

“SONAR HOIST”

금 성 정 밀(주) 연구 소
선임연구원 김 학 천

1. 개 요

모든 과학의 발달은 전쟁을 통하여 이루어 졌지만 특히 소오나의 개발은 전쟁의 판도를 바꾸어 놓은 계기가 된다. 1차 세계대전 때 적 잠수함 때문에 많은 피해를 입은 영국 해군은 수중의 잠수함을 찾는 장비를 개발한 것이 소오나를 개발한 동기가 되었다. 그 후 2차대전 때는 적이 부설한 기뢰나 적 잠수함을 찾는데 크게 공을 세웠을 뿐더러 반대로 잠수함이 바다에 숨은 채 해상에 있는 적 함대의 위치를 정확히 발견하여 어뢰공격할 때도 사용되었다.

그러나 2차대전이 끝난 후 소오나는 산업용으로 크게 연구 개발되어 수중의 어군위치나 어군의 동태, 해저의 위치나 지형 뿐만 아니라 해저지질조사, 해저유전조사 등 여러 방향에서 널리 이용되기에 이르렀다.

소오나(SONAR; Sound Navigation And Ranging; 수중음향탐지기, 즉 음파의 항행법과 거리 측정기)의 기본원리는 공

기중에서 진행하던 음파가 다른 매질에 부딪히면 반사되는 것과 같은 원리로 수중에서 초음파를 발사하고 그 초음파가 목표물에 맞은 후 반사되어 되돌아 오는 방향과 시간을 계산함으로써 수중 목표물의 위치나 형태를 측정하는 장치이다.

이와 같이 초음파를 수중으로 발사하고 반사되는 반사파를 받아 들이는 것, 즉 전기적 신호를 기계적 진동으로 변환하여 초음파를 수중으로 발사하고 수신된 반사파의 진동을 전기적 신호를 변환시키는 역할을 하는 것이 소오나의 가장 핵심부분인 송·수파기(Transducer)이다. 소오나 호이스트(Sonar Hoist)는 이 송·수파기를 선내에서 수중으로 내리거나 끌어올릴 때 사용하는 기계장치이다.

2. 호이스트의 기능 및 동작

소오나를 이용하는 것중 어군탐지기(Fish Finder), 바다의 깊이를 재는데 전용으로 쓰이는 음향 측정기(Sonic Depth Finder, Depth Indicator, Depth Sounder)등의 송·수파기는 대

부분 소형으로 배 밑바닥에 고정시키는 경우가 많으나 대형 소오나의 경우는 필요시만 송·수파기를 수중으로 내려 사용하고 사용하지 않을 때는 선체안으로 끌어올려 보관하게 된다. 즉 송·수파기를 송·하강시키는 것이 호이스트의 주기능이 된다.

또한 초음파 빔(Beam)을 발사하고 수신하는 모양에 따라 조사(照射: Search Light) 방식과 전방향조사(Omni) 방식으로 크게 나뉘게 되며 조사방식은 탐조등의 조명방법과 같이 목표물을 향해 일정한 좁은 폭의 빔을 쏘아 반사되는 신호를 수신하게 되며 이 때 지향각을 향해 빔을 발사해서 추적하게 되므로 송·수파기를 수평방향 선회 및 수직방향의 부각 회전을 시켜주어야 한다. 이러한 송·수파기의 운동을 수중에서 기계적으로 조작하여 선회, 부각시켜 주는 것이 또한 주기능이 된다.

각부의 기능을 살펴보면,

가) 송·하강 기능

자동 및 수동 작동이 가능해

야 한다. 송·수파기를 수중에 하강한 상태에서 지시기(Display)의 전원 스위치를 끄게 되면 송·수파기는 자동으로 승강되어 정지되도록 하여야 하며, 전원 장치가 고장이 났을 때는 수동으로라도 작동이 되어야만 한다. 그렇지 않을 경우 송·수파기로 인해 해수의 저항을 받아 배의 항해속도가 감소되며(약 100톤 급의 배를 기준할 때 통상 0.5~1.5 knot 정도까지 감소). 해저의 여러가지 방해물에 의해 송·수파기가 손상될 우려가 있다. 승강행정은 약 600 ± 200mm(기종에 따라 차이가 있음)정도이고 승강기간은 약 20~30 초 정도이다.

