



2021

수중 방사 소음 지침

GC-37-K

한 국 선 급

“수중 방사 소음 지침”의 적용

1. 이 지침은 별도로 명시하는 것을 제외하고 2021년 7월 1일 이후 신청되는 선박에 적용한다.

차 례

제 1 장 일반사항	1
제 1 절 일반사항	1
제 2 절 계획서 및 자료	2
제 2 장 선급 검사	4
제 1 절 일반사항	4
제 2 절 등록 검사	4
제 3 절 정기적 검사	4
제 4 절 임시 검사	4
제 3 장 수증 방사 소음 측정	5
제 1 절 일반사항	5
제 2 절 측정 장치	5
제 3 절 측정 절차	5
제 4 절 측정 조건	7
제 5 절 데이터 후처리 및 분석	8
제 6 절 허용 기준	10

제 1 장 일반사항

제 1 절 일반사항

101. 적용

1. 이 지침은 선박의 수중 방사 소음에 대한 선택 부기부호 URN(Underwater Radiated Noise)을 신청한 신선 및 현존선에 적용한다.

102. 정의

1. 이 지침에서 별도로 정의하지 않은 일반적인 용어는 ISO 18405 및 표준 시리즈 ISO 17208을 참조한다.
2. 천해(shallow water)라 함은 수심 150 m 보다 얇은 수심을 말한다.
3. 심해(deep water)라 함은 수심 150 m 보다 깊은 수심을 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 접근 지점(closest point of approach, CPA)이라 함은 시험 중인 선박의 선박 기준점에서 수중 청음기 (hydrophone)까지의 수평 거리가 가장 작은 지점을 말한다.
6. 선박 기준점(ship reference point)라 함은 수중 방사 소음 측정 중 선박의 위치를 나타내는 지점을 말하며, 이 지침에서는 음향 중심(acoustic center)을 의미한다.
7. 데이터 창 길이(data window length, DWL)라 함은 데이터 기록의 시작 위치(측정 시작점)와 종료 위치(측정 종료점) 사이의 거리를 말한다.
8. 수중 음압 레벨(underwater sound pressure level, L_p)이라 함은 수중 청음기로 측정된 제곱 평균 음압 레벨을 말하며, 다음 수식에 따라 결정되어 데시벨(dB)로 표시한다. 수중 음압 레벨은 10 Hz ~ 50,000 Hz 이상의 주파수 범위에서 1/3 옥타브대역별(IEC 61260을 준수하는 1/3 옥타브대역 필터)로 결정된다.

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

p_{rms} : 음압의 실효값(제곱평균제곱근)

p_0 : 기준 음압(1 μ Pa)

9. 수중 방사 소음 레벨(underwater radiated noise level, L_{RN})이라 함은 측정된 수중 음압 레벨을 선박 기준점으로부터 기준 거리(1 m)에서의 수중 음압 레벨 (dB) 로 환산한 값을 말한다.
10. 측정 불확도(measurement uncertainty)이라 함은 측정된 수중 방사 소음 레벨의 예상 분산을 말한다. 이는 주어진 측정 방법 (평균 시간, 대역폭-시간 곱 등)을 사용하여 1/3 옥타브대역에 대해 데시벨 (dB) 로 표시된다.
11. 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.
12. 정상 운항 모드(normal operation mode)라 함은 선박의 프로펠러 출력 및 모든 다른 기관장치가 계약서상의 통상적인 항해 조건(contractual normal seagoing condition)에서 운전되는 상태를 말한다.
13. 정숙 운항 모드(quiet operation mode)라 함은 환경적으로 민감한 지역(수중 방사 소음 규제 지역)을 운항하기 위하여 조정된 선박의 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건으로 운전되는 상태를 말한다. 정숙 운항 모드에서 수중 방사 소음을 측정하고자 하는 경우 프로펠러 출력 및 다른 기관장치의 운전 조건은 수중 방사 소음 측정 계획서에 명시되어야 한다.

