

서울대학교 수중음향특화연구센터의 연구현황

성 평 모
(서울대학교 전기공학부)

I. 센터의 연구목적

제2차 세계대전부터 본격적으로 전략, 전술적 목적으로 실전에 투입되어 사용해진 수중 무기 체계는 오늘날 비약적으로 발달한 과학 기술에 힘입어 저소음화, 고속화, 고심도화를 이룩하고 있고 해양환경도 기술 발전에 못지 않게 변화를 거듭하고 있다. 특히 현재와 같은 자국 이익만을 추구하고 기술패권주의가 팽배한 현 시점에서 무기체계의 설계를 위한 원천기술의 획득은 지난 냉전시대에 보다 한층 더 어려워지고 있다. 이런 고난이도의 기술의 습득과 해양환경에 대한 정보 취득을 위해서는 많은 재원과 지속적인 지원이 요구되며, 단기적인 이익을 국가에 안겨주는 분야는 아니다.

그 동안 우리 나라에서는 여러 가지 여건이 여의치 않아서 이 분야에 대한 국가 전체적인 관심과 지원은 없었지만 국방과학 연구소를 중심으로 꾸준한 연구와 관심 및 저변확대를 하고 있다. 그러나 지금과 같은 기술 발전의 속도가 빠르고 한가지 기술을 위해서 여러 분야의 공동 참여가 요구되는 시기에 국방과학연구소만의 단독 연구 수행은 어느 정도의 한계를 가질 수 밖에 없다. 또 기존의 국방과학연구소에서 수행하고있는 무기체계의 개발 사업 및 시험 평가 사업을 위해서도 많은 인력을 투입해야하는 바, 위에서 언급한 중장기적인 연구사업을 위해서 새로운 인력을 투입하거나 기존 인력을 분할하는 것도 사업의 효율적인 관리 및 사업의 성패면에서 바람직하지 못하다.

따라서 수중음향 특화 연구센터는 전국의 대학에서 관련분야를 연구해 오던 연구 인력이 모인 집합체로서 국가 해양 방위 기술발전의 원천기술 확보라는 목적 지향적인 연구활동을 통하여 국방과학연구소, 방산업체, 대학 및 기타 관련 연구소들간의 유기적인 결속을 위한 구심점 역할을 하며 전문 인력 양성에 노력을 경주할 것이다.

II. 센터의 조직 및 구성

본 센터는 국방부 지정 서울대학교 부설 수중음향특화연구센터로 센터 소장을 중심으로 4개의 연구실 산하에 14개의 세부 지정 연구과제로 구성되어 있으며 운영위원회, 자문위원회 등을 두고 있다.

본 센터는 수중음향 모델링 연구실, 수중음향 신호처리 연구실, 수중음향 센서 연구실, 수중 소음대책 연구실 등의 4개 연구실의 연구실장 아래 14개 지정연구과제의 연구책임자, 각 연구과제 참여 연구원, 연구보조원 등으로 구성되어 있다. 전국 20개 대학의 관련 분야 교수진으로 구성된 52명의 연구원과 석박사 과정 대학원생 100여 명이 연구 보조원으로 연구에 참여하고 있다.

센터의 운영, 연구, 사업에 관한 중요한 사항을 심의하기 위하여 센터소장 및 실장, 국과연의 센터 관리책임자, 실관리자 및 센터 관리 담당 실장 등으로 구성되는 운영위원회를 두고 있다.

센터의 발전방향과 사업계획에 대한 자문을 위하여 터소장 및 국과연의 센터 관리책임자, 서울대 연구처장, 국과연 제2연구개발 본부장 및 센터관리담당 실장, 국방부 센터담당과장과 산업계 임원 등으로 구성되는 자문위원회를 운영하고 있다.

III. 세부 연구 과제별 개요 및 목적

3.1 수중음향 모델링 연구

본 연구실의 연구목표는 거리종속 모델개발, 다양한 소오나체계를 염두에 둔 잔향음 모델 개발 및 모델을 근거로 음향 환경 역추정이 가능한 알고리즘 개발로 차세대 소오나 운용을 위한 음향 환경 해석 및 모델 개발로 구성되어 있다. 한편 거리 종속성은 동해 순환모델에 의한 해수 자체의 거리 종속성과 해저면 및 퇴적층 혹은 해수면의 거리 종속성까지를 포함함으로써 비선형 경계면, 상부 퇴적물의 구조 등에 관한 연구를 근거로 이에 적합한 음향모델이 개발되어야 한다.

