

대공유도무기의 수직발사체계 및 가스사출 발사 개념 (2)



沈 愚 全

國科研 책임연구원
공학 박사

최근 수직발사 유도무기체계에서 발사관 안에 설치된 사출장치를 이용하여 유도탄을 밖으로 사출시킨 후 유도탄의 추진기관을 점화시켜서 발사하는 가스사출발사 방식을 채택하고 있다.

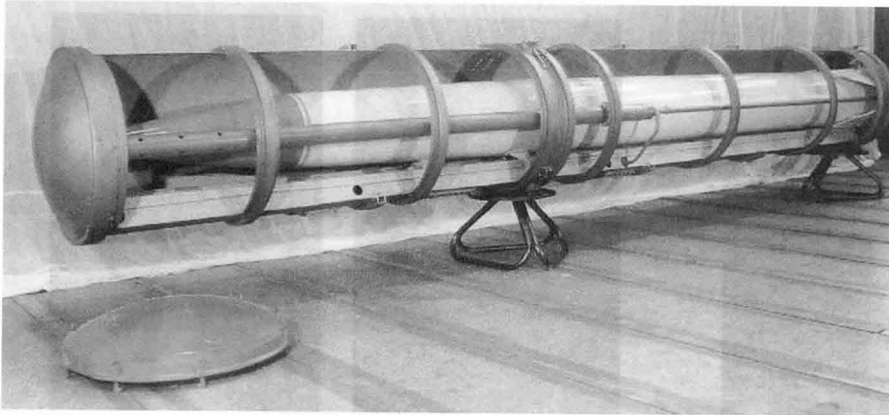
가스사출발사 방식은 유도탄 발사에 소요되는 에너지를 감소시킬 수 있기 때문에 유도탄 본체 하중을 줄일 수 있고, 함정에서 발사되는 수직발사 유도무기체계에 가스사출발사 기술을 적용하면, 밀폐된 공간에서의 화염처리장치가 필요 없기 때문에 한정된 공간에 비하여 유도탄의 탑재수량을 늘릴 수 있고, 발사장치를 크게 단순화 할 수 있다.

각국의 가스사출발사 방식

수직발사무기체계

각 국가별로 가스사출발사 방식이 적용된 유도 무기체계를 살펴보면 다음과 같다. 러시아는 유도탄 발사체에 가스사출발사 방식을 1980년대 초에 최초로 적용하였으며, 처음 적용한 유도탄은 MKB Fakel에서 개발한 5V55 대공 유도탄으로 발사관에 장입하여 캐터펄트로 수직 발사되도록 설계되어 있다.

이 유도탄을 사용하는 S300-P 대공유도무



S-300PMU-1
발사관 내부

기체계는 1980년 공식 무기체계로 채택되어 모스크바 부근에 배치되었던 구형 대공 유도무기체계(S-25 Berkut)와 교체되었다.

이 전까지는 유도탄이 레일형 발사대에 노출된 채 장착됨으로써 혹독한 환경조건에 취약했었는데, 유도탄을 발사관 안에 내장하여 이러한 문제점을 크게 개선하였다. 발사시에 유도탄은 발사관 내부에 장착된 가스발생기에 의해서 발사관 밖으로 사출되어 약 20~25m 정도 상승한 후 유도탄 모터가 점화된다.¹⁾

위의 사진은 S-300PMU-1의 가스사출발사 캐터펄트식 발사관 내부를 보여 주고 있다. 발사관 안쪽 가운데에 유도탄이 있고 유도탄 양옆으로 사출장치가 있다.