103. 선급부호

1. 선박 소유자가 검사를 신청하고 이 지침의 요건을 만족하는 선박에 대하여 URN-T(XX) 또는 URN-Q(XX) 부호를

부기할 수 있다. URN-T(XX)는 정상 운항 모드에 대한 부기부호, UNR-Q(XX)는 정속 운항 모드에 대한 부기부호 그리고 XX는 각 모드의 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)이다.

제 2 절 계획서 및 자료

201. 일반사항

1. 검사를 받고자 하는 선박에 대하여는 다음 202. 1항에 규정된 수중 방사 소음 측정 계획서를 우리 선급에 제출하여 승인을 받아야 한다. 또한 우리 선급 검사원이 입회한 수중 방사 소음 측정이 실시된 후, 다음 202. 2항에 규정된 항목을 포함한 측정 결과보고서를 우리 선급에 제출하고 승인을 받아야한다. 우리 선급이 필요하다고 인정하는 경우, 추가 서류의 제출을 요구할 수 있다.

202. 승인용 계획서 및 자료

1. 수중 방사 소음 측정 계획서

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

- (1) 선박 정보 및 측정 참가자
 - (가) 선박의 주요 치수뿐만 아니라 선박 이름, 선급 번호 등을 포함한 선박 정보
 - (나) 측정 인력, 선사 대표, 조선소 대표 및 시험 담당자를 포함한 참가자 식별
- (2) 측정 시험장
 - (가) 지리적 위치, 수심 및 해저 조건
 - (나) 계획된 시험을 위한 풍속 및 해수면 조건
 - (다) 기상 조건 (기상 조건은 신뢰할 수 있는 일기 예보 웹 사이트/서비스를 기반으로 예측되어야 한다.)
- (3) 측정 장치
 - (가) 수중 청음기(번호, 유형 및 모델) 및 배치(배치 구성을 보여주는 스케치를 포함한 방법 및 수중 청음기 깊이)
 - (나) 거리 측정 장치
 - (다) 모든 측정 기기의 교정 계획 및 현재 교정 인증서
 - (라) 사용될 데이터 수집 및 기록 장치의 상세 정보
- (4) 해상 시험
 - (가) 측정 절차 설명
 - (나) 시험 일정, 계획된 시험 코스에 대한 설명 (항행 경로를 보여주기 위한 스케치 포함, 가장 가까운 접근 지점 및 다양한 시작점 및 종료점을 식별할 수 있는 스케치 포함) 및 속도를 포함하는 운영 프로파일을 포함한 시험항목, 각 시험 코스에 대한 시험 선박의 적재 조건
 - (다) 시험장 환경 모니터링, 선박 작동 조건 및 기타 보조 측정 점검에 사용되는 방법
- (5) 후처리/분석
 - (가) 측정된 수중 음압 데이터의 후처리 및 분석 절차에 대한 설명
 - (나) 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 방사 소음 측정 결과보고서. 보고서는 다음을 포함하여야 한다.

- (1) 소개
 - (가) 측정의 목표
 - (나) 선박 특성
 - (a) 선박 세부 사항
 - (b) 추진 특성
 - (c) 프로펠러 정보
 - (다) 수중 소음 기준
- (2) 수중 소음 측정
 - (가) 측정 프로토콜
 - (나) 시험 기간 및 장소

- (a) 측정 위치 및 시간
- (b) 환경 조건
- (다) 측정 장치
 - (a) 수중 청음기 및 신호 컨디셔닝(수중 청음기 교정)
 - (b) 거리 측정 장치
 - (c) 데이터 수집/처리 장치(데이터 샘플링 비율)
- (라) 시험 과정 및 운영 구성
 - (a) 가장 가까운 접근 지점
 - (b) 시험 과정 및 시험 운영
 - (c) 선박 작동 조건
 - (d) 배경 소음 측정
 - (e) 측정 절차
- (마) 기타 보조 측정 및 데이터
- (바) 승인된 측정 계획서에서 벗어난 측정 사항
- (아) 측정 기관 서명이 있는 시험 성적서
- (3) 데이터 처리
 - (가) 데이터 처리 절차
 - (나) 데이터 품질 평가
 - (다) 배경 소음 보정
 - (라) 거리 보정
- (4) 1/3 옥타브대역 데이터 분석
 - (가) 각 수중 청음기 및 각 시험 운행에 대한 결과
 - (나) 다중 수중 청음기 및 다중 주행 결과
 - (다) 정의된 기준에 대한 검증
- (5) 협대역 분석 (해당되는 경우)
- (6) 요약 ↕

