

함정 근접방어 무기체계 개발동향

국방기술품질원 기술기획본부 기술정보센터
육군대령 이수주 · 위촉연구원 강새나

개요

세계 각국 해군은 근접 사거리 공중 및 해상 위협 대응용으로 고안된 고속 발사가 가능한 포 시스템에 지속적으로 투자하고 있다.

해상전에 있어 새로운 시대는 1967년 10월 21일 저녁 이집트 연안에서 14노트로 항해하고 있던 이스라엘 해군의 구축함 Eliat함이 Port Said 항구 밖에서 Project 183R 'Komar' 급 고속 공격정이 발사한 P-15(SS-N-2' Stryx) 첫 번째 대함 미사일 피격으로 침몰했다. Eliat함의 파괴로 유도 미사일은 공격적인 대수상전 (ASuW: Anti-Surface Warfare)에서 잠재적인 가능성을 보여주었으며, 해군은 효과적인 대응책을 필요로 하게 되었다.

한 가지 방안은 전자전 능력에 투자하는 것으로, 이에 따라 많은 해군에서 'soft-kill' 방식의 방호력을 제공하기 위해 함정 탑재 재머 및 채프(chaff) 발사대를 장착하기 시작했다.

또한 비행의 종말단계에서 접근하는 대함 미사일을 탐지, 추적 및 타격할 수 있는 성능 개량된 'hard kill' 방식의 시스템에 대한 필요성도 인지되어, 새로운 유형의 근접방어 무기체계

(CIWS: Close-In Weapon System)가 대함 미사일 위협에 대응하기 위해 탄생되었다. 일반적인 CIWS는 종말 접근을 위해 공중으로부터 접근하는 미사일 타격을 위해 고안된 자율 무기 체계 패키지로 고속 발사, 소구경(20~30mm)의 여러 개의 포신으로 된 포와 on/off 마운트 탐색 및 사격 통제 레이더가 결합된 것이다. 약 1.5km의 유효사거리와 함께 이 신종 무기는 외부의 대공 방어장벽에서 빠져 나온 어떠한 잔여 미사일 위협에 대해서도 최후의 방어력을 제공하기 위해 고안되었다.

1982년, 포클랜드 전쟁에서 대함미사일에 의한 영국 해군의 손실로 CIWS 중요성이 강조되어 궁극적으로 모든 주요 해군에서의 운용이 증가하였다.

시대가 변함에 따라 지난 10년간 해군은 점차적으로 해상의 새로운 비대칭 위협에 대응하여 성능 개량된 함정의 자체방어를 강화해 왔다. 이는 탈냉전 이후 작전무대가 좀 더 보편적으로 연안에 속하는 지상 근접 지역으로 이동했다는 사실을 반영하고 있다. 해상 지휘관에게 큰 문제를 야기할 수 있는 고속연안 공격정 (FIAC), 해상용 급조폭발물, 무장 헬기, 심지어

경비행 기와 같은 위협은 작전공간이 한정되고 경고 시간이 부족한 제한된 좁은 영해에서 자주 발생하는 것이 특징이다.

현재 다수 확립된 CIWS 시스템은 여전히 접근 위협에 대응하도록 하기 위한 성능개량의 문제가 있기 때문에 해군은 이미 장착된 기본 시스템에 예산을 제공한다는 것이다.

동시에 연구 및 기술 개발노력이 현재 진행되고 있으며, 이는 오늘날 고속포에 대한 부속품 또는 대체로서 고에너지 레이저 기술이 도입된 차세대 CIWS를 이끌어갈 것으로 보인다. 아직까지는 극복해야 할 몇 가지 기술적 및 운용상의 문제가 있으나 최초의 hard-kill 방식의 레이저 무기는 향후 5~10년 이내에 제한적으로 운용될 것으로 보인다.



그림 1. Mk 15 Phalanx CIWS

1979년에 미 해군에 처음으로 배치된 900Mk 15 Phalanx CIWS는 미 Raytheon Missile Systems사에서 생산되어 왔다. 600개 이상의 시스템이 전 세계 20개 국가의 해군에서 운용되고 있으며, 레이스온사는 초기 기종과 계약자

운용 준수지원 패키지에 대한 성능개량을 계속 해서 도모하고 있다.

