

## 해사기술연구소 음향연구실의 현황

김 재 승

한국기계연구원 부설 해사기술연구소

해사기술연구소에서의 소음 관련 연구는 1980년대 초 최초의 국산 구축함 건조와 더불어 출발한 것으로 볼 수 있다. 당시에는 선박구조실에서 본 분야의 연구를 담당하였으며 이 후, 음향·진동연구실을 거쳐 1990년 3월에 음향연구실이 분리되어 출범하였다.

다음은 당실에서 수행하고 있는 연구분야를 간략히 소개한 것이다.

### 1. 선박음향학(Shipboard Acoustics)

선박 자체가 대형 철구조물이며 내부에는 거의 모든 기계시스템과 음향장비가 탑재됨과 동시에 선원의 거주환경을 제공하는 등 종합적 성격이 강한 구조물이므로 선박음향학의 궁극적 목표 역시 광범위한 범위의 음향학 이론 및 실제를 선박이라는 특정 대상을 중심으로 종합화하는 데에 있다.

본 연구실에는 이와 관련하여 1985년부터 선박소음예측의 전과정을 전산화하여 ANOS (Analysis of Noise Onboard Ships)를 개발하였으며 현재에는 이를 모체로 예측 정도의 향상과 함께 좀 더 진보된 사용자 대화방식 입출력 프로그램을 개발중에 있다. 이와같은 노력은 조선소 현장의 사용자에게 선박의 설계와 동시에 설계자료로부터 필요자료를 입수 손쉽게 설계 선박의 소음환경을 예측 가능케하여 품질은 물론 생산성을 높이고자하는 데에 그 목적이 있다.

실용적인 선박 소음예측을 위해서는 프로펠러, 주기관동 소음원 레벨의 산정은 물론 선각을 따라 전파되는 고체음의 손실등 과정 도처에 실측값 혹은 준경험식을 사용하고 있는 것이 현재의 세계적 기술 수준이다. 이는 선박 소음해석시 경험과 실선 계측값이 매우 중요한 인자로 작용함을 의미하고 있다. 이와 관련하여 본 연구실에서는 외국 자료의 수집, 국내 신조 선박의 직접 계측을 통한 자료의 축적, 분석 및 예측과정에서의 빈영에 힘을 쏟고 있으며 동시에 예측 프로그램에 이론적 해석의 접합을 위한 노력도 병행하고 있다.

이외에도 해군 함정에서 중요시되는 수중 방사소음(Underwater Radiated Noise), 소나 시스템의 자기소음(Self Noise)의 해석/제어도 주요 관심 연구분야에 속한다. 한편, 소나

시스템의 자기소음에 막대한 영향을 줄 수 있는 소나들 주위의 난류흐름에서 기인하는 유체 소음(Flow Noise)의 해석 및 제어에 관한 연구도 계획하고 있다.

## 2. 통계적 에너지 해석법 (Statistical Energy Analysis)

SEA는 1960년 항공 분야에서 처음 소개된 개념으로서 주로 통계학적 견지에서 공진 모드 밀도가 높은 고주파수 진동/소음 해석에 각광을 받고 있다. 선박음향학에 있어서 SEA의 위치는 고체음 손실 해석에 도파관 이론(Wave Guide Theory)과 함께 양대 이론적 수단으로 사용되고 있으며 많은 관련 연구가 이루어져 왔다. 특히, SEA는 반경험적 방법으로 분류될 수 있는 도파관 이론에 비하여 좀 더 이론적 접근 방법이라는 점과 공기음과 고체음을 동시에 다룰 수 있다는 점에서 우위를 차지하고 있는 상태이다.

본 연구실에서는 1990년에 요소기술 연구로서 본 분야의 기초적 연구를 수행하였다. 이 결과를 바탕으로 1992년 부터 2년 계획으로 전산 프로그램의 개발에 착수 현재 골격이 거의 완성된 상태이며 실선 해석에 적용을 시도하고 있다. 내년도에는 프로그램에서 다룰 수 있는 적용 부재의 확대, 입출력 자료의 자동화와 함께 앞에서 소개된 소음 예측 프로그램과 연결하여 명실상부한 선박소음예측 프로그램을 완성할 예정으로 있다.