나) 부각(Tilt angle)작동 기능

송·수파기의 지향각은 대개 9~25° 정도이므로 해면에서 배의 수직 아래까지를 탐색키 위해서는 송·수파기의 부각(tilt angle; 수평방향에서의 각도)작동을 시켜야 한다. 이는 지시기(Display)의 부각스위치에 의해서 작동되고 부각 범위는 0°~90°이며 이 구간을 약 10초~20초 정도에 동작되는 것이 좋다. 왜냐하면 지향각이 10°인 송·수파기로 1.5km 밖의 어군을 탐색하기 위해서는 송신 1초, 수신 1초, 도합 2초가 걸리며(초음파의 수중 진행속도는 1,500m/sec 정도) 0°~90°를 부각시키려면 약 18초 정도는 되어야 하기 때문이다.

다) 선회각(Bearing angle) 작동 기능

선회는 탐색을 할 때 사용한 다. 지시기 화면상의 180°폭 영

상을 ± 175° 범위에서 지시기의 방위목표에 동기시켜 영상이 회전하도록 송·수파기를 기계적으로 회전시킨다. 선회시간은 180°를 약 10~30 초 정도의 속도로 회전하는 것이 좋다.

최근에는 전자기술의 발달로 일정한 지향각을 갖는 송·수파기를 기계적으로 부각 및 선회시키는 대신 전자적으로 초음파의 지향각을 부각 및 선회시키는 형태의 소오나 시스템이 널리 보급되고 있다. 이러한 방식을 전방향조사방식이라 하며 고속회전의 송·수파기를 이용하여 360°전방향의 어떤 목표물이나 물체를 단 시간에 탐지해 낼 수 있는 장점이 있다. 이러한 소오나 시스템에서 호이스트는 송·수파기를 승·하강시키지만 하면 되므로 구조가 간단하고 유지 보수가 쉽지만 주파수가 높아지면 전자적으로 부각 및 선회시키는데 기술적 어려움이 있고 또한 소오나 장비

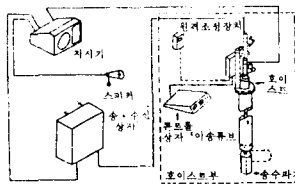


그림 1. 소오나 시스템 (호이스트는 기계적 작동형)

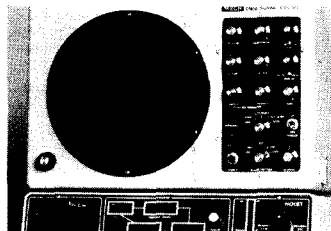


그림 2. 88kHz 소오나의 지시기부

가격이 매우 비싸다는 단점이 있다. (그림 1, 2)

라) 송·수파기 보호 돔 (Dome)

송·수파기는 앞서 말한 바와 같이 소오나의 가장 핵심 부분이며 수중에 항상 노출되어 있다. 어군탐지기나 음향측심기 또한 잠수함 추적용 소오나중 일부 모델 등 지향각이 고정되거나 전자적으로 선회, 부각시켜 주는 형태는 특수한 성분의 고무물딩한 상태로 배의 용골 부위에 고정시켜 놓고, 외부를 철골구조의 브래킷으로 보호하는 경우도 있으며 이러한 경우는 호이스트를 사용하지 않는다. 호이스트를 사용하는 경우는 보호 돔을 사용하여 항상 송·수파기를 보호하여야 한다. 이 때 송·수파기의 부각 및 선회가 자유로이 될 수 있어야 하고 항해할 때 해수에 의해 받는 저항력에 견딜 수 있도록 견고하고, 초음파 특성에 영향을 적게 주는 재질로 만든 돔이어야 한다. 돔내부는 초음파의 전달매질로써 적합하고 송·수파기 특성에 영향을 주지 않는 오일로 충전하여야 한다. 주로 많이 사용하는 돔의 재질로서는 네오프렌계 고무이다. 이 재질은 내해수성과 내유성이 우수하고 초음파매질로는 우수한 특성을 갖고 있는 것이 특징이며 표 1은 이 재질의 물성치를 나타낸 것이다.

돔 제작시 특별히 주의해야 할 것은 실리콘 성분의 이형재를 사용해서는 안된다. 이는 돔표면에 실리콘 성분이 있을 때 해수와 돔의 친화력이 떨어져 돔 표면에 기포가 생성되고 이 기

송·수파기가 승·하강이 완료 됐을 때나 승·하강 진행중일 때 또는 임의의 위치에 정지되어 있을 때를 표시하는 위치 표시 기능이 있다.