Phalanx CIWS의 발전

Phalanx 라인의 기종 개발은 시스템의 발전을 통해 지속되어 왔다. 기본적인 Block 0 Phalanx는 20mm M61A1 개트링 기관총(3천 rpm에서 분리식 철갑탄(APDS: Armor-Piercing Discarding Sabot) 발사와 자율 표적 탐지 및 교전 능력을 제공하기 위해 Ku-band 탐색 및 추적 레이더 시스템을 기반으로 하고 있다.

점차적으로 Block 1 기종에 다양한 성능개량이 도입되었다. 기준인 Block 0은 4배면 결합 안테나 장착으로 인해 0°~70°까지 탐색 레이더 평가 범위를 확장하였고, 1,550발로 탄약 탑재량을 높였으며, 소형 레이더 유효반사 면적(RCS: Radar Cross Section)을 포함한 표적 탐지 용이해졌다. 기준 Block 1은 4,500rpm으로 발사 속도를 높여주는 압축공기포 구동장치(pneumatic gun drive)를 장착하고 있으며, 강하 비행(shallow-dive)에 대한 사격 통제장치 기능을 추가하고 있다.

Block 1A 형상은 고중력 기동(high-g-maneuvering) 대함 미사일로부터의 위협에 대응하기 위해 추가로 강화되었다. 구형의 469E 컴퓨터는 Ada(기동 표적에 대한 포 조준력 향상 기법) 코드를 사용하는 32비트 CDI High Order Language RISC 3000 프로세서로 교체되었다. 기타 성능 개량으로는 end-to-end간 시험, 전투지휘시스템과의 인터페이스 능력이 포함되었다.

Block 1B는 Phalanx 생산라인 중 가장 최신 기종으로 기본적인 대공전(AAW: Anti-Air Warfare) 임무수행을 하면서 저속 공중 위협 및 수상함에 대한 능력강화를 위해 특별히 고안된 성능개량을 도입하고 있다. 1999년부터 미 해군에서 운용하였던 다양한 Block 1B 기종은 8~12 μ m의 고화질 열 영상 센서, 자동획득영상 추적기, 성능개량된 Ku-band 탐색 및 추적 레이더, 신형의 로컬 및 원격조종 포탑, M6A1 6총신의 20mm 개트링 기관총 및 신형의 Mk244 치사성 강화 탄약용 최적의 포신 세트를 포함하고 있다.

1999년 2월부터 4월까지 대서양 함대의 무기 훈련시설에서 실시된 Phalanx Block 1B에 대한 기술 평가시험의 성공적인 운용평가 이후 9월에 시스템은 Underwood함에 배치되었다. 2000년 10월 미해군의 Cole 구축함에 대한 공격은 Block 1B 기종을 함대 전체에 도입하는 촉매 역할을 하였으며, 레이시온사는 150대의 미 해군용 표준형 Phalanx 마운팅에 대해 성능개량을 실시했다. 또한 성능개량된 Block 1B는 바레인, 캐나다, 이집트, 일본, 한국, 뉴질랜드, 파키스탄, 포르투갈, 대만 및 영국 등에 수출되어 상당한 수출 판매를 기록하였다.

가장 최신형 Phalanx는 Ku-band 탐색 및 추적 레이더용 레이더 하드웨어 성능개량이다. 이 Block 1B Baseline 2는 추적 갱신을 증가를 통해 단거리 공중레이더 영상을 향상시킨다.

상륙 자체 대공방어전(Amphibious Self-Defense AAW)하에서 미 해군의 L급 상륙전함은 신형의 다중 센서통합장치(MSI: Multi-Sensor Intergration)를 통해 실행되는 자체방어 성능개량 패키지를 인수 중이며, 이 MSI는 함정

레이더로부터 사격통제 및 센서 데이터를 받고, 데이터를 통합된 레이더 영상과 융합시켜 전투시스템에 복잡한 추적 보고서를 제공한다.

Block 1B baseline 2 Phalanx 형상은 센서 부에 통합될 예정이며 MSI 장치를 통해 전투 시스템으로 사격 통제 품질 탐색 및 추적 데이터를 제공한다. 또한 대체방안으로서 시스템은 수평표적에 대해 고속의 갱신율로 사격통제 품질 추적 데이터를 제공하기 위해 Mk23 표적 획득 레이더(Target Acquisition Radar)에 위협 평가 및 무장 할당(TEWA: Threat Evaluation Weapons Assignment)을 바로 보고할 수 있다.

