해수면 또는 지면에서 최소 4 m 위에 있어야 한다.
- 선체 표면과 측정 지점 사이의 거리를 결정하려면 거리 측정이 필요하다. 측정 거리가 100 m와 다른 경우 기록되어야 하며 데이터 후처리 단계에서 보정되어야 한다.

#### 302. 정박 중 공기중 소음

- 선체 측면과 마이크론 사이의 권장 거리는 100 m이다. 선박과의 거리 100 m를 유지할 수 없는 경우 선체 표면으로부터 80 m ~ 120 m 거리에서 측정할 수 있다. 선박 측면은 마이크론에 직접 노출되어야 하며, 소음원(선박)과 마이크론 사이에 장애물이 없어야 한다.
- 선박의 각 측면(우현 및 좌현)에 대해 최소 4회의 소음 측정을 수행해야 한다. 한 지점은 연들의 보조기관 배출구 위치에서 선측과 수직인 방향으로 100 m 지점에 해당하고, 선수방향으로 2개 지점은 선박 길이(L)의 1/4 지점과 1/2 지점에 있어야 하고, 선미방향으로 1/4 L 지점에 있어야 한다. 다만, 보조기관 배출구가 선수방향 또는 중앙횡단면에 치우친 경우 2개 지점 중 선수방향으로 1/2 L 지점은 선미방향쪽으로 1/2 L 지점으로 조정할 수 있다.(그림 4.1 참조)
- 각 측면 공기중 소음 측정의 전후에 배경 소음을 측정하여야 한다. 배경 소음 레벨과 각 측정 지점의 소음 레벨의 차이는 최소 3 dB 보다 커야 한다.

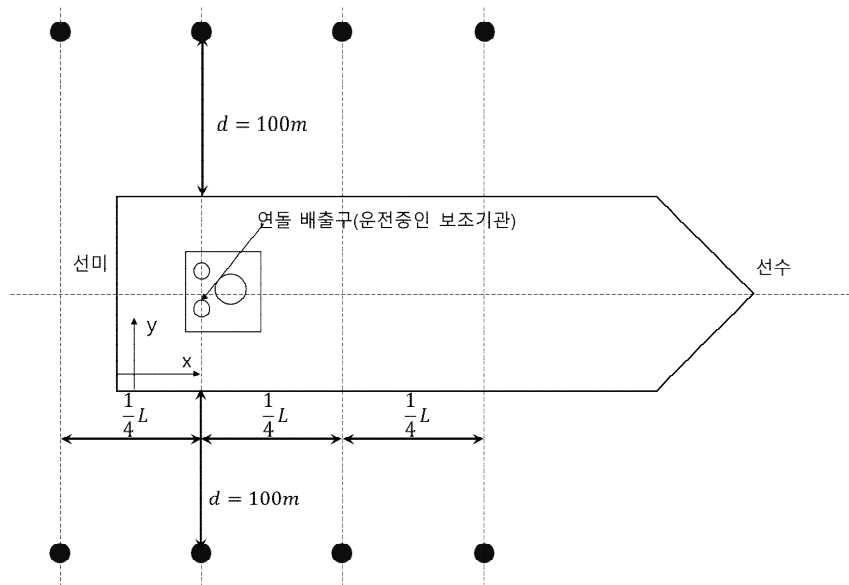


그림 4.1 정박 중 선박과 측정 위치 전개도

#### 303. 항해 중 공기중 소음

- 시험 중인 선박은 가장 가까운 지점에서 필요한 거리( $d_{CPA}$ )를 달성하기 위해 직선 경로를 통과해야 한다.  $d_{CPA}$ 는 선체 표면과 마이크론 사이의 거리로 100 m이다. 공기중 소음 측정시 선박 및 작업자의 안전을 고려하여 100 m 보다 먼 거리에서 측정할 수 있다.
- 데이터의 기록은 다음의 시험 범위 동안 수행되어야 한다.(그림 4.2 참조)
  - (1) 시험 범위 시작점(COMEX)으로 정의되며, 선박의 선단이 가장 가까운 지점에 도착하기 전 최소 800 m
  - (2) 시험 범위 종료점(FINEX)으로 정의되며, 선박의 후단이 가장 가까운 지점을 지난 후 최소 800 m
- 승인된 공기중 소음 측정 계획서에서 달리 요구하지 않는 한, 시험 중인 선박은 시험 운행 종료점을 통과할 때까지 코스를 유지하기 위해 일정한 속도, 고정된 기관 조건 및 조타 장치의 최소 사용을 유지해야 한다. 상세 시험 순서는

다음과 같다.

