

선진국의 중(重)어뢰 개발동향

국방기술품질원 기술기획본부 기술정보센터
해군대령(예) 차 대 현 · 위촉연구원 홍 보 립

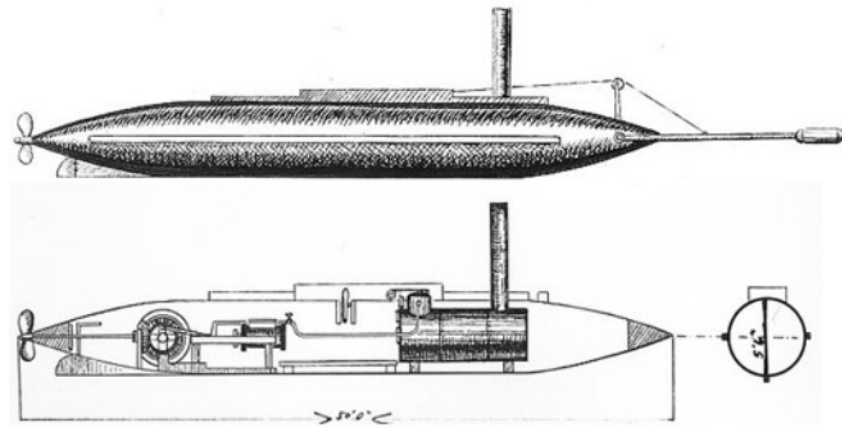


그림 1. Spar 어뢰를 장착한 초기 잠수함 개념도

1864년 Spar 어뢰가 최초로 사용된 이후 가장 최근인 1982년도에 아르헨티나 순양함 General Belgrano함을 격침시켰던 Mk 8 Mod 4 어뢰는 당시로서도 50년이 지난 구형 어뢰였다.

오늘날에도 세계적으로 중(重)어뢰의 생산이 계속되고 있는바, 고도로 정밀한 대음향대항 체계와 연안의 복잡한 환경에서 작전하는 저소음의 수상함에 대응하는 첨단기술이 개발되고 있다.

현재 서방세계에서는 미국 Raytheon사의 Mk 48, 이탈리아 WASS(Whitehead Alenia Sistemi Subacquei)사의 Black Shark, 독일

Atlas Elektronik사의 DM2 A4(SeaHake Mod 4) 등 3종의 중어뢰가 시장을 주도하고 있으며, 러시아도 재정난에도 불구하고 수중 무기체계 개발을 위한 연구개발 및 생산시설 확보에 대규모 투자를 지속하고 있다.

미국의 Mk 48 ADCAP 중어뢰

Raytheon사에서 개발한 Mk 48 Mod 5 ADCAP(Advanced Capability) 중어뢰는 1980년대 후반부터 미 해군에서 운용하기 시작했다. 당시로서는 최신형 어뢰로 수중

환경과 음향대향체계의 영향을 최소화하고 수상표적에 대한 공격문제 해결능력을 크게 향상시킨 장사정 어뢰로 설계되었다. 유체역학적 문제점을 해결하고 Otto Fuel II 추진기를 장착하였으며, Digital Sonar와 신호처리기, 유도 및 조종 통제장치를 완벽하게 갖추었다. 이후 Mod 5를 일부 성능개량하여 Mod 6을 개발하였으며, 2007년에는 Mk 48 Mod 6 ADCAP 및 ACOT(Advanced Common Torpedo)에 대한 성능개량을 완료하여 미 해군에 납품하였다.

Mk 48 Mod 6 중어뢰는 추진체계뿐 아니라 유도 및 통제 성능이 향상되었으며, 음향 수신기 성능도 크게 향상되었다. Torpedo Downloader 시스템을 활용하여 탑재 무기의 소프트웨어 업그레이드가 가능해졌으며, 결과적으로 잠수함은 최신 소프트웨어가 탑재된 무기를 장착하고 작전 배치될 수 있게 되었다. 또한 추진체계의 발전은 방사소음을 획기적으로 감소시켜 센서의 수동탐지능력을 크게 향상시켰다. Mod 6의 최대 운용심도는 900m이며, 전투반경은 어뢰속력 55노트 시 24해리에 달한다.