또한 내부파의 존재 자체는 음파의 전파 과정에서 경계면과의 상호작용, 굴절률 변화로 인한 음파 에너지의 유실 및 수신신호의 변이를 유발시키기 때문에 거리종속성 및 경계면 산란 그리고 반사에 미치는 영향을 규명함을 목표로 한다.

이를 위하여 본 연구실은 한국 동해의 복잡한 물리적 구조 및 시간변화, 해저지형 및 퇴적구조, 해수면과 해저의 비선형 경계면 등이 수중음향의 전달에 미치는 영향을 정량적으로 파악하고 예측하는 기술을 개발하여 대잠전을 비롯한 해군의 작전수행

능력을 향상시킴으로써 국력신장의 결과 필요성이 필연적으로 대두되는 해군력의 증강에 기여한다.

3.1.1 한국 동해 내부파 변화 특성 연구

내부파 관측 및 자료분석 기법 개발, 내부파의 생성 및 변화 특성 규명, 특성인자를 이용한 내부파 생성 알고리즘 작성, 근사적 환경변수를 이용한 내부파 수치 모델링, 내부파에 의한 음전달 영향 이론적 규명, 실측 자료에 의한 내부파 수치 모델링, 내부파에 의한 음전달 영향을 정량적으로 규명한다.

1단계 연구를 통하여 내부파를 효과적으로 관측할 수 있는 측정기법을 고안하여 성공적으로 내부파의 존재를 확인하였으며, 내부파의 주기 및 진폭 특성을 살펴 보았다. 그리고 내부파의 존재가 음전달에 영향을 미칠 수 있음을 실험으로 보여주었다.

따라서 본 연구의 2단계와 3단계에서는 동해의 내부파에 관한 기초연구를 통하여 동해의 내부파 변화 특성 및 생성기작을 규명하고, 내부파 생성을 결정하는 주요 해양환경 변화를 예측하여, 음향탐지체계의 탐지성능 예측에 적용 가능한 해수순환 수치모델의 개발이 필요하다.

내부파의 생성 및 변화 요인분석 분석을 위하여 해상실험을 실시하며, 내부파의 실험 및 자료분석을 통하여 내부파 생성/변화에 미치는 인자 규명하고 동해의 내부파 방정식을 수립한다. 수립된 내부파 방정식은 실측자료와의 비교 검증을 통해 보완한다.

음향모델에 입력자료로 사용가능 하도록 해양물리 자료를 해양현상에 기반을 둔 DB를 구축한다. 음향 변동에 영향을 미칠 수 있는 요인들인 수온전선과 Eddy 그리고 내부파의 시 공간적인 변동을 기존 관측자료와 연구결과들을 분석하여 통계적으로 DB를 구축한다.

본 연구에서는 선진국에서 쓰고 있는 모델들 중에서 동해의 해양환경 변동을 근사적으로 적용한 개략적 수치모델을 통하여 동해의 해양환경변동에 따른 해수순환을 가장 잘 재현해 낼 수 있는 모델을 선택하고, 다음 단계로 실제 동해의 해양환경 변동을 적용하여 음향모델에 입력자료로 쓸 수 있는 해수순환 수치모델을 개발한다. 해양실험에서의 관측 결과를 모델의 입력 자료로 사용하여 실측자료에 의한 수치모델을 개발하며, 수치모델의 결과를 해양실험 결과와 비교하여 계속적으로 검증 및 보완한다.

3.1.2 한국 근해 퇴적층 상부 미세물성 연구

본 연구에서는 한국 근해역에 분포하는 상부 해저 퇴적물의 미세구조와 조직적 특

성, 그리고 이들 퇴적물의 음향특성과 탄성 특성을 분석함으로써 퇴적물의 미세구조와 물성 변화에 따른 음향학적 영향을 규명하고, 이를 기초로 하여 한국 해역에 적용하기 적합한 퇴적물 특성과 음향 특성 산출 알고리즘을 개발한다.

