

2019년 3·4월 제74호

국방과학기술정보

Journal of the Defense Science & Technology Information

특집기사

- 개인병사의 생존성 확보를 위한 난연용 섬유 제품의 발전 및 개발동향
- 세계 전차의 운용 현황 및 발전 방향





국방과학기술정보 제74호

발행일 2019년 4월 5일
발행처 국방기술품질원
발행인 이창희
주소 경상남도 진주시 동진로 420(충무공동)
전화 (055) 751-5114

편집·인쇄 무계중심창의력연구소 (02) 508-4501

책자 문의 (055) 751-5386
편집위원장 기술기획본부장 책임연구원 김세중
편집위원 지휘정찰분야 지휘정찰연구1팀 연구원 강현준
기동화력분야 기동화력연구1팀 책임연구원 박정운
해상수중분야 해상수중연구2팀 책임연구원 김윤동
항공유도분야 항공유도연구1팀 연구원 김미선
국방벤처분야 국방벤처팀 연구원 박진수

간사 기획총괄팀 책임연구원 박미유
지휘정찰팀 연구원 강현준
기동화력팀 책임연구원 박정운
해상수중팀 책임연구원 김윤동
항공유도팀 연구원 김미선

정보수집 및 발간 기획총괄팀 연구원 김지현

목차

국방과학기술정보 2019년 3월·4월 제74호

이슈포커스

004 인포그래픽으로 보는 국방과학기술정보 제74호

특집기사

008 개인병사의 생존성 확보를 위한 난연용 섬유 제품의 발전 및 개발동향

021 세계 전차의 운용 현황 및 발전 방향

해외기술단신

지휘통제·통신

034 미 공군, LVC 훈련 혁신 선언

036 영 BAE시스템사, 합정 감시 활동에 증강현실(AR) 기술 도입 추진

감시정찰

038 러시아 파조트론사, 전투기용 신형 AESA 레이더 출시 예정

039 미 록히드마틴사, 최신 L-밴드 레이더 생산 준비 중

기동

040 프랑스 넥스터사, 르클레르 주력전차 140mm 주포 시험

041 우크라이나, 개량형 T-64 인수

합정

042 호주, 호바트급 구축함 선도함에 대한 무장 및 체계 평가 완료

044 미 해군, 나이프피쉬 무인잠수정 및 무인소해 체계 등 LCS 임무모듈 시험 완료

항공

045 미 국방부, CH-53K 사업 주요일정 수정으로 인한 초도운용능력 달성 지연 전망

046 영 공군, 타이푼 전투기에 미티어 미사일 탑재 후 첫 비행 실시

화력

047 프랑스 아르쿠스사, 호넷 계열 RWS 최종 개발단계 도달

048 독일 연방군, G22 저격소총 성능개량 예정

방호유도무기

049 인도, 독자 개발 차세대 대레이더미사일 시험발사 성공

050 미 해·공군, 신형 공대지미사일 JSOW-ER 장착 예정

해외무기 개발동향

지휘통제·통신

056 휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향

감시정찰

067 관성항법장치 자이로스코프 개발동향

기동

075 장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항

합정

085 인도의 원자력추진잠수함 개발동향

항공

091 미국 훈련기 개발동향

화력

100 155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

방호유도무기

109 극초음속 미사일 개발동향

벤처기업 기술현황

122 하이브리드 로켓추진기술 현황

124 탄환총격파와 총성을 이용한 음향탐지 기술

126 군수 시뮬레이터 기술 현황

128 방산용 다기능 케이블 검사장비 (Multi-Function Cable Testing System)

130 76mm 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 기술개발

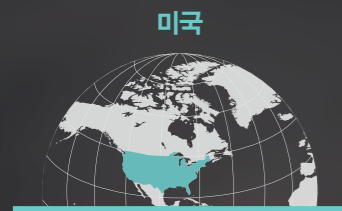
132 지정사수용 원거리 조준경

134 고출력, 장수명 Pb-C 복합전지

인포그래픽으로 보는 국방과학기술정보 제74호

세계 전차의 운용 현황 및 발전 방향

전차의 개념은 백년전쟁 이후 아군의 피해를 줄이고 적군만 골라 공격할 수 있는 무기를 연구하면서 발견됐다. 초기 전차는 뒤쪽에 병사들이 탈 수 있고, 앞부분에는 대포 6문 정도가 배치된 구조를 가지고 있었다. 2차 세계대전(1939~1945)까지 전차는 경전차, 중전차, 구축전차 등 다양한 모습으로 변모했으며 현대의 전차는 대부분 주력전차(Main Battle Tank; MBT)라는 이름을 사용하고 있다. (특집기사)



3세대 주력전차는 M1 에이브람스(Abrams)이며 미국 2세대 전차의 한계를 개선한 것이 특징임

M1 에이브람스(Abrams)

- 105mm 강선포 탑재
- 최고속도 72km/h의 기동력
- 감소우려움을 이용한 복합장갑 장착
- 전자장비로 적외선암시장치, 레이저 거리측정기, 탄도계산기 장착

M1A1 전차

- 주포 105mm 강선포에서 120mm 활강포로 변경하여 관통력 향상
- 방호 면에서는 양압식 NBC 설비 갖춰 화학·생물·방사선 무기에 대응 가능
- 포탑이나 차체 전면부의 복합장갑에 1~2세대 열화 우라늄 장갑(Mesh)을 도입하여 방호력 향상

M1A2 전차

- 전차장 전용 1세대 열상 조준경 추가
- 2개 목표물 동시에 사격할 수 있는 헌터-킬러(Hunter-Killer) 시스템과 항법장치 추가
- M1A2전차의 성능개량형인 M1A2 SEP은 신형 LV100-5 가스터빈 엔진을 장착하고 3세대 열화 우라늄 장갑 적용



3세대 전차는 T-72, T-80 전차이며, 특히 3.5세대 전차인 T-90 전차는 T-72 전차의 성능개량형임

T-72 전차

- 구동계통과 자동장전장치가 다른 전차 28발을 장착할 수 있는 자동장전장치, 영상합치식 광학 거리측정기, 세라믹과 티타늄장갑이 결합된 복합장갑 채용
- 780마력의 디젤엔진을 탑재
- 주포는 125mm 활강포 개발해 장착

T-80 전차

- 1,250마력의 가스터빈 엔진 장착
- 2.5의 가벼운 전투중량과 대비하여 고출력의 엔진 사용
- 125mm 활강포와 자동장전 장치 장착
- 콘택트-5라는 폭발성 반응장갑 갖춰 대전차 성형착약탄과 날개안정보리 철갑탄에 대한 방호력 높임.
- 소프트킬 타입의 능동방어장치인 슈토라와 하드킬 방어장비인 아레나 장착

T-90 전차

- 125mm 활강포 탑재
- 자동장전장치 이용하여 22발의 탄 장전
- 열영상장비 탑재해 주야간 헌터-킬러 기능
- 동적 포구감지장치와 전장관리체계, 자동추적장치 등을 장착하여 공격력 증가
- 1,000마력의 디젤엔진을 채택, 연비 개선



3세대 전차는 1970년에 제작된 레오파르트 2 전차로 1965년에 등장한 레오파르트 1 전차를 계승함

레오파르트 2 전차

- 화력이나 기동력, 방호력 갖춘
- 44구경장 120mm 활강포 사용
- 스테이빌라이저를 적용하여 전차가 고속기동에서도 흔들림 없이 목표물 겨냥
- 1,500마력의 디젤엔진을 적용하여 6초 만에 32km 가속 가능

레오파르트 2A5 전차

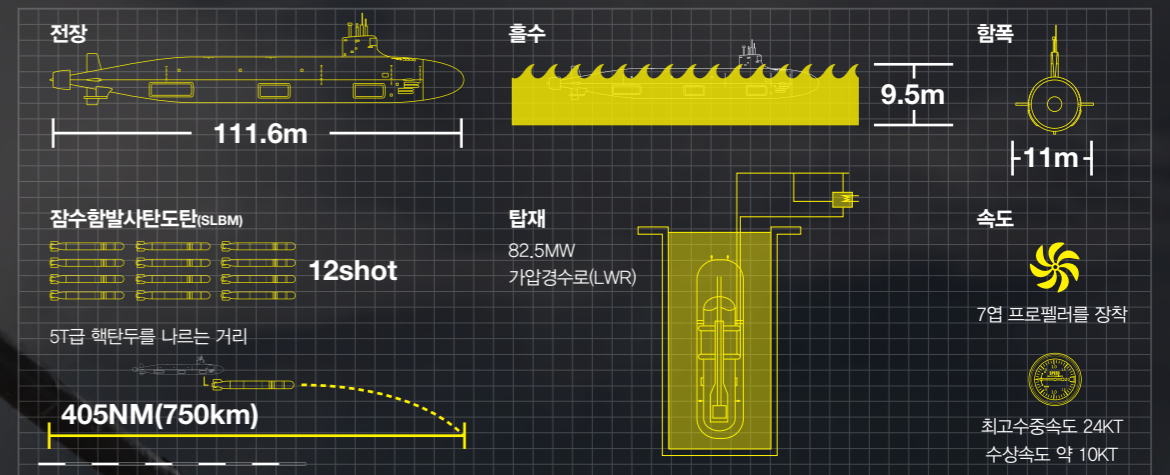
- 화방어력과 화력 강화를 목적으로 함
- 44구경장 120mm 주포를 55구경장으로 교체하여 공격력 강화
- 소프트킬과 하드킬이 조합된 능동방어장치 탑재
- 전차장 조준경에 2세대 열상장비를 철갑탄에 대한 방호력 높임.
- 소프트킬 타입의 능동방어장치인 슈토라와 하드킬 방어장비인 아레나 장착

레오파르트 2A6 전차

- 최고속도 72km/h
- 항속거리 450km
- 중량 62.5t
- 엔진출력방식 1,500마력/디젤엔진
- 존의 사격통제장치인 EMES-15의 문제점 추가 개선

인도의 원자력추진잠수함 개발 동향

아리한트함은 비사카파트남 소재 비공개 시설인 함정건조센터(SBC)에서 건조됐으며, 인도가 1974년 단독으로 지하 핵실험을 실시한 이후 30년 동안 비밀리에 추진해온 선진기술함정(ATV) 사업의 결과물이다. (개발동향-함정)



극초음속 미사일 개발 동향

극초음속 미사일은 재진입체를 사용한다. 미사일은 먼저 포물선 궤도를 따라 대기권 밖으로 발사된 다음, 탄두 분리 후 극초음속 속도로 대기권에 진입한다. 지형 및 기술 우위와 같은 지정학적 핵심 요소의 기반을 약화시킬 수 있다는 점에서 향후 수년 이내에 극초음속 미사일은 외교정책에 막대한 영향을 줄 수 있다. (개발동향-방호유도)

FALCON

과거 미 공군과 DARPA는 재래식 전 세계 신속타격(CPGS) 사업의 일환으로서 'FALCON'으로 명명된 공동 사업에 착수함.

- 전 세계 어디든 1~2 시간 내에 탄두를 운반할 수 있는 CAV로 알려진 극초음속 재진입체 및 탄도미사일과 유사한 발사형 비행체 개발이 목표

- CAV는 자체 추진동력은 없지만 궤도 수정이 가능한 HGV로서 대기권에서 극초음속 속도로 비행할 수 있도록 설계된 삼각형 형태의 날개 동체가 특징

아방가르드 HGV

아방가르드는 기존 확인되었던 러시아의 프로젝트 4202 또는 Yu-71 HGV 사업의 새 이름인 것으로 보임.

- 고밀도 대기에서 비행을 시작 가능
- 초음속 속도와 결합하여 비행체를 플라즈마에 노출시킴
- 비행체의 표면 온도는 2,000°C에 달함

- DF-17 핵미사일을 이용한 시험에서 시속 11,265km 속도에 도달

DF-ZF

산시성 우하이 미사일 시험장에서 시험이 실시된 점을 밝히고 이 HGV에 Wu-14라는 이름을 붙임.

- 사거리 연장을 위해 비탄도미사일 방식과 활공 능력을 혼합
- 속도, 고도 그리고 자세를 바꾸면서 궤도에 진입
- DF-17 핵미사일을 이용한 시험에서 시속 11,265km 속도에 도달

쇼우리아

쇼우리아 미사일의 첫 번째 지상 발사 시험은 2004년에, 그리고 후속 발사 시험은 2008년 11월 찬디푸르의 종합시험장(ITR)에서 실시됨.

- 기동성과 타격 정확도 개선을 위해 특별히 설계된 자이로스코프 위에 얹혀짐
- 저고도에서 700km를 비행
- 속도는 마하 7.5, 균일 표면 온도는 최대 700°C

특집기사

- 개인병사의 생존성 확보를 위한 난연용 섬유 제품의 발전 및 개발동향
- 세계 전차의 운용 현황 및 발전 방향

개인병사의 생존성 확보를 위한 난연용 섬유 제품의 발전 및 개발동향



국방기술품질원 품질경영부 품질기획팀
홍성돈 선임연구원

1. 개요

현대사회에서 고열에 대한 저항성은 고기능성 섬유가 갖추어야 할 가장 중요한 요소 중의 하나인데, 고열에 대한 저항성은 난연성으로 표현된다. 이를 통해 고열의 환경에서 형태를 유지함과 동시에 열 에너지의 침투에 의한 인체피해로부터 보호를 기대할 수 있다. 이와 같은 난연성 소재는 1,000℃ 이상의 고온 환경에 대한 저항성을 갖기도 하며, LOI¹(한계산소지수)가 30 이상인 것도 있다. 따라서 이러한 기술들을 이용하여 난연 소재가 단순히 의류 제품뿐만 아니라 방호제품이나 수송기기재, 건축재료, 특수공업소재로 활용되고 있다.

한편, 개인 병사체계에 있어서 전투복은 가장 기본적이면서도 전투원의 생존성을 보장하기 위한 핵심 피복이다. 따라서 각국에서는 전투복에 기능성을 부과하기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있는데, 이때 적용되는 기능성의 대표적인 예로는 주·야간 감사장비로부터의 노출을 최소화하기 위한 위장성(Camouflage)이나, 항균성, 흡한속건성, 방충성과 같은 쾌적성 등이 있다. 또한 전투원의 전투지속 시간을 증가시키기 위한 경량성이나 열적 스트레스를 감소시키기 위한 소재의 개발도 진행되고 있다.

이 가운데에서, 전투복의 개발 시에 전투원의 생존성 향상을 위한 기능의 부여가 우선 시 되면서, 난연 성능을 부여하기 위한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있다. 난연 소재의 중요성이 증가하게 된 계기는, 미군이 다양한 전장 상황속에서 개인병사의 피해 형태를 분석한 결과 개인화기 등의 공격무기에 의한 직접적인 사상보다 다양한 전장상황에서 발생하는 화재에 의한 것이 더 많다는 것을 인지하였기 때문이다.

특히 화염에 의한 피해로 화상이 가장 큰 비중을 차지하는데, 이는 신체에서 2℃ 이상의 화상정도가 증가할수록 사망률이 증가하기 때문이다.

따라서 화염으로부터 개인 병사의 생존성을 보장하기 위해 미군에서는 승무원 전투복(전차병복)이나, 항공피복을 포함한 다양한 피복류에 난연 소재를 적용하고 있다.

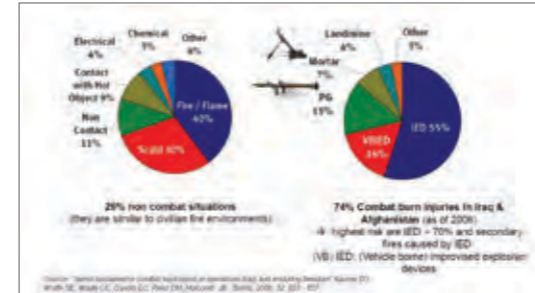


그림 1 전장에서 사상의 유형 비교

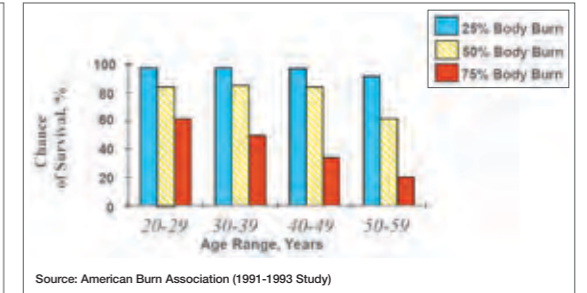


그림 2 연령에 따른 화상 생존률

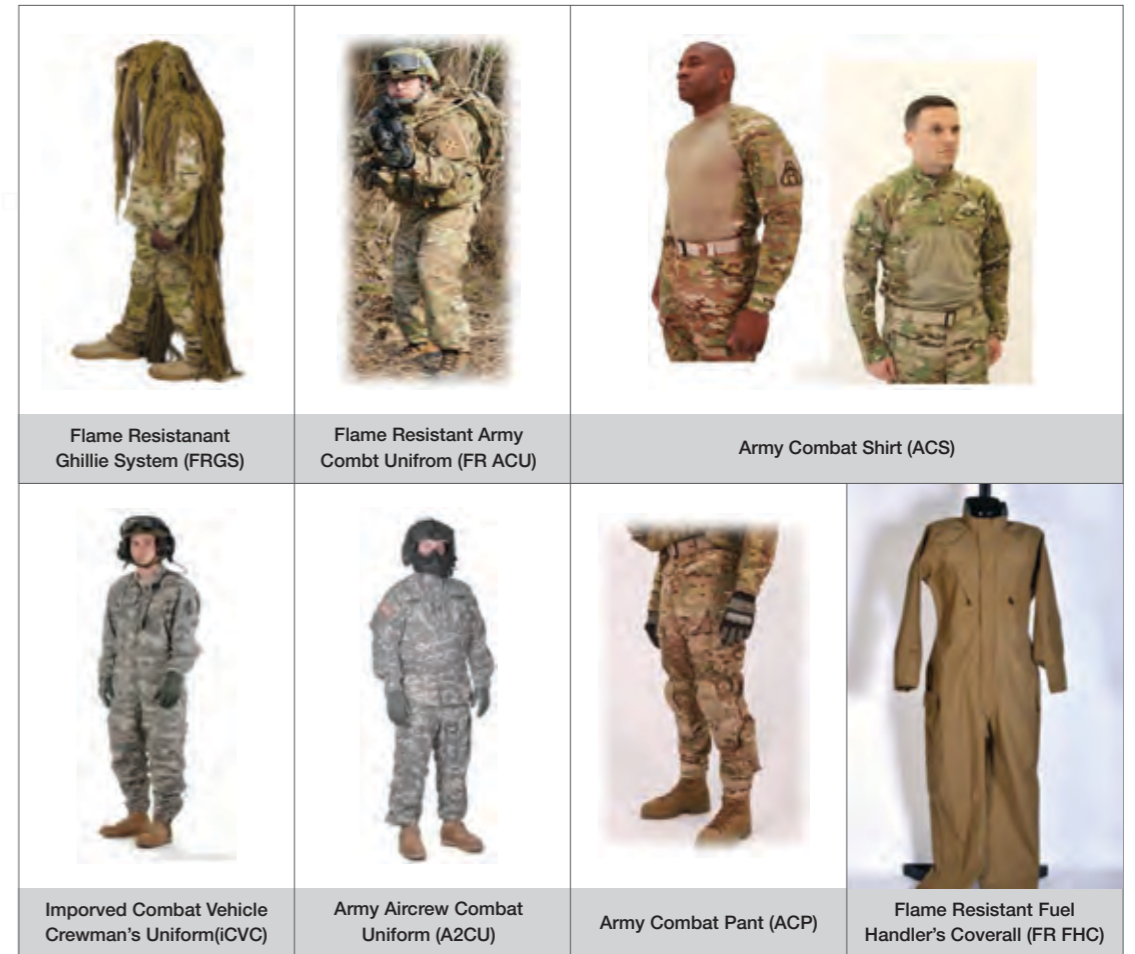


그림 2 FR clothing Product Portfolio

1 Limited Oxygen Index

미군의 피복체계 중에서도 한국군에게 가장 잘 알려진 방한복 레이어링 시스템(ECWCS²)등에 난연 성능을 추가(FREE³)하기 위한 연구가 진행되고 있다⁴.

한편, 난연 섬유에 대한 미군의 개발 중점은 불에 대한 저항성을 확보하는 것이지만, 실제 화염에 노출되었을 때 발생하는 열 에너지가 인체에 도달하는 것을 최소화함으로써 화상을 방지하는 것도 중요하게 고려되고 있다. 이때 전자에 대한 품질 평가는 방염 테스트를 주로 하게 되는데, 이는 난연 소재를 일정 시간동안 불꽃에 노출시킨 뒤, 불꽃을 제거한 뒤로부터 화염이 사라지는 시간이나 전파된 거리 등을 측정하는 것이다. 이 방법은 현재 군에 가장 많이 적용되는 것으로, 한국군도 동일하게 적용하고 있다.



그림 4 미군의 FREE 체계

그러나 이 방법은 소재 자체에 대한 난연성의 측정은 가능하나, 앞서 설명된 열 에너지에 의한 피해를 측정하기에는 부적합한 측면이 있다. 따라서 소방복에는 TPP⁶ test method(NFPA⁷ 2112)나 Thermal shrinkage 등의 시험방법을 통해 인체 피해정도를 예측하고 있는데, 미군의 경우에는 난연 피복류에 TPP 방법과 Vertical Flammability Test를 함께 적용하고 있다.

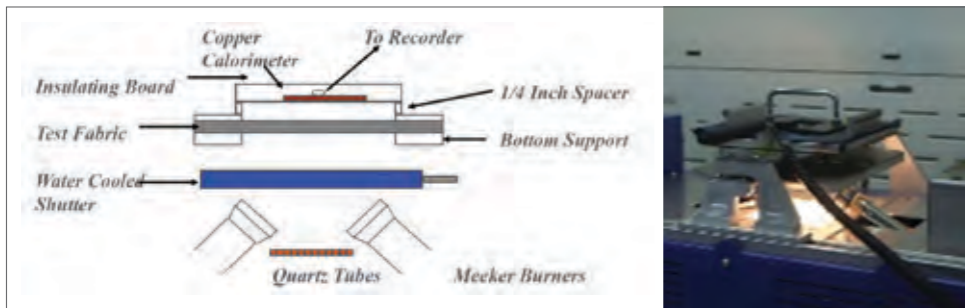


그림 6 NFPA 2112 Thermal protective performance test method



그림 5 ASTM⁴ D 6413 Vertical Flammability Test

2 Extreme Cold Weather Clothing System 3 Fire Resistant Environmental Ensemble
4 FREE next to skin-wear knit fabric specification, PD 10-01 and 10-02 T-Shirt, Change Notice 2 (July 16, 2010)
5 American Standard Test Method 6 Thermal Protective performance 7 National Fire Protection Association

또한, 난연성 소재를 사용하더라도 실제 사람이 착용하는 단계에서는 디자인의 불완전에 의한 화염의 직접적인 노출이나 여러가지 결합에 의한 취약점 등을 고려하여 완제품 상태에서 성능 평가방법도 새롭게 적용되고 있다. 대표적인 사례가 Pyroman을 이용하는 것인데, 이는 Flash fire에 일정시간 이상 시험편을 노출시킨 후 센서를 통해 전달되는 열 에너지를 측정하여 화상 정도를 나타내는 것으로, 실제 제품을 착용한 상태에서 인체에 미치는 피해 정도를 예측하는 것이다.

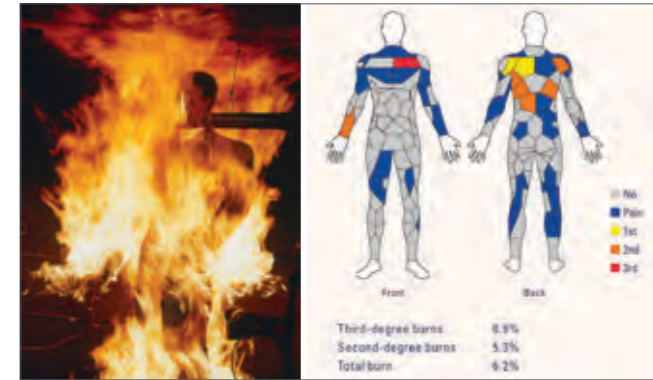


그림 7 Pyroman(Flash fire) 측정방법(좌) 및 test 결과의 예

다만, 이 방법은 1회 시험비용이 많고, 검사결과도 마네킹의 형태나 크기 따라 다소 차이가 있어 미군은 현재까지 난연 피복의 규격에 직접적으로 적용하지는 않고 전투복 등의 개발 단계에서 평가하고 있다. 한편, 소재를 납품하는 업체로부터 1년에 1회 이상 동일한 실험 결과를 요구하여 정기적으로 성능 평가를 진행하고 있다. 또한 미 육군의 개인병사체계와 관련하여 유일한 연구센터인 NSSC⁸에서는 기존의 TPP 시험방법에 사용되는 시료의 크기가 너무 작아서 발생하는 문제점을 해소하고자 시료의 크기를 확대한 실험법을 자체적으로 개발하여 여러 가지의 결점 확인이 용이하도록 했다. 무엇보다도 Pyroman은 실제 완제품의 크기에 따른 결과의 오차를 방지하기 위해 여성용, 남성용 및 장비의 스펙 등으로 구분하여 총 4개를 운영하고 있다.



그림 8 NSSC에서 보유중인 Pyroman manekin 및 flash fire 시험사례

8 Natick Soldier System Center

한편, 국내에서는 항공피복(고정의 및 회전익)에 난연 소재가 적용되어 왔으며, 최근 육군에서 회전익 항공 조종사용 피복에 위장무늬를 사용하면서도 난연성이 부여된 소재를 개발하여 적용하고 있다. 그리고 육군 전차병복과 해군의 승무원복에도 2017년도에 수행된 민간 기술수준 조사의 결과를 활용하여 2018년부터 난연성이 부여된 피복의 개발을 추진하고 있다. 반면, 미군은 2002년부터 개인병사체계의 조달 프로그램인 PEO⁹ soldier를 진행하면서 5개의 프로젝트(SPIE¹⁰, SSL¹¹, SWAR¹², SW¹³, REF¹⁴)로 구분하여 450여개 이상의 품목을 체계적으로 개발관리 및 조달을 추진하고 있는데, 이 가운데 난연 소재는 PM-SPIE에서 별도의 로드맵을 세워 체계적으로 관리하고 있다.



그림 9 Flame Resistant Clothing & Individual Equipment Roadmap of U.S military

무엇보다도 이러한 제품개발 프로젝트의 관리에 있어서 연구개발 시 완제품의 양산에 대한 개념을 도입하여, 원가, 운영 및 조달 가능성 등을 동시에 검토하고 있다. 이를 위해서 미 육군의 개인병사체계전문 연구소인 NSRDEC¹⁵를 포함한 다른 기관과 기업들이 상호 협조하여 체계적인 개발을 추진하고 있다. 따라서 본 고에서는 선진국은 물론, 국내에서도 전투 피복류에 요구되고 있는 난연섬유의 기술과 개발동향에 대해 기술하고자 한다.

2. 난연섬유의 정의 및 개발동향

가. 난연섬유란?

난연 섬유란 제품이 불꽃에 접촉하고 있을 때는 타지만 불꽃을 제거하면 스스로 연소하는 것을 방지하거나 억제하도록 하는 소재를 말한다. 즉, 섬유자체가 타지 않도록 하는 것이 아니라 화재의 전파 능력을 상실하게 하는 소재를 말하는 것으로, 난연 대신 방염(防炎), 방화(放火) 등의 용어를 사용하기도 한다. 이러한 난연성을

부여하는 방법에는 크게 두 가지가 있는데, 하나는 섬유용 고분자를 제조하기 위해 중합단계에서 난연능의 단량체를 공중합하여 영구적으로 난연 기능을 부여하거나 방사단계에서 난연제를 직접 투입하는 방법이며, 다른 방법으로는 비영구적인 방법으로 섬유제품을 만들어 후가공을 하는 것도 있다.

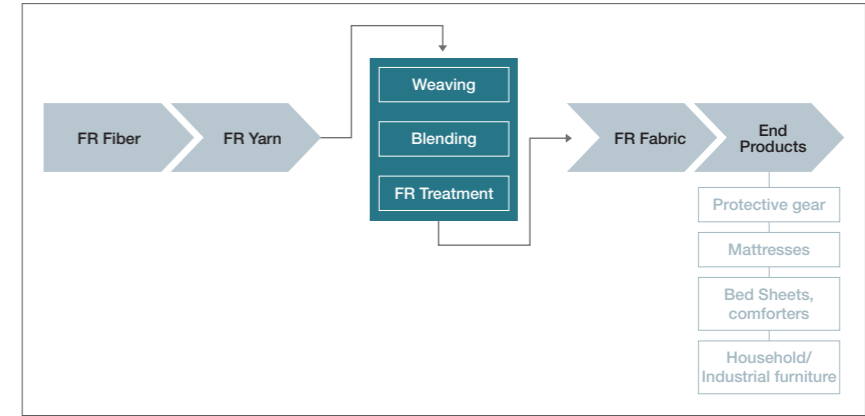


그림 10 난연 섬유제품의 제조 과정

그러나 이러한 난연 섬유는 기술 의존도가 매우 높고, 연구개발과 제조에 막대한 비용을 요구하므로, 해외의 몇 개 기업이 전 세계 시장을 지배하고 있는 실정이다. 대표적인 기업으로는 미국의 Dupont과 Westex, 네델란드의 Tencate, 일본의 Kaneca Coporatio, 벨기에의 Solvay S.A., 오스트리아의 Lenzing AG, 미국의 PBI Performance Products 등을 들 수 있다.

한편, 난연소재의 성능은 LOI로 판단하는데, 일반적으로 LOI를 28 이상 요구하고 있다. 이때 소재의 특징이나 LOI에 따라서 난연(Flame retardant), 내열(Heat resistant), 불연(Non-flammable) 등으로 분류하고 있다.

표 1 연소성 정도에 따른 섬유소재의 분류

구분	Fiber(Brand)	LOI	융점 또는 분해온도 SP(Softening Point)
불연 (Non-flammable)	Glass fiber	Non-Flammable	760~815
	Metallic fiber		
	Asbestos		
내열 (Heat resistant)	Aramid(Nomex, Conex)	30	380~400
	PPS(Polyphenylene sulfide)	34	285
	Fluorocarbon fiber(Teflon)	95	327
난연 (Flame retardant)	Flame retardant rayon	26.4	no melting
	Flame retardant aryllic(Lufnen)	29~32	190~200
	Trevira cs	29~32	240~248
	Flame retardant polyester(HEIM)	29~32	238~245
	ESFRON	29~33	239~245
	Aramid(Kevlar)	28	480
Poly vinylidene chloride(PVC)	35~37		

나. 난연섬유의 개발동향

난연 섬유 제품은 개인 보호장구는 물론, 자동차, 비행기와 같은 운송 수단의 내장재 및 인테리어용 소재 등의 다양한 분야에 사용되고 있기 때문에 여러가지의 복잡한 기술들을 요구하고 있다. 따라서 대부분은 유명 제조회사의 브랜드를 중심으로 판매되는 경향이 있다. 대표적인 브랜드로는 Dupont의 Normex(미국), Wextex by Miliken의 Westex Ultrasoft(미국), PBI Performance Products의 PBI Gold(미국), Glen Raven의 GlenGuard FR(영국), TenCate의 TenCate Tecasafe plus(네델란드) 등이 있어 있으며, 이들 업체가 전체세계시장의 대부분을 차지하고 있다.

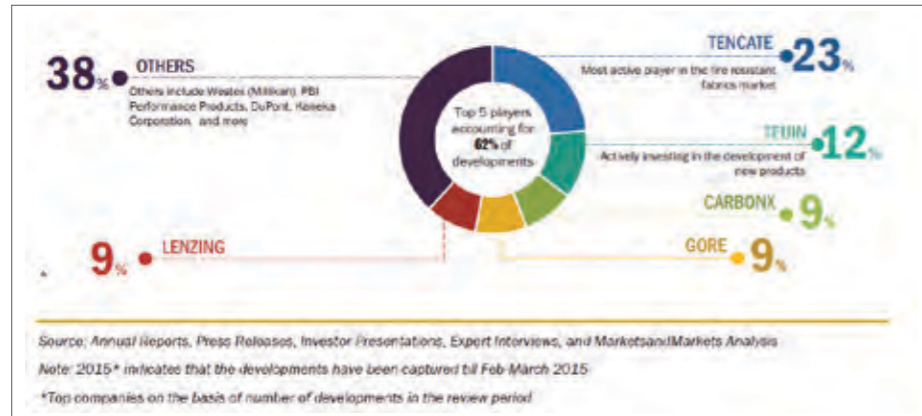


그림 11 난연섬유제품 제조 주요 업체들의 시장 점유율

1) 국외 난연 섬유의 개발 동향

현재까지 개발된 섬유 가운데 난연성이 있는 것은 para-aramid(Kevlar®, Twaron®), meta-aramid(Nomex), PBI¹⁶, PPS¹⁷, PBO¹⁸와 같은 고강도 제품과 소재와 Rayon을 개질하여 소프트한 성질과 함께 난연성을 부여한 Lenzing 사의 FR[®]Rayon제품 등이 있다. 이때 Aramid는 Dupont 사에서 최초로 개발한 것으로 초고강도 섬유로 가장 많이 알려져 있으나, 최근에는 Zylon[®]으로 알려진 PBO가 난연성 및 강도를 포함한 대부분의 성능에서 aramid 섬유를 앞서고 있다.



그림 12 PBO 섬유

한편, 군에서 사용되고 있는 난연 전투복류는 Aramid 계열의 소재가 주로 사용되었는데, 이 소재는 염색이 불가능하여, 위장 무늬를 적용하기가 어려운 단점이 있어, 주로 단색으로 사용되고 있다. 그러나 최근에는 Defender™ M 프로젝트를 통해서 Lenzing사와 Tencate Southern Mills사가 공동으로 개발한 소재 등을 이용하여 UCP¹⁹나 OCP²⁰가 날염된 화염방지용 전투 피복 2종(Type I, II)을 개발하여 보급하고 있다.



그림 13 미군의 UCP 및 OCP 패턴 형태 및 Defender M 프로젝트

이때 FR[®]Rayon은 세탁, 마찰 등에 의해 섬유의 난연 특성이 제거되지 않는 특징이 있어 미군에서는 아크릴과 나일론 등의 혼방을 통해 보호기능을 부여하고 동시에 위장성, 착용성 등이 개선된 제품을 보급하고 있다. 다만, Rayon이 타 섬유에 비해 물리적 성능이 낮아, Kevlar와 같이 난연성을 보유하면서도 강도가 높은 섬유와의 혼방을 하게 되는데, 이로 인해 염색된 제품의 세탁이나 일광 등에 대한 내구성이 낮아지는 단점을 가지고 있다.



그림 14 물리적 특성이 낮아 작전 중에 찢어진 전투복 사례

그러나 TPP(NFPA 2112, section 8.2 항목) 기능의 추가와 동시에 젖은 상태에서도 Type I,II에 비해 강도가 더 큰 Improved Defender™ M(Type III) 및 ResQ™, Sigma 4 Star™ (Type IV) 등의 2종을 추가적으로 개발하여 보급하고 있다. 이 중 Type III는 Tencate사에서 2010년부터 개발하기 시작한 것으로 예상되며, 기존 제품에 비해 중량은 다소 증가하지만, 난연성, 쾌적성 및 물리적 특성 등이 현저하게 증가된 제품으로 추정된다.

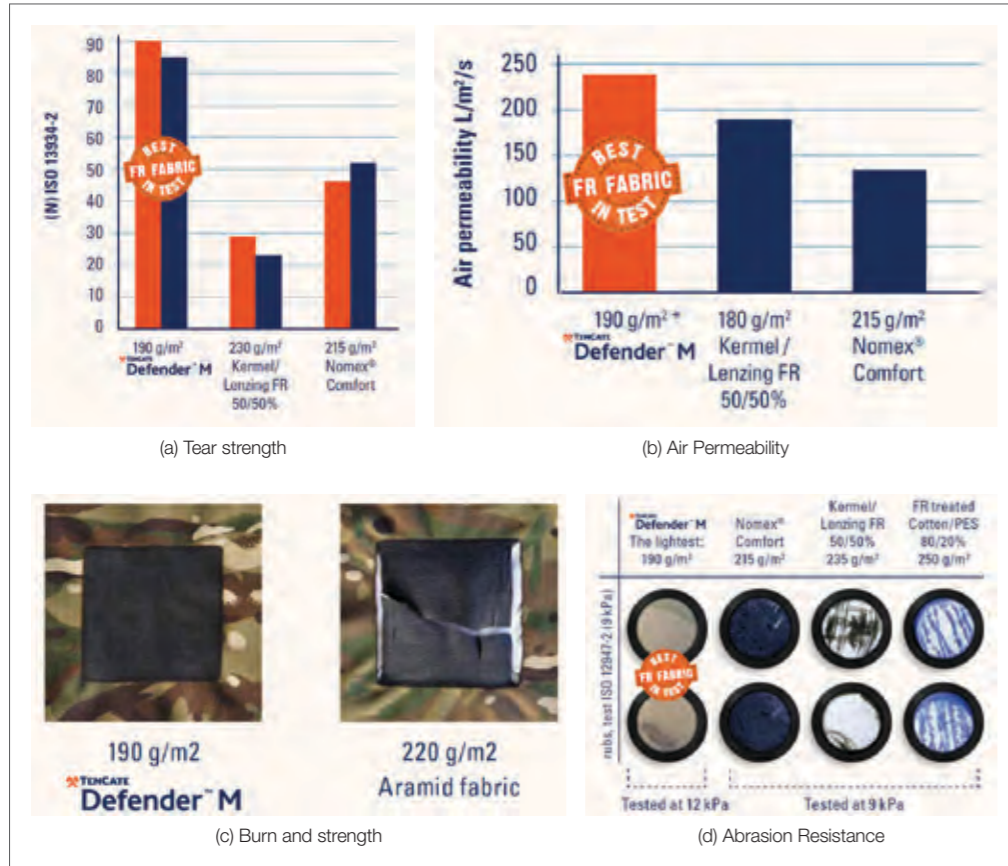


그림 16 Improved Defender™ M(Type III) Test 결과

또한 ResQ™은 Miliken사에서 개발하였으며, Sigma™ 4 Star는 ITG(International Textile Group)사에서 개발한 것으로 젖은 상태에서도 인열강도가 Type I, II에 비하여 2배 이상 큰 것이 특징으로 알려져 있으나, 세부적인 정보는 공개되지 않는다. 한편, Gore사에서는 기존의 위장무늬가 적용된 난연 전투피복의 단점인 강도저하를 보완한 제품(PYRAD®)을 개발하여, 미군을 비롯한 NATO군 등에 공급하고 있다. 그리고 기존의 투습방수 기술과도 접목하여 동계용 전투피복의 쾌적성 및 내구성을 지속적으로 향상시키고 있다.

한편, 가장 대표적인 난연 섬유인 Nomex®와 Kevlar®는 aramid 계열의 섬유로서 DuPont사에서 개발되었는데, 경쟁사들의 새로운 소재 개발과 성능향상에 대응하기 위해 지속적인 개선을 추구하고 있다.



그림 17 Gore사의 PYRAD® 적용사례 및 원리



그림 18 Kevlar® 및 Nomex® 적용 사례

이를 통해 군사목적에 특화하여 경량이면서도 화염으로부터 보호할 수 있도록 Nomex Limited wear라는 제품을 개발하여 통해 난연 섬유로서의 경쟁력을 확보하고자 노력하고 있다. 한편, aramid 계열의 난연 섬유는 다른 고강도 섬유와 달리 일본의 Teijin에서도 para 계열을 개발하여 Twaron®이라는 상품명으로 판매를 하고 있고, 국내 기업에서도 다른 상품명으로 생산 및 판매를 하고 있다.



그림 18 A+A전시회에 소개된 Dupont™의 Nomex MHP 및 Teijin Twaron

미군은 2006년 이라크 파병군들이 폴리에스터와 나일론이 혼방된 제품을 착용토록 하였으나, 발화 과정에서 용융에 따른 피부에 접촉 시 화상을 일으키는 피해가 있어 누수(anti-drip) 및 용융방지(anti-melt) 기능의 티셔츠가 개발되기 시작하였다. 이후 FROG²¹라는 명칭으로 프로젝트가 진행되어 화상으로부터 인체를 보호하기 위해 427℃(800F)이하의 화염, 열, 발화로부터 인체 보호가 가능한 난연 의류를 개발하기도 하였다.

이러한 난연성 소재의 관심은 여러 전시회를 통해서도 확인이 가능한데 2017년 독일에서 진행된 A+A 산업안전전시회가 가장 대표적인 예라 할 수 있다. 그러나 이러한 전시회를 통해서 확인 할 수 있는 사실은 보호복에 사용되는 소재가 기존에 개발되어 있는 것에서 추가적인 개발은 거의 없는 상태이며, 다양한 소재의 혼방 및 혼섬, 직물 구조 변화를 통한 유연성 개선 등이 개발의 주된 동향이라는 것이다.

2) 국내 난연 섬유 개발 동향

난연성 섬유소재에 기술은 대부분 외국의 유명 브랜드들이 가지고 있으며, 실제 시장 점유율에 있어서도 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 이유로 국내에서 제조되고 있는 소방복 등의 원천 소재는 대부분 미국이나 일본 등으로부터 수입을 하고 있으며, 이 소재를 봉제하여 완제품을 생산하는 것이 일반적인 형태이다. 다만, 현재 국내의 일부 기업에서는 원자재를 구입하고 이를 이용해 실을 제조하는 과정에서 메타 아라미드 섬유에 신축성과 항 필링성을 향상시킴으로서, 완제품에서 난연 기능을 발현하면서도 착용성이 우수한 소재를 개발한 사실도 있다.

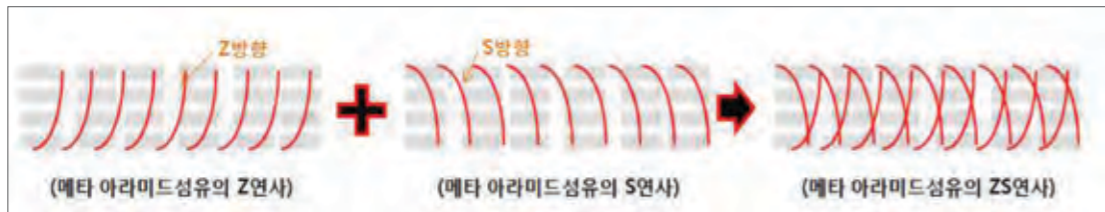


그림 19 아라미드 연사 및 열 셋팅 공정의 원리

한편, 육군에서는 2017년부터 난연 성능을 가지면서 5도색의 디지털무늬가 적용된 항공피복을 보급하기 시작하였는데, 이는 2012년부터 2014년까지 개발을 진행하여 난연성을 가지면서도 주간 위장이 가능하도록 디지털무늬로 염색된 피복의 개발 결과였다. 그리고 2018년도에는 해군의 함상복, 육군의 궤도차량 승무원 점퍼 등에 난연성을 부여한 피복의 개발을 추진하고 있다. 이들은 모두 염색이 가능하도록 난연성이 부여된 rayon과 아라미드 섬유 등을 혼방한 것으로 우수한 염색 견뢰도를 보유한 것이 특징이다. 이들 제품의 기능과 섬유의 혼용률 등으로 볼 때 미군의 Type I(FR Rayon 65/Para-Aramid 25/Nylon 10)이나 Type II(Meta-Aramid 43/Nylon 30/Cotton/27)와 유사한 수준으로 볼 수 있다. 그러나 해군에서 과거에 민군기술협력 사업을 통한 정부투자로 배에서 착용하는 전투복을 통합하면서 다양한 기능성(난연성, 흡한속건성, 발수성, 발유성, 위장성)을 부여한 함상복의 개발을 추진하고자 하였으나, 여러 가지 성능을 동시에 충족시키는 데 실패한 사례도 있다.

그리고 국내 기업에는 난연 소재에 후가공을 통한 발수, 발유성의 부여가 가능한 기술이 개발된 것으로 알려져 있으나, 군에서 요구하고 있는 난연성(탄화거리, 잔진 및 잔염시간 등)의 충족여부에 대해서는 아직 발표된 자료가 없어 성능의 입증은 되지 않은 상태이다. 또한 국내의 섬유 관련 대기업에서 특허권이 만료된 일부 소재에 대해서는 개발을 완료하여 방탄복이나 난연성 소재로의 대체를 추진하는 경우도 있다.

