

무선호기(전기혼) 시스템에 설계에 대한 고찰

김형준* · 김혁** · 박제섭*** · 이효경**** · 한상훈***** · 정재환*****


*,**,***,****,*****,*****제주해양수산관리단 항로표지팀

요 약 : 항로표지 음파표지로 사용되는 무선호기 주요 장비를 안정적인 성능이 담보되고 범용적으로 판매되는 제품을 선정함으로써 무선호기 고장발생 시 신속한 대처가 가능하도록 하고, 안개발생 방향을 고려하여 선택적으로 무선호기를 운영 할 수 있도록 설계하였다. 그리고 무선호기 음달거리를 공칭(명목적) 음달거리와 통상 음달거리에 대한 정확한 기준 없이 사용(표기)하는 등 통일성이 결여되어 공칭(명목적) 음달거리로 통일 할 필요성이 있다.

핵심용어 : 음파표지, 무선호기, 공칭 음달거리, 통상 음달거리

1. 추진 배경

- 항로표지 측정선(한빛호) 음파측정 결과 **음달거리 미달 판정(2016.9.)**
- 무선호기 **장비 노후화**로 인해 잦은 고장 발생 등 교체 필요성 제기
(설치년도 : 우도 무선호기(2003. 11.) / 추자도 무선호기(2005.12.)



3. 문제점 (1)

- 1985년 4월 IALA 제5회 총회에서 청각에 의한 거리 및 방위의 결정은 대단히 부정확하기 때문에 **“음파표지를 위치결정용의 원조시설로 사용 하여서는 안 된다.”** 라고 결의한 후 핀란드, 아이슬란드, 호주, 노르웨이 등 몇몇 나라들은 음파표지의 사용을 완전히 폐지하였음 [출처 : 항로표지 업무편람 5-3]
 - 음파표지의 음달거리에 대한 **이론적 접근 및 설치방법(장비구성 등)**에 대한 **정립 미흡** 등의 문제점 초래
- 음달거리 표기에 대한 명확한 기준 모호
 - “등대표”의 경우, **“명칭 - 위치 - 종류 및 주기 - 리듬”**으로만 표기되어 있고, 음달거리에 대한 규정이 없음
 - ※ “항로표지의 고시에 관한 취급요령”에도 **별도 규정이 없음**

2. 성능개선 대상 현황

설치 장소	종류	출력	취명 주기	음달거리	스피커 구성
우도	전기혼	2.4kW (100W×24개)	매 52초에 2회 취명 (취명 4초, 정명 4초, 취명 3초, 정명 41초)	3마일	120° 간격 3방향 으로 12개 설치 (1방향에 4개씩 설치)
추자도	전기혼	2.4kW (100W×24개)	매 40초에 1회 취명 (취명 5초, 정명 35초)	3마일	180° 간격 2방향 으로 12개 설치 (1방향에 6개씩 설치)

3. 문제점 (2)

- 무선호기의 음달거리를 **공칭(명목적) 음달거리** 및 **통상 음달거리**에 대한 정확한 기준없이 사용(표기)하는 등 통일성 결여
 - 공칭 음달거리 : 안개가 많은 기상 상태에서 잠음 속 신호를 **90%**의 가청 확률로 들을 수 있는 거리
 - 통상 음달거리 : 안개가 많은 기상 상태에서 잠음 속 신호를 **50%**의 가청 확률로 들을 수 있는 거리
- 고장 발생 시 부품 수급 및 전문수리 업체 수배가 어려워 작기 수리 등 기능유지에 차질 발생
- 안개 발생 시 안개 방향에 있는 무선호기를 선별적으로 선택하여 취명하지 못하고, 전체 무선호기를 운영하여 지역 주민들의 **민원발생(소음)** 원인으로 작용

4. 개선 방향

- 무신호기에 대한 신뢰성 확보를 위해 **각 방향별 공칭 음달거리**를 충족 할 수 있도록 구성하고,
- 안개발생 방향을 고려하여 **선택적으로 무신호기를 운영** 할 수 있도록 하며,
- 안정적인 성능이 담보되고 **범용적으로 판매되는 제품**을 선정하여 무신호기 고장 발생 시 **신속한 대처**가 가능토록 개선

5. 무신호기 설계 [대시벨(dB) / 3dB 법칙]

- 소리의 상대적 크기를 나타내는 단위 (log 스케일)



3dB 법칙
(출력이 2배 증가하면 3dB 증가하는 법칙)

0dB =>	1배
2dB =>	1.5배
3dB =>	2배
6dB =>	4배
10dB =>	10배

1개 스피커	정격출력 134dB
↓	
2개 스피커	정격출력 137dB
↓	
4개 스피커	정격출력 140dB
↓	
8개 스피커	정격출력 143dB

5. 무신호기 설계 기준

< 무신호기 설계 기준 >

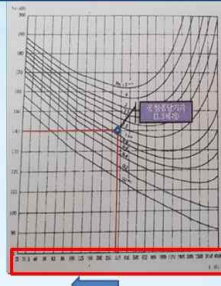
- 전기혼이 300 Hz에서 혼의 중심축으로부터 1m의 거리의 음압 레벨이 $N_r = 140 \text{ dB}^{\text{A}}$ 이상, 통상 음달거리 $P_n = 2.6$ 해리 이상이고 공칭 음달거리 $P_n = 1.3$ 해리 이상이 되도록 설계

