

따라서, 신호음원의 방위측정은 본 연구에서 구축한 시스템만으로도 충분한 정확도를 가지고 측정할 수 있다는 것을 입증하였다. 그리고, 음원거리 측정 실험에서도 방위 측정과 마찬가지로 IIR HPF와 FIR LPF로 신호처리하는 혼합형 기법의 검출 성능이 우수하였고, 그 다음으로는 FIR LPF로만 필터링하는 기법이 양호함을 알 수 있었다. 그러나, 본 실험에서 거리가 먼 경우인 22.42m에서는 혼합형 신호처리법 이외의 다른 신호처리기법은 측정된 거리오차가 과도하게 되는 현상을 보이고 있기 때문에, 음원까지의 거리측정에는 적합하지 않음을 알 수 있었다. 그리고, 근사적 거리 결정법을 이용한 음원의 거리측정 실험에서는 음원의 거리가 가까우면 삼각함수법보다 측정 효율이 떨어지지만, 음원의 거리가 마이크로폰 사이의 간격에 비해 충분히 멀다면 측정 정도가 향상될 수 있는 가능성을 확인하였다. 따라서, 마우스피스 실험에서와 같이 신호음 사이의 도달시간차를 정확하게 계측할 수 있는 H/W 및 S/W의 보완 및 개발과 근사적 거리 결정법의 적용으로 신호음원까지의 거리도 고정도로 측정할 수 있을 것으로 사료된다.

본 시스템은 구조가 비교적 간단하고, 소형이면서 실시간 측정이 가능하고, 무중 항해시 타 선박이 발신하는 기적 음향신호를 추적할 수 있어서 선박충돌사고와 같은 해난사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 사료된다. 특히, 최근 IMO에서 새로이 채택한 음향수신장치는 타 선박이 기적음을 발신할 경우, 극히 개략적인 음파의 발신 방향만을 표시하도록 요구하고 있지만, 본 시스템은 그것에 비해 매우 정확하게 발신 방향을 측정할 수 있기 때문에 선박에 유용하게 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

앞으로의 연구과제로서, 마이크로폰 어레이의 연장선에 가까운 음원의 위치를 정확하게 측정할 수 있는 마이크로폰의 공간배치법과 이에 따른 알고리즘의 개발, 음원의 거리측정에 필요한 고정도의 도달시간차 측정을 위한 H/W 및 S/W의 보완이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 음원이 복수(複數)일 경우에 있어서의 신호처리기법 개발, 해상에서 전파되는 기적음과 선상에서 발생되는 소음의 주파수특성 분석과 SNR을 높이기 위한 최적 필터의 설계 및 이를 근거로 한 계측 시스템의 보완과 해상에서의 실선실험을 통한 본 시스템의 정량적 평가 등의 문제가 남아 있다.

### 3. 캐비티 유체 유동의 응용에 의한 선박 폐유 처리에 관한 연구

기관공학과 한 원 희  
지도교수 이 진 열

인류는 최근에 인구의 급격한 증가와 현저한 산업기술의 발달과 함께 지구의 온난화, 오존층의 감소, 사막화의 증가, 삼림의 황폐화 및 해양오염등과 같은 전지구 규모의 환경오염문제에 부딪치게 되었다. 특히 해양오염은 해양생태계 파괴 등의 직접적인 피해 사례가 나타나고 있어서 심각한 문제로 대두되고 있다. 해양오염 중 유류로 인한 오염의 영향은 수면에 유막을 형성하여 수중의 용존산소량을 저하시키고, 광선의 입사량을 감소시켜 광합성을 저해하며, 생물에 부착하여 냄새에 의한 장애와 직접적인 유독성을 나타내기 때문에 그 파장이 전 생태계에 미치게 된다.

그러나 현대 문명에 있어서 에너지원 및 각종 화학물질의 원료로 사용되는 석유탄화수소 물

질은 그 이용범위와 사용량이 클 뿐 아니라 계속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 경제 규모의 확대에 의한 교역량의 증가로 해상교통량이 급증하면서 해난사고 및 고의적인 배출 등에 기인한 유류의 해양유입은 증가되고 있는 추세이다. 해양으로 유입되는 기름의 양을 정확히 조사한다는 것은 그 오염원이 해양에 이르는 경로가 복잡하고 다양하여 곤란하지만, 미국국립 과학원(National Academy of Science)이 조사한 결과에 따르면 전세계의 해양으로 유입하는 석유탄화수소는 연간 약 320만 톤에 이르고 있으며, 그 중 해상운송으로 인하여 배출되는 유류의 총량은 연간 약 150만 톤으로 추정되고 있다. 또한 총 150만 톤의 유류배출량 중에서 선박의 선저폐수 및 연료유로 인한 배출은 30만 톤으로 추정하고 있어서 결코 간과할 수 없는 양인 되고 있다.