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 수중 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 수중 방사 소음 레벨에 영향을 미치는 개조가 존재하지 않음을 확인한다. 검사원이 필요하다고 인정하는 경우, 본 지침에 규정된 기준을 만족하는지 확인하기 위해 수중 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 수중 방사 소음 레벨에 영향을 미치는 개조를 실시할 때
 - (2) 선박 소유자로부터 검사 신청이 있을 때
2. 임시 검사에서는 수중 방사 소음 레벨이 본 지침에 규정된 기준을 만족하는지 확인한다. ↓

제 3 장 수중 방사 소음 측정

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 방사 소음 측정은 우리 선급에 등록된 전문공급자가 수행하여야 한다.

제 2 절 측정 장치

201. 일반사항

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

202. 수중 청음기와 신호 조절

1. 수중 청음기는 시험 중인 선박의 수중 방사 소음을 측정하고 필요한 감도(sensitivity), 대역폭 및 동적 범위를 가져야 한다.
2. 수중 방사 소음 측정에는 주파수 범위 10 Hz ~ 50,000 Hz 이상에서 전 방향 측정이 가능한 3 개의 수중 청음기가 필요하다.
3. 수중 청음기는 필요한 모든 1/3 옥타브대역에 대해 IEC 60565에 따라 12 개월마다 실험실 교정을 실시해야 한다. 영구적으로 수중에 설치된 고정된 수중 청음기를 사용하는 경우, 실험실 교정을 대신하여 12 개월마다 교정된 수중 음원을 사용한 비교 측정으로 교정 상태를 확인할 수 있다.
4. 수중 청음기의 감도 및 방향성은 ± 2 dB 이내로 결정되어야 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 17208-1의 요구사항에 부합하여야 한다.

204. 거리 측정

1. 수중 청음기와 시험 중인 선박의 선박 기준점 사이의 실제 거리를 지속적으로 결정하려면 거리 측정이 필요하다.
2. 거리 측정 장치는 수중 청음기 위의 해수면 위치에서 시험 중인 선박의 기준점까지의 수평 거리를 결정해야 한다. (예 : 케이블을 매달기 위해 사용된 장치 또는 부표) 거리 측정 장치는 요구되는 정확도를 달성하기 위해 임의의 방법 (예를 들어, 광학, 음향, GPS, 레이더)을 이용할 수 있다.
3. 거리 측정 장치는 10 m 이내로 정확해야 한다.
4. 수중 청음기의 케이블 표류는 5 도를 초과하지 않아야 한다. 케이블 표류 각도가 5 도를 초과하면 선박과의 직선거리 결정 시 표류 각도를 고려해야 한다.

