

한국 환경에 적합한 기동형 수중음향측정체계 운용 개념 연구

Study on the Operational Concept of Underwater Acoustic Measurement System in Korean Sea

도 경 철*
Dho, Kyeong-Cheol

손 권*
Son, Kweon

최 재 용*
Choi, Jae-Yong

ABSTRACT

The radiated-noise of combat ship is very important in the point of detection and vulnerability assessment. Therefore several kind of underwater acoustic measurement method has been developed. This paper reviews the various measurement concepts and proposes a procedure to select the better one under consideration of measurement conditions. And this paper recommends the portable drift type, which has vertical line array, as the most efficient measurement method in Korean sea.

주요기술용어 : Underwater Acoustic Measurement System(수중음향측정체계),
Operational Concept(운용 개념), Line Array(선배열), Directivity(지향성)

1. 서 론

해군 작전에서 음향학적 작전비중이 급격하게 증대에 따라 함정 수중방사소음의 중요성은 날로 증가하고 있다. 특히 수중세력의 음향학적 작전개념에 대한 중요도가 심각하게 인식되기 시작하면서 함정 수중방사소음의 측정 및 분석 또한 작전 기초자료 획득 개념에서 비중이 크게 높아지고 있다^[1~4].

함정 수중방사소음 측정 및 분석의 해군전력기여도는 다음의 4가지 측면에서 구체적으로 고려할 수 있

다. 첫째, 아함 수중방사소음의 준위를 파악함으로써 작전 수행 시 적합으로부터의 위험도 평가 및 생존 기동모드의 기술적 산정이 가능해진다. 둘째, 음향징표 자료획득 및 데이터베이스 구축에 의해 피아 식별을 가능하게 한다. 이는 함정뿐만 아니라 육상전술소를 운영하는 감시체계에도 해당된다. 셋째, 운용함을 주기적으로 측정하여 함정 소음감소를 위한 정비유지 기초 자료를 제공한다. 넷째, 함정 정속화 설계 자료를 제공한다^[1~4].

결과적으로 함정 수중방사소음 측정 및 분석은 해군의 음향학적 작전 수행, 특히 잠수함 수중작전 및 음향학적 감시체계 운용을 위해 필수적으로 수행되어

* 국방과학연구소 연구원

야 하는 업무이다. 따라서 미국 등의 선진국을 비롯하여 우리나라에서도 이미 오래 전부터 음향측정을 수행하여 왔다.

본 연구에서는, 해군 전투력 향상에서 중요성과 비중이 점차 높아지고 있는 수중음향측정을 보다 효율적으로 수행하기 위해 목적별 음향측정 개념을 정립하고 우리나라 여건에 가장 적합한 수중음향측정 개념을 기동형 측정 측면에서 도출하여 제안하고자 한다.

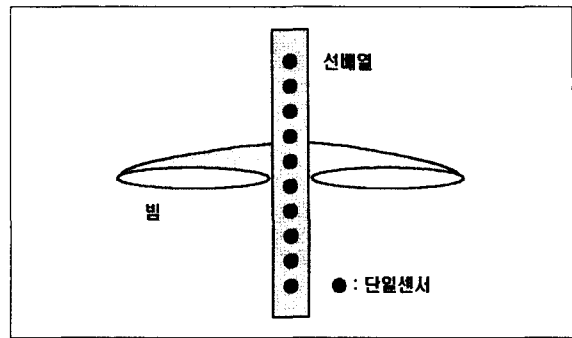
2. 세계의 음향측정체계 운용 현황

합정음향측정은 목적과 용도에 따라 여러 가지 개념으로 정립되어 왔다. 양적인 면과 질적인 면에서 미국이 단연 선구자적 역할을 하고 있으며, 프랑스와 영국을 비롯한 각국에서도 최근 활발하게 수중방사소음 측정체계 개발 및 능력보강에 힘쓰고 있다.

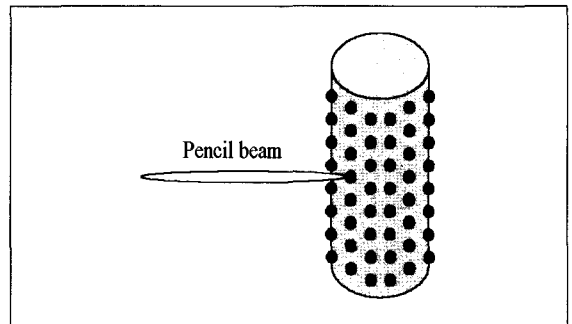
미국은 1960년대부터 태평양 및 대서양 연안에 AUTECH를 비롯한 다수의 고정형 수중음향시험장을 운용하고 있으나 환경적 제약을 받는 곳에서는 이동형으로 운용하고 있다. 미국 음향시험선 HAYES는 선배열 청음기와 체적배열 청음기를 복합 운용하고 있다. 수중배경소음 준위가 점차 증가함에 따라, 주변이 시끄러운 음향시험장은 폐쇄하고 보다 조용한 해역을 찾아 음향시험장을 옮기고 있다. 알래스카 남동부 음향시험장 SEAFAC은 그 대표적인 예이다^[5~7].