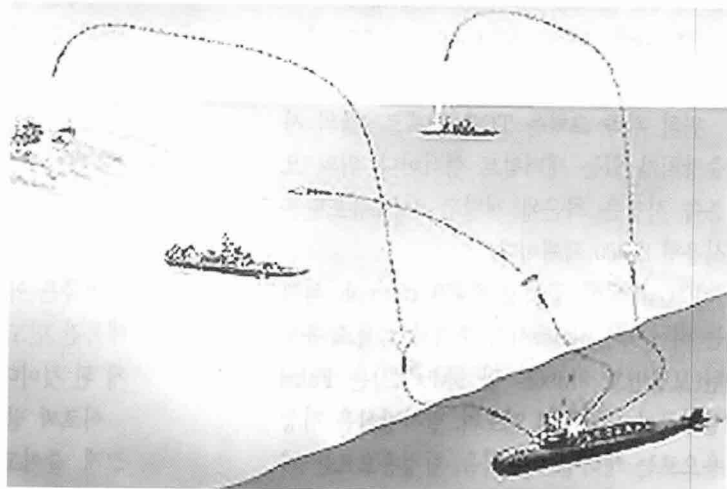
사출장치는 사출실린더와 로드로 구성되며 발사관 전방 부분에 사출용 실린더가, 발사관 후방 부분에 로드가 위치하며, 로드는 유도탄 후미와 연결되어 있다.

발사관 중앙 부분에는 가

스발생기와 사출실린더를 연결하는 파이프가 있다. 최근에 러시아에서 개발된 Medvedka 대잠로켓 수직발사체계에도 가스사출발사를 적용할 예정으로 알려져 있다. Medvedka 대잠로켓 수직발사체계는 Moscow Institute of Heat Technology에 의해 개발되었으며, 대잠로켓 내에 장착되는 324밀리 소형 대잠어뢰는 러시아 St. Petersburg에 있는 Gidropribor Central Research Institute에서 개발되었다.

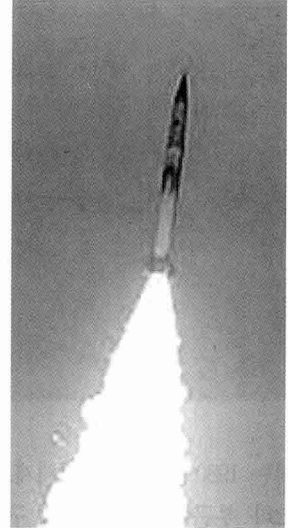
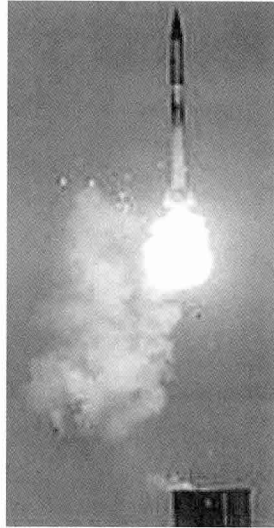
Medvedka 발사대는 처음에 경사발사 형

Medvedka 대잠로켓 체계





TOR 체계의 발사관



S400 대공 유도탄

식으로 개발되어, 경량화를 위하여 발사관 다발을 알루미늄 합금으로 제작하고, 2발 또는 4발을 탑재할 수 있는 발사관 다발을 회전 가능한 경사 발사대로 개발하였다.²⁾

그러나 근래에 들어서 수출을 위해 서방측에서 선호하고 있는 수직 발사 방식으로 개발하였으며 발사화염으로 인한 영향을 크게 줄일 수 있는 가스사출발사 방식의 피스톤 형식을 채택한 것으로 알려져 있다.³⁾

P.49 아래 그림은 Medvedka 체계의 작전 개념도이다.

위의 왼쪽 그림은 TOR 체계로 1개의 사출장치가 있는 캐터펄트 형식이다. 위의 오른쪽 사진은 최근에 개발된 9M96유도탄을 사용한 S-400 체계이다.

1998년 말에 공개된 S-400 triumph 체계는 러시아의 Almaz사가 주계약 업체로 유도탄(모델번호 9M96E 및 9M96E2)은 Fakel 설계국이 개발하고 있으며, 발사방식은 지상용으로는 캐터펄트 형식을, 함정용으로는 피

스톤 형식을 채택할 것으로 예상된다.

미국은 러시아에서 널리 사용하고 있던 가스사출발사 기술을 사일로에서 발사되는 대륙간 탄도 유도탄 체계에 적용하기 위하여 1970년 후반부터 연구를 수행하였다. 사일로의 밀폐된 공간에서 엄청난 발사화염으로 인한 문제들을 해결하기 위하여 가스사출방식이 가장 적합하다고 판단한 것이다.

