

별과 분류에, 피탐지의 목적에서는 수중물체의 피탐지 확률의 증대에 응용된다. 이의 구체적인 응용분야로 민간 분야에서는 어군탐지, 음향측심 등이 있으며, 군사 분야에서는 수중함탐지, 수중함의 음향설계, M&S(modeling and simulation)등이 있다.

수중물체의 표적강도 해석기법은 크게 이론 해석기법, 실험 해석기법, 수치 해석기법으로 나눌 수 있으며, 각각 해석기법별 특징은 다음과 같다.

이론 해석기법은 이론적인 해가 존재하는 단순형상의 조합으로 수중물체를 근사하여 표적강도를 해석하는 기법으로 해석시간과 비용이 적게 든다는 장점이 있는 반면 대부분의 실제 수중물체가 단순형상의 조합으로 근사되지 않기 때문에 정확한 해석이 힘들며 형상과 형상의 접합부분에서 해석오차를 수반한다는 단점이 있다. 그러므로 실제 수중물체 보다는 단순한 형상의 해석이나 수치 해석기법의 검증에 적합한 해석기법이라 할 수 있다.

실험적 해석기법은 실제 수중물체를 상사조건을 만족하도록 축소하여 해상, 호수, 음향 수조등에서 실험적으로 표적강도를 해석하는 기법으로 세 가지 해석기법 중 실제 현상을 반영하여 가장 정확하게 해석하는 기법이다. 그러나 실험에 따른 시간소요가 많으며 계측장비의 구성과 축소표적의 제작에 많은 투자비용이 든다는 단점이 있다.

수치적 해석기법은 컴퓨터를 이용하여 물체 형상에 격자를 생성하고 격자의 지배방정식을 통해 표적강도를 해석하는 기법이다. 곡면을 수치적으로 근사시키기 때문에 이로 인한 수치계산 오차를 수반하며 일부 수치해석기법에서는 표적의 외부 형상만을 고려하기 때문에 표적의 표면을 투과하여 내부에서 재방사 되는 음파들의 효과를 해석하기 어렵다는 단점을 가진다. 그러나 해석시간과 비용이 적게 들며 복잡한 형상의 해석이 가능하다는 장점을 가진다.

본 논문에서 이러한 표적강도 해석기법별 장단점을 감안하여 수중물체의 표적강도 수치해석(Kirchhoff approximation)프로그램을 개발하였고 이를 이론 해석과 실험 해석에 의해 검증하였으며, 검증결과 신뢰성을 확인하였다.

## 28. 천해저용 음원 및 고분해능 다중채널 탄성파탐사 시스템 개발과 현장적용

해양개발공학과 김 영 준  
지도교수 신 성 렬

해양탄성파탐사는 육상과 마찬가지로 반사법탐사와 굴절법탐사로 구분될 수 있다. 굴절법

탐사는 속도에 의한 지하영상화가 가능하지만 반사법 탐사보다는 지층경계에 대한 분해능이 떨어진다. 해양탄성과 반사법탐사는 지난 수십 년간 모래, 자갈 등 골재와 석유, 천연가스, 가스하이드레이트 등 해저에 부존하는 자원탐사에 사용되었으며, 해저 파이프라인 및 케이블 매설, 해저터널, 해저 저장시설, 원자력발전소, 교량 등과 같은 해양 건설공사 시 기반암 조사 등 엔지니어링 탐사와 지질환경변화, 단층, 제4기 퇴적환경 등 해저지질조사에 폭넓게 이용되어 왔다.

엔지니어링 탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사는 규모와 대상면에서 석유탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사와 구별된다. 석유탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사는 규모가 크고 대용량의 에어건과 수 km의 긴 스트리머를 사용하여 수 km 깊이의 지질구조 파악을 목적으로 하나, 엔지니어링 탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사는 소형 에어건(Air-Gun), 스파커(Sparker), 부머(Boomer) 등의 음원과 단일채널 또는 소규모의 다중채널 고분해능 스트리머를 사용하여 수십 m이내의 천부 지질구조 파악을 목적으로 한다. 심부 탐사에 비해 천부 탐사는 고주파 성분의 음원을 사용하므로 해상도가 상대적으로 높아 고해상 탐사라고도 한다.

엔지니어링 탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사는 탐사지역의 수심이 얕아 대형 탐사선으로 탐사하기 어려우므로 소형선박으로 수행하여야 하며 예산 규모에 따라 경제적으로 수행하여야 하는 경우가 많다. 최근에는 PC와 주변기기의 발전으로 디지털 자료기록 및 처리 비용이 감소함에 따라 천부 해저 탄성과 반사법탐사자료의 해상도를 높이고 품질을 향상시키기 위한 디지털화 연구가 수행되어 왔다. 이는 자료가 디지털로 취득되면 석유탐사에서 사용되는 다중채널 탐사기술을 적용하여 품질을 향상시킬 수 있기 때문이다. 대규모의 중요한 천부 고해상 탐사의 경우, 이와 같은 다중채널을 이용한 탐사가 수행되었으며, 3차원 고해상 탐사도 시도 되었다.