- (1) 항해 중 선박의 공기중 소음을 측정하기 위해서는 시험 운행의 시작과 끝에는 배경 소음을 측정하여야 한다. 배경 소음 측정은 시험 중인 선박이 가장 먼 거리 또는 마이크로폰으로부터 최소 2,000 m 이상의 거리에 있는 상태에서 최소 1분 동안 수행되고 기록되어야 한다. 배경 소음 측정은 측정 시험과 동일한 마이크로폰 및 데이터 수집 방법을 사용하여야 한다.
- (2) 배경 소음 측정이 완료된 후, 시험 중인 선박은 승인된 측정 계획서에 명시된 운항 조건에서 작동해야 한다. 주 기관 및 보조 기관 출력, 선박 속도, 프로펠러 회전속도(RPM), 스톨러 출력 및 공칭 피치 각(가변피치 프로펠러의 경우)과 같은 작동 조건 및 적재 조건이 기록되어야 한다.
- (3) 선박 기준점이 시험 범위 시작점에 도착하기 전에, 시험 중인 선박은 계획된 작동 조건이 달성되어야 한다. 시험 범위 시작점과 시험 종료점 종료점 사이에서 선박 작동 조건은 동일하게 유지되어야 한다.
- (4) 시험 중인 선박에 대한 거리 측정값을 기록해야 한다. 여기에는 가장 가까운 지점에서의 거리( $d_{CPA}$ ), 선박 기준점에서 마이크로폰까지의 수평 거리가 포함된다.
- (5) 시험 중인 선박은 측정 시험 범위 종료점을 통과하여 “윌리암슨 선회”를 실시해야 하며, 다른 쪽 측면에 대해서도 (1)호에서 (4)호를 반복하기 위해 다음 번 측정 시험 운영을 준비한다.
- (6) 완전한 시험 과정을 위해서는 동일한 작동 조건 아래에서 선박의 좌현과 우현 측에서 각각 2 번의 반복 운영을 수행해야 한다.

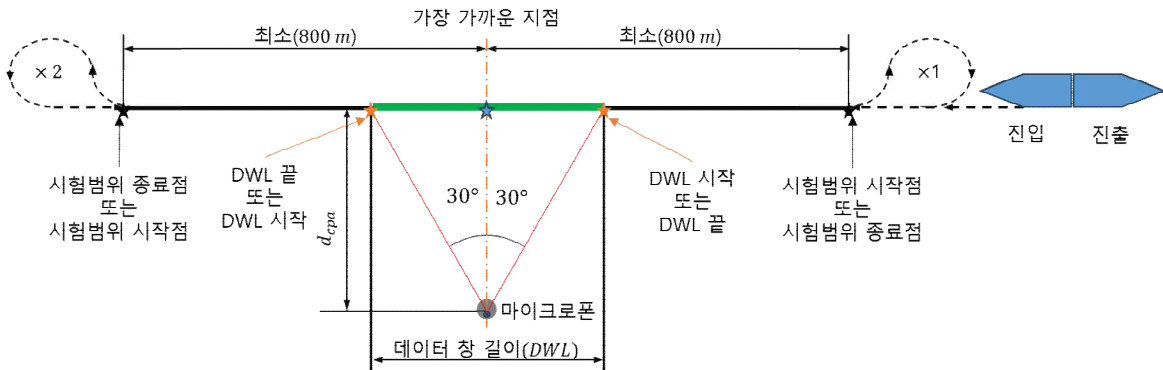


그림 4.2 시험 및 데이터 창 배치

## 제 4 절 측정 조건

### 401. 일반사항

1. 해상 시운전은 적하 또는 평형수 상태에서 진행되어야 한다. 측정 동안의 흘수 조건은 결과보고서에 기록되어야 한다.
2. 측정 중 선박의 운전 상태는 승인된 측정 계획서에 명시된 조건에 따라 설정되어야 한다. 우리 선급 검사원은 장치의 작동 조건이 승인된 측정 계획서에 부합하는지 확인하여야 한다.
3. 일반적으로 측정은 Sea State 3 이하의 조건에서 수행되어야 한다. 풍속은 7 m/s 미만이어야 하며, 비나 눈이 오는 동안 측정을 수행해서는 안 된다.
4. 데이터 수집 장치(DAS)에 사용되는 마이크로폰 및 측정 장치는 공기중 소음 측정 전에 교정 상태가 확인되어야 한다. 현장 설치 및 교정 점검 결과와 함께 관련 계측기의 교정 성적서가 우리 선급 검사원에게 제공되어야 한다.
5. 공기중 소음 측정을 위한 등록된 전문공급자는 공기중 소음 측정을 수행하기 위한 모든 측정 장치가 제 위치에 있고 올바르게 작동하는지 확인하여야 한다.
6. 측정 위치 근처에서 가능한 한 배경 소음이 작아야 하며, 배경 소음 및 주변 환경(예, 대형 반사면)으로 인해 측정이 왜곡되지 않도록 해야 한다.