3.1.3 비선형 경계면 음향특성 연구

해양환경에서 음파가 전달되는 과정에서 해저면, 해수면, 수층 경계면에서 발생하는 산란 및 잔향음에 의한 간섭 현상은 매우 복잡한 형태로 나타나며 음파를 이용하는 수중무기체계의 운용에 심각한 영향을 미친다. 특히 천해에서의 음파전달시에는 매질 자체보다 경계면에서의 간섭현상이 매우 심하게 나타나므로 이러한 현상을 정확히 파악, 경계면에 의한 효과를 고려하여 간섭현상을 최소화함으로써 수중에서의 소오나 운용을 원활히 할 수 있다. 따라서 음향 무기체계 운용효율 및 음파탐지 효율을 증대시키기 위하여 비선형 경계면에서의 간섭현상을 해석하는 것은 필수적이다.

해수면의 경우 해수면의 거칠기에 따라 반사, 산란에 의한 신호의 변형이 크게 차이를 나타내게 되며 해저면의 경우 또한 해저면 구성성분, 거칠기, 퇴적층내부의 체적 산란등에 따라 신호 변형의 특성이 달라지게 된다. 특히 저주파일수록 하부 퇴적층에 의한 체적 산란의 영향은 커지게 된다. 그러나 고주파 경우에 비해 저주파에서의 경계면 음파산란 특성 연구는 미약한 수준이다. 따라서 본 연구에서는 음파를 이용하는 수중무기체계의 설계 및 운용효율을 향상시키기 위하여 해양의 비선형 경계면에서의 음파 간섭현상을 해석하고 모델링하는 기술을 확보하고자 한다.

3.1.4 거리중속 다층해양구조에서 음전달특성연구

원거리 조기경보가 가능한 저주파수 음원이 발생시키는 음파의 전달을 예측하기 위해서는 엄밀한 거리중속 다층구조 음전달 해석 알고리즘의 개발과 정확한 해양 환경의 특성 파악이 선결되어야 한다. 또한 정확한 음전달 해석 모델을 이용하여 양상상태 혹은 다중상태 소오나를 운용하여 효율적으로 환경변수를 역추정할 수 있을 것이다.

3.2 수중음향 신호처리 연구

최근 들어 효과적인 대잠전 수행을 위한 세계적인 추세는 복합적인 센서체계를 운용하여 이로부터 얻은 대잠정보를 융합하는 형태로 전환되어 가고 있다. 본 연구실에서는 이러한 대잠체계의 운용을 위해 능/수동 복합 체계의 효율성과 적합성을 연구하는 multistatic 소나 신호처리기술과 극 저주파 표적 탐지 및 식별을 위한 SAA 신호처리 기술을 개발한다. 한편, 수중음향 신호를 처리하는데 필요한 처리기를 해군 표준화하기 위해 소나 표준 디지털 고속 신호처리기술계 기술을 별도로 개발한다. 또한 multistatic 소나 체계의 근간을 이루는 towed array 소나 신호처리 기술을 개발, 제공한다.

3.2.1 Multi-Static SONAR 신호처리기술

최근 한반도 주변국의 잠수함 보유 대수의 증가와 잠수함의 정밀 타격 능력의 향상으로 인하여 이에 대처하는 기술이 매우 중요해 지고 있다. 반면에, 잠수함의 스텔스(stealth)화 기술의 발전으로 개별 센서의 탐지 성능은 약화되고 있다. 특히, 우리나라의 주변해역과 같이 복잡한 음향 환경에서는 단일 소나의 성능이 시간적, 공간적으로 급격히 변화하여, 이에 대한 신뢰도가 매우 낮다. 이와 같은 환경에서 효과적인 대잠 전략을 수행하기 위해서는, 능동 및 수동의 다양한 소나를 복합적으로 운용하는 multistatic 소나의 도입이 매우 적절하다고 할 수 있다.

Multistatic 소나의 효과적인 운용을 위해서는 아래와 같은 단계의 연구가 필요하다. 먼저 대잠수함 작전 개념을 설정하고, 이에 부합되도록 시스템의 운용 개념을 정립하여야 한다. 그리고, 이들 복합 센서들로부터 얻어진 다양한 데이터를 효과적으로 융합하는 표적탐지기법, 표적추적기법과 표적운동분석기법 등의 개발이 요구된다. 그리고, 마지막으로 실제 환경을 충분히 반영하는 시뮬레이션 프로그램의 개발과 이를 이용한 시스템의 성능 평가와 효과도 분석이 필요하다.