대륙간 탄도탄은 수십톤의 중량물이기 때문에 대용량의 발사 에너지가 소요되어 피스톤 형식을 채택하고 있으며, 유도탄 후미지역에 있는 가스발생기로부터 나오는 뜨거운 가스에 의한 가혹한 환경조건을 완화하기 위하여 가스 냉각을 추가한 가스사출발사 방식을 개발하였다.

미국은 이 기술을 Peacekeeper(LGM-118) 대륙간 탄도탄 무기체계에 처음으로 적용하게 된 것이다.⁴⁾

이로써 발사시 야기되는 사일로의 손상을 크게 줄이고, 대부분의 발사장치를 재사용

할 수 있게 되었다.

아래 사진은 Peacekeeper의 사일로 발사 장면을 순차적으로 보인 것으로, 미사일이 사일로를 나올 때는 화염이 없다가 사일로를 나온 후에 가스발생기에 의해 가스가 분출되고 있는 현상을 보이고 있다. 미사일의 주요 제원은 길이 21.8m, 직경 2.3m, 무게 87,750kg이며, 사거리는 9,600km이다. 미사일은 지상 20~30m 높이에서 1단계 모터가 점화한다.

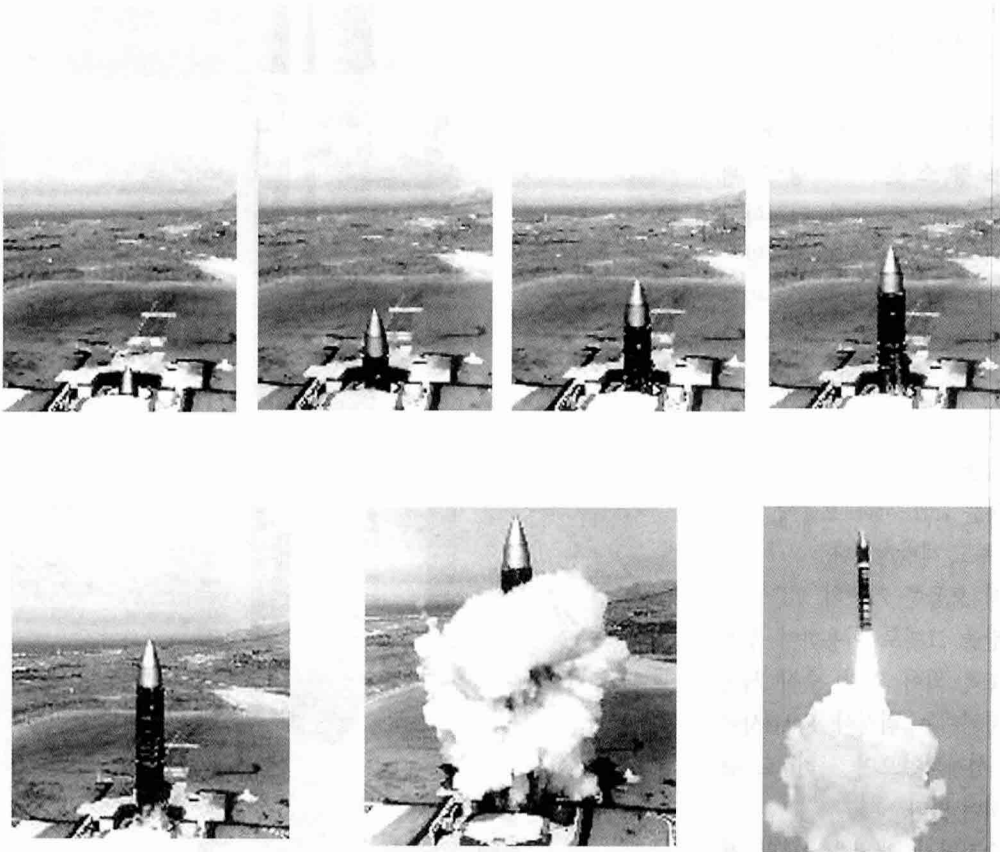
미국은 1970년대 후반부터 가스사출발사를 위한 연구가 Martin Marietta사를 중심

으로 꾸준히 계속되어 왔다.