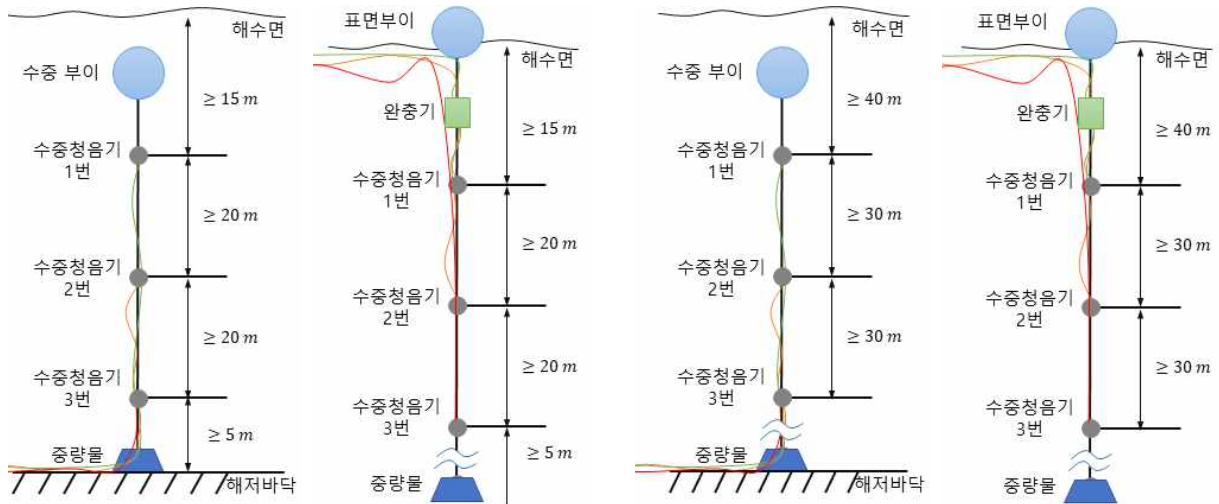
제 3 절 측정 절차

301. 일반사항

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

302. 수중 청음기 배치

1. 수중 방사 소음 측정을 위한 시험장의 수심에 따라 수중 청음기는 그림 3.1과 같은 배치이어야 한다.
2. 지원 선박에서의 수중 청음기 배치는 측정 불확실성을 증가시키므로 피해야 한다. 지원 선박이 운영 중일 경우 측정 결과에 영향을 주지 않아야 한다.
3. 측정 방향성을 줄이기 위하여 수중 청음기는 해저 방향을 향하도록 설치한다.



(a) 바닥 고정식 배치(천해) (b) 표면 부유식 배치(천해) (c) 바닥 고정식 배치(심해) (d) 표면 부유식 배치(심해)

그림 3.1 수중 청음기 배치

303. 선박 운행 및 시험 범위

1. 선박의 운행 및 시험 범위의 구성은 그림 3.2에 보인 바와 같다.
 - (1) 시험 중인 선박은 가장 가까운 접근 지점(CPA)에서 필요한 거리(d_{CPA})를 달성하기 위해 직선 코스를 통과해야 한다. d_{CPA} 는 200 m 와 선박 길이 중 큰 값으로 한다.
 - (2) 데이터 창 길이는 가장 가까운 접근 지점을 기준으로 도착 전 200 m 지점 (측정 시작점)에서 통과 후 200 m 지점(측정 종료점)까지로 한다.
 - (3) 시험 운행 시작점(COMEX) 및 종료점(FINEX)에서 가장 가까운 접근 지점까지의 거리는 800 m 이상이어야 한다.

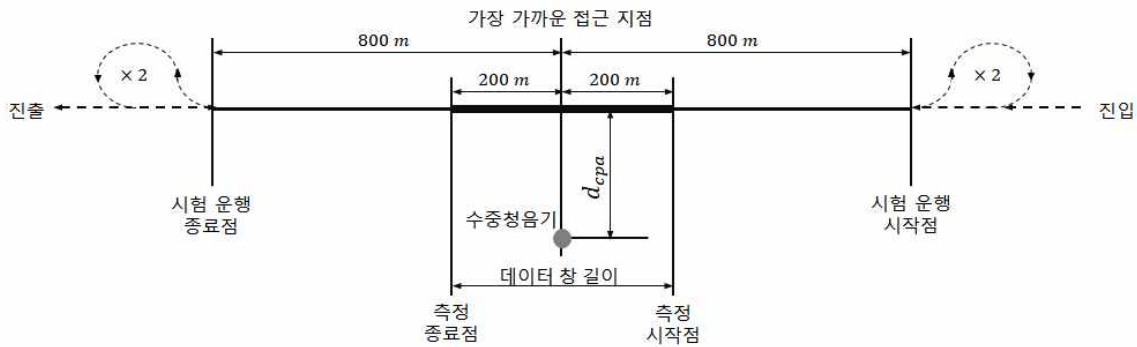


그림 3.2 선박 운행 및 시험 범위

2. 선박의 시험 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.