따라서 본 연구는 다양한 형태의 능/수동 소나들이 복합적으로 구성된 multistatic 소나 체계 하에서 효과적인 대잠 전략을 수행하기 위하여, 표적의 탐지, 추적 및 운동분석 기법을 개발하고, 이의 성능 및 효과도 검증을 위한 시뮬레이션 모델 및 프로그램을 개발하는 데 그 목적이 있다.

3.2.2 Synthetic Aperture Array 소나 신호처리 기술

기계 기술과 전자 제어 능력이 발전함에 따라 적의 자동화된 어뢰, 잠수함 등과 같은 시스템의 검출이 매우 어렵게 되었다. 이들 시스템은 수중에서 매우 낮은 신호대 잡음비를 나타내는 음원 환경으로 모델링할 수 있는데 기존의 고정된 길이를 갖는

능동/수동 소나 검출 방식은 검출 거리, 분해능 면에서 한계에 이르게 되었다. 따라서 적의 시스템이 방사하는 저주파나 극저주파 대역 신호에 대한 조기 경보 능력이 크게 요청되고 있다. 표적이 발산하는 100Hz 이하의 낮은 주파수 대역에서도 고도의 분해능과 검출능력을 유지하에서는 는 SAA 신호처리 기술을 확보함으로써 조기 경보 능력의 향상을 꾀하고자 한다. 이와 관련된 연구 주제를 세분화/구조화하며 개발 소프트웨어의 패키지화를 추진하여 효율적으로 연구를 수행할 수 있도록 한다.

3.2.3 소나표준 디지털 고속 신호처리기 개발에 관한연구

대잠 소나체계의 세계적 발전 방향은 복합 대잠 센서체계를 이용하여 대잠 정보 융합체계를 운용하는 쪽으로 가고 있다. 대잠 정보 융합체계는 C3I에 의하여 복합 대잠 센서체계 정보를 통합분석 함으로써 운용하기도 하는데 여기에는 full spectrum analysis, data association/fusion 등의 이론이 바탕이 된다. 이러한 응용분야에서는 방대한 양의 계산을 실시간에 처리해야 하므로 대잠 소나체계를 구현하기 위해서는 초고속으로 신호처리를 할 수 있는 시스템이 개발되어야 한다.

대잠 소나체계에서 고속 디지털 신호처리기는 핵심적인 요소이다. 거기서 또 핵심적인 하드웨어 구성분자는 신호처리 보드이다. 따라서 소나 표준 고속 디지털 신호처리기를 설계할 수 있는 기술이란 곧 신호처리 보드를 설계하는 기술이라고 말할 수 있다. 대잠 소나체계에서 사용될 수 있는 신호처리 보드를 설계 제작하고, 범용 소나 함수를 소프트웨어 library로 구현하는 것은 소나 표준 디지털 신호처리기 설계기술을 확보하는데 필수적인 과제이다.

본 과제에서는 수중 음향신호로 표적을 탐지, 추적, 식별할 수 있는 대잠 소나 체계의 범용 표준 신호처리기의 설계 기술을 개발한다. 소나체계에서는 단위시간에 많은 계산량을 요하므로 본 과제에서 개발하고자 하는 기술은 10 GFLOPS 이상의 성능을 갖는 다중처리기 구조의 차세대 신호처리기 설계 및 제작 기술이다.

이러한 대잠 소나체계에 사용할 차세대 범용 표준 신호처리기의 개발에서 가장 핵심적인 부분은 신호처리보드의 설계 및 제작이다. 이번 2단계의 연구에서는 신호처리보드를 제작하고 소나 신호처리용 소프트웨어 library를 구현함을 목표로 한다.

3.2.4 능동형 예인 선배열 소나 신호처리기술

대잠전에서 잠수함의 정속화 추세로 인한 수동형 TASS의 잠수함 탐지성능 저하를 극복하기 위하여, 함정용 차기세대 소나 체계인 능동형 TASS 체계에 적용이 가능한 신호처리기술의 개발이 필요하다. 이러한 신호처리기술을 개발하고 평가하기 위하여서는 능동형 TASS의 신호를 합성하고, 이를 이용하여 신호처리모델을 구현하여 각 기법들의 장단점을 평가하여야 한다. 또한 기동하는 표적에 대해 가속도 성