영국에서는 영국수중시험장 BUTEC 북부의 로나 음향시험장, 록고일(Loch Goil) 정박시험장 또는 록훤(Loch Fyne) 기동시험장에서 수행하고, 포틀랜드 간 이 음향시험장도 운용하고 있다^[8].

유럽에서 음향시험장을 가장 많이 운용하는 프랑스



[그림 1] 선배열 수중청음기와 빔형성 개념



[그림 2] 체적배열 수중청음기와 빔형성 개념

는 남부의 까훼라(Cap-Ferrat) 음향시험장, 북서부의 랑베옥(Lanveoc)시험장, 남부 부리스(Bruc) 시험장을 운용한다. 까훼라 음향시험장은 등방성 수중청음기에 의해 측정을 수행하여 오다가 수중배경소음 준위가 점차 높아지자 1990년대 중반부터 수직선배열을 추가 설치하여 운용하고 있다. 부리스 시험장은 수직선배열과 수평선배열을 이동형으로 운용한다^[8].

독일은 잠수함 건조기술이 발달된 국가임에도 불구하고 다른 선진국에 비하여 음향측정에는 다소 소극적이다. 킬(Kiel) 근해 에컨훼르데(Eckernförde)만의 ASCHAU 음향시험장과 지중해 등에서 수상함과 수중함 수중방사소음을 측정하고 있는 것으로 알려져 있다. ASCHAU 음향시험장은 천해 환경 및 근거리 음장조건에서 방사소음을 측정하고 분석시에 이를 원

거리 음장조건으로 변환·예측한다.

이 외에 이탈리아, 뉴질랜드 및 호주도 프랑스와 미국의 협조로 건설된 음향시험장을 운영하고 있으며, 아시아에서는 한국에 이어 최근 싱가포르가 프랑스와 공동으로 선배열을 이용한 음향측정체계 개발에 착수하였다.

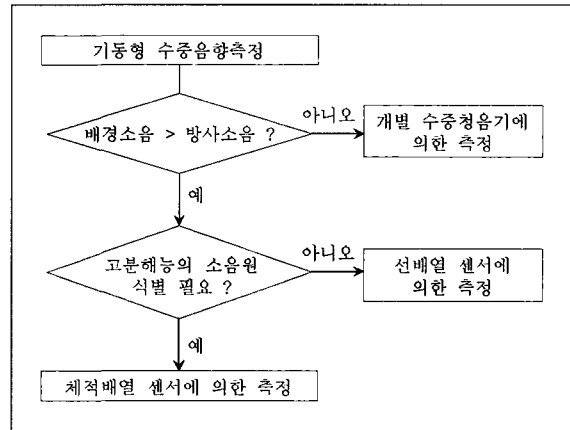
3. 기동형 음향측정체계 운용 개념 선정 기법

음향측정을 위한 수중청음기 운용형태는 여러 가지 환경 요인과 측정 목적들을 고려하여 선정한다. 수중 음향측정 방안은 일반적으로 다음의 조건들에 의해 선정한다.

첫째, 추진소음 측정의 필요성이다. 추진소음의 분석이 필요하다면 함정을 기동시키며 방사소음을 측정해야 하고, 추진 소음을 제외하고 싶으면 표적음원을 정박시킨 상태에서 개별 기계들의 방사소음을 측정한다. 이러한 개념으로, 일반적으로 음향측정은 정박시험과 기동시험으로 구분하여 단계적으로 모두 수행한다.

둘째, 수중배경소음과 함정의 수중방사소음 절대준위 비교이다. 이는, 수중청음기를 다수 개 배열시킨 센서배열을 채택할 것인가, 아니면 개별 청음기로 측정할 것인가를 결정짓게 한다. 수중배경소음이 높거나 표적 음원의 방사소음이 낮으면 센서배열을 이용한다.