기본적인 수학적 모델과 이를 검증하기 위한 사출시험을 수행한 것은 1980년으로 추정되며, 이때 사용한 시험 모델은 발사관 직경 1,447.8밀리, 발사관 후미 직경 1,993.4밀리, 발사관과 미사일의 유격은 44.45밀리, 높이 9,272.0밀리, 초기 발사관 후미 용적이 3.03m³, 미사일 무게는 16,148kg, 발사각은 45도로 하여 총 8발의 시험을 실시하였으며, 해석 결과와 비교적 잘 일치함을 발표하였다.⁵⁾

한편, 해석 프로그램을 이용하여 실물 크기의 MX 미사일에 대한 시뮬레이션 결과를

미국의 대륙간 탄도탄 Peacekeeper(LGM-118)의 가스사출발사 수직발사체계



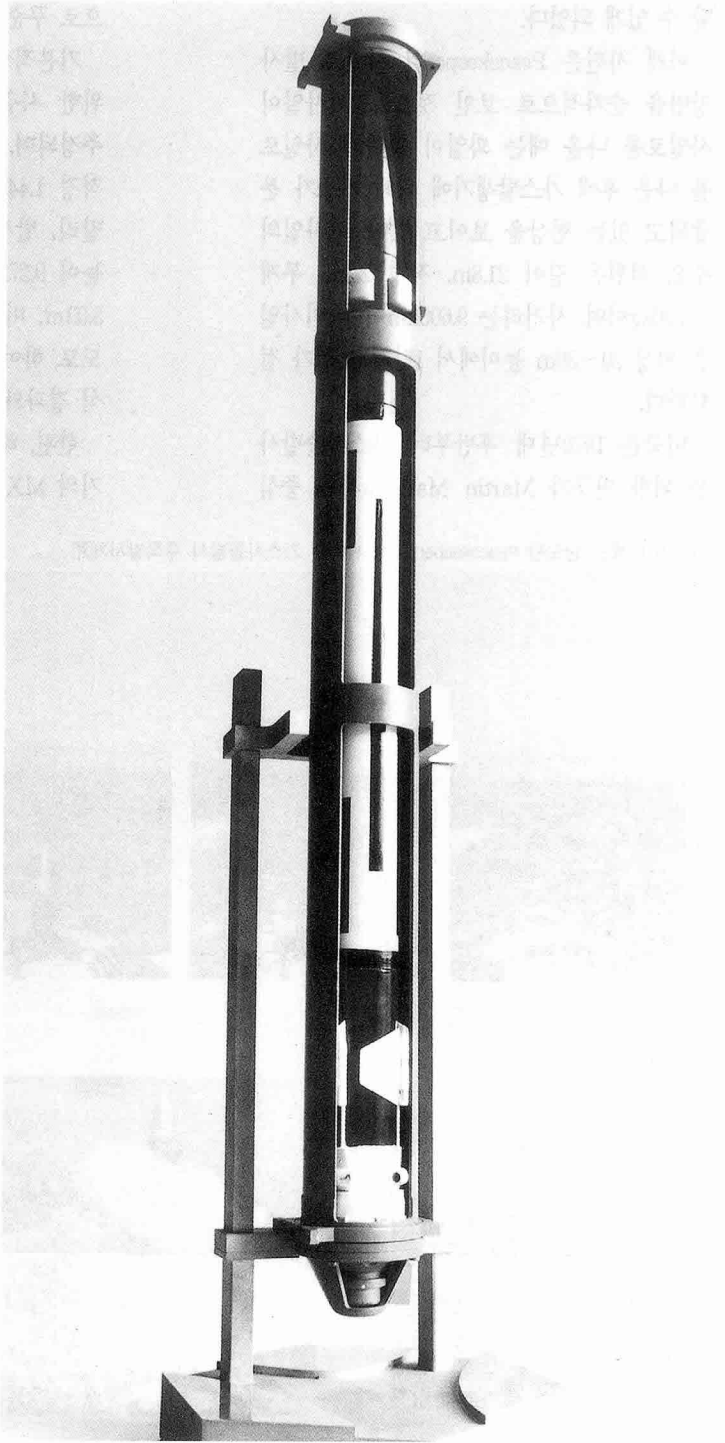
제시하였는데, 여기서 사용한 입력 자료는 미사일 무게가 89,812.8kg, 발사각 85도, 발사관 후미 직경은 2,468.88밀리, 발사관 길이는 21,509.7밀리, 초기 발사관 후미 용적은 6.23 m³, 평균 누출면적 4,148.4mm²이다.

