

# 비음향 탐지억제를 위한 잠수함의 스텔스 적용

최창묵  
해군사관학교

Application of Submarine Stealth for Non-acoustic Detecting

Chang-Mook Choi

Korea Naval Academy

E-mail : nav-sun@hanmail.net

## 요 약

잠수함이 가장 취약한 시기는 잠수함이 스노클이나 잠망경 운용을 위하여 잠망경 심도로 항해할 경우이며, 이때에는 비음향 탐지센서인 레이더와 광학, 사람에 의한 시각에 탐지될 확률이 매우 높다. 따라서 본 논문에서는 이러한 상황에서 탐지되는 취약성을 극복하고자 잠수함 마스트 및 잠망경 부분에 비음향 스텔스를 적용하고자 한다. 먼저 비음향 탐지센서에 대해서 조사하고, 그에 따른 스텔스 기법을 분야별 분석하여 최적화한 결과 다층형 구조로 선체표면부터 RAM layer, IR layer, Camouflage layer 구조로 각각 RAM layer는 자성재료인 페라이트계열로 3~5mm, IR layer는 Ceramic 또는 Nickel 계열로 1~2mm, Camouflage layer는 군청색 계열 페인팅을 제시하였다.

## 키워드

잠수함, 비음향탐지센서, 스텔스, RAM, IR

## I. 서 론

현대전에서 대잠수함 작전을 수행하기 위해 사용되는 탐지기술은 음향 탐지방식과 비음향 탐지방식으로 구분 할 수 있다[1]. 음향 탐지방식의 센서는 수중음파탐지기인 소나가 운용되고 있으나 잠수함이 바다 속에서 임무 수행 중에는 탐지가 매우 어려우며, 그나마 잠수함이 취약한 시기는 스노클이나 잠망경 운용을 위하여 잠망경 심도로 항해할 경우이기 때문에 비음향 탐지방식으로 탐지될 확률이 매우 높다.

비음향 탐지방식의 센서는 수상함과 항공기에서 가지고 있는 탐지레이더와 항공기 보유하고 있는 적외선 탐지장비, 항공기에서 보유한 자기 탐지장비, 수상함과 항공기의 당직자에 의한 시각을 들 수 있다.

따라서 본 논문에서는 잠수함 측면에서 스노클이나 잠망경 운용 시 탐지되는 취약성을 극복하고자 잠수함 마스트 및 잠망경 부분에 비음향 스텔스를 적용하고자 한다.

## II. 비음향 스텔스 기술

### 2.1 개요

국방과학의 스텔스 기술이란 적의 탐지센서인 레이더나 적외선 탐지장비 등으로부터 아군의 생존을 보장하기 위해 신호의 크기를 차단 또는 축소하는 기술을 말하며[2], 스텔스 기술 중 잠수함의 비음향 스텔스 기술은 크게 레이더 스텔스, 적외선 스텔스, 시각 스텔스 등으로 나눌 수 있다.

### 2.2 레이더 스텔스

레이더 스텔스는 표적의 레이더 신호를 레이더 수신기 방향으로 반사시키는 표적특성을 감소시키는 것이 핵심기술이다. 따라서 레이더 반사 단면적(RCS: Radar Cross Section)을 감소시키는 스텔스 기술은 두 가지 방법으로 플랫폼을 형성화하는 것과 전체적 또는 부분적으로 RAM(Radar Absorbing Material)를 이용하는 것이다[3].

그림 1은 레이더 스텔스 개념이다.

스텔스를 통해 레이더 반사 단면적을 축소시키면 식 (1)과 같이 4곱근에 비례하여 탐지거리 R을 축소시킬 수 있다.

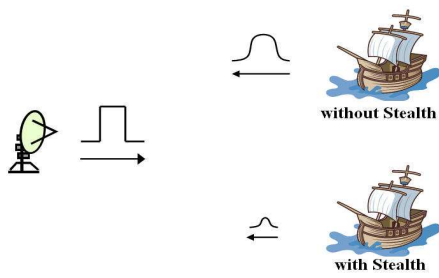


그림 1. 레이더 스텔스 개념

$$R = \sqrt[4]{\frac{P_t G A_e \sigma}{(4\pi)^2 S_{\min}}} \quad (1)$$

여기서,  $P_t$ 는 레이더 송신 출력,  $G$ 는 안테나 이득,  $A_e$ 는 수신안테나 유효면적,  $S_{\min}$ 은 최소탐지신호를 나타낸다[3],[4].