셋째, 특정 소음원에 대한 고분해능 식별 필요성이다. 이는 선배열 센서를 입체적으로 구성한 체적배열의 사용 여부를 결정하게 한다. 체적배열을 사용하면 pencil beam에 의한 임의 소음원 지향이 가능하여 함정의 부위별 소음을 고분해능으로 구분할 수 있다. 이는 전반적으로 소음이 낮은 잠수함에서 특히 요구되는 개념이다. 그러나 측정체계 규모가 매우 커지고 신



[그림 3] 기동형 함정음향측정체계 운용 개념

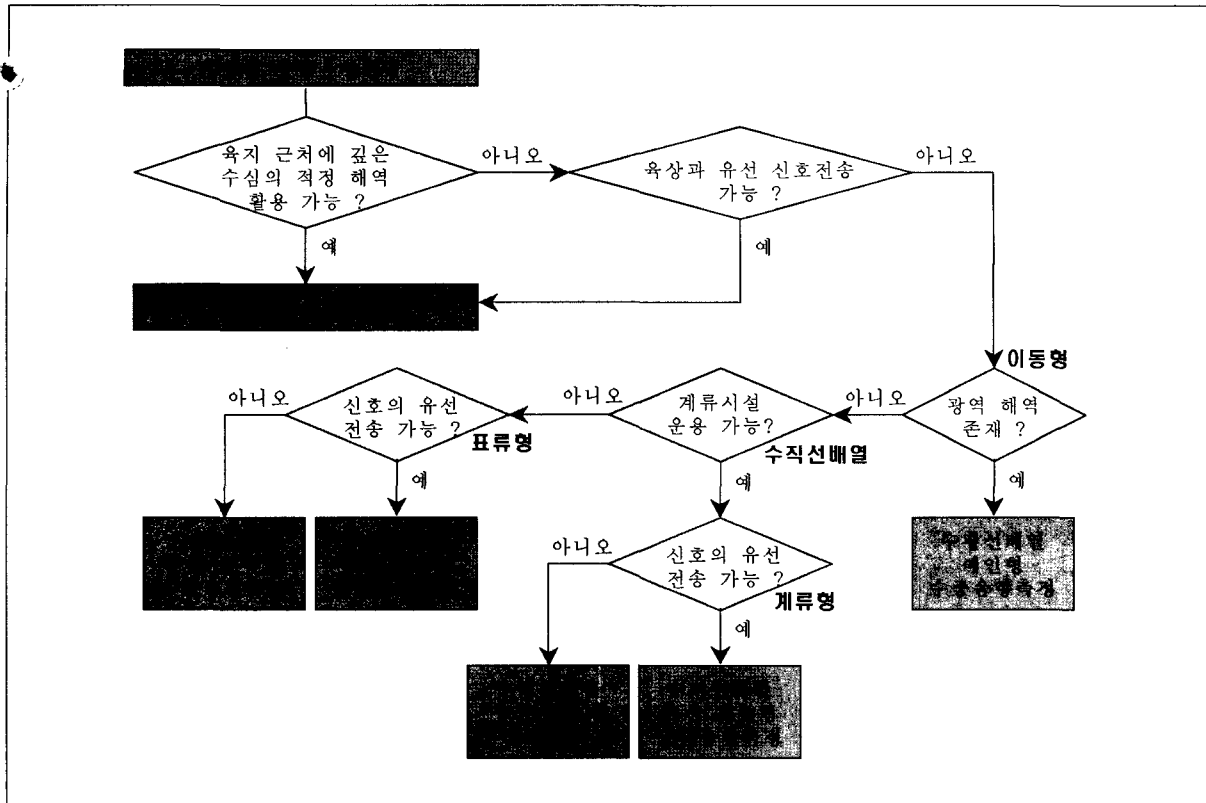
호처리 부하가 증가하는 제한점이 있다.

그러므로 추진소음까지를 포함한 함정음향측정을 위해서는 그림 3의 개념으로 기동형 수중음향측정 방식이 선정된다. 궁극적으로는 체적배열을 이용한 측정 및 분석이 이루어져야 하지만, 구형 기술의 발전추세와 비용대 투자 효과를 감안하면 현재는 선배열 센서에 의한 측정이 바람직하다고 판단된다.

기동형 수중음향측정체계는 운용 해역 환경, 신호의 유선 전송 가능성, 대형 계류 부이 설치 및 운용 가능성 등에 의해 다음의 단계별 검토를 거쳐 선정된다.

첫째, 육지 근처에 깊은 수심의 적정해역이 유효한가를 판별한다. 육지 근해에 적절한 해역이 있으면 청음센서들을 해저에 고정 설치시켜 음향을 측정하는 고정형을 채택하고, 이와 같은 해역이 존재하지 않으면 이동형으로 측정체계를 운용한다. 고정형에서는 육지까지의 신호 전송이 유선 또는 무선으로 가능해야 한다.

둘째, 육지 근처에 적정한 해역이 없다고 하더라도 유선으로 육상과 신호전송이 가능한지를 판별하여 고정형 또는 이동형을 재선정한다. 육지로부터 멀다고 하더라도 신호전송을 위한 유선 설치가 가능하면 고



[그림 4] 이동형 함정음향측정체계 운용 개념 선정 기법

정형이 가능하다. 유선에 의한 신호전송이 불가능하다면, 시험해역으로 측정체계를 이동시켜 설치하고 시험 후 회수하는 이동형으로 운용한다.