3. 결론

최근 난연과 관련하여 새로운 소재의 개발은 거의 없는 상태이다. 그러나 난연 소재의 단점인 강직성을 보완하거나, 완제품 상태에서의 쾌적성을 증가시키기 위하여 2가지 이상의 기능(내열성과 방검, 방검과 투습방수, 정전기 방지와 방수 및 쾌적성 보유)을 복합시키는 소재의 개발이 새로운 트렌드로 자리잡고 있다. 따라서 군용 피복류의 난연성 확보를 위한 섬유 자체의 개발도 중요하지만, 개발 비용, 특허문제 등을 고려할 때 제직, 후가공 등 원천 소재 이외의 기술에 대한 관심도 갖을 필요가 있다. 이는 과거에 이러한 난연 소재의 개발에 필요한 기술이 고강도 섬유나 슈퍼 섬유에 초점을 맞추고 있었으나, 최근에는 투습방수 기술, 위생성 부여, 스텔스 기술 등이 접목되는 형태로 기술의 진보를 꾀하는 것으로 부터 알 수 있다. 현재 국내의 대기업에서도 일부 소재에 대한 특허권 만료에 따라 고강도 섬유의 개발이 가능한 상태이며, 이미 상당부분 상용화를 이루고 있다. 따라서 단순히 고강도에만 집중한다면 개인병사의 전투력 지속을 위한 쾌적성 부여 기술 등에 있어서는 군사 선진국들에 비해 뒤쳐질 수 있으므로 이를 함께 고려한 소재의 개발이 중요하다 할 수 있다.

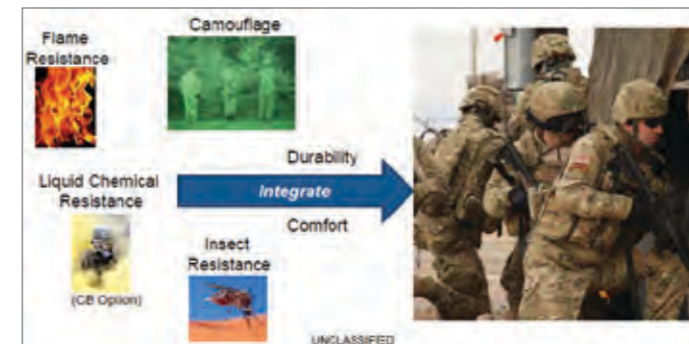


그림 20 Multi-functional Combat Uniform 사례

참고자료

- 1) 해외 선진섬유 기술개발 동향 조사 보고서, 한국섬유산업연합회, 2013.
- 2) 잔염시간 2초 이하 난연 기능 및 한국군 규격에 만족하는 아라미드 융복합 디지털 무늬 육군 항공 피복류 개발 사업계획서, 2012.
- 3) 해군 함정에서의 근무환경 및 전투에 적합한 함상복·함상화 소재 및 시제품 기술개발, 2016.
- 4) Portfolio FY2017, PEO soldier, 2017
- 5) Joint Advance Planning Brief to Industry, PM SCIE, 2014
- 6) 2016 전력지원체계 연구개발을 위한 기술수준조사 결과보고서, 2016.
- 7) US Army Natick Soldier RD&E Center Testing Facilities and Equipment
- 8) NFPA, 2112-2012, Standard on Flame-Resistant Garments for Protection of Industrial Personnel Against Flash Fire
- 9) Development of Flame Resistant Combat Uniform Fabrics Made From Long Staple Wool and Aramid Blend Yarn, NSRDEC, 2013.
- 10) 소방용 화학보호복의 KFI 인정기준, 2015
- 11) 소방용 특수방화복의 인증 규칙, 2016
- 12) GL-PD-07-12, Purchase Description Cloth, Flame Resistant, 2011
- 13) 궤도차량 승무원복 국방규격
- 14) 항공피복, 난연, 디지털무늬 국방규격
- 15) 2012 신섬유 기술로드맵, 한국섬유산업연합회, 2012.
- 16) R. Alagiramy and A. Das, Technical textile yarns(industrial and medical applications), Woodhead Publishing Limited, 2010.
- 17) 차세대 섬유소재의 개발과 응용기술, 미래기술교육연구원, 2015.
- 18) 섬유제품 성능평가 가이드, 한국염색기술연구소, 2009.
- 19) 해외 선진섬유 기술개발 동향 조사 보고서, 한국섬유산업연합회, 2013.
- 20) 2012 신섬유 기술로드맵, 한국섬유산업연합회, 2013.
- 21) 난연 기능성 소재의 개발 동향, 한국섬유개발원, 2012.
- 22) 난연 섬유 제품 최신 기술 및 평가 동향, 한국섬유개발원, 2018.
- 23) 글로벌 섬유기술개발 트렌드 조사보고서, 한국섬유산업연합회, 2016.
- 24) 소방용 개인보호 장비류의 제품 분석, 동아대학교
- 25) 글로벌 섬유기술 개발트렌드 조사 보고서

세계 전차의 운용 현황 및 발전 방향



국방기술품질원 기동화력1팀
남윤욱 연구원

1. 서론

두터운 장갑과 강력한 화력, 빠른속도로 진격의 선두에 서는 지상전의 꽃인 전차(Tank)가 처음으로 등장한 것은 백년전쟁(1337년~1453년) 때로 거슬러 올라간다. 전차의 개념은 백년전쟁 이후 아군의 피해를 줄이고 적군만 골라 공격할 수 있는 무기를 연구하면서 발견됐다. 그 당시 발명된 전차는 현대 전차와는 다른 점이 많다. 초기 전차는 뒤쪽에 병사들이 탈 수 있고, 앞부분에는 대포 6문 정도가 배치된 구조를 가지고 있었다. 2차 세계대전(1939~1945)까지 전차는 경전차, 중전차, 구축전차 등 다양한 모습으로 변모했으며 현대의 전차는 대부분 주력전차(MBT¹)라는 이름을 사용하고 있다. 주력전차는 모든 임무를 해낼 수 있도록 공격력, 수비력, 주행능력 모두를 밸런스있게 갖추고 있으며 이런 주력전차만을 전용하여 세대를 구분하고 있다. 본 고에서는 1970년대 후반부터 현재까지 사용 중인 3~3.5세대 전차를 중심으로 전 세계에서 강력하다고 평가받는 전차의 운용현황과 개발동향에 대해 기술할 것이다.

표 1 세대별 주력전차 구분

세대별 \ 국가별	미국	러시아	독일
1	M46 패튼, M47 패튼, M48 패튼	T-54, T-55	-
2	M60 패튼	T-62, T-64	레오파르트 1
3	M1 에이브람스, M1A1 에이브람스	T-72, T-80	레오파르트 2
3.5	M1A2 에이브람스	T-90	레오파르트 2 TVM190~200

1 Main Battle Tank

2. 국가별 전차 동향

1. 미국 전차

1) 현 실태

미국의 3세대 주력전차는 M1 에이브람스(Abrams)이며 미국 2세대 전차의 한계를 개선한 것이 특징이다. 미국은 초기 전차를 운영할 때 지형지물에 방어력이 높은 포탑만 내놓는 전술인 “헐 다운(Hull Down)”을 사용했다. 그 당시 미국 전차의 차체 장갑은 포탑에 비해 두텁지 않아 하위 체급 전차의 포탄을 방어할 정도였다. 미국은 이러한 약점을 보완하고 전투력을 극대화하기 위한 현대화 작업의 일환으로 3세대 주력전차인 M1 에이브람스 개발에 착수했다. 더불어 미국은 M1 에이브람스 전차의 주요 버전인 M1, M1A1, M1A2를 통해 무장, 방호, 전자장비에 대한 성능개량을 추진하였다.

M1 에이브람스는 105mm 강선포를 탑재한 기본형 모델로 가스터빈 엔진을 장착해 최고속도 72km/h의 기동력을 갖추고 있다. 열화우라늄을 이용한 복합장갑을 장착하고 있으며 전자장비로는 적외선암시장치, 레이저 거리측정기, 탄도계산기를 갖추고 있어 주·야간 전투가 가능하다. M1의 성능개량형인 M1IP²전차는 M1의 방호 성능을 개량한 전차로 포탑 전면장갑두께를 ~650mm에서 ~880mm로 증가시켰다.

두 번째 버전인 M1A1전차는 주포를 105mm 강선포에서 120mm 활강포로 변경하여 관통력을 향상시켰다. 방호 면에서는 양압식 NBC³ 설비를 갖춰 화학·생물·방사선 무기에 대응이 가능하다. 또한 포탑이나 차체 전면부의 복합장갑에 1~2세대 열화 우라늄 장갑(Mesh)을 도입해 방호력을 향상시켰다.

마지막으로 M1A2 전차는 기존 버전인 M1A1로부터 C4I⁴ 시스템이 탑재된 모델로 전차장 전용 1세대 열상 조준경을 추가하고 2개 목표물 동시 사격할 수 있는 헌터-킬러(Hunter-Killer) 시스템과 항법장치를 추가하였다. M1A2전차의 성능개량형인 M1A2 SEP⁵은 신형 LV100-5 가스터빈 엔진을 장착하였고 3세대 열화 우라늄 장갑을 적용했다. 또한 전장에서의 전투력을 극대화하기 위해 컬러 디스플레이, 2세대 열상 조준경, 고속무선통신장치 등이 포함됐다.

표 2 미국 전차의 기동력 비교 * 신형 가스터빈 엔진으로 변경(AGT-1500 → LV100-5)

	M1	M1 IP	M1A1	M1A2	M1A2 SEP*
최고속도	72km/h		66.8km/h		68km/h
항속거리	500km	-	463km	391km	-
중량	55.7톤	57.0톤	61.3톤	62.1톤	63.0톤
엔진출력/엔진방식	1,500마력(1,118kW)/가스터빈 엔진				

표 3 미국 전차의 화력 비교

	M1	M1 IP	M1A1	M1A2	M1A2 SEP
주포	52구경장, 105mm 강선포		44구경장, 120mm 활강포		
장전방식	수동장전	수동장전	수동장전	수동장전	수동장전
표적자동탐지	-	-	-	-	-
전술정보처리	-	-	-	C4I	C4I
승무원	4명(전차장, 포수, 탄약수, 조종수)				

2 M1 Improved Performance 3 Nuclear Biological Chemical 4 Command, Control, Communication, intelligence, 통합전술지휘체계 5 System Enhancement Package

표 4 미국 전차의 방호력 비교

	M1	M1 IP	M1A1	M1A2	M1A2 SEP
장갑방식	복합장갑	복합장갑	복합장갑 (+1~2세대 열화우라늄)	복합장갑 (+2세대 열화우라늄)	복합장갑 (+3세대 열화우라늄)
능동방호	-	-	-	유도교란(음선)	유도교란(음선)
비교(생산연도)	1979~1985	1984	1986~1992	1992	1996~현재

2) 발전 방향

미 육군은 전투차량 현대화 전략에 따른 차기 M1A3 에이브람스 사업을 진행하고 있다. 2019년 야전 배치를 목표로 미래 육군이 지향하는 요구사항을 수용할 수 있는 전차를 준비하기 위한 것이다. 미국은 성능개량을 진행하면서 가용공간소모 및 중량을 증가시켰으며 이에 따른 동력 성능에 영향을 줬다. 최근 미국이 성능개량한 M1A2 SEP 전차는 향후 개선을 위한 여유 공간이 거의 남아 있지 않다. 이에 따라 차기 M1A3 에이브람스 사업을 통해 내부 시스템을 재설계하여 미래의 추가적인 성능개량 장비 확보에 초점을 맞추고 있다. 방호 면에서는 급조폭발물(IED⁶)에 대응할 수 있도록 장갑의 능력을 증가시켜 생존력을 향상시키려 하고 있다. 또한, C4I개념의 전투가 도입됨에 따라 합동전술무선통신체계(JTRS⁷) 적용 및 기가비트 이더넷 데이터버스(Ethernet Databus)를 장착함으로써 더 큰 용량의 데이터처리가 가능하도록 하고 있다. M1A3 성능개량 사업의 핵심은 부족한 전력공급을 위한 배터리 관리체계와 신형 발전체계를 결합하여 잉여 전력을 회복시키는 것이다. 이에 따라 더 큰 용량의 전력과 데이터 전송이 가능하도록 개조된 슬립링을 포탑에 적용할 것으로 보인다.



그림 1 미국의 신형 전차(M1A3 에이브람스)

6 Improvised Explosive Device 7 Joint Tactical Radio System

2. 러시아 전차

1) 현 실태

러시아에서 운용 중인 3세대 전차는 T-72, T-80 전차이며 특히 3.5세대 전차인 T-90 전차는 T-72 전차의 성능개량형이다. 러시아는 전차를 개발하는데 있어 생산 비용이 저렴하고 단순 기능을 갖는 전차를 추구해 왔다. 2010년 러시아 육군은 운용 예정이던 T-95의 개발을 중단하였고 현재 운용 중인 T-72, T-80, T-90 주력전차의 추가 성능개량에만 초점을 맞추고 있다. 이에 따라 구식전차 댓수가 증가하였고 성능 면에서도 시대에 뒤떨어지게 됐다. 이에 따라 러시아 전차는 다른 나라의 전차에 비해 경쟁우위를 상실하였다고 평가받고 있다.

T-72 전차는 1971년 양산에 들어간 소련의 주력전차로, 2세대 전차인 T-64의 저가형이라고 볼 수 있다. T-64 전차와 하드웨어 스펙은 동일하고 구동계통과 자동장전장치가 다른 전차이다. T-72 전차의 구동계통이 T-64보다 더 크기 때문에 차체의 길이가 약 50cm 더 길어진 것이 특징이다. T-72전차는 당시로서는 최신 기술을 종합적으로 적용시킨 전차였다. 최신 기술로는 28발을 장착할 수 있는 자동장전장치, 영상합치식 광학 거리측정기, 세라믹과 티타늄장갑이 결합된 복합장갑을 채용하였다. 또한, 780마력의 디젤엔진을 탑재했고 주포는 125mm 활강포를 개발해 장착했다.

이후 소련은 1976년 T-80 전차를 생산하였다. T-80 전차는 1,250마력의 가스터빈 엔진을 장착하였고, 42.5t의 가벼운 전투중량과 대비하여 고출력의 엔진을 사용하면서 당시 최고의 기동성을 자랑하였다. 화력 면에서는 기존 버전인 T-72 전차와 동일한 125mm 활강포와 자동장전 장치를 장착하였다. 또한 유도시스템을 포함한 사격통제장치와 타 전차와의 거리를 계산하는 레이저 거리 측정기를 채용하여 타 전차에 비해 열제로 평가받던 장거리 포격전에서 양호한 수준을 갖췄다. 방호 면에서는 전차의 높이를 최대한 낮춰 피격확률을 줄였고 콘택트-5라는 폭발성 반응장갑을 갖춰 대전차 성형작약탄과 날개안정분리철갑탄(APFSDS[®])에 대한 방호력도 높였다. 또한 소프트킬 타입의 능동방어장치인 슈토라(Shtora)와 하드킬 방어장비인 아레나(Arena)를 장착하고 있다.

러시아의 최신 주력전차인 T-90 전차는 이전과 동일한 125mm 활강포를 탑재했고 자동장전장치를 이용하여 22발의 탄을 장전할 수 있다. 성능개량된 점을 살펴보자면 열영상장비를 탑재해 주 야간 헛터-킬러 기능을 갖췄으며 동적 포구감지장치와 전장관리체계, 자동추적장치 등을 장착하여 공격력이 획기적으로 증가하였다. 또한 1,000마력의 디젤엔진을 채택하여 이전 엔진인 가스터빈의 단점이었던 연비를 개선하였다. 방호 면에서는 T-80과 동일한 콘택트-5와 능동방어장치인 슈토라·아레나를 장착했다. 하지만 슈토라는 2세대 대전차미사일에 대응할 수 있을 뿐 3세대 대전차미사일에는 취약하고 아레나도 마찬가지로 철갑탄에 대해서는 손수무책이다. T-90 전차는 특히 측면 장갑이 매우 빈약하며 타 전차에 비해 방어력이 떨어지는 한계점을 가지고 있다. 따라서 T-90 전차는 차후 성능개량이 이루어지면서 전면과 측면 장갑의 방어력을 향상시켰다. 다만 이 때문에 전투 중량이 현재의 46.5톤에서 50톤으로 점점 늘어나게 됐다.

표 5 러시아 전차의 기동력 비교

	T-72	T-80	T-90
최고속도	60km/h	70km/h	65km/h
항속거리	480km	335km	550km
중량	46.5톤	42.5톤	46.5톤
엔진출력/엔진방식	780마력(580kW)/디젤엔진	1,250마력(932kW)/가스터빈	1,000마력(745kW)/디젤엔진

표 6 러시아 전차의 화력 비교

	T-72	T-80	T-90
주포	48구경장 125mm 활강포		
장전방식	자동장전	자동장전	자동장전
표적자동탐지	-	-	있음
전술정보처리	-	-	C4I
승무원	3명(전차장, 포수, 조종수)		

표 7 러시아 전차의 방호력 비교

* 폭발성 반응장갑(ERA-1 → 콘택트-5)

	T-72	T-80	T-90
장갑방식	주조/복합/반응장갑	복합/반응장갑*	용접/복합/반응장갑*
능동방호	-	유도교란, 대응파괴(음선)	유도교란, 대응파괴(음선)
비고(생산연도)	1971~현재	1976~1992	1995~2011

2) 발전 방향

러시아 육군은 전차 기술이 다른 나라에 비해 경쟁우위를 상실했다는 판단하에 이에 따른 대안으로 기존 주력전차에 성능개량을 체계화하고 신형 전차 기술연구에 박차를 가하고 있다.

첫째, 기존 주력전차인 T-90 전차를 성능개량하여 신형 주력전차 T-90AM을 제작하는 것이다. T-90AM 전차는 T-95 전차를 포함한 여러 전차의 연구개발 성과를 적용하여 만들어졌다. 화력면에서 T-90AM은 이동 중 사격이 가능할 뿐 아니라 32발을 장전할 수 있는 신형 자동 장전기를 장착했다. 또한 신형 주포인 2A82를 장착하여 기존 주포에 비해 1.2~1.5배의 포구압력(7800~9750bar)을 달성함에 따라 타 전차가 2.5km 내의 표적을 파괴할 수 있다면 T-90AM은 4.5km 밖의 표적을 파괴할 수 있게 되었다. 방호 면에서는 3세대 대전차미사일에는 역부족이었던 기존 T-90전차의 방호 시스템을 성능개량하여 성형작약탄의 관통을 어렵게 하였고 전장에서의 생존력을 향상시켰다. 더불어 전용 탄약실 구조를 채택하여 탄약과 승무원을 격리시켰다. 이 구조는 적의 포탄이 전차에서 폭발하더라도 승무원을 안전하게 보호할 수 있다. 기동력 면에서는 1,000마력인 T-90 전차보다 월등한 1200마력의 디젤엔진을 채택하여 최대속도와 가속능력을 증가시킴으로써 적 미사일에 대한 회피기동 능력을 향상시켰다.

둘째, 신형 전차사업으로 4세대 주력전차인 T-14 아르마타(Armata)를 생산하여 현재 러시아

육군에서 운용 중인 T-72와 T-90 전차를 장기적으로 대체할 것이다. 개발 완료 후 실전 배치가 이루어지지 않았던 T-95 전차와 블랙 이글 전차의 개발 성과를 아르마타에 활용하게 될 것이다. 아르마타에는 원격 조종 포탑에 125mm 활강포를 장착하였고, 분리 장전식 탄을 32발 실을 수 있다. 발사속도는 분당 10~12발이며 8km의 최대 사거리를 가진다. 전자장비로는 주간에 최소 사거리 5km를 관측할 수 있는 광학장비와 야간에 3.5km를 관측할 수 있는 열상장비를 장착하였다. 또한 최소사거리 5km인 레이저유도탄 발사가 가능하며 화생방 방호체계, 전장관리체계, 첨단방호지원체계를 탑재하여 전장 위협에 대응할 수 있다.



그림 2 러시아의 신형 전차(좌: T-90AM, 우: 아르마타)

3. 독일 전차

1) 현 실태

독일의 3세대 전차는 1970년에 제작된 레오파르트 2 전차로 1965년에 등장한 레오파르트 1 전차를 계승하였다. 레오파르트 2 전차의 가장 큰 특징은 전투중량이 큰 중(重)전차임에도 불구하고 화력이나 기동력, 방호력을 균형 있게 갖추고 있다는 점이다. 화력 면에서는 44구경장 120mm 활강포를 사용하며 등장 초기부터 타 전차에 비해 화력을 앞도했다. 화력만 뛰어난 것이 아니라 스테이빌라이저(Stabilizer)를 적용하여 전차가 고속기동에서도 흔들림없이 목표물을 겨냥할 수 있다. 또한 1,500마력의 디젤엔진을 적용하여 고속기동이 가능할 뿐 아니라 6초만에 32km/h까지 가속이 가능하다. 방호 면에서는 세라믹과 강철 등이 사용된 복합장갑이 장착되어 125mm 활강포를 충분히 막을 수 있으며 포탑 전면과 측면에 고경도 강판으로 구성된 쇼트 아머가 장착되어 있어 방어력을 높였다.

레오파르트 2 전차는 성능개량을 6번 진행하면서 레오파르트 2A6까지 진행이 됐다. 성능개량사업 중 레오파르트 2A5 전차는 방어력과 화력 강화를 목적으로 했다. 주요 성능개량 사항으로는 44구경장을 120mm 55구경장으로 교체하여 공격력을 강화한 것이다. 또한 포탑 전면에 노출되어 있어 다른 부위보다 관통될 가능성이 컸던 조준경에 추가적인 방호구조물인 쇼트장갑을 설치하였고 소프트킬(Soft-kill)과 하드킬(Hard-kill)이 조합된 능동방어장치를 탑재하였다. 마지막으로 전차장 조준경에 2세대 열상장비를 장착하여 주·야간 탐지 능력을 갖췄고 통신장비 교체와 항법장치 등이 추가됐다. 독일 육군은 본래 레오파르트 2A5부터는 성능개량 계획이 없었고 레오파르트 3라는 신형 전차를 개발할 계획이었다. 하지만 냉전시대가 끝나자 레오파르트 3의 개발 계획이 취소되었고 이로 인해 독일전차는 성능 면에서 한계에 부딪혔다.

독일의 최신 주력전차인 레오파르트 2A6 전차의 한계점을 살펴보자면 최신 사격통제장치를 적용하는 대신 기존의 사격통제장치인 EMES-15의 문제점만을 추가 개선했다는 점이다. 즉 레오파르트 2의 사격통제장치 기술 수준이 80년대에 머무르게 되면서 명중 보정을 위한 탄도 계산이 타전차에 비해 느려지게 됐다. 열영상장비의 경우 포수 조준경에 1세대 열상장비인 WBG-X를, 전차장 조준경에는 2세대 Ophelios-P를 사용하고 있다. 타국의 전차가 2~3세대 열상장비를 사용하고 있는 것과 비교가 되는 부분이다. 마지막으로 지속적인 공격과 방어 능력만 추가한 결과 레오파르트 A5/A6 버전의 포탑에 미세한 균열이 일어나는 등 여러 문제점을 안고 있는 실정이다.

표 8 독일 전차의 기동력 비교

	레오파르트 2	레오파르트 2A5	레오파르트 2A6
최고속도	72km/h	72km/h	72km/h
항속거리	550km	500km	450km
중량	55.2톤	59.7톤	62.5톤
엔진출력/엔진방식	1,500마력(1,118kW)/디젤엔진		

표 9 독일 전차의 화력 비교

	레오파르트 2	레오파르트 2A5	레오파르트 2A6
주포	44구경장, 120mm 활강포		55구경장, 120mm 활강포
장전방식	수동장전		
표적자동탐지	-	-	-
전술정보처리	-	-	C4I
승무원	4명(전차장, 포수, 탄약수, 조종수)		

표 10 독일 전차의 방호력 비교

	레오파르트 2	레오파르트 2A5	레오파르트 2A6
장갑방식	공간/복합장갑	공간/복합/부가장갑	
능동방호	-	유도교란, 대응파괴(음선)	유도교란, 대응파괴(음선)
비고(생산연도)	1979~1982	1995~현재	2001~현재

2) 발전 방향

독일 군은 2013년까지 주력전차에 대한 성능개량 시도를 거의 하지 않았다. 그러나 동부 우크라이나 위기 등으로 러시아의 위협수준이 강해지자, 독일은 그동안의 군 축소 분위기를 정리하고 독일 육군의 최신전차인 레오파르트 2A6를 A7로 업그레이드하게 됐다. 신형 주력전차 레오파르트 2A7전차는 레오파르트 2A6전차의 성능개량형 버전이다. 레오파르트 2를 운용하고 있는 16개국의 요구조건을 부합시킴과 동시에 야전에서 도출된 교훈을 적용시켰다. 이러한 성능개량 패키지가 지속적으로 적용됨에 따라 레오파르트 2A7 전차는 덩치가 커지게 됐고 중량은 67.5톤까지 증가했다. 이러한 중량의 증가로 인해 또 다른 성능개량을 필요로 하게 되면서 성능개량된 중감속기, 신형 토션바와 브레이크, 궤도 장력

조절장치(DTTS⁹)를 장착하게 됐다. 화력 면에서 레오파르트 2A7 전차는 2A6 전차와 마찬가지로 120mm 활강포에 장갑관통탄(AP¹⁰)을 기본 탑재하고 있다. 하지만 부가적으로 탑재하는 대전차고폭탄(HE¹¹)의 경우 지능형 신관을 적용해 매복한 보병부대와 교전할 수 있도록 제작됐다. 기존 레오파르트 2는 전차 상부의 탄약수 위치에서 방호가 되지 않은 상태로 7.62mm 기관총을 탑재했으나, 레오파르트 2A7은 원격사격통제체계를 장착하여 승무원이 전차 내에서 조종이 가능하다. 방호 면에서는 부가장갑을 전면과 차체, 포탑 측면에 장착하여 대전차로켓탄에 대한 360° 전면 방호를 제공한다. 더불어 차체 하부 장갑을 장착하고 있어 지뢰 및 급조폭발물(IED)에 대한 향상된 방호력을 제공한다. 급조폭발물의 작동을 방해하는 재머(Jammer)도 장착하고 있으며 요구 시 능동방호장치(Hard/Soft-kill)를 장착할 수 있다. 마지막으로 전자장비를 살펴보자면 조종수는 신형 주간/열상 카메라를 이용할 수 있고 포수 및 전차장은 3세대 열 영상기, 레이저 거리측정기, 주간 카메라를 통합한 조준경을 사용하고 있다. 이는 공격 목표에 대한 효과적인 탐지를 가능케 하고 전장관리체계를 사용해 모든 승무원에게 정보를 제공할 수 있다. 하지만 기동성 관점에서는 기존 주력전차와 동일한 1,500마력 디젤엔진을 유지하고 있다.

이러한 레오파르트 2A7 전차는 단순히 공격과 방어력을 증대시키는 선에 그쳤을 뿐, 이미 개량한계수준에 도달하고 있다. 이에 따라 독일 육군은 새로운 차기 주력전차가 필요해졌고 30년 전에 폐기된 레오파르트 3 프로젝트를 다시금 부활시켰다. 2014년 7월, 독일은 프랑스와 합작으로 차세대 전차인 MGCS¹² 2030+ 프로젝트를 발표했다. 레오파르트 3 전차의 개념도를 살펴보자면 레오파르트 2와 독립된 차세대 전차 연구로써 140mm 대구경 주포, 무인 포탑, 스텔스 형태를 갖추도록 설계 등을 요구하고 있다.



그림 3 독일의 신형 전차(좌: 레오파르트 2A7, 우: 레오파르트 3)

3. 결론

전차 개발국들은 더 우수한 성능의 전차를 보유하기 위하여 노력해 왔다. 즉 세계 각국은 서로 다른 견해를 갖고 전장 환경에 부합되는 전차를 개발했다. 하지만 첨단무기와 막강한 정보·감시체계가 등장하면서 대전차 위협은 날로 증가하고 있다. 이에 대응하기 위하여 세계 전차의 패러다임은 크게 변화하고 있다. 따라서 차세대 전차는 적외선 피탐지율을 최소화하는 스텔스 기능을 추가하고 초경량, 고강도의 나노복합소재를 장착해 방호력을 높일 것으로 보여진다. 또한 고전압·대전류의 전력을 짧은 시간에 발생시키는 레일건(Railgun)이 등장하여 탄의 유효사거리, 이동표적에 대한 명중률, 탄의 파괴력을 증대시킬 것이다. 마지막으로 인공지능(AI)과의 통합이 이루어져 위험지역에서의 인명피해를 최소화하고 전투 효율성을 극대화할 것이다.

21세기는 물량의 전쟁에서 벗어나 다양한 신기술 적용을 요구받고 있다. 따라서 차세대 전차는 미래 유망 기술과의 융합을 통해 전장에서 가장 효과적인 무기체계를 이루어야 할 것이다.

참고 문헌

- 1) 국방기술품질원, 2014~2016 세계 주력전차 획득동향, 2016.
- 2) 김장흠, 지상군의 핵심전력 전차에 관한 고찰, 2012.
- 3) 허광희, 시대별 전차 발전 경향, 2007.
- 4) 박병훈 외 1명, 차기전차 성능개량 방향, 2005

질소발자국을 지워 미세먼지에 대처하자

겨울철 그나마 따뜻한 날에는 차마 외출할 수 없을 정도로 초미세먼지가 하늘을 뒤덮는다. 이제 우리나라에서는 한파 뒤 미세먼지 창궐이 공식처럼 자리 잡아 가고 있다. 미세먼지가 심각해지면서 미세먼지가 일으키는 악영향에 대한 연구도 활발하다. 동물실험에 따르면 미세먼지는 체내에 축적돼 암을 일으키는 원인으로 작용할 수 있다.

미세먼지가 우리 삶을 실질적으로 위협하고 있기 때문에, 정책적 노력과 함께 지금 우리가 할 수 있는 대처법을 찾고 이를 일상에서 실천하려는 움직임도 활발하다. 이때 '질소발자국'이라는 개념이 도움을 줄 수 있다.

「과학향기」(KISTI 제3285호)에서

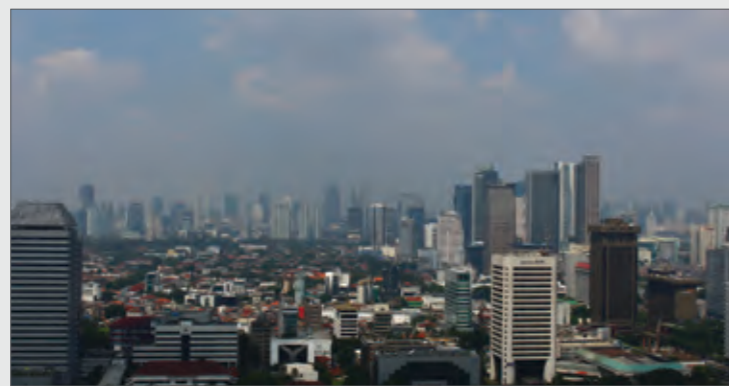


질소발자국은 미세먼지의 원인과 현황을 파악하는 도구

질소화합물은 공기의 약 78%를 차지하는 질소(N_2)와 다르다. 질소와 다른 원소의 화합물이며, 대기오염을 일으키는 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)의 주요 구성 성분이다. 질소는 다른 물질과 잘 반응하지 않는 안정한 물질이지만, 질소화합물은 화학반응을 통해 유해물질을 생성한다.

질소산화물의 한 종류인 이산화질소(NO_2)는 햇빛과 반응해 오존(O_3)과 초미세먼지(PM2.5)를 만들어 스모그를 일으킨다. 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)는 질소산화물을 1군 발암물질로 분류했다. 질소산화물은 공장과 자동차, 선박, 비행기의 배기가스 등에서 나온다. 토양에서 강과 바다로 유출된 질산성질소(NO_3^-)는 조류의 먹이가 돼 녹조현상을 일으킨다. 질산성질소는 암모니아와 더불어 미세먼지의 주요 구성 성분이기도 하다.

1995년부터 2005년까지 전 세계 단위면적 당 질소화합물 배출량은 연간 1.05톤/km²에서 1.25톤/km²으로 약 19%나 증가했다. 2010년 질소화합물 배출량의 75%가 인간 활동에 의한 것일 정도로 통제가 되지 않고 있는 상황이다. 점차 커지고 있는 질소화합물의 위험성을 알리기 위해 2012년 처음 등장한 개념이 바로 '질소발자국'이다. 질소발자국은 개인이 생활과 소비활동을 할 때 배출되는 질소의 양을 뜻한다.



질소산화물의 한 종류인 이산화질소(NO_2)는 햇빛과 반응해 오존(O_3)과 초미세먼지를 만들어 스모그를 일으킨다.

한국은 세계 7위 질소화합물 배출 기여국

호주 시드니대 물리학부 맨프레드 렌젠 교수는 전 세계의 질소발자국을 계산해 '네이처 지오사이언스' 2016년 1월 25일자에 발표했다. 그 결과 2010년 한해, 전 세계 188개국에서 배출한 질소화합물에 포함된 질소의 총량은 약 1억 8900만톤이었다. 이 중 85.2%는 산업과 농업 분야에서 배출됐고, 나머지 14.8%는 소비자들이 배출한 쓰레기에서 나왔다. 배출량 기준으로 중국과 인도, 미국, 브라질에서 전 세계 질소의 거의 절반(47%)을 배출했다.

하지만 질소 배출 상품을 수출·수입하는 양을 기준으로 보면 일본과 독일, 영국, 홍콩이 50% 이상으로 상위였다. 이는 중국과 인도 등의 나라에서 배출한 질소화합물의 일부가 일본과 독일 등 여러 나라에 상품을 수출하면서 나왔다는 뜻이다. 질소발자국을 계산할 때는 이 양을 중국이나 인도가 아니라 일본이나 독일에 포함시킨다. 연구팀은 한 나라가 수입한 상품에 포함된 질소 배출량(수입량)에서 그 나라가 수출한 상품에 포함된 질소량(수출량)을 뺀 값을 구해 비교했다. 한국은 총 수입량이 총 수출량보다 더 많은 나라 중 7위였다.

연구팀은 무역으로 인한 배출량과 국내 배출량을 함께 고려해 국민 개개인의 연간 질소발자국을 계산했다. 한국인의 질소발자국 36kg은 세계 평균인 27kg보다 높은 수치다. 전반적으로 소득 수준이 높은 나라가 가난한 나라보다 질소 배출량이 10배 이상 많았다.

한국, 소고기와 의류로 질소 배출

연구팀의 분석 결과, 2010년 한국이 수입한 상품에 포함된 전체 질소 배출량의 15%가 미국에서 육류를 생산, 가공, 수입하는 과정에서 발생했다. 한국의 육류 수입이 미국 중서부 지역의 공기 및 수질오염에 일정 부분 영향을 미치고 있는 것이다.

의복도 빼놓을 수 없다. 연구팀은 한국의 질소 배출 상품 수입량에서 가장 큰 비율을 차지하는 것(25%)이 중국에서 오는 의류라고 분석했다. 그로 인한 공기 및 수질오염 피해는 중국남부 광둥성과 동부 산시성 신장 지역에 돌아갈 가능성이 크다. 광둥성은 중국의 대표적인 섬유, 직물, 염색공업 지역이고, 신장은 주요

면화 생산지다.

대안은 결국 소비자들의 관심과 실천이다. 질소발자국이 큰 물건을 구입하지 않는 것도 도움이 된다. 미국 버지니아대 환경과학과 제임스 갤러웨이 교수는 2014년 학교나 기관 단위로 질소배출을 줄일 수 있다고 국제학술지 '환경연구레터스'에서 밝혔다. 2010년 버지니아대에서 배출한 질소화합물을 분석한 결과, 질소발자국을 고려해서 교내 식음료 공급과 전기에너지 소비, 하수처리 방식을 개선하면 2025년까지 최대 18%까지 질소배출을 줄일 수 있을 것으로 예측됐다.

물론 이를 위해서는 상품별 질소발자국을 계산할 수 있어야 하고, 표시를 의무화해야 한다. 소비자들의 선택이 질소발자국을 줄이는 쪽에 맞춰지면 소비국과 생산국의 산업 및 무역 구조 역시 자연스럽게 그에 맞게 변할 수 있다. 말릭 연구원은 "개개인이 음식물 소비와 음식 쓰레기를 줄이는 것도 중요하다"고 말했다. 전체 질소화합물 배출량의 14.8%는 생활쓰레기에서 나오기 때문이다.

글 최영준 과학칼럼니스트



해외기술단신

지휘통제·통신 | 감시정찰 | 기동 | 함정 | 항공 | 화력 | 방호유도무기

지휘통제·통신-지휘정찰연구1팀 연구원 조승표

미 공군, LVC 훈련 혁신 선언



LVC 시뮬레이션

미국 공군과 해군이 공중의 전투기와 지상에서 시뮬레이터를 조작하는 조종사를 결합하여 지상의 조종사가 컴퓨터로 생성된 적을 상대하며 비행할 수 있도록 하는 합동 기술 시연 성공을 선언할 예정이다.

공군연구소(AFRL¹) SLATE 연구 책임자인 윙크 베넷은 “매우 성공적인 기술 시연이었고 기대 이상이었다”라고 말했다.

공군 전투원준비태세연구부서 항공체계국 제711인적수행비행단(711th Human Performance Wing)이 이끄는 팀은 이번 훈련 준비에 4년 이상을 투자했다. 그리고 이후 네바다주 넬리스(Nellis) 공군기지에서 8개월 이상에 걸쳐 시연을 진행했다.

실제·가상·구성(LVC²) 훈련을 현실로 만들기 위해 몇 가지 핵심 기술이 개발되었다. 첫 번째는 MIT 링컨연구소(Lincoln Laboratory)에서 데이터링크 역할을 하도록 개발한 5세대 첨단 훈련파형(5G-ATW³)이다. 훈련체계는 이 신규 파형 이외에도 링크-

16 및 UHF/VHF 음성통신도 이용한다. 두 번째는 세 가지 링크의 사이버 보안 및 암호화를 적용하는 것이다.

‘연계’훈련은 5G-ATW를 이용하여 항공기와 지상국을 연결하고 조종사들이 그곳에서 시뮬레이터를 조작하여 가상으로 훈련에 참여했다. 이를 통해 무한대의 적 항공기 또는 지대공 미사일 기지가 존재하는 더 강력한 시나리오를 적용할 수 있다.

담당자는 “네트워크에 입력한 위협, 표적 및 기타 요소들을 항공기로 관측이 가능하였다”고 말했다.

조종사들은 실제로 훈련장 가장자리에서 비행하며 컴퓨터로 생성한 기지 경계를 훨씬 넘어선 곳에 위치한 적기를 볼 수 있었으며 그에 따라 훈련장이 가상으로 확대되었다.

베넷은 “조종사들이 가상의 적기를 보고 그에 반응하여 표적으로 확보한 후 훈련장 밖에 공격을 가할 수 있었다. 모든 조종사들이 높은 난이도의 시뮬레이션을 할 수 있다.” 라고 설명했다.

해설

M&S(Modeling & Simulation)은 실제 사용자가 실제 시스템을 조작하여 시뮬레이션하는 Live, 시뮬레이션 된 시스템을 운영하는 진짜 사람들을 포함하여 시뮬레이션하는 Virtual, 시뮬레이션 된 시스템을 운영하는 시뮬레이션 된 사람들을 포함하여 시뮬레이션하는 Constructive 세 가지로 구성된다.

각 체계의 장점과 단점을 이용하기 위하여 두 체계 이상을 연동하는데 이를 LVC 체계라고 한다. 진화하는 적의 항공기 위협에 따라 LVC 시뮬레이션은 다양한 시나리오를 유연하게 적용할 수 있다. 또한 LVC를 이용하여 조종사가 아직 개발 중인 무기도 실제 훈련을 받을 수 있다. 미 공군은 공중의 전투기와 지상의 컴퓨터 시뮬레이션을 통합하여 혁신적인 LVC 시뮬레이션 테스트를 진행하였다.

‘비연계’ 비행 시에는 포드가 약 8종의 시나리오와 구성 항공기 4~6대를 생성할 수 있다. 하지만 지상국과 연결되지 않기 때문에 시뮬레이터를 이용할 수는 없다. 담당자는 “비연계 비행에서 놀라운 능력을 시연했다. 조종사가 F-15 이글(Eagle)로서 비행을 시작한 후 적군으로 전환하여 적 편대의 일원으로 비행하는 것이 가능했다.”고 전했다.

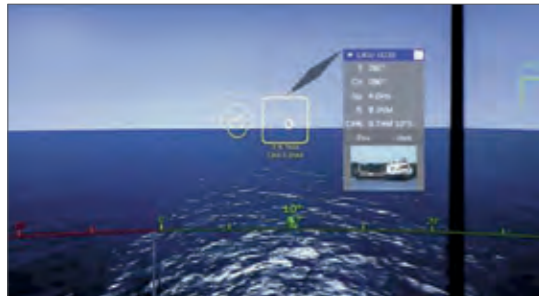
본 기술은 플랫폼을 가리지 않는다고 한다. 이는 다른 종류의 항공기, 함정, 우주체계에서도 작동 가능하다.

이번 훈련에는 F-15와 F-16, 해군 F/A-18이 이용되었다. 다음 훈련에서는 F-22, F-35 같은 5세대 전투기를 연결할 예정이다. 이것이 쉽지 않은 도전이 되겠지만 충분히 가능한 일이라고 전했다. 베넷은 “아직 해결해야 할 문제가 많지만 이에 따른 계획들이 마련되어 있다.”고 말했다.

출처 nationaldefensemagazine.org (2019. 1. 2.)

지휘통제·통신-지휘정찰연구1팀 연구원 조승표

영 BAE시스템스사, 함정 감시 활동에 증강현실(AR) 기술 도입 추진



현실 시야에 중첩된 기호를 통해 기본적인 추적 정보가 제공된다. 각 정보에 상세 수준이 통합되어 보다 자세한 함정 정보를 얻을 수도 있다.

BAE시스템스사는 함정의 전투관리체계(CMS)에서 생성되는 기호(symbology)와 데이터를 현실 시야 위에 중첩하여 표시할 수 있는 증강현실(AR) 유리의 실용화를 연구하고 있다.

BAE시스템스사 해상 전투 체계 부문에서 드래곤플라이(Dragonfly)로 명명된 이 사업은 함정 승무원이 실시간으로 전술 정보를 확보할 수 있게 함으로써 상황판단 능력을 개선한다는 목표로 추진된다. 시제품을 이용한 해상 시험은 2019년 하반기에 실시될 예정이다.

BAE시스템스사는 드래곤플라이 사업을 통해 미래 함정 전투 체계에서 활용할 수 있는 AR 및 인공지능(AI) 기술을 한층 더 발전시킬 계획이다. 병행 추진 중인 프로젝트 호스트(Project Host) 사업은 공통 소프트웨어 호스팅 플랫폼으로 기반체계를 공유하기 때문에 개방형 아키텍처를 구현할 수 있다. 이러한 기술은 타사 기술 포함 신규 앱 기반 기능을 도입하는 데에 있어 신속함과 유연성을 가져다 줄 전망이다.

BAE시스템스사 해상 전투체계 부문 기술 및 전략 담당 대표 프랭크 코튼 이사는 “AR의 통합은

BAE시스템스사가 개발 중인 다양한 신규 사용자 인터페이스 중 하나다”며 “우리는 운용 요원이 스크린 앞에 앉아 키보드로 정보를 입력하는 기존 방식을 탈피할 수 있는 새로운 방안을 마련하기 위해 영국 해군과 논의를 시작하고 있다”고 했다.

‘스마트 글라스’를 사용하여 현실 시야에 영상과 기호를 중첩하는 AR은 새로운 기술이 아니다. 그러나 코튼 이사는 기존의 이 기술이 “활용 분야를 찾지 못한 솔루션”이라면서 “해당 기술을 안전하고 보안이 보장된 방식으로 활용하여 합리적인 가격에 부가가치를 창출할 것이다.”라고 했다.

그는 “근접 위협을 주시하고 함정의 안전을 보장해야 하는 승무원의 임무에 AR 기술을 활용하는 방안을 검토 중이다. 종래 방식에 따르면, 승무원은 보이는 것들을 감시하고 작전실에 음성통신을 통해 자신이 보고 있는 것과 센서가 감지하는 것이 일치하는지를 확인해야 한다”며 “이러한 방식은 믿을 만하지만 효율성이 떨어진다는 게 문제다. 또 보이는 것들이 너무 많을 경우 승무원은 이를 정리해 음성으로 떨어져 있는 작전 운용 인원에게 전달함에 있어 효율적이지 못하다.”고 했다.