304. 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 계획서에 부합하는지 확인하여야 한다.
2. 데이터 수집 장치(DAS)에 사용되는 수중 청음기 및 측정 장치는 수중 방사 소음 측정 전에 교정되어야 한다. 현장 설치 및 교정 점검 결과와 함께 관련 계측기의 교정 성적서가 우리 선급 검사원에게 제공되어야 한다.
3. 수중 방사 소음 측정을 위한 등록된 전문공급자는 수중 방사 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 1 분 동안 수행되고 기록되어야 한다. 배경 소음 측정은 측정 시험과 동일한 수중 청음기 배치 및 데이터 수집 방법을 사용하여야 한다.
5. 배경 소음 측정 기록 중에는 모든 주 기관 및 발전기가 유헴 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 범위의 시작점에 도착하기 전에, 시험 중인 선박은 계획된 작동 조건이 달성되어야 한다. 시험 범위의 시작점과 시험 범위의 종료점 사이에서 방향과 선박 작동 조건은 동일하게 유지되어야 한다.
8. 방사된 수중 소음에 대한 시험 측정의 데이터 기록(수중 청음기의 기계적 출력 신호가 데이터 수집 장치로 전송되는 경우)은 그림 3.2에 표시된 것처럼 시험 중인 선박의 기준점이 측정 시작점(데이터 창 의 시작)에 도달할 때 시작되고, 선박의 기준점이 측정 종료점(데이터 창 의 끝)에 도달할 때 종료한다.
9. 시험 중인 선박에 대한 거리 측정값을 기록해야 한다. 여기에는 가장 가까운 접근 지점에서의 거리(d_{CPA}), 선박 기준점에서 각 수중 청음기로의 수평 거리 및 각 수중 청음기의 깊이와 해수면 사이의 수직 거리가 포함된다.
10. 시험 중인 선박은 시험 운행 종료점을 통과하여 “윌리암슨 선회”를 실시해야 하며, 여기서 선박은 다른 쪽 측면에 대해서도 6항에서 9항을 반복하기 위해 다음 번 측정 시험 운행을 준비한다.
11. 완전한 시험 과정을 위해서는 동일한 작동 조건 하에서 선박의 좌현과 우현 측에서 각각 2 번의 반복 운행을 수행해야 한다.

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 m 이상이어야 한다. 해저는 가능한 한 평평하여야 한다.
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. 이것이 달성될 수 없다면, 실제 조건이 결과보고서에 기록되어야 한다.
4. 선박 항해는 측정 기간 동안 타 각도가 2 도미만의 좌현 또는 우현으로 일정하게 유지되어야 한다. 선박 조작성이 필요한 경우, 선박 침로를 회복할 때까지 측정을 중지하여야 한다.
5. 선박 운항에 필수적인 모든 기관 장치는 측정 기간 동안 통상적인 운항 상태에서 작동하여야 한다. 측정 기간 동안 정상 작동해야 할 기계 및 장비의 목록은 설치된 장치에 한 한다.
6. 승인된 측정 계획서에 명시된 작동 상태에서 벗어난 모든 측정 사항은 측정 결과보고서에 기록되어야 한다.

402. 정상 운항 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 운항 모드

1. 측정하는 동안 추진 장치(전통적인 프로펠러, 가변피치프로펠러, Voith-Schneider 프로펠러 등)는 승인된 측정 계획서에 명시된 운항 상태로 유지되어야 한다.

제 5 절 데이터 후처리 및 분석

501. 일반사항

1. 각 수중 청음기에서 측정된 수중 음압은 배경 소음 보정, 감도 보정 및 거리 보정과 같은 후 처리 단계를 거쳐야 한다.
2. 각 수중 청음기에서 측정된 수중 음압은 선박 기준점이 데이터 창 내에 있는 동안 수집되어, 그림 3.3과 같이 10개의 하위 데이터 창(sub data window)으로 분할하여 분석되어야 한다. 각 하위 데이터 창은 데이터 창을 가능한 한 균등하게 분할한 것이어야 한다.
3. 각 하위 데이터 창의 수집된 수중 음압 레벨($L_{p_{s+n}}$)은 10 Hz ~ 50,000 Hz까지 1/3 옥타브대역별 선형 평균된 제곱 평균제곱근(r.m.s)으로 필터링되고 제공되어야 한다.