셋째, 이동형은 센서 설치 형태에 따라 수직형 또는 수평형으로 구분 운용이 가능하다. 충분히 넓은 해역에 걸쳐 상선 또는 어선의 방해받지 않는다면 수평형이 적용 가능하지만, 이와 같은 환경확보가 어려우면 수직형 개념을 채택한다.

넷째, 대형 계류부이의 활용 가능성에 따라 수직형은 계류형과 표류형으로 구분된다. 계류형은 청음센서를 계류부이에 계류시켜 측정을 수행하고, 표류형은 청음센서를 바다에 부설하고 시험선과 함께(유선형)

또는 시험선과 독립적으로(무선형) 표류하며 측정을 수행한다.

다섯째, 계류형과 표류형의 이동형은 신호를 유선 또는 무선으로 전송하느냐에 따라 유선형과 무선형으로 구분된다. 무선인 경우에는 대용량의 자료를 실시간으로 전송 가능한 채널이 소요된다.

이와 같은 개념을 고려하여 본 연구에서는, 음향측정을 위한 센서 운용 형태를 선정할 목적으로 그림 4의 기법을 제안한다. 그림 4의 개념에 따라, 측정환경 및 측정목적에 신중하게 고려하면 어떤 종류의 청음센서를 어떻게 설치 또는 운용하여야 하는지 적절한 해답을 얻을 수 있다.

4. 한국 환경에 적합한 기동형 수중음향측정체계 운용 개념

우리나라 해역은 어선과 상선의 통행량이 적지 않으며, 해안선을 따라 많은 공업단지가 조성되어 수중음향측정에 큰 제한 요소가 되고 있다. 그러므로 한국 환경에 적합한 기동형 음향측정 방안을 그림 4의 개념에 따라 분석 및 선정하면 다음과 같다.

4.1 이동형과 고정형

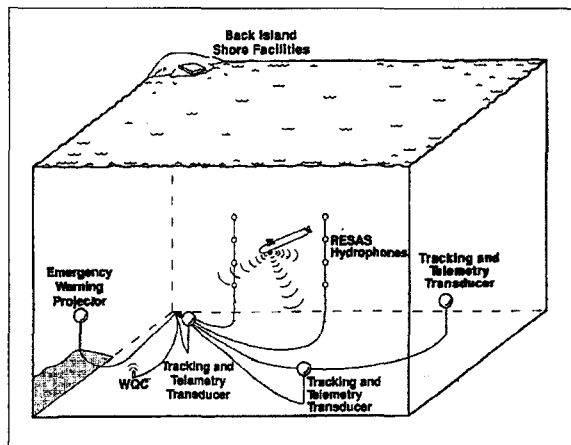
일정 해역에 청음센서를 고정 설치·운용하는 고정형은 수중배경소음의 변화가 적은 동일 환경에서 방사소음을 측정하므로 측정오차의 편차가 적고, 동급 타함정 또는 동일 함정의 과거 측정치와 비교시 측정결과에 대한 신뢰도가 높다. 특히 수중청음기가 고정되어 있으므로 청음기의 운동에 의해 초래되는 오차가 적다. 그리고 고정형은 측정 절차가 간단하며 피측정함의 기동이 간편하고 시험마다 수중청음기의 위치를 교정할 필요가 없으므로 운용면에서 매우 편리하다.

그러나 고정형은 육상과 인접한 깊은 수심의 적정해역이 확보되어야 운용 가능하다. 우리나라의 서해와

남해는 수심 100m 이하의 얇은 해역이고 동해는 육지에서 상당 거리 떨어져야 대륙붕을 벗어나 측정 가능한 해역이 확보되므로 동해에서 고정형 설치시 엄청난 비용이 소요된다. 또한 태풍의 영향을 많이 받는 우리나라 기후에서는 동해 해상에 고정형으로 설치할 경우 보호대책수립이 매우 어려우며, 수중청음기 또는 수중케이블에 하자 발생시 이를 수리하거나 교체하는데 많은 시간과 예산을 낭비하게 된다.

특히 고정형은 언제나 동일 해역에서 측정이 수행되므로 다양한 환경 하에서의 음향학적인 방사소음 특성을 분석하기가 곤란하고, 작전 중인 함정은 작전해역을 이탈하여 음향측정 시험장까지 이동하여야 한다. 이에 반하여 이동형은 실제 작전을 수행하는 환경에 가서 측정을 수행할 수 있으므로 보다 현장감 있는 측정이 이루어지며, 작전 해역에서 시험을 수행하는 경우 작전 중인 함정이 근무지를 이탈하지 않아도 되는 장점이 있다. 그러므로 운용면에서 다소 불편하고 측정 정확도 및 신뢰도 측면에서 고정형 보다 상대적으로 불리하지만, 측정체계 확보 및 운용유지 측면에서 고정형보다 유리한 이동형이 우리나라 해역에 적합하다고 할 수 있다.