분까지 추정할 수 있도록 filter의 구조를 개선하는 연구를 통해 TMA의 정밀도를 향상시킬 필요가 있다. 실제 TASS가 운용되는 환경에서 다중표적의 신호가 입력되었을 때 각각의 표적을 추적하여 기동을 분석할 수 있는 효율성이 높으면서도 실용성이 있는 다중표적용 TMA 기술이 필요하다. 능동형 TASS와 수동형 TASS가 복합적으로 운용될 때에 TMA 성능을 극대화시키기 위한 필터구조의 변경, 측정자료의 결합 방법을 연구해야 한다. 능동형 TASS의 경우에는 한정된 자원을 고려하여 효율적인 빔 운용 방법을 연구해야 하며, 이를 위해 실용성 있는 표적추적필터의 구조와 gating 기법 연구, track과 측정치를 연계시키는 data association 방법의 연구가 선행되어야 한다.

능동형 예인 선배열 소나(Active TASS: Active Towed Array Sensor System)의 표적탐지, 추적 및 표적기동분석 기법을 연구한다. 이를 위하여 2단계에는 신호합성모델 및 신호처리모델 구현, 탐지영역 해석, 다중표적 환경에서의 효과적인 표적기동분석 기법의 개발, 능동형 TASS의 효과적 운용 연구를 목표로 한다. 3단계에는 능동형 TASS의 시뮬레이션 기법 개발, 성능예측 및 작전효과도 분석을 목표로 한다.

3.3 수중음향 센서 연구

점점 고심도화, 저소음화, 고속화되는 해양 작전환경에서 효과적인 조기 경보로 아군을 보호하고 또 적군을 공격하기 위해서는 좀 더 우수한 센서 체계의 개발이 꼭 필요하다. 우수한 센서 체계 개발을 위해서는 센서 자체의 해석, 고속 주행 환경에서 구조물 및 유체 환경의 진동, 소음학적 해석, 음향 재료 등에 대한 연구가 필요하다.

실제 체계 설계에 적용하기 위한 설계 S/W tool을 구축하는데 그 목적을 갖는다. 본 설계 tool에는 실제적 환경과 생산, 가공 오차 요소를 포함한 센서 해석 능력, 유체와 구조물과 센서 몽치 사이의 상호 진동, 음향학적 영향 분석 능력, 센서의 성능향상을 위한 음향재료에 대한 데이터 베이스를 갖춘 체계설계용 S/W tool이 될 것이다.

3.3.1 능동 소나 센서부 임피던스 해석 및 배열기술 연구

수중무기체계의 음향탐지부 설계에 있어서 요구되어지는 탐지 성능을 만족하는 센서 배열기술의 확보는 매우 중요하다. 임의의 형상을 갖는 센서부의 자기, 상호 방사 임피던스를 해석하고 생산시 발생 가능한 각종 오차를 확률론적으로 분석한 결과들을 근거로 하여 원하는 형태의 빔을 구현할 수 있는 센서 배열기술 개발이 필수적이다.

이를 위하여 먼저 센서의 경계조건에 따른 자기방사임피던스 및 상호방사임피던스의 해석기술을 확립하고 임의의 센서배열에 따른 상호방사임피던스의 해석과 3차원 형상의 배열에 배열된 센서들에 대한 자기방사임피던스의 영향을 고려하기 위하여 비강체 경계를 갖는 단일음원의 자기방사임피던스와 비강체 배열 및 음향원도우를 고려한 상호 방사임피던스 연구가 필요하다. 또한 수중 무기체계중에서는 평판의 배열 및 평면적인 음원의 배열 뿐만 아니라 돔형 등 3차원 배열 및 3차원 음원배열을 사용하기도 하여 이에 대한 자기방사임피던스 및 상호방사임피던스의 고찰이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 실제 수중 무기체계에 적용할 수 있는 단일 음원의 자기방사임피던스는 물론 배열된 음원간의 상호방사임피던스의 해석을 하며 음원의 경계가 비강체 물질인 경우에 대한 단일음원의 자기방사임피던스와 비강체 배열을 고려한 상호 방사임피던스의 계산을 수행한다.