본 프로그램은 선박뿐 아니라 자동차, 항공기 산업등 광범위한 산업분야에서 유한요소법, 경계요소법등 전통적 해석 방법의 적용이 어려운 고주파수 진동/소음해석에 경제적이면서도 유용한 결과를 제공해 줄 수 있을 것으로 예상된다.

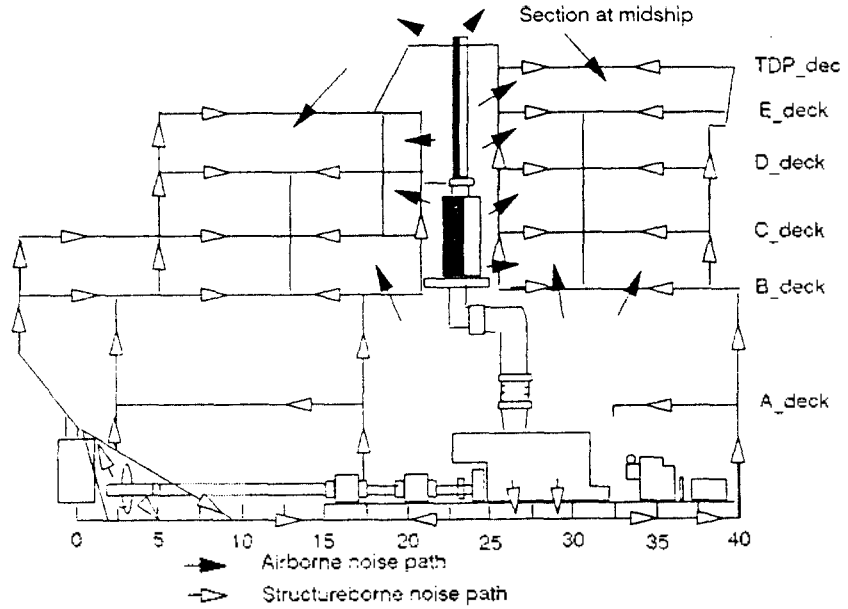
## 3. Power Flow Method

고주파수대의 진동해석은 많은 모드를 포함하므로 저주파수대에 적합한 모드개념보다는 파(wave)의 전파이론을 주로 이용하는데 power flow method는 파의 전파현상에 기초를 둔 구조물의 고주파수 진동해석방법으로 1980년대부터 시도되었다. Power flow method는 진동 에너지가 열전달의 경우와 마찬가지로 분포되어 있으며 분포양상은 구조물의 형상에 따라 결정된다는 개념으로 국부해석에 적합하다. Power flow method는 시간에 대한 평균 진동 에너지를 구한다는 점에서는 SEA와 같으나 SEA에서는 공간에 대해 평균치로 표시되는 진동 에너지가 위치의 함수로 주어진다. 따라서 많은 세부구조물로 이루어진 구조물의 해석시 전체 진동에너지의 분포는 SEA를 이용하여 해석하며 세부구조물의 자세한 해석은 power flow method를 적용하여 수행할 수 있으므로 power flow method는 SEA와 상호보완되어 선박등 복잡한 구조물의 해석방법으로 이용될 수 있다.