다만, 독일의 경우처럼 고정형을 내만의 극천해에 설치하여 출입항 함정에 대한 수중음향을 실시간 측정 및 분석함으로써 함정의 음향학적 임무수행과 함정 수중방사소음 변화추세파악을 지원하는 간이측정용 고정형을 이동형과 병행 운용함은 매우 바람직하다고 판단된다. 이 경우 이동형은 정밀 측정용으로 운용하고 내만의 고정형은 간이 측정용으로 구분 운용함으로써, 상호 보완적으로 효율성을 증대시킬 수 있다고 판단된다.



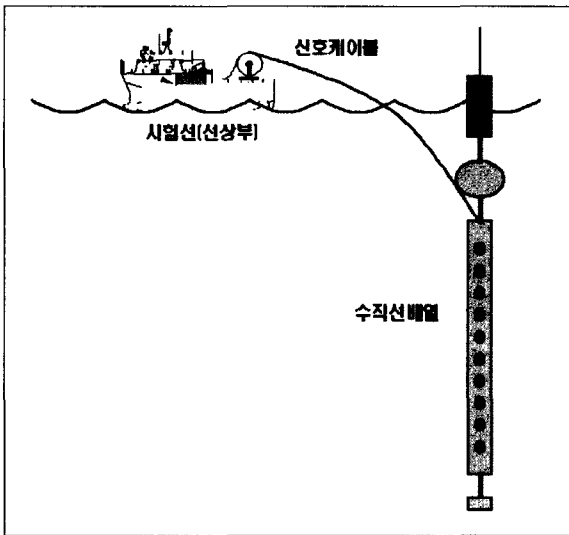
[그림 5] 고정형 함정음향측정체계 운용 개념

4.2 수직형과 수평형

선배열을 이용하는 이동형 수중방사소음 측정체계

는 청음기 선배열을 수직 또는 수평으로 운용할 수 있다.

수평선배열은 운용선박이 예인하고 피측정함이 선배열과 나란히 기동하면서 수중방사소음을 측정한다. 수평형은 수직형과 비교하여 측정해역의 수심 제한이 적고 다양한 각도의 빔형성을 이용하여 피측정함 특수장비에 대한 수중방사소음 측정시 수직형보다 우수한 성능을 갖는다. 그리고 피측정함과 선배열 예인선박이 모두 기동하면서 측정이 수행되므로 외부 함정 접근이 어려워 수중방사소음 자료보안 유지 측면에서



[그림 6] 이동형/수직형/표류형/유선형 측정개념



[그림 7] 이동예인형/수평형 측정개념

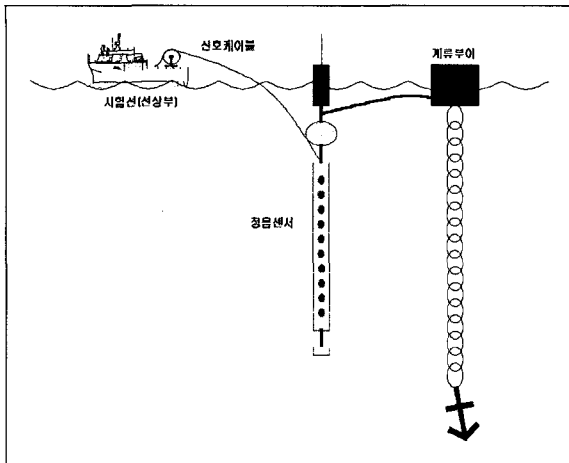
수평형이 수직형보다 유리하다.

그러나 수평형을 운용하기 위해서는 측정 동안의 기동 가능 해역이 매우 광범위하여야 하며, 이와 같은 넓은 해역 범위 내에서 통행 선박에 의한 장애가 없어야 한다. 그러므로 인근 선박을 소거하거나 통행 선박을 피하여 기동해야 하는 운용상의 어려움이 있다. 또한 피측정함과 선배열 예인선의 조합기술이 우수하여야 하며, 측정기동 방식에 대한 높은 숙련도가 요구된다. 만약 조합이 서투르면 선배열과 피측정함과의 일정 거리 유지가 어려워 정확한 분석이 불가능하고, 충돌사고의 위험까지 따른다. 그리고 수평선배열 운용시에는 수중배경소음의 변화가 심하고 예인에 의한 유체소음, 예인선수중방사소음 및 해저 또는 수면 반사와 영향을 쉽게 받으므로 수직선배열보다는 상대적으로 오염이 많이 된 신호를 측정할 우려가 있다. 수직선배열의 경우에는 해저 및 수면 반사와 영향 제거가 가능하여 수평선배열보다 상대적으로 깨끗한 음향측정이 가능하다. 수평선배열 이용시에는 측정해역의 음향학적 환경이 매번 바뀌게 되므로, 동급 타함정 또는 동일 함정 과거 기록치와의 비교시 신뢰성이 낮다.

