

잠수함 소음감소기술 현황 및 발전방안

배수룡, 정우진(국방과학연구소)

1. 서론

소음은 잠수함의 생존성을 결정하는 매우 중요한 요소 중의 하나다. 잠수함이 작전 중 마주치는 위협은 다양하나 그 주된 것은 잠수함으로부터 발생하는 소음을 탐지하는 수동소나, 해저에 설치된 수중감시 체계 등이다.

아함이 적 함정을 잘 탐지하기 위해서는, 아함에서 발생하는 소리를 줄여 잘 들을 수 있어야 하며, 아함의 소리를 멀리 전파되지 않도록 하여야 한다. 잘 듣는다는 것은 자체소음(Self noise)을 줄이는 것을 의미하며, 멀리 전파되지 않아야 한다는 것은 수중방사소음(Underwater radiated noise)을 줄여야 하는 것을 의미한다. 이와 같은 이유로 잠수함을 설계, 건조 할 때 가장 중요시 하는 것 중의 하나가 잠수함의 소음을 포함한 음향신호(Acoustic signature)를 작게 하는 것이다.

세계 각국은 잠수함 소음을 감소시키기 위하여 많은 투자와 노력을 해왔고 잠수함 소음 수준은 계속 낮아지고 있다. 우리나라도 잠수함의 수중방사소음을 감소시키기 위하여 군과 산학연이 많은 노력을 해왔다.

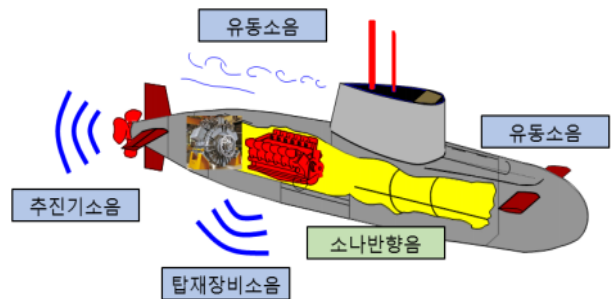
한국 해군은 1980년대 국내 독자개발한 돌고래급을 취역시켰으며, 1990년대에 독일 209급의 장보고-Ⅰ급, 2000년대 독일 214급의 장보고-Ⅱ급을 취역시켰다. 현재는 우리나라가 독자개발한 장보고-Ⅲ급이 건조되어 시험평가중이다.

본고에서는 우리나라의 잠수함 소음 분야 기술현황과 소음을 감소시키기 위한 발전방안을 논의하고자 한다. 잠수함 소음에 관한 자료는 대부분 외부로 공개가 어렵기 때문에 본고에서는 공개 가능한 범위에서 내용을 기술하였음을 밝혀둔다.

2. 잠수함 소음

잠수함이 수중에서 작전을 하기 위해서는 많은 탑재장비와 추진기 등이 작동되어야 하며, 작전을 위하여 수상항해, 잠항, 잠망경 항해 또는 스노클 항해를 한다. 이러한 과정에서 잠수함으로부터 여러 종류의 소음이 발생하게 된다. 이러한 소음들은 그림 1과 같이 탑재장비소음, 유동소음, 추진기소음, 순간소음, 스프래싱소음(Splashing noise) 등이 있다. 이들 중

순간소음(Transient noise)은 어뢰발사 시 어뢰발사관의 개폐에 따른 짧은 시간 동안에 발생하는 소음이며, 스프래싱소음은 잠망경 항해시 잠망경이 수면상부로 노출됨에 따라서 발생하는 소음이다. 또한 잠수함에서는 적 소나에 의하여 아함 외부선체에서 반사되는 소나반향음도 포함시키고 있다.