### 2.3 적외선 스텔스

적외선 스텔스 기술은 물체의 표면 특성을 변화시켜서 주변 배경과 물체로부터 나오는 적외선 복사휘도의 차이가 최소가 되도록 하는 기술을 말한다.

원거리에 위치하고 있는 적외선 센서로 들어오는 복사휘도는 그림 2와 같이 물체로부터 방출되는 성분, 태양복사 및 대기복사에너지가 물체 표면에서 반사되는 성분, 물체에 도달되지 않고 대기에서 산란되는 성분의 합으로서 식 (2)과 같이 나타낼 수 있다[5].

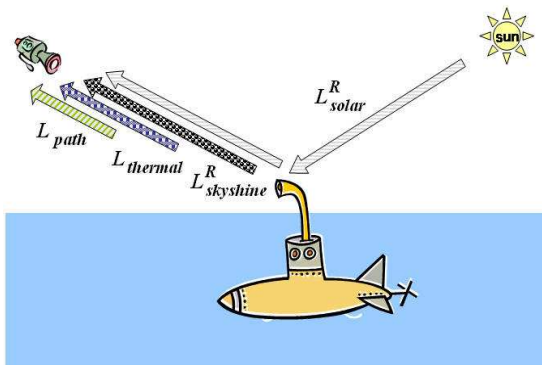


그림 2. 잠수함에서 방출되는 복사휘도

$$L_{\text{observer}} = L_{\text{thermal}} + L_{\text{solar/lunar}}^R + L_{\text{skyshine}}^R + L_{\text{path}} \quad (2)$$

여기서,  $L_{\text{thermal}}$ 은 물체 자체에서 방출되는 복사

휘도,  $L_{\text{solar/lunar}}^R$ 는 태양(달) 분광복사조도가 물체 표면에서 반사되는 복사휘도,  $L_{\text{skyshine}}^R$ 는 대기분광복사조도가 물체 표면에서 반사되는 복사휘도,  $L_{\text{path}}$ 는 물체에 도달되지 않고 대기 중에 산란된 복사휘도를 말한다.

따라서 적외선 스텔스는 무기체계 표면에 적외선 흡수 재료를 코팅하여 복사휘도를 통제하는 것이다.

### 2.4 시각 스텔스

해상에서의 잠수함은 흔히 수면 위의 감시와 정보수집 임무를 수행하기 위해 잠망경 심도까지 부상해야 하기 때문에 시각적 탐지 위험이 증대되고 있다.

잠수함은 역사적으로 어두운 색상으로 칠해졌으나 세계의 각 해양별로 상이한 광 산란 비율이 있다는 사실을 인식하면서 해양과 선체의 색깔 차이를 감소시켜 위장효과를 증대시킬 수 있다[6].

햇빛은 스펙트럼을 통해서보면 무지개 색으로 나타나며 여러 가지 색깔 중에서 파장이 긴 빨간색이 가장 빨리 흡수되고(수심 5m이내) 파란색이 가장 늦게 흡수된다. 이때 가장 늦게 흡수되어 바다 깊은 곳까지 도달하는 파란색이 작은 미립자에 의해 반사되면서 바다는 파란색을 띠게 된다[7].

일반적인 바다색은 청록과 파랑을 섞은 색이므로 이에 가까운 색으로 위장을 할 경우 생존 확률이 높아질 수 있다.

## III. 비음향 스텔스 적용

잠항 중인 잠수함이 수면위의 감시와 정보수집, 연료 충전 등을 위해 잠망경심도까지 부상해야 할 경우, 레이더나 적외선 센서, 견시에 의해 노출되는 것을 억제하기 위해 각각의 레이더 스텔스, 적외선 스텔스, 시각 스텔스를 적용하는 것이다.