또한 배열설계 당시에 여러 가지 양산용 개별진동체에 있어 현장에서 일어나는 소자제조에서 생길 수 있는 문제를 미리 고려함으로써 실제 성능에 미칠 효과를 예측하고 나아가서 현장에서 선별조립시에 소자를 택할 지침을 마련 할 수 있게 하기 위하여 개별진동체의 불규칙한 특성 변화가 설계된 배열의 특성에 미치는 효과를 예측하고, 역으로 설계된 배열의 빔패턴의 허용 특성으로부터 각 개별진동체의 특성의 경계치를 적절하게 정해줄수 있는 방안도 강구한다.

이 들 연구 결과를 이용하여 배열의 최적빔 구현을 위한 알고리즘을 개발하고 가중회로 설계기술을 접목한 전용 S/W를 개발한다.

3.3.2 복합구조 음향센서의 모델링 및 최적설계 기술연구

복합진동체 구조해석 및 특성예측 기술 연구, 내환경성 진동체 구조해석 및 설계기술 연구, 자체 소음감소 음향구조 해석 및 설계기술 연구, 음향센서의 종합적인 성능 예측 기술 연구, 각종 음향센서의 동특성 예측, 소음감소 및 내환경성을 고려한 총체적 성능향상을 위한 최적설계 기술 확보한다.

3.3.3 센서 음향 재료 및 소음차단과 무반향 코팅재료 개발 및 적용기술 연구

수중 음향 센서의 음향 윈도우, 배킹(Backing), 센서 내부의 소음 감소등에 사용되는 각종 음향 재료의 개발 및 적용 기술의 연구와 음향 특성 평가 기술을 연구하고, 환경과 압력 변화에 따른 재료의 음향 특성 조사를 수행한다.

수상함 및 수중함의 방사소음 차단 및 표적강도 최소화를 위한 선체 외부 코팅용 소음 투과 차단 재료(Decoupling Material)와 무반향 재료(Anechoic Material)의 국내 개발을 목표로 한다. 위의 목표를 달성하기 위하여 본 연구진을 각 세부연구내

용에 대하여 적절한 연구기간을 배분하여 목표기간인 9년내에 실제 적용 가능하고 국제적 수준 이상의 재료 및 코팅방법 등의 관련기술 개발을 위해 다음과 같은 연구를 수행하고자 한다.

- 윈도우 재료의 개발을 위해 폴리우레탄/고무 계열의 음향 윈도우의 개발, 무기 포 성형/접착기술 및 다층접합 기술의 검토,

- 기존의 배킹 재료에 대한 기술분석 및 국산화 검토, 국산 배킹 재료 개발, 각종 센서구조에 따른 배킹재료의 성형/가공 기술 연구, 미소 원소 첨가율의 변화에 따른 재료의 특성변화 분석.

- 음향 특성을 평가하기 위한 음향 특성평가 기술 연구

- 수상함 및 수중함정의 방사소음 차단 및 음향 표적강도를 최소화 할 수 있는 선체 외부 코팅용 음향 투과 차단 재료와 음향 무반향 재료의 국내 개발과 적용 기술을 연구

3.4 수중 소음 대책 연구

수중 무기 체계의 운용 및 작전에 결정적인 요인으로 작용하는 은밀성과 무향탐지 기능을 향상시키기 위한 저소음화는 오랜 기간 동안의 연구와 개발에 대한 장기적인 투자 및 각 전문 관련기관의 긴밀한 관계가 필요하다.

그러나 지금까지는 일부 기관의 선행 연구는 있었으나 서로 긴밀히 연계된 전문적이고 지속적인 연구는 활발하게 수행되지 못하였다. 이에 본 특화센터의 수중소음 대책 연구실을 중심으로 소음원 및 소음전달 경로에 대한 연구가 지속된다면 이 분야에 대한 수중 무기체계의 발전과 국내 기술 발전에 큰 도움이 될 것이다. 수중 소음 분야를 위해 수행되는 연구는 다음과 같다.