* 관련근거 : 항로표지 업무편람 제5장 음파표지

- 1) IALA에서 음달거리에 영향을 미치는 요인이 대단히 많고 복잡하여, 1997년 "음파신호의 공칭 음달거리와 통상 음달거리의 정의와 계산방법"을 권고함
- 2) 안개가 많은 기상 상태에서 선교의 Wing에 위치한 청취자가 "안개신호에 대한 IALA 소위원회"가 결정한 잠음속에서 신호를 90%의 가청 확률로 들을 수 있는 거리
- 3) 안개가 많은 기상 상태에서 선교의 Wing에 위치한 청취자가 "안개신호에 대한 IALA 소위원회"가 결정한 잠음속에서 신호를 50%의 가청 확률로 들을 수 있는 거리
- 4) 해당 방향으로 1m의 기준 거리에서 음파발생기의 신호를 dB로 표시한 음압레벨

5. 무신호기 설계 [왜 400 Hz 주파수 인가?]

- 전기혼은 전자식으로 통상 300 ~ 500Hz의 저주파



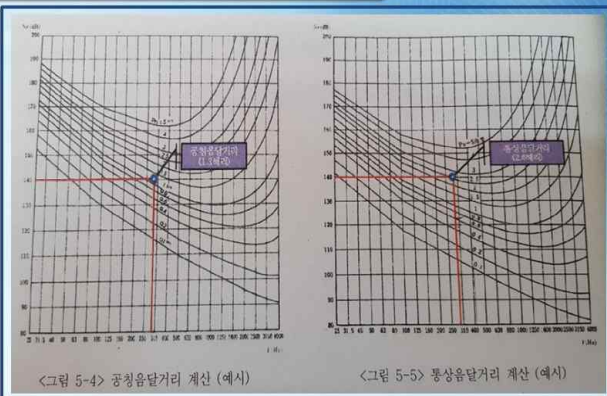
- 1/3 옥타브 밴드 중심주파수 Rule

200Hz 250Hz 315Hz 400Hz 500Hz

- 300Hz ~ 400Hz 중 20Hz 간격으로 청각에 의한 테스트 결과, 무신호로서의 가장 청음한 소리가 360Hz
- 이므로, 1/3 옥타브 밴드 중심주파수 Rule에 따라 근접한 400 Hz 적용

- 같은 dB 라도 주파수가 낮을수록 음달거리가 커지는 경향 있음

5. 무신호기 설계 기준 (개선 도표)



6. 무신호기 설계 (우도)



- 120도 간격으로 4개씩(무음) 3방향 에 대한 공칭음달거리(1.3해리)를 충족하기 위해 300W X 4개씩 구성하여 140 dB 구현 (각 방향별 140 dB 조건 충족)

6. 무선호기 설계 (추지도)



추지도 등대 스피커 다워

- 180도 간격으로 6개씩(육음) 2방향에 대한 공칭음달거리(1.3해리)를 충족하기 위해 300W X 6개씩 구성하여 140 dB이상 구현 (각 방향별 140 dB이상 조건 충족)

7. 음압 및 음달거리 측정 결과

- 공인기관(한국조선해양기자재연구원) 현장 성능시험 결과
우도 : 주파수 400 Hz, 음압레벨 142.1 dB (각 방향별)
추지도 : 주파수 400 Hz, 음압레벨 142.2 dB (각 방향별)
- 2017년도 항로표지 측정선(한빛호) 측정 결과
우도 : 2.5 해리 / 추지도 : 3.0 해리



6. 무선호기 설계 (주요 장비 / 관급 자재)

품명	규격	모델명	조달 식별번호	수량
전원공급장치	사용전압: AC 220V, 60Hz RACK SYSTEM 전원 및 순차전원 제어	IPD-8329	2213 5561	4개
CD녹음 및 플레이어	S/N: 85dB 이상 주파수 특성: 20Hz ~ 20kHz = 1dB	IMP-8109	2272 6854	2개
오디오 모니터	INDICATOR LED: 8채널 외부입력: 8개 100V 입력	IPM-8208	2225 5130	4개
프리 앰프	증폭레벨: MASTER 4dBm/600Ω 입력레벨: MIC -60dBm/600Ω	IPP-8213	2205 2989	2개
파워 앰프	정격출력: 300W 증폭임피던스: 34.6V(4Ω)	IPA-8330	2205 2082	24개
장비용 락	외형(W×H×D): 587×2,000×587mm 재질: STEEL	IRS-401	2247 0306	4개
통신케이블	외경/도체지름: 11.1mm/0.5Ω 선심수/길이: 2심(Core)/100m	SP-S2	2318 3315	5개

8. 시사점 및 제안 사항

- 무선호기 주요장비를 설치가 포함된 범용의 관급자재로 구매함으로써, 공사비 절감 및 설치·유지관리 용이
※ 고장발생 시 제조회사 A/S 센터를 통해 신속하게 복구 가능
- 공인기관(한국조선해양기자재연구원)에 성능시험 의뢰하여, 현장 측정함으로써 무선호기에 대한 정확한 시험결과값(주파수, 음압레벨) 도출 가능
- 음달거리 표기 시 공칭(명목적) 음달거리로 통일 필요
(ex : 등대 광달거리 표기 시 명목적 광달거리로 표기하는 사항 참조)
- 무선호기 설치위치 선정 시 건물에 의한 음압 차폐로 음달거리 감소를 예방 할 수 있도록 검토 필요
(ex : 설치대 위치를 건물 난간보다 높게 배치 등)

6. 무선호기 설계 (장비 구성도)