L급 PRA 프로그램에 포함된 접근방식은 레이시온사가 추구하고 싶은 Phalanx에 대한 진행 방향을 반영한다. 레이시온사의 관계자에 따르면, 미래목표는 USB 멀티 포트와 유사한 시스템 설계를 도모하는 것이며, 이것은 센서 조작 및 표적 신호를 받을 수 있으며, TEWA 논리를 통해 적절한 실행장치에 지시할 수 있다.

레이시온사가 검토하는 또 다른 설계 변경안은 포 보호막의 저레이더 유효반사면적(RCS) 도입이다. 원추 모양의 구조는 현재보다 약 1/10 정도로 RCS를 감소시킬 것이다.

레이저 무기

미래형 Phalanx 차세대 시스템을 위한 작업은 이미 의회를 통해 예산이 지원되었다. 레이시온사가 수행한 이 설계 연구는 차세대 고에너지 레이저(HEL: High-Energy Laser) 무기에 대한 통합을 포함하여 다수의 시스템 옵션을 검토하였다. 이 부분과 관련하여 미 해군 해상전센터(NSWC)에 있는 해군 해양시스템

사령부의 지향성 에너지 및 전자무기시스템 프로그램국과 지향성 에너지 전투국(DEWO: Directed Energy Warfare Office)은 레이저 무기시스템(LaWS: Laser Weapon System)에 대한 포괄적인 책임이 있으며, LaWS는 잠재적으로 Phalanx 시스템에 HEL의 교전능력을 추가할 수 있다.

2009년 회계연도에 의회는 LaWS에 대한 개발 가속화 및 시험지원에 175만달러, LaWS에 통합되는 영상방해시스템(Visual Interruption System) 능력 개발지원을 위한 다기능 레이저 시스템에 119만달러를 제공하였다.

L-3 Brashear KINETO K433 추적 마운트를 기반으로 한 LaWS 시스템은 빔 조준장치를 통해 발사되는 광레이저를 사용하고 있으며, Phalanx CIWS에 의해 통제된다. 2010년 5월 미 캘리포니아 San Nicholas섬에서 실시된 시험은 LaWS 시스템이 전투 시나리오를 통해 해상에서 2대의 무인기를 성공적으로 추적, 교전 및 파괴하였다. 이 해양시험은 두 번째 LaWS 시험으로 해상에서 대표적인 위협표적에 대해 처음으로 ‘detect-through-engage’ 교전 능력을 보여주었다.

LaWS를 통합하는 Phalanx의 mk15 Mod 41 기종은 DEWO와 레이시온사가 개념화하였다. 그러나 전원공급, 함정에서의 기술적 인터페이스, 레이저 해양화, 운용개념, 교전규칙, 후생 및 보안 등 극복해야 할 일부 기술과 운용문제가 남아 있다. 이는 LaWS가 필요한 전원공급 및 인프라(하나의 삽입점을 제안하는 DDG 51 유도 미사일 구축함의 Flight III 기종) 지원을 포함하여 신형 함정용 적용 옵션이 될 수도 있다는 것을 암시한다.

판매 관점에서 볼 때, 1970년대와 1980년대에 Phalanx의 가장 큰 경쟁 제품은 현 네덜란드 Thales사인 Hollandse Signaalapparaten사의 Goalkeeper였다. 50대 이상의 시스템이 네덜란드, 카타르, 한국, 영국 및 아랍에미리트 해군에 판매되었다.



그림 2. Goalkeeper CIWS

Goalkeeper는 완전히 자율적인 CIWS로 7연장 GAU-8/A 개트링 기관총(분당 4,200발 발사), I-band 탐색 레이더, I/K-band 추적 레이더, TV 카메라, 분리형 송신기 및 수신기 캐비닛, 도파관 드라이어(waveguide drier), 마운트 전자제어장치 캐비닛, 시스템 인터페이스 캐비닛 및 무기 통제 제어장치를 장착하고 있다.

I-band 탐색 레이더는 전천후에서 소형 표적 탐지에 최적화된 고성능의 밀착식 펄스 간 시스템이다. 합성기에 의한 진행파관(TWT: Travelling Wave Tube) 송신기는 주파수 민첩성으로 인해 대클러스터 및 대항책 가능성을 높여준다.