사출가속도는 5g 수준이며, 발사관을 이탈하는 시간은 약 1.05초이다. 그러나 가스발생기에서 나오는 약 1648.9°C (3000°F)의 고온 가스로부터 유도탄을 보호하기 위하여 냉각 가스를 사용하여 약 187.8°C (370°F) 수준으로 낮추어 개발한 것으로 발표되었다.⁶⁾

프랑스는 프랑스의 Thomson-CSF사와 러시아의 Fakel사가 공동으로 수직발사 VT-1 유도탄을 가스사출발사 방식으로 개발하여 실용화 단계에 있다. 수직발사 VT-1체계는 가스사출발사와 발사 후 표적을 향하기 위해 방향을 전환하는 turn-over 모듈에 초점을 두고 개발하였다.

이 모듈은 기존의 VT-1 유도탄을 그대로 이용하여 장착하도록 되어 있다. 수직 사출발사체계는 러시아 Fakel사에서 설계되었으며 특허⁷⁾로 등록되어 있다.

수직발사 개념은 4개의 셀(cell)로 구성된 기본형 모듈에



캐니스터에 장착되어 있는 Crotale VT-1 VL 유도탄

그룹으로 8, 16, 24 또는 32기의 유도탄 묶음으로 결합되어 함정에 탑재할 수 있는 개념이다. 수직발사 유도탄은 가스사출발사에 의해 발사관으로부터 40m/초의 속도로 수직 사출되며 지면으로부터 약 40m 상공에서 표적 쪽으로 방향을 전환한다.

유도탄이 발사관으로부터 빠져 나온 후 1.45초 후에 주 로켓모터가 점화하고 이 때 turn-over 모듈이 유도탄으로부터 이탈되어 발사장으로부터 약 100m 이상의 거리에 낙하하게 된다. P.52 사진은 수직발사 VT-1 유도탄을 보이고 있으며, 피스톤 형식의 사출발사 방식을 채택하여 가스발생기에 의해 발사관 내부에 형성된 압력으로 유도탄을 밖으로 사출시킨다.

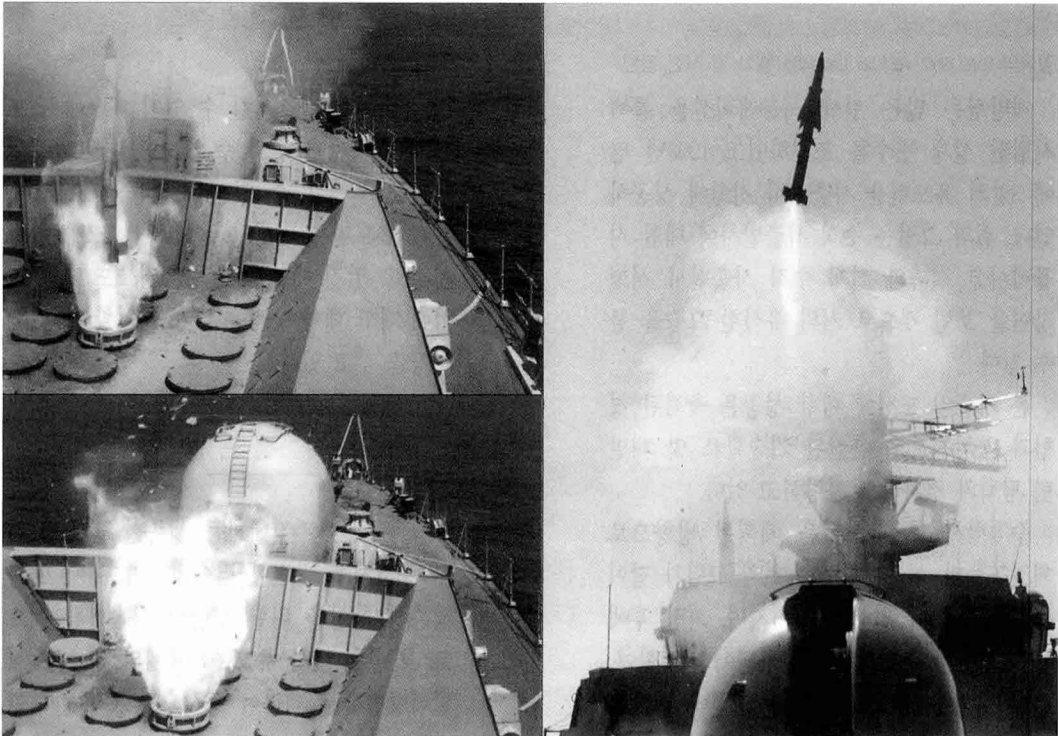
이 때 발사관은 발사압력에 견뎌야 하며, 압력 손실이 최소가 되도록 발사관 내경은