선박의 기관실에서 발생하는 폐유는 기관실의 누설부에서 흘러나온 기름이 청수나 해수 등과 혼합되어 발생하는 빌지유(bilge oil)와 연료유 또는 윤활유를 청정할 때 생기거나 기관구역에서 기름의 누출 등에 의하여 생기는 유성잔유물인 슬러지(sludge)가 있다. 이러한 폐유류를 선내에서 처리하기 위한 장치로 유수분리기(oily water separator) 및 폐유소각기(waste oil incinerator)가 있으며, 국제해사기구(International Maritime Organization)는 국제해양오염방지협약(MARPOL 73/78)을 통하여 선박 기관실로부터의 유류배출 제한치를 15mm으로 규정하고 여기에 적합한 유수분리장치의 설치를 의무화하고 있다. 그러나 유수분리기를 통하여 회수된 기름이라도 기름의 유화, 산화 작용에 의한 고형물, 콜로이드(colloid)상의 교착상태와 같은 문제점이 있기 때문에 소각기를 통한 소각에 있어서 많은 문제점이 있고, 더욱이 선박 운항비용의 절감 등으로 저질중유를 사용함에 따라 연료유가 고비중, 고점도화 되고 있는 추세이기 때문에 실질적인 선내 처리는 한계가 있는 실정이다. 따라서 선내에서 미처 처리하지 못한 슬러지를 비롯한 유성혼합물들은 탱크에 따로 모아서 육상으로 이송하는 경우가 많다. 그러나 이러한 경우에 슬러지 탱크(sludge tank)의 저장용량도 문제가 될 뿐만 아니라, 경제적 및 시간적 소모 또한 많으며, 슬러지를 양육할 수 있는 항구가 한정되어 있기 때문에 여러 가지 문제점이 있다. 또한 고점도이고 침점물을 다량 함유한 슬러지유가 해양에 유출될 위험이 있기 때문에 해양유류오염방제 차원에서 보았을 때 근본적인 대책은 선박 내에서 자체 처리하는 방법이 가장 좋은 대안이 될 수 있다.

선박 폐유를 처리하여 소각기에서 소각용 또는 다른 연소용 유류로 재활용하는 방법에 대한 연구 및 장치의 개발은 여러 가지가 있으나 현재 실질적인 적용은 이루어지지 않고 있는 실정이며, 특히 초음파 진동을 이용하여 폐유를 재활용하는 방법에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

한편, 각종 유체 기계 및 기기에서 유속 및 회전속도 등이 증가하면 유체충격과 정압의 저하에 의한 캐비테이션(cavitation)이 발생하는데, 이러한 유체내에서 발생한 캐비테이션은 소음과 진동을 초래하고 기포 붕괴에 따른 충격압에 의해 재료가 심한 침식을 일으킨다. 이러한 재료는 기능 저하, 효율 감퇴, 수명 단축 및 파괴에 이르기까지 장치 전반의 작동에 치명적인 영향을 줄 수 있는데, 이와 관련하여 금속재료가 여러 가지 작동 환경에서 받는 침식손상에 대한 연구가 다각적으로 행해지고 있다. 그렇지만 슬러지유를 포함한 선박 유류(marine oil) 환경 중에서 진동에 의해 발생하는 캐비테이션 침식(cavitation erosion)에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이 논문에서는 선박으로부터의 유류오염을 근본적으로 방지하기 위한 일환으로 선박의 운용상 필연적으로 발생하는 슬러지유, 빌지유 등의 폐유를 선박내에서 자체 처리하기 위한 초음파 진동 장치에 대해 연구하였다. 초음파 진동장치는 초음파 진동에 의해 발생된 캐비티 유체의 유동 및 붕괴압에 의해 유입자를 분쇄하고, 미립화 및 균질화 시킬 수 있는 장치이지만, 현재 선박의 폐유 처리에는 적용된 예가 없는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 선박유류인 연료유와 윤활유, 슬러지유에 초음파 진동을 이용한 캐비티를 발생시켜서 조직구조(탄화수소의 결합상태)