2003년도에 서명한 10개년 무기체계 공동 개발 프로젝트에 따라 1998년부터 호주 해군과 공동으로 개발해온 Mod 7은 유도부에 대한 성능 개량 및 작동시간 증대, 스텔스 성능 향상, 탄두의 파괴력 강화 등이 이루어졌다. 특히 CBASS(Common Broadband Advanced Sonar System)는 AN/BYG-1 전투체계와 연동하여 외부 표적정보를 이용할 수 있도록 설계되었다. 수심 183m 이내의 천해에서 디젤-전기 잠수함 대응능력이 향상된 Mk 48 Mod 7 중어뢰는 2006년부터 양산에 들어갔 으며, 2006년 12월

초도생산품이 미 해군 로스 앤젤레스급 공격 잠수함에 최초로 탑재되었다. 호주 해군은 Collins급 잠수함 6척에 탑재된 Mk 48 Mod 4 어뢰의 대체용으로 이 어뢰를 도입하고 있다.

2005년 말에는 Mk 48 Mod 7/CBASS에 대한 개발시험 및 운용시험이 호주 인근해역에서 실시되었으며, 2006년 3월 미국 해역에서 추가 발사시험을 실시하였다. 한편, 호주 해군의 Collins급 잠수함인 HMAS Waller(SSK 75)함은 2008년 7월에 하와이 해역에서 실시된 'RIMPAC 08' 기간 중 퇴역한 미 해군의 Spruance급 구축함을 표적으로 Mk 48 Mod 7 어뢰를 발사하여 격침시킴으로써 이 어뢰의 전투탄을 성공적으로 발사한 최초의 잠수함이 되었다.

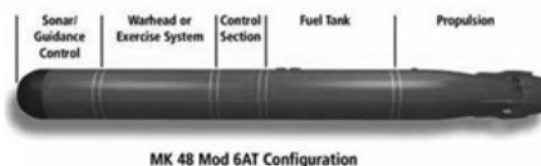


그림 2 Mk 48 Mod 6AT 중어뢰

미 해군과 Raytheon사가 해외 판매용으로 추진부 및 유도부, 탄두 등에 대한 개량을 통해 개발한 Mk 48 Mod 6AT(Advanced Technology) 중어뢰는 천해 작전능력이 크게 향상되었고, 상용기술을 많이 도입함에 따라 수명주기비용이 상당히 절감되었다. 전체 길이 586cm에 총 중량이 1,691kg인 Mk 48 Mod 6AT는 연안과 심해에서 모두 효율적으로 운용할 수 있도록 최적화한 어뢰로 판로를 개척하고 있다.

Mk 48 어뢰를 운용하는 국가는 미국과 호주 이외에 아르헨티나와 브라질이 있으며, 네덜란드 도 2010년부터 Mod 7을 구매할 예정이다.

이탈리아의 Black Shark 중어뢰

Black Shark 선유도 어뢰는 1970년대에 Whitehead Alenia사에서 개발한 A184 어뢰를 기반으로 개발되었다. 이 어뢰의 개발은 이탈리아 해군의 Type 212A 잠수함에 탑재할 차세대 중어뢰 요구에 따라 1997년에 시작되었다. 스텔스 기법과 전기추진방식이 도입되어 매우 조용한 Black Shark는 최대 속도 50kts, 최대 작전반경 50km이며, 낮은 수명주기비용과 양호한 정비지원 조건 등을 내세워 중어뢰 판매 시장의 강력한 경쟁자로 부상하고 있다.



그림 3. Black Shark 어뢰

Black Shark는 신형 전기추진모터와 반전 프로펠러를 장착하였으며, ASTRA(Advanced Sonar Transmitting and Receiving Architecture)로 알려진 Black Shark의 음향탐지부는 능동/수동 음향호밍 능력을 보유하고 있다. 유도조종부도 개량되었으며 광섬유를 이용하여 유도한다.

ASTRA는 송신 모드에서 디지털 펄스를 이용하여 원하는 방향으로 빔을 지향시킬 수 있는 최신 조종가능 평면배열 다중 빔(Multi-Beam Steerable Planar Array)이다. 다중 빔은 능동(FM 및 CW방식) 및 수동으로 운용되며 각각의 빔은 독립적으로 신호를 처리한다. WASS

(Whitehead Alenia Sistemi Subacquei)사에 따르면, 각각의 빔에서 수행되는 신호처리로 인해 빔을 3차원으로 구성할 수 있게 해준다.