그러므로 측정 장비별 수중방사소음은 별도의 정박형 측정체계에 의해 정밀하게 측정함이 수평선배열 예인에 의한 측정 보다 바람직하다. 결과적으로 위에서 고찰한 여러 가지 측면을 종합하면, 수직형이 수평형보다 운용면에서 유리함을 알 수 있다.

4.3 계류형과 표류형

수직선배열은 운용 방식에 따라 계류형과 표류형으로 구분된다. 계류형은 수직선배열을 해저에 잠정적으로 고정시키거나 계류부이에 정박시켜 운용하고, 표류형은 운용선박과 함께 표류하는 상태에서 측정한다.



[그림 8] 계류형/유선형/이동형 측정개념

계류형은 이동형의 개념이지만, 고정형의 성격도 일부 포함한다. 특히 일정 해역에 항상 계류된 아주 강력한 부이를 사용하는 고정부이 계류형은, 선배열을 탑재한 운용선박이 계류부이에 정박하여 선배열을 부설하고 측정을 수행한다. 측정이 완료되면 운용선박은 선배열을 회수하여 기지로 돌아가서 분석을 수행한다. 그러므로 이와 같은 계류형은 고정형과 거의 유사한 장단점을 가진다. 준 고정형으로서 수직선배열을 비롯한 장비상태가 매우 안정되어 오염되지 않은 비교적 깨끗한 수중방사소음 측정이 가능하고 측정오차의 편차가 적다. 동일 해역 및 동일 환경에서 측정하므로 동급 타 함정 또는 동일 함정 과거 자료와의 비교시 높은 신뢰성을 가진다. 그리고 피측정함과 운용선박의 안전성이 높으며, 태풍 등의 영향에도 계류부이 이외의 나머지 장비는 훼손될 우려가 적다는 장점이 있다.

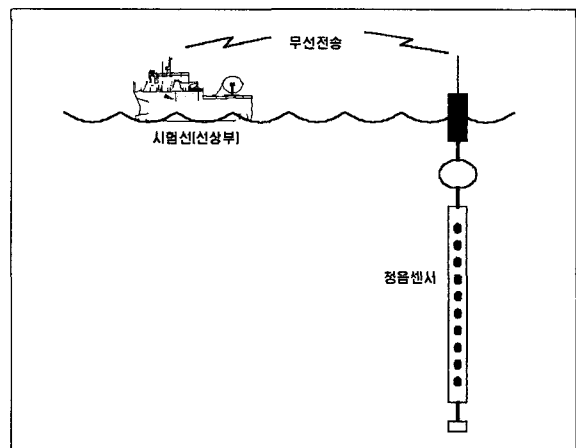
그러나 고정부이 계류형은 태풍에 견딜 수 있는 아주 강력한 계류부이가 설치되어야 하며 수중방사소음 측정용 부이입이 노출되는 경우에는 측정시의 보안 유지가 어렵다는 단점이 있다. 특히 우리나라와 같이 태풍의 영향이 잦은 환경에서는 심해 설치되는 거대

한 계류부이를 수시 교체해야 할 확률이 높으며, 교체 부설 비용 또한 적지 않을 것으로 예상된다.

4.4 무선형과 유선형

센서 수신 신호를 센서로부터 녹음기까지 전송하는 방식에 따라 무선형과 유선형으로 구분한다. 이는 고정형과 이동형 모두에 적용되는 조건이지만, 이동형에서 주로 분류된다.

유선형은 센서와 수신단까지를 케이블로 연결하여 직접 신호를 송수신 한다. 고정형에서는 해저에 부설된 센서로부터 육상 실험실까지, 그리고 이동형인 경우에는 수중에 부설된 센서로부터 운용 선박까지 각각 신호케이블이 필요하다. 신호케이블을 절단 위협성으로부터 보호하기 위해 장력을 높이는 조처가 취해져야 하고 외피의 충분한 수밀 및 강도가 유지되도록 해야 한다. 센서와 녹음기까지의 거리가 멀어지게 되면 장거리 전송을 위한 별도의 기능이 적용되어야 하며, 특히 센서 출력단에서의 전치증폭 및 차분 전송 등을 통하여 미세 신호의 왜곡을 방지하여야 한다. 그리고 EMI에 대한 대책을 강구하여 유해 전자파로부터



[그림 9] 무선형/이동형/표류형 측정개념

터 신호를 보호해야 한다.

