

# 유도탄 수명 연장 방안 고찰

류백능\*† · 김백용\* ·유지창\*

## A Study on The Missile Service Life Extension Plan

Baekneung Ryoo\*† · Baegyong Kim\* · Jichang Yoo\*

### ABSTRACT

The service life extension of the missile can reduce the replacement cost of the missile, maintain the combat power, and consist of the lifetime assessment of the shelf-life(energetic) items, the maintenance of the missile and upgrade of the related components. This technology should be developed together with the missile system and advanced sustainedly. It is a converging technology that combines various fields of expertise and long-term experiences and databases.

### 초 록

유도탄 수명 연장은 유도탄의 교체 비용을 절감할 수 있고 전력을 유지할 수 있으며, 시효성 품목의 수명 평가와 유도탄의 정비와 구성품의 성능 개량으로 구성된다.

그러므로 수명 연장 기술은 체계 개발과 동시에 개발하여 지속적으로 발전시켜야 하며, 많은 분야의 전문 기술과 오랜 기간의 경험과 데이터베이스가 결합된 융합 기술이다.

Key Words : Missile(유도탄), Service Life Extension(수명 연장), Shelf-Life Design(수명 설계), Service Life Assessment(수명 평가), Maintenance(정비), Performance Upgrade(성능 개량)

### 1. 서 론

유도탄은 그림 1과 같이 발사관에 장입된 상태로 제작하여 운용하고 있다. 유도탄을 개발한 후 생산·배치하여 비군사화하기 전까지 수명 관리를 위해 필수적인 수명 연장 기술은 운용·유지 단계에서 개발하는 것이 아니라, 미국·유럽, 러시아·우크라이나 등 유도탄 선진국들과

같이 체계 개발과 동시에 개발해야 한다[1-3]. 왜냐하면 유도탄의 수명 연장은 각 구성품의 수명 설계와 그 자체의 설계에서부터 출발한 제작품의 품질과 절대적으로 상관 관계를 맺고 있기 때문이다.

유도탄은 배치한 이후 설계 수명이 경과되면 비군사화하거나 설계 수명 도래 시점에 대체 유도탄을 개발·배치 또는 도입하는 것이 아니라, 설계 수명 도래 시점에 수명을 평가하고, 이 결과를 정비에 활용하고 또한 구성품들의 성능 개

\* 국방과학연구소 제4기술연구본부 1부

† 교신 저자, E-mail: bnryoo@add.re.kr

량에 적용하여 비군사화할 때까지 수명을 연장·사용하는 것이 유도탄 선진 국가들의 운용 개념이다.

유도탄 체계 개발 시 수명 연장 기술도 동시에 개발해야 한다. 그렇지 않은 경우, 그림 2와 같이 설계 수명이 도래되었을 때 수명 평가 방안이 수립되지 않을 뿐만 아니라 평가 시료가 별도로 확보되어 있지 않기 때문에 운용탄을 평가 시료로 사용할 수밖에 없게 된다.

이로 인해 운용탄의 수량이 감소하게 되고, 수명 평가 기술도 개발되어 있지 않기 때문에 체계적이고 신뢰성 있는 수명 평가가 이루어지지 않아 수명 평가 결과의 신뢰도도 낮을 수밖에 없게 된다[4].

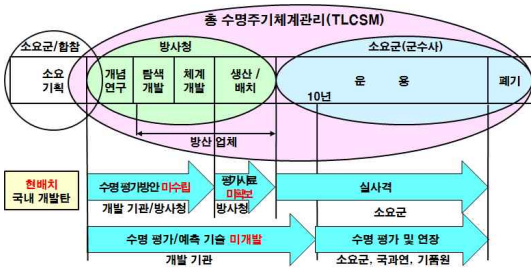


그림 1. 유도탄의 총 수명 주기 관리 체계

국내에서 그동안 수행하고 있는 시효성 품목의 수명을 평가하여 그 결과에 따라 수명을 예측하고, 그 예측 결과에 따라 수명을 연장하는 것은 협의의 수명 연장이라 할 수 있다.