ASTRA는 중간 주파수대에서 수동모드로 운용 시에만 적용하는 15kHz 및 고주파수대에서 능동 및 수동모드로 운용 시에 적용하는 30kHz 주파수대에서 운용된다. 어뢰의 탐색기는 수동모드에서 표적신호와 음향대향체계에서 방사하는 신호를 분리해낼 수 있도록 두 가지 주파수를 동시에 운용할 수 있다. 신호 및 데이터 처리 알고리즘은 공간 필터 및 주파수 필터, 오정보율 처리, 확장된 반향신호 분석, 공간상의 일체화 및 각도분석 기능 등을 포함하고 있다.

평면배열에 대한 시험평가 결과는 전통적인 형태의 Conformal Array보다 표적 접촉거리, 광대역 주파수 분석능력, 음향대향체계 대응능력 등이 상당히 우수하다는 것을 보여주고 있다.

WASS사는 고속에서 발생하는 유체 소음으로 인해 ASTRA의 트랜스듀서 송·수신 감도가 저하되지 않도록 어뢰 탄두부에 자체소음 감소용 진동흡수재를 설치하였으며 Wake-Homing 기능도 구상 중이라고 한다.

광섬유 링크는 잠수함과 어뢰가 센서정보 및 각종 유도명령을 교환하기 위해 사용되던 전통적인 유도 케이블을 대체하게 된다. 광섬유를 사용함으로써 잠수함과 어뢰 간의 데이터 전송 속도가 크게 증가하고 유도 거리도 2배 가량 연장되었다. 유도부에는 3개의 레이저 자이로와 유도 조종용 가속계로 구성된 관성항법체계(INS: Inertial Navigation System)가 장착되어 있다.

한편, WASS사의 협력업체인 DCNS사는 Black Shark의 전기추진체계를 개발하고 있다. 추진기에는 Saft사의 산화은-알루미늄 전지로

구동되는 PB 50 무브러시 모터를 장착한다. 저속회전 영구자석 추진모터는 감속기어가 필요 없으며, 효율성이 향상되고 자체소음도 감소시켜 준다. 추진체계는 13엽 및 10엽 탄소섬유 이중 반전프로펠러를 장착하여 최대속력 52kts 이상이며, 1kts 단위로 증속 또는 감속할 수 있다.

Black Shark는 수락시험을 완료하고 대량 생산체제에 돌입했다. 2006~07년도에 취역한 이탈리아 해군의 Todaro급 Type 212A 잠수함 2척에 탑재될 예정이며, 중량이 무겁고 사거리가 짧은 A184 Mod 3 중어뢰를 탑재하고 있는 개량형 Sauro급 잠수함에도 탑재될 것으로 보인다.

2004년 11월에는 칠레 해군의 Scorpene급 잠수함 O'Higgins함에서 잠수함 성능수락 시험의 일환으로 첫 번째 발사시험이 실시되었다. 칠레 해군은 개량형 Type 209/1300급 잠수함인 Thompson 함과 Simpson함에도 Black Shark를 탑재하기 위해 구매하였다. 말레이시아도 프랑스 DCNS사로부터 구매한 2척의 Scorpene급 잠수함에 탑재할 중어뢰로 Black Shark를 채택하였으며, 싱가포르도 2007년 초에 잠수함에 탑재할 차세대 중어뢰로 Black Shark를 채택하였다. 한편, 포르투갈이 독일 HDW사로부터 구매하는 2척의 신형 209/1500급 잠수함에 탑재할 중어뢰로 Black Shark를 채택한 것은 매우 의미 있는 일로서, 이들 잠수함에 탑재된 경쟁사인 Atlas Elektronik사의 전투체계와 연동시켜야 한다.

프랑스 병기본부(DGA)는 2008년 4월, DCNS사가 현재 운용 중인 구형 F17 Mod 2 중어뢰를 대체할 프랑스 해군의 차세대 중어뢰 (FTL)로 Black Shark를 공급할 예정이라고 확인한 바 있다.

독일의 중어뢰

독일의 Atlas Elektronik사가 개발한 DM2 A3 중어뢰는 DM2 A1을 개량한 것으로 독일 해군의 Type 206A급 잠수함과 노르웨이 해군의 Ula급 잠수함에 탑재되어 있다.