### 402. 정박 중 공기중 소음

1. 측정하는 동안 선박은 정박시 선박의 정상 부하에서 작동해야 한다. 측정하는 동안 부하 조건은 항후 입항 항만에서 정박시 부하 조건보다 작지 않도록 선택해야 한다. 모든 측정 중에 전기 부하를 가능한 한 일정하게 유지하는 것이

중요하다.

2. 보조 기관의 전기 부하를 대표 부하로 조정하려면 기내 전력소비장치를 켜거나 꺼야 할 수 있다. 수동으로 제어할 수 있는 전력소비장치는 다음과 같다.
  - (1) 화물창 팬
  - (2) 기관실 팬
  - (3) 승객실의 팬 및 공기 조절 장치
  - (4) 선상 팬
3. 또한 모든 측정 중 작동 조건을 자세히 문서화해야 한다.

#### 403. 항해 중 공기중 소음

1. 내륙으로부터 1 km 이내 해역 또는 평수 구역에서 별도 설정된 운항 조건으로 항해하는 것이 확인된 선박의 경우 측정 계획서에 운항 상태를 명시하여야 하여야 한다. 승인된 측정 계획서에 운항 속도를 명시하지 않은 경우, 컨테이너 선과 자동차운반선은 운항 속도를 12 knot로, 다른 선종은 운항 속도를 10 knot로 한다.
2. 선박 항해는 측정 시험 운행 동안 타 각도가 중립에서 2 도미만으로 일정하게 유지되어야 한다. 타의 조작이 필요한 경우, 선박이 침몰을 회복할 때까지 측정을 중지하여야 한다.
3. 선박 운항에 필수적인 모든 기관 장치는 측정 시험 운행 동안 승인된 측정계획서에 명시된 운전 상태에서 작동하여야 한다. 측정 시험 운행 동안 정상 작동해야 할 기계 및/또는 장비의 목록은 설치된 장치에 한한다.
4. 가변피치 프로펠러 및 Voith-Schneider 프로펠러는 통상적인 운항 상태(예, 피치각)에 있어야 한다. 디젤-전기 추진 장치와 같은 특수 추진 및 동력 구성을 갖는 선박의 경우, 실제 선박의 설계 또는 선박 사양에 정의된 운항 조건으로 시험할 수 있으며, 해당 조건은 결과보고서에 기록되어야 한다.
5. 승인된 측정 계획서에 명시된 작동 상태에서 벗어난 모든 측정 사항은 측정 결과보고서에 기록되어야 한다.

### 제 5 절 데이터 후처리

#### 501. 일반사항

1. 마이크로폰에서 측정된 음압은 배경소음, 거리보정과 같은 후처리 단계를 거쳐야 한다.
2. 502.에서 504.까지 설명된 데이터 후처리는 31.5 ~ 8,000 Hz 범위에서 각 1/3 옥타브 대역별로 수행되어야 한다.

#### 502. 배경 소음 보정

1. 각 1/3 옥타브 대역에 대한 측정된 음압 레벨( $L_{p_{s+n}}$ )과 배경 소음 레벨( $L_{p_n}$ )의 차이( $\Delta L$ )는 다음 식에서 결정된다.

$$\Delta L = L_{p_{s+n}} - L_{p_n}$$

$\Delta L$  : 측정된 음압 레벨과 배경 소음 레벨의 차이 (dB)

$L_{p_{s+n}}$  : 시험 중인 선박의 측정된 음압 레벨 (dB)

$L_{p_n}$  : 시험 중인 선박이 마이크로폰에서 2,000 m 이상 떨어진 거리에 있을 때 측정된 배경 소음 레벨 (dB)

2. 시험 선박에 대한 측정위치에서의 배경 소음 보정된 음압 레벨( $L'_p$ )은  $\Delta L$ 의 크기에 따라 다음과 같이 결정된다.