- 함정용 추진기의 소음원 감도의 이론적/실험적 추정기법

- 유동 유기소음 해석에 관한 시험 및 제어기법

- 수중에서 물체의 방사 임피던스 및 구조진동에 의한 유체방사소음 해석, 고감도/고정밀 수중 소음 측정 및 분석기술, DB를 통한 기계류 이상 진단 기술

3.4.1. 추진기소음 해석연구

기존의 함정이나 수중 무기체계(잠수함)의 경우 추진기관인 프로펠러뿐만 아니라 엔진이나 축, 베어링 등의 소음도 무시할 수 없었다. 그러나, 최근 함정 및 수중 무기 체계에 탑재되는 기계류의 저소음화에 따라 추진 프로펠러에 의한 소음의 방사 및

자체 소음의 기여도가 증가하여 중요한 소음원으로 작용한다. 함정 대 함정의 경우는 레이더가 중요한 역할을 하지만 잠수함의 경우는 소나가 레이더의 역할을 대신한다. 결국 소나에 포착되지 않는 것이 생존성을 높이고, 전투력을 향상시키는 방법이다. 소나 중 추진기관의 소음을 추적하는 소나(피동적 소나)의 경우 저소음화는 피탐지 능력을 증대시키는 효과가 있고, 능동적 소나의 경우는 소나 시그널에 자체 추진기관의 소음이 오염되는 것을 방지하므로 탐지능력이 증대하는 효과가 있다. 그러므로 저소음 추진기관(프로펠러)을 개발하는 것은 전투능력의 향상 측면에서 아주 중요하다.

따라서 본 연구의 목표는 수중 무기 체계 (함정, 어뢰, 음향 소나 및 센서)의 탐지 및 피탐지 성능 보장을 위한 은밀성 향상 및 음향 탐지 성능 향상에 있다.

이를 위하여 크게 세 가지의 세부 연구 목표를 둔다:

- ‘추진기 소음 해석 연구(41)’에서는 함정용 추진기의 소음원 강도의 이론적/실험적 추정 기법 개발, 추진기 소음 감소 기술 개발
- ‘탄성체 유동 유기 소음 해석 연구(42)’에서는 유동 유기 소음 해석 기법 개발, 유동 유기 소음 시험 기법 개발, 유동 유기 소음 제어 기법 개발
- ‘3차원 형상의 수중 방사 소음 해석 연구(43)’에서는 진동체의 음향 반사 해석 및 방사 임피던스 해석 S/W 개발, Power Flow 해석 이론 연구, 진동 에너지 측정 기법 개발, 진동 차단 구조 설계 기법 및 중 주파수 대역 방사 소음 해석 S/W 개발, 이동 소음원 측정/분석 기술 개발, 근거리 음장 측정/분석 및 원거리 특성 예측 기술 개발, 기계류 소음 진단 기술 개발 및 Expert System 개발

3.4.2. 탄성체 유동 유기 소음 해석 연구

수중무기체계의 고속화로 인하여 몰수체(submerged body)주위의 유동장에 의하여 유기되는 소음이 급격히 증대되어 소나(SONAR)의 탐지성능이 저하된다. 이는 몰수체와 유동간의 상호작용에 따른 벽면 압력 변동의 증가에 기인한 자체 소음원의 기여도는 무시될 수 없으며, 능동적 소나의 위치선정에 중요한 인자로 작용하게 된다. 일반적으로 몰수체의 선수부위에는 정체유동, 층류유동, 층류-난류 천이유동, 난류유동의 다양한 유동 구조가 설정되며, 이러한 경우 표면압력은 비정상적(unsteady)이고 매우 복잡한 공간적 분포를 갖는다. 따라서 상기한 압력변동을 이해하려면 몰수체의 특정한 점에서의 압력변동치가 아닌 여러 점에서의 압력의 공간적 분포에 대한 정보가 필수적이다

수중 몰수체의 유동 유기 소음 해석을 통하여 몰수체 주위 유동장과 벽면 압력 변동과의 상호작용에 의한 유동 유기 소음원을 파악하고, 국소변위, 탄성 벽면 등에 의

한 유동 유기 소음 저감 기술을 개발하고자 한다.

3.4.3. 3차원 형상의 수중 방사소음 해석 연구

- 3차원 음향장 음향특성해석 전용 S/W 개발

SONAR dome 구조물 내부에서의 음향특성은 SONAR 장비의 성능을 좌우하게 된다. 본 연구에서는 유한요소법과 경계요소법을 이용하여 잠수함의 SONAR dome 구조물의 음향특성을 해석할 수 있는 전용 프로그램을 개발하여, 최고의 SONAR system을 만들 수 있도록 하는 것이 목표이다.