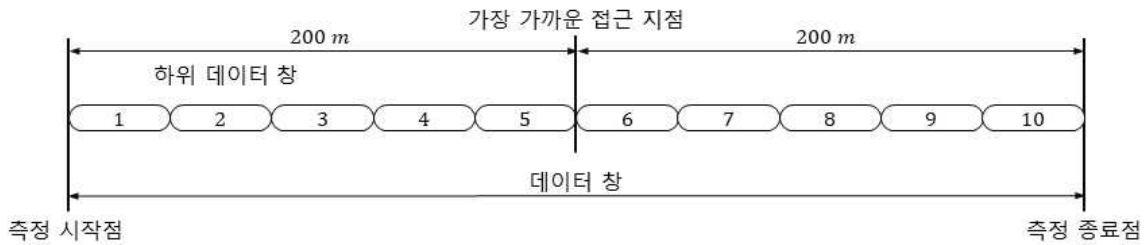


그림 3.3 하위 데이터 창의 구성

4. 502.에서 505.까지 설명된 데이터 후처리는 1/3 옥타브대역별로 수행되어야 한다.

502. 배경 소음 보정

1. 일련의 배경 소음 데이터는 각 측정 운행의 시작과 끝에 수집된다.
2. 각 1/3 옥타브대역에 대한 측정된 수중 음압 레벨($L_{p_{s+n}}$)과 배경 소음 레벨(L_{p_n})의 차이(ΔL)는 다음 식에서 결정된다.

$$\Delta L = L_{p_{s+n}} - L_{p_n} = 10 \log_{10} \left(\frac{p_{s+n}^2}{p_n^2} \right)$$

- ΔL : 측정된 수중 음압 레벨과 배경 소음 레벨의 차이 (dB)
- p_{s+n} : 수중 청음기에서 수신된 수중 음압(μPa), 여기에는 시험 중인 선박의 수중 방사 소음과 시험장의 배경 소음이 모두 포함되어 있다.
- p_n : 수중 청음기에서 수신된 배경 소음의 음압(μPa)
- $L_{p_{s+n}}$: 각 운행에 대해 시험 중인 선박의 수중 음압 레벨 (dB)
- L_{p_n} : 시험 중인 선박이 수중 청음기에서 2,000 m 이상 떨어진 거리에 정박 중 일때 측정된 배경 소음 레벨 (dB), L_{p_n} 은 각 운행의 시작과 끝에 측정된 배경 소음 레벨의 산술평균으로 구할 수 있다.

3. 시험 중인 선박의 수중 음압 레벨(L'_p)은 ΔL 의 크기에 따라 다음과 같이 결정된다.

- (1) $\Delta L > 10 dB$ 인 경우 :

$$L'_p = L_{p_{s+n}}$$

L'_p : 배경 소음 보정을 마친 수중 음압 레벨 (dB)

(2) $3\text{ dB} \leq \Delta L \leq 10\text{ dB}$ 인 경우 :

$$L_p' = 10 \log \left[10^{\left(\frac{L_{p_{r+1}}}{10}\right)} - 10^{\left(\frac{L_{p_r}}{10}\right)} \right]$$

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

503. 수중 청음기 감도 보정

1. 배경 소음을 고려하여 보정된 수중 음압 레벨은 수중 청음기(들)의 감도를 고려하여야 한다. 수중 청음기 감도 보정은 다음 식에 따라 진행된다.

$$L_p'' = L_p' + A_{SEV}$$

L_p'' : 배경 소음 및 수중 청음기 감도 보정 마친 수중 음압 레벨(dB)

A_{SEV} : 수중 청음기 감도 ($\pm 2\text{ dB}$ 사이).