이에 BAE시스템스사는 승무원에게 경량 ‘투과식’ AR 고글과 함께 휴대용 조작기를 제공하여 작전실과의 상호작용을 가능케 한다는 계획이다. 이 장비 사용 시 실제 시야를 통한 ‘헤드업’ 감시는 유지된다. 프랭크 코튼 이사는 “승무원이 미확인 물체를 창문을 통해 인식한 경우, 작전실에 피아식별을 요청하는 대신 고글과 조작기를 이용하여 함정의 CMS와 직접 상호작용할 수 있게 된다”며 “승무원은 해당 물체가 무엇인지에 대한 동영상을 재생할 수도, 분류된 기존 데이터를 열람할 수도 있다. 또 이

데이터가 식별된 물체와 차이점이 있을 경우 기존의 해당 데이터를 변경할 수도 있다”고 했다.

그는 “안개나 호우로 인해 승무원의 시야가 제한될 경우에도 고글을 통해 물체의 영상을 볼 수 있다. 당직사관은 고글 내에 메뉴를 클릭기로 활성화하며, 위아래로 움직여 CMS와 상호작용할 수 있다”고 했다.

이 기기에는 전자 나침반이 겹쳐져 있어 승무원이 방위각 방향을 유지할 수 있고 시야 내에 있던 각 물체에는 기본적인 추적 정보(추적번호, 거리 및 가장 근접한 지점)가 표시되어 시현된다. 또 보다 상세한 함정 정보를 알 수 있도록 추적 정보를 데이터 베이스에서 불러오는 기능도 포함됐다.

따라서 승무원은 CMS에 대상 물체의 유형이나 적/아군/중립 여부 등을 통신할 수 있게 된다. 유사한 방식으로 작전실에서는 승무원에게 화살표 기호로 방향을 지시하여 해당 방향의 물체 식별을 요청할 수 있다.

또 승무원이 함정의 다른 카메라나 무인체계가 확보한 동영상에 접근할 수 있도록 동영상 창 기능도 제공된다.

초기 개발 단계에서는 상용기성품(COTS)인 마이크로소프트(Microsoft)사 홀로렌즈 글래스(HoloLens Glass)가 사용됐다. 코튼 이사는 “연구실에서는 홀로렌즈를 사용해 왔지만, 해당 장비는 혹독한 군사 환경에서는 사용이 어렵다”며 “이러한 상용기성품 AR 장비들은 게임 혹은 스튜디오 환경에 특화됐다”고 했다.

이러한 단점을 극복하기 위해 BAE시스템스사는 자사의 스트라이커-II(Striker II) 디지털 헬멧장착 시현기(Head-Mounted Display, HMD)에 활용된 기술을 재구성하여 맞춤형 경량 헤드셋을 개발할 계획이다. 스트라이커-II는 고성능 제트기 조종사들을 위해 고안된 장비로, 정보와 기호를 지연없이 시현 가능하다. 상하이동과 회전을 상쇄하기 위한 안정화 기능 탑재가 특징이다.

현 계획대로라면, BAE시스템스사는 2019년 3/4월 마이크로소프트 홀로렌즈 고글을 활용하여 연안에서 초도 시험을 실시한다고 한다. 맞춤형 AR 고글의 해상 시험은 하반기에 Type 23 초계함을 이용해 실시할 예정이다.

한편, BAE시스템스사는 헤드셋과 함께 무선 인터페이스도 개발 중이다. 코튼 이사는 “고글에 큰 선을 연결하는 것을 원치 않는다”며 “델(Dell)사와 협력하여 와이파이 기술을 함교 내에 설치하여 CMS의 정보가 무선으로 고글까지 전송될 수 있도록 할 예정이다. 이미 해당 솔루션은 실험실 시험에 성공했다. 앞으로는 해군의 보안 담당부서와 협조하여 함정에도 도입할 계획이다”고 했다. 또한 함정에서 착용형 AR 헤드셋을 다른 용도로 활용하는 가능성 또한 검토 중이다.

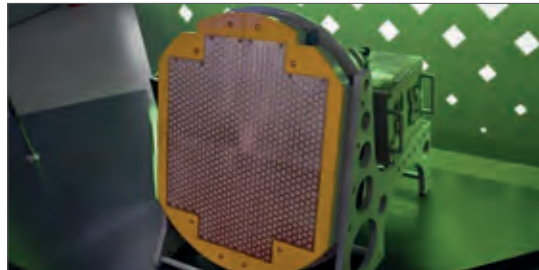
출처 janes.ihs.com (2018. 12. 13.)

해설

가상현실(Virtual Reality, VR)과 증강현실(Augmented Reality, AR)은 4차 산업을 이끌어가는 차세대 ICT 핵심 기술이다. 가상현실(VR)이라함은 컴퓨터 내의 가상의 공간을 만들어 유저가 체험할 수 있게 하는 하드웨어/소프트웨어를 포함한다. 또한 증강현실(AR)은 실제 화면에 가상의 콘텐츠가 있는 것처럼 표시하여 현실 세계에 3차원 가상물체가 겹쳐서 보이는 기술이다. 함정 감시 활동용 AR은 BAE시스템스사가 혁신 사업의 일환으로 검토하고 있는 HCI(Human-Computer Interaction) 기술 중 하나다. 또한 그 밖에도 동작인식이나 음성인식과 같은 다른 신규 HCI 솔루션도 연구 중이다.

감시정찰-지휘정찰연구1팀 수석연구원 우병일

러시아 파조트론사, 전투기용 신형 AESA 레이더 출시 예정



러시아 항공우주군이 MiG-29 및 MiG-35 전투기용으로 신형 주크-AME AESA 레이더를 도입

파조트론(Phazotron-NIIR)사의 주크-AME (Zhuk-AME) 능동 전자주사식 위상배열(AESA) 레이더가 곧 시험에 들어갈 예정이라고 한 업계 소식통이 제인스에 밝혔다. 이 레이더는 FGA50으로도 알려졌다.

FGA50은 러시아 항공우주군의 신형 MiG-35 다목적 전투기에 탑재되면, 기존 MiG-29 펄크럼(Fulcrum) 전투기에는 개량 사업의 일환으로 도입될 예정이다.

소식통은 “파조트론은 MiG-29에 탑재될 최초의 AESA 레이더인 동 장비의 생산 완료단계에 있다. 12월에는 조립 공정을 거쳐 FGA50을 RSK MiG사에 인도해 해당 전투기에 탑재토록 할 예정이다. 장비 시험은 2019년 초로 계획되어 있다”고 했다.

또 소식통은 “모든 과정은 2년 내로 완료될 예정이다. 레이더 4대를 생산하여 전투기 통합 및 추가 시험을 실시한다는 계획이다”고 했다.

수출용 버전의 주크-AME는 2016년 중국 주하이 에어쇼에서 처음 공개됐다. 소식통에 따르면, 다수의 MiG-29 운용국들이 이 센서에 관심을 표했으며, 이 중 한 국가는 러시아보다 앞서 AESA 레이더가 탑재된 펄크럼 전투기를 전력화할 수도 있다고 했다.

신형 레이더와 관련해 자세한 정보는 많이 알려지지

않았으나, 제조업체 주장에 따르면, FGA50은 약 160km 떨어진 공중 표적을 식별하고 최대 30개의 표적을 동시 추적할 수 있다고 한다.

소식통은 “주크-AME는 또한 6개 공중 표적 및 4개 지상 표적과 동시 교전을 할 수 있도록 지원한다”고 했다.

FGA50은 또한 기존 센서 대비 정비 비용 감소에 기여할 전망이다. 소식통에 따르면, 가령 현재 MiG-29에 탑재된 기계식 주사배열 레이더는 평균고장간격(MTBF²)이 비행시간 기준 150~200시간에 불과한 반면, 신형 AESA 레이더는 최소 500~600시간의 MTBF를 갖는다고 한다.

출처 janes.ihs.com (2018. 11. 20)

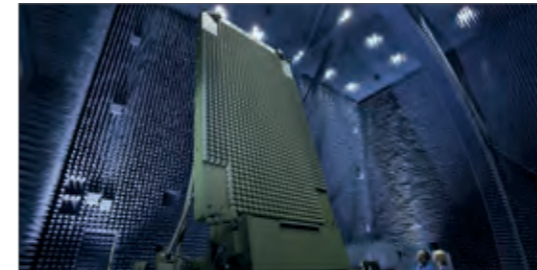
해설

주크-AME(FGA50)는 육상, 공중, 수상의 표적을 탐지, 수집, 추적 및 분류하도록 설계된 다기능 다중모드 능동 전자주사식 위상배열이다. 이 레이더를 장착할 수 있는 항공기는 MiG-35, Su-30SM, Su-35 및 Su-30MKI가 될 수 있다. 또한, 인도 공군의 Su-30MKI 업그레이드 패키지의 일부로 제공 될 가능성이 있다.

제인스에 의하면, 러시아는 현재 금융위기에 직면해 있으며 국방예산은 탄도미사일 프로그램으로 확대되고 있어 Zhuk-AME 레이더에 대한 자금지원이 철회되지 않는다면 2020년까지 시험될 것이라고 한다.

감시정찰-지휘정찰연구1팀 수석연구원 우병일

미 록히드마틴사, 최신 L-밴드 레이더 생산 준비 중



TPY-X는 록히드마틴사의 차세대 장거리 다중임무 레이더이다. 록히드마틴사는 최종 실물 크기 시제품을 완성하고 이 레이더 체계 생산을 준비 중이다.

록히드마틴사가 TPY-X 다중임무 지상기반 레이더 체계의 최종 실물 크기 시제품을 완성했으며 이제는 생산을 시작할 준비를 하고 있다.

TPY-X는 록히드마틴사의 기존 장거리 감시 제품에 대한 지속적 지원·서비스 장기 구상의 일부로 개발되었다. 이는 위협이 진화함에 따라 진화할 문제를 해결하고 성능을 개선한 제품이다.

이 L-밴드 레이더는 확장이 가능하고 최신 디지털 아키텍처인 디지털 빔 형성 분산 아키텍처를 갖추었으며 질화갈륨(GaN) 반도체를 사용한다. TPY-X 레이더는 고정형과 이동형으로 이용 가능할 예정이며 C-130 또는 C-17 수송기나 트럭, 기차, 헬기로 수송 가능하다.

록히드마틴사 차세대 레이더 담당 이사인 마크 메커가 제인스(Jane's)사에 전한 바에 의하면, TPY-X는 지상기반 레이더가 운용되는 복잡한 전자기 공격 환경에서 소형 위협을 상대로 더 나은 성능을 발휘하도록 설계되었다고 한다.

메커 이사는 “각각의 시제품이 적절한 비용에 대한 당사 계획의 일부로서 제조 가능성 및 성능을 높이는 데 사용되었다”며 “최종 버전은 최초 출시를 위한 생산 절차를 시작하는 데 필요한 바를 제공했다”고 말했다.

그는 록히드마틴사가 신형 레이더를 위해 개발·생산 단계에 있는 레이더 사업을 활용하여 TPQ-53 레이더 체계의 신속 배치 능력과 수평 맞춤형 다리 같은 기술을 직접적으로 이용했다고 전했다.

록히드마틴사는 생산 개시를 위한 하드웨어 설계 검증 및 품질 인증에 TPY-X 체계 시제품을 계속 이용할 예정이다. 이 체계는 또한 소프트웨어 기준을 마무리짓는 과정에서 사용될 자산이기도 하다.

메커 이사는 “모형이나 시뮬레이터에 의존하지 않고 실제 능동 전자주사식 위상배열(AESA³) 안테나를 이용하여 단파 기능 및 제어를 시험할 수 있다”고 말했다.

TPY-X 사업은 록히드마틴사 내부 중점 장기 투자 계획 중 하나로 시작되었다. 현재는 해당 레이더에 대한 미군의 수요가 존재하지 않는다.

메커 이사는 “우리는 기술을 개발하고 성숙도를 높이면서 전송·수신 기술 같은 핵심 항목이 다른 제품과 사업에도 이용 가능한 호환성을 얻는 것이 목표이다”라며 “그러한 목표를 성공적으로 달성한 사업들의 자금 일부를 TPY-X 기술 성숙화 절차를 지속하는 데 보낼 수 있었다”고 밝힌 후 “하지만 자금 대부분은 내부에서 마련했다”고 덧붙였다.

출처 janes.ihs.com (2018. 12. 13)

해설

2016년 TPY-X를 처음 발표한 이래, 록히드마틴사는 회사 무반향실과 옥외 원거리장에서 레이더 초기 시험을 완료하고 레이더 설명서를 마무리했다. MDAA⁴에 의하면, 탐지거리는 470km이다.

기동-기동화력연구1팀 책임연구원 박정운

프랑스 넥스터사, 르클레르 주력전차 140mm 주포 시험



넥스터사의 르클레르 주력전차

르클레르(Leclerc) 전차와 레오파르트(Leopard) 2 전차를 대체할 목적으로 프랑스-독일이 추진하는 MGCS*(주력지상전투체계) 사업을 위해 넥스터사가 르클레르 주력전차(MBT²)에 140mm 주포를 장착한 사실이 1월 21~24일 런던에서 개최된 IAV³ 2019에서 확인됐다고 제인스사가 전했다.

50t형 MBT에 140mm 주포를 통합한 것은 이번이 처음으로 실제 사격발수도 200발이 넘는 것으로 알려졌다. 이는 NATO 표준 120mm 주포 대비 70% 화력 증대라는 성과를 의미한다.

넥스터사에 따르면, 어떤 화력 체계가 MGCS 요구조건에 가장 잘 부합하는지를 확인하기 위해 과거에 추진했던 140mm 주포 개발 사업을 재개했다고 한다. 140mm 전차포 작업은 1990년에 시작되었으며, 당시 GIAT(GIAT Industries)사, 라인메탈사, 로열 오드넌스(Royal Ordnance)사가 공동 참여했다.

140mm 주포는 넥스터사가 이번 사업을 위해 고려 중인 유일한 화포 체계는 아니지만, 다른 체계에 대한 내용은 이번 IAV 2019에서 확인되지 않았다.

출처 janes.ihs.com (2019. 1. 24.)

해설

MGCS는 유인 및 무인 솔루션이 같이 도입될 가능성이 있으나, 넥스터사의 140mm포와 같은 화포의 도입 여부는 불명확하다. 이 주포가 실제 도입된다면, MBT는 전례 없는 수준의 화력을 갖추게 될 것이다. 2019년 현재 기준 이러한 무기를 견딜 수 있는 차량은 없는 것으로 알려졌다. 단, 미래 분쟁의 주무대가 될 것으로 예상되는 도시지형에서도 운용에 어려움이 없도록 장착된다는 것을 전제로 한다.

따라서 다른 방안이 더 적합할 수도 있다. 140mm포가 화력 측면에서 상당한 개선을 의미하지만, 대응 기술이 실용화될 수 있다는 점을 고려하면, 추가 화력 강화의 여지는 거의 없다. 이 점에서는 탄두내장형(Cased Telescoped, CT) 탄약 기술 또는 저밀도파 화포(RArefaction waVe guN, RAVEN)가 상대적으로 적은 개조로도 성장 잠재력이 크다는 사실에서 더 좋은 방안이 될 수 있다.

기동-기동화력연구1팀 책임연구원 박영일

우크라이나, 개량형 T-64 인수



개량형 T-64 전차

페트로 포로셴코 우크라이나 대통령은 우크라이나 육군이 2018년 이래 하르키우(Kharkiv Armour Plant)사로부터 개량형 T-64 전차 최소한 100대를 인수했다고 2월 11일 페이스북에 발표했다. 발표 내용은 “우크라이나 방산전문가들 덕분에 우크라이나 전차 승무원들이 최상의 전투능력, 현대식 열상장비, 안전한 디지털 통신, 위성항법, 새로운 능동 방호체계 등의 혜택을 입게 되었다”고 했다. 이 전차는 T-64 2017로 불리며, 1개 여단 전체에 배치하기 충분한 수량의 전차가 납품됐다.

우크라이나 국영 우크로보론프롬사는 언론발표를 통해 “T-64를 2017형상으로 개량함으로써 전투능력을 상당히 증대시킬 수 있으며, 통상적인 정비기간을 이용하여 신형 장비로 개조했다”고 했다. 발표문에 따르면, 또한 3세대 야시장비 장착 등에 있어 기존 부품을 활용하였기 때문에 변경 내용을 최소화하고, 비용을 줄일 수 있었다고 한다. 또한 “포수용 조준체계는 통합 열상장비를 구비해 주간 및 모든 기상 조건에서 적 125mm 포를 탐지, 식별, 공격할 수 있다”고 밝혔다. 여기서 말하는 125mm 포는 우크라이나 동부에서 활동하는 분리주의 반군 및 러시아 군이 사용하는 장비를 지칭하는 것으로 보인다.

다른 개선내용에는 디지털 전투관리체계에 통합된 오리존-내비게이션(Orizon-Navigation)사의 위성항법체계 그리고 DOLYA&Co사가 공급했으며, 통달거리가 70km에 달하는 리비드(Lybid) K-2RB 디지털 무전기 등이 포함된다.

성능개량 마지막 요소는 폭발반응장갑을 광범위하게 사용한 것이며, 이를 통해 누적, 장갑관통형 및 충격-누적식 ‘쇼크 코어(shock core)’ 탄약 등 모든 현대식 대전차무기를 효과적으로 방어할 수 있는 것으로 알려졌다.

출처 Ukraine receives upgraded T-64s, janes.ihs.com (2019. 2. 12.)

해설

T-64는 우크라이나의 동부지역 방어작전 시 중장갑전력의 주력을 이루었으나, 이 지역에서 치열한 전투를 수행하면서 최소 전차 180대를 상실했다. 기존 보유 전차는 차체가 너무 무거워 효과적인 기동이 어렵고, 효과적인 야간투시장비의 결여가 지적됐다. 따라서 우크라이나의 적군은 열상장비를 구비한 T-72B3를 사용하여 야간에 결정적인 우위를 점할 수 있었다. 이에 T-64 2017 표준으로의 개량 작업 시 기동성을 저해하지 않으면서, 방호력과 야간전투능력을 증대시키는 등 균형을 이룬 전차 구현을 목표로 했다.

T-64 2017 표준형상 1차분은 2017년 5월 개최된 ‘스트롱 유럽’(Strong Europe) 전차 경연대회에 앞서서 우크라이나 군에 인도됐다. 그러나 포로셴코 대통령과 우크로보론프롬사의 이번 공개로 이 전차들이 광범위하게 작전 운용되고 있음이 처음으로 공식 확인됐다.

합정 - 해상수중연구2팀 책임연구원 김윤동

호주, 호바트급 구축함 선도함에 대한 무장 및 체계 평가 완료



CSSQT에서 적 항공기 및 미사일 타격 능력을 시연 중인 호바트함

호주 해군의 첫 번째 호바트급 대공구축함(AWD¹)이 미국 해군과 함께 실시한 전투체계 종합능력평가(CSSQ²)로 알려진 일련의 해상시운전을 포함해 무장 및 체계 평가를 완료함으로써 또 하나의 이정표를 달성했다.

대함미사일, 전투기 및 수상전투함 등에 대한 회피기동을 포함하여 다양한 전투 시나리오를 실시한 이 해상시운전은 2018년 말경 미국 서부 해안 앞바다에서 완료됐다.

2018년 11월 호바트급 구축함은 또한 시운전의 일환으로 미국의 알레이버크급 구축함 존핀함과 함께 데이터링크 구축 능력을 시연함으로써 현재 AWD가 일부를 이룬 협동교전능력(CEC³) 실시간 센서 네트워크의 능력을 검증했다.

하와이 해안 앞바다에서 실시한 시험에서 호바트급 구축함과 존핀함 간에 합정 추적정보 및 사격통제 데이터가 교환됐다. 호바트급 구축함은 미 해군이 아닌 곳에서 이러한 능력을 시연한 첫 번째 함정이 됐다.

이 AWD는 이러한 시험 완료로 호주 방위군과 특히 미국 해군을 포함한 협력국가 군에 대한 대(對)

항공기 및 정밀유도무기 다중합동해상방어능력을 확인할 수 있었다.

호바트급 구축함은 이지스 전투체계를 탑재하고 있으며 센서 체계는 LM사 및 레이시온사의 AN/SPY-1D(V) 위상배열 레이더, 노스롭그루먼사의 AN/SPQ-9B 대함탐색 레이더가 포함된다.

호바트급 구축함은 전장 146.7m, 폭 18.6 m, 흘수 4.9m이다. GE사의 LM2500 가스터빈 2기와 캐터필러사의 디젤엔진 2기를 탑재해 CODOG 방식으로 추진하는 이 호위함은 최고속도 28kt, 항속거리 5,000NM이다.

무장으로는 48셀 MK 41 수직발사체계(VLS)를 장착해 SM-2MR 블록 IIIA 및 SM-2MR 블록 IIIB 장거리 함대공미사일뿐만 아니라, 최대사거리가 약 30NM인 레이시온사의 RIM-162 개량형 시스패로우 미사일(ESSM⁴)을 운용하기 때문에 함대 지역방공능력이 한층 강화될 수 있다. 대함무장으로는 4개 캐니스터형 RGM-84 하푼 블록II 대함/지상공격 미사일 발사대 2대가 포함된다. 다른 대수상무기에는 MK 45 MOD 4 127mm 함포, 후방 지향 팔랑스 블록 1B 20mm 근접방어 무기체계(CIWS), 라파엘사의 안정화된 원격운용 설치대 타이푼에 설치된 오비탈 ATK사의 M242 25mm 부시마스터 자동포 2문 등이 있다. 호바트급 구축함은 방공 작전 이외에도 MK 32 MOD 9 2연장 발사관 2문으로 무장, 유로토프사의 MU90 대잠경어뢰를 운용해 대잠전(ASW) 임무도 수행할 수 있다. 또 이러한 무기를 보완하기 위해 AN/AQS-22 저주파 디핑 음탐기를 갖춘 시코르스키사의 MH-60R 해군 전투헬기도 탑재할 수 있다.

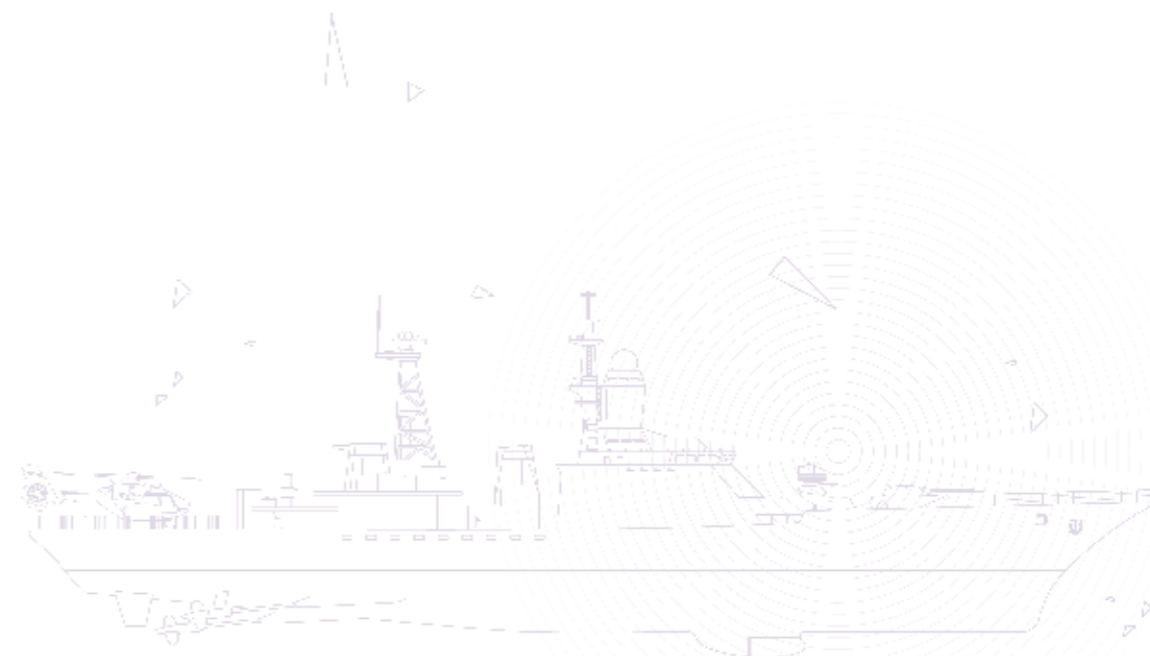
해설

호주 방위군은 호바트급 구축함 이외에도 공군의 E-7A 웨지테일 정보·감시·정찰(ISR⁵) 항공기, 통합방공 및 미사일방어(IAMD⁶) 사업 등을 통해 전력화되는 다른 군사 자산에 CEC를 통합할 계획이다. 이러한 계획은 미 해군과 함께 수행하는 합동표적교전능력을 더욱 개선할 것으로 전망된다. 미국 해군은 이미 구축함, 항공모함, 상륙돌격함, E-2C/D 호크아이 공중조기경보통제(AEW&C⁷) 항공기에 이미 CEC 체계를 도입했다.

호주 해군은 이러한 형태의 전투헬기 24대를 운용하고 있으며, 여기에 MK 54 대잠경어뢰 또는 AGM-114 헬파이어 II 공대함 미사일을 장착할 수 있다.

호바트함은 12월 22일, 시드니 소재 호주 해군 동부 함대기지로 복귀했다. 호바트급 2번함인 브리즈번함은 2018년 10월에 취역했으며, 마지막 3번함인 시드니함은 2019년 말에 인도될 예정이다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 12. 18.)



함정 - 해상수중연구3팀 책임연구원 김윤동

미 해군, 나이프피쉬 무인잠수정 및 무인소해 체계 등 LCS 임무모듈 시험 완료



LCS 임무모듈 사업의 일환으로 정박 중 USV를 진·회수 시험중인 인디펜던스함(LCS 2)

미국 해군은 연안전투함(LCS) 임무모듈사업의 일환으로 최근 인디펜던스(LCS 2)함에서 무인체계 2종에 대한 통합시험을 완료했다.

제너럴 다이내믹스사가 개발한 나이프피쉬 무인 잠수정(UUV⁸)과 텍스트론사가 개발한 무인소해체계(UISS⁹)는 대기뢰전 임무패키지(MCM MP¹⁰)의 일부로 해저의 특정 구역과 MCM 탐자-교전 부분을 대상으로 복합체계 접근방법을 채택했다.

이번 통합 시험행사에서 나이프피쉬 UUV 및 UISS는 모두 인디펜던스함과 통신 연결을 확인했을 뿐만 아니라 여러 차례 진수 및 회수 시험을 실시했다.

미 해군에 따르면, 인디펜던스급 파생형 LCS를 플랫폼으로 하는 MCM MP(MH-60S 헬기, MQ-8B 파이어 스카우트 무인헬기, UISS, 나이프피쉬 UUV 등)에 속하는 각 체계에 대한 시험 성공으로 LCS 임무모듈사업 의어 중요한 이정표를 달성했다고 한다.

UISS 및 나이프피쉬 UUV 통합시험 외에도 인디펜던스급 파생형 함정에 운용하기 위한 MCM

MP용 모든 항공모듈 확인도 이번 사업에서 완료했다.

이 항공 MCM 체계를 도입할 경우 함정이 기뢰원 밖에 있는 상태에서 통합사령부는 수중 또는 해저에 매설된 기뢰를 무력화할 뿐만 아니라 해수면 근처의 기뢰도 감지할 수 있는 체계를 신속하게 전개할 수 있다.

또한 수직이륙 무인항공기에 탑재하는 연안전장 정찰 분석(COBRA¹¹) 체계는 해안지대의 기뢰를 탐지할 수 있어 상륙돌격임무를 효과적으로 지원한다.

중합시험사업의 일환으로 진행된 이러한 시험은 LCS에 대한 최종 통합을 완료하기에 앞서 개별 체계의 특성을 파악하기 위한 것으로 연안기반체계 시험을 포함한다. LCS 임무모듈사업실은 2021년 개시될 공식적인 MCM 임무모듈 초기운용시험 및 평가에 앞서 MCM MP 체계를 단계적으로 함대에 제공한다는 계획이다.

출처 Naval Today (2019. 1. 25.)

항공 - 항공유도연구2팀 선임연구원 김호성

미 국방부, CH-53K 사업 주요일정 수정으로 인한 초도운용능력 달성 지연 전망



CH-53K 킹 스탠리온 시제기

미국 국방부 운용시험평가국이 시제기 시험평가 중 발견된 주요 결함 시정으로 인해 2019년 예정된 시콜스키사의 CH-53K 킹 스탠리온 대형 수송헬기의 초도운용능력(IOC¹) 달성이 연기될 것이라고 1월 31일 밝혔다.

이 헬기에 대한 2018 회계연도 운용시험평가국 보고서를 보면, 초도운용능력 달성에 앞서 수정해야 할 많은 결함사항이 열거되어 있다. 현재 예측에 따르면 시험평가 중 발견된 주요 설계결함의 수정 때문에 2021년에야 초도운용시험평가(IOT&E²)착수가 예상된다. 주요 설계결함으로는 대기속도 표시 이상, 메인 로터 기어박스 신뢰도 저하, 고온 가스가 항공기 구조물에 미치는 악영향, 테일 로터 붐 및 테일 로터 구조적 결함, 메인 로터 댐퍼 과열, 연료체계 이상, 2번 엔진 격실의 고온현상, 2번 엔진 고온의 배기가스 흡입으로 인한 가용출력 저하 등이다.

위 결함수정 및 다른 기술적 문제로 인해 체계개발 및 시연(SDD³)단계를 완료하기에 예산이 부족하여, 그로 인해 SDD 단계가 당초 일정보다 지연되고 있다. 이 보고서는 초도운용능력 적기 달성을 위해

가급적 빠른 시일 내 SDD 단계 수행을 위한 충분한 예산의 지원이 필요하다고 말하고 있다.

시콜스키사의 모회사인 록히드마틴사는 1호기의 2023~2024년 전력화를 위해 미 해군 항공체계 사령부와 해병대와 일정을 조율하고 있으며, 아직 해결되지 않은 설계 결함의 해결을 위해 공조하기로 했다고 밝혔다. 1호기 적기 전력화에 차질이 없을 것이라고 말하며, 200대의 해병대 납품용 이외에도 수출형 모델 추가 제작을 고려중이라고 덧붙였다.

26대에 대한 초도 저율생산(LRIP⁴)은 4차에 걸쳐 2023년 말까지 진행될 예정이고, 168대에 대한 본격 양산(FRP⁵)은 2019년 4분기 5차 계약을 시작으로 2031년 말 12차 계약까지 진행될 예정이며, 완전운용능력(FOC⁶)은 2029 회계연도에 달성될 예정이다.

출처 Jane's by IHS Markit (2019. 2. 4.)

해설

CH-53K는 미 해병대 대형 수송헬기인 CH-53E의 후속 기종으로 엔진은 T408-GE-400(7500축마력) 3대를 사용한다. 최대 이륙중량은 38,400kg이며, 적재중량은 15,900kg이다. 해당 적재중량으로는 병력 55명을 수송 가능하다. 최대속도는 315km/h, 항속거리는 852km이다. 가격은 대당 1.31억 달러로 예상된다.

항공 - 항공유도연구2팀 연구원 서영웅

영 공군, 타이푼 전투기에 미티어 미사일 탑재 후 첫 비행 실시



미티어 미사일 4발을 장착한 타이푼 전투기

영국 공군이 유로파이터 타이푼(Eurofighter Typhoon) 전투기에 MBDA사의 미티어(Meteor) 장거리 공대공 미사일(BVRAAM⁷)을 탑재하여 비행하게 되었다.

영국 국방부에 따르면, 처음으로 미티어 미사일을 장착한 타이푼 전투기가 영국 감시지역으로 접근하는 미식별 항공기를 요격하기 위해 스코틀랜드 소재 영국 공군 로시머스 기지에서 긴급 출동하였다.

속도 마하 4이상, 비행거리 100km 이상인 미티어 미사일은 공대공 전투에서 획기적인 능력을 제공하는 것으로 업계 및 군 관계자들에게 알려져 있다. 유사한 형태의 미사일이 발사 후 상대적으로 짧은 상승단계 비행 직후 추진력을 잃어가면서 표적으로 활공하는데 반해, 미티어 미사일은 탄착지점까지 램제트 엔진이 지속적으로 추진력을 제공한다. 적 항공기는 미사일 회피가 어렵게 되고, 조종사는 적 항공기와 교전할 때 승리할 가능성이 높아진다.

미티어 사업에는 프랑스, 독일, 이탈리아, 스페인, 스웨덴, 영국 등이 참여한다. 영국 공군은 유로파이터 컨소시엄 국가 중 미티어 미사일을 도입한 첫 번째 국가가 되었다.

지난 7월 영국 공군은 유로파이터 타이푼 전투기의 무장 개선 사업인 센추리온 사업에 따라 미티어

미사일 등을 탑재하는 개량형 타이푼 전투기 1차분을 인수했다. 센추리온 사업은 2019년 초 파나비어 토네이도 GR4의 영국 공군 퇴역 시기에 맞춰, 미티어 미사일과 함께 이미 납품된 레이시온사의 페이브웨이(Paveway) IV 정밀유도폭탄, 스톰 섀도(Storm Shadow) 순항 유도탄, 브림스톤(Brimstone) 저위력 미사일 등을 개량형 타이푼에 통합하는 것을 목적으로 하고 있다. 2차분 및 3차분 타이푼 전투기 107대가 센추리온 사업 표준 무장을 갖추는 데 반해, 1차분 24대는 센추리온 표준 무장 대상에서 제외된다.

타이푼 전투기에는 일반적으로 2,000리터 외부연료탱크 2기, 개량형 단거리 공대공 미사일(ASRAAM⁸) 4발, 미티어 4발이 장착된다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 12. 10.)

해설

타이푼 전투기는 이제 그리펜 전투기 및 라팔 전투기에 이어 미티어 미사일을 사용할 수 있게 되었다. 사브사 고위 관계자는 미티어 미사일로 무장한 그리펜 전투기 1대가 비행할 경우, 해당 지역 세력균형에 즉각적 변화를 불러올 것이라고 언급하였다.

미티어 미사일 도입이 일정보다 한참 늦어진 점은 영국 공군 입장에서는 아쉬운 부분이다. 초도 비행은 2005년 실시되었으며, 2012년에 전력화될 예정이었다.

화력 - 기동화력연구1팀 선임연구원 양영규

프랑스 아르쿠스사, 호넷 계열 RWS 최종 개발단계 도달



호넷 RWS

프랑스 아르쿠스(Arquus)사가 마롤르(Marolles) 시설에서 프랑스 육군용 호넷(Hornet) 계열 원격조종 무기포탑(RWS¹) 3종을 개발해 시험 중이라고 밝혔다.

호넷 계열 RWS는 전수명주기 비용 절감을 위해 공통 구성품을 사용하며, 유럽 내 최대 RWS 도입 사업이 될 것으로 전망된다. 프랑스 육군에 도입되는 수만 2,000대 이상을 헤아린다.

호넷 RWS는 프랑스 육군이 보유한 넥스터(Nexter Systems)사/탈레스(Thales)사/아르쿠스사 제작 재규어(Jaguar) 6×6 정찰차량, 넥스터사/탈레스사/아르쿠스사 제작 그리폰(Griffon) 6×6 병력수송장갑차(APC²), 넥스터사/텍셀리스(Texelis)사 제작 세르발(Serval) 4×4 장갑차에 장착된다.

호넷 계열 RWS의 공통적 특성으로는 전동사격장치, 자동격발준비, 탄약계수기, 증대된 용량의 탄창, 링크 복구장치 등이 포함된다. 또 플랫폼의 전자 아키텍처와의 연결, 내장된 시뮬레이션 호환성도 특징이다.

아르쿠스사에 따르면, RWS 제품군 중 가장 정교한 것은 재규어 장갑차 상부에 장착되는 중량 165kg의 호넷S로, 이 RWS 중앙에는 사프란사의 PASEO 자이로 안정화 고해상도 컬러 주간용 TV 카메라 및

레이저 거리측정기를 통합한 열상 조준경이 있다고 한다. 열상 카메라는 연속 줌(1.9~15.2° 범위)이 가능하다.

우측에는 7.62mm 기관총(적재 탄약 수 550발)이 장착되어 장갑차가 정지 또는 이동 중에도 사격할 수 있다.

재규어 차량장이 호넷S RWS를 운용하며, 포수는 사프란사의 PASEO 안정화 조준경을 이용해 일반적으로 CTAI 40mm 탄두내장형탄약체계(Cased Telescoped Armament System, CTAS)로 표적을 공격한다. 호넷S RWS에 설치된 7.62mm 기관총은 40mm CTAS와 함께 고각을 조정하거나, 독립적으로 표적을 공격할 수 있다. 호넷S RWS는 전동 방식으로 360° 선회하며, 고각은 -20~60° 범위에서 조정할 수 있다.

출처 janes.ihs.com (2019. 1. 31.)

해설

아르쿠스사는 ACMAT사, 파나르(Panhard Defense)사, RTD(Renault Trucks Defense)사를 통합하여 2018년 중반에 설립됐으며, 이들 업체는 그 어떤 업체보다 많이 차량형 플랫폼을 프랑스 육군에 공급해 왔다.

호넷 RWS는 자체에 훈련 기능이 내장되어 있으나, 아르쿠스사는 아구에리스(Aguerris)사와 함께 아르쿠스 범용 전자식 아키텍처에 기반을 둔 호넷 훈련장치도 개발했다. 교관용 장치와 연결하여 차량장 또는 포수를 훈련할 때 사용하는 호넷 훈련장치는 단독으로 또는 플랫폼 임무 체계의 일부에 통합해 운용할 수 있다.

화력-기동화력연구1팀 연구원 김진현

독일 연방군, G22 저격소총 성능개량 예정



독일 연방군의 G22A2 저격소총

독일 연방군이 육군의 G22 및 G22A1 저격소총을 G22A2 표준으로 개조 및 개량하기 위해 독일 POL-TEC사를 통해 AI(Accuracy International)사와 계약을 체결했다고 동 회사가 1월 17일 밝혔다.

이번 계약에 따라 G22A2 소총 780정이 2020년까지 납품된다. 사용 탄약은 여전히 7.62×67mm(Cal.300 윈체스터 매그넘)이다.

이번 G22 소총 개량은 2018년 10월 독일 연방조달기관(BAAINBw³)이 POL-TEC사와 계약을 체결했을 때 결정됐다.

출처 janes.ihs.com (2019. 1. 24.)

해설

AI사는 2018년에 개량형 G22A2 볼트액션(bolt action) 저격소총을 공개했다. AI사의 AX소총처럼 노리쇠를 후퇴시켜 탄피를 배출하고 다시 전진시켜 장전하는 방식을 채택한 G22A2는 상부에 피카티니 레일이 장착된 8각형 총열몸통, 양측면과 하부에 부착된 키모드(KeyMod) 설치 체계가 특징이다.

G22A2 소총은 전천후, 주야간 사용 가능하며, 노리쇠 우측으로 접는 개머리판이 장착됐다.

방호유도무기-항공유도연구3팀 연구원 박상현

인도, 독자 개발 차세대 대레이더미사일 시험발사 성공



인도 대레이더미사일(NGARM) 형상도

인도 국방연구개발기구(DRDO¹)에서는 독자 개발한 차세대 대레이더미사일(NGARM²) 시험 발사 성공 소식을 지난 1월 18일에 발표했다.

NGARM은 사거리가 약 100km 정도로 추정되며, 인도 공군의 전투기 '수호이(Sukhoi)' Su-30MKI에 탑재되어 시험발사 되었다. 벵갈만에 있는 표적을 정확하게 타격했으며, 본 시험 발사를 통해서 미사일의 공력 효율성, 구조 안전성, 항법 및 탐색기 등을 검증했다.

대레이더미사일(ARM³)은 적 레이더에서 방사되는 레이더신호를 원거리에서 탐지하여 적 레이더 체계를 식별/파괴하는 무기체계로, 지속적으로 신호를 방사하는 표적은 물론, 방사를 중단한 표적에 대해서도 공격을 수행할 수 있어야 한다.

인도의 NGARM은 100km 거리까지 적 레이더 신호(1-10 GHz 또는 6-18GHz)를 식별할 수 있도록 광대역 2-D 수동 탐색기(PHH⁴)를 탑재 하였으며, 최초 신호(표적) 탐지 이후 방사를 중단한 적 표적에 대응하기 위해서 GPS/INS 유도방식으로 신호 탐지 초기 위치로 비행하여 표적을 파괴한다. 또한, 종말유도단계에서 보다 정확하게 표적을 타격하기 위해서 NATO의 M-밴드

(60-100GHz)에서 운용되는 능동 MMW⁵ 탐색기를 장착하여 표적에 도달하기 전까지 표적을 탐지, 분류, 추적을 수행한다.

NGARM은 단일 고체추진 로켓모터 대비 사거리와 속도를 증대시킬 수 있는 이중펄스, ARM 고체 추진 로켓모터를 추진기관으로 사용하였다.

이러한 인도의 NGARM은 인도 공군의 수호이, 재규어(Jaguar), 미라지(Mirage) 2000H 등에 장착되어 현재 운용 중인 Kh-31, Martel ARM 등을 대체할 것으로 전망된다.

인도 DRDO는 2020년-2021년까지 NGARM 개발을 완료할 계획이며, 인도 국영 Bharat Dynamics Limited와 Bharat Electronics Limited에서 공동으로 양산을 진행할 예정으로 알려졌다.

출처 Jane's by IHS Markit (2019. 1. 25.)

해설

이중펄스 고체추진 로켓모터는 일반적인 고체 추진 로켓모터와는 다르게, 연소관 내부에 격벽 또는 격막형의 펄스분리장치(PSD⁶)를 설치하여 효율적인 추력배분이 가능한 고체 추진기관이다.

연소관 내부의 추진제를 구분하여 순차적으로 추진제를 점화시켜, 결과적으로 유도미사일의 사거리 증대효과를 얻을 수 있다.

3 (Federal Office of Bundeswehr for Equipment, Information Technology, and In-Service Support

1 Defence Research and Development Organization 2 New Generation Anti-Radiation Missile 3 Anti-Radiation Missile

4 Passive Homing Head 5 Millimeter-Wave(밀리미터파) 6 Pulse Separation Device

방호유도무기-항공유도연구3팀 연구원 김병찬

미 해·공군, 신형 공대지미사일 JSOW-ER 장착 예정



JSOW-ER(A-4 시험용 항공기에 장착)

미국 해군항공체계사령부(NAVAIR⁷)가 신형 공대지 미사일 AGM⁸-154 JSOW-ER⁹을 추가로 발전시키기 위한 기술성숙화 및 위험경감(TMRR¹⁰) 단계 및 설계·제작·개발(EMD¹¹) 단계 추진을 위해 레이시온사와 계약을 체결했다.

미국 해군항공체계사령부가 발표한 공고문에 따르면 F/A-18E/F 슈퍼호넷 전투기에 통합될 뿐만 아니라, 미 공군 F-35A 및 미해군 F-35C 내부에도 장착될 예정이며, F-35 내부에는 최대 2발 탑재될 예정이다.

신형 공대지미사일 JSOW-ER은 1990년대 처음으로 실전 배치되어 미군에 수천 발이 납품된 JSOW 계열미사일 중 최신형상이다.

기본 형상인 JSOW는 무동력 활강무기로서 고고도에서 발사되었을 때 최대 사거리가 116km이며, JSOW-ER은 JSOW와 크기·형태·중량은 동일하며 Hamilton Sundstrand사의 TJ-150 터보제트 엔진을 장착하여 사거리가 약 463km에 이른다. 레이시온사에 따르면 최적 조건에서 발사할 경우 유효사거리는 555.6km에 달할 것이라고 한다.

JSOW-ER의 탄두는 BAE 시스템스사가 개발한 다단계 관통탄두(BROACH¹²)를 장착하며 적 표적에

대응하기 위해 중기 단계에서는 GPS/INS 유도방식으로 비행한다. 또한, 적외선 영상 탐색기를 장착하여 이동하는 해상 표적을 공격 가능하다.

양방향 데이터링크를 통해 발사 항공기 또는 다른 지정된 통제기로부터 실시간으로 업데이트되는 표적 정보를 수신 및 비행 중 또 다른 표적에 미사일을 재할당 할 수 있다.