정밀 추적은 이중 주파수 I/K-band 레이더

(K-band 펜슬 빔은 파도높이까지 반사 자유추적 가능)를 통해 이루어 진다. 자동 타격점 조정은 폐쇄 루프 방식의 조준 기점에 의해 이루어진다.

Goalkeeper는 자동표적 표시 및 추적시동이 특징이다. 위협의 우선순위는 자동적으로 결정되고 최우선순위의 표적에 대해 추적 안테나의 자동 방향탐지에 의해 바로 정해진다. 동시 스캔 및 추적을 포함하여 지속적인 탐색은 다중위협 시나리오에서 다음 순위의 표적에 대해 신속한 교전을 가능케 한다.

MPDS(Missile Piercing Discarding Sabot)는 Goalkeeper용으로 NWM de Kruithoorn (현재 Rheinmetall Defence사에 속함)사가 개발하였다. 또한 NWM de Kruithoorn사는 해상 표적용 30X 173mm FMPDS(Frangible Missile-Piercing Discarding Sabot)도 개발하였으며, FMPDS의 관통자는 충돌 중에 미세 파편의 확장충을 분해한다. 이 탄도효과는 운동에너지 형태의 MPDS 관통자의 축 방향 피해 패턴과 고폭탄으로 인한 손상 반경을 가지고 있다.

Rheinmetall Defence사는 Oerlikon Millennium 합포시스템으로 CIWS 시장 진입에 책임을 지고 있다. 공식적으로 Oerlikon Contraves에 의해 고안된 Millennium은 가스 압식, 4약실 35/1000 회전식 포와 35mm AHEAD (Advanced Hit Efficiency and Destruction) 프로그램 신관탄의 결합을 기반으로 하고 있다. 대부분의 함포와 달리 시스템은 사격통제력(Ethernet 또는 RS422와 같은 표준형 데이터 인터페이스를 통해 연결됨)을 제공하기 위해 별도의 제3의 무기통제시스템에 의지한다.

Millennium은 탑재 탄약 252발을 포함한



그림 3. Oerlikon Millennium Gun

포대당 중량이 4톤으로 갑판 위의 모듈형 시스템으로 설계되었다. 포는 함정의 전원 공급을 통해 충전되는 고성능 배터리로 작동된다. Rheinmetall사에 따르면 이러한 접근방식의 이점은 두 가지이다. 첫 번째는 함정의 전원 시스템으로부터 최소화되었다는 것이고, 두 번째는 함정 전원이 손실되는 경우에도 포는 충전된 배터리로부터 지속적인 전원공급을 받을 수 있어 전투모드 유지가 가능하다는 것이다.

AHEAD 개념은 접근위협에 대해 자탄 관통자로 탄막을 형성할 수 있도록 설계되었다. Millennium의 포대는 AHEAD 컴퓨터를 탑재하고 있으며, 이 컴퓨터는 탄에 대한 포구 속도를 측정하고 신관 세팅 장치를 이용하여 예상 비행시간을 고려한 프로그램을 신관에 장입한다. 각각의 AHEAD탄은 예상 표적 요격 비행체 정면의 근거리에서 계획된 시간에 152개의 3.3g 날개 안정식 텅스텐 자탄을 분사한다.

Rheinmetall Defence사에 따르면 35/1000 회전식 포의 발사속도는 1,000발/분 및 포구 속도 1,000m/s이며, 자탄의 고밀도 탄막은 고체포탄 또는 고폭탄(1.5초의 폭발은 3,800발의

자탄 사정지역에 전달된다)을 사용하는 다른 포대반 근접 방공시스템(inner-layer defence system)보다 더 높은 타격 가능성을 가져다 준다. 그 결과 Millennium은 3km 밖의 거리에서 대함 미사일 위협을 무력화시킬 수 있으며, 이는 다른 CIWS보다도 3~4배 정도 더 위력적이다. 또한 높은 발사율 및 자탄 탑재량은 교전에 필요한 탄의 수를 감소시켜 상당히 저비용의 위협제거 비율(발표수치에 의하면 252발의 탄창은 10기의 대함 미사일과 교전 또는 20번 이상의 수상함 교전에 충분하다)을 제공한다.