유도탄의 설계 수명이 만료된 시점에 수명을 연장하면 획득 비용이 절감되고 그 전력이 유지되기 때문에 각국에서는 수명 연장 기술 개발과 인력 확충에 많은 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 현재 국내에서 수행하고 있는 수명 평가 개념뿐만 아니라, 향후 지향해야 할 수명 연장 기술의 발전 방안과 방향에 대하여 고찰하고자 한다.

## 2. 유도탄 수명 연장 방안

### 2.1 유도탄 수명 연장의 구성 요소

유도탄 수명 연장의 구성 요소는 그림 2와 같이 수명 평가, 정비, 성능 개량이다.



그림 2. 유도탄 수명 연장 개념

첫째 요소는 수명 평가이다. 수명 평가는 그림 3과 같이 화학 물질이 포함되어 있는 시효성 품목(부체계)의 특성과 성능을 3~5년 주기로 환경 시험 전후에 시험 평가한 후 예측한 결과로 수명 연장 여부를 판단하는 것이며, 이에 관련된 기술이 수명 평가 기술이다.

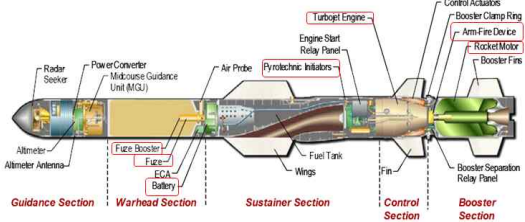
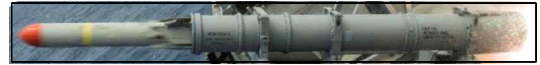


그림 3. Harpoon 유도탄 구성품

둘째 요소는 야전 정비와 창정비이다. 야전 정비는 그림 3과 같이 유도 조종 장치나 탐색기와 같은 전자 부품(부체계)과 완성탄의 기능을 점검 장비(missile test device, MTD)로 점검하여 고장난 부품이나 모듈을 발견하여 정비 가능한 경우 수리하지만 이는 경정비 위주의 정비이며, 수리가 불가능한 경우는 고장난 품목을 제작 회사에 보내 창정비를 하도록 조치하는 고장 정비 개념의 정비이다. 창정비는 야전 정비로 해결할 수

없는 고장 품목 또는 완성탄 체계를 점검·정비하여 제 기능을 발휘토록 하는 것이다.

셋째 요소는 성능 개량이다. 이는 수명 평가 또는 정비 시 노화로 인해 성능이 기준 이하로 저하될 것이 예측되거나 생산이 중단되거나 유도탄의 성능을 획기적으로 변화시킬 수 있는 신기술이 개발된 경우 모듈 단위, 부체계 단위로 성능 개량하여 교체하는 것이다.

위 세 가지 요소로 구성된 수명 연장 개념과 프로세스를 그림 4에 나타내었다.



그림 4. 유도탄 수명 연장 프로세스

## 2.2 획득 단계별 수명 평가 방안

유도탄의 설계 수명(또는 초기 수명)은 일반적으로 10년이며, 완성탄의 설계 수명은 각 구성품(부체계)의 설계 수명 중 가장 짧은 구성품의 설계 수명과 동일하게 정한다.

그러므로 유도탄을 개발할 때 맨 먼저 해야 할 것 중의 하나가 완성탄 체계와 각 구성품(부체계)의 수명을 설계하는 것(shelf-life design work)이다[5]. 이를 위해 그림 5와 같이 각 구성품의 재료를 선정하고, 제작한 각 구성품의 설계 수명이 처음 목표한 설계 수명을 만족시키는지 확인하는 수명 시험(life test)을 수명 시험 절차에 따라 수행해야 한다. 이 수명 시험은 주로 각 구성품의 장기 저장 거동을 단기간에 평가할 수 있는 가속 노화 시험과, 온도 반복 시험과 같은 과부하 시험으로 하는데, 이 수명 시험을 수행하기 위한 평가 시료가 필요하다.