○ 송·수파기 부각 및 선회각도, Center 표시등

목표물을 찾았을 때 그 목표물이 선수를 기준으로 어느 방향, 수심 및 깊이 에 있는가를 알기 위해서는 송·수파기의 지향각을 정확히 알아야 한다. 이 각도 표시는 물론 송·수파기의 선회와 지시기 화면의 영상 선회가 일치되도록 Resolver를 설치해서 동기가 되도록 되어 있다. Center 표시등은 송·수파기 전면이 선수방향을 향하고 있을 때 지시기 화면상 동기 조절을 위해 필요하다.(그림 4)

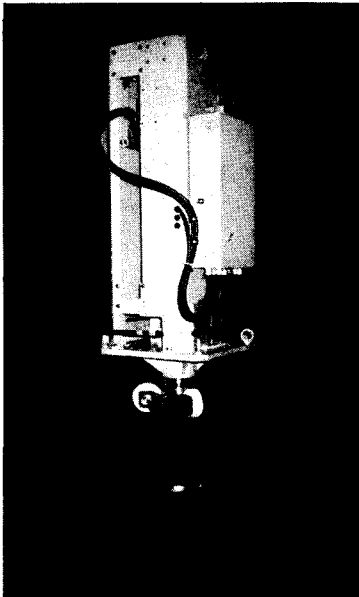
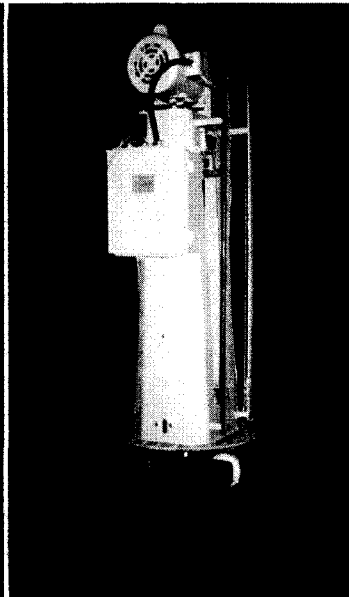


그림 4. 송·수파기의 부각 및 선회가 돔 내부에서 기계적으로 행해지는 형의 호이스트

3. 호이스트의 선택

소오나를 선택할 때 가장 중요한 것은 주파수의 선택이다. 대부분의 경우 소오나는 어군탐지를 위해 설치하게 되며 어군을 올바르게 탐지하고 정확한 어군의 판단을 위해서는 주파수의 선택이 매우 중요하기 때문이다. 주파수는 송·수파기에 의해 결정되며 송·수파기는 동작원리에 따라 크게 2가지로 분류되는데 자왜식(磁歪式; Magnetostrictive) 또는 페라이트(Ferrite) 방식은 주로 낮은 주파수용으로 사용되고 전왜식(電歪式; Piezo-Electric) 또는 세라믹(Ceramic) 방식은 높은 주파수용으로 사용되며 보통 50 kHz 정도를 경계로 한다. 전왜식이



송·수파기의 부각 및 선회가 전자적으로 행해지는 호이스트 (사진은 송·수파기가 없는 상태임)

자왜식에 비하여 변환효율이 훨씬 높은데에도 낮은 주파수에서 자왜식이 많이 쓰이는 이유는 낮은 주파수에서 대출력용을 기술적으로 제작하는 데에는 전왜식보다 자왜식이 훨씬 용이하기 때문이다.

올바른 주파수 선택의 요건은

첫째, 초음파의 주파수는 높을수록 전달되는 에너지의 감쇄가 현저하다. 따라서 고주파 선택시는 가능한한 출력이 높은 것이 좋다.

둘째, 사용 주파수의 파장보다 훨씬 작은 물체는 식별해 낼 수 없다. 따라서 주파수가 높은 경우에는 파장이 짧아지므로 작은 물체도 탐지할 수 있으나 낮은 주파수인 경우에는 웬만큼 작은 물체는 탐지할 수 없다.

셋째, 표면의 구성 물질, 어종의 육질 및 어장의 조건에 따라 적합한 주파수를 선택해야 한다.

참고로 표 3은 어종별 주파수 선택표이다.

대부분의 경우 호이스트는 송·수파기가 결정되면 이에 맞게 만들어진 호이스트를 함께 구매하게 되지만 일반적인 호이스트의 선택 요건은

첫째, 호이스트는 배 선실 가장 밑바닥에 설치되고 사람의 출입이 거의 없는 곳에 설치되기 때문에 고장이 없어야 한다. 또한 선외부로 송·수파기가 노출되어 있기 때문에 고장이 발생하였을 때 배를 육지로 끌어올릴 수 밖에 없다. 그러므로 설치 후 새로운 장비로 교체하기까지 고장이 없어야 한다.