유선형은 케이블 확보 및 운용상의 어려움은 있으나 센서와 항상 연결되어 있으므로 센서 상태 모니터와 케이블을 통한 센서 이득 교정 및 제어가 용이하고 유사시 센서를 신속하게 회수할 수 있는 장점을 가진다. 그리고 일반적으로 케이블의 전기적인 전송 성능이 우수하여, 유선형은 비교적 깨끗한 음질의 녹음이 가능하다.

무선형은 무선 전송 장치를 내장한 수면부이를 경유하여 센서 수신신호를 무선으로 녹음기까지 전달한다. 이를 위해 무선형은 수면에 별도의 부이가 필요하고 부이는 센서까지 케이블로 연결되어야 한다. 그리고 신호를 송수신하기 위한 무선장치가 수면부이 및 운용선박에 모두 부가적으로 필요하다. 이동형인 경우에는 수면부이와 센서배열이 운용선박에서 분리 부설된다. 따라서 높은 조류 해역 또는 불량한 해상상태에서는 센서배열의 유실 위험성이 크고 때로는 회수가 불가능할 수도 있다.

무선형에서의 자료 전송은 무선 송수신 성능에 의해 제한된다. 일반적으로 센서배열은 수십 개의 센서를 사용하고 광대역으로 측정이 이루어지므로 녹음하여야 할 자료량이 매우 방대하다. 무선 송수신 능력이 자료의 실시간 송수신 및 녹음 요구량 보다 부족하면 자료를 번조하거나 자료를 부분적으로만 전송하여야 하는 제약이 따른다. 이는 당분간 해소되기 어려운 부분으로 판단된다.

무선은 공기 중의 다른 무선 잡음에 의해 오염될 위험성이 크다. 이는 측정 방사소음의 음질이 왜곡될 우려가 있음을 의미한다. 또한 무선은 장거리로 전송되고 방향의 제한 없이 공기 중으로 방사되기 때문에, 인근 해역에서 무선 주파수를 적절하게 맞추면 측정 음향의 도청 녹음이 가능하다. 이 경우 도청당한 신호

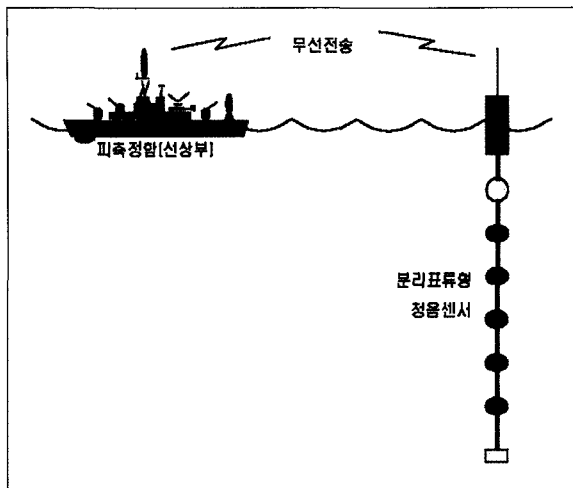
에 의해 수중방사소음 절대준위 추출은 어렵다고 하더라도, 음향징표 추출은 가능하여 관련 주요 정보가 유출될 가능성이 높다. 그러므로 보안 측면에서 무선형은 유선형 보다 취약하다.

4.5 간이측정을 위한 분리표류형

위의 4.4절에서 언급한 무선형은 녹음기가 측정센서와 분리된 형태이다. 그러나 청음센서 상단에 녹음기를 설치한 상태에서 시험선과 분리된 표류형의 경우도 고려할 수 있다. 이는 그림 2에 표기되지 않은 특수 형태로서, 청음센서와 녹음기는 유선으로 연동되고 센서와 녹음기 전체는 시험선에서 분리된 표류형이다. 이러한 유형은 무선에 의한 제한점들이 극복된 형태이지만, 모든 측정 항목에 걸쳐 신호를 수록해야 하는 녹음용량의 제한이 문제가 된다.

녹음은 아날로그와 디지털 방식 모두가 가능하지만 녹음용량과 녹음시간 등을 고려하면 디지털 방식이 바람직하다. 그러나 현재의 하드웨어 발전추세를 비추어 볼 때, 디지털 녹음을 위한 보조기억매체들의 용량이 녹음 소요량을 충족시키지 못하므로 측정시간 또는 측정항목에 제한이 따른다. 이를 위해 녹음시작과 종료를 원격으로 제어하는 기능이 부가됨이 일반적이다. 뿐만 아니라 측정 청음기 개수 또한 제한될 수밖에 없으며, 따라서 수중방사소음준위가 높은 함정에 대해서만 적용된다. 그리고 이와 같은 형태의 측정체계는 시험 후 반드시 회수되어야 하므로 해상상태와 회수 조건들이 충족되어야 사용 가능하다.