- (1)  $\Delta L \geq 3$  dB 인 경우

$$L'_p = 10 \log \left[ 10 \left( \frac{L_{p_{s+n}}}{10} \right) - 10 \left( \frac{L_{p_n}}{10} \right) \right]$$

$L'_p$  : 배경 소음 보정을 마친 음압 레벨 (dB)

- (2)  $\Delta L < 3 \text{ dB}$  인 경우 : 배경 소음 보정된 음압 레벨( $L'_p$ )은 배경 소음 레벨( $L_{p_b}$ )로 간주할 수 있으며, 데이터의 활용 또는 재측정 여부는 우리 선급과 협의하여야 한다.

### 503. 거리 보정

1. 선박으로부터 기준 거리(100 m)에서 음압 레벨( $L_p$ )을 얻기 위해 선체 표면으로부터 실제 측정지점의 거리가 100 m와 다를 때 거리 보정(TL)을 하여야 한다.

$$L_p = L'_p + TL$$

$$TL = 20 \log \left( \frac{d}{d_{ref}} \right)$$

$d$  : 시험 중인 선박의 선체 표면에서 마이크론까지의 거리 (m)

$d_{ref}$  : 기준 거리(=100 m)

### 504. 최종 공기중 소음 레벨 계산

1. 선박으로부터 기준 거리(100 m)에서의 음압 레벨은 다음 절차에 따라 각 1/3 옥타브 대역별 공기중 소음 레벨을 계산한다.
2. 정박 중 공기중 소음의 1/3 옥타브 대역별 평균 음압 레벨을 계산한다.
  - (1) 좌현(Port) 및 우현(Starboard)에 대하여 각 평균 음압 레벨을 계산한다.

$$L_{p,P,avg} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_k 10^{\frac{L_{p,P}(k)}{10}} \right)$$

$$L_{p,S,avg} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{\frac{L_{p,S}(k)}{10}} \right)$$

$L_{p,P}(k)$  : 좌현 방향의 각 측정 지점의 음압 레벨 (dB)

$L_{p,S}(k)$  : 우현 방향의 각 측정 지점의 음압 레벨 (dB)

$n$  : 각 현(좌현 또는 우현) 측정지점 총 수(k)

- (2) 좌현(Port) 및 우현(Starboard)의 음압 레벨을 평균하여 선박의 음압 레벨을 계산한다.

$$L_{p,1/3octave} = 10 \log \left[ \frac{1}{2} \left( 10^{\frac{L_{p,P,avg}}{10}} + 10^{\frac{L_{p,S,avg}}{10}} \right) \right]$$

$L_{p,P,avg}$  : 좌현 방향의 평균 음압 레벨 (dB)

$L_{p,S,avg}$  : 우현 방향의 평균 음압 레벨 (dB)

3. 항해 중 공기중 소음은 측정된 음압을 배경 소음 보정 및 거리 보정 후 시간 평균하여 계산하거나 시간 평균 후 배경 소음 보정 및 거리 보정하여 계산할 수도 있다.
4. 2항 및 3항에 따라 계산된 1/3 옥타브 대역 음압 레벨을 이용하여 주파수 가중 음압 레벨( $L_{Aeq}$  또는  $L_{Ceq}$ )을 계산한다.
5. 최종 공기중 소음 레벨( $L_{AR,N}$ )은 31.5 Hz에서 8,000 Hz까지 1/3 옥타브 대역 A 가중 음압 레벨의 총합(dB(A))으로 계산된다.

## 제 6 절 평가 기준

## 601. 일반사항

1. 504. 5항에서 도출된 시험 선박의 공기중 소음 레벨은 표 4.1에 제시된 주파수 범위에 대한 공기중 소음 레벨의 평가 기준을 만족하여야 한다. ↓

표 4.1 공기중 소음 레벨의 평가 기준 ( $dB(A)$ )

주파수 범위	항해 중(Sailing)		정박 중(Berthing)	
	S1	S2	B1	B2
31.5 Hz ~ 8,000 Hz	63	58	50	45



---

인 쇄 2024년 5월 28일

발 행 2024년 6월 3일

## 선박의 방사 소음 지침

발행인 이 형 철

발행처 한 국 선 급

부산광역시 강서구 명지오션시티 9로 36

전화 : 070-8799-7114

FAX : 070-8799-8999

Website : <http://www.krs.co.kr>

---

신고번호 : 제 2014-000001호 (93. 12. 01)

Copyright© 2024, KR

이 지침의 일부 또는 전부를 무단전재 및 재배포시 법적제재를  
받을 수 있습니다.