먼저, 레이더 스텔스는 대부분 사용 주파수 대역인 X-Band에 맞추어 전파흡수능 약 20dB 정도의 RAM을 적용하는 것이다.

두 번째로는 적외선 스텔스를 적용하기 위해 주변 환경과 거의 동일한 복사휘도가 될 수 있도록 설계하는 것이다. 이는 바닷물에서 반사되는 복사휘도인 0.67에 가까운 재료를 사용하여 시트로 제작하는 것이다. 표 1은 적외선 스텔스

적용 가능한 재료의 복사회도를 나타낸 것이다.

표 1. 스텔스 적용 가능한 재료의 복사회도

구 분	복사회도
Water	0.67
Aluminum Paints	0.27 ~ 0.67
Alumina Material	0.45 ~ 0.69
Ceramic Coating	0.67 ~ 0.73
Sandstone	0.67
Nickel Oxide	0.59 ~ 0.86

세 번째는 견시에 의한 시각탐지 억제를 위해 동해, 서해, 남해의 바다색깔을 고려하여 가장 유사한 바다색을 적용하는 것이다.

위성에서 본 한반도 영상[8]을 고려하면 연안은 청록색, 외해는 군청색을 띠고 있으므로 이와 같은 색을 이용하는 것이 가장 효과적일 것이다.

따라서 잠수함 비음향 스텔스는 앞의 3가지를 동시에 적용하여 노출되는 선체구조에 그림 3과 같이 다층 시트로 적용하여 ① RAM layer는 자성재료인 페라이트계열로 3 ~ 5 mm, ② IR layer는 Ceramic 또는 Nickel 계열로 1 ~ 2 mm, ③ 시각 스텔스 layer는 군청색 계열 페인팅이 가장 효과적일 것이다.

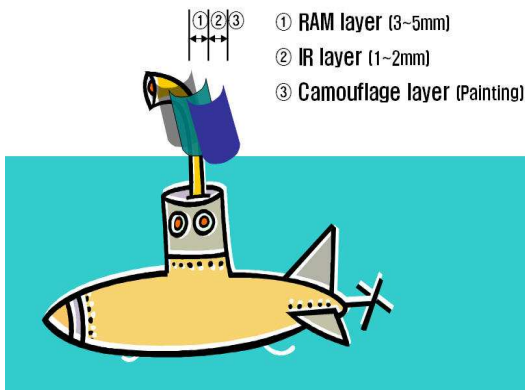


그림 3. 잠수함 비음향 스텔스 형상

#### IV. 결 론

본 논문에서는 현대 해전에서 핵심전력이라고 할 수 있는 잠수함이 스노클 및 잠망경 운용을 보다 효율적으로 운용하기 위해 비음향 대잠탐지체계로부터 노출되지 않는 스텔스 기법을 그

림 5와 같이 다층형 구조(RAM + IR Material + Paint)로 X-band 전파흡수능 20dB 이상, 복사회도 0.65 ~ 0.70, 외형색은 군청색으로 페인팅을 제안하였다.

#### 참고문헌

- [1] 주성렬외 2명, *수중무기체계*, 해군사관학교, 2011.
- [2] 최창목, “새로운 산업쓰레기 전자파를 흡수하라,” *D&D FOCUS*, pp. 138-142, 2010년 1월.
- [3] 최창목, 임봉택, 고평섭, “RF 스텔스 효과를 위한 밀리미터 RAM 개발,” *한국해양정보통신학회논문지*, 제13권, 제6호, pp. 1241-1246, 2009년 6월.
- [4] Eugene F. Knott et. al., *RADAR CROSS SECTION*, 2nd ed., Scitech, 2004.
- [5] 최준혁외 3, “과장별 BRDF 데이터를 이용한 평판의 적외선 복사회도 특성 분석,” *한국항공우주학회지*, 제38권, 제6호, pp. 577-585, 2010년 6월.
- [6] 한상순, 김효경, “최신 무기체계 위장기술 현황 분석,” *국방기술품질원 최신해외무기 개발 동향*, 제7호, 2011년 4월.
- [7] 해양수산부, *바다는 왜 파란가요?*, 해양수산부, 1998.
- [8] 해양위성센터 <http://kordi.re.kr/>