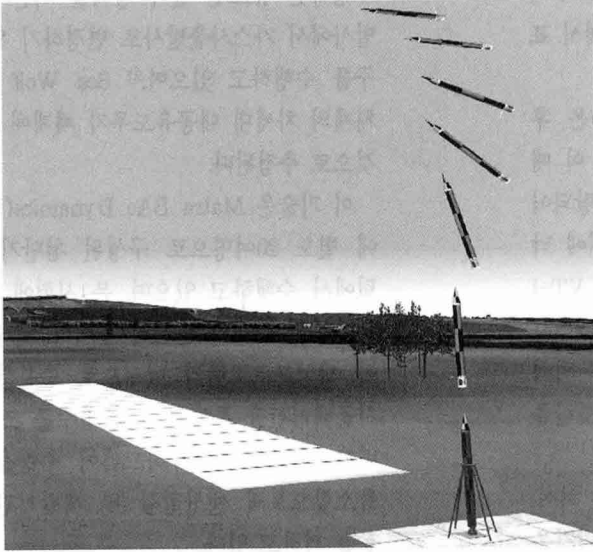
정밀하게 제작되어야 한다. 그리고 발생하는 초기 압력파로 전방 덮개를 연 후 유도탄을 사출한다.

영국은 유도탄 발사 방식을 기존의 추력 발사에서 가스사출발사로 변경하기 위한 연구를 수행하고 있으며,³⁾ Sea Wolf 유도탄 체계의 차세대 대공유도무기 체계에 적용할 것으로 추정된다.

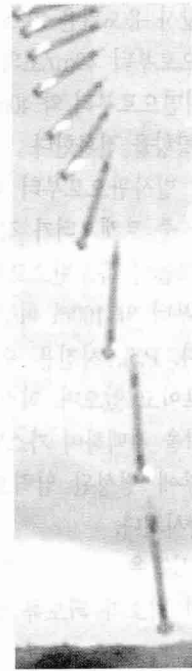
이 기술은 Matra BAe Dynamics(UK)사에 별도 20여명으로 구성된 첨단기술개발팀에서 수행하고 있으며, 본 시험에 사용된 유도탄은 60kg의 단거리 급이다. 근래에 들어 해석프로그램의 발전으로 충분한 전산 시뮬레이션을 통하여 설계 변수를 조정하여 비행시험으로 인한 하드웨어 수량을 대폭 축소함으로써 예산절감 및 개발기간 단축 등을 꾀하고 있다.

영국 해군이 Type 23 프리깃 함에 장착한 VL Sea Wolf 발사모습





컴퓨터 시뮬레이션 결과



사출시험 장면

영국의 SVL(Soft Vertical Launch) 해석 및 시험 장면

개발팀은 많은 전산 시뮬레이션을 통해 시험전 설계 변수를 조정하였고 1998년 말에 3발의 유도탄을 사출발사 시험에 성공하였다. 위의 그림은 수직 사출발사에 대한 시뮬레이션 결과와 실제 수직 사출발사 시험 장면을 보인 것으로 거의 유사한 모습을 볼 수 있다.