위에서 살펴본 바와 같이 엔지니어링 탐사를 목적으로 하는 해양탄성과 반사법탐사는 소형선박을 이용하여 고주파 성분의 음원과 단일채널 또는 소규모의 다중채널 스트리머 그리고 디지털 자료기록 시스템 등으로 자료를 취득하고 있으며 이런 자료 취득 시스템의 개발로 취득 과정의 효율을 높일 수 있으며 또한 데이터의 품질을 향상시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 천해저 탄성과 탐사 자료 취득의 효율적인 측면과 데이터 품질 향상에 중점을 두었으며 이를 위해 자료취득 시스템을 고안하였다. 시스템의 주요 구성에 있어서 음원은 부머(boomer)의 종류인 쿼드펄서(quad-pulser)의 트랜스듀스(transducer)의 개수를 선택하여 수심 및 탐사 장소, 목적에 따라 사용할 수 있도록 천해저용 음원을 개발하였다. 기록장치에 있어서는 신호증폭장치를 제작하여 신호증폭, TVG, TVG delay를 조절할 수 있도록 하였다. 기록기는 분해능이 24bits A/D 변환기를 사용함으로써 분해능이 향상되도록 하였으며 총 8개의 채널을 사용할 수 있도록 제작하여 향후 천해저 고분해능 다중채널 탐사 및 3차원 탐사도 가능하도록 하였다.

이와 같이 개발된 천해저 고해상 탄성과 자료 취득 시스템의 성능 시험을 위해 기존의 상

용화 자료 취득 시스템으로 현장탐사를 동시에 수행하였으며, 개발된 자료 취득 시스템으로 취득한 탄성과 단면의 해상도를 검토하기 위하여 기존의 자료 취득 시스템의 탄성과 단면도와 비교하였다. 또한, 천해저라는 현장여건을 고려하였을 때 필요한 기본적인 자료 처리너울 필터링(swell filtering), 디지털 필터링(digital filtering), 디콘볼루션(deconvolution) 등을 통하여 자료의 해상도를 향상시켰다.

## 29. 심해용 무인잠수정 케이블의 비선형 동적 해석

해양개발공학과 권도영  
지도교수 박한일

육상자원의 고갈로 인하여 세계 각국은 21세기에 와서 심해저 자원개발에 더욱 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라도 최근 들어 심해자원인 망간 단괴나 열수 광산 주변자원 등을 개발하려는 노력이 활발해지고 있다.

해양 케이블은 해양 자원개발을 위하여 사용되는 심해 자원 탐사를 위한 중요한 해양구조물의 한 종류로서, 인류가 관심영역으로 하는 수심이 깊어짐에 따라 해양 케이블의 사용은 점차 증가되고 있는 추세이다. 심해 자원 탐사를 위한 많은 기기들이 있지만 그중에서도 중요한 기기중의 한 가지가 무인잠수정인데, 이 논문에서 다루려고 하는 케이블에 연결되어진 무인잠수정은 대단히 고가이므로 장비 운용중의 사고로 인한 피해는 매우 크다. 실제의 예로 최근 일본에서는 실제 무인 잠수정의 유실사고가 발생하였으며 이로 인해 무인잠수정의 안전에 대한 국제적인 관심을 환기시켰다.

무인잠수정의 종류에는 지지 케이블의 유무에 따라 유삭식과 무삭식으로 나누어지는데 유삭식인 경우는 해양 케이블이 무인잠수정의 안전에 중요한 역할을 한다. 심해 무인잠수정(deep-sea unmanned underwater vehicle)의 구성시스템을 살펴보면, 지원모선(support vessel)의 제어시스템으로부터 1차 케이블(umbilical cable)이 런처(launcher)에 연결되고, 다시 2차 케이블(tether cable)이 런처와 ROV를 연결하는 형태로 되어있다.

각 구성요소들을 간단히 소개하면 런처는 ROV(remotely operated vehicles)와 지원모선(support vessel)을 연결하는 중간 매개체인 동시에 소형 자율 심해 무인잠수정인 AUV(autonomous underwater vehicles)의 진수 및 회수가 가능하도록 하는 기지의 역할을 병행하고 있고, 1차 케이블은 지원모선에서 ROV를 제어하기 위한 신호를 보냄과 동시에 ROV를 지지하여 전체시스템의 안정성을 유지하는 역할을 한다. 케이블은 수 천 미터에 달하는 깊은 수심에서 운용되므로 지원모선의 6자유도 운동과 외부 간섭력에 의해 비선형적인 거동을 일