레이시온사는 지난 2004년에 JSOW-ER 사업에 착수하여 2009년 초도 비행 시험을 수행하였다. 2017년에 미국 해군항공체계사령부와 JSOW-ER 완성탄 비행 시험 계약을 체결하여 2018년 3월 완료할 예정이었으나, 수행계약을 통해 2019년 7월에 비행시험을 완료할 예정이다.

JSOW-ER은 이번 기술성숙화 및 위험경감(TMRR) 단계 및 설계·제작·개발(EMD) 단계를 마치면, 양산을 거쳐 2023년 이전까지 전력화될 예정이다.

출처 Jane's by IHS Markit (2019. 2. 8.)

해설

터보제트 엔진은 흡입된 공기를 압축기로 압축하고 연소실에서 연료를 분사·연소시켜 고온의 연소가스를 분출시켜 그 반동력을 통해 추진력을 얻는 추진 기관이다.

나노기술로 만드는 친환경 바이오 재생에너지의 미래

스위치를 눌러 전등을 켜고, 충전기를 꽂아 스마트폰을 충전한다. 주유소에 들러 차에 기름을 넣는다. 너무나 일상적인 이런 일들 뒤에는 거대하고 정교한 에너지의 인프라가 깔려 있다. 석탄을 태우거나 원자력 발전소를 돌려 전기를 생산해 공장가정에 보낸다. 석유를 캐서 정제하고 가공해 휘발유를 만들어 연료로 쓰고, 플라스틱같이 생활과 산업에 필요한 소재를 만든다.

우리가 사는 세상은 이러한 에너지의 생산과 소비에 바탕을 두고 있다. 그래서 에너지는 사회를 움직이는 보이지 않는 힘이기도 하다.

『과학향기』(KISTI 제3303호)에서



기후변화 주범 화석연료...대안은 바이오 에너지



바이오매스 에너지는 재생에너지로 주목 받고 있지만, 목재를 이용한 바이오에너지는 오히려 환경에 도움이 되지 않는다는 의견도 있다. (출처: shutterstock)

화석연료는 과거의 다른 에너지원과 비교할 수 없는 높은 효율로 산업화를 이끌었고, 현대 문명의 동력이 되었다. 하지만 지구에 유례없는 피해도 입히고 있다. 극지의 빙하가 녹고, 해수면이 높아지며 이상 한파, 이상 고온 현상이 수시로 일어난다. 더구나 화석연료는 항상 고갈을 걱정해야 한다. 그럼 해결책은 무엇일까? 이산화탄소를 더 늘리지 않고, 친환경적이며 고갈될 걱정이 없는 에너지원이 있을까?

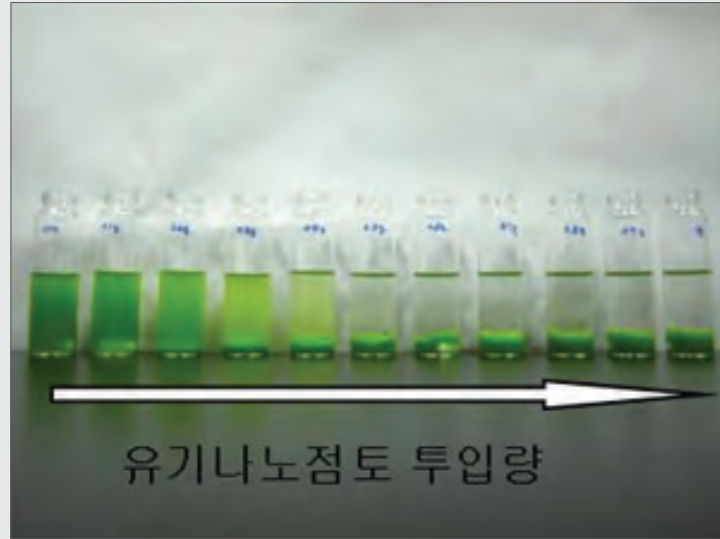
현재 주목받는 것이 바이오 소재를 이용한 신재생에너지다. 이른바 '바이오매스(biomass)'다. 바이오매스란 '어느 시점에서 일정 공간 안에 있는 생물체의 총량'을 뜻하는 생태학적 용어지만, 최근엔 주로 에너지원으로 사용 가능한 식물이나 동물 등의 생물체를 가리킨다. 식물체를 태우거나, 이들을 에너지원으로 가공해 사용한다. 바이오매스로부터 주로 에탄올이나 메탄가스, 바이오디젤 등의 에너지가 생산된다.

바이오매스 에너지는 고갈 염려가 없고 화석연료에 비해 오염 물질 배출이 적어 친환경적이다. 이산화탄소가 배출되는 것은 마찬가지나 식물계 바이오매스는 성장하면서 광합성을 통해 상당량의 이산화탄소를 흡수한다. 지구에 남는 이산화탄소의 총량을 따져보면 화석연료에 비해 영향이 미미하다. '탄소중립적' 에너지인 셈이다.

7 Naval Air Systems Command 8 Air to Ground Missile 9 Joint Stand-off Weapon Extended Range

10 Technology Maturation and Risk Reduction 11 Engineering, Manufacturing and Development

12 Bomb Royal Ordnance Augmented Charge



유기나노점토 투입량을 늘림 에 따라 대표 미세조류 클로렐라 의 수확 효율이 높아지는 모습 (출처: KBSI)

대량생산 미세조류로 만드는 바이오디젤

현재 바이오매스 에너지는 주로 옥수수나 사탕수수에서 에탄올, 바이오디젤 등을 얻는 방식, 목재를 연료 형태의 펠릿 등으로 가공해 활용하는 방식, 바이오 에너지 생산 과정에서 나온 폐기물을 재활용하는 방식으로 생산된다. 하지만 이렇게 식용 작물을 바이오매스 에너지원으로 쓰면 사람이 먹을 식량 가격이 오르는 부작용이 생긴다. 목질계 바이오매스는 사람의 식량을 위협하지는 않지만, 공정이 복잡해 산림 파괴를 부추길 우려도 있다.

그래서 최근 관심이 커진 분야가 미세조류(微細藻類)를 에너지원으로 활용하는 기술이다. 미세조류는 광합성으로 이산화탄소를 흡수하는 작은 해양 생물체다. 우리가 흔히 아는 클로렐라 등이 미세조류에 속한다(다시마나 미역은 거대조류로 분류한다).

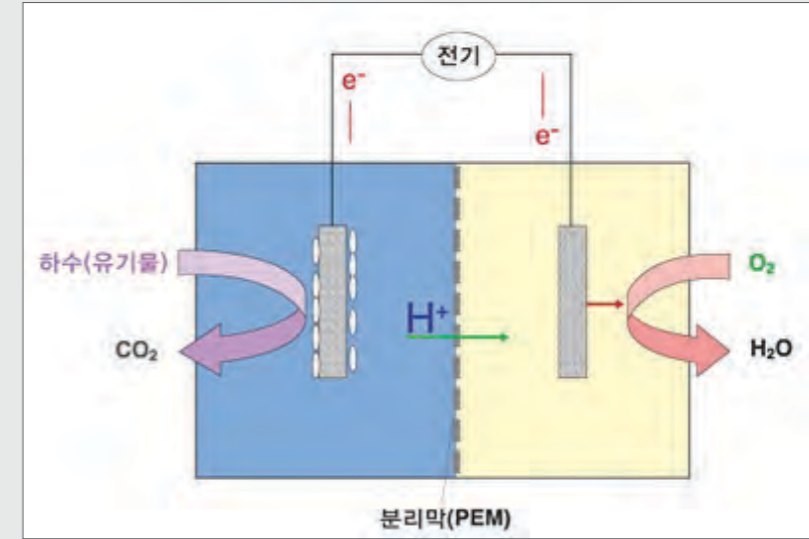
미세조류는 사람이 먹지 않기 때문에 식량을 둘러싼 윤리 문제에 얽힐 우려가 없고, 지질(脂質)이 풍부해 바이오디젤을 생산하는 데 적합하다. 바다에서 자라니 에너지원 확보를 위해 경작지나 산림을 잠식할 일도 없고, 사시사철 어느 때나 빠르게 자란다. 석유도 없고, 태양이 쨍쨍 내리쬐는 날도 드물며 삼면이 바다인 우리나라에 꼭 맞는 소재다.

관건은 미세조류를 어떻게 대량으로 확보하는가이다.

이에 2014년에 한국기초과학지원연구원 이주한·이현욱 박사 연구팀과 한국에너지기술연구원 오유관 박사팀은 나노기술을 이용해 클로렐라를 빠르게 대량으로 얻을 수 있는 기술을 개발했다. '통합 미세조류 바이오피아너리 공정'이라고 불리는 이 기술은 수확한 미세조류의 세포벽을 파괴한 뒤 오일 성분을 추출하는 것까지 동시에 진행할 수 있는 단일 공정이다.

이 기술은 각 연구팀의 두 가지 기술이 빛을 발했다. 이주한·이현욱 박사팀이 개발한 기술은 '수용성 양이온성 유기 나노점토-이산화티탄 복합체'를 실온에서 대량생산하는 방법이다. 오유관 박사팀은 이 복합체를 이용해 대표적 유지성 미세조류로 꼽히는 클로렐라를 수확하고 오일을 추출하는 기술을 개발했다.

유기 나노점토는 자연적으로 존재하는 대표적인 나노물질 중 하나이며, 초미세 크기의 단위 구조로 이루어져 나노 복합 재료를 만들 수 있는 점토 광물이다. 특히 양이온성 유기 나노점토는 미세조류를 응집시키는 효과가 탁월하다고 알려져 있다. 연구팀은 여기에 이산화티탄을 접목했다. 이산화티탄은 광합성을 촉진하는 광촉매로서 화학반응을 통해 클로렐라의 세포벽을 분해하고 오일 성분을 쉽게 추출할 수 있도록 돕는다.



전형적인 미생물연료전지의 구조. 폐수를 분해하 생성된수소이온과 전자는 각각 분리막과 외부회로를 통해 산화전극에서 환원전극으로 이동하게 되는데, 이때 수소이온은 환원전극부 내 존재하는 산소와 같은 최종 전자 수용체와결합함으로써 물이 생성되며, 동시에 외부회로에서의 전자의 이동으로 전기가 생성된다. (출처: 국가환경정보센터)

이 연구 결과는 나노소재를 이용하여 저렴한 생산비용으로 대량의 바이오디젤을 양산할 수 있는 길을 열었다는 데 의의가 있다. 또한 향후 녹조 제어를 포함한 수처리 분야에까지 응용 가능하다.

폐수처리와 전기생산을 동시에, 미생물연료전지

미생물연료전지란 미생물을 촉매로 사용해서 유기물질을 분해해 전기에너지를 만드는 생물 전기화학 시스템이다. 원리는 연료전지와 거의 비슷하다. 수소연료전지는 수소와 산소를 결합시키면 물과 전기가 나온다는 특성을 이용해 전기를 만들고, 수소를 산화시키기 위해 백금을 촉매로 쓴다. 미생물연료전지는 수소 대신 유기물을, 백금 대신 미생물을 사용한다.

이때 사용하는 대표적인 유기물이 바로 폐수이다. 미생물이 폐수와 같은 유기물질을 분해할 때 나오는 전자로 전기를 생산하는 것이다. 미생물연료전지는 오염물질을 분해하고 제거하면서 동시에 전기 에너지까지 생산하는 차세대 청정에너지 기술이다.

미생물연료전지는 버리는 유기물로 전기를 만들 수 있다는 것이 큰 장점이지만 발전 성능이 수소연료 전지의 100분의 1 이하라는 약점이 있다. 이에 나노기술을 활용해 미생물연료전지의 에너지 성능을 높이려는 연구가 활발하다.

광주과학기술원(GIST) 장인섭 교수 연구팀은 탄소나노튜브를 미생물연료전지의 전극으로 이용하고 전극의 표면적을 넓히는 연구를 진행하고 있다. 탄소나노튜브는 탄소 6개로 이뤄진 육각형들이 관 모양으로 짜인 원통 형태의 나노 신소재이다. 탄소나노튜브는 철보다 높은 강도를 지니면서도 열전도도가 높고 특히 구리만큼이나 전기전도도가 높아 미래형 전지에 쓰일 수 있는 가장 유망한 재료이다. 탄소나노튜브의 전기전도성을 이용하면 전지의 에너지 밀도를 높여 발전 성능이 향상될 수 있다. 또 전극의 강도도 커져 전기에너지 변환 사이클을 반복할 때 생기는 열과 변형 같은 스트레스에 강하기 때문에 배터리 수명이 늘어난다.

지금 우리는 화석연료를 점진적으로 대체하는 '에너지 전환 시대'를 맞고 있다. 에너지 전환이란 지속 가능한 인류의 미래를 위해 반드시 거쳐야 하는 과정이다. 그 과정을 슬기롭고 지혜롭게 통과할 수 있는 길은 나노기술의 활용에 있다. 나노기술로 여는 녹색 미래를 기대해본다.

글 한세희 과학칼럼니스트
지원 국가나노기술정책센터

일러스트 이명현 작가

해외무기 개발동향

지휘통제·통신	휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향
감시정찰	관성항법장치 자이로스코프 개발동향
기동	장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항
함정	인도의 원자력추진잠수함 개발동향
항공	미국 훈련기 개발동향
화력	155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향
방호유도무기	극초음속 미사일 개발동향

휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향

지휘정찰연구3팀 선임연구원 하영석

1. 개요

휴대폰형 위성단말기는 가시거리의 지형적인 장애를 극복하고, 지역적으로 먼 곳까지 통신이 가능하며 단말기의 소형화로 휴대가 용이하다. 또한 휴대폰형 위성단말기는 별도의 안테나 설치가 불필요하기 때문에 즉시 통화와 이동간 통신이 가능하므로 전시 및 국가재난 시에 긴급통신 수단으로 매우 효과적이며 특수전 임무 수행 시에 기존의 휴대형 위성단말기의 중량과 설치시간 소요 등의 단점을 극복할 수 있는 수단으로 주목받고 있다.

미군의 경우 오래전부터 경량화된 위성단말기를 사용하기 위해 상용 위성시스템(Inmarsat, Thuraya, Iridium 등)과 군전용 위성시스템(UFO)을 혼용하여 사용하고 있으며, 향후 MUOS 위성을 통해 군용 휴대폰형 단말기를 공급할 예정이다.

본 고에서는 휴대가 용이하고 운용이 편리한 군 통신용 휴대폰형 위성단말기의 개발방안에 대해 고찰하였다.

2. 휴대폰형 위성단말기 시스템 동향

휴대폰형 위성단말 시스템은 전파의 전파특성이 좋은 S/L-band 주파수를 사용하여 중계기와 초대형 안테나(12~30m)를 탑재한 정지 혹은 저궤도 위성체를 기반으로 상용휴대폰 크기로 소형화/경량화한 시스템이다.

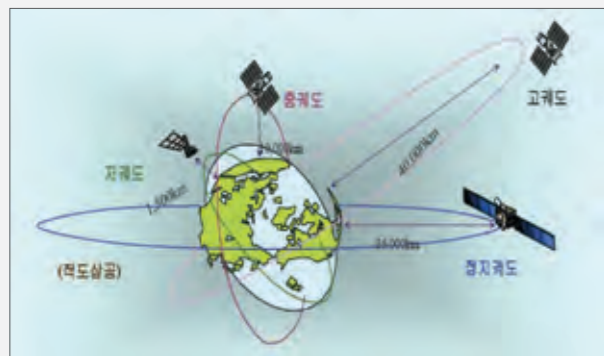


그림 1 위성 궤도에 따른 분류

위성체는 궤도에 따라 그림에서 나타난 바와 같이 고도 500km에서 2,000km 사이에 놓이는 저궤도 위성(LEO-satellite, Low Earth Orbit-satellite), 고도 10,000km에서 20,000km 사이에 놓이는 중궤도 위성(MEO-satellite, Middle Earth Orbit-satellite), 그리고 지구의 자전 속도와 같은 위성의 속도를 갖고 고도 36,000km에 위치하는 정지궤도 위성(GEO-satellite, Geostationary Orbit-satellite) 등으로 분류되는데 통신위성 시스템은 전 궤도에서 활용 가능하다.

저궤도 위성의 경우 지구 주위를 하루에 11~15회 정도 공전하며 전세계를 커버하는데 약 18~66개의

위성이 필요하다. 저궤도 위성은 지구에 매우 근접해 있기 때문에 전송지연은 거의 없으나 위성 하나가 지원하는 서비스 영역이 좁아지므로 넓은 지역을 서비스하기 위해서는 많은 위성이 필요하다. 중궤도 위성의 경우 지구 주위를 하루에 2~4회 공전하며 전 세계를 커버하는데 약 10여개의 위성이 필요하다. 정지궤도 위성의 경우 위성의 공전주기가 지구의 자전주기와 동일하며 3개의 위성으로 전 세계 커버가 가능하다.

가. 휴대폰형 위성단말 시스템의 특징

휴대폰형 위성단말 시스템은 지상에서 사용하는 위성단말의 형태가 휴대폰형으로 크기가 작고 가벼워 이동성 및 휴대성이 뛰어난 시스템이다. 이와 같이 휴대폰형 위성단말을 지원하기 위해서는 통신위성의 EIRP¹ 및 G/T가 우수해야 한다. EIRP는 위성 안테나로부터 송출되는 RF신호 세기로서 dBW로 표시한다. G/T는 위성 수신시스템의 가장 중요한 성능을 나타내는 것으로서 G는 수신안테나 이득이며 T는 잡음온도로서 두 가지로 구성된다. 잡음온도 T는 수신기 고유잡음온도와 위성 안테나가 지구를 항상 지향하고 있으므로 지구복사열에 의한 잡음온도를 합한 것이다.

정지궤도 위성의 경우 고도가 높아 전파가 전달되는 동안 전파가 약해지기 때문에 G/T를 키우기 위해서는 안테나의 크기가 커야 하고 EIRP를 높이기 위해서는 위성에 탑재된 중계기의 출력도 높아야 한다. 마찬가지로 지상에서 위성으로 전파를 보내는 경우에도 큰 안테나와 높은 출력을 가진 단말기가 요구되나 휴대폰형 위성단말의 경우 안테나 크기와 출력이 지극히 제한되기 때문에 주파수 전파 특성이 좋고 손실이 적어야 한다. 실제로 상용 휴대폰형 위성단말을 지원하는 정지궤도 위성체의 경우 안테나의 크기가 12m 이상이며 L-band와 S-band를 이용하고 있다.

저궤도 위성의 경우 고도가 정지궤도 위성보다 많이 낮기 때문에 위성의 안테나의 크기 및 출력이 정지궤도 위성보다 작아도 되지만 정지궤도 위성보다 더 많은 위성이 필요하다는 단점이 있다. 표 1은 정지궤도 위성체와 저궤도 위성 기반 휴대폰형 위성단말 시스템의 장단점을 비교한 것이다.

표 1 정지궤도 위성체와 저궤도 위성체 장단점 비교

궤도	정지궤도	저궤도
장점	<ul style="list-style-type: none"> 위성이 일정 지역의 지표면을 비춤 위성에 의한 지표상 커버리지가 넓음 	<ul style="list-style-type: none"> 전파지연 시간 및 손실이 적음 시스템의 소형/경량화 위도와 상관없이 양각 범위 일정
단점	<ul style="list-style-type: none"> 적도 상공에 위치하므로 고위도 지역에서는 양각이 낮음 전파 지연 시간 및 전력손실이 큼 GPS 교란에 취약 	<ul style="list-style-type: none"> 소요 위성수가 많음 위성을 비추는 지표면이 변함 위성 간 핸드오프가 빈번히 발생하여 고도의 위성운용 기술 필요

¹ Effective Isotropic Radiated Power

나. 위성체 발전 및 동향

휴대폰형 위성단말 시스템의 위성체는 정지궤도 위성체와 저궤도 위성체로 구분할 수 있다. 정지궤도 위성체를 이용한 대표적인 상용 휴대폰형 위성단말 시스템에는 Thuraya, TerreStar, Inmarsat 등이 있으며 군용 휴대폰형 위성단말 시스템에는 미군에서 사용 또는 운용 계획 중인 UFO, MUOS 등이 있다. 저궤도 위성체를 이용한 휴대폰형 위성단말 시스템은 GlobalStar와 Iridium이 유일하다.

1) Thuraya(상용 정지궤도 위성체)

Thuraya는 1997년 UAE에서 국제적인 컨소시움 형태로 구성이 된 위성 통신 회사로서 주요 주주들은 중동과 북아프리카의 텔레콤사들과 투자 회사들이다. Thuraya는 Boeing 사가 제작한 3기의 L-band 통신 위성을 확보하여 북, 남미를 제외한 지역에 음성, 데이터, GPS 등의 상용 위성 통신 서비스를 제공하고 있다.

Thuraya 위성은 스팟빔 250~300 개로 약 13,750 개의 음성 채널을 보유하고 있으며, GSM 겸용 휴대폰 전화를 사용할 수 있다. Thuraya 위성체의 형상 및 주요 특징은 다음 표 2에 나타난 바와 같다.

표 2 Thuraya 위성체 형상 및 주요 특징

주요 특징		위성체 형상
주파수	L-band satellite	
궤도	Thuraya-1 (E98.24°) Thuraya-2 (E44.04°) Thuraya-3 (E98.30°)	
안테나 크기	12.25m×16m	
중량	5.2t	
수명	12년	
서비스 영역	유럽, 중동, 아프리카, 중앙아시아, 동아시아, 동남아시아, 호주	

Thuraya 위성 시스템의 주 Gateway는 UAE의 Sharjah에서 운영되고 있으며, 부 Gateway는 Backup용으로 2009년 UAE에 설치되었다. 한국 관문국은 2007년초에 여주에 설치되어 위성가입자가 국내가입자와 통화 시에 국제회선을 통하지 않고 국내기간망으로 직접 연결시켜 주고 있다. 국내 서비스의 경우 AP위성통신(주)이 담당하고 있으며 독자 위성단말기를 개발하여 제공하고 있다.

Thuraya 위성 시스템을 이용하는 휴대형 위성단말기는 유·무선 통신망(민/군) 두절시 비상 통신수단으로서 군에 보급되어 사용되고 있다.

휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향

2) UFO(군용 정지궤도 위성체)

1990년대 들어서 미 해군이 기존의 UHF 위성 통신 시스템의 기능을 업그레이드하고 새로운 위성시스템으로 대체하려고 시작한 프로그램이 바로 UFO(UHF Follow On) 프로그램이다. UFO 위성통신 시스템은 미 해군의 글로벌 통신네트워크를 지원하며 해상의 전투함뿐만 아니라 지상의 다른 미군부대 자원과 모바일 터미널들과의 통신도 지원한다. 미국의 보잉사가 위성체를 설계, 제작하였고 초창기 모델들은 진화적으로 여러 단계(F1~F11)를 거쳐 다양한 Payload(UHF/SHF/EHF)를 탑재하여 발사되었다. 각각의 발사시기는 표 3과 같다.

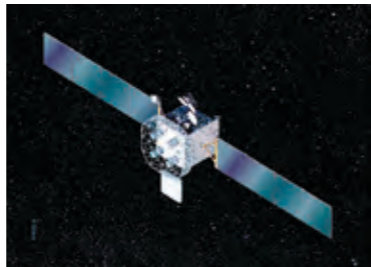
표 3 UFO 위성체 Block별 발사시기

구분	위성명	발사시기	구분	위성명	발사시기
Block 1	F-1	1993. 3	Block 3	F-8	1998. 3
	F-2	1993. 9		F-9	1998. 10
	F-3	1994. 6		F-10	1999. 11
Block 2	F-4	1995. 1	Block 4	F-11	2003. 12
	F-5	1995. 5			
	F-6	1995. 10			
	F-7	1996. 7			

UFO 위성들의 임무는 기존의 UHF 위성군들이 제공하는 통신 주파수 대역에 좀 더 증가된 통신 채널 용량을 제공하고 대체하는 것이었다. F-1에서 F-3까지는 UHF와 SHF payload를 가지며 F-4에서부터는 이에 MilStar의 능력을 지닌 EHF Payload가 추가되었다. F-7에서부터는 EHF payload 용량이 두 배 정도 향상되었으며 F-8에서 F-10까지는 SHF Payload가 GBS 패키지로 대체되었다. F-11은 채널 2개가 새로 추가된 UHF Payload와 EHF Payload를 가지고 있다. UFO 위성은 10년의 내구성 및 서비스 수명을 가지나 14년을 유지할 수 있는 충분한 연료를 싣고 있다.

표 4 UFO 위성체 형상 및 주요 특징

주요 특징	위성체 형상
주파수	UHF/EHF satellite(F11 기준)
궤도	4 different locations
안테나 크기	3.5m×3.5m/5ft (UHF TX/RS 안테나 기준)
중량	3041kg(F11 payload 기준)
수명	최소 10년
서비스 영역	지구 전지역(Global coverage)




3) MUOS(군용 정지궤도 위성체)

MUOS²는 미군이 보유하고 있는 3G(3세대) Global Military 통신 시스템이며 현재 수명이 거의 다 되어가는 UFO 시스템을 대체 할 차기 UHF 대역의 위성 통신 시스템이다. MUOS는 정지궤도 위성시스템(GEO)으로 총 4개의 주 위성체들과 1개의 비상용 위성을 이용하여 휴대 가능한 초소형 휴대형 위성단말부터 기존의 UHF 이동용 위성단말 등을 지원할 예정이다. MUOS 프로그램은 주로 이동 능력이 핵심인 모바일 사용자들을 위해 운용되며 MUOS는 이러한 모바일 사용자들에게 음성, 데이터, 비디오 통신서비스를 제공할 것이다. MUOS는 상용 3세대 이동통신(WCDMA) 시스템을 군이 사용하는 위성통신(UHF SATCOM) Radio 시스템으로 변환하여 병사들에게 글로벌 셀룰러 서비스를 제공할 수 있다. 우거진 숲속과 같은 환경에서는 고주파 신호들이 감쇄되는 현상이 심하기 때문에 상대적으로 저주파 신호들을 수신하는 것이 더욱 유리하다는 특성을 고려할 때, UHF대역과 같은 저주파 대역에서의 위성 통신 시스템은 확장성과 이동성 측면에서 획기적인 작전운용능력을 기대할 수 있다.

표 5 MUOS 위성체 형상 및 주요 특징

주요 특징	위성체 형상
주파수	UHF-band satellite
궤도	177°W, 100°W, 15.5°W, 72°E
안테나 크기	16m×18m
중량	750kg(payload)
수명	15년
서비스 영역	지구 전지역(Global coverage)




4) Iridium(상용 저궤도 위성체)

Iridium시스템은 현재 총 66개의 Active한 OBP 위성체들을 보유, 운용 중에 있으며 Iridium 위성들은 지구상공 781km의 저궤도로 지구 표면을 24시간, 7일 동안 선회하면서 지구 전역에 위성 서비스를 제공한다. 위성체의 궤적 속도는 27,000km/h이다. 각각의 Iridium 위성들은 동시에 1,100개의 전화연결이 가능하며 위성체의 무게는 대략 680kg정도이다. Iridium 시스템은 GSM 표준과 연동성이 높으며 이와 같은 점 때문에 시장성이 높다고 할 수 있겠지만 반면에, GSM의 기술적인 약점들도 함께 지니고 있다.

Iridium사가 현재 진행 중인 Iridium NEXT 위성군 프로그램은 총 66개의 위성들을 운용하고 만일의 사태에 대비해 상공에 여분의 위성 6개와 지상에 9개의 예비 위성체들을 확보할 예정이다.

표 6 Iridium NEXT 위성체 형상 및 주요 특징

주요 특징	위성체 형상
주파수	L-band satellite
궤도	Pole to Pole(Polar), Inclined at 86.4°
중량	689kg
수명	약 15년
서비스 영역	지구 전지역 (100% of the Earth's surface)



휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향

다. 위성단말기 개발 동향

위성단말기는 군용과 상용으로 구분할 수 있으며, 사용 용도에 따라 다양하게 개발되고 있다. 상용 휴대폰형 위성단말기와 군에서 개발되어 쓰이고 있는 군용 위성단말 중 휴대폰형 위성단말과 가장 유사한 형태를 가진 위성단말의 개발 및 운용 현황은 다음과 같다.

1) 상용 휴대폰형 위성단말 개발 동향

휴대폰형 위성단말기는 주로 상용으로 원양 상선의 국외 항해시 원거리 통신용, 비상 조난 통신용 등 일부 특정 계층에서 운용되고 있으며, 주로 국외에서 도입하여 사용하고 있다. 표 7은 상용 휴대폰형 위성단말 형태와 특성이다.


표 7 상용 휴대폰형 위성단말 형태와 특성

위성	Inmarsat	Thuraya	Iridium	GlobalStar	TerreStar
MODEL	IsatPHONE PRO	SO-2510	IRIDIUM 9555	GSP-1700	GENUS™
대표적인 단말기 형상					
서비스 제공시기	2010년	2009년	2001년	2000년	2010년
위성궤도	정지궤도위성 (3개)	정지궤도위성 (2개)	저궤도위성 (66개)	저궤도위성 (48개)	정지궤도위성 (1개)
서비스 지역	전세계 (남/북 위도 70도이하)	아시아/중동/아프리카/유럽 (아메리카대륙 제외)	전세계 (남극/북극 포함)	전세계 육지지역 중심 (2012년 예상)	북미지역 (미국, 캐나다, 푸에르토리코)
제공 서비스	전화/데이터	전화/데이터	전화/데이터	전화/데이터	전화/데이터 (3G 지상망과 하이브리드 서비스)
GPS사용 여부	GPS 필요	GPS 필요	GPS 불필요	GPS 불필요	GPS 필요
위성의 수명기한	2020년	2021년	2015년	2025년 (신규 위성 발사 예정)	2025년
국내통신사업자 존재여부	국내개통가능	국내개통가능	국내정식개통 불가능	국내개통가능	없음

2) 군의 휴대폰형 위성단말기 운용 동향

군에서는 휴대폰형 위성단말기는 현재 해외 상용 위성통신체계를 기반으로 필요에 따라 구매하여 운용하고 있으며, 그 형태와 특징은 상용 휴대폰형 위성단말기와 동일하다. 군 운용환경을 충족시키는 휴대폰형 단말기를 운용하고 있지 않다. 최근 도입하여 군에서 운용 중인 휴대폰형 위성단말기의 형태와 특성은 표 8과 같다.






표 8 군 활용 휴대폰형 단말 형상 및 기능

형상	기능
 Thuraya SO-0000	<ul style="list-style-type: none"> 주요기능 <ul style="list-style-type: none"> - 착신전환, 잠금코드, 발신제한, 단축다이얼 - 외부기기(PRE)와 연동 및 비밀데이터 소통 제한사항 <ul style="list-style-type: none"> - Thuraya 위성체 및 GPS 위성과 접속되어야 통화가 가능 - 야외/텐트(위장망 설치)에서는 통화가 가능하지만, 건물·방커·유개호 내에서는 Thuraya 위성체와 접속이 단절되어 통화가 불가함 - 차량 이동간 음성통화는 가능하나, PRE 연결운용은 불가

휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향

미군의 경우 군 위성과 상용 위성을 동시에 운영하고 있으며, 군 위성통신체계용 단말과 상용 위성통신을 기반으로 운용 중인 휴대폰형 위성단말과 유사한 휴대용 위성단말의 특성을 살펴보면 표 9와 같다.

표 9 미군 운용 군 위성통신체계 단말 특성

구분	SCAMP(AN/PSC-11)	Spitfire(AN/PSC-5)	기존 UHF 단말기 (AN/PSC-3,7,10)
형상			
중계기	MILSTAR, UFO/4~10 	UFO 	
주파수 대역	<ul style="list-style-type: none"> EHF 대역 	<ul style="list-style-type: none"> UHF: 30~400MHz - 17개 채널: 25KHz - 21개 채널: 5KHz ※가시거리상에서 VHF대역 운용가능(30~225MHz) 	<ul style="list-style-type: none"> UHF: 225~400MHz - 17개 채널: 25KHz - 21개 채널: 5KHz

앞서 언급한 바와 같이 미군은 군용 위성통신과 상용 위성통신 모두를 활용하여 위성단말을 운영하고 있으며, 휴대폰형 위성단말은 상용위성을 기반으로 운영하고 있다. 장기적으로도 미군은 군 위성통신체계(UFO, MUOS)를 이용하는 휴대용 단말기와 상용 위성통신체계(L-band)를 활용하고 있는 현재의 단말을 지속 운용할 것으로 예측된다. 최근에는 Iridium사에서 최초로 미군의 군사 규격인 MIL-STD-810F를 만족하는 상용위성을 기반 IRIDIUM EXTREMETM 위성단말기를 출시한 바 있다.

표 10 IRIDIUM EXTREMETM 단말 형상 및 기능

형상	기능
	<ul style="list-style-type: none"> 크기: 140mm×60mm×27m (h×w×d) 무게: 247g 디스플레이: 눈부심 방지 LCD 운용환경: -10°C ~ +55°C 데이터: 13kbps(압축 시) 내구성: Military Grade(MIL-STD-810F) IP등급: 방진, 방수(IP65) 연결시간: 30초 이내(전원 on 이후) Battery: 운용(4시간), 대기(30시간) 부가 기능 <ul style="list-style-type: none"> - SMS, Laptop 연결, USB cable, WiFi, LBS

3. 군 통신용 휴대폰형 위성단말기 개발 방안

미 합동통신체계교범 등 관련 자료에 의하면 미군은 장기적으로 휴대폰형 위성단말은 상용 위성통신체계를 기반으로 운용할 것임을 예측해 볼 수 있다. 그러나 현재 미군에서 운용 중인 휴대폰형 위성단말은 상용 위성을 기반으로 운용하고 있음에도 불구하고 자체적인 보안체계를 구축하고 있는 것으로 알려져 있다. 군사용 위성중계기와 단말기의 경우 모두 상용위성을 적절히 병행하여 운용할 것이라는 점과 대용량, 소용량 위성 중계기와 단말을 운용적인 측면을 고려하여 발전시켜 나갈 것이다.

우리 군의 휴대폰형 위성단말은 현재 비상용으로 민간에서 운용 중인 상용 위성 기반의 휴대폰형 단말기를 군 운용환경에 맞춤형된 형태로의 구매하여 운용하고 있으며, 비밀 데이터 통신을 위해서는 PRE³에 연동하여 운용해야 하며, 군 운용적합성을 인증 받은 형태의 단말기는 없는 실정이다. 그러나 최근 국보연과 일부 업체에서 보유하고 있는 기술을 고려할 때 단기적인 발전방향으로 보안칩 등을 내장하여 비밀 음성 및 데이터 통신이 가능한 휴대폰형 위성단말기 개발에는 문제가 없을 것으로 보인다. 또한, 중·장기적으로는 육군전술C4I체계에서 운용 중인 PRE의 기능을 내장하는 위성통신용 휴대폰형 단말과 멀지 않은 미래에는 현재 민간에서 활발하게 운용 중인 상용 스마트폰과 같은 기능을 갖추면서, 지상통신과 위성통신을 병행하여 운용할 수 있는 하이브리드형 휴대폰형 위성단말의 형태로 발전해 갈 것으로 예측된다. 그림2는 우리 군에서 운용될 휴대폰형 위성단말기의 개발 방안이다.

3 Position Reporting Equipment

휴대폰형 위성단말기 발전 및 동향



그림 2 군통신용 휴대폰형 위성단말기 개발 방안 방향

향후 휴대폰형 위성단말기는 휴대폰형이라는 단말기 자체의 특성을 고려할 때 COTM⁴의 보장, 소형, 경량화, 보안성 강화, 음성 및 데이터 유통량의 증가, 다중·다채널 운용, 외부 체계와의 연동성 확장, 배터리 충전, 대기, 통화시간 증가 등과 같은 공통적인 측면에서 발전해 갈 것이다.

4. 맺은말

본 고에서는 휴대가 용이하고 운용이 편리한 군 통신용 휴대폰형 위성단말기를 개발하기 위해, 휴대폰형 위성단말기 시스템의 특징과 위성체 현황, 상용 및 우리군의 위성단말기의 운용현황 등을 분석하여, 우리군의 휴대폰형 위성단말기 개발 방안에 대해 제시하였다.

참고문헌 1. 국방기술품질원, "휴대폰형 위성단말 확보를 위한 획득방안 분석" (2011.)

2. 연합사령부, 미 위성통신체계 (2011.)

3. 육군본부, 상용 휴대 위성전화기 운용 지침서 (2011.)

4. ASMS-TF, Satellite Mobile System Architectures (2017.)

5. IEC-Telecom, MSS-Telecoms-Handbook-v3.0 (2015.)

6. 아태위성산업(주), 위성통신기술(THRAYA SATELLITED-3) (2011.)

7. Boeing사 방문자료, Space and Intelligence Systems (2011. 11. 9)

8. 국방과학연구소, 군 위성통신체계 및 기술 발전 방향 (2011.)

관성항법장치 자이로스코프 개발동향

지휘정찰연구2팀 연구원 안석찬

1. 개요

통신이 원활하지 않은 수중이나 전파교란 환경에서 정밀한 항법 정보를 획득하기 위한 목적으로 다양한 형태의 관성항법장치(INS¹) 연구개발은 계속되어 왔다. 그 결과 현대에는 군사용 전차, 항공기, 선박, 무인항공기(UAV²), 무인잠수정(AUV³) 등 방산산업 뿐만 아니라 현대인이 일상적으로 사용하는 게임기, 스마트폰에도 적용되고 있다. 아래 소개한 무인잠수정 사례를 통해 관성항법장치 개발의 단면을 알아볼 수 있다.

자율무인잠수정(AUV) 개발은 석유, 천연가스, 광물 자원 탐색, 군사 정찰을 목적으로 개발 되고 있다. 우수한 성능을 가진 자율무인잠수정 개발을 위해서는 추진, 통신 등 다양한 분야 기술 개발이 동시에 진행되어야 하지만 임무 지역에서의 원활한 정찰 활동과 무인기의 안전한 회수를 위해서는 정밀한 항법장치 개발이 특히 요구된다. 수중 항법은 지상 항법과 달리 GPS⁴ 수신에 제한되며 시계가 제한받으며 해저지형의 불규칙함 등 추가적 불리함이 존재한다. 미국 해양연구소 해양공학부 Jason Stack은 "잠수 항법시스템에는 잠수 환경의 특수성으로 인해 기존 자동차 산업에서 사용되고 있는 자동항법기술 중 일정 부분이 배제된다."고 말했다. 우즈홀 해양학 연구소(WHOI) 담당자 Jim Bellingham은 "잠수 항법시스템은 자율무인잠수정 개발에 있어 핵심 기술이지만, 기술적 문제 해결을 위한 획기적인 해결책(silver bullet)은 없으며 여러 가지 기술적 시도를 계속해야 한다."고 말했으며 기존 자율무인잠수정 항법시스템 기술 현황에 대해 다음과 같이 설명했다. 자율무인잠수정(AUV)은 기본적으로 이동 중 위치보정을 위해 sawtooth profile을 갖는데, 이는 잠수 중에는 GPS신호 수신에 제한되기 때문에 주기적으로 수표면으로 상승하여 GPS 신호를 수신하여 현재 위치를 확인함으로써 임무 수행을 위한 항로를 보정하기 위함이다. 하지만 수표면에서 잠수함의 위치가 노출되기 때문에 은밀한 군사 정찰 목적에 적합하지 않다. 이를 해결하기 위한 방법으로 Doppler velocity log(DVL) 기술을 사용하기도 한다. DVL 기술이란 잠수정에서 해저를 향해 송출한 후 해저에 반사되어 되돌아오는 음파의 주파수가 잠수정의 이동 속도에 따라 변화하는 현상을 응용한 것이다. 하지만 해저에 가까운 환경에서만 운용이 용이하다는 제한점이 있다. 이와 같이 외부와의 통신이 제한된 상황에서 독자적으로 정밀한 위치, 이동거리, 자세정보를 측정하기 위한 해결책으로서 제시된 기술 중 하나가 관성항법장치(INS)이다.

관성항법장치는 일반적으로 3축의 선형가속도계와 3축의 자이로스코프로 구성되며 선형, 회전 가속도를 항법 컴퓨터로 적분 계산함으로써 원점으로부터 이동체의 자세 및 이동거리를 독립적으로 측정한다. 따라서 외부통신이 제한되는 수중 항법에 적합한 항법장치라고 할 수 있다. 그러나 Hydroid사 판매영업 부사장 Graham Lester 는 자율무인잠수정(AUV)에 관성항법장치를 포함한 다양한 항법 장치를 적용하는 시도가 계속되고 있으나 여러 가지 기술적 도전점이 존재한다고 전했다. 먼저, 관성측정장치(IMU)는 시간이 지남에 따라 오차가 누적되는 단점이 있다. 때문에 잠수정이 위치 노출을 무릅쓰고 수표면에서 GPS신호를 수신하여 위치 보정하여도 시간이 경과함에 따라 오차가 다시 누적된다. 또한 IMU 형태 중 하나인 링레이저 자이로스코프(RLG⁵)는 1.5 Khz 고주파를 발생하는 특성이 있는 경우가 있어 잠수정 위치가 발각될 수 있다.

1 Inertial Navigation System 2 Unmanned Aerial Vehicle 3 Autonomous Underwater Vehicles 4 Global Positioning System

5 Ring Laser Gyroscop

그 대안으로 제시된 또 다른 IMU 형태인 광섬유 자이로(FOG⁶)는 고주파가 발생하지 않지만 일반적으로 RLG보다 정밀도가 낮다. MEMS⁷ 기술로 제작된 MEMS 자이로는 한 개의 칩에 구현이 가능하고 저렴한 가격으로 대량생산 가능한 큰 장점으로 주목받고 있지만, 역시 앞서 언급된 기계식 자이로나 광학 자이로의 성능을 따라잡지 못하고 있는 한계점이 있다.

이상과 같이 관성측정장치(IMU) 개발은 다양하게 진행되고 있으나, 그럼에도 불구하고 여전히 극복해야 할 기술요소들이 존재한다. 이하에서는 개략적인 관성항법장치의 개발동향, 관성측정장치를 구성하는 선형 가속도계와 자이로스코프 중에서 회전각속도를 측정하는 자이로스코프의 구조, 원리, 개발동향에 대해 기술하고자 한다.

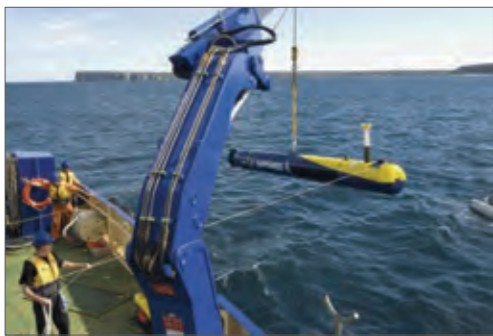


그림 1 Saab사 무인잠수정 AUV62



그림 2 Boeing사 Echo Voyager

2. 관성항법장치 개발동향

관성항법장치(INS)는 제2차 세계대전 이후 1940년대부터 현재까지 지속적으로 기술 개발이 진행되어왔다. 1950년대 초반 MIT에서 본격적으로 개발에 착수하였고 장거리 미사일과 우주로켓의 궤도제어장치로 사용되면서 그 성능이 크게 향상되었다. 1953년 미국에서의 6000마일 실험비행에서 15마일의 오차라는 성과를 올렸고 1958년 원자력잠수함 노틸러스호는 북극해의 잠항횡단에 성공하였다. 1962년에는 미국 최초의 유인위성 Friendship 7에 탑재 발사되어 그 유용성을 입증하였다. 민간항공기용으로는 1969년 보잉 747 이후의 수송기에 장거리용 항법시스템으로 적용되었다. 오늘날에는 선박, 잠수함, 항공기, 유도무기, 지상차량 그리고 무인기에 이르기 까지 다양한 플랫폼에 탑재되어 응용되고 있다.

관성항법장치(INS)의 관성측정장치(IMU)는 각속도 측정을 위한 자이로스코프와 선형가속도계로 구성된다.

관성항법장치 자이로스코프 개발동향

자이로스코프는 운반체의 Roll, Pitch, Yaw 3축의 회전 각속도를 측정하고, 선형 가속도계는 x, y, z 3축의 선형 가속도를 측정한다. 이 두 가지 출력을 바탕으로 적분 계산하여 시간에 따른 운반체의 위치, 속도 및 자세 정보를 독립적으로 도출할 수 있다. 관성항법장치는 외부로부터의 통신 제한, 신호교란, 기상변화에 구애받지 않고 독립적으로 이동체의 위치정보를 획득할 수 있다는 장점, 시간이 증가함에 따라 오차가 누적된다는 단점이 있다.