탑재장비소음	탑재장비 진동소음이 선체로 전달되어 선체외부인 수중으로 전파되는 소음
유동소음	잠수함 운항 시 선체주변 유체에 의하여 발생되어 수중으로 전파되는 소음
추진기소음	추진기 작동에 의하여 추진기에서 발생되어 수중으로 전파되는 소음
소나반향음	적 소나에 의한 아함 외부선체에서 반향되는 소나음

그림 1 잠수함에서 발생하는 소음

잠수함으로부터 발생하는 소음은 크게 표 1과 같이 분류할 수 있다.

표 1 잠수함 소음 분류

분류	세부 항목	탐지 센서
수중방사소음	탑재장비소음 유동소음 추진기소음 스프래싱소음	적 수동형 음탐센서
자체소음	탑재장비 소음 유동 소음	아함 음탐센서
음향표적강도 (Acoustic Target Strength)	형상설계 음향코팅재	적 능동형/ 수동형 음탐센서

3. 국내/외 기술현황

3.1 국내 기술현황

장보고-III 잠수함에 탑재되는 대부분의 주요 장비는 국산 화하여 개발하였고 소음 요구조건은 충족하였다. 국산화된 장비들의 실측 소음 수준은 선진국 탑재 장비의 실측 소음수준과 비교하면 아직 선진국 수준에는 미치지 못하고 있다. 탑재 장비의 소음을 전달경로에서 감소시키는 소음감소기구인 탄성마운트, 해수소음기는 국외에서 수입하여 잠수함에 사용하고 있으나 수출국의 수출허가가 필요한 사항이다. 래프트(Raft) 설계기술, 음향 인클로저 설계기술, 탑재장비에 대한 잠수함 소음 예측 기술을 확보하여 잠수함에 적용하고 있으나 소음 성능향상을 위한 기술 고도화는 필요한 실정이다.

유동소음은 전산유체 해석을 통하여 수행하고 있으나, 절대적인 수준 예측을 위해서는 많은 연구가 필요한 실정이다. 추진기는 설계를 통하여 결정된 몇 가지 형상의 모형을 제작하여 소음 시험을 하고 그 결과를 분석하여 형상을 결정하여 탑재한다. 추진기에 대한 소음해석은 초기에는 해외 전문기관에서 수행하였으나 현재는 국내에서 수행하고 있다.

순간소음이나 스프레싱소음은 실적 잠수함의 설계결과와 측정결과를 바탕으로 개발되는 잠수함의 수준을 통제 하고 있으며, 이에 대한 해석이나 감소기술 개발은 수행하지 않고 있다.

소나 반향음 감소를 위한 음향코팅재는 현재 실선 적용단계이나, 음향코팅재 성능향상에 필수적인 경량화 기술은 미확보 상태이다.

3.2 국외 기술현황

잠수함을 건조하는 선진국들은 저소음 잠수함 건조에 필요한 기술에 대한 상세한 내용들을 철저히 보호하고 있어 국외 기술현황을 파악하는 것이 매우 어렵다. 다만 논문이나 관련 학회 컨퍼런스 자료들을 통해 추정해 보면 표 2와 같이 우리나라보다 정도가 높은 기술을 실제 함정에 적용하는 수준이며, 이들 기술을 고도화하기 위하여 지속적으로 연구개발을 수행하고 있는 것으로 추정할 수 있다.

또한 기존 기술의 한계를 극복하고자 능동형 소음저감 기술 또는 능동과 수동 저감기술이 복합된 융합형 소음저감 기술도 연구개발하고 있을 것으로 추정된다. 특히 최근 각광을 받고 있는 음향메타물질을 이용한 잠수함 소음저감 기술개발에도 많은 투자를 하고 있을 것으로 생각된다.