이와 같은 제한점에도 불구하고 향후 수상함용 수중음향측정체계는 이와 같은 분리표류형 방식의 측정 개념이 보편적으로 도입·운용될 것으로 예상된다. 일반적인 표류형의 경우에 반드시 시험선이 동원되어야 함에 따른 시간 및 공간적 제약을 극복하고, 함정에



[그림 10] 분리표류형에 의한 간이 측정개념

탑재하여 필요 시 소요 항목에 대해 간이로 측정이 가능하므로 수상함에 대해서는 운용 효율성이 매우 높다고 판단되기 때문이다.

5. 결 론

본 연구에서는 함정음향측정 개념 선정 기법을 제안하고, 기동형 측면에서 우리나라 해역에 가장 적합한 운용 방식을 선정하였다. 본 연구에서는 운용 목적, 운용 해역 조건, 운용 유지비용 및 안전성을 가장 중요하게 고려하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 한국 해역에서는 측정체계를 운용선박에 탑재하여 시험해역으로 이동한 다음 시험 후 되돌아오는 이동형이 정밀 측정용으로 적합하다. 이와 함께, 내만에 고정 설치하고 입출항 하는 함정의 음향을 실시간 측정 및 분석하여 정보를 함정에 제공하는 내만 설치식 고정형의 병행 운용도 적극 권장된다.

둘째, 유선형은 적합한 케이블을 제작해야 하는 어려움은 있지만 많은 경험에 의해 전 세계적으로 양질

의 케이블들이 생산되고 있으므로, 깨끗한 음질의 녹음 관점에서 무선형 보다는 유선형으로 구성함이 바람직하다.

셋째, 수직형은 반사파 영향을 적게 받아 깨끗한 음질을 보장할 수 있고 운용성이 수평형보다 우수하여 어선과 상선의 방해가 많이 받는 우리 해역에 적합하다고 판단된다.

넷째, 센서배열을 이동형의 수직선배열로 구성하게 되면 유선을 이용하는 표류형으로 운용함이 바람직하다. 향후 수중음향 분석 능력과 측정체계 구현을 위한 하드웨어 수준이 향상되면 잠수함용으로는 체적배열 표류형으로 운용함이 더욱 바람직하다.

다섯째, 오랜 기간 동안 함정음향측정이 수행되어 오면서 자료가 어느 정도 축적된 상태이므로, 수중방사소음 준위가 비교적 높은 수상함의 경우 수시 간이 측정 목적으로 분리표류형의 도입 운용도 운용 효율성 측면에서 권장된다.

결론적으로 한국 해역에 적합한 센서배열 운용개념은 수직선배열을 이동형으로 운용하고, 신호전송은 케이블을 이용한 유선형으로 하는 방식을 제안한다, 그리고 시험 해역에서 센서배열과 운용 선박은 조류 및 바람에 의해 표류하도록 하며, 향후 강력한 계류부의 설치 및 운용유지가 가능해지면 계류형과 병행 운용도 가능하다고 판단된다. 미래에는 수상함을 위한 분리표류형과 잠수함을 위한 체적배열의 운용 확대가 요망되며, 내만의 고정형 병행운용도 적극 권장된다.

참 고 문 헌

- [1] D. Long, B. Rafine, "Trends in Acoustic Range Design due to Improved Science of

- Modern Submarine”, Conference Proceedings of Undersea Defence Technology, Paris, April 1991, pp.657~670.
- [2] L. Gerken, ASW vs. Submarine Technology Battle, American Scientific Corp., 1986.
- [3] D. McMahon, Submarine Signature Measurement and Vulnerability Assessment, Defence Science and Technology Organization, 1999.
- [4] Naval Studies Board, Overview of Future Sub. Platform Technology, Technology for the United States Navy and Marine Corps 2000~2035 : Becoming a 21st Century Force, vol. 6, Naval Academy Press, 1999.
- [5] AUTECH, “AUTRC Range Manual”, AUTECH, Dec., 1999.
- [6] K. I. Forman, J. M. Rickerson, “Hayes-Acoustic Test Facility at Sea”, Sea Technology, Nov. 1992, pp.41~47.
- [7] J. D. Schempp, J. M. Rickerson, “SEAFAC : Giant Step in Acoustic Signature Measurement”, Sea Technol., Nov., 1991. pp. 42~49.
- [8] 도경철, 손권, “수중음향측정을 위한 수직선배열 설계 개념 연구”, 국방과학연구소 기술보고서 NSDC-517-991245, 1999.