- 파워흐름(Power Flow)을 이용한 방사소음 해석

물과 접해서 움직이는 수상함과 수중함의 경우 소음방사면에서 공기 중에 노출된 기계류하고는 다른 특성을 갖는다. 그 이유는, 물의 임피던스가 공기에 비해 대단히 크기 때문에 내부 구조에서의 작은 동적인 힘의 변화나 압력의 변화도 선체로 전달되어 수중으로 무시할 수 없는 양의 소음을 방사시킬 수 있기 때문이다. 이 경우 함정의 위치와 특성을 노출시켜서 위협에 처할 수 있고, 또 방사되는 소음은 각종 음향 장비에도 영향을 미칠 수 있다. 이러한 수중 구조물로부터의 소음방사 문제는 저주파수부터 고주파수에 이르기까지 매우 큰 대역들을 모두 포함하고 있으며, 각 주파수대역들에 대한 해석은 단지 한가지 방법에만 의존할 수 없게 되는 근본적 난점을 갖고 있다. 현재는 수중 구조물로부터의 소음방사 문제는 저주파수 대역에서는 FEM-BEM 방법이 이용되고 있고, 고주파수 대역에서는 SEA 방법의 적용이 이루어지고 있다.

본 연구의 장기적인 목표는 잠수함, 수상함 어뢰 등의 방사소음 및 진동전달 해석능력을 중주파수 대역으로까지 확대시키는데 있다. 이러한 목적아래 제1단계 연구에서는 복합구조물의 진동 해석을 위한 방법으로 파워흐름(Power Flow) 해석 기법의 연구를 수행하였다. 이러한 연구를 기초로 하여 제2단계의 이론 해석 연구에서는 복합구조물의 진동에너지 흐름 해석을 위한 S/W 개발을 목표로 하고자하며, 실험 해석 연구에서는 복합구조물에서의 진동에너지 흐름 측정기법 정립을 목표로 하고자 한다.

- 함정수중방사소음 측정기법 및 소음원 진단시스템 연구

함정의 수중방사소음은 대잠전술대책이나 수동소나에 대한 피탐지능력을 결정하는 주요인자로서 함정의 건조후 또는 함정내 소음발생기계류의 주기적인 수리전후에 필수적으로 측정/분석되는 항목이다.

천해, 근거리 음향 환경의 음장 특성을 Ray, Normal Mode 및 PE 모델 등을 이용하여 해석하고 이러한 환경에서 수중 방사소음을 측정할 수 있는 기술을 수치모의 실험, 수조실험, 실선계측을 통해 개발한다. 또한 특정기계류 진동 신호를 이용한 진단 기술과 보유 데이터베이스를 이용한 소음원별 이상진단 기술을 개발한다.

IV. 센터의 발전 방향

본 센터는 수중 무기체계 개념 도출, 개발 및 운용에 필요한 기초 및 응용기술의 연구를 수행하며 그와 관련된 기반 기술을 확보하는 것이 목적이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 여러 대학에 산재한 고급인력을 활용, 우수 연구 집단을 형성하여야 될 것이다.

그와 더불어 지금까지 이 분야 연구를 계속해 온 국방과학연구소와 긴밀한 협조체계를 구축하는 것이 센터 성패의 관건이 될 것이다. 또한 수중 무기 체계 및 그에 필요한 장치 및 부품들을 생산하게 될 방위산업체와의 협조 체계도 매우 중요하다. 따라서 센터는 대학-국방과학연구소-방위산업체 및 관련 연구소를 잇는 고리역할을 충실히 하게 될 것이며, 궁극적으로는 국방에 필수 불가결한 수중 무기 체계의 국내 자체개발 및 생산에 필요한 기반 기술을 제공할 것이다.

이를 통한 기대 효과는 다음과 같다.

- 수중 무기체계 개발 및 운용에 필요한 핵심 기초기술 및 응용연구 수행
- 대학에 산재한 우수 인력 자원을 특화연구에 참여 시킴으로써 이 분야에 필요한 인재를 양성함
- 위탁연구 및 컨소시엄 구성을 통하여 연구소 및 방위산업체의 애로 기술을 해결함.
- 대학의 특성을 충분히 살려 외국 대학이나 연구소와 활발한 교류를 통하여 선진국의 첨단 수중무기 관련기술을 획득함.
- 연구소 및 방산업체 연구원에게 위탁교육 또는 재교육을 받을 수 있는 기회를 제공함.
- 대학내 연구소나 타 연구센터와 공조 체재를 가짐으로써 민·군 공용 기술혁신에 이바지함.