1999년 스위스 Ochsen-boden 미사일 시험 센터에서의 시험 발사에는 대공 및 대수상 표적에 대한 연속 발사와 모듈형 모노블록 표적에서 단일 탄이 포함되었다.

FIAC급의 수상 요격함과 같은 고정 표적에 대한 8발식의 연속 발사에서 Millennium은 280번을 명중시켰다. 폴 장착 Maverick 미사일에 대해서 24발식의 연속 발사는 1,000m (2,800m의 사거리에서 비행 표적에 대한 교전에서 발생하는 운동에너지와 동일함)의 사거리에서 78번을 명중시켰다.

또한 Millennium은 55mm 모노블록 장갑에 대한 관통능력을 입증하였다. 이 비신관 방식에서 탄은 파쇄탄과 같은 효과를 내기 위해 한 부분으로 충돌한다.

Rheinmetall사는 Millennium포에 대한 두 가지 대안 장착 옵션을 제안하고 있다. 첫 번째는 표준형 형상으로 포는 인터페이스 링을 통해 갑판 플랜지에 볼트로 고정되어 있다. ISO 마운트 장착은 신속한 장착 및 제거가 가능한 컨테이너와 같은 기계적 구조물을 제공한다. 이는 우발적인 임무 모듈로서 항구 방어 또는

경계선 방호에 신속한 재배치가 가능하도록 시스템에 유연성을 제공한다.

Rheinmetall사가 추구하는 한 가지 특수한 구상은 이전의 40mm 포 장착에 대한 'plug-and-shoot' 모드의 대체 옵션이다. 제안된 설계 개념으로 Millennium 포는 대체용 8각형 장착대를 사용하여 교환되며, 시스템은 표준형 Ethernet 링크를 통해 사격 통제장치 및 탄도 컴퓨터에 통합된다.

Rheinmetall사는 이러한 접근방식이 많은 이점을 가지고 있다고 판단하고 있다. 첫 번째는 공중 및 수상함 위협에 대한 근접 방어능력을 향상시키고, 두 번째는 함정 설치가 단순하여 정비유지 시간을 단축시켜주고, 세 번째는 하부 갑판 장비가 불필요하여 함정 내부공간을 타용도로 사용이 가능하게 해준다.

Millennium 시스템의 최초 운용국은 덴마크 해군으로 Absalon급 전투 지원함의 전방 및 후미에 2개의 시스템이 장착되어 있다. 또한 Ivar Huitfeldt급 호위함에 Millennium이 장착(격납고 위에 단일 포가 장착)될 예정이다.

러시아

러시아가 가장 많이 생산한 hard-kill 방식의 근접방어 무기는 Tulamashzvod Joint Stock Company가 개발한 AK-630M 시스템으로 가스 구동식 AO-18 회전식 6연장 포(KBP Instrument Design Bureau사 개발)가 특징이며, 이 포는 분당 5,000발의 속도로 고퍽발 파편식 소이탄 및 파편식 예광탄을 발사한다. 최대 2,000발의 준비탄이 하부 갑판의 탄창에 들어가며, 자동 벨트 송탄을 통해 포에 전달된다. 또한 액체형

jacket 포신용 냉각 시스템으로 인해 연속 발사 중 짧은 간격으로 각각의 포신에 최대 400발이 필요하다.



그림 4. AK-630M

일반적으로 AK-630M은 off-mount MR-123 무기 통제장치(나토명 'Bass Tilt' 로 알려짐)가 장착되어 있다. 현재 MR-123-02는 25~30km 밖의 거리에서 탐색 추적기능 수행을 위해 기계식 주사 레이더를 사용하며, 동축 TV는 백업광학 채널을 공급한다.

다른 사격통제장치 또한 AK-630M과의 통합이 가능하며, RATEP JSC사가 생산한 5P-10 시리즈 레이더 장치 및 SP-521 광학 장치가 포함된다.

Tulamashzavod의 최신형 AK-630M은 이중 포인 AK-630M-2 Duet 포가이며, 탄 4,000발, 디지털전자 포 구동 및 낮은 원격조종 포탑을 탑재한 2문의 AO-186연장 포가 특징이다.