1995년 수락시험이 완료된 DM2 A3는 Acoustic Homing Head인 TOSO 및 양방향 정보교환이 가능한 유도 케이블과 신형 자이로를 장착하였으며, 자체소음도 상당히 낮은 것으로 측정되었다.



그림 4. DM2 A4 SeaHake 수출용 버전

DM2 A4는 외형상으로는 DM2 A3와 흡사하나, 소음감소용 fin이 추가로 장착되었다. DM2 A4는 300kW의 고출력 전기추진체계, 광섬유 유도 케이블, Strapdown Fiber-Optic Gyro를 이용한 항법체계를 장착하였으며, 향후 Wake Sensor 장착 및 아날로그 방식의 Acoustic Homing Head 신호처리를 디지털 방식으로 바꾸는 등 전자부품의 성능개량이 이루어질 예정이다.

DM2 A4는 Conformal Sonar Array를 장착하였는데, ASTRA와 같은 Planar Array는 표적을 추적하기 위해 Snake Search를 해야 하며, 그 과정에서 캐비테이션 소음 및 에너지 소모가 증가하기 때문이다. 독일의 Atlas

Elektronik사는 Conformal Array의 넓은 탐지각과 고속에서 발생하는 캐비테이션 소음을 감소시키기 위해 유체역학적 요인을 최적화한 결과를 통합하면 타 중어뢰를 능가하는 최상의 대안이 될 것으로 기대하고 있다. 또한 Atlas Elektronik사는 자기근접신관의 효용성에 대해서도 강조하고 있는데, 이는 어뢰대항체계에 효과적인 대응이 가능할 뿐만 아니라, 전 방위에 운용이 가능하고 어떠한 해상상태에서도 운용 가능하다는 장점이 있다고 한다.

한편, Atlas Elektronik사는 다수의 SUT 중어뢰 수요자들로부터 성능개량 요구가 제기됨에 따라 SUT Mode 3 및 Mod 4를 개발하기 위해 DM2 A4 생산라인에 새로운 기술을 도입하는 방안을 강구하고 있다. Mod 3는 Homing Head · 유도조종장치 · 유도용 와이어 · 프로펠러를 교환할 예정이며, Mod 4는 DM2 A4에 비하여 속도와 거리를 현저히 증대시키기 위해 추진기를 교환할 예정이다.

기타 국가

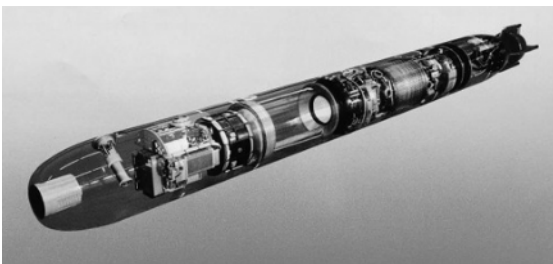


그림 5. Torpedo 2000

스웨덴의 Saab Underwater Systems사는 스웨덴 해군의 잠수함 및 수상함용 선유도 중어뢰 Torpedo 2000을 생산하였다. Tp 62로 알려진 이 어뢰는 1988년에 개발이 시작되었으며, 잠수

함과 고속어뢰정에 탑재되어 수상함 공격용으로 운용되고 있는 Tp 613 중어뢰 대체용으로 설계되었다. 전장 6m, 중량 1,450kg인 Torpedo 2000의 Homing System은 수심 500m 이상에서 뿐만 아니라, 천해에서도 운용 가능토록 개발되었다.

터키는 2009년 1970년대 초반에 건조된 구형 Atilay(Type 1200)급 잠수함과 Preveze급 잠수함 및 현재 도입 추진 중인 Type 214TN급 잠수함에 탑재할 533mm급 중어뢰 개발사업(AKYA Project)에 착수했다. 약 2,940만달러가 투입되는 AKYA 프로젝트의 중어뢰에 장착되는 Sonar는 TUBITAK사가 개발하고, 유도부 및 탄두는 Roketsan사에서 개발할 예정이다.