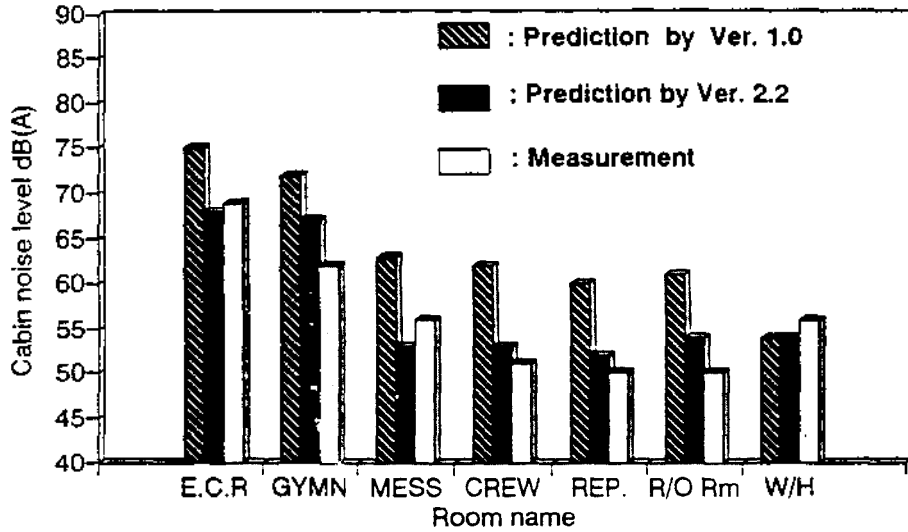
본 연구실에서는 1991년도부터 요소기술연구로 보 및 평판 등 기본구조물에 대한 power flow method의 적용을 연구하기 시작하여 원판 및 직사각형 평판에 대한 해석을 완료하였다. 2차 및 3차년도에는 보와 평판이 다중결합된 구조물의 진동해석을 수행할 예정으로 있으며 실험을 통해 개발된 이론의 검증도 계획하고 있다. 아울러 SEA 및 도파관이론등 기존의 고주파수 진동해석기법에 관한 비교연구를 병행할 예정이다. 본 연구를 통해 개발되는 고주파수 진동해석방법은 선박 등 구조물의 진동해석에 이용되며 연결부위에서의 부재의 길이등을 고려한 고체음의 전달손실계산등 SEA의 적용시 사용되는 여러 계수의 좀 더 정확한 값을 제공하는 수단으로 사용될 수 있다.

#### 4. 음파의 방사 및 산란(Radiation and scattering)해석

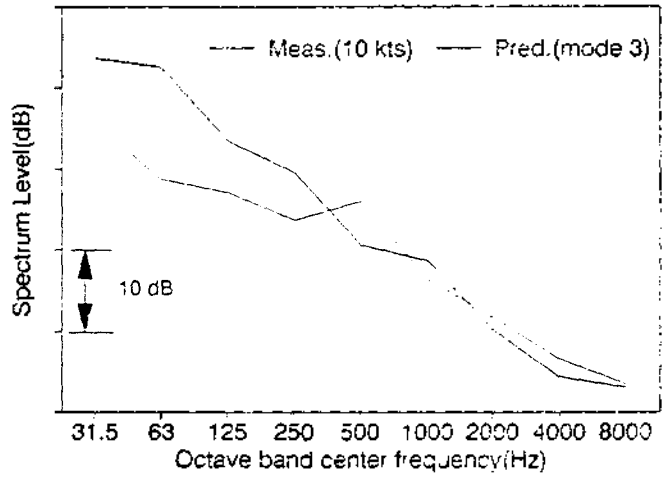
구조물의 진동으로 인한 음파의 방사(radiation)와 외부에서 입사되는 음파의 반사에 의한 산란(scattering)은 음향학에서 가장 중요한 분야의 하나이며 동시에 실제적인 면에서도 많은 응용을 갖고 있다. 본 연구실에서는 1991년도에 기본기술 연구로 수중구조물로 많이 사용되는 축대칭 셸구조물의 음파의 산란 및 방사현상을 연구하였다. 본 연구에서는 셸구조물내의 탄성파와 외부 유체내의 압력파의 전달을 동시에 고려하였으며 경계요소법을 이용하여 음파의 방사 및 산란을 계산하는 프로그램을 개발하였다. 본 연구결과를 응용하여 구조물의 수중소음해석 및 자체소음(self noise)에 의한 구조물의 진동 및 음파해석에 관한 연구도 계획하고 있다.