표 2 잠수함 소음감소기술의 국외현황

국가	기술현황
미국	세계 최고수준의 잠수함 소음 저감기술 개발 국가이며, 현재도 최신의 잠수함 소음감소 기술들을 연구개발 중
러시아	미국과 유럽 기술보다는 약간 낮은 수준으로 알려져 있으나, 미국 원자력 잠수함 소음수준과 유사한 수준이 되도록 지속적인 연구 중
영국	미국과 협력을 통하여 잠수함 소음 저감기술을 개발하고 있으며, Astute급 잠수함에 최신의 소음저감 기술을 적용한 것으로 알려짐
프랑스	잠수함 저소음화를 위한 전기추진모터를 개발/적용하고 있으며, 지속적으로 잠수함 소음 저감기술 연구개발 중
독일 스웨덴 네덜란드	복합재를 이용한 저소음 추진기 개발 및 재래식 잠수함 소음저감 기술의 지속적인 연구 개발 중
일본	소류급 잠수함에 음향타일을 적용하고 있으며, 잠수함 소음 저감기술 분야에 대하여 상당한 기술력을 보유

4. 발전방안

4.1 소음 요구조건 강화

잠수함 소음 감소기술의 발전은 잠수함 소음 요구조건 강화에서 출발하며, 잠수함 소음 요구조건 강화는 새로운 소음 기술에 대한 연구개발을 필요로 한다. 소음 요구조건이 강화된 잠수함 건조를 위해서는 저속에서 가장 큰 소음원인 탑재 장비 소음수준이 낮아져야 하며, 소음전달 경로상에서도 더욱 소음을 감소시켜야 한다. 장비에서 발생하는 소음을 낮추기 위해서는 저소음 설계기술을 적용한 장비가 개발되어야 하며 소음전달 경로상에서 소음을 더욱 감소시키기 위해서는 새로운 소음감소기구 개발이 필요하다. 또한 고속에서 잠수함 소음 대부분을 차지하는 유동소음과 추진기소음 감소기술 개발도 뒤따라야 한다.

4.2 소음 감소기술 국내 개발

잠수함 소음 감소기술은 선진국이 기술이전을 회피하고 있는 분야로 국내 독자 개발이 필수적이며, 미국, 유럽 등과 같

은 선진국들과 기술격차를 좁히기 위해서는 새로운 기술에 대하여 국내 투자가 활발히 이루어져야 한다. 잠수함 소음 감소 기술의 국내 개발은 도전적인 과제이므로 성실실패 인정 등 제도적인 뒷받침도 필요하다. 또한, 잠수함 소음 감소기술은 단기간에 개발하기 쉽지 않으므로 예산과 기간이 뒷받침된 중장기적인 계획을 세워 추진해야 한다.

4.3 산학연 협력 강화

잠수함 소음관련 기술은 경제성이 낮으면서 비밀로 취급되는 비닉기술이므로 국가가 주관하여 연구개발을 수행하되, 그림 2와 같이 우위 기술을 보유한 국내 산학연도 관련 기술개발에 적극 참여할 수 있도록 방안을 강구하여 추진해야 할 것으로 생각된다.

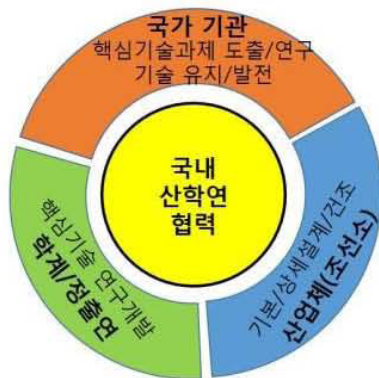


그림 2 산학연 역할

참고 문헌

배수룡 외 [잠수함의 음향(소음·진동), 한국소음진동공학회] (2010)



배수룡

- 1963년생
- 1988년 부산대학교 기계공학 석사
- 현 재 : 국방과학연구소 해양기술연구원 책임연구원
- 관심분야 : 잠수함 소음
- 연락처 : 055-540-6126
- E-mail : srbae@add.re.kr



정우진

- 1962년생
- 2003년 부산대학교 기계설계공학 박사
- 현 재 : 국방과학연구소 해양기술연구원 수석연구원
- 관심분야 : 수중스텔스 기술개발
- 연락처 : ***-****-****
- E-mail : wujung@add.re.kr