504. 거리 보정

1. 소음원로부터 기준 거리 1m에서 수중 방사 소음 레벨을 얻기 위해 수중에서의 음파 전달로 인한 전달 손실(TL)을 고려하여야 한다.

(1) 각 하위 데이터 창에 대한 전달 손실은 시험장에서 실제 측정된 값을 이용하여야 한다. 전달 손실을 직접 측정할 때는 알려진 소음원이 시험 중인 선박과 동일한 경로를 따라 견인되어야 한다.

(2) (1)호를 따르는 것이 현실적이지 않은 경우, 다음과 같은 간단한 전파 법칙으로 전달 손실을 구할 수 있다.

(가) 수심 $< 100\text{ m}$

$$TL = 19 \log \left(\frac{d_{Total}}{d_{ref}} \right)$$

d_{Total} : 시험 중인 선박의 기준점 (하위 데이터 창 중심) 에서 수중 청음기까지의 전체 거리 (m)

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

d_{ref} : 기준 거리(=1 m)

(나) 수심 $\geq 100\text{ m}$

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

2. 각 운행, 수중 청음기 및 하위 데이터 창에 대한 수중 방사 소음 레벨(L_{RN})은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{RN}(r, h, i) = L_p''(r, h, i) + TL(h, i)$$

$L_{RN}(r, h, i)$: r번째 운행 ($r=1\sim 4$), h번 수중 청음기 ($h=1\sim 3$) 및 i번째 하위 데이터 창 ($i=1\sim 10$) 에 대한 수중 방사 소음 레벨 ($\text{dB re } 1\mu\text{Pa} @ 1\text{m}$)

$L_p''(r, h, i)$: r번째 운행, h번 수중 청음기 및 i번째 하위 데이터 창에 대한 배경 소음 및 수중 청음기 감도 보정을 마친 수중 음압 레벨 ($\text{dB re } 1\mu\text{Pa}$)

$TL(r, h, i)$: r번째 운행, h번 수중 청음기 및 i번째 하위 데이터 창에 대한 전달 손실 (dB)

505. 최종 수중 방사 소음 레벨 결정

1. 각 운행 및 수중 청음기에 대한 수중 방사 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{RN}(r,h) = \frac{\sum_{i=1}^{10} L_{RN}(r,h,i)}{10}$$

$L_{RN}(r,h)$: $r(r=1\sim4)$ 번째 운행 및 $h(h=1\sim3)$ 번 수중 청음기에 대한 수중 방사 소음 레벨($dB re 1\mu Pa @ 1m$)

2. 각 운행에 대한 수중 방사 소음 레벨은 다음 식에 의해 결정된다.

$$L_{RN}(r) = 10 \log \left[\frac{1}{3} \sum_{h=1}^3 10^{\frac{L_{RN}(r,h)}{10}} \right]$$

$L_{RN}(r)$: $r(r=1\sim4)$ 번째 운행에 대한 수중 방사 소음 레벨($dB re 1\mu Pa @ 1m$)

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

$$L_{RN} = \frac{1}{4} \sum_{r=1}^4 L_{RN}(r)$$

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

제 6 절 허용 기준

601. 일반사항

1. 505. 3항에서 도출된 시험 선박의 최종 수중 방사 소음 레벨은 표 3.1 및 그림 3.4에 제시된 해당 운항 모드에 대한 수중 방사 소음 레벨의 허용 기준을 만족하여야 한다. ↴

표 3.1 수중 방사 소음 레벨의 허용 기준 (dB)

주파수범위	정상 운항 모드 (부호:URN-T(XX) ⁽¹⁾)	정속 운항 모드 (부호:URN-Q(XX) ⁽¹⁾)
10 Hz ~ 100 Hz	$-5\log(f/10)+178$	$-3\log(f/10)+168$
100 Hz ~ 1,000 Hz	$-5\log(f/100)+173$	$-3\log(f/100)+165$
1,000 Hz ~ 50,000 Hz	$-12\log(f/1000)+168$	$-12\log(f/1000)+162$
비고 (1) XX는 시험 대상 선박의 운항 모드별 프로펠러 출력에 상응하는 정수중 선속(knots)를 의미하며, 소수점 이하는 절사한다.		