이 시료는 체계 요구 성능을 충족시키도록 설계 제작하는 성능 개발 시료와 별도로 제작해야

하는데, 각 구성품의 성능이 최적화된 시점 이후에 제작해야 한다. 이 수명 시험용 시료 수가 성능 개발 시료에 포함되지 않는다면 그 제작비와 수명 시험에 필요한 예산과 수명 평가 기술 개발 예산을 체계 개발 계획서 작성 때 반드시 반영하여야 한다.

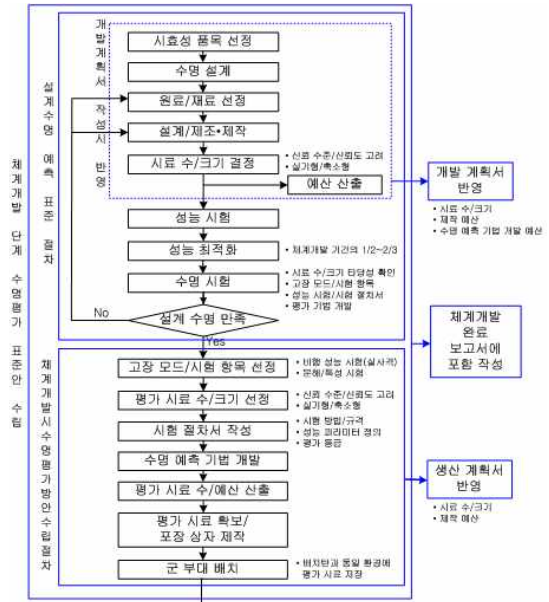


그림 5. 유도탄 체계개발 단계의 수명 평가 절차

그림 5에 기반하여 수립한 수명 평가 방안을 체계 개발 완료 보고서에 포함하여 작성하여야 하며, 여기에는 개발한 유도탄을 생산할 때 완성탄과 별도로 각 시효성 품목의 평가 주기와 평가 시료 수 선정 기준, 유도탄 운용 예상 기간(예: 30년)에 따라 수명 평가 시료 제작비를 산출하여 제시하여야 한다. 이에 따라 제시된 평가 시료 제작비는 생산 계획서에 반드시 반영하여 평가 시료를 확보해야 한다.

그림 6은 확보된 평가 시료를 이용하여 운용 유지 단계에서 수행하는 각 시효성 품목의 개략적인 수명 평가 절차이다. 저장 기간에 따른 각 평가 시료의 성능 변화 경향을 파악하기 위해서 제작 이후부터 설계 수명이 도래되기 전까지 3~5년 단위로 수행하는 시험과 설계 수명 도래

시점과 그 이후 수명 연장 결과에 따른 추천된 재평가 시점에 행하는 수명 시험은 각 품목의 세부 수명 시험 절차에 따라 수행하여야 한다.

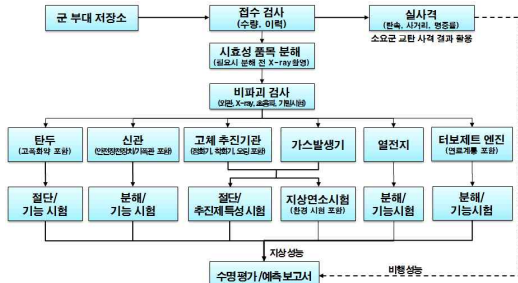


그림 6. 유도탄 수명 시험 및 평가 절차

각 시효성 품목의 수명 시험은 지상 성능 시험이므로 이 시험 결과에 따라 예측한 결과의 최종적인 확인 시험은 소요 군에서 실시하는 완성탄의 실사격(비행 시험)이다. 그러므로 수명 평가 보고서 작성 시에는 가능한 한 실사격 결과와 함께 분석한다면 수명 평가의 신뢰도를 보다 높일 수 있다.