반면, GPS를 활용하는 위성항법 시스템은 위성신호 수신 과정에서 신호교란에 취약하고 순간적으로 큰 오차가 발생할 가능성이 있다는 단점이 있으나, 관성측정장치와 달리 오차가 누적되지는 않는다. 관성항법장치와 같이 초기위치로부터 항체의 속도 및 방향을 계산하여 현재의 위치를 계산하는 항법을 추측항법(dead reckoning)이라고 하고 별이나 행성을 관측하거나 위성신호를 수신하여 위치를 찾는 항법을 상대항법(position fixing)이라고 한다. 고정밀화 되어가는 현대의 유도 로켓, 잠수함, 항공기 그리고 무인기의 항법시스템에서는 관성항법장치를 주 항법시스템으로 채택하고 위성항법시스템을 보조적인 항법시스템으로 사용하여 상호 단점을 보완하는 복합항법 시스템을 구성하는 추세로 나아가고 있다.

가. 관성항법장치 구조

관성항법장치(INS)는 자이로스코프와 가속도계 센서들을 기계적 안정대 위에 장착하는 김블형 관성항법장치(Gimballed INS)와 센서들을 항체에 직접 부착하는 스트랩다운형 관성항법장치(Strap Down INS)로 나뉜다. 김블형 관성항법장치(GINS)에는 자이로스코프와 가속도계 3 축이 서로 수직으로 설치된다. 그리고 3개 혹은 4개의 기계적 김블 구조물은 기준좌표계를 형성한다. 김블 구조물은 각 축마다 토크모터와 서보 루프를 형성하고 있으며 외부의 회전 운동을 차단하는 역할을 하여 비행체의 자세 변화와 관계없이 관성센서 축이 일정한 항법좌표계를 유지도록 해준다. 기계식 자이로는 가속도에 비례하는 오차를 가지고 있으며, 고속 회전체의 복잡한 기계적 구조, 무게, 부피, 제작비용의 제한점을 갖고 있다. 스트랩다운형 관성항법장치(SDINS)는 김블 구조물 사용하지 않고 자이로스코프와 가속도계 센서를 비행체에 직접 부착하여 비행체가 운동할 때 센서들이 함께 회전하는 형식이다. 김블과 같은 기계적 구조물이 없기 때문에 비교적 구조가 간단하고 무게가 가벼우며 가격이 저렴하고 소형화가 가능한 장점이 있다. 또한 전력소모가 적으며, 신뢰도가 크고 중첩 시스템 설계 및 유지보수가 용이하다. 반면, 운반체의 운동이 직접 자이로에 전달되기 때문에 김블형 관성항법장치에 비해 넓은 측정범위와 높은 환상계수 안정도를 갖는 자이로스코프 센서가 요구되며, 계산량이 늘어난다는 단점이 있다. 1980년대까지는 주로 김블형 관성항법장치가 사용되어 왔다. 하지만 1980년대 이후 전력소모가 적고 고속연산이 가능한 소형 컴퓨터의 등장과 함께 동조자이로(DTG⁸), 링레이저자이로(RLG⁹), 광섬유자이로(FOG¹⁰) 등 다양한 방식의 자이로스코프 기술의 개발로 인해 점차 스트랩다운 관성항법장치(SDINS) 응용분야가 확대되고 있는 추세이다.

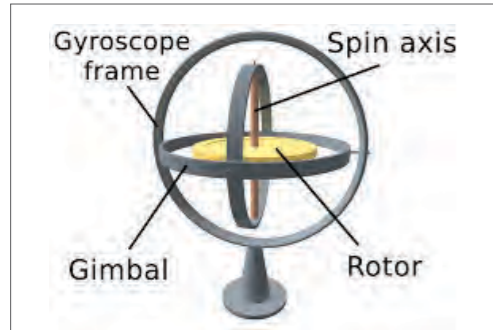


그림 3 Gimbal 기본 구조



그림 4 Northrop Grumman사, LN-200

나. 자이로스코프 개발동향

자이로스코프는 항체의 회전 각속도를 감지하는 센서로서 선박, 항공기, 로켓 등의 관성항법장치(INS)에 설치되어 Roll, Pitch, Yaw 3축 회전을 감지한다. 측정 방식에 따라 크게 기계식 자이로, 광학식 자이로, MEMS 자이로 등으로 나눌 수 있다. 기계식 자이로는 각속도 적분 자이로(FRIG¹¹), 동조 자이로(DTG) 등이 있고 광학식 자이로는 링레이저 자이로(RLG), 광섬유 자이로(FOG)가 대표적이며 그밖에 반구형 공진자이로(HRG¹²) 등이 있다. 자이로스코프의 성능은 바이어스 안정도(deg/hr)와 방위각 오차(Mil)로 주로 표현된다. 예를 들어 0.01 deg/hr의 바이어스 안정도를 갖는 등급의 자이로가 1mil의 초기 방위각 오차를 유발한다면 이 가속도계를 장착한 항공기가 1km를 이동할 때 약 1m 정도의 위치 오차가 발생할 것이다.

각속도적분자이로(FRIG)는 1950년대부터 중장거리 유도무기나 항공기 항법장치와 같은 정밀도 요구되는 시스템에 사용하기 위해 본격적으로 개발되었으며 가스 베어링을 이용하여 잡음을 감소시킬 수 있다. 동조자이로(DTG)는 1960년대 초기에 이론적 기반이 정립되고 1970년대에 이르러 실용화되었다. 동조자이로는 가격이 저렴하고 응답시간이 빠른 장점 때문에 전술급 항법성능이 요구되는 분야에 광범위하게 사용되고 있다. 특히 서스펜션의 특이한 구조 덕분에 한 개의 센서가 수직인 두 축방향의 회전각을 측정할 수 있다. Northrop Grumman사가 개발한 동조자이로 G-2000은 바이어스 안정도 최대 0.02 deg/hr, 크기 0.37in, 무게 25g의 성능을 가지며 광학/적외선 카메라(EO/IR), 지상 전술차량과 같은 플랫폼의 항법, 위치제어 시스템에 적용 가능하다.

관성항법장치 자이로스코프 개발동향

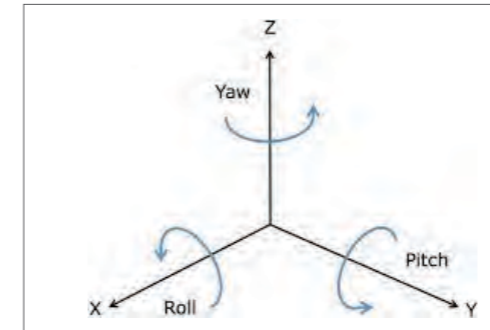


그림 5 Roll, Pitch, Yaw 오일러 각

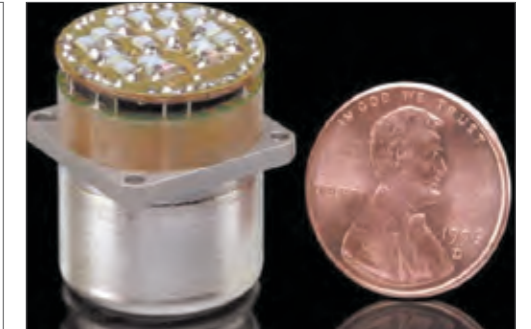


그림 6 Northrop Grumman사, G-2000

링 레이저 자이로(RLG)는 사낙 효과(Sagnac Effect)를 원리로 동작한다. 사낙효과란 헬륨과 네온 가스 방전관에서 방출한 같은 주파수의 두 레이저가 회전하는 링 형태의 경로를 따라 반대방향으로 진행할 경우, 링 경로의 회전 각속도에 비례하여 두 레이저의 위상 차이가 발생하는 현상이다. RLG 링의 형상은 일반적으로 삼각형 또는 정방형으로 제작된다. 방출된 빛은 경로 형성을 위해 정밀 가공된 거울에 의하여 링 안에 가두어지기 때문에 반사율과 산란율을 제어할 수 있는 거울 가공 공정이 링레이저 자이로 성능에 중대한 영향을 미친다. 링레이저 자이로는 기계식 자이로스코프와 비교했을 때 기계식 회전체가 없기 때문에 무게가 가볍고, 냉각장치가 필요 없다는 장점이 있다. 비교적 높은 정밀도로 측정가능하기 때문에 1980년대 이후에 가장 많은 플랫폼에 응용되고 있는 자이로다. 이스라엘 Israel Aerospace Industry(IAI)사 TAMAM Division의 링레이저 자이로스코프 기반 관성항법장치(INS)인 TAMAM's Modular Azimuth Position System(TMAMP)는 M109 자주포 교체 개량에 적용된바 있다. 싱가포르의 120mm Super Rapid Advanced mortar System(SRAMS) 체계 역시 RLG 기반 위치제어 장치를 적용하였다. 2015년 호주 공군 항공기 AP-3C의 개량에도 미국 Honeywell사의 RLG 기반 관성항법장치(INS)가 사용되었다.



그림 7 이스라엘 IAI사, TMAPS



그림 8 RLG, 미국 Honeywell사 GG1320AN

광섬유 자이로(FOG)는 광학식 자이로의 일종으로 1970년대 중반부터 개발되기 시작했으며 기계식 자이로나 링레이저자이로(RLG)와 비교해서 가격이 저렴하며 제작이 용이하고 정밀도를 높일 수 있는 잠재력을 가지고 있기 때문에 발전 가능성이 유망한 센서로 각광받고 있다. 샤프트와 원리를 이용하는 것은 링 레이저 자이로스코프와 비슷하지만, 광로를 수십m에서 수km 길이를 갖는 편광유지 광섬유로 만들어 보다 정밀한 측정이 가능한 것이 대표적 장점이다. 미국 Northrop Grumman사에서 1994년 이후 20년이 넘게 생산, 개발해 온 관성항법장치인 LN-200 시리즈는 광섬유 자이로스코프와 MEMS 가속도계를 적용하였다. 직경 89mm, 높이 85mm, 무게 750g 제원, 1 deg/hr, 300mg의 안정도와 정밀도를 갖는다. AHRS¹³, EO/IR¹⁴ 장비, FLIR¹⁵(전방 적외선 암시) 장비 등과 결합되어 미사일 유도, 우주장비 자세 제어, 무인항공기(UAV) 등에 적용되고 있다. 2008년 미국의 F-5N에 LN-260 모델이 적용된 것이 대표적으로 알려져 있으며, 2017년에는 BQM-74E, Predator RQ-4에 적용된 사례가 있다. Northrop Grumman사와 15년에 걸쳐 협력하고 있는 터키 Aselsan사는 LN-260을 터키 공군 C-130 Hercules을 위해 납품하였고, 터키의 Alty MBT¹⁶에도 GPS 보정을 위해 Aselsan사에서 제작한 광섬유 자이로가 적용된 것으로 알려져 있다.



그림 9 터키 Alty MBT



그림 10 터키 C-130 Hercules

반구형 공진자이로(HRG)는 1890년 Bryan에 의해 동작 원리가 밝혀졌고, 약 100년 후인 1980년대에 미국의 Delco사가 최초로 실용품을 개발한 이후 현재 전략급 관성항법장치로 발전해오고 있다. 반구형 쉘에 발진된 탄성 정상파가 회전에 의한 세차운동을 하는 원리는 이용하며, 온도 민감도와 손실이 적은 고순도 무정질 수정을 반구형 쉘의 재료로 사용한다. 반구형 공진자이로는 단순한 구조, 우수한 재료특성, 고체형의 특징을 가진 제 3세대 자이로로서 성능 뿐 아니라 신뢰성, 경제성 측면에서도 월등한 장점을 갖고 있다. 대표적으로 미국 Northrop Grumman사, 프랑스 Saprana사에서 선박, 항공기, 인공위성 등에 적용을 목표로 개발하고 있다.

관성항법장치 자이로스코프 개발동향



그림 11 미국 Northrop Grumman사, HRG 조립체와 공진기

1980년 후반에 이르러 반도체 제조공정 기술을 근간으로 발전된 마이크로 전자기계 시스템(MEMS¹⁷) 기술을 이용한, 1mm² 이하 크기로 축소된 마이크로 자이로스코프가 개발되기 시작하였다. MEMS 자이로스코프는 기존의 진동자이로를 MEMS 공정에 의해 반도체 형태의 칩으로 구현한 것이다. 회전부가 없으므로 외부 충격에 매우 강하며 수명 또한 반영구적이다. 현재 실용화되고 있는 MEMS 자이로의 성능은 일반적으로 기존의 기계식이나 광학 자이로에 비해 떨어지나 대량 자동 생산이 가능하여 생산단가를 획기적으로 낮출 수 있으므로 자동차, 캠코더, 로봇, 스마트폰 등 광범위한 일반 산업용 제품에 이용되고 있다. MIT Draper 연구소에서 개발한 실리콘 MEMS 자이로는 1987년 처음으로 온도를 보상하지 않고 1 deg/sec의 회전을 측정할 이후 GPS와 함께 설치되어 재래식 포탄에 유도 및 항법기능을 부여하였으며, 1990년대에는 미공군의 Maverick 유도탄, 포 발사 유도탄에 이용된 바 있다. 미국 Honeywell사에서 개발한 HG1930 관성항법장치 MEMS 자이로스코프는 1 deg/hr 안정도를 갖으며 로봇, 카메라 안정장치, 미사일, 무인기 등 다양한 분야에 활용이 가능하다. Lockheed Martin사에서 개발하여 2012년 이탈리아 군용 차량용으로 납품한 적외선, 열상 촬영용 Gyrocam 15TS 센서 터렛의 관성측정장치(IMU)에도 MEMS 4축 자이로스코프와 가속도계가 GPS장치와 동시 적용된 바 있다. 2014년 ISS¹⁸에서 발사된 리투아니아 인공위성 LituaniaSat-2에는 ST microelectronics사에서 제작한 3축 MEMS 자이로 L3GD20가 설치된 바 있다. L3GD20는 4mm×4mm×1mm으로서 매우 소형의 제원을 갖는다. 소형화, 경량화에 적합한 MEMS 자이로스코프는 군사용 항법장치 이외에도 현대인이 일반적으로 사용하는 스마트폰, 게임기에도 널리 적용되고 있다.

관성항법장치 자이로스코프 개발동향



그림 12 Lockheed Martin사 Gyrocam 15TS

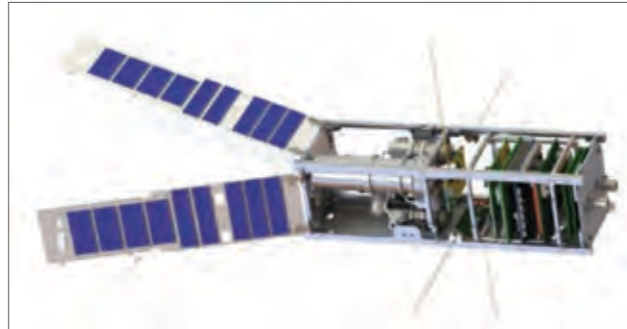


그림 13 리투아니아, LituaniaSat-2

3. 결론

관성항법장치(INS)는 외부로부터의 신호 수신 없이 독립적으로 이동체의 위치 및 자세정보를 측정할 수 있기 때문에 GPS 수신이 어려운 잠수 환경이나 재밍 환경에도 안정적으로 작동할 수 있는 장점이 있다. 때문에 과거부터 현재까지 지속적으로 개발되어 왔으며 정밀유도, 자동항법, 재밍환경 대두되는 현대전에서 그 필요성이 더욱 부각되고 있다. 그 중 회전 각속도를 측정하는 자이로스코프는 연관된 기초기술이 개발됨에 따라 과거 기계식 자이로에서 현재의 광학식, MEMS 자이로스코프에 이르기까지 다양한 원리와 형태로 세분화되어 개발되고 있으며, 링레이저 자이로, 광섬유자이로, MEMS자이로는 현재 국산 개발 시도가 진행되고 있다. 사물인터넷, 군사용 선박, 전차, 무인항공기(UAV) 등 응용 플랫폼의 다양화됨에 따라 관성항법장치, 향후 자이로스코프 기술은 더 높은 안정도, 정밀도, 소형화, 경량화를 목표로 더욱 진보될 것으로 예상된다.

출처 1. Jane's by IHS Markit (2019.1.10.)

2. Jane's by IHS Markit (2018.6.5.)

3. Jane's by IHS Markit (2018.11.29.)

4. Jane's by IHS Markit (2018.11.22.)

5. "합대합용 관성항법장치 품질개선 보고서" pp.1-20, 국방기술품질원 (2008.6.)

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항

기동화력연구1팀 책임연구원 박정운

1. 개요

장갑전투차량(AFV¹)의 성능이 강화되는 만큼 크기, 중량, 비용도 늘어나고 있다. 신기술 채택으로 무거운 장갑을 대체하려고 노력하였지만, 탄도 및 전자기 위협에 더 취약한 결과를 낳았다.

전 세계적으로 AFV가 개선되고 있다. 새로운 구조의 장갑차가 제작되고, 구형 장갑차를 개량함으로써 점점 더 많은 첨단 임무체계가 도입되고 있다. 이를테면 열상 카메라, 전자광학 카메라, 지상감시 레이더, 원격포탑 및 무장장치, 위성항법체계, 고속 네트워크 통신 및 전투관리 체계, 능동방호체계(APS²) 등이 그것이다.

현대식 AFV는 이러한 임무체계를 탑재함으로써 기존 장갑차 대비 더욱 강화된 야간전투능력, 전천후 상황인식, 헌터-킬러(hunter-killer) 능력, 무기 정확도(특히 이동 간 정확도), 생존성 개선, 승무원 안락감, 상호운용성 개선 등과 같은 장점을 갖게 됐다.

이는 AFV 성능 개선 효과를 주지만 장갑차의 크기·무게·전력(SWaP³) 및 군수·보급·지원과 관련한 어려움을 초래했다. 또 도입된 많은 임무체계들은 탄도 및 전자기 위협에 취약하고, 운용 유지에도 비용이 많이 들며, 신속한 대체가 어렵다는 부작용을 가져왔다. 이러한 임무체계 성능 향상에 따른 SWaP과 방호 문제를 해결하려는 시도가 전 세계적으로 추구되는 가운데 AFV 대형화 및 중량화, 고비용, 장갑차부대 소형화로 요약할 수 있는 추세가 포착되고 있다.

아마도 가장 눈에 띄는 추세는 크기 증가로 볼 수 있는데, 이에 주요 체계를 소형화하고, 장갑차 내 공간을 더욱 효율적으로 사용하려는 움직임이 광범위하게 벌어졌다. 장갑차 크기 증대에는 외부 요인도 적지 않다. 예를 들어 탑승병력이 더 많은 장비를 휴대하고, 병사들의 신체가 40년 전보다 평균적으로 더욱 커졌다는 점을 들 수 있다. 많은 현대식 장갑차를 설계할 때 탑승병력의 안락감과 수출 가능성을 고려해 상위 5% 신체 치수를 기준으로 삼았다.

또한 임무체계 도입 증가로 더 많은 공간이 필요하게 되었다. 임무체계를 운용하려면 전력과 냉각 장치가 필요하기 때문에 공간은 늘고 무게는 더 나갈 수 밖에 없게 된다. 모듈식 구조 채택 움직임도 비용 및 크기 증가의 요인이다. 고객들이 더 큰 무기 또는 임무체계 장착을 원하기 때문에 설계에 이를 반영하지 않으면 안 되게 되었다는 얘기도.

대형화 추세는 특히 차륜형 플랫폼에서 현저하다. 차륜형 플랫폼은 차륜 회전, 다수의 구동축, 트랜스퍼 케이스 그리고 현대식 지뢰 및 급조폭발물에 견딜 수 있는 차체를 위한 최저지상고 등을 설계 시 염두에 두어야 한다. 미 육군이 수행한 연구 결과에 따르면, 이러한 요인으로 차륜형 플랫폼의 크기가 궤도형 플랫폼보다 평균 28% 증가되었다고 한다. 이러한 대형화는 문제를 더 악화시키는 요인이다. 즉, 크기 증가로 탄도 방호가 더 어렵게 되었으며, 중량 증대라는 결과를 가져온 것이다.

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항



그림 1 차량 임무체계 증가 사례(아이언 피스트 APS를 탑재한 브래들리 보병전투장갑차)

신형 장갑차의 중량이 늘게 된 데에는 수동장갑 장착과 같은 생존성 개선 추구가 큰 몫을 차지한다. 예를 들어, 미 육군은 미래전투체계 사업이 실패로 끝나자 유인자상차량(MGV⁴) 사업을 추진했다. MGV는 손쉽게 전개할 수 있도록 중량이 약 30톤으로 상대적으로 가볍게 제작할 계획이었다. 또 MGV는 적에게 관측되기 이전에 일련의 네트워크화된 센서를 사용하여 적을 먼저 관측해 파괴한다는 구상이었기 때문에 보다 가벼운 장갑 사용이 고려됐다. 그러나 이 사업은 여러 가지 문제로 2009년 종료됐는데, 탑승병력에게 저비용 IED가 가장 큰 단일 위협으로 등장했고, 경량 설계의 MGV는 하체에 장갑이 없기 때문에 이러한 위협에 취약하다는 것이 가장 큰 이유였다.

중량화 설계는 더 무겁고 강한 현수장치를 필요로 하게 되었으며, 차륜 크기의 대형화를 가져왔다. 차륜의 경우 효율적인 접지압 분포를 위해 대형화가 불가피하고 이는 결국 중량 증가의 요인이 된다. 많은 현대식 AFV는 또한 더욱 강력하며, 더 크고, 무거운 무기를 장착하는 경향이 있다.

또 중량이 증가될 경우, 현수장치와 같은 구성품에 미치는 제약으로 인해 미래 성능개량이 더 어렵게 된다. 미 육군은 스트라이커(Stryker) 차륜형 장갑차에 적용할 부가장갑 패키지 선정에 특히 어려움을 겪었는데, 그 이유는 스트라이커 장갑차의 민간도로 주행 적합성 및 교량통과 요구조건뿐만 아니라, 현수장치의 운용 제한 때문이었다. 스트라이커 장갑차와 같은 차륜형 플랫폼에 대한 추가적인 고려사항은 더욱 무거워진 장갑으로 인해 무게중심이 높아지기 때문에 경사 지형에서는 전복 위험이 커진다는 점이다.

기존 장갑차 대비 중량화 추세는 특히 서방국가 주력전차에서 두드러진다. 서방국가의 탄도방호 방안은 대개 수동장갑 장착에 중점을 둔다. 그러나 이와 달리 러시아는 폭발반응장갑(ERA⁵)에 주로 의존하고 있다.

수동장갑은 효과적이지만 중량 대비 효율성은 크게 떨어진다. 강철 장갑은 PG-7V 탄두 방어에 평방미터당

2.5톤의 중량을 필요로 하는데 반해 ERA는 평방미터당 80kg이면 충분하다.

많은 현대식 장갑 패키지로 강철보다 중량 효율성이 훨씬 큰 세라믹 등의 소재가 채택되고는 있지만, ERA의 중량 효율성에는 미치지 못하며, 이러한 현상은 과거 서방국가 MBT를 러시아 MBT와 비교하면 명확히 알 수 있다. 가령 가장 최근에 개발된 러시아의 T-14 Armata는 1960년에 미군이 도입한 M60 MBT 기본형상의 전투중량과 동일한 50톤이다. 이는 서방국가의 현대식 MBT와 극명한 대조를 이루고 있다. 예를 들어 레오파르트 2A7는 63.5톤, 미국 M1A2C는 66.7톤, 챌린저(Challenger) 2 TEST⁶ 형상은 74.8톤에 달한다.



그림 2 장갑차의 중량화 사례(영국의 아약스(Ajax) 계열 AFV는 대체하는 CVR(T) 계열 장갑차보다 크기 및 중량이 약 3배에 달함)

2. 군수 측면 고려사항

이러한 문제는 전차에만 국한되지 않는다. 육군교육사령부가 발간한 '2014년 경전투차량 과학기술' 보고서는 "육군이 경량 소재 연구개발에 상당한 과학기술 투자를 진행하고 있음에도 불구하고, 위협 완화 기술의 지속적 도입으로 인해 자상차량 중량이 계속 증가하고 있다"고 지적했다. 이 보고서는 또한 중량 증가가 생존성과 관련되어 있지만, "중량 증가로 인해 원정작전 능력이 저하되고, 전 세계 전장을 이동하는 데 제약이 따른다. 또 비용이 증가되며, 지속유지에도 어려움이 수반된다. 중량화는 연료 소모 증대 및 군수지원 소요 증가뿐만 아니라 공중 수송 문제를 초래한다"고 했다.

또한 연료 및 예비부품과 같은 자원 측면에서도 바람직하지 않은 결과를 초래한다. 더욱 무거운 전투차량과 이와 관련된 지원 및 군수 차량을 유지하기 위해서는 대량의 연료와 예비부품이 필요하기 때문이다. 다시 말해 서방국가들은 높은 비용과 군수 부담 때문에 지상차량을 이용한 원정군의 신속한 단독 전개에 큰 어려움을 겪게 됐다.

일반적으로, 미국을 제외하고, 많은 서방국가들은 원정작전 전개 시 군수 및 보급에 있어 동맹국의 도움을 필요로 하는 경향이 있다. 프랑스는 세르발(Serval) 및 바르칸(Barkhane) 작전을 수행할 때, 주로 더 가벼운 차륜형 플랫폼을 사용함으로써 성과를 거두었다. 하지만, 이들 부대 전력은 상대적으로 규모가 작았고, 이들도 여전히 군수·보급·작전지원 소요를 충족시키기 위해 동맹국 및 지역 협력국가에 많이 의존했다.

이러한 중량화는 또 다른 파급효과를 초래했다. 즉, MBT를 수송할 수 있는 더욱 강력하고 무거운 중장비수송차량, 현대식 장갑차량을 공수할 수 있는 한층 강력한 항공기 그리고 더 강력한 구난장갑차 및 증가된 중량 한도의 교량전차 도입이 촉진됐다. 문제는 더욱 커지고, 강력한 수송·군수·보급 차량들이 증대된 중량의 전투차량을 지원하기 위해 종종 자체 중량을 더욱 증가시킨다는 점이다. 실례를 들면, 미 육군은 M88A2 허큘리스(Hercules) 구난차량을 개량하고 있는데, 이유는 단독으로 M1A2 SEPv2 MBT 플랫폼 1대를 구난할 수 없게 되어 불가피하게 2대를 사용해야 하기 때문이다.

공수 능력을 강화하려는 노력은 NATO에서도 강조된다. NATO가 추진하는 전략공수능력(SAC⁷) 및 전략항공기 잠정 솔루션(SALIS⁸) 사업이 바로 그것이다. SAC 사업은 스웨덴 및 핀란드와 함께 10개 NATO 국가들이 C-17 중수송기 전력을 공동 운용하기 위한 다국적 사업이다. SALIS 사업의 경우 14개 국가들이 작전 소요를 충족시키기 위해 AN-124-100 화물기를 운용하는 민간 항공사와 계약을 체결했다.

또 다수의 NATO 국가들은 C-130보다 탑재용량이 상당히 더 큰 에어버스사의 A400M 항공기 도입 방안을 검토하고 있다. 일부 비용 부담은 공동 운용 및 동맹국 자원 사용으로 경감될 수는 있으나, 더욱 많은 수량의 중차량이 도입됨에 따라 대형 수송기 수요는 여전히 상승세를 탈 것이며, 향후 분쟁에 대처하는 데 있어 이러한 방식의 운용에는 한계가 있을 수 있다.

중수송 수요를 충족시킬 수 있다 하더라도, 크기가 더욱 큰 대형 항공기는 소형 및 경량 항공기보다 착륙지대 선정에 융통성이 훨씬 떨어지며, 종종 작전상 중요한 위치에 있는 간이 비행장을 사용할 수 없을 수도 있다. 따라서 AFV 운용부대는 부적절한 위치에 착륙할 수밖에 없게 되어, 목적지 이동에 육로를 사용하게 되는데, 이는 불필요한 시간 낭비 및 연료 소모라는 결과를 가져온다. 또한 비용 증대, 너무 긴 보급선, 작전 속도 저하도 수반되어 상황은 더 악화되게 된다.

대형화 및 중량화의 또 다른 요인은 전력을 사용하는 장비가 늘게 되었다는 점이다. 즉, 임무체계 운용을 위해서는 보조동력장치(APU⁹), 축전기 또는 특수 배터리가 필요하다. 예를 들어 레오파르트 2A7 및 2A6M+ 성능개량 과정에서는 레오파르트 2A6M 대비 증가된 전력 저장 요구를 충족시키기 위해 대형축전지(Ultra Capacitor)를 여러 대 장착할 수 있도록 포탑을 일부 재설계하지 않으면 안 되었다. 또 일부 AFV의 경우

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항

장시간 차량 엔진을 끈 상태에서도 정숙감시 임무를 수행하기 위해 임무체계를 작동해야 하기 때문에 이러한 전원장치는 더 필요할 수밖에 없으며, 이는 장갑차의 크기, 중량 및 비용 증대를 부채질하는 요인이다.



그림 8 장갑차의 대형화 및 중량화 사례(부메랑(Bumerang) 계열 장갑차의 경우 교체 대상인 BTR-80 계열 장갑차보다 크기가 더 커지고 무거워짐)

3. 임무체계 취약성

신형 임무체계 도입으로 SWaP 요건 충족이 더 어려워졌지만, 수동장갑에 대한 대안을 고려한다면 SWaP 요건 충족이 가능할 수도 있다. 일반적으로 장갑차 생존성은 양파형 다중 생존성(survivability onion) 개념으로 설명할 수 있다. 다중 방호 계획을 도식화한 이 개념에 따르면, 먼저 “교전거리 밖에서 적을 파괴(Do not be in the area)”해야 한다. 이를 위해서는 상황인식 및 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보(C4I¹⁰) 체계가 필요하다. 둘째는 “탐지되는 것을 회피(If in the area, do not be detected)”하는 것으로 전술 및 신호 관리가 요구된다. 셋째는 “탐지되면 공격받는 것을 회피(If detected, do not be acquired)”하는 것으로 신호 관리 및 대응책이 요구된다. 넷째는 “공격을 받으면 타격당하는 것을 회피(If acquired, do not be hit)”하는 것으로 대응책과 APS가 필요하다. 다섯째는 “타격당하면 관통되는 것을 방지(If hit, do not be penetrated)”하는 것으로 수동장갑의 도움이 필요하다. 그리고 마지막 여섯째는 “관통되면 피해를 최소화(If penetrated, do not be killed)”하는 것으로 내부 승무원 안전 및 피해 완화 대책 마련을 의미한다.

수동장갑 의존을 줄이기 위한 방안 중 하나가 바로 이 외부 방어층(첫째~넷째 층)에 중점을 두는 것이다. 바로 이러한 이유로 APS가 여러 나라에서의 관심을 끌고 있는데, APS를 탑재할 경우 더욱 무겁고, 부피가

큰 수동장갑 패키지 없이도 휴대용 대전차로켓 및 대전차유도미사일과 같은 위협에 대응할 수 있기 때문이다. 기존 능동방호체계는 전자 주포에서 발사하는 날개안정철갑탄을 거의 방어할 수 없으나, 일부 제작사는 이러한 위협도 격퇴할 수 있는 대책 마련에 힘쓰고 있다.

4. 재래식 위협

현대 전장에서 차량 승무원들은 일반적으로 그들이 의존하는 임무체계보다 더 높은 수준의 방호력을 제공받는다. 원격조종무장장치(RWS¹¹), 파노라마 조준경, APS 등과 같은 많은 임무체계들은 종종 탄도 방호력이 부족하고, 소화기뿐만 아니라 포탄 폭발 및 파편에도 취약하다. 이러한 사실은 러시아의 여러 지상차량에서도 확인할 수 있다. 러시아가 공개한 성능규격에서는 승무원과 주요 하부체계 방호에 상이한 방호수준¹²을 설정했는데, 후자가 전자의 경우보다는 항상 방호 수준이 낮았다.

예를 들어, 타이푼(Taifun)-U 우랄(Ural)-63095 6×6 방호차량의 경우, 승무원에 대한 탄도 위협 방호 수준은 OTT 9.1.12.1-2010 레벨 6(STANAG 4569 레벨 4에 상응)인 반면, 주요 체계는 OTT 9.1.12.1-2010 레벨 3(STANAG 4569 레벨 1에 상응) 수준에 불과했다. 이는 상대적으로 승무원이 위치한 작은 구역을 보호하는 것이 모든 주요 체계를 동일한 표준으로 보호하는 것보다 더 쉽기 때문인 것으로 추정할 수 있다.

차륜 또는 궤도, 현수장치, 일부 조준장치 등과 같은 체계들은 불가피하게 노출되어 있으며, 방호된다고 해도 승무원과 동일할 수는 없다. BMP-3와 같은 일부 장갑차 구조에서는 하부체계가 승무원 방호수단의 일부로 사용된다. 가령 전방 아크 부분에서 발생하는 관통 위협에 대해 연료탱크가 승무원을 보호하는 추가 방호층 역할을 하게 된다.

임무체계와 승무원을 동일한 수준으로 보호하려 할 경우, 수용할 수 없을 정도로 중량이 증가하고, 주요 설계는 변경이 불가피할 것으로 보인다. 탄도 방호력 수준으로 능동방호체계 레이더를 엄폐하려고 할 경우, 기능 저하를 초래하므로 용인할 수 없다. 또 조준경에 대한 장갑 방호력을 증가할 경우, 비잠망경 조준경과 같은 일부 형태의 조준경 장치에 중량 문제를 야기할 수 있다. 비잠망경형 조준경이 종종 사용되는 이유는 설치가 용이하고 차체를 관통하지 않아도 되기 때문이다. 따라서 많은 중요 임무체계 방호에 장갑을 강화하는 것은 분명히 한계가 있다.

임무체계에 대한 방호는 본질적으로 수동장갑에 기반을 둔 방호보다는 더 취약하며, 미래에도 상황은 크게 달라지지 않을 공산이 크다. 이러한 상대적 취약성으로 인해, 직접 타격이 여의치 않은 주요 장갑차 체계를 무능화하거나 파괴하는 전술이 채택되기 쉽다. 장갑차의 주요 임무체계나 기동능력을 무력화시키는 것은 궁극적으로 장갑차 기반 전력을 격퇴하기 위한 보다 광범위한 전략의 일환으로 시도될 수 있다.

11 Remotely operated Weapon Station 12 OTT 9.1.12.1-2010: STANAG 4569 표준에 상응하는 러시아 표준

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항



그림 4 다양한 임무체계 대비 방호력이 낮은 사례(에포크 알마티(Epoch-Almaty) 같은 포탑에는 다량의 임무체계가 탑재되며, 대부분의 경우 적 화력에 대한 방호 수단을 충분히 갖추고 있지 않음)

이에 유럽에 주둔한 미국 스트라이커 전투여단(BCT¹³)은 T-72 MBT를 공격하기 위해 스트라이커 드라군(Stryker Dragoon) 및 재블린(Javelin)을 탑재한 스트라이커 ICV-J를 사용하는 연습을 실시했다. 스트라이커 드라군은 30mm 자동포를 사용하여 T-72의 임무체계를 손상시키거나 기능을 저하시켜 적의 대응을 차단하려 했으며, 스트라이커 ICV-J는 재블린 미사일을 사용하여 장갑차 파괴를 시도했다.

이렇게 시차를 두거나 결합한 교전 전술은 심지어 승무원이 생존하더라도 심리적 타격을 줄 수 있다. 다시 말해, 장갑차가 중요 임무체계 무력화 또는 기동성 상실에 처한 경우에는 무방비 상태로 대전차무기의 공격을 받을 수 있다는 생각에 승무원은 장갑차를 포기하기 쉽다.

신중하게 작전계획을 수립 및 조율하고 탑재된 C4I 체계를 개선한다면, 조기에 위협을 식별하고, 고위험 지역을 회피할 수 있어 많은 위협을 경감하는 효과를 거둘 수 있다. 그러나 위협을 완전히 차단할 수는 없다. 임무체계 파괴를 노리고, 궁극적으로는 다른 수단으로 장갑차 파괴를 추구하는 재래식 위협은 지속적으로 미래 AFV에 있어 부담이 될 것이다. 적어도 임무체계 파괴를 목표로 하는 전술이 확산된다면, 전투 배치 중에 정비 및 작전준비태세 유지를 하는 데 훨씬 더 많은 비용이 초래될 수 있다.

13 Brigade Combat Team

5. 미래 위협

몇몇 새롭게 부상하는 위협은 미래 전장에서 AFV 임무체계의 효과성과 기능에 영향을 미칠 수 있다.

전자전 위협이 바로 그것인데, 특히 러시아가 최근 다양한 능력을 구비한 현대식 전자전 플랫폼을 대량으로 조달하는 상황을 고려하면 문제의 심각성은 더욱 크다.

재밍은 통신 방해에 사용될 수 있으며, 네트워크화로 개선된 통신체계가 제공하는 능력의 많은 부분을 무력화할 수 있다. 부대들이 자유롭게 통신할 수 있는 경우에도 전자파방출은 방향탐지 장비에 의한 식별 및 위치결정에 취약하다. 따라서 통신에 추가적인 위협을 야기하며, 신호 관리 노력을 어느 정도 무산시킬 수 있다. 훈련 및 전자파방출 통제가 방안이 될 수는 있으나 한계가 있다. 전자파방출을 완전히 통제하기 어려운 대표적 예로는 하드킬 APS용 레이더와 같은 장비를 들 수 있다. 방향탐지 장비가 문제되지 않을 경우에도 전자파 재밍은 네트워크화된 통신을 무력화할 수 있다.

APS 도입이 늘면서, 이를 비탄도적 수단으로 격퇴하기 위한 노력도 같이 진행되고 있다. MBDA사의 자회사인 TDW 워헤드 시스템(TDW Warhead Systems)사는 능동방호체계 탑재 장갑차를 공격하기 위한 수단으로 EMP¹⁴(전자기 펄스) 탄두를 개발하고 있다고 Eurosatory 2018에서 밝힌 바 있다. APS에 대응하기 위해 EMP 탄두는 주로 레이더 기능 방해에 중점을 두어 APS가 접근하는 위협을 탐지하거나 무력화하지 못하도록 한다. 이러한 위협에 대응하는 것은 어려운 데다가 전자파 차단이 모든 임무체계에 적용될 수도 없다.

이와 유사하게 광학체계도 비탄도 위협에 취약하다. 러시아와 미국은 전장용 레이더 EO재머를 개발했으며, 이 재머는 광학센서에 대해 대즐링, 과부하 및 연소와 같은 방식으로 EO조준장치에 대응하도록 설계됐다.

대즐링은 광학센서가 수신한 빛을 처리하는 능력을 부분적으로 방해하는 것을, 그리고 과부하는 광학센서가 수신한 빛을 처리하는 능력을 완전히 방해하는 것을 일컫는다. 두 수단 모두 레이저 빔이 표적으로 삼은 광학센서에 계속 조사 상태를 유지해야 한다는 점에서 일시적 조치라 할 수 있다. 그러나 더욱 강한 에너지의 빔을 민감한 광학센서의 비교적 작은 표면에 대량 조사하여 광학센서를 완전히 태워 버리는 것이 가능하다. 즉, 센서를 연소시켜 녹이거나 변형시켜 기능을 완전히 상실하게끔 한다는 것이다. 만약 이 빔에 육안이 노출된다면 실명을 면하기 어렵다.

현재까지 레이저 재머는 대부분 개발용 차량에 제한적으로 사용됐으며, 조달 수량도 많지 않다. 미국은 1차 걸프전에서 이라크군이 레이저를 사용하여 미군 병사의 눈을 멀게 하려는 데 대응해서 M3 브래들리 스팅그레이(Bradley Stingray) 2대를 이라크에 배치했다.

각 브래들리 스팅그레이에는 AN/MLQ-7 레이저 재밍체계가 탑재됐다. 운용 방식을 보면, 먼저 이 체계는 저에너지 레이저를 방출하여 전장을 스캔한다. 일부 레이저 빔이 차량의 조준경 또는 잠망경과 같이 반사 광학 표면에 닿는 순간, AN/ALQ-7에 부착된 수신기로 반사되며, 그 결과 표적 위치를 파악할 수 있게 된다.

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항

표적 위치가 결정되면, 레이저 빔은 스캔을 멈추고, 더욱 에너지가 강한 공격 모드로 전환하여 광학 표면 뒤의 표적(광학 센서 또는 적 병사의 눈)을 직접 공격한다. 그러나 현재까지 알려진 바에 따르면, 브래들리 스팅그레이는 레이저 재밍체계 도입이 승인되지 않았다고 한다.

러시아 또한 K11 스틸레트(Stilet), 산구인(Sanguin), 1K17 스자티에(Szhatie)와 같은 레이저 EO 재머 개발 능력을 입증한 바가 있다. 이들 레이저 차량은 모두 구소련 시절에 개발된 것으로 조달 수량은 많지 않지만 러시아는 2018년 3월 페레스베트(Peresvet) 레이저 재밍체계를 공개하면서, 레이저 기반 재밍 체계의 전력화를 다시 시도했다. 페레스베트 체계는 2018년 말 러시아 전략로켓군에 예비 배치된 것으로 추정된다.

페레스베트 체계는 미국의 SBIRS¹⁵(우주기반 적외선체계)와 같은 조기경보위성과 항공기 EO센서의 기능을 방해하는 것을 1차적 목적으로 삼은 것으로 알려졌다. 이는 러시아가 레이저 기반 EO재밍체계에 지속적으로 관심을 가지고 있고, 이를 개발하는 능력을 유지하고 있음을 시사한다. 다시 말해 러시아는 대 C4I 전략의 일환으로 EO센서에 대한 레이저 기반 대응책을 지속적으로 개발할 것으로 예측할 수 있다.

레이저 위협에 대응하여 광학체계를 보호하는 것은 특히 어렵는데, 그 이유는 이들 체계가 기능을 발휘하려면 특정 파장을 통과시켜야 하기 때문이다. 예를 들어, 중파적외선(MWIR¹⁶) 열상 카메라는 3-5 μm 범위의 빛을 센서에 도달시켜야 하는데, 이 주파대에서 작동하는 레이저를 차단하기란 쉽지 않다. 따라서 정교한 EO센서가 전 세계적으로 확산되는 가운데 레이저 재머의 전력화도 지속될 수 있다.



그림 5 레이저 EO 재머 개발 사례(러시아의 1K17 스자티에는 2018년에 페레스베트 체계가 나올 때까지 러시아가 개발한 마지막 이동식 레이저 체계임)

장갑전투차량(AFV) 도입 시 고려사항

6. 맺음말

중량 및 비용 증가 문제는 승무원의 생존성 개선을 추구하면서, 장갑차 능력을 강화하는 데 중점을 두는 추세를 만들어 냈다. 이러한 추세로 인해 장갑차는 더 비싸졌으며, 각국은 보유 수량을 축소해야 했다.

적은 수량의 장갑차 보유는 심지어 일부 장갑차를 상실할 경우에도 전체 전력에 큰 타격이 발생함을 의미한다. 따라서 장갑차의 방호 능력을 보다 개선해야 하는 필요성이 대두되었으며, 이는 다시 장갑차 유지 및 성능개량에 드는 고비용으로 인해 전력 규모를 더 축소해야 하는 상황으로 몰아넣게 된다.

이러한 추세는 예산 및 전력 운용 태세를 유지하는데 심각한 영향을 미쳤다. 2017년 11월, 독일 레오파르트 2 전차 244대 중 95대만이 실전 배치될 수 있는 것으로 보도됐으며, 2015년에는 영국이 챌린저 2 MBT 18대로 이루어진 완전한 대대를 30일 이내에 운용할 수 없는 것으로 보도됐다.

국방예산의 큰 증가 없이, 기존의 생존성 패러다임이 야기한 이러한 상황을 해결할 수 있는 방안은 성능이 충분히 양호한 경차량을 다량 조달하는 것이 될 수 있다. 비록 경차량은 크고, 무겁고, 값비싼 차량 대비 성능은 떨어지지만, 원정작전 투입 시 군수적 부담은 보다 더 적을 것이며, 더욱 많은 과업 수행이 가능할 수 있다.