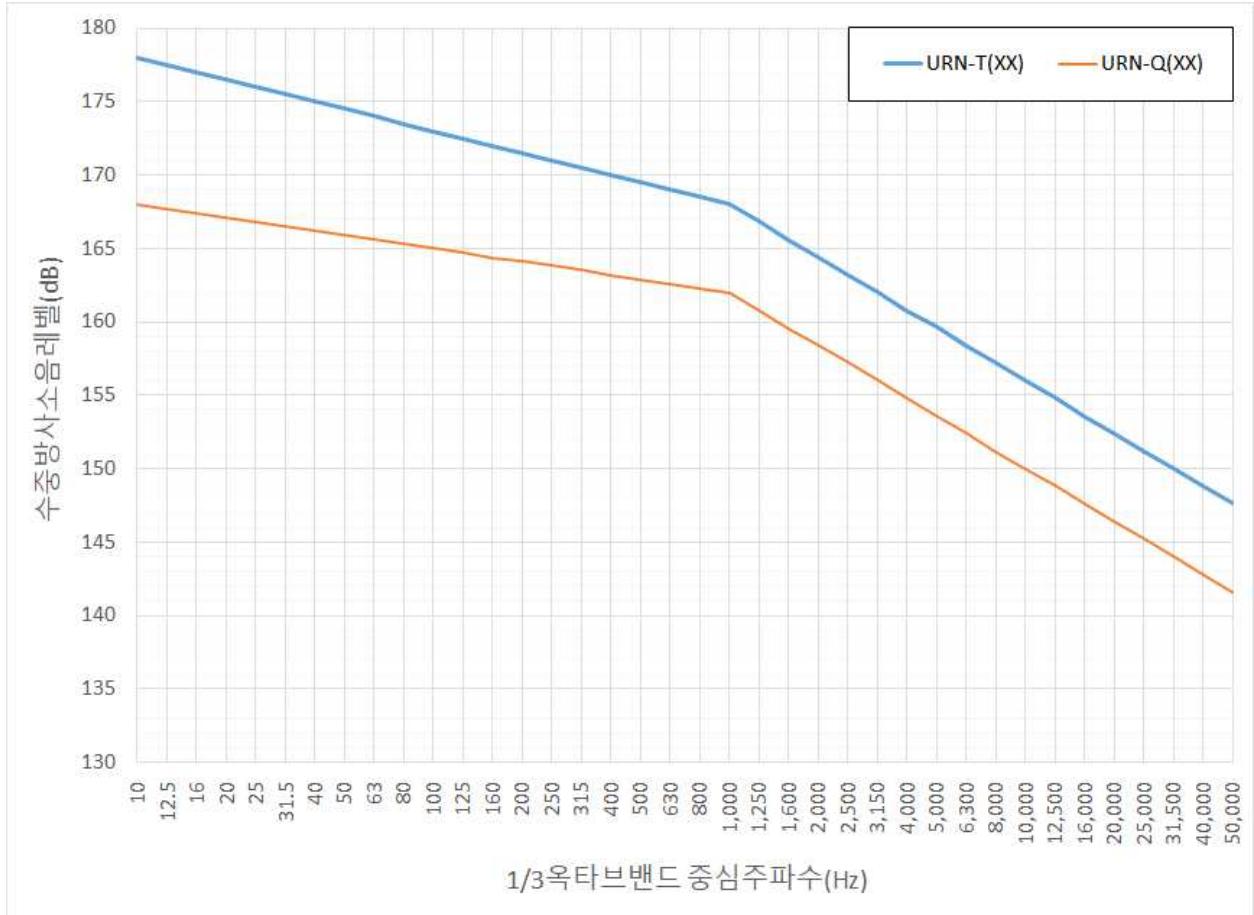


그림 3.4 수중 방사 소음 레벨의 허용 기준 (도식)

인 쇄 2021년 3월 24일

발 행 2021년 4월 1일

수중 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© 2021, KR

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