### 2.3 유도탄의 정비

유도탄의 정비는 2.1절에서 언급한 바와 같이 부대에서 행하는 야전 정비와 제작 회사에서 행하는 창정비가 있다.

그림 7은 야전 정비와 창정비, 수명 평가에 대한 개념을 정리한 것이다.

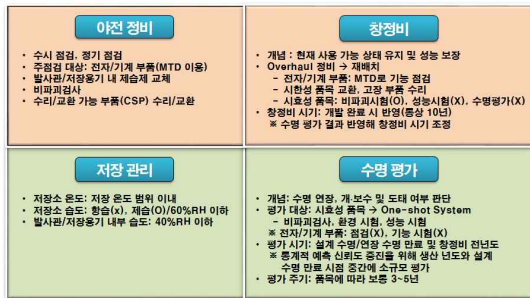


그림 7. 유도탄의 수명 평가와 정비 개념

그림 8은 개발 유도탄 각 부품의 고장률로 계

산한 신뢰도를 저장 기간에 따라 예측한 결과이며, 주기 점검과 성능 평가, 비행 시험 결과로 예측한 신뢰도 변화를 반영하였다. 비행 시험 결과를 반영했을 때 신뢰도가 증가했음을 알 수 있다.

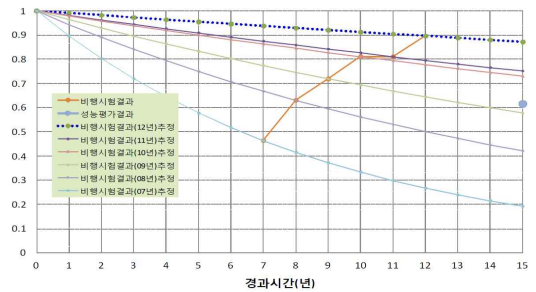


그림 8. 성능 평가/실사격 결과에 따른 신뢰도

### 2.4 유도탄 구성품의 성능 개량

유도탄 구성품의 성능 개량은 저장 기간에 따른 노화로 인해 물성 또는 성능의 변화가 규격 이하로 예측되는 경우, 수리 부속의 생산이 중단되는 경우, 신기술이 개발되어 유도탄의 성능을 획기적으로 증진 가능한 경우에는 해당 구성품을 미리 개발하여 교체할 수 있도록 준비해야 한다.

표 1은 수명이 만료되었거나 생산이 중단되어 대체품을 재생산/교체해 수명을 연장한 사례이다.

표 1. 유도탄 구성품 성능 개량 예

탄종명	구성품명	제작년도	교체 및 수명 연장
AIM-9P	추진기관 (SR116-HP-1)	'78 ~ '90	• 30년만에 수명 만료되어 '12에 재생산해 수명 연장 [6]
AIM-9L/M/S	추진기관 (MK-36 MOD 8/10)	'80 ~ '97	• 30년만에 수명 만료되어 '14년에 추진체 재충전해 수명 연장 [7]
	GSC용 가스 발생기		• 30년만에 수명 만료되어 '14년에 교체해 수명 연장 [7-8]
Harpoon	신관 (FMU-109.B)	'77	• '84년에 FMU-141/B로 교체 • '87년 OA 때 17기 중 2기 불량 [1-2]
	열전지 (WPSS)	'81	• 수명이 17년으로 만료되어 EPT 전지로 교체 [2]
	열전지 (EPT)	'74	• 수명이 38년으로 만료 [2]

그림 9는 1986년에 미국 록히드 마틴 사에 의해 개발된 ATACMS Block 1 유도탄을 수명 연장 프로그램(service life extension program, SLEP)에 의해 성능 개량한 개념도이다[9]. 이 탄은 확산탄 금지 조약에 의해 2016년부터 자탄 탄두를 단일 탄두로 변경하였고, 이에 따라 근접 신관을 적용하였으며, 추진기관을 개조하고 유도조종장치를 네비게이션 시스템으로 교체하였다[10].