많은 국가들이 이러한 방향으로 움직이기 시작했다. 중국은 2018년 12월, 35톤형 Type-15 경전차를 중국 지상군에 도입했다는 보도가 있었다. 이 전차는 비록 티베트와 같은 산악지역에서 주로 운용하도록 설계됐지만, 원정작전 전개에 수반되는 군수지원 수요는 줄이면서도, 더 많은 옵션을 제공할 수 있다.

미국도 공중투하 가능 경전차 MPF¹⁷ 사업을 통해 유사한 접근방법 채택을 검토하고 있다. 이 사업은 2022년까지 미 육군용으로 중량이 22톤~27톤인 경전차를 도입하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 경전차를 갖춘 대규모 전력이 제대로 운용되기 위해서는 충분한 인원을 보유하는 것이 관건이다. 병력 감축이 대세가 되고 있는 시대에서, 많은 국가들은 이러한 전략을 더 이상 채택하기 어려울 수 밖에 없다.

출처 1. The price of quality: Weighing the survivability cost of advanced AFV mission systems, janes.ihs.com (2019. 1. 21.)

인도의 원자력추진잠수함 개발동향

해상수중연구2팀 책임연구원 김윤동

1. 개요

2018년 말 인도는 중국·프랑스·러시아·영국·미국에 이어 탄도미사일 원자력추진잠수함(SSBN¹)을 보유하는 6번째 국가가 됐다. 2018년 11월 5일 인도는 지상 및 공중 기반 전략무기 투발 수단에 이어 전략원자력잠수함을 전력화함으로써 핵억지 능력을 발휘할 수 있는 핵전력 삼위일체(nuclear deterrence triad)를 완성했다. 나렌드라 모디 인도 총리는 최초로 독자 설계·건조한 SSBN 아리한트함이 첫 번째 핵억지 초계 임무를 성공적으로 마쳤다고 선언했다.

공식 소식통이 제인스사에 밝힌 바에 따르면, 배수량이 약 7,600톤인 아리한트함이 비밀리에 4주간 항해에 성공함으로써 1998년 5차례 지하 핵실험을 실시한 이후 20년이 지나서야 비로소 핵억지 삼위일체를 완성할 수 있게 됐다고 한다.



그림 1 인도의 최초의 SSBN 아리한트함

전임 해군참모총장 아룬 프라캐쉬 제독은 “초도 초계 항해를 통해 완전한 작전능력 시연 외에도 원자로를 비롯한 각종 종합체계를 승조원들이 운용할 수 있음을 입증했다”고 했다. 이번 초계 항해를 통해 표준운용절차와 해군의 주요 장거리 수중통신체계 기능을 확인했다고 그는 덧붙였다.

인도의 원자력추진잠수함 개발동향

2. 사업추진 배경 및 개발현황

아리한트함은 비사카파트남 소재 비공개 시설인 함정건조센터(SBC²)에서 건조됐으며, 인도가 1974년 단독으로 지하 핵실험을 실시한 이후 30년 동안 비밀리에 추진해온 선진기술함정(ATV³) 사업의 결과물이다. 이 사업에는 국방연구개발기구(DRDO⁴), 원자력청(DAE⁵), 해군 그리고 러시아 과학기술자 등이 참여했다. 또 중소기업을 포함한 수많은 인도의 국내업체가 참여했다.

이 잠수함은 인도에서 설계됐지만, 프로젝트 670A 스카트 시리즈(찰리 I) 및 프로젝트 667(델타 I) 그리고 더 최근의 프로젝트 885 아센급 원자력추진 순항미사일 잠수함(SSGN⁶)에 이르기까지 몇몇 구소련 시대와 러시아제 잠수함의 일부 요소를 따오거나 결합한 것으로 보인다. 전장 111.6m, 함폭 11m, 흘수 9.5m인 아리한트함은 2016년 8월 인도 해군에서 은밀하게 취역했다.

동력장치에 대해서 자세한 내용은 알려지지 않았으나, 82.5MW 가압경수로(LWR⁷)가 탑재되며, 7엽 프로펠러를 장착해 최고수중속도 24kt, 수상속도 약 10kt인 것으로 추정된다.

주요 무장에는 역시 독자 개발한 K-15/B-05 잠수함발사탄도탄(SLBM⁸) 12발이 장착된다. 4개 수직발사관에서 발사되는 SLBM은 각각 5톤급 핵탄두를 405NM(750km) 거리까지 나를 수 있다.

아리한트함의 핵 억지 초계활동에 대해서는 말을 아끼고 있는 인도 해군은 1970년대에 ATV 사업이 개시된 이래로 총리실에서 SSBN 사업을 전담 관리해왔다고 밝혔다. 총리 및 국가안보보좌관이 감독하는 이 SSBN 사업 예산도 공개되지 않았다.

인도 해군은 2007년 12월에 와서야 ATV 사업의 존재를 인정했는데, 그 전까지만 해도 여러 해 동안 사업의 존재를 부인했다.

사실 이 사업의 뿌리는 거의 반세기 이전까지 거슬러 올라간다. ATV 사업은 DAE 후원하에 중령급 장교가 지휘하는 해군 해양엔지니어링처(DME⁹)의 프로젝트 932 소형함정 사업에 기반을 두고 있다. DME는 원자로를 소형화하며, 적합한 격납용기를 제공해 잠수함 선체에 통합함으로써 원자력추진체계를 독자적으로 설계하는 방안에 대한 타당성 검토 과업을 부여받았다.

프로젝트 932 사업을 시작하게 된 발단은 방글라데시 독립전쟁으로도 불리는 1971년 인도와 파키스탄 간 전쟁이었다. 이 전쟁에서 당시 파키스탄 동맹국이었던 미국은 인도에 압력을 가하기 위해 벵갈만으로 항공모함 기동부대를 파견했다.

이에 인도의 요청에 따라 소련은 블라디보스토크의 원자력추진 잠수함부대를 파견하였다. 당시 인디라 간디 총리는 소련 원자력추진 잠수함의 위력에 영향을 받아 유사 전력을 독자적으로 개발하기로 결정하였다.

프로젝트 932 사업은 순조롭게 진행되다가 1980년께 DAE의 원자로 계획에 하자가 발견되자 거의 중단 될 위기에 처했다. 그러나 사업주무기관이 DRDO로 바뀌면서 ATV 사업이란 이름으로 재개됐다.

ATV 사업은 1988년 1월 인도 해군이 5,000톤형 찰리 I급 원자력추진 공격잠수함(SSN¹⁰)인 차크라함을

소련으로부터 3년간 임대하는 방식으로 도입하면서 탄력을 더 받았으며, 결국 인도가 중국, 프랑스, 러시아, 영국, 미국과 함께 6번째로 이러한 플랫폼을 운영하는 국가 반열에 이르게 되었다. 국제조약에 따라, 원자력추진 잠수함의 판매는 금지되지만, 사거리 300km 이상의 미사일이 탑재되지 않는 한 임대는 허용된다.

러시아 해군 엔지니어 및 요원이 직접 감독하는 차크라함 운용은 비밀로 분류됐다. 단지 소수의 인도 장교, 엔지니어, DAE 과학자들만이 이 함정의 전체적인 운용, 특히 사용후 핵연료(spent fuel)와 관련해 참여가 허용됐다.

차크라함에서 근무한 적이 있는 해군 고위관계자가 제인스사에 밝힌 바에 따르면, 당시 이러한 경험이 토대가 되어 인도가 원자력추진 잠수함사업을 독자적으로 추진할 수 있었다고 한다. 익명을 요구한 퇴역 장성은 “차크라함을 운용하면서 습득한 교훈이 ATV 사업에 적극 반영됐다”고 언급했다.

차크라함 반환 이후, 인도는 추가로 SSN 4~6척을 임대할 계획이었으나, 이 계획은 소련이 해체되면서 무산됐다. 하지만 인도는 ATV 사업에 속도를 내었으며, 그 결과 DAE는 인도 남부 마이소르 지역 인근 라트나할리에서 ‘Rare Materials Project’를 통해 잠수함 원자로용 농축 우라늄을 조달할 수 있게 됐다. 또한 DAE는 ATV용 시제품 LWR을 개발 및 시험하기 위해 칼파캄 지역 인근 소재 마드라스 원자력발전소에 관련 부서를 설립했다. 또 인도는 러시아와 협력협정을 체결해 DAE를 주무기관으로 하는 ATV용 원자로 소형화 사업에 착수했다.

한편, 뭄바이 지역 소재 민간업체인 L&T사는 인도 서해안의 자사 하지라 시설에서 SSBN 선체를 건조하고, 개발 중인 K-15 SLBM을 시험하기 위한 수직발사대 제작업무를 수주받았다. 아리한트함에 533mm 어뢰발사관 3기를 설치한 것도 L&T사였다. 이 어뢰발사관에 사용하는 무기는 확인되지 않았으나, 러시아제 TEST-71ME-NK 형상인 것으로 알려졌다.

다른 민간업체들의 참여도 있었다. WIL사는 아리한트함에 기어박스 및 축계(軸系)를 공급했으며, 타타 파워사 전략엔지니어링 부문은 BAE시스템스사와 협력하여 전투관리체계(CMS)용 전자전콘솔과 플랫폼 관리체계를 설계했다.

인도 국영 BEL사는 DRDO 산하 해군물리해양연구소(NPOL¹¹)가 설계한 USHUS 및 판첸드리아 체계 등 2종의 음탐기 체계를 아리한트함에 공급했다. 판첸드리아 체계는 감시, 수동, 감청, 능동 특징을 통합한 것으로 수중통신체계 기능도 수행하는 것으로 알려졌다.

BEL사는 또한 아리한트함의 CMS 개발을 담당했으며, 일부 이스라엘 및 프랑스 업체들은 기타 체계 및 레이더, 센서, 통신장비, 어뢰대응체계를 납품했다.

ATV 사업에는 수많은 중소기업체들의 노력도 있었다. 이들 중소기업체들은 심해의 매우 높은 압력에 견딜 수 있는 선체 섹션을 용접하는 것에서부터 다수의 파이프, 펌프, 케이블, 압축기, 공조장치 및 발전기를 공급하는 일을 맡아 인도의 국산화 노력을 지원했다.

미국의 HY-80강에 상응하는 러시아산 강재를 이용해 건조한 아리한트함은 7개 구획으로 나뉜다.

2 Ship Building Centre 3 Advanced Technology Vessel 4 Defence Research and Development Organisation

5 Department of Atomic Energy 6 Nuclear Powered Cruise Missile Submarine 7 Light Water Reactor

8 Submarine-Launched Ballistic Missile 9 Directorate of Marine Engineering 10 Nuclear-powered Submarine

11 Naval Physical and Oceanographic Laboratory

추진체계의 경우, 음향감쇠 및 차폐 처리된 직경 약 10m의 600톤급 티타늄 격벽 안에 설치되었고, 그 밖에도 CMS, 플랫폼 관리센터 및 어뢰실 등이 있다.

또 복각구조(double hull)가 특징인 아리한트함은 압력선체 사이의 공간에 밸러스트 탱크를 두고 있다. 그리고 비상시 전력 제공과 기동성 발휘를 위해 예비용 보조엔진 2기와 인입식 추진기(retractable thruster)가 설치됐다.

아리한트함은 2009년 7월에 진수됐으며, 4년 후 탑재된 원자로의 출력이 일정하게 유지되는 임계(Criticality)에 도달해 2014년에 해상시운전을 개시했고, 이후 2년에 걸쳐 무기시험을 실시했다. 취역 시기는 2016년 8월 비공개로 진행되었다.

이 잠수함은 2017년에 첫 번째 핵역지 초계활동을 실시할 예정이었으나, 2017년 초 보도된 바에 따르면, 비샤카파트남 항만에 있는 동안 추진계통 구획이 침수되어 손상을 입었다고 한다. 인도 한 일간지의 2018년 1월자 보도에서 “10개월 전 플랫폼 후부에 있는 해치(hatch)가 열린 채 방치되어 물이 잠수함 안으로 들어왔다”고 밝혔으나, 정부는 이 같은 보도에 대해 공식적으로 확인도 부인도 하지 않았다. SSBN의 핵역지 초계는 2018년 10월께 마침내 실시됐다.



그림 2 러시아에서 2022년까지 임대하여 독자 개발한 원자력추진잠수함의 훈련용으로 운용되는 차크라함

아리한트함 승조원들은 처음에 방갈로르 소재 소프트웨어 업체가 개발한 시뮬레이터를 이용하여 비샤카파트남 소재 해군수중전학교인 사타바하나 잠수함 훈련소에서 SSBN 운용 교육을 받았다. 이후 작전훈련은 프로젝트 971 슈카-B(아쿨라)급 SSN을 이용하여 실시되었다. 이 잠수함 역시 2022년까지 기한 10년 조건으로 러시아로부터 9억 2,000만 달러의 비용으로 임대한 것으로, 종전에 임대한 잠수함과 같은

인도의 원자력추진잠수함 개발동향

명칭인 차크라함이다. 인도는 이 두 번째 차크라함을 반환하면, 또 다른 SSN을 임대하기 위해 러시아와 현재 사전 협상 중이다.

한편, 2017년 11월 니르말라 시트하라만 국방장관은 SBC에서 조용히 거행된 행사를 통해 주문한 아리한트급 SSBN 4척 중 두 번째 함정 아리그하트함을 진수했다. 아리그하트함은 현재 최종 의장작업 중이며, 2020~21년에 취역할 것으로 예상된다.

현재 S4함 및 S4*로 명명된 잔여 SSBN 2척은 약간 개조가 이루어질 것으로 예상된다. 가령 배수량을 약간 크게 하고, 사거리가 각각 3,500m 및 6,000m인 개발중인 K-4 및 K-5 SLBM으로 무장할 것으로 추정된다.

DRDO, DAE 및 해군은 이들 함정 이외에도, 새로운 SSN을 설계하는 단계에 있으며, 이들 SSN 중 6척은 6,000억 루피(INR)로 추산되는 예산 지원으로 도입할 수 있도록 2015년 2월 국방부가 승인했다. 이 SSN은 SSBN과 마찬가지로 SBC에서 건조되어, 비샤카파트남 지역 남쪽 50km 거리에 위치한 람빌리에서 새롭게 건설 중인 INS 바르샤 해군기지의 콘크리트 건조물 내에 수용될 예정이다.

3. 잠수함 통신체계 관련 사항

인도는 또한 잠수함 전력 전체를 위해 중요한 수중통신체계 개발에도 힘쓰고 있다. 해군은 2014년 7월 인도 동부해안에 있는 VLF 통신기지를 개보수했다. 해군 관계자들이 제인스사에 밝힌 바에 따르면, 첸나이(중전 마드라스) 주 수도 남서쪽 700km 거리에 있는 티루넬벨리 지역 INS 카타봄만의 통신체계는 해군이 1990년 이래 운용해오고 있는 같은 지역의 유사한 VLF 시설을 보다 발전시킨 것이라고 한다.

이 VLF 기지는 2007년~2022년 기한의 국방부 장기통합계획(Long Term Integrated Perspective Plan)과 해군의 해양능력확보계획(Maritime Capability Perspective Plan)에 따라 승인된 해군의 프로젝트 앰버(Project Amber) 사업에 따라 L&T사가 건설했다. 이들 두 계획에 따라, 세 번째 VLF 기지가 향후 8~10년에 걸쳐 인도 남동부 안드라프라데쉬 해안에 위치한 티루넬벨리 지역 북쪽에 설치될 예정이다.

VLF 기지는 동일한 기지에 있는 핵방호 벙커 내 ELF 시설로 보강되는데, 이 시설은 전반적인 ATV 사업의 일환으로 2012년 초에 개소됐다. 이 시설은 또한 무르만스크 인근에 있는 러시아의 ZEVS 시설과 유사하기 때문에 인도는 미국과 러시아에 이어 이러한 종류의 기지를 운용하는 세 번째 국가가 된 셈이다.

인도의 원자력추진잠수함 개발동향

4. 맺음말

고위급 장교들이 언급한 바에 따르면 비록 아리한트함이 초계 항해에 성공했지만, 탑재하는 K-15 미사일 타격거리가 상대적으로 짧아 경쟁국인 중국이나 파키스탄을 억지하기에는 부적절하기 때문에 결과적으로 핵전략의 3개축 중 한 축의 신뢰성을 저하시킬 수 있다고 한다.

이러한 격차는 11,000톤형 Type 094 진급 SSBN 4척(각 잠수함은 추정 사거리 7,500km인 JL-2 SLBM 12발로 무장)과 5,500톤형 Type 091 한급 SSN 3척으로 구성된 중국의 함대와 비교해볼 때 특히 현저하다. 중국 해군은 또한 인도가 따라오지 못할 속도로 전력 격차를 벌이는 데 더 주력하고 있는 실정이다.

출처 1. Strategic deterrent: INS Arihant completes India's nuclear triad, Jane's by IHS Markit (2019. 1. 4.)

2. Russian Navy looks to extend Akula SSN life, Jane's by IHS Markit (2019. 2. 14.)

미국 훈련기 개발동향

항공유도연구1팀 선임연구원 나영호

1. 개요

2018년 9월 27일 미 공군은 351대의 고등훈련기(APT¹ T-X)와 46대의 지상기반훈련체계(GBTS²)를 조달하여 기존의 T-38C 제트훈련기를 교체하는 최고 92억 달러 상당의 계약을 보잉사와 체결했다.

미 공군의 제안요청서에 명시된 요구조건에 따르면 APT T-X 항공기는 고가의 5세대 항공기가 사용되는 비행훈련부대의 훈련을 보다 저렴한 훈련기로 바꾸고, 충실도가 향상된 지상기반훈련체계(GBTS)는 학생 조종사 교육을 개선하고 다양한 공중 비행 훈련을 시뮬레이터로 전환할 예정이다.

2. 미국 공군 훈련기

가. 역할 및 임무

훈련기는 주로 승무원이나 조종사의 비행 훈련을 위해 설계된 항공기로 정의된다. 훈련기의 기능에는 전후 복좌식 비행 제어, 조종실 간이 배열 및 학생 조종사가 항공기를 안전하게 조작할 수 있는 기타 요소들이 포함된다.

현재 미 공군 조종사 훈련기는 주로 T-6 텍산 II, T-1A 제이호크, T-38 탈론으로 구성되어 있다. 조종사 후보는 일반적으로 T-6로 시작하여 자신에게 최종 배정될 항공기 종류(전투기, 화물기 등)에 따라 다른 항공기로 이동한다.

나. T-6 텍산 II



그림 1 T-6A 텍산(Texan) II

T-6 텍산 II 훈련기는 합동기본조종훈련(JPPT³)에서 미 공군과 미 해군에게 공통되는 기본적인 비행 기술에 대해 학생 조종사를 훈련하기 위해 설계된 단발 엔진, 복좌식 터보 프롭 항공기이다. 비치/필라투스 PC-9 Mk II의 군용 버전인 T-6의 제조사는 처음에 레이시온 에어크래프트사였다가 이후 비치크래프트사로 바뀌었다. 미 공군은 2000년 5월에 T-6를 구입하고 그 해에 이 항공기로 훈련을 시작하였고, 2001년 미 공군과 미 해군은 T-6를 조지아주 무디 공군기지의 합동주조종사교육사업 기본 훈련기로 사용하기 시작했다.

이 항공기는 교관과 훈련병 좌석을 바꿀 수 있는 전후복좌식(앞뒤로 조종사 착석)이며, 여압 조종실, 내중력 체계, 첨단 항공전자 패키지, 사출 좌석, 완전 곡예비행 제어 등의 기능이 있다.

다. T-1A 제이호크



그림 2 T-1A 제이호크(Jayhawk)

저항 및 추가 연료 탱크를 구조적으로 강화한 점이다. 조종실은 교관 조종사 한 명과 학생 조종사 두 명이 탑승할 수 있도록 구성되었다.

라. T-38C 탈론



그림 3 T-38C 탈론(Talon)

T-38C 탈론은 합동특별학부조종훈련(JSUPT⁶)에 사용되는 쌍발 엔진 고고도 초음속 제트 훈련기이다. 이 기종은 전투기 및 폭격기 비행에 선정된 조종사를 훈련하는 데 사용된다. 다른 버전의 T-38는 공군전투사령부(ACC⁷), 공군군수사령부(AFMC⁸), 미 항공우주국(NASA⁹)에 배정되어 다양한 역할을 수행하고 있다. T-38은 오랜 역사의 운용의 경제, 정비 용이성, 고성능, 탁월한 안전성을 자랑한다. T-38은 노스롭그루먼사에서 생산하였고, 1959년에 초도 비행했다. 1961년부터 1972년 사이 1,100대 이상의 T-38이 미 공군으로 납품되었다. 이 항공기에는 후퇴익, 전륜형 착륙 장치, 조종 가능 앞바퀴가 장착되어 있다. 디지털계기 조종석 및 통합 항공전자기기 시험장치, T-6A와 유사한 전후복좌식 좌석이 포함되어 있다. 전력화 이후 T-38은 미 공군 조종사 6,000명 이상이 훈련용으로 사용하였다. T-38은 미군 외에도 독일,

한국, 대만, 터키에서 운용 중이다.

운용 중인 T-38에는 설계 개량이 다수 수행되었다. 2007년 보잉사는 주요 항공전자장치세트를 T-38A/B 모델로 개량하여 463대의 T-38을 T-38C로 전환하였다. 노스롭그루먼사는 교체용 날개 세트를 개발 및 납품하여 T-38C의 수명을 연장했다.

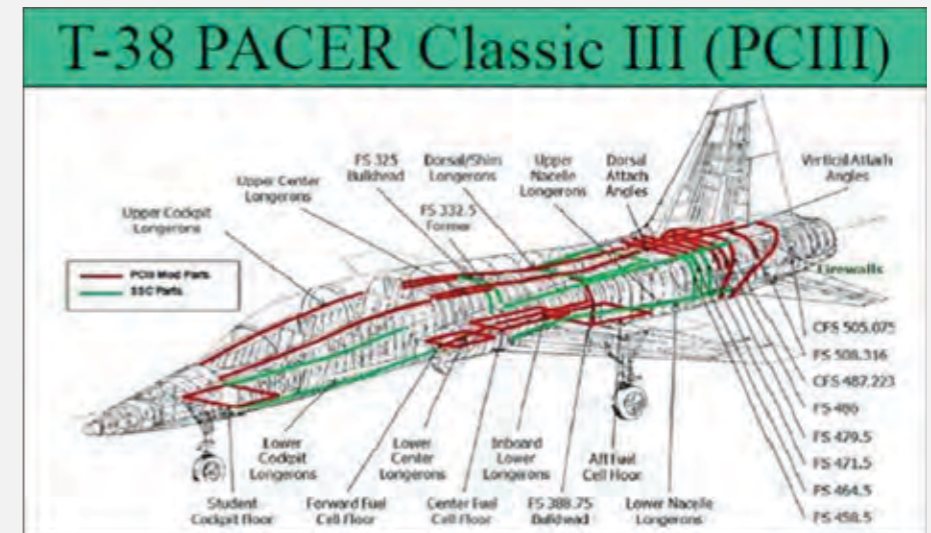


그림 4 T-38 PACER Classic III 구조 개조

2015년 미 공군은 PACER Classic III 라는 구조적 현대화 사업에 착수했다. 이 사업은 구조적 성능개량 수정 키트 180개를 조달하여 운항중단 위험이 큰 T-38C 항공기의 구조적 무결성을 보장하여 항공기 수명을 2029년까지 연장한다. 구조적 작업에는 다른 작업보다도 사출좌석, 세로대, 착륙 장치, 브레이크, 비행 조종 장치, 캐노피 교체가 포함된다.

T-38C는 미 공군, 해군 및 북대서양조약기구(NATO¹⁰) 조종사의 훈련용으로 사용되고 있다. 그 외에 미 공군과 미 해군의 비행 시험 조종사와 비행 시험 기술사가 T-38A로 훈련 받는다. T-38C는 최전선 전투기 및 폭격기 조종사들이 F-35를 제외한 모든 미 공군 전투기를 운용할 수 있도록 대비하는 데 현재 사용하고 있는 훈련기이다. 그 외에도 NASA는 T-38C를 미래 우주 비행사 훈련용으로 사용하고 있다.

4 Specialized Undergraduate Pilot Training 5 Undergraduate Pilot Training 6 Joint Specialized Undergraduate Pilot Training

7 Air Combat Command 8 Air Force Materiel Command 9 National Aeronautics and Space Administration

10 North Atlantic Treaty Organization

마. 훈련기체계 요구조건



그림 6 APT 프로그램 항공기 체계규격서

미 공군은 2031년까지 전체 전투공군의 60%가 5세대 항공기가 될 것이기 때문에, 공군은 미래 전투기 및 폭격기 조종사를 훈련시킬 현대적 항공기가 필요하다고 주장한다. 미 공군의 2009년 초기능력기술서(ICD)는 현재의 T-38C는 고등훈련기에 필요한 18개 임무 과업 중 12개를 달성할 수 없음을 보여준다. 이 과제에는 고중력가속도(High-G) 훈련, 고등 공대공 기술세트, 최신 센서를 이용한 자료 융합과 같은 고등 조종실/승무원 자원 관리 과업이 포함된다. 현재, 정규훈련부대는 12개의 과업을 수행하고 있고, 학생 조종사들은 실제 4세대 및 5세대 전투기 및 폭격기를 이용하여 높은 운용비용을 들여 훈련하고 있다.

신규 훈련기가 미 공군이 파악한 18가지 임무 과업을 충족하기 위한 특정 체계 요구조건은 APT T-X 체계 규격서에 자세히 설명되어 있다. 미 공군이 2016년 12월 30일 발표한 최종 제안요청서(RFP) 입찰공고에는 체계 규격서가 포함되어 있다.

바. 지상기반훈련체계 요구조건

지상기반훈련체계(GBTS) 요구조건에는 시뮬레이터, 훈련장비, 컴퓨터기반훈련체계, 학습도구들이 포함되어 있다. 지상기반훈련체계 요구조건에서 가장 큰 비중은 시뮬레이터이며 항공승무원훈련장비(ATD²⁰)라고 부른다. 항공승무원훈련장비는 다시 부대훈련장비(UTD²¹), 작전비행훈련기(OFT²²), 무기체계훈련기(WST²³)로 나뉜다.

가장 기본적인 항공승무원훈련장비(ATD)는 부대훈련장비(UTD)이다. ATD는 일반 절차, 계기, 응급 절차 훈련을 제공한다. 기본 용도는 계기 및 항법 훈련, 지상 및 체계 절차, 응급 절차 등 기본적인 비행 업무를 훈련하는 것이다.

작전비행훈련기(OFT)는 고급비행로와 전투기기초입문과정(IFF)의 과업을 훈련할 수 있는 네트워크로 연결된 시뮬레이터 능력을 제공한다. OFT는 UTD보다 우수한 훈련 능력을 제공하여 시계 비행 패턴 및 착륙, 기본 편대 비행, 저수준 작전 등이 가능하다. OFT 시뮬레이터 연결 능력은 가상전장에서의 편대 비행 훈련을 할 수 있는 능력을 부여한다.

무기체계훈련기(WST)도 OFT와 유사하게 연결된 시뮬레이터 네트워크이다. OFT의 능력 외에 WST는 시야각이 향상되어 학생들이 기본전투기 기동에서 훈련을 할 수 있다. WST는 전투기 편대 비행 및 전술적 기동 훈련에 매우 중요하다.

지상기반훈련체계(GBTS)은 교관 기반 훈련 및 컴퓨터 기반 훈련을 포함하기 위한 양방향 멀티미디어 교수법(IMI²⁴)을 모두 포함할 예정이다. 미 공군은 또 항공기 정비 훈련의 모든 측면이 IMI에 통합될 것을 요구했다. IMI 체계는 웹 기반이어야 하며, 학생 관리 체계와의 원활하게 커뮤니케이션을 제공해야 한다.

미 공군에 따르면 첨단 센서와 실제 항공기 조작 특성을 모의할 수 있는 고충실도 지상기반훈련체계(GBTS)는 보다 정확한 시뮬레이션 비행 훈련을 가능하도록 하여 비탐승 훈련(항공기에서 시뮬레이터로 이동한 훈련)을 보다 용이하게 만들 것이다. 시뮬레이터 훈련을 전통적인 스틱-스로를 비행에서 센서 구동 전술로 진화시키려는 열망이 고급 데이터통신, 멀티스펙트럼 센서 융합, 고급 조종실/승무원 자원관리라는 직접적인 결과를 낳았다. 지상기반훈련체계(GBTS)가 제공한 성능의 수준이 얼마나 많은 훈련을 시뮬레이터를 이용한 비탐승 체제로 전환할 것인지를 결정하는 주요 요소가 될 것이다.

4. 미 차기 고등훈련기(APT T-X) 프로그램 예비제안자

항공우주분야 업체 파트너십 5곳이 고등훈련기(APT) 경쟁 입찰 의사를 밝혔다. 각 합자회사의 자세한 제안 정보는 수주 경쟁의 특성상 제한적으로 공개되지만, 고등훈련기 입찰을 예상한 일부 마케팅 정보는 이미 드러나 있다.

가. 보잉-사브 T-X



그림 7 보잉-사브 T-X

2013년 12월 보잉사와 사브사는 미 공군의 고등훈련기(APT) 교체 사업을 예상하고 특수 제작 훈련기 개발을 위한 파트너십을 결성했다. 2016년 9월 13일 미주리주에 있는 보잉사 세인트루이스 공장에서 단발 엔진, 쌍미익, 스태디움 좌석 훈련기가 공개되었다. 보잉사에 따르면 T-X는 시제기가 아닌 생산형 항공기이다. 2016년 12월에 2대의 T-X가 이미 초도비행을 마쳤다. 보잉사는 이 특수 제작한 훈련기가 애초부터 지상기반훈련체계를 포함하고 이를 지원하도록 설계되었다고 주장한다. 항공기의 부품은 스웨덴에서

제작되었고, 미주리주 세인트루이스 공장에서 최종 조립되었다. 보잉사는 계약을 수주할 경우 어디에서 항공기를 제작할 것인지 발표하지 않았다.

미국 훈련기 개발동향

나. 노스롭그루먼-BAE-L-3 모델 400



그림 8 노스롭그루먼-BAE-L-3 T-X 시제기

2011년 말 노스롭그루먼사와 BAE시스템사는 T-38C 교체 사업 입찰에 단발 엔진 BAE 호크(BAE Hawk)를 제안할 것이라고 발표했다. 그러나 2014년에는 새로 특수 제작한 제트 훈련기 체계를 제안할 것이라고 발표했다. 노스롭그루먼사 관계자들은 새로운 설계가 호크보다 미 공군의 요구조건에 더 충실하다고 전했다. BAE시스템사 및 L-3사와의 제휴를 통해 지상기반훈련체계와 훈련 장비를 결합하여 통합 훈련 체계를 제작할 예정이었다.

2016년 8월에는 단발 엔진, 단미익, 복좌형 T-X 시제기가 캘리포니아주 모하비 항공우주항(Mojave Air and Space Port)에서의 고속 활주 테스트에서 높은 성능을 보였다. 항공우주 분석가에 따르면 시제기는 교체하려는 노스롭 T-38C와 설계가 유사하다. 2017년 2월 1일자 디펜스 뉴스지 보도에 따르면, 노스롭그루먼-BAE-L-3 Comm은 “회사 및 주주들의 이해에 맞지 않아” T-X 계약 경쟁 입찰에 포함시키지 않기로 결정했다.

다. 록히드마틴-한국항공우주산업 T-X



그림 9 록히드마틴-KAI T-50A

록히드마틴사와 한국항공우주산업(KAI²⁵)은 T-50 항공기를 현대화한 T-50A를 고등훈련기(APT) 경쟁용 체계로 공동 개발했다. 회사 관계자에 따르면 T-50 항공기로의 블록 성능개량에는 공중 재급유 능력, 탑재모의훈련(ET²⁶), 개방형 시스템 아키텍처, 5세대 조종석이 추가로 포함된다. T-50 항공기는 한국항공우주산업(KAI)과 록히드마틴사가 2002년 설계하였고, 한국, 인도네시아, 태국, 필리핀, 이라크에서 훈련기로 사용되고 있다.

라. 레오나르도 T-100



그림 10 레오나르도 T-100

T-100은 현재 이탈리아, 이스라엘, 폴란드, 싱가포르에서 사용 중인 M-346 훈련기의 파생형이다. 레오나르도사는 T-100이 선정될 경우 앨라배마주 터스키기의 새로운 공장에서 제작될 것이라고 밝혔다. 레오나르도사는 원래 제너럴 다이내믹스사와 제휴를 맺었으나, 이후 레오시온사와 제휴를 맺고 T-100을 제안했다. 2017년 2월 레오나르도사는 미국 자회사인 DRS를 주요 계약자로 하여 단독으로 경쟁 입찰에 응찰할 계획을 발표했다.

마. 시에라네바다-터키항공우주산업 T-X

시에라네바다(Sierra Nevada)사와 터키항공우주산업의 제안서는 T-X 경쟁 입찰에 마지막으로 응찰한 것으로 발표되었다. 애비에이션 워크지에 따르면 “이 두 회사는 복합재료로만 제작된 경량 훈련기를 개발하기 위해 콜로라도주 센터니얼에 조용히 프리덤 에어크래프트 벤처(Freedom Aircraft Ventures)사를 설립하였다.” 이 제안서에 관한 다른 정보는 공개되지 않았고, 이 팀이 응찰했다고는 전해지지 않는다.

출처 1. Advanced Pilot Training (T-X) Program, CRS Report (2018. 10. 1.)

155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

기동화력연구1팀 책임연구원 박영일, 선임연구원 양영규

1. 개요

포탄용 추진장약체계(PCS¹) 발전에는 논리적으로 뚜렷한 패턴이 없다. 대개 체계 내부의 개별 장약 패키지는 보통 약포(Cloth Bag)로 포장되었고, 크기, 형태, 무게, 추진제 특성만 다를 뿐이었다. 개별 장약 패키지들은 이러한 방식으로 제공되기 때문에 종종 보조장약(Increments) 제거가 불가피했다. 이는 추가 비용 발생과 준비 및 취급 시간의 증대를 초래했다. 지난 수년 동안, 포수들은 보통 불필요한 장약과 보조장약 일부를 소각하여 처리하는 것을 작전활동의 필수적인 부분으로 받아들여 왔다.

2. 추진장약체계 개발현황

1980년대 후반 소진탄피(CCC²) 등장으로 모듈형 추진장약(MPC³) 체계가 도입됐다. 실제로 155mm MPC 체계는 딱딱한 소진장약탄피를 사용하는 다수의 밀폐되고, 균일한 실린더형 패키지(보통 모듈로 지칭)로 구성됐다. 개별 모듈을 결합함으로써 낭비를 없애고, 취급을 용이하게 하며, 전통적인 약포형 방식에서처럼 작전 사거리 유효성을 확보할 수 있는 PCS를 만들 수 있다. 딱딱한 소진장약탄피는 또한 점점 더 증가되고 있는 자동화 장전체계 도입 추세에도 적합하다. 즉, 종래의 약포형 방식과 달리 자동장전이 가능하다는 장점이 있다. 또 모듈형 장약체계(MCS⁴)는 운용 방식이 간단하기 때문에, 사람에 의한 실수 가능성이 낮으며, 그 결과 특수훈련 필요성이 더욱 줄어든다.

프랑스, 독일, 이탈리아, 영국 및 미국은 155mm 6개 모듈 MCS를 위해 NATO 공동탄도양해각서(JBMoU⁵)를 채택했으며, 이를 통해 중요 인터페이스 및 요구되는 중복 범위를 합의했다. 이 합의 결과, FH-70에 장착된 39구경장 포신의 18리터 약실에 5개 모듈을 사용할 수 있는 한편, 52구경장 포신의 23리터 약실에는 6개 모듈을 사용할 수 있게 됐다.

각 호(号)에 대한 사거리 분포는 공급업체별로 약간 상이하나, 일반적으로는 다음 표와 같다(모든 포구속도(MV⁶)는 공칭값이다).

표 1 장약별 JBMoU 사거리 범위

장약	사거리 범위	포구속도(MV)
1호	3,200-7,600m	300m/s
2호	5,400-11,700m	425m/s
3호	7,300-14,500m	525m/s
4호	10,400-19,800m	687m/s
5호	13,400-24,500m	822m/s
6호	16,900-30,000m	945m/s

대부분의 모듈형 장약은 표와 같이 사거리 요구조건 이외에도 이제 저취약성탄약(LOVA⁷)의 기폭 및 확산 안전 요구조건을 충족시킨다.

일반적으로, 각 모듈은 길이가 약 152mm이며, 원통형 부스터를 통해 중앙 점화된다.

그러나 MCS는 기대와 달리 처음부터 낮은 호(号) 수의 장약과 관련해 어려움에 봉착했다. 실용적인 측면에서 최소 2개 모듈의 운용이 효과적인 것으로 판단됐다. 모든 모듈을 동일한 추진제로 충전할 경우(가장 높은 호 장약 및 사거리를 위해 최적화된 형태), 단지 1개 모듈을 사용하면 긴 포신에 스티커(sticker)가 발생할 수 있다. 또 2개 모듈을 사용하면 종종 불규칙한 연소로 인해 사격 후 포강 내 불연소 추진제 및 잔사를 남기고, 사거리도 일관성이 없게 된다.

이에 몇몇 생산업체들은 접근방법을 약간 달리 했다. 기저부의 2개 모듈은 더 높은 호 모듈과 상이한 것으로 즉시 식별 가능하도록 했으며, 더 빠르게 연소하는 추진제를 사용했다. 이것은 나중에 BMCS⁸로 알려지게 됐다. 이러한 방식은 6개 장약 전체에 대해 동일한 최대 성능 추진제를 사용하는 난점을 극복할 수는 있으나, 원래 단일 모듈형의 전반적 단순성은 희생되는 결과를 초래한다. 다른 다중모듈 접근방법도 가능하나, 전체 체계가 과도하게 복잡하게 될 수 있고, 응력 조건에서 오류 발생 가능성이 높게 된다.

미국에서 처음으로 알려진 MCS 개발은 1980년대에 미 육군 탄도연구소(Ballistic Research Laboratory)가 추진했다. 이 MCS는 1호 장약에 XM215, 2~4호 장약에 XM216을 사용해 M198 곡사포를 단거리와 중거리 사격에 운용할 수 있도록 했다. 전자의 경우 독립 모듈을 구비한 반면, 후자는 2호 장약에 A모듈 1개, 3호 장약에 A모듈 1개 및 B모듈 1개, 4호 장약에 A모듈 1개 및 B모듈 2개를 구비했다. 장약 모듈은 2개의 상이한 모듈에 막대의 홈 및 길이를 달리한 M31A1 다기 막대형(Slotted-Stick) 추진제를 사용했다.

높은 호 장약은 여전히 표준 M203A1 완전 추진 장약이 사용됐다. 이 모듈형 장약은 1990년에 분류된 형태이나, 미국이 중국에는 NATO JBMoU를 채택했기 때문에 실용화되지는 않았다.

3. 국가별 모듈형 PCS 개발동향

가. 중국

노린코(Norinco, 중국북방공업공사)는 이중모듈식 155mm 장약체계를 2009년 초에 공개했다. 이 장약체계는 기저부에 BC1 모듈, 상부에 BC2 모듈로 구성됐다. 노린코에 따르면, 이들 모듈이 NATO 155mm 체계와 호환성이 있으며, 155mm L/39, L45, L/52 체계에서 발사할 수 있다고 한다. 전형적인 155mm L/52는 BC2 모듈 6개를 사용해 최대사거리를 달성하는 한편, L/39 체계는 5개 모듈을 사용한다. 구조상 약간의 차이점은 야간 사격 시 2종의 장약이 서로 구분이 된다는 점이다.

나. 프랑스



그림 1 넥스터사/SNPE사 MPC 모듈

넥스터(Nexter Ammunition Business Group, 종전 GIAT사) 및 SNPE사가 기계식 자동장전 체계로 장전할 수 있고, NATO JBMoU에 부합되는 155mm MCS를 개발했다. 이 체계는 1호 및 2호에 BCM⁹, 3호 및 5호(L/52 무기의 경우 6호)에 TCM¹⁰을 사용한다. 추진제를 위한 완전 연소가능 용기는 동일한 설계에 기반을 두고 있으며, 양면을 사용할 수 있다. TCM은 무게가 2.8kg이며, HUX 다기 막대형(Multibase Stick) 추진제를 포함하는 한편, BCM은 무게가 2.1kg이며, 입자형(granular) 추진제를 포함한다.

두 개 모듈 모두 중앙 핵심 장치를 구비하고 있기 때문에 마모방지 및 동제거제(decoppering agent, 포신보호제)가 포함됐다. 시험은 주로 세자르(Caesar) 트럭 탑재 차륜식 자주포 또는 155 AU F2 자주포 체계로 개조된 155mm 52구경장 화포를 이용해 실시했다. 155 AU F2 자주포의 경우, 장약과 탄피의 취급 및 장전이 완전 자동화되어 있다. 모듈형 장약 설계는 39구경장~52구경장 포신을 가진 모든 해외의 화포 사용을 염두에 두었다. 모듈형 장약의 운용 온도는 -33℃~+63℃, 저장 온도는 -33℃~+71℃이다.

이 사업은 넥스터사가 주도하는 협력적 개발사업으로, 프랑스 병기본부(DGA¹¹)와 체결한 계약에 따라 SNPE사가 주 하청업체로 참여한다. 넥스터사와 SNPE사가 야포체계를 위해 종전 추진장약 4개를 결합했으며, 여기에는 CN 155 AU F1-GCT 자주포에 적용되는 첫 번째 견고한 소진탄피 장약 'Douille Combustible'이 포함된다.

작업의 대부분은 SNPE사, 넥스플로 보포스사 및 파트리아(Patria)사 간 합작업체인 유렌코(Eurenco)사가 담당했다. GIAT사/유렌코사 체계는 1호 및 2호에 BCM(단기 다공성 입자 포함)을 3호~6호에 TCM(다기 입자 또는 사전 파편화된 막대 포함)을 사용하는 개념을 유지하고 있다. 이들 장약은 프랑스로부터 MURAT(둔감탄) 인증을 취득했다. 넥스터사의 MCS는 생산되어 현재 운용 중이다.

155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

다. 독일



그림 2 DM72(MTLS) MPC 체계

라인메탈 데텍(Rheinmetall DeTec)사(현 라인메탈 디펜스사)가 독일 육군의 155mm 52구경장 PzH 2000 자주곡사포(6개 모듈), 39구경장 자주 M109A3G 체계 및 견인형 FH-70 체계(5개 모듈)를 위해 MTLs(Modulares Treib Ladungs System)로 알려진 모듈형 추진장약체계인 DM72를 생산하기 시작했다. DM72는 1996년 독일 연방군용으로 품질인증을 받았다. 따라서 라인메탈 데텍사는 완전한 모듈형 MCS의 생산단계에 도달한 첫 번째 업체라고 할 수 있다. 아사우(Aschau) 지역 소재 니트로케미(Nitrochemie)사가 독일 및 노르웨이 육군을 위해 모듈을 제작했다. 라인메탈 디펜스사가 지분의 51%, SME¹²사가 49%를 보유한 니트로케미사는 1998년에 모듈 200,000개를 생산했다.

노르웨이가 1998년에 모듈 250,000개를 초도 발주를 했으며, 최종 납품이 2001년에 이루어졌다. 이 주문에는 노르웨이 및 독일 주문에 대해 DYNOS로부터 헥소겐(hexogen) 폭약을 구매하는 절충교역이 포함됐다. 말레이시아가 1998년에 발주했으며, 현재 이들 장약을 사용하고 있다. 그리스가 2001년 시험사격을 실시한 이후, PzH 2000 차량에 이 체계를 도입하기 시작했다. 프랑스 육군이 자국산 체계를 도입할 때까지 DM72 장약을 구매했으며, 프랑스가 제작한 세자르 자주포 및 넥스터사의 LU-211 IM 발사체에 대한 품질 인증을 획득했다. DM72는 또한 이탈리아군에도 채택됐다. 스웨덴은 국제 표준화, 특히, 인접국인 노르웨이와의 표준화를 달성하기 위해 2009년 8월 DM72/82 체계를 채택했다.