그림 6. Spearfish

영국 해군의 공격잠수함 및 탄도미사일 잠수함의 기본 무장으로 탑재하고 있는 Spearfish 선유도 중어뢰를 마지막으로 도입한 것은 2003년 11월인데, 대잠전 및 대수상전에 모두 사용할 수 있는 Spearfish는 2025년까지 운용될 것으로 보인다. 과거 냉전시대에 심해에서 고속으로 기동하는 소련의 공격핵잠수함 위협에 대처하기 위해 BAE사가 개발한 Spearfish는 65kts 이상의 고속과 우수한 심해작전능력 및 작동시간이 길다는 특성을 가지며, 저속에서는 소음수준이 매우 낮은 것으로 보고되고 있다.

영국 국방부는 2020년대 중반부터 Spearfish를 대체할 차세대 잠수함 발사 수중 무기체계(SLUW: Submarine Launched Underwater Weapon)로 Spearfish를 성능개량하거나, 미국의 MK48 Mod 7 ADCAP를 구매하는 방안을 고려하고 있다. 그러나 2007년도에 국방예산이 압박을 받으면서 SLUW 사업은 미래 수중 무기 사업계획의 일부로 흡수되었고, 2025년까지는 모든 경어뢰와 중어뢰를 대체하기 위한 어뢰 구매계획이 취소되었다.

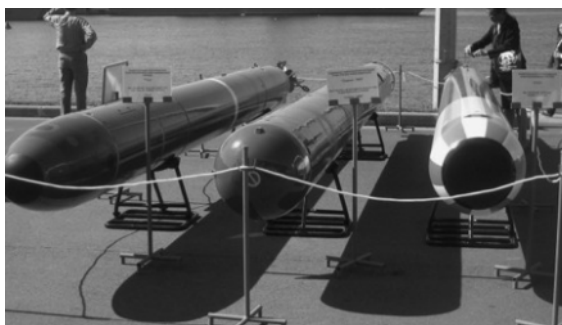


그림 7. IMDS 2009에 전시된 러시아의 어뢰 우측어뢰가 UGST

러시아는 러시아 해군과 기존의 수요자들을 위해 중어뢰 생산을 계속해오고 있다. Dvigatel 사는 TEST-71급 어뢰의 최신 버전인 TEST-71ME-NK 중어뢰를 2001년부터 공급하기 시작했다. 총중량 1,820kg으로 서방세계 경쟁사들의 중어뢰보다 무거우며, 음향/자기신관을 장착한 선유도 어뢰로서 탄두 중량은 205kg이다. Morteplotekhnika 연구소에서 개발한 최신형 선유도 다목적 중어뢰 UGST는 Homing Head에 Planar Array를 장착하고 있으며, 속력은 50kts와 35kts 두 가지 모드로 운용하고 최대 50km까지 도달할 수 있으나, 유도용 와이어 길이는 최장 25km이다. UGST의

기본형은 길이가 7.2m이나, Morteplotekhnika 연구소는 해외판매를 고려하여 NATO에서 운용 중인 발사체계와 호환성이 있도록 6.1m 정도로 길이를 축소시킨 어뢰를 제시하고 있다.



그림 8. 중국의 YU-6 선유도 중어뢰

중국의 중어뢰 개발은 전반적으로 구소련과 러시아의 기술에 기반을 두고 있다. 그러나 2005년도에 실전 배치된 것으로 알려진 YU-6 선유도 중어뢰는 능동/수동 음향 및 Wake Homing이 가능한 것으로 보고되고 있는데, 수중에서 유실된 미 해군 MK 48 어뢰를 회수한 후 역설계를 통해 개발한 것으로 추측된다.

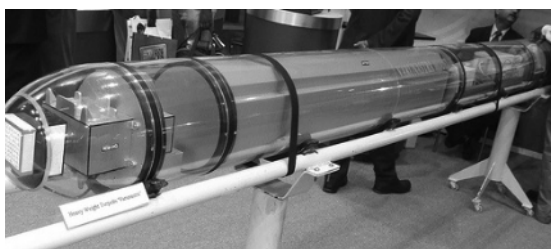


그림 9. 인도의 Varunastra 중어뢰

인도는 국방연구개발기구(DRDO) 산하의 해군과학기술연구소에서 자체적으로 선유도 중어뢰인 Varunastra를 개발하기 위한 연구가 계속되고 있다.

참고자료

1. Jane's Navy International(2010.5.27)
2. www.defenseindustrydaily.com(2010.10.7)