1988년 구소련의 전함에서 처음으로 관측된 Kortik 하이브리드 포/미사일 근접방어시스템(NATO명: CADS-N-1)은 수출 명칭인 Kashtan으로 더 많이 알려져 있으며, Altair State Research & Production Association과

공동으로 Tulamashzavod JSC사 및 KBP Instrument Design Bureau사가 개발 및 제작하였다. 러시아 해군의 여러 전함에 탑재된 이 시스템은 인도 해군과 중국의 인민해방군 해군에 수출되었다.

Kashtan은 2문의 GSh-30K 30mm포와 8기의 9M311 단거리 미사일(NATO명: SA-N-11)이 합쳐졌다. 2단계 9M311 미사일은 가시선(line-of-sight) 유도에 레이더 및 전자광학 지휘를 사용하며 사거리는 1.5~8km이고, 근접지역에 대한 GSh-30K포의 유효사거리는 500m~4km이다.

모듈형 및 자율적인 Kashtan은 지휘 모듈로부터 제어되며, 이 지휘 모듈은 진입 위협을 탐지하고 우선순위를 결정하여 개별 전투모듈(최대 6개가 단일 지휘 모듈로부터 제어가 가능)에 표적 지시 데이터를 보낸다. 이때 개별 전투모듈은 표적을 추적하여 사격데이터를 생산한 후에 교전한다.

전투 모듈 그 자체는 on-mount 3P 87(NATO명: Hot Flash) Ku-band 추적 레이더와 고정식 받침대에 장착된 전자광학 센서를 탑재하고 있으며, 양쪽에는 2문의 30mm 포 및 9M311 미사일 캐니스터가 장착되어 있다. 미사일 재장전은 포가 하부에 32발의 탄창에서 자동으로 실행된다.

Palma(NATO명: CADS-N-2)로 알려진 최신형 하이브리드 CIWS 개발은 Tulamashzavod와 공동으로 Nudelman Precision Engineering Design Bureau가 설계하였다. Palma는 전자광학(TV, 적외선 및 레이저) 사격통제 시스템, 2문의 AO-18KD 6연장 30mm 포 및 최대 8기의 9M337 Sosna-R 지대공 미사일

(반능동 레이저 유도를 사용)을 장착하고 있는 것이 특징이다.

Palma의 해상평가 및 입증시험이 2005년부터 흑해에서 Project 1241.1 Tarantul III 고속공격정 R-60에서 실시되었다. 시스템은 Zelenodolsk사가 건조한 2척의 Gepard 3.9 경호위함 장착용 무장으로 베트남에 수출되었다.

중국/파키스탄

중국의 No 713 연구소에서 개발한 Type 730은 7연장 30mm 개터링 기관총과 네덜란드 Thales사의 Goalkeeper에서 사용된 General Electric GAU-8/A와 유사한 탑재체를 사용하고 있다.

현재 Type 730A는 Type 051C(Luzhou), Type 052B(Luyang I) 및 Type 052C(Luyang II) 구축함 그리고 Type 054A(Jiangkai II) 호위함을 포함하여 인민해방군 해군이 운용하고 있다.

Type 730A는 EPR-1 I-band 추적 레이더(2문의 37mm 근접 포시스템과 관련되어 사용됨)를 포함하여 on-mount 사격통제 센서 및 열 영상기, TV 카메라 및 레이저 거리측정기를 포함한 OFC 전자광학 추적시스템이 특징이다.

탐지 사거리는 2m²의 공중표적에 대해서는 15km이며, 10m²의 표적에 대해서는 20km이다.

파키스탄 해군은 최근에 Type 730B로 알려진 최신 기종의 첫 번째 구매국이 되었다. 이 개조된 시스템은 해군의 4척의 신형 F-22P Sword(개조된 Type 053H3 'Jiangwei II')급 호위함에 장착되었으며, 원래의 on-mount 형상보다는 off-mount 표적 추적 센서로 운용하기 위해

재설계되었다. 2개의 30mm 포기는 전용시스템 네트워크를 통해 SR-type 탐색 레이더, TR 사격 통제 레이더 및 OFR 전자광학 센서 시스템을 포함한 off-mount 사격 통제 및 감시 센서에 통합된다.

F-22P의 Type 730B 무기/센서부는 격납고 상부에 장착되며, 잠시 및 추적 센서는 중심부에 그리고 30mm 포기는 좌측과 우측에 위치한다.

참고자료

Jane's Navy International(2010.12.10)