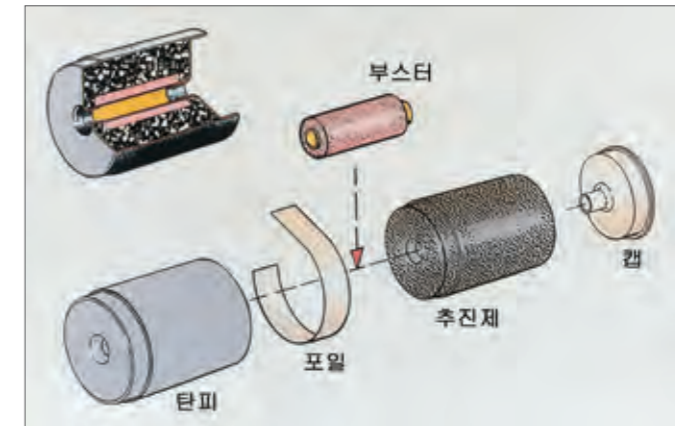


그림 3 라인메탈사 DM72 MPC 체계 모듈의 주요 구성요소

DM72 체계를 추가로 개선한 제품이 DM82 체계다. 이 체계는 2000년 중에 품질인증 시험을 거친 후, 더욱 빠르게 연소되는 추진제를 사용했다. 추가 개선을 거친 후 DM92 체계가 생산됐으며, 이 체계는 독일 육군의 역외 전개 가능성 및 국제 수요에 대응하여 상부 사격온도 한계를 +63℃로 확장시켰다. DM92 개선은 라인메탈 니트로케미사가 2년 동안 자체 자금을 투입하여 추진했으며, 독일 국방기술조달청(BWB)이 2004년 6월, PzH 2000에 대해 인증을 부여했다. 네덜란드 육군은 DM92를 구매하여 아프가니스탄에 배치된 PzH 2000 포대에 사용했다. 호주 육군은 GIWS SMArt 155탄에 사용하기 위해 DM92를 채택했으나, 엑스칼리버(Excalibur)탄에 사용하기 위해 미국의 모듈형 야포 장약체계(MACS¹³)도 채택했다. DM92는 또한 터키의 팬터(Panter) 및 피르티나(Firtina) 곡사포용으로 승인도 받았다.

모든 모듈은 동일하며, 추진장약을 수용하기 위해 2개 부분으로 된 완전 소진가능 용기로 구성됐다. 각 모듈의 한 측면에는 돌출된 깃이 장착됐으며, 이 깃은 다음 모듈에 있는 고리 형태의 홈과 연결된다. 점화 소자는 중앙에 중심축과 나란히 위치해 있어 어느 방향으로도 점화가 가능하다. 모듈 내부에는 아연 박막 조각이 있어 동제거제로 사용된다.

동일한 MV를 고려할 때, 이러한 장약체계를 사용하는 것이 배치된 약포형 장약을 사용하는 것보다 최대 가스 압력 및 튜브 침식을 상당히 감소시키는 것으로 주장되고 있다. MV 표준편차는 모든 호 장약에 대해 2m/s 이하이며, 점화 지연시간은 300ms 이하이다.

5개 모듈(5호)이 39구경장 약실 체적을 완전히 활용하지 않기 때문에 라인메탈 니트로케미사가 MV를 35m/s만큼 증가시키는 절반 모듈을 개발했으나, 여전히 무기의 압력 한계 내에 있었다.

라. 인도

OFB¹⁴가 인도 국방연구개발기구(DRDO¹⁵) 산하 고에너지물질연구소(HEMRL¹⁶)와 협력하여 데넬(Denel)사 자회사 솜켄(Somchem)사와 체결한 기술이전(ToT¹⁷) 계약을 통해 BMCS를 개발했다. 기저부의 저호 모듈은 M-91로, 3~6 모듈은 M-92로 명명됐다. 이 중에서 3~5 모듈은 39구경장 무기와 함께 사용되며, 45구경장 및 52구경장 무기를 사용할 때 6번째 모듈이 추가됐다. 45구경장 무기는 단지 저호의 모듈을 다 사용할 수 있다.

M-91 모듈은 단기 추진제를 사용하며, 무게가 1.9kg인 반면, M-92는 삼기 추진제를 사용하며, 무게가 2.7kg이다. 각 모듈의 길이는 167mm이다. 이 BMCS는 현재 1일 모듈 생산 능력이 1,000개인 OFN¹⁸에서 생산된다.

마. 이탈리아

짐멜(Simmel Difesa)사(현재 벡스터 ABG¹⁹ 산하 업체)가 155mm MCS를 개발했으며, 이 체계는 기계식

155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

자동장전체계와 완전한 호환성이 있으며, NATO JBMoU를 충족시킨다. 이 BMCS 또한 NATO의 둔감탄 요구조건을 충족시키며, 운용 온도는 -46℃~+63℃, 저장 온도는 -46℃~+71℃이다.

바. 이스라엘



그림 4 IMI사 UMACS 모듈

이스라엘 IMI²⁰사가 155mm UMACS²¹(단일모듈형 장약체계-IMI사 설계 명칭 CL 3317)를 개발하고 있으며, 이 체계는 NATO JBMoU에 부합된다. UMACS의 경우, 모든 모듈이 대칭적으로 되어 있으며, 어느 방향으로도 장전할 수 있다. 수동 장전 시, 모듈들은 소진 가능 추가 링을 이용해 함께 결합된다. 이 체계는 독특하고 고도의 신뢰성을 갖춘 점화체계를 포함하며, 이 점화체계는 양끝 어디에서든 점화할 수 있다. M30A1 입자형 추진제를 사용하며, 모든 모듈에는 동일한 추진제가 들어 있다. 각 모듈에는 또한 섬광과 포신 마모를 감소시키는 첨가제가 들어 있다. 52구경장 포신에서 발사되는 4M(4개 모듈) 모듈형 장약은 MV가 940m/s이며, 39구경장 포신에서 발사되는 3M(3개 모듈) 모듈형 장약은 MV가 750m/s이다.

IMI사는 또한 UMACS와 유사한 155mm BMACS²²(이중모듈형 장약체계)를 개발했으며, 이 체계에는 고체 추진 장약 2개(TCM 및 BCM)가 들어 있다. 52구경장 포신에서 발사되는 M662 상부(6개 모듈) 모듈형 장약은 MV가 940m/s이며, 39구경장 포신에서 발사되는 M662(5개 모듈) 모듈형 장약은 MV가 830m/s이다. M664 기저부 장약은 1호 및 2호에 사용된다.

몇몇 특성을 가진 비활성 및 작전용 발사체를 이용해 성공적인 시험사격을 실시했다. 양산 단계에 있는 UMACS 및 BMACS는 39구경장, 45구경장, 52구경장 포병체계 전체에 사용된다.

사. 스웨덴

보포스(Bofors)사(현재 BAE 보포스사)가 3개의 추진제 에너지 수준을 제공하기 위해 3가지(원래는 4가지)의 상이한 모듈 형태(A, B, C)를 사용한다는 목적을 가지고, 유니플렉스(Uniflex) MCS로 불리는 체계개발 사업을 시작했다. 이를 통해, 3개 에너지 수준을 구비한 모듈 6개까지를 여러 방법으로 결합함으로써 여러 상이한 MV를 제공하여 특정 화력임무의 정밀한 요구조건을 충족시킬 수 있었다. 예를 들어, 최대 6개까지 동일한 저에너지 모듈(6×A)을 결합하여 385m/s의 MV를 제공할 수 있었다. 그 다음 높은 에너지 수준 모듈(B) 4개와 세 번째 가장 높은 에너지 수준 모듈 2개(4×B+2×C)를 결합함으로써

13 Modular Artillery Charge System 14 Ordnance Factory Board 15 Defence Research and Development Organisation

16 High Energy Materials Research Laboratory 17 Transfer of Technology 18 Ordnance Factory Nalanda

19 Ammunition Business Group

20 Israel Military Industries 21 UniModular Artillery Charge System 22 Bi-Modular Artillery Charge System

MV를 627m/s까지 제공하는 것이 가능하게 됐다. 낮은 에너지수준(A) 모듈 3개와 세 번째 가장 높은 에너지 수준 모듈 3개(3×A+3×C)를 결합할 경우, MV는 최대 802m/s가 될 수도 있다. 또 높은 에너지 수준 모듈 6개(6×C)를 결합함으로써 975m/s의 MV 달성도 가능하게 됐다. 그 밖에 여러 다른 결합 방식도 가능하다.

보포스사와 유렌코사가 유니플렉스 체계를 포함한 미래 155mm 52구경장 자주포 체계의 설계, 개발, 생산 관련 연구를 진행하기 위해 제휴했다. 이 사업은 높은 사격률(일반적으로 분당 20발)과 사거리 연장 특수탄을 이용한 100,000m 이상의 사거리 달성이 취지였다. 요구되는 모듈 및 모듈 결합의 선정 및 장전은 수동이 아닌 자동 방식일 것으로 예상됐다.

그러나 결국 스웨덴은 2009년 8월 유니플렉스 체계 개발을 포기하고, 이미 잘 알려진 DM72/82 체계를 선택하게 됐다. DM72/82 체계는 아처(Archer) 155mm 사업 협력국가인 노르웨이가 채택하고 있었다.

아. 영국

영국은 비숍턴(Bishopton) 지역 소재 주요 추진제 센터를 폐쇄함으로써 BAE시스템스사의 MCS 관련 모든 개발활동이 중지됐다.

자. 미국

미국은 육군이 현재 최소한 XM2001/XM2002 크루세이더(Crusader) 첨단야전포병체계(AFAS²³)를 위한 액체 추진제 개발사업을 중지한 이후, 크루세이더 체계가 사용하도록 되어 있었던 155mm×M297E2 화포 52구경장 무기용으로 보다 정통적인 고체 추진제 MACS에 관심을 집중했다. 이러한 소요에는 미 육군에서 운용되었던 다양한 약포 장약 전체를 대체하는 것이 포함되었으며, 이를 위해 프리맥스(Primex Technologies)사(중전 Olin Ordnance사)였으며, 현재 GD-OTS²⁴사, 암텍(Armtec Defense Products)사 및 알리언트 테크시스템(ATK²⁵)사(현재 노스롭그루먼사), 미 육군이 함께 팀 MACS로 알려진 컨소시엄을 형성했다.

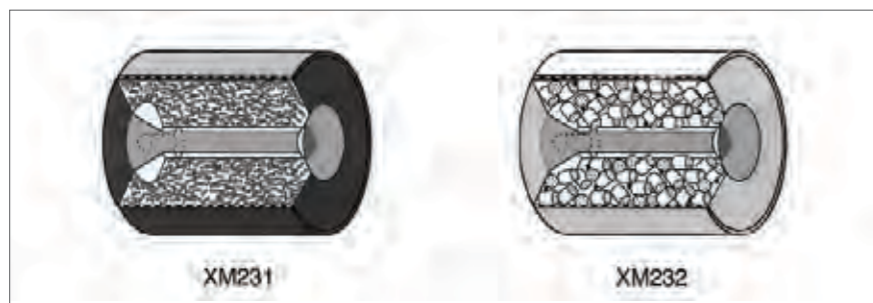


그림 5 모듈형 장약의 개략도

155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

팀 MACS 컨소시엄은 2모듈 체계를 개발했다. 1호 및 2호의 경우, M231 모듈형 장약이 사용되며, 3~11km 거리에 있는 표적을 공격하기 위해 단일(1호) 또는 쌍(2호) 모듈형 장약을 사용했다. M231 모듈은 높이 153.467mm, 직경 154.9mm이며, 각 모듈 무게는 약 1.8kg이다. 촉각에 의한 식별을 위해 각 모듈은 끝이 평평하게 되어 있었다.

두 번째 모듈은 M232이며, 7~30km 거리에 있는 표적을 공격하기 위해 3호, 4호, 5호, 6호에 3~6개 모듈을 결합해 사용했다. 각 모듈은 직경 150.6mm, 높이 156mm, 무게 약 2.7kg이다. 촉각 식별을 위해 각 모듈은 끝이 울퉁불퉁하게 되어 있다.

M231 장약은 색상이 녹색 바탕에 흑색 띠가 둘러져 있으며, 쌀알 입자 크기의 개량형 M1SP(PAP7993) 단기 용제 입자형 추진제가 충전됐다. 이 장약은 형태가 M232와 약간 상이하다. M232는 색상이 옅은 갈색으로 되어 있고, 더욱 입자가 큰 M30A1 MP7 삼기 7공 용제 입자형 추진제로 충전됐다. M232는 또한 섬광감소제, 동제거 펠릿, 마모 방지 라이너가 특징이다. M232A1은 39구경장 포신용으로 최적화되어 있으며, 원래의 M232는 애초 52구경장 포신용으로 설계됐다. M232A1은 M31A1 삼기 추진제로 충전됐다. 모든 장약은 적재하거나 장전할 때 사격통제체계를 통한 자동식별을 위해 바코드가 찍혀 있을 것으로 보인다. 2007년, 육군은 M231 및 M232A1 장약 모두의 점화체계에 사용되는 WC864 타원형 추진제에 이중 안정화제 역할을 하는 아카다이트(Arkadite) II를 추가하도록 지시했다.

M232A2 추진장약은 외부 CCC 몸체에 있는 활석(talc) 성분을 제외하고, M232A1과 동일하며, 캡이 크래프트(Kraft) 섬유로 교체됐다. 이는 포신 내에 경화된 잔사가 누적되는 것을 방지하기 위함이다.

M231은 1999년 10월에, M232는 2001년 8월에 형태가 분류됐다. M231/M232 MACS는 자동장전기 체계를 포함해 모든 NATO 155mm 병기와 완전한 호환성을 갖추었다. MACS는 또한 둔감탄 기폭 및 확산 요구조건을 충족시킨다. 또 광범위한 발사시험도 실시됐다.

2001 회계연도에 초도 물량으로 M231 모듈 490,000개, 이어 2002 회계연도에 2개 형태 모듈 681,000개가 구매됐다. 2002 회계연도에 암텍사가 탄피를 제작했으며, 알리언트사가 RFAAP²⁶에서 M231 단기 추진제를 생산했다. SNC사(현재 GD-OTS 캐나다사)는 M232 삼기 추진제를 제작했으며, GD-OTS사가 점화체계의 WC864 볼 추진제를 제공했고, AO²⁷사가 IAAP²⁸에서 장전·조립·포장(LAP²⁹) 활동을 수행했다. 그 이후, LAP 활동 책임이 아칸소주 캠던(Camden) 지역 소재 제너럴 다이내믹스사로 이관됐다.

CCC를 위한 다년 계약이 2003년 3월 발주됐으며, 계약에는 단가 25.17달러로 2,465,000개의 M231 및 1,611,000개의 M232 탄피에 대한 5년간 생산이 포함됐고, 모든 옵션을 행사할 경우 총 생산량은 1,100만 개에 달할 수 있다. 생산된 탄피는 LAP 활동을 위해 GD-OTS사로 인도됐다.

155mm 모듈형 추진장약체계(PCS) 개발동향

2011년 2월에 미 육군을 위해, 실제로 계획된 MACS 장약 조달 수량은 다음과 같다.

* 단위 : 1,000개

회계연도	이전	2006	2007	2008	2009	2010	2011
M231	3,014	170	269	342	107	0	0
M232A1	2,030	801	486	414	399	283	334

당시 육군의 MACS 모두에 대한 조달은 적어도 2015년까지 연간 총 200,000개 이상 이루어질 것으로 예상됐다. 게다가, 해병대가 2007 회계연도에 포탄을 구매하기 시작했다. 2005 회계연도부터 양산 체제에 본격 돌입하면서 비용이 약간 감소하는 가운데 2008 회계연도에 미 육군이 지불한 M231와 M232의 각 단가는 82달러와 124달러였다.

2019년 2월 현재, 미 육군이 실제로 계획한 MACS 장약 조달 수량은 아래와 같다.

* 단위 : 1,000개

회계연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
M231	0	0	0	0	0	0	0	0
M232A1	177	34	0	10	0	155	0	106

MACS는 2007년 3월 13일, 이라크 타지(Taji) 지역 인근에서 1개 포대 전체가 M109A6 팔라딘(Paladins) 화포를 이용하여 처음으로 발사했다.

출처 1. 155mm modular propellant charge systems, janes.ihs.com (2019. 1. 1.)

극초음속 미사일 개발동향

항공유도연구1팀 연구원 김미선

1. 개요

러시아, 중국, 미국 등 주요 강대국들의 극초음속 미사일 개발 경쟁이 치열하다. 지형 및 기술 우위와 같은 지정학적 핵심 요소의 기반을 약화시킬 수 있다는 점에서 향후 수년 이내에 극초음속 미사일은 외교정책에 막대한 영향을 줄 수 있다.

극초음속 기술의 연구개발이 고속 무기 개발로 이어졌고, 이는 곧 군이 전력화를 염두에 두고 집중해야 하는 핵심 분야로 식별됐다. 지난 수십 년간 하나의 연구 활동에서 거둔 성과를 다음 활동의 개선에 활용하는 방식으로 많은 기술개발 활동이 수행됐다. 이 과정은 극초음속 무기 기술의 획기적인 진전으로 이어졌다. 약 20년 동안 개발자들은 탄도미사일 무기 부문, 추진형 활공 비행체 및 순항 유도탄 분야에서 극초음속 기술 활용에 주력하며 연구를 수행했다.

2. 극초음속 미사일이란

극초음속 미사일은 재진입체를 사용한다. 미사일은 먼저 포물선 궤도를 따라 대기권 밖으로 발사된 다음, 탄두 분리 후 극초음속 속도로 대기권에 진입한다.

전통적인 대륙간탄도미사일(ICBM¹)의 경우와 같이 분리된 탄두가 중력이 더해진 속도로 표적을 향하는 대신, 활공 비행체에 장착된 상태로 탄두는 대기권으로 재진입하고, 공기역학적 형태를 이용해 음속 돌파 시 발생하는 충격파에 올라타는 방식으로 자체 양력을 활용한 초고속 비행을 실시하게 된다. 이때의 속도는 기존의 방어체계를 무력화하기에 충분하다. 극초음속 활공 비행체(HGV²)는 40~100km 고도에서 활공 비행하며, 공기역학적 힘을 활용해 표적에 도달한다.

극초음속 미사일이 전력화되면, 미사일 방어체계와 공격 미사일 간 격차가 매우 커지게 된다. 즉, 극초음속 미사일을 요격할 수 있는 미사일 방어체계가 현재로서는 존재하지 않는다는 얘기인데, 바로 이러한 이유 때문에 극초음속 무기 개발 경쟁은 격화되고 있는 양상이다.

3. 국가별 HGV 개발동향

가. 미국

미 국방부와 여러 미국 정부 기관은 2020년대 기술이 성숙될 것으로 예상되는 극초음속 무기 개발에 더욱 주력하고 있다. 극초음속 무기 개발은 국방부가 극초음속 연구를 위한 자원에 투자를 확대하는 활동에 맞춰 진행된다.

1 Inter Continental Ballistic Missile 2 Hypersonic Glide Vehicle

극초음속 미사일 개발동향

미 육군 우주·미사일방어사령부와 샌디아 국립연구소는 현재 대안용 재진입체계³로 알려진 첨단 극초음속 무기(AHW⁴) 개발에 주력하고 있다. 이 무기는 미 국방고등연구기획국(DARPA⁵) 및 공군의 HTV⁶-2 개념과 비슷하게 극초음속 활공 비행체를 이용하여 재래식 탄두를 운반한다. 하지만, 이 무기는 HTV-2보다 비행거리가 짧은 부스터에 탑재되기 때문에 지상이나 해상과 같은 전진 배치가 필요할 수 있다. 이 무기는 설계 형태가 다르며(HTV-2의 뺨기형 설계 대신 원뿔형 설계) 종말 단계에서 정밀유도체계를 사용한다.

AHW는 2011년 11월 초도 비행을 실시했으며 극초음속 추진형 활공 기술, 열보호 기술, 시험 거리 성능을 입증하는 데이터를 수집했다. 하와이 태평양미사일실험기지(PMRF⁷)에서 발사된 활공체는 약 3,800km를 비행한 후 표적에 명중했다.

두 번째 비행시험은 2014년 4월 알래스카의 코디악 발사복합기지에서 수행되었으나, 모터 온도를 제어하도록 설계된 외부 열 보호 커버가 발사체 조향 결합체와 간섭되어 발사 후 4초 만에 자폭시켰다. 이후의 시험은 2017년 10월 말 PMRF에서 축소 제작 버전을 이용하여 수행됐다. 축소 버전은 잠수함발사 탄도미사일에 적합한 크기로 제작됐다.

국방부는 AHW 개발을 위해 2016 회계연도에 8,600만 달러를 요청했으며, 2017년과 2019년 예정된 비행 시험을 지원하기 위해 2017 회계연도에 1억 7,400만 달러, 2018 회계연도에 1억 9,740만 달러 그리고 2019 회계연도에는 2억 6,300만 달러를 요청했다. AHW 시험을 앞당기려는 계획과 더불어 최근 예산 요청은 국방부가 AHW 개발과 이를 사용하는 체계의 전력화를 추진하고 있음을 나타낸다. 그러나 AHW 계획은 2020 회계연도에 미 해군의 연구개발 사업에 포함되도록 전환되는 중이다.

2019 회계연도 동안 AHW 사업은 비행 시험에 사용될 부스터와 극초음속 활공 몸체의 제작 및 시험에 주력하고, 비용, 치명성, 공력 및 열 특성을 조사하기 위한 미래 체계 개발 관련 연구를 지속적으로 수행하며, 체계 대체품, 가격 적정성, 전체적 체계 개념을 평가하기 위한 다분야간 연구를 수행할 계획이다.



그림 1 HSSW 분리 상상도

이와 동시에 DARPA는 미 공군과의 공동개발사업인 고속타격무기(HSSW⁸) 시범 사업을 추진하고 있다. HSSW 시범 사업은 2개 주요 활동으로 추진되고 있는데, 첫 번째 활동은 록히드마틴사와 레이시온사가 개발 중인 전술 추진형 활공(TBG⁹) 사업이고, 두 번째는 보잉사가 주도하는 극초음속 공기흡입식 무기 개념(HAWC¹⁰) 사업이다. 최초 능력은 공군(공중) 운용 환경을 위해 계획되었으며, 해군(수직 발사)으로 전환될 것이다.

극초음속 개발에 있어 미 국방부의 주된 목표는 공중발사 무기이나, 2017년 DARPA는 '작전용 화력(Operational Fires)'으로 명명된 사업의 일환으로 TBG 기술을 통합한 지상발사 극초음속 체계를 개발 및 시연하기 위한 새로운 활동에 착수했다.

국방부는 적 방공망을 뚫고 들어가 신속하고 정확하게 시간임계성 긴급표적을 공격하는 HGV 무기를 전력화한다는 구상으로 지상발사 극초음속 체계의 개발 및 시연을 위해 2019 회계연도 예산에 5,000만 달러를 요청했다. 목표는 다양한 사거리 능력의 다양한 탑재체를 운반할 수 있는 첨단 부스터, 기존 지상 기반시설과 통합할 수 있도록 호환성을 확보한 이동식지상발사대, 신속 배치 및 재배치에 필요한 특정 체계 특성을 개발하는 것이다.

2019 회계연도 예산 요청에서, DARPA는 TBG 사업에 자금을 계속 지원하기 위해 1억 7,950만 달러를 요청했다. (HAWC 및) TBG 사업의 목표는 무기 속도를 마하 5 이상으로 가속한 후 표적까지 활공할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 무기는 고도의 내열성과 기동성을 확보해야만 하고, 궁극적으로 거의 61km(20만 ft)에 달하는 고도에서 비행할 수 있어야 하며, 소구경 폭탄(SDB¹¹) 크기에 해당하는 약 113.4kg급의 탄두를 탑재할 수 있어야 한다. 탄 및 유도 체계 또한 TBG 사업과 HAWC 사업을 통해 개발하는 중이다.

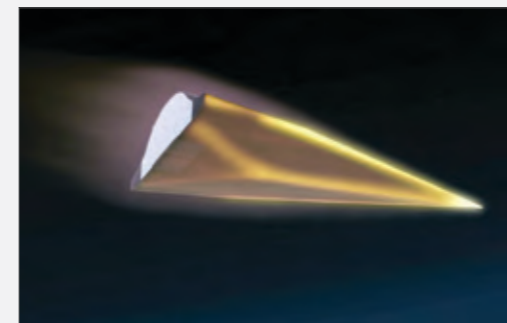


그림 2 분리된 팔콘 비행체의 비행 상상도

과거 미 공군과 DARPA는 재래식 전 세계 신속타격(CPGS¹²) 사업의 일환으로서 'FALCON¹³'으로 명명된 공동 사업에 착수했다. 이 사업은 전 세계 어디든 1~2시간 내에 탄두를 운반할 수 있는 CAV¹⁴로 알려진 극초음속 재진입체 및 탄도미사일과 유사한 발사형 비행체 개발을 목표로 했다. CAV는 자체 추진동력은 없지만 궤도 수정이 가능한 HGV로서 대기권에서 극초음속 속도로 비행할 수 있도록 설계된 삼각형 형태의 날개 동체가 특징이다.

록히드마틴사는 초기 극초음속 비행체 개발 활동이었던 HTV-2 구상을 위해 2003년부터 2011년까지 DARPA와 협력했다. 캘리포니아주 반덴버그 공군기지에서 발사된 HTV-2의 부스터로는 미노타우르 IV¹⁵ 경로켓이 사용됐다. 2010년 초도 비행에서는 높은 양항비의 공력 특성, 고온 재료, 열보호 체계, 자율비행안전체계, 장기 극초음속 비행을 위한 첨단 유도, 항법, 제어 분야의 발전을 입증하는 데이터가 수집됐다. 그러나 이 계획은 취소되었고 이제는 AHW 개발에 활동이 집중되고 있다.

국방부는 이들 연구 사업을 통해 다양한 극초음속 무기를 위한 기초가 마련될 수 있기를 희망하고 있으며, 미 국방부 관계자는 자금 지원 계획을 위해 개발 중인 '로드맵'의 일환으로 극초음속 무기 개발 활동을 통합하는 계획을 수립하는 중이다.

4월 24일 패트릭 사나한 미 국방부 부장관은 향후 10년 내에 극초음속 무기 능력을 달성하기 위해서 수행해야 하는 시험을 2023년까지 평가할 "80% 계획" 수립을 지시했다고 언론에 밝혔다. 이 보고서는 2020 회계연도부터 시작하는 국방부의 5년 예산 계획 수립에 필요한 정보를 제공할 것이다. 국방부의 최우선 목표 중 하나는 극초음속 활동 전반에 걸쳐 시너지 효과를 달성하는 것이며, 이는 극초음속 기술 과제에 중복되는

3 Alternate Re-Entry System 4 Advanced Hypersonic Weapon 5 Defense Advanced Research Projects Agency
6 Hypersonic Technology Vehicle 7 Pacific Missile Range Facility 8 High Speed Strike Weapon 9 Tactical Boost Glide
10 Hypersonic Air-breathing Weapon Concept

11 Small Diameter Bomb 12 Conventional Prompt Global Strike 13 Force Application and Launch from CONTinental United States
14 Common Aero Vehicle 15 Minotaur IV, 개량형 미니트맨(Minuteman) 및 피스키퍼(Peacekeeper)의 새 이름

분야가 상당히 많기 때문이다. 패트릭 사나한 부장관은 또한 각 해상, 공중, 지상 발사는 물리적으로 차이가 있지만, 공통적인 기술 구성요소를 공유한다고 덧붙였다.

나. 러시아

러시아의 극초음속 미사일 개발 사업은 야심에 차 있으며 러시아 정부는 강력한 지원을 통해 이를 뒷받침해왔다. 이 사업은 아방가르드(Avangard)로 명명된 지상발사 HGV를 비롯해 다양한 신형 전략무기체계의 구체적인 내용을 밝힌 3월 1일 블라디미르 푸틴 러시아 대통령의 연례 연방의회 국정연설과 그 궤를 같이 한다.

미 탄도미사일 방어체계 대응 차원에서 (아방가르드를 비롯한) 이들 무기 체계를 발표하면서 블라디미르 푸틴 대통령은 “미국은 탄도미사일 방어체계 구축에 전념을 다하고 있다”고 주장하며, 이에 대한 러시아의 대응은 방어체계를 무력화할 수 있도록 러시아 전략군의 타격 능력을 개선하는 것이 될 것이라고 밝혔다.

아방가르드는 기존 확인되었던 러시아의 프로젝트 4202 또는 Yu-71 HGV 사업의 새 이름인 것으로 보인다. 블라디미르 푸틴 대통령은 아방가르드가 순항 또는 활공 단계에서 마하 20의 속도를 유지할 수 있으며 좌우(범위) 및 수직(고도) 기동이 가능하다고 주장했다. 푸틴 대통령은 아방가르드 체계의 좌우 기동성이 약 수천 km에 달하며 수직 기동성과 결합하여 HGV가 미사일 방어를 무력화하도록 해줄 것이라고 밝혔다.

아방가르드는 고밀도 대기에서 비행을 시작할 수 있으며, 이는 엄청난 초음속 속도와 결합하여 비행체를 플라즈마(비행체의 고속 비행으로 발생하는 고온에 의해 생성되는 이온화 가스)에 노출시킨다. 비행체의 표면 온도는 2,000°C에 달한다는 설명이다.

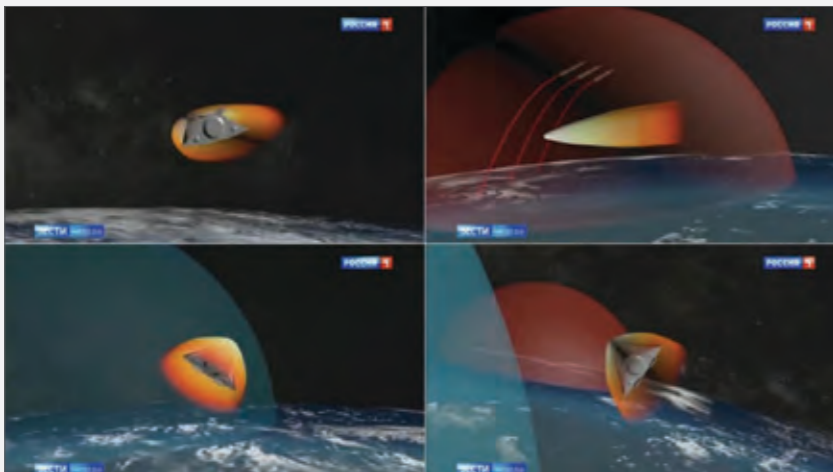


그림 3 아방가르드 HGV의 상상도

극초음속 미사일 개발동향

푸틴 대통령의 연설에 포함된 컴퓨터 영상은 HGV를 단순하게 형상화했다. 이 영상은 HGV가 방공 또는 미사일 방어체계를 회피해 기동할 능력을 갖춘 것으로 묘사하며 아방가르드 구상을 실증했다. 푸틴 대통령은 영상에서 묘사된 이 비행체가 최종 체계의 형상을 나타내지는 않는다고 언급했다. 하지만, 영상에서 나타난 비행체를 평가한 결과 아방가르드의 성능 특징을 갖춘 체계를 실현할 수 있는 설계라는 의견이 제시됐다. 이미 알려져 있는 Yu-71의 시험 결과와 결합할 때, 이는 러시아가 HGV 개발을 추진하고 있음을 시사한다.

영상에 나타난 이 비행체의 형상은 보통 '웨이브라이더(waverider)'로 칭하는 뾰기 모양과 유사한 날개 동체 혼합형(Blended-Wing Body, BWB)으로 설계된 것으로 보인다. 이 비행체는 추진체로부터 분리된 후 표적을 향해 비행하는 것으로 나타났다. 영상에서는 조종면이 4개 부분으로 보인다. 그중 2개는 동체 상부에 있고, 나머지 2개는 동체보조날개에 있으며 4개 모두 비행체 뒷부분에 위치하고 있다.

아방가르드는 신형 사르마트(Sarmat) 대형 ICBM을 통해 발사하고자 계획된 것으로 보인다. 하지만, 푸틴 대통령은 연설에서 이 체계가 현재 운용 중인 체계와 호환될 수 있다고 언급하며 아방가르드가 단기적 측면에서 개량형 UR-100NUTTKh 미사일에 탑재될 가능성이 있음을 시사했다. 약 11,000km의 사거리를 지닌 사르마트와 9,900km의 사거리를 지닌 Yu-71을 결합할 경우 최대 사정거리는 20,000km를 초과할 수 있다.

과거, 러시아의 현대화된 HGV 개발 활동은 Yu-71/프로젝트 4202에 집중됐다. 이는 2016년 돔바롭스키 시험장에서 발사된 후 쿠라 시험장의 표적에 명중했던 두 번째 시범 HGV Yu-74를 비롯한 다른 극초음속 사업으로 이어졌다. 러시아의 현대적인 극초음속 개발 활동이 시작된 시기는 활공체를 탑재했을 가능성이 있는 SS-19 '스틸레토(Stiletto)'(UR-100N) ICBM 시험을 수행했던 2001년으로 거슬러 올라갈 수 있다. 프로젝트 4202는 Yu-71 비행체와 함께 2011년 첫 번째 시험을 수행했으며, 몇 차례의 시험 끝에 2016년 4월 최초로 시험에 성공했다.

또한 러시아는 작전용 극초음속 체계인 Kh-47M2 킨잘 공중발사 탄도미사일을 배치했으며, 이 미사일은 마하 10 속도로 1700마일 거리를 이동할 수 있는 것으로 보도됐다. 또한 3K22 지르콘 극초음속 순항유도탄도 조만간 전력화 가능성이 점쳐진다. 해상 및 지상에서 발사되는 지르콘은 빠른 초음속 또는 극초음속 속도인 마하 4.5~6에 도달할 수 있으며, 사거리는 300~620마일에 달한다. 그 밖에도 대륙간탄도미사일에 탑재되는 아방가르드 극초음속 활공 비행체를 개발했으며, 아방가르드는 2019년 실전 배치될 전망이다.

다. 프랑스와 영국

2011년 이래로 영국 해군과 프랑스 해군 또한 노후한 하푼과 엑조세 미사일을 대체하기 위해 극초음속 미사일을 공동 개발하고 있다. 페르세우스(Perseus)로 명명된 이 미사일은 민첩한 스틸스 탄체가 특징으로 매우 콤팩트한 설계의 연속 데토네이션파 엔진(CDWE¹⁶)을 중심으로 제작된 램제트 모터를 탑재한다. 이 미사일은 2030년께 전력화될 전망이다.

라. 중국

중국이 추진하고 있는 HGV 사업인 DF-ZF는 2014년 1월 시험을 시작하기 전까지 대부분 사항이 비밀에 부쳐져 있었다. 여러 미 소식통은 시험 수행 증거를 추적하여 산시성 우자이(Wuzhai) 미사일 시험장에서 시험이 실시된 점을 밝히고 이 HGV에 Wu-14라는 이름을 붙였다. 중국 정부는 이 사업과 관련해 구체적인 내용을 밝히지 않았으나, 미국 및 러시아 관계자는 지금까지 총 7차례 시험이 실시됐다는 의견을 제시했다. 여러 소식통은 이 사업이 2015년 6월까지 이렇다 할 성과를 거두지 못한 것으로 추정하며 시험은 5번째 발사에서부터 성공한 것으로 보고있다.

DF-ZF는 사거리 연장을 위해 비탄도미사일 방식과 활공 능력을 혼합한 것이 특징으로 알려졌다. 중국 언론 보도에 따르면, 일반적인 DF-ZF는 거의 마하 5에 달하는 궤도 속도까지 추진된 후 반력제어체계(RCS¹⁷)를 이용하여 더 높은 대기 고도로 다시 방향을 정한다고 한다. 이 미사일은 속도, 고도 그리고 자세를 바꾸면서 궤도에 진입한다.

2016년 4월 실시된 7번째 시험 발사 이후, 2017년 11월 DF-17 핵미사일을 이용한 시험에서는 시속 11,265km 속도에 도달했다.



그림 4 CASIC 콰이저우(Kuaizhou)-1 이동식 고체연료 우주발사체 및 이동식발사대

중국 현지 언론에 따르면, 중국의 DF-ZF HGV가 DF-17 준·중거리 탄도미사일(MRBM¹⁸)에 실려 시험됐다고 한다. 이 미사일은 2,000km로 알려진 사거리 요건을 충족하기 위해 DF-31로 교체될 것으로 예상된다.

DF-ZF의 경우 재래식 탄두를 장착하지만, 핵탄두도 장착할 수 있다. 러시아 언론의 보도는 DF-ZF가 생산 단계에 접어들었을 가능성이 있으며 2020년 중국군에 배치될 것임을 시사했다. 하지만, 시험 동향을 근거로 판단할 때 중국이 극초음속 비행체를 전력화하려면 아직 10년 정도가 걸릴

것으로 관측된다.

미 정보기관 관계자는 중국이 이와 같은 극초음속 미사일 방어체계를 전략 무기로 사용할 수 있다고 평가했다.

미 정부 보고서에 따르면, 중국은 신속 타격을 위한 스크램제트 기술 연구 또한 수행 중인 것으로 보인다. 남중국해에서 발사된 이 무기는 우주 경계에서 극초음속 속도로 2,000km를 비행할 수 있을 것이며, 이를 통해 중국은 지역 패권을 구축하고 고도의 첨단 미사일 방어체계를 무력화할 수 있을 것이다.

중국은 또한 싱공(星空, Starry Sky)-2 극초음속 미사일 시험에 성공한 것으로 알려졌다. 재래식 또는 핵

극초음속 미사일 개발동향

탄두를 투발할 수 있는 싱공-2는 최고 속도가 마하 6으로 비행 중 방향을 바꾸는 기동 능력을 발휘할 수 있다. 그러나 이 미사일 전력화까지는 아직 5년이 더 걸릴 것으로 전망된다.

마. 인도

인도 국방부 산하 연구개발기관인 인도 국방연구개발기구(DRDO¹⁹)는 이미 10년 전부터 지상발사 극초음속 비행체 개발에 착수했다. 인도의 가장 성공적인 미사일은 쇼우리아(Shourya) 또는 샤우리아(Shaurya) 미사일이었다. 브라모스(BrahMos) II(K) 사업과 극초음속 기술 시연 비행체(HSTDV²⁰) 사업과 같은 2개의 다른 사업은 난항을 겪고 있다.

지대지 전술미사일 개발 사업은 1990년대에 착수됐다. 미사일 사거리는 대개 700km로 알려져 있으나 연장될 수 있으며, 20~30m 수준의 타격 정확도를 지니고 있다. 쇼우리아 미사일은 4×4 이동식미사일발사대(TEL²¹)에 탑재 가능한 캐니스터(원통형 발사관)나 지상 또는 사일로의 고정 플랫폼에서 발사할 수 있다.

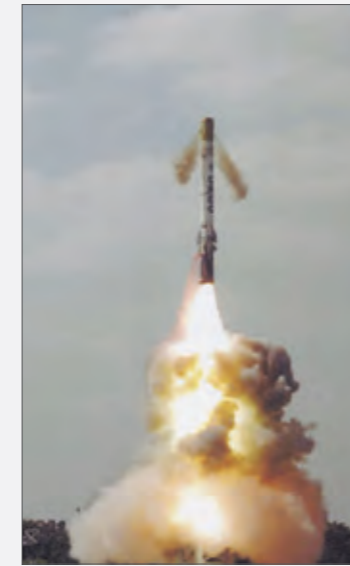


그림 5 쇼우리아 미사일

캐니스터 발사 방식에서는 캐니스터에서 미사일을 고속으로 사출하기 위해 높은 압력이 필요한데, 그만큼의 높은 추진제 연소속도를 갖춘 발생기의 도움으로 2단 미사일이 발사된다. 1단은 보통 2단이 분리되기 전 60~90초 동안 비행을 지속시킨 후, 피치 모터(pitch motor)와 좌우요동 모터(yaw motor) 역할을 하는 소형 발화 장치(pyrotechnic device)에 의해 방출된다.

DRDO 산하 고에너지물질연구소와 첨단체계연구소가 개발한 가스 발생기와 모터는 음속보다 7배 빠른 속도로 미사일을 추진한다. 모든 모터와 단들은 특별히 설계된 고체 추진제를 사용하여 비행체를 극초음속 속도에 도달시킨다. 6.5톤급 미사일은 거의 1톤에 달하는 재래식 고퍍 탄두 또는 17kT급 핵탄두를 투발할 수 있다.

쇼우리아 미사일의 첫 번째 지상 발사 시험은 2004년에, 그리고 후속 발사 시험은 2008년 11월 찬디푸르의 종합시험장(ITR²²)에서 실시됐다. 이들 발사 시험에서는 마하 5의 속도로 300km를 비행할 수 있음이 입증됐다.

쇼우리아 최종 형상 미사일의 사일로 발사 시험은 2011년 11월 실시됐다. DRDO 산하 이마라트 연구센터가 개발 및 통합한 링 레이저 자이로스코프와 가속도계가 이 시험에 사용됐다. 이 시제 미사일은 개선된 성능, 항법 및 유도 체계를 보유한 것으로 알려졌다. 미사일 탄체는 기동성과 타격 정확도 개선을 위해 특별히 설계된 자이로스코프 위에 얹혀진다. 이 미사일은 저고도에서 700km를 비행하며 마하 7.5 속도에 도달했고, 균일 표면 온도는 최대 700°C에 달했다.

인도 국방부에 따르면, 가장 최근의 발사 시험이 2016년 8월 찬디푸르 ITR에서 수행됐다고 한다. 비행 고도는 40km였으며, 다시 한 번 마하 7.5에 도달하며 700km를 비행했다. 이 미사일은 50m까지 탄도 비행한 후 나머지 거리를 초음속으로 순항하며 종말 단계에서 기동 능력을 발휘해 표적을 타격했다고 인도 국방부는 전했다.

DefExpo 2018에서 관계자는 제인스사에 쇼우리아 미사일의 차세대 모델은 사거리 증가를 위해 일부 변경이 수행될 것이라고 언급했다. 이 미사일은 BDL²³에서 생산될 것으로 예상된다. 그러나 BDL 관계자는 제인스사에 DRDO로부터 생산에 관해 아무런 지시도 받지 못했다고 밝히며 여전히 미사일 개발 변경이 진행 중임을 시사했으나, 해당 개발에 관한 정보는 DRDO가 비밀로 분류하고 있다.

한편, 인도와 러시아는 인도 뉴델리에 본사를 둔 합작회사인 BAPL²⁴을 통해 브라모스 II(K) 극초음속 순항 유도탄을 공동 개발하고 있다. DRDO는 이 체계의 공기흡입 스크램제트 엔진을 개발해왔다. BAPL에 따르면, 엔진 지상 시험이 성공적이었다고 한다.

러시아의 도움을 통해 인도는 극초음속 속도로 미사일을 추진할 수 있는 특수 추진제를 설계 중이다. 이 사업에 대해서는 공개된 내용이 없으며, DefExpo 2018에서 여러 인도 관계자가 제인스사에 밝힌 바에 따르면 예비설계 단계가 진행 중이라고 한다. 따라서 브라모스 II 체계가 전력화하려면 적어도 10년은 걸릴 것으로 보인다.



그림 6 브라모스 II 극초음속 무기 모형

브라모스 재래식 초음속 미사일이 성공적인 것으로 입증되었지만, 극초음속 속도와 관련된 고압의 공열 부하를 견디기 위해서는 소재에 대한 특수 설계가 필요하기 때문에 인도기술연구원, 인도과학연구원, 브라모스 에어로스페이스사는 브라모스 II를 위한 소재 설계에 관해 대규모 연구를 수행하고 있다.

수디르 쿠마르 미쉬라 브라모스 에어로스페이스사 최고경영자 겸 사장은 러시아의 지르콘(Zircon) 미사일과 브라모스 II가 동일한 엔진 및 추진 기술을 사용하나,

항법유도체계, 소프트웨어, 탄체 및 사격통제체계는 각 국에서 설계하고 있다고 밝혔다.

이 미사일은 마하 7로 순항하며 450km의 사거리를 갖도록 설계되고 있다. 사거리는 원래 러시아가 미사일기술통제체제(MTCR²⁵) 회원국이므로 290km로 확정되었으나, 현재는 인도도 러시아와 마찬가지로 MTCR 회원국이기 때문에 사거리 증가를 추진하고 있다. 이 미사일은 공중, 지상, 수상함 또는 수중에서 발사될 것으로 예상된다. DRDO는 해수면 위에 바짝 붙어 마하 5.56의 극초음속 속도로 비행하는 미사일 실험을 위해 2억 5,000만 달러를 투자할 계획이다.