둘째, 송·수파기의 교체가

용이해야 한다. 송·수파기는 배 밑에서 교체해야 하기 때문에 호이스트장비 전체를 들어내지 않고도 교체가 용이하도록 되어야 한다.

새때, 승·하강시 배에 설치된 원형이송튜브를 타고 승·하강되며 또한 배가 항해할 때 승·하강되면 해수의 저항에 의한 마찰저항이 증대되고 모터나 기계부위에 무리가 가기 때문에 마찰저항이 적은 것이어야 한다. 이 기본요건을 토대로 필요한 기능을 갖춘 호이스트와 소오나를 선택할 때 풍성한 어획의 기쁨을 맛볼 수 있을 것이다.

4. 호이스트의 설치

호이스트의 설치는 배를 조선대 위에 끌어 올려 설치해야만 한다. 일반적으로 호이스트는 송·수파기의 이송용 원형 튜브가 호이스트와 같이 공장에서 공급될 경우에는 특별한 조절이나 조정이 필요없고 선수방향만 고려하여 설치하면 된다. 설치시 중요한 것은 배에서의 설치위치의 선정이다. 호이스트는 되도록이면 배의 엔진에서 멀리 떨어진 소음이 적은 곳에 위치하도록 하며 파도가 거칠 때를 고려하여 송·수파기가 수면 아래에 위치하도록 배의 가장 밑부분에 설치하도록 하고 특히

배가 항해할 때 발생하는 기포가 배 밑바닥을 타고 흘러들어 송·수파기를 뒤덮지 않도록 고려해야 한다. 돛 내부의 오일에서도 기포가 없어야 함은 앞에서 설명한 바와 마찬가지로 기포가 송·수파기를 덮게 되면 감도의 저하 뿐만 아니라 이로 인해 지시기에 잡음 현상이 나타나므로 기포가 최소가 되는 위치에 설치해야 한다. 주로 선택되는 위치는 선수로부터 배 길이의 1/3 지점 부위이다. 또한 송·수파기의 이송튜브 중심축은 배가 평형상태에 있을 경우 배와 수직을 이루도록 설치해야 하며 공장출고시 표시한 “선수”마크가 선수방향을 향하면서 일직선상에 있도록 하는 것이 좋다.

송·수파기의 이송튜브가 호이스트와 같이 공급되지 않았거나 다른 호이스트의 부품일 경우는 아래와 같이 바퀴를 조절해야 한다.

- 송·수파기를 부착한 호이스트를 이송튜브 플랜지로부터 25~30 cm 위까지 올린 후 그림 5와 같이 3개의 스페이서를 서로 120°되게 세워놓고 그 위에 호이스트를 올려 놓는다.

- 바퀴들의 편심축을 풀어서 2개의 나일론으로 만든 흰색 바퀴들이 이송튜브의 안쪽에 닿아 있는 정도로 하게 한 후 동

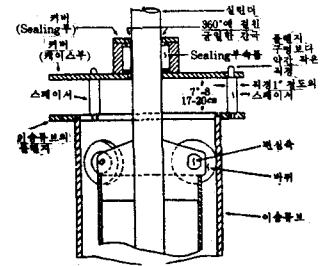


그림 5. 바퀴조절

시에 편심축을 조여서 고정하고 정면 황색바퀴는 약 0.8 mm 정도 눌러지는 상태의 압력을 받게 편심축을 돌리면서 바퀴조절을 행한다.

때에 따라서 불행하게도 암초나 떠다니는 통나무 그물 등에 송·수파기가 부딪혀 송·수파기가 손상을 입을 때가 있다.

이 때를 위하여 이송튜브 근처에 적절한 브래킷을 설치해 놓으면 좋을 것이다. 또한 승·하강 실린더는 누수방지용 패킹상태에 따라 그리이스 적용에 주의해야 한다. “테프론 그라 화이트 실”을 사용한 경우는 실린더에 그리이스를 적용하면 오히려 누수를 일으키게 되므로 그리이스를 적용해서는 안된다.

설치가 완료되면 작동부 오일 주유 및 그리이스 주유 등 주기적으로 정비를 해준다면 오랜 수명과 고장없는 작동을 보장 받을 수 있다.