본 기술의 도전에 대한 성공은 축적된 경험과 복합적으로 훈련된 기술 확보 및 개발팀 팀웍의 결과라고 자랑하고 있다.

수직발사 후 유도탄은 계획된 방향으로 회전하는데, 이 때 회전은 위의 그림과 같이 측방향 추력에 의해 이루어지며, 회전 후에는 유도탄의 추진기관이 점화되어 비행한다.

이 방법은 유도탄 발사와 회전에 소요되

는 에너지를 감소시킬 수 있기 때문에 유도탄 본체 하중을 줄일 수 있고 경량의 발사대 체계를 설계할 수 있는 장점을 갖고 있다. 특히 유도탄은 turn-over 기동을 크게 향상시킬 수 있기 때문에 단거리 저고도 접근 표적에 대한 대항 능력을 크게 개선할 수 있는 특징을 갖고 있다.

맺는 말

장차 미래 전장에서는 생존성 증대를 위한 무기체계 발전이 필수적이며, 이에 따라 생존성 향상을 위한 노력이 가속화될 것으로 보인다. 대공 유도무기체계의 경우 수직 발사방법을 채택하여 동시 다 표적에 대한



목표물을 향해 비행중인 Crotales VT-1 미사일

신속 대응 능력을 갖추고 있는 추세이다.

특히 함정에서 발사하는 유도무기체계에 수직발사 방법을 적용하면 갑판 아래로 유도탄을 장착할 수 있어 각종 환경조건으로부터 유도탄을 보호할 수 있을 뿐 아니라 외부로 유도탄이 노출되지 않는 큰 장점을 가질 수 있다.

최근 수직발사 유도무기체계에서 발사관 안에 설치된 사출장치를 이용하여 유도탄을 밖으로 사출시킨 후 유도탄의 추진기관을 점화시켜서 발사하는 가스사출발사 방식을 채택하고 있다.

가스사출발사 방식은 유도탄 발사에 소요되는 에너지를 감소시킬 수 있기 때문에 유도탄 본체 하중을 줄일 수 있고 함정에서 발사되는 수직발사 유도무기체계에 가스사출발사 기술을 적용하면, 밀폐된 공간에서의 화염처리장치가 필요 없기 때문에 한정된 공간에 비하여 유도탄의 탑재수량을 늘릴 수 있으며, 발사장치를 크게 단순화 시킬 수

있다.

한편 지상 무기체계에 가스사출발사 방식을 적용할 경우 발사장비 단순화 및 발사 화염으로 인한 적으로부터의 노출 감소 등 많은 장점을 갖고 있어 앞으로 수직발사 체계에서는 가스사출발사 기술이 보편화 될 것으로 전망된다. 防

註)

- 1) Vladimir Svetlov, 「FAKEL MISSILES FOR SHIP AIR DEFENSE SYSTEMS」, pp.100~102, <MILITARY PARADE>, MAY&JUNE, 1995
- 2) Boris Lagutin and Nikolai Karyagin, 「MEDVEDKA DIVES FOR ITS TARGET」, pp.48~50, <MILITARY PARADE>, MARCH & APRIL 1995.
- 3) Lev Solomonov, 「MEDVEDKA LIFTS OFF TO ZENITH」, pp.28~29, <MILITARY PARADE>, MAY&JUNE 1999.
- 4) LGM-118 Peacekeeper, JSWS-ISSUE 21, April 1996
- 5) C.T. Edquist and G.Romine, 「Canister Gas Dynamics of Gas Generator Launched Missiles」, AIAA-80-1186, AIAA/SAE/ASME 16th JOINT PROPULSION CONFERENCE, June, 1980
- 6) C.T. Edquist, 「Prediction of the LAunch Pulse for Gas Generator Launched Missiles」, AIAA-88-3290, AIAA/ASME/SAE/ASEE 24th JOINT PROPULSION CONFERENCE, July, 1988
- 7) Europatent No. EP00737297 「Missile Launching and Steering System」 Oct. 8, 1997