의 변화양상을 조사하고, 시료유 입자의 미립화와 균질화를 검토함으로써 폐유의 재활용 가능성에 대해 알아보았다. 또한 초음파 진동장치 중 중요부품인 진동자에 발생하는 침식양상을 조사하고자 진동자 팁(tip)의 재료로서 SS41을 사용하여 그 침식손상을 규명하였다. 아울러 선박 유류 및 슬러지유 환경에서 캐비티의 영향을 받는 SS41 시험편에 대한 침식특성을 고찰하고, 슬러지유 균질화에 미치는 캐비티 유체 유동 및 붕괴압의 세기를 규명하고자 초음파 진동자 혼에 의해 발생된 캐비티의 붕괴에 따른 침식양상을 고찰하였다.

연구 결과로서 선박 폐유를 재활용 할 수 있는 시스템의 개발 가능성을 확인하였고, 나아가 이러한 결과는 연소용 연료유의 절감에 따른 경제성을 향상시키며, 슬러지 탱크 용량을 최소화하여 선박 운용 효율을 제고하는 문제 등을 검토하는데 유용한 자료가 될 수 있을 것이다. 또한 각종 유체 기기의 사용 환경과 재료의 성질이 다르지만, 캐비테이션 침식-부식 및 회전체 자체에 의해 캐비티를 발생시키면서 자신이 침식손상을 입는 기기의 캐비테이션 침식 발생에 대한 자료로 활용이 가능하고, 대향적으로 캐비테이션을 받는 재료나 캐비티의 붕괴에 따라 충격압을 받는 재료의 침식손상을 규명하는 자료로도 활용될 수 있으리라고 기대한다.

## 4. 신경회로망을 이용한 유도전동기의 센서리스 속도제어에 관한 연구

기관공학과 김 종 수  
지도교수 김 성 환

구조가 견고하고 보수 및 유지가 용이하며 가격이 저렴한 유도전동기의 순시토크제어를 위해서 자속기준제어 즉, 벡터제어가 많이 적용되고 있다. 또한, 유도 전동기의 고성능, 고정밀 속도제어를 실현하기 위해서는 회전자의 정확한 속도정보가 필요하며 이는 리졸버, 펄스 엔코더 등의 기계적인 센서를 이용하여 얻을 수 있다. 하지만, 이들 센서들을 사용하여 정밀한 속도정보를 얻는다는 운전속도에 따라서 한계를 가질 수 있으므로 구동 시스템의 성능향상에 문제 요소로 작용하게 된다. 그리고 구동장치의 설치 환경에 따라 센서를 취부하는 것이 허용되지 않거나, 구동시스템의 가격상승과 신뢰도 및 외란에 대한 강인성을 감소시킨다.

이런 문제점을 해소하기 위해 1980년대 후반 이후 센서를 사용하지 않는 센서리스 속도제어 방식에 관한 연구가 진행되었다. 초기에는 고정자 전압과 전류값에 의해 자속을 추정하고 전류와 추정 자속값을 이용하여 회전자 속도정보를 얻는 방식을 취해 왔으나, 요즘에는 보다 더 정확하고 강인성을 가지는 속도추정 및 센서리스 제어방식들이 발표되고 있다.

기존의 센서리스 속도제어방식에는 대표적으로, 고정자 전압 및 전류값을 측정하여 전동기 상태 방정식으로부터 자속 및 회전자 속도를 추정하는 방식, 유도 전동기의 두 모델, 즉 고정자 모델과 회전자 모델에 의해 구한 자속이나 역기전력 추정치의 차이를 적응메커니즘에 적용시켜 속도를 추정하는 방식, 상태 관측기에 의해 회전자 자속을 추정하고 고정자 전류와 회전자 자속을 이용하여 속도정보를 얻는 방식, 입·출력 잡음의 영향을 받을 경우에 최적의 필터링 알고리즘인 칼만필터를 이용하는 방식, 회전자 슬롯에 의한 릴럭턴스 변화로 야기되는 고정자 전