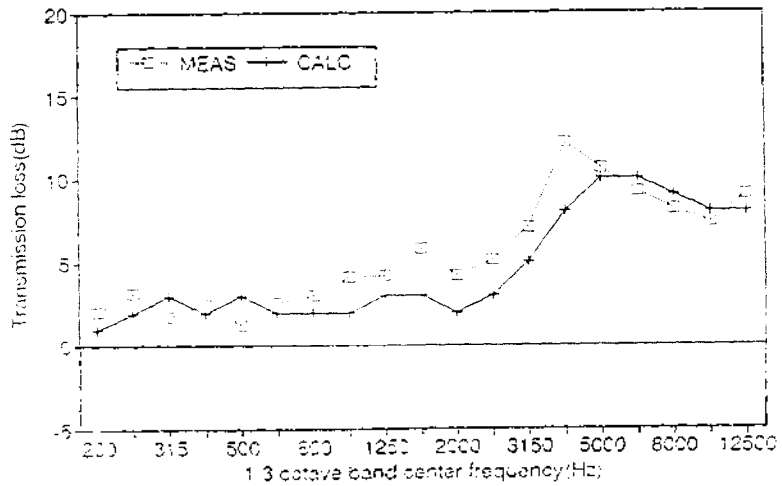
선박 소음의 전파경로



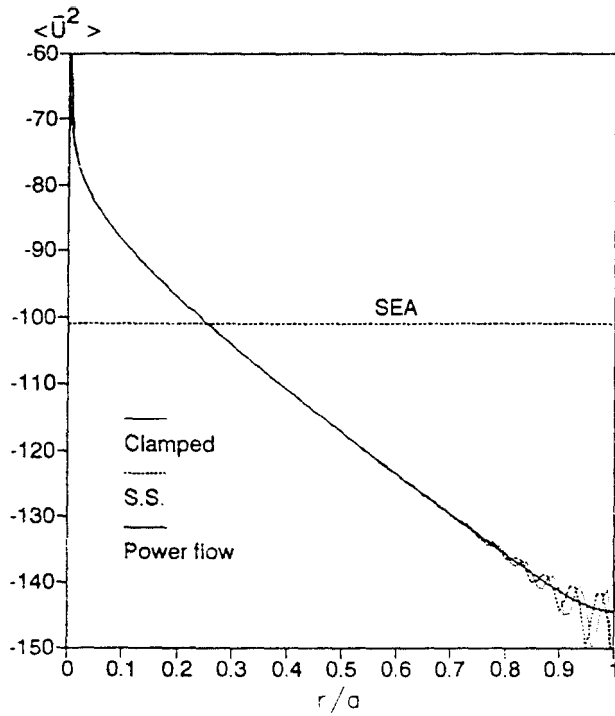
예측치와 실측치의 비교(선내 소음)



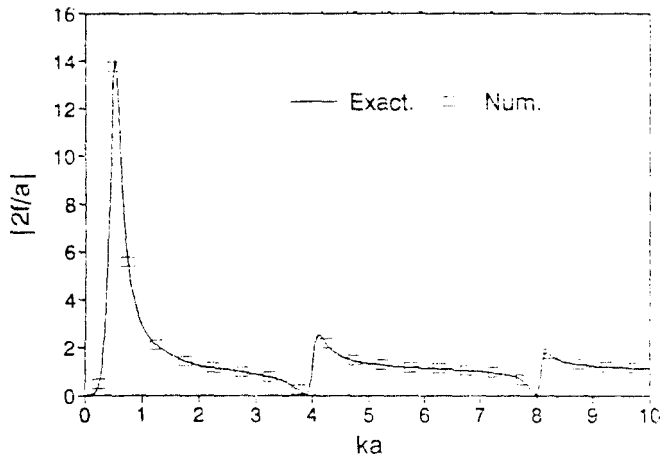
예측치와 실측치의 비교(수중 방사소음)



SEA 해석 결과 예



PFM과 SEA 해석 결과의 비교



탄성을 지닌 구의 Backscattering