한편, 자율제어비행(autonomous sustained flight)을 시연하기 위해 스크램제트 엔진을 활용하는 인도의

극초음속 미사일 개발동향

HSTDV 사업은 설계 측면에서 어려움을 겪고 있다. DRDO 산하 국방연구개발시험소(DRDL²⁶)는 공기흡입식 스크램제트 기술을 연구하고 있다. HSTDV는 고체연료 로켓발사 부스터를 이용하여 마하 6 속도로 30km 고도에서 20초 동안 비행하도록 설계된다. 탄체와 엔진 부착을 포함한 기본적인 비행체 설계는 2005년 완성됐다. 대부분의 공기역학 시험은 국영 과학산업연구위원회 산하의 인도 국립항공우주연구소(NAL²⁷)에서 수행됐다.

공기 흡입 및 팽창 연구를 위해 NAL은 HSTDV 축소 모델을 이용하여 시험을 실시했다. 비행체가 충격파와 팽창파를 지나면서 극초음속 속도를 생성하는 것을 모의하기 위해 더 높은 초음속 속도로 여러 차례의 풍동시험이 수행됐다.

한편, DRDL은 소재, 전자기기와 기계장치의 통합 및 스크램제트 엔진에 관한 연구를 수행했다. 첫 번째 기본설계가 2010년 인도 국내 행사에서 일반에 공개됐고 2011년 벵갈루루(Bangalore)에서 개최된 Aero India에서도 공개됐다. DRDO는 2016년까지 완전한 시제품 생산을 목표로 사업을 진행했다. 하지만, 극초음속 연구 분야에 대한 예산 부족과 제한적인 기술 및 시설로 인해 사업이 더디게 진행되고 있다.

현재 이 체계의 공력, 열추진, 스크램제트 엔진 성능에 대해 분석이 완료됐으며 실물 크기의 공기흡입 엔진은 인공위성, 핵탄두 및 기타 탄도/비탄도 미사일의 장거리 발사에 사용할 수 있는 6kN의 추력을 생성할 것으로 예상된다. 8각형 모양으로 제작된 1톤 중량의 동체는 제어를 보다 용이하게 하기 위해 중간 제어면(control fin)과 후방 동체 레이크가 특징이다.

패널 분리 및 스크램제트 연소기와 같은 이 체계의 핵심 기술은 DRDO 산하 기관으로 찬디가르에 위치한 실험실에서 시험을 수행 중이다. DRDO는 HSTDV 시험을 위한 극초음속 풍동 시설을 설치하기를 바라고 있지만 이러한 필수 시설을 설치하기에는 제약이 따르며 비용이 많이 든다.

가성비 최고인 운동, 인터벌 트레이닝

운동이 좋다는 것은 너무나 당연한 상식이다. 한데 이 상식 때문에 운동하는 시간이 길면 더 효과가 좋을 거라고 생각하는 사람도 있다. “헬스장에 간다면 최소 1시간은 해야지”라고 말하는 사람이 있다면 이제 마음을 고쳐먹어야겠다. 짧은 시간이라도 어떻게 운동하느냐에 따라 그 효과는 천차만별이다. 답을 미리 말하자면 ‘인터벌 트레이닝’이다.

『과학향기』 (KISTI 제3299호)에서



인터벌 트레이닝은 근육세포의 활성화 정도를 독보적으로 높인다

미국의 메이요 클리닉 병원 연구팀은 30살 이하와 64살 이상 남성과 여성 72명을 대상으로 운동 효과에 대한 실험을 했다. 이들은 모두 건강하지만 주로 앉아서 일하고 생활하는 사람들이었다. 실험을 하기 전 유산소 체력과 혈당 수치를 잰고, 유전자 활성화와 근육세포에 있는 미토콘드리아의 활력을 측정했다.

실험 참가자들은 세 그룹으로 나뉘었다. 한 그룹은 일주일에 서너 번 오직 근력 운동만 했다. 두 번째 그룹은 일주일에 서너 번 30분 이상씩 중간 강도로 자전거 운동기구를 탔다. 세 번째 그룹은 일주일에 서너 번 자전거 운동기구를 타되, 4분간 아주 강한 강도로 페달을 돌리고 3분간 쉬는 것을 3회 이상 반복하는 인터벌 트레이닝을 했다.

12주가 지난 후 다시 검사했을 때 결과는 놀라웠다. 모든 그룹에서 혈당 수치와 체력이 좋아지긴 했으나 인터벌 트레이닝을 한 그룹은 지구력과 함께 근육세포의 활성화 수준도 좋아지는 예상치 못한 결과를 얻었다.

인터벌 트레이닝을 한 그룹은 세포 수준의 활력 변화에서 근력 운동만 한 그룹과 유산소 운동만 한 그룹을 능가했다. 연구자들은 이런 변화가 인터벌 트레이닝이 근육 세포를 위한 에너지를 생산하는 미토콘드리아에 긍정적인 영향을 미치기 때문이라고 설명한다. 인터벌 트레이닝의 효과는 젊은 사람보다는 나이든 사람에게서 더 극적으로 나타났다. 마치 고강도 운동이 유전자를 ‘깨우는’ 것처럼 말이다.



인터벌 트레이닝은 우리 몸의 에너지를 생산하는 미토콘드리아에 긍정적인 영향을 미쳐 근육세포의 활성화를 돕는다. (출처: shutterstock)



인터벌 트레이닝은 고강도 구간과 저강도 구간을 반복하는 것이 핵심이다. (출처: shutterstock)

인터벌 트레이닝은 인간이라는 종의 생활을 반영한다

인터벌 트레이닝이 왜 세포 수준의 구조적, 화학적 변화를 일으키는지는 자세히 알려져 있지 않다. 다만 인간이라는 종의 신체가 짧은 시간 동안 높은 강도의 활동을 하도록 진화했다고 설명하는 연구자들이 있다. 주로 앉아서 생활하게 된 문명 사회에서는 환경과 신체의 불일치 때문에 비만, 당뇨, 심혈관 질환 등이 생겼다는 것. 인터벌 트레이닝은 우리 조상들이 사냥감을 쫓고자 짧은 시간 폭발적으로 힘을 내는 방식을 모사함으로써 건강에 도움을 주는 것일지도 모른다.

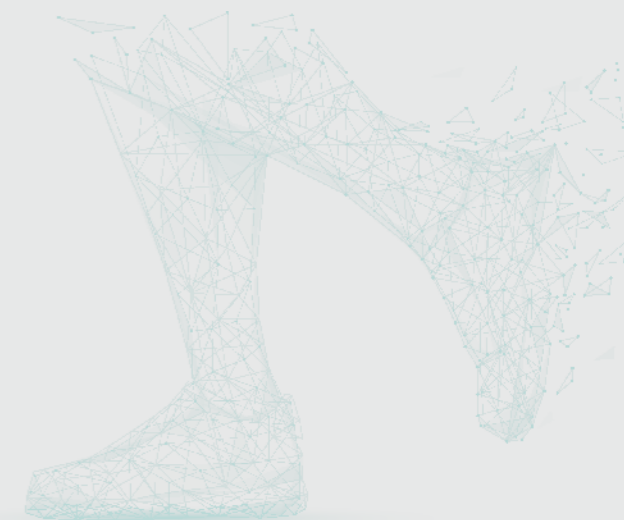
전형적인 인터벌 트레이닝은 다음과 같이 구성하는 것이 좋다. 우선 고강도 운동을 하기 전에 3분 정도 워밍업을 한다. 다음으로 30초 동안 최대한 힘든 운동을 실시한다. 달리기나 가장 편하고 자전거 운동기구도 좋다. 강도 변화를 줄 수 있는 운동이라면 무엇이든 가능하다.

고강도 운동은 심박수를 최대한 늘리는 것이 목표다. 따라서 고강도 구간에서는 더 이상 운동을 지속할 수 없다고 느낄 정도로 해야 한다. 고강도 운동이 끝나면 다시 30초 이상 천천히 달리거나 페달을 밟는다. 마지막으로 이런 사이클을 7~10회 정도 반복한다. 다만 고강도 인터벌 트레이닝을 매일 하는 것은 좋지 않다. 관절에 무리가 갈 수 있기 때문에 주 3~4회 정도로 제한하고 충분한 휴식도 운동의 일부임을 상기하자.

2002년 월드컵에서 4강 신화를 이룩한 히딩크 감독은 우리나라 축구선수들이 인터벌 트레이닝으로 체력부터 기르게 했다. 연초에 운동을 계획하고 있는 독자라면 ‘매일 1시간씩 운동해야지’라고 결심하기보다 매일 20분씩 인터벌 트레이닝을 해보는 게 어떨까. 4강 신화에 버금가는 인생의 성공을 이룩할 수 있을지도 모른다.

글 홍종래 과학칼럼니스트

일러스트 유진성 작가



벤처기업 기술현황

(주)이노스페이스	하이브리드 로켓추진기술 현황
자인테크놀로지(주)	탄환총격파와 총성을 이용한 음향탐지 기술
(주)바로텍시너지	군수 시뮬레이터 기술 현황
(주)엘케이텍	방산용 다기능 케이블 검사장비 (Multi-Function Cable Testing System)
비나텍(주)	76mm 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 기술개발
수옵틱스	지정사수용 원거리 조준경
(주)에너지플래닛	고출력, 장수명 Pb-C 복합전지

하이브리드 로켓추진기술 현황



㈜이노스페이스 | 김수중 대표이사
대전국방벤처센터 협약기업

1. 개요

유도무기의 핵심 부체계인 로켓추진기관은 사용되는 추진제의 상(phase)에 따라 고체, 액체, 하이브리드 로켓으로 구분된다. 이 중 하이브리드 로켓추진기관은 고체연료와 액체산화제를 추진제로 사용하는 신개념 로켓추진기관으로 기존의 액체 로켓추진기관에 비해 단순한 구조를 가지면서도 산화제의 공급 유량을 조절을 통해 추력제어/중단/재시동이 가능한 장점을 가진다. 비추력(specific impulse) 성능은 고체로켓이나 단일추진제 액체로켓보다 높으며 서로 다른 상의 연료와 산화제를 사용하므로 폭발 위험성이 없어 제조, 취급, 운반 등에서 높은 안전성을 확보할 수 있다.

이러한 장점 때문에 세계 각국에서 하이브리드 로켓을 소형위성발사체와 민간우주여행객선에 적용하기 위한 개발이 진행되고 있으며, 최근에는 산화제 장기 저장성을 확보하여 군사용으로 적용하기 위한 시도가 활발히 이루어지고 있다. 적용 가능 무기체계로는 유도무기, 궤도전환 및 자세제어 시스템(Divert and Attitude Control System, DACS), 기만기, 표적탄/표적기 등이 있다.

2. 주요 개발 현황

가. 초소형 과학로켓



과학로켓(Sounding Rocket)은 과학관측이나 위성부품시험 목적으로 사용되는 로켓이다. 당사의 초소형 과학로켓은 캔위성 시험과 교육용으로 개발되었으며 최대 추력 50kgf, 비행고도 1~3km, 최대 탑재중량 1kg의 성능을 가진다. 비행체는 파라핀계 연료와 액체 아산화질소를 추진제로 사용하는 추진기관, 비행제어컴퓨터(Flight Control Computer, FCC), 사출장치, 회수장치, 점화기, 산화제 밸브/구동기 등으로 구성된다. 발사 시험을 위해 비행데이터 수집을 위한 지상국과 발사대를 자체 개발하였다.

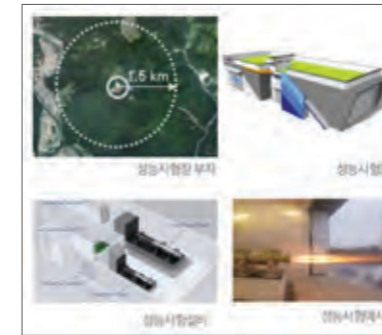
나. 하이브리드 로켓추진기관



현재 개발 중인 추력 10톤급 하이브리드 로켓추진기관은 아산화질소를 산화제로 사용하여 자발가압 특성을 이용하는 방식과 액체산소를 산화제로 사용하고 산화제 펌프를 이용하는 가압방식을 적용하는 두 가지 형태로 개발이 진행 중이다.

연소시간은 25초로 60kg의 탑재체를 싣고 100km의 고도에 도달할 수 있는 추진력을 제공하며 하이브리드형 복합재 산화제 탱크와 연소관을 적용하여 구조강도와 경량화를 충족하였다.

다. 로켓추진기관 연소시험장



최대 추력 10톤급의 추진기관 연소시험을 수행할 수 있는 시험설비와 연소시험장을 자체 구축 중이다.

성능시험동은 연소가스 배출면을 개방한 준방폭 구조로 설계되었으며 물분사형 소음저감 장치를 구비하고 있다.

시험제어동은 추력, 압력, 온도, 응력 등의 시험데이터를 원격 측정하며 총배전과 시험 과정을 원격/자동 제어하도록 설계되었다.

회사소개

㈜이노스페이스는 2017년 9월에 설립된 벤처 스타트업으로 하이브리드 로켓추진기술을 활용한 민군겸용 제품을 개발/생산하고자 설립된 항공우주방위산업 전문기업이다. 현재는 연구/개발을 통한 제품화 과정에 있으며 2019년 상반기 중 구축할 연소시험장을 통해 사업화를 본격화 할 계획이다.

주요 사업 분야는 유도무기용 로켓추진기관, 과학로켓, 소형위성발사체를 생산/판매 또는 발사 서비스를 제공하는 부문과 자체 연소시험장을 활용하여 추진기관 성능시험/평가 용역을 수행하는 부문이 있으며 다년간의 국내외 추진기관 개발 경험을 통해 우수한 기술 역량을 보유하고 있다.

탄환총격파와 총성을 이용한 음향탐지 기술



자인테크놀로지(주) | 선두영 연구위원
서울국방벤처센터 협약기업

1. 개요

제1차 세계대전을 기점으로 시작된 저격전은 수많은 전쟁에서 그 효과가 입증되었으며, 현대전에서도 1명의 저격수는 1개 중대에 맞설 수 있는 가장 효과적인 비대칭 전력으로 평가된다. 이러한 저격 위협으로부터 아군의 생존성을 확보하기 위해 저격수의 위치를 찾기 위한 많은 방법이 시도되었지만 저격 시 발생하는 탄환총격파와 총성을 이용하여 저격수의 위치를 추정하는 것이 보편적 방안이 되었다.

탄환총격파는 탄환이 음속이상의 속도를 유지할 때 발생하며 N-파형이라는 독특한 모양과 탄환궤적을 따라 전달손실 없이 전파되는 특성이 있다. 또한 총성은 발생 원점에서 반구형으로 360도 전(全)방향으로 전파되는 특성이 있다. 이러한 탄환총격파와 총성의 센서 간 위상차를 이용하여 저격수의 방위를 추정하며, 탄환총격파와 총성의 시간차를 이용하여 저격수의 거리를 추정할 수 있다. 아울러 탄환총격파로 탄환궤적을 추정하여 탄착지점을 파악할 수도 있다.

이러한 음향신호의 특성을 이용하여 저격수 탐지장비와 사격훈련장비 등이 개발되고 있다. 저격수 탐지장비는 차량설치용, 병사휴대용 등이 실전에 배치되어 운용되고 있으며 최근에는 기동화력장비와 회전익항공기에 장착되어 운용할 수 있는 저격수 탐지장비가 개발되고 있다.

2. 주요 개발/생산 품목

가. 차량설치용 저격수 탐지장비(SODA-v¹)

민군겸용기술과제로 2010년 개발을 시작하여 2014년 개발이 완료된 저격수 탐지장비는 세계에서 6번째, 아시아에서는 이스라엘에 이어 2번째로 개발된 장비로 국방부장관 표창을 수상했다.

은폐·엄폐되어 아군을 저격하는 적 저격수의 위치를 탐지하여 저격 원점의 방향과 거리를 영상 및 음성으로 통보하는 장비이다. 앞서 기술한 탄환총격파와 총성을 이용하며, 모든 방향에서 삼각배치가 배정될 수 있도록 7개의 음향센서가 장착되어 있다.



본 장비의 성능지수는 최대 탐지 거리 1,500m, $\pm 4.0\text{deg}$ 의 방위 정확도와 $\pm 4.0\%$ 의 거리 정확도를 확보하고 있다. 아울러 탐지율은 98% 이상이며, MIL-STD-810G와 MIL-STD-461F의 환경적응성을 확보하고 있다. 본 장비는 대 저격전 등 군 작전에 활용되며 기지 방어 및 숙영지 보호, 수송대열 보호, 지휘관 근접 보호 등에도 활용될 수 있다.

현재 본 장비는 무인차량과 같은 로봇 체계에 장착되어 운용되는 시제가 개발되고 있다. 무인체계가 임무 수행 중 저격 등 피탄 위험이 발생하는 경우 본 장비가 도발 원점을 파악하여 해당 좌표 정보를 체계에 전송하고, 체계는 이를 토대로 무장장비를 해당 방향으로 자동 지향하여 즉시 대응할 수 있도록 하는 기능을 담당하고 있다.

나. 저격수 훈련장비(SPLUS-s²)

민군실용화연계과제로 2017년 개발을 시작하여 2019년 개발 완료 예정인 저격수 훈련장비는 음향센서를 이용하여 수집된 탄환총격파의 도달 시간차를 토대로 탄착점을 추정하여 저격수에게 해당 결과 영상을 실시간으로 제공하는 장비로 음향신호를 수집하고 시간차를 연산하는 표적장치와 탄착점을 추정하고 사격 통제를 실시하는 관제장치, 그리고 탄착점을 저격수에게 제공하는 전시장치로 구성된다.



본 장비의 특징점은 다음과 같다.

- 사격장 안전 사전 진입 불필요
- 사격시간 단축: 700m 100발 사격 시 93% 단축
- 500m 이상 중장거리 사격 탄착 확인
- 표적에 맞지 않은 비행탄도 탄착 추정가능
- 표적지점의 풍향풍속 제공
- 레이저 목표 지시: 표적지 탈부착 불필요

저격수 훈련장비의 성능 지수는 훈련 거리 1,200m, 탐지반경 3~5m, 탐지정확도 $\pm 5.56\text{mm}$ 이하이며, MIL-STD-810G의 환경적응성을 확보하고 있다.

회사소개

자인테크놀로지(주)는 1991년 설립이후 유량계를 전문적으로 생산·판매하고 있으며, 국가 소급성 유지를 위한 국가 교정 기관으로서 교정업무도 병행하고 있는 음향 전문기업이다.

민수에서 축적된 음향관련 기술을 바탕으로 음향관련 방산제품을 개발하고 있으며, 특히 소화기(小火器) 분야의 정제된 원음과 분석 자료를 축적하고 있다. 이를 토대로 고성능 음향식별, 초정밀 위치추정, 장거리 음향탐지에 역량을 집중하여 선진형 음향식 무기체계 국산화 개발에 일익을 담당할 것이다.

군수 시뮬레이터 기술 현황



(주)바로텍시너지 | 구철호 대표이사
전주국방벤처센터 협약기업

1. 개요

군수 시뮬레이터 기술은 공군 전투기, 훈련기, 수송기, 헬기 등 고비용, 고위험 장비에서 적용되기 시작하였으며 최근에는 육군 탱크, 장갑차, 발칸에 이르기까지 사용범위가 확대되고 있다. 당사는 항공우주 시뮬레이터 분야에서 10년전부터 개발에 참여하여 영상 소프트웨어 및 운동감 재현 시뮬레이션, 각종 센서 통신기술 등을 보유하고 있다. 메카트로닉스(Mechatronics)를 기반으로 개발한 주요 항공/해상/지상 시뮬레이터는 다음과 같다.

- ① 수리온 한국형 헬리콥터 시뮬레이터 조종반력장치(CLS) & 좌석진동재현장치(SS), ② 수리온 정비훈련장치(KUH MTD) 조종유압장치, ③ 유인헬기무인화를 위한 비행제어시스템(UHS), ④ 차세대 헬리콥터 KUH Fly-By Wire Pilot Inceptor용 Active 조종장치, ⑤ KT-1P 시뮬레이터 통합시스템(페루 수출), ⑥ 대한민국 공군 KT-1 시뮬레이터 FFS & CPT, ⑦ (K)F-16/KT-1 Simulator Avionics LRU 시험용 Test Bench, ⑧ T-50 IQ 정비훈련장비(MTD Wing Structure, 이라크 수출), ⑨ KF-X HQS 모의 MFD&SIU, ⑩ 해군 특수전(UDT/SEAL)용 사격훈련 지면인식장치, ⑪ 무인기 함상운용 PTS 구동부 및 Test bench, ⑫ K200A1 장갑차 시뮬레이터, ⑬ 폭발물제거 로봇(EOD Robot) 조종훈련을 위한 모의훈련장비

2. 주요 개발 현황

가. 페루 공군 KT-1P 시뮬레이터 통합시스템



개요

- KT-1P 시뮬레이터 통합시스템 개발 및 페루 공군 현장설치
- 통합형 시뮬레이터를 독자적으로 개발 성공하여 체계기업과 동반수출 성공

개발내용

- 조종석시스템(Cockpit System)
- 조종반력시스템(Control Loading System)
- 입출력시스템(Cockpit I/O System)
- 전원분배장치(Power Distribution Unit)
- 영상구현시스템(Visual System)



나. 대한민국 공군 KT-1 시뮬레이터 FFS

개요

- 공군 제3훈련비행단에 운용되는 KT-1 시뮬레이터 개발
- 국내최초 가역(Reversible)조종장치(CLS) 개발
- 국내최초 운동모의장치(MCS) 개발

개발내용

- Simulator Base Frame 개발
- 가역 조종반력시스템(CLS)
- 운동모의장치(MCS) 개발
- : 유사한 기능의 사출좌석(Ejection Seat), Z방향 Gravity Effect 구현, High/Low Actuator, Cushion Actuator, 신체조건에 따른 Adjust 구현



다. 대한민국 육군 K200A1 장갑차 시뮬레이터

개요

- K200A1 장갑차 시뮬레이터를 통해 조종수의 조종능력을 숙달하여 야전부대배치 즉시 임무 수행할 수 있도록 연구개발 수행

개발내용

- 조종훈련기
- 교관통제실
- 장비실
- 훈련대기실
- 조종훈련기 SW
- 교관통제실 SW

회사소개

(주)바로텍시너지는 메카트로닉스(Mechatronics)를 기반으로 항공/지상/해상 시뮬레이터, AI 자율제어 로봇, 위성발사체 제어계측 시스템, VR 영상장치와 소프트웨어개발 전문기업이다.

(주)바로텍시너지는 미래 신성장동력인 4차 산업혁명 기술을 주도하는 우수선도기업으로, 고객만족을 최우선으로 삼고 더불어 상생하여 시너지 효과를 얻고자 하며 꿈꾸는 모든 것을 현실로 만들어 대한민국의 이름을 드높이는 기업, 세계 속의 (주)바로텍시너지가 되기 위해 더욱 노력할 것이다.

방산용 다기능 케이블 검사장비 (Multi-Function Cable Testing System)



(주)엘케이텍 | 김재교 대표이사
경남국방벤처센터 협약기업

1. 개요

최근 무기체계에 탑재되는 첨단 전자장비가 증가함에 따라 장비간 다기능 신호(Signal) 및 전원선(Power Lines) 호환(Interface)의 중요성이 높아지고, 다중 선로 케이블 조립체의 정확하고 신뢰성 있는 수락검사와 야전 운용 체계장비의 신속하고 정확한 점검 등 정비성의 중요성 역시 커지고 있다.

케이블 검사장비(Cable Testing System)는 케이블조립체의 상태 및 수준(절연수준 및 도통성능)을 자동으로 측정(Measuring)하고 검사(Testing)하며, 결과를 전산화하여 관리가 가능한 모델이다. 해외 유사 모델 대비 신뢰성과 가격 경쟁성 있을 갖춘 케이블 전용 검사장비로서 '17년 경남국방벤처센터에서 개발비를 지원받아 독자 개발(특허 제10-1803438호) 하였다.

2. 주요 개발 현황

가. 형상 및 주요성능



- Scanning Time: 5회/sec
- 선간 저항 측정범위: 0.1Ω~100MΩ
- 절연저항 인가전압: 25~1,000Vdc
- 전압측정 범위: 100mV~1,000Vdc
- 캐패시턴스 측정범위: 1nF~10μF
- 주파수 측정범위: 3Hz~300kHz
- Diode 소자시험: General/Zener

나. 기본 제원

구분	사양	비고
크기	460(L) × 365(W) × 350(H)	Rack형태로 확장가능
무게	22kg	
Operating System	Window7 이상	
Monitor Resolution	1366 × 798	
PC Interface	USB	2 ports
Test Channel	최대 512	64Channel/Card, 최대 8Card

다. Customized Cable Tester

철도차량, 항공산업 및 방산부문에 적용 중인 케이블 검사장비의 해외주요 제조사로는 Cablesan(미국), CABLETEST(캐나다), WEETEK(독일) 및 MK test system(영국)이 있으나, 고객 맞춤형 GUI(Graphic User Interface)를 구현하는데 고비용이 소요되어 국내 사용자 수준의 요구사항을 구현시키기에는 제한요소로 작용하고 있다. 하지만 본 전용장비는 국내·외 고객의 요구수준을 100% 반영한 Customized Cable Tester로 제공이 가능한 장점이 있다.

라. Man-Machine Interface

장비운영자의 편의성을 위해 운용화면의 직관성을 보장하도록 GUI(Graphic User Interface)방식의 화면 및 운용안내 메시지를 전시하며 메인화면, 시험절차 편집 및 시험진행 화면 등을 제공한다.

- 특정화면에 제공되는 신호명과 기준값 등의 변수에 대한 시험절차 편집 기능·고객이 설계한 결선도에 따라 자동으로 시험절차에 반영 및 시험기능
- 설계정보 없는 Cable Harness에 대해 역으로 시험 및 결선도 제공 기능

마. 장비 신뢰도 및 정도(精度) 보장

검증된 측정장비(Agilent&HIOKI사 제품)를 사용하여 측정오차에 대한 신뢰도를 보장하며 자체진단기능을 통해 상시 장비작동을 보장한다.

기본 측정 방법인 2Wires 방식 이 외에 4Wires 방식을 적용하고 시험 장비내 측정선로에 기생된 저항성분을 제거하는 기능(Interface line Resistance Reject)과 측정항목에 대한 Offset제거 기능을 발휘하여 피시험 대상물의 진성 성분(Intrinsic Factor)만 측정하므로 측정오차(Human Error)를 배제한 높은 측정 신뢰도를 보장한다.

바. 다양한 운용성 및 보안성 제공

측정 용도와 목적에 따라 측정기준 요소를 변경하여 피시험장비의 특성에 맞는 효율적 시험수행을 제공한다.

- 측정 기준값을 변경, 설정하여 단순 도통여부를 신속히 판단하는 기능
- 피시험 제품의 특성에 따라 측정 유도시간을 달리하여 측정의 정도를 보장하는 기능
- 장비의 유지관리 및 자료 관리의 정보보안을 위한 제3자 장비 접근배제 기능과 각 운용프로그램의 시작시 전담자외 접근 배제의 2중 보안기능을 제공

사. 유지 보수 및 정비 편리성

운용 채널별로 Slot Card 형태의 Relay 소자를 적용하여 저비용으로 채널별 수리교체가 용이하고 Interface Cable에 상용부품(D-sub Gender Type)을 적용하여 정비 대체 부품확보 시간이 단축된다.

회사소개

(주)엘케이텍은

- 전기전자 설계 및 개발 (Electrical Control & Cable Harness Design)
 - 프로그램 설계 및 개발 (Program Design)
 - 서보 제어 및 계측 설계 및 개발 (Servo Control & Measuring Technology Design)
- 역량을 보유한 업체로 군수 전자부품 및 자동화 시험장비 등을 개발하는 전기·전자 전문업체이다. 주요 생산품으로는 케이블조립체 Multi-Functional Tester, FA-50 전용점검장비, KUH자료장입기, K9 자주포 승단/ 구동/ 장전제어기 및 조종수 패널 등이다.

76mm 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 기술개발



비나텍(주) | 한상진 수석연구원
전주국방벤처센터 협약기업

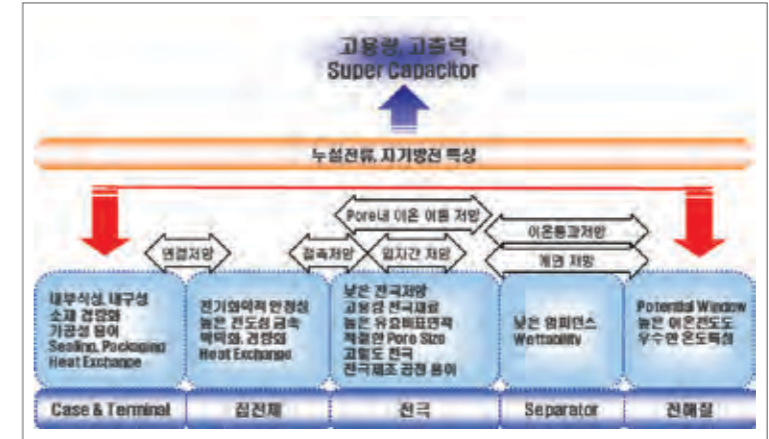
1. 개요



76mm 함포 주요 구성품

76mm 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 기술 개발은 순간 고출력으로 구동하는 함포 회전체의 구동전원용 부품인 슈퍼커패시터를 개발하는 것으로 순간 출력시 발생되는 IR Drop을 최소화시키기 위해 슈퍼커패시터가 동작되면서 발생할 수 있는 내부저항(Internal Resistance) 관련 셀 구성 요소들 간의 저항을 낮추는 것이 핵심이다.

함포 회전체 구동전원용 슈퍼커패시터는 순간 사용 전류가 100A~200A로 고출력으로 사용되기 때문에 셀 내부적으로 순간 출력을 발현할 수 있도록 전극의 활성탄의 비용량이 충분히 확보되어 있어야 하며 사용되는 전해액 또한 고출력에 용이한 용매 및 염을 적용해야 한다. 구조적으로는 셀의 전극과 외부 터미널 간의 접촉 저항을 최소화하여 고출력에 용이한 구조가 필요하다. 기존의 슈퍼커패시터는 각형 구조로 다수의 개별 전극이 적층 병렬형 구조로 이루어져 있어 적층 병렬 연결 시 접촉저항을 발생시킬 수 있다. 따라서 이러한 저항 요인을 개선하기 위해서는 구조적으로 원통형 구조가 유리할 수 있고 저저항시 고용량 및 고출력 특성 구현에 좀 더 유리하다.



슈퍼커패시터의 저항 요소들

고용량 고출력 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 개발을 통해 함포의 효율적 운용 및 장기 신뢰성 향상을 도모할 수 있으며 순간 고출력 에너지저장장치인 슈퍼커패시터의 다양한 군적용이 가능할 것으로 기대된다.

2. 주요 개발 현황



76mm 함포 회전체 구동전원용 원통형 슈퍼커패시터 개발품은 아래의 그림과 같다. 개발품의 정격 전압은 2.7V이며 용량은 3500F(Farad: 커패시터의 용량 단위)이다. 슈퍼커패시터 내부는 활성탄 소재 기반 전극으로 +전극과 -전극이 분리막을 가운데로 두고 말려있는 형태이며 액상의 유기 전해액이 투입되어 있고 투입된 전해액의 대부분은 전극이 머금고 있는 상태이다.

개발한 슈퍼커패시터의 특징은 슈퍼커패시터 간의 부스바 연결 시 접촉면적을 최대화 하여 접촉저항을 줄였고 대면적의 전극이 투입되는 공간을 최대화 하여 고용량 발현이 되도록 디자인 하였다. 또한 전해액의 경우 고전압 내구성을 향상시키기 위해 고전압 전해액을 개발 적용하였다.

회사소개

비나텍(주)은 1999년에 설립된 에너지 저장 장치 선도 기업이다. 1999년도에 에너지 솔루션 사업에 착수를 하였고 2005년도에는 R&D 생산 기술 혁신을 이끌었으며, 2010년도에는 에너지 저장 장치 전문 기업으로 성장하였다. 그리고 2015년부터는 에너지 저장 장치 선도 기업으로서 성장하고 있다.

비나텍의 미션은 "우리는 모든 구성원의 행복을 기초로 친환경적인 제품을 제공하여 함께 사는 사회에 기여한다."이다.

지정사수용 원거리 조준경



수옵틱스 | 임도현 대표이사
경남국방벤처센터 협약기업

1. 개요



국내는 해외와는 달리 각 소총에 맞는 마운트, 망선, 크리크 등의 개발이 활발하지 않아, 해외 수입품을 그대로 국내상황에 적용하면서 많은 문제점과 사용 시 불편함이 있었다. '18년 국방부의 우수상용품으로 선정된 수옵틱스의 [지정사수용 원거리 조준경]은 '18년 경남국방벤처센터에서 개발비를 지원받아 개발되었다. 우리 군 사용 소총인 K2C1과 K100 탄 사용 시의 탄도고 및 오조준 데이터를 반영해 망선 내 거리별 조준점을 표기하여 목표물의

크기와 거리 추정이 가능하고, 6단계 밝기 조절로 저조도의 환경에서도 뚜렷한 망선의 시인성을 제공한다.

또한, 사물의 크기에 따른 거리 계산 크리크³(Windage/Elevation Adjustment) 설계로 더욱 정밀하고 빠른 조준 사격이 가능하며, Fast Focus System 등 고도의 기술과 기능들을 접목해 차세대 전략 장비의 역할을 기대하고 있다.

2. 주요 개발 현황

가. 전용 마운트

	레일 너트 분실방지 시스템
	충격에 의한 미끄럼 방지
	진동에 의한 풀림방지

우리 군 사용 소총(K2C1)의 경우 기능자가 높고 가늠쇠가 접이식이 아닌 고정식 구조로 되어있어 마운트 높이가 낮을 경우 시야를 가리게 되는 단점이 있다.

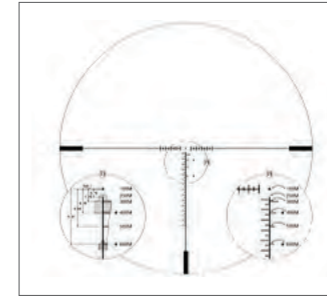
[지정사수용 원거리 조준경]의 전용 마운트는 2종으로 높이에 차이를 두어, 가늠쇠·가늠자의

간섭을 피해 사격 시 시야를 확보하였다. 또한 피카티니 레일⁴ 적용으로 거의 모든 총기에 사용 가능하며, 탈·장착이 간편한 구조로 사용자의 편의성을 높였다.

3 망선의 위치를 수평/수직 방향으로 조정하는 다이얼 방식의 노브로 일정한 이동값을 가지며 탄도의 좌우/ 고도 조절을 위해 사용

4 NATO 표준 총기 액세서리 장착 플랫폼. 총기류에 광학장비들을 손쉽게 부착 고정할 수 있도록 만들 표준슬롯

나. 시스템 망선



우리 군이 사용하는 소총(K2C1)과 탄(K100)의 탄도고와 오조준 데이터를 반영하여 망선 내 거리별 조준점을 표기하여 목표물의 크기와 거리 추정이 가능하다. Illumination System 적용으로 저조도의 환경에서도 사용 가능하며, 동전 배터리(CR2032) 적용으로 교체 및 휴대가 간편하다.

다. 크리크(Windage/Elevation Adjustment)

망선과 크리크 단위를 통일하여 조준경 사용 시 망선과 크리크의 단위를 계산하여 조정하는 번거로움이 없으며, 100m 기준 1Click당 1cm 이동 값을 갖는 크리크설계로 조정이 간편하고 정확한 사격을 가능하게 한다. 풍향, 풍속, 탄도 Drop을 고려하여 터렛(Click Dial)을 조정하고 원하는 위치에 크리크를 영점전환하여 환경에 맞추어 사용할 수 있다.

라. 간편한 배 울조정(Fast Focus System)



지렛대 원리를 이용한 당사의 국/내외 특허인 스피드 변배 시스템 적용하여 악천후의 환경에서도 적은 힘으로 신속한 배울 조정이 가능하며, 근거리 및 원거리 사격에 모두 적합하다. 또한, 비사용 시 접히는 관절 구조로 공간활용이 우수하다.

회사소개

수옵틱스는 광학 조준기기 전문 제조 회사로, 다양한 군사·사냥·레저용 광학 조준경을 설계에서부터 완제품 조립까지 전 공정을 자체 기술과 설비로 생산하고 있으며, 연구개발 중심의 기술력과 창의성을 바탕으로 열상, 레이저, 프리즘 등을 접목하는 등 조준경 분야에서 수입 대체를 위한 다양한 제품 개발을 진행하고 있다.

2008년 설립 후, 2009년 수출 유망중소기업 선정되었으며, 꾸준한 해외 수출시장 개척으로 2011년 200만불 수출탑 수상을 시작으로 차례로 300만, 500만, 2016년에는 1,000만 불 수출탑 수상하는 등 지속적인 성장세에 있다.

주요 협력사로는 미국의 VISTA OUTDOOR 그룹, SWIFT, MTC 등으로 제품의 90% 이상을 수출하고 있으며, 2012년부터는 육군 32사단, 55사단, 39사단 등 군용 조준경 S-K1 야칸 조준경을 공급한 바 있다.

고출력, 장수명 Pb-C 복합전지



(주)에너지플래닛 | 정호영 대표
광주국방벤처센터 협약기업

1. 개요



기술이 발전됨에 따라 전장의 전투장비들과 전략전술도 함께 첨단화 되어가고 있다. 대표적으로 전차나 장갑차의 보호능력을 강화하기 위한 능동방어체계, 인명손실을 줄이기 위한 원격포탑 등 첨단장치들에 대한 연구와 적용이 활발히 진행되고 있다. 또한, 전장상황을 실시간으로 확인하고 명확한 지시를 전달하기 위한 합동지휘체계(C4I)의 적용이 본격화 되어 가고 있다.

이러한 첨단장비의 개발, 적용과 생성·처리하는 정보량의 증가는 필연적으로 전력소모량의 증가로 이어지기 때문에 효율적 전력관리를 위하여 축전지 성능의 중요성도 함께 커지고 있다.

현재 군에서는 높은 신뢰성과 안전성, 준수한 성능과 저렴한 가격 등을 이유로 다양한 용도로 납축전지를 운용 중이다. 하지만 전력의 첨단화 과정에서 배터리에 대해 출력, 수명 등 요구성능이 증가함에 따라 납축전지에 대한 선호도가 감소하고 있다.

당사에서 개발한 Pb-C 복합전지는 납축전지를 기반으로 하여 장점은 계승하면서도 단점이었던 고심도 운영성능, 수명, 출력을 개선하여 이러한 문제를 해결하였다.

2. 주요 개발/생산 품목

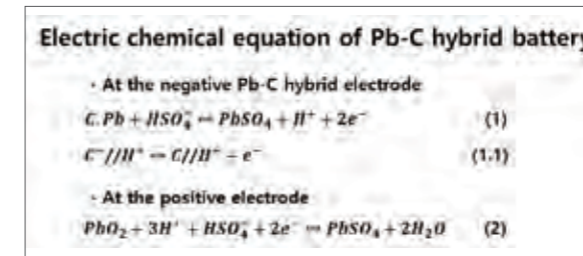
가. 차량용 12V Pb-C 복합전지(Advanced lead-acid battery)



당사는 기존 납축전지와 구조 및 외관 규격은 동일하게 유지하되, 일부 부품을 개질한 고출력 장수명 Pb-C 복합전지를 개발하였다.

Pb-C 복합전지는 특수 처리한 카본활물질이 코팅된 음극전극 외에 모든 부품은 일반 상용전지와 동일하다. 전극 표면에 코팅된 카본층은 전극의 전자기동 경로인 그리드망 외 별도의 전자기동경로를 제공한다.

아래 Pb-C 복합전지 반응식에서 확인할 수 있듯이, Pb-C 복합전지의 음극 및 양극의 납 활물질은 식 (1), (2)처럼 일반 납축전지와 동일한 반응 메커니즘 을 보인다. 하지만 카본코팅층의 반응은 식(1.1)에서와 같이 수소 이온의 흡·탈착 메커니즘이 전자의 이동을 수반하여 전지의 충·방전 성능을 향상시킨다.



당사가 개발한 Pb-C 복합전지의 음극표면 카본 코팅층은 황산납(PbSO₄)입자⁵가 전극 표면에 고르게 성장하도록 유도해 황산납의 지나친 성장을 억제하는 카본활물질의 합성 및 전극 코팅 제작 기술을 보유하고 있다. 당사가 보유한 황산납 입자의 성장억제 기술을 통해 Pb-C 복합전지는 기존 납축전지 대비 출력 및

용량 등 제약조건이 자유로워져 고출력 운전 및 사용 용량범위의 확대 등의 장점을 갖추고 있다.

나. 산업용 2V Pb-C 복합전지



산업용 Pb-C 복합전지

당사가 개발한 산업용 Pb-C 복합전지는 고출력, 고율 충/방전이 가능하여 넓은 분야에 적용이 가능하다. 일반적으로 납축전지의 경우 산업용 축전지에 주로 요구되는 성능인 고심도 운영성능과 수명이 다소 낮은 단점이 있으나, 당사의 Pb-C 복합전지는 이러한 문제를 해결하여 산업용 축전지로의 운용성을 대폭 강화하였다.

당사의 산업용 Pb-C 복합전지는 기존 전지와 규격이 동일하기 때문에, 통신용/UPS/태양광 및 풍력에너지 등의 에너지 저장 외 기타 직류전원이 필요한 장비 등 기존 납축전지가 적용되는 분야에 완벽히 대응할 수 있다. 또한, 길어진 수명으로 유지보수비용이 절감되는 장점이 있다.

회사소개

(주)에너지플래닛은 2015년 설립된 벤처기업으로, ESS(에너지저장시스템), 차량용 배터리 및 산업용 배터리 등을 포함하는 다양한 차세대 에너지 저장장치관련 사업을 추진하고 있다. Pb-C 복합전지는 기존 납축전지와 동일한 규격으로 제작하여 납축전지를 쉽게 대체할 수 있어 해외에서는 자동차 및 산업용으로 활발히 연구되고 있다. 하지만 국내에서는 연구가 미미한 편으로 당사에서 국내 최초로 시제품을 제작하였다.

또한, 다수의 국가연구개발과제를 수행하면서 연구소 및 대학과의 협업을 통해 기술 및 노하우를 축적하고 주요제품의 사업화를 진행하고 있으며, 국내 유수의 기업들과 연구결과물의 실용화를 목표로 적용가능성을 평가 중에 있다. 다양한 연구 성과와 파트너십을 통하여 차량용 축전지와 에너지 저장 시스템의 강자로 발전하고자 최선을 다하고 있다.

⁵ 납축전지의 운용과정 중 방전 시 발생하는 황산납입자는 충전 시 완전하게 납활물질로 돌아와야 하지만 실제 반응에서는 일부만 되돌아오지 못하고, 비전도성의 결정물질로서 결정크기가 점차 성장해 전지의 성능을 급속하게 저하시킨다.

방산기술정보 인터넷 접속 방법

http://www.dtaq.re.kr ①



▶ 국방과학기술정보 책자 열람 방법

- ① www.dtaq.re.kr
- ② 자료실 클릭
- ③ 발간물·단행본 클릭
- ④ 국방과학기술정보지 클릭



▶ Global Defense News 접속방법

- ① www.dtaq.re.kr
- ② 글로벌 디펜스 뉴스 클릭



방산기술정보 국방망 접속 방법

▶ 격월간 국방과학기술정보誌 열람 방법

- ① http://dtims.mnd.mil ▶ ② 전체메뉴 클릭 ▶
- ③ 국방과학기술정보 클릭

http://dtims.mnd.mil ①



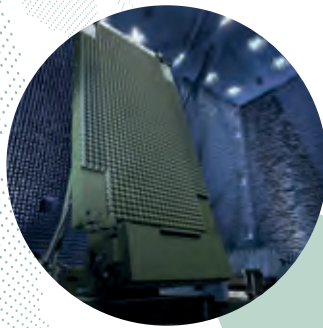
▶ Global Defense News 및 해외기술 동향 접속 방법

- ① http://dtims.mnd.mil ▶ ② 해외기술 동향 클릭



▶ DTIMS 회원가입방법

- ① 인터넷 주소창에 http://dtims.mnd.mil 입력
- ② 상시 화면이 뜨면 우측 상단에 있는 회원가입을 클릭하고 회원가입
- ③ 회원가입 완료 후 로그인



주의

- 자료의 지식재산권 보호를 위해 본 간행물에 게시된 자료의 무단복제·전재를 금합니다.
- 본 자료에 게재된 내용은 국방기술품질원의 공식적인 견해가 아니며, 필자의 개인 의견임을 알려드립니다.