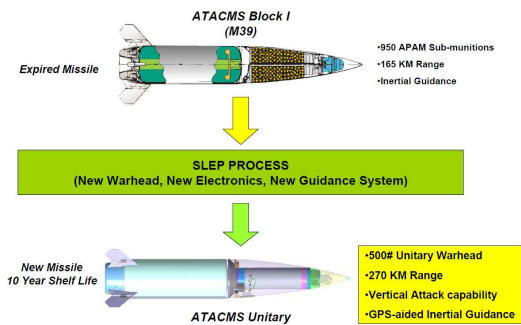


그림 9. ATACMS 유도탄의 성능 개량 및 수명 연장

또한 그림 10은 1993년에 체결된 마러 전략공격 무기감축협정에 따라 1997년부터 모든 다탄두 유도탄의 탄두는 반드시 제거해야 하므로 Minuteman III 유도탄에 조립된 3개의 다탄두를 단일 탄두로 변경한 개념도이다. 1991년부터 유도 시스템 컴퓨터와 기타 전자 부품들을 교체하기 시작했으며, 1988년 이후부터 2단, 3단 추진기관의 추진제를 개량하여 교체하였다[3].

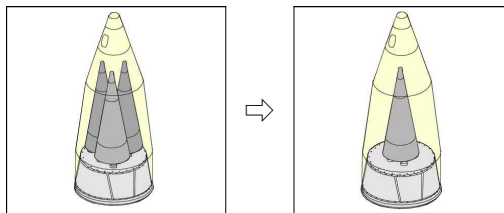


그림 10. 타탄두를 단일 탄두로 변경

## 5. 결 론

미국의 자료에 의하면 부품의 수리비가 5라면,

부체계 등 구성품의 수리비는 500, 완성탄의 수리비는 1,000, 배치탄의 수리비는 15,000이므로 어떠한 방법을 동원해서라도 개발 초기에 고장 가능성을 발견하여 조치해야 한다[3].

그러므로 개발 단계에서 설계 수명을 확인하는 수명 시험을 수행할 뿐만 아니라, 노화에 민감한 부품과 고장 가능성이 있는 부품을 개선하여 생산 단계나 운용 유지 단계에서 수리하는 일이 없도록 해야 하고, 부품을 교체해야 하는 경우를 대비하여 정비 용이성과 부합되도록 구성품과 체계를 설계하는 일련의 활동이 모두 수명 연장이다.

## 참고 문헌

1. Zinn, Michael W., "Harpoon Missile Energetic Components Shelf-Life Surveillance Report", NSWC-HPNSURV-002, Indian Head Division, Naval Surface Warfare Center, MA., U.S.A, 2006.
2. Zinn, Michael W., "Harpoon Missile Energetic Components Shelf-Life Surveillance Report", NSWC-HPNSURV-002, Indian Head Division, Naval Surface Warfare Center, MA., U.S.A, 2010.
3. 孟涛 외 5명, "导弹贮存延寿技术概论", 中國宇航出版社, 中國 北京市, 2013.
4. 류백능, "유도탄의 체계 개발 단계 시 수명 평가/예측 방안 수립 절차", 전문기술교육 유도탄 수명 평가/예측 기술(전문), 국방과학연구소, 2013.
5. FSD0223, "Shelf-life Design Work", Swedish Defense Standard, 2004.
6. "Orbital ATK to Supply Rocket Motors for Sidewinder Missiles", <http://www.airforce-technology.com/>, 2016.
7. <https://www.nammo.com/what-we-do/rocket-motors/amraam/sidewinder/>, 2014.
8. Diehl Raytheon Missile System GmbH, "Sidewinder AIM-9L/M/S Upgrade, Lifecycle Treatment and Maintenance", [http://www.diehl.com/fileadmin/diehl-defence/user\\_upload/flyer\\_DRM\\_1.pdf](http://www.diehl.com/fileadmin/diehl-defence/user_upload/flyer_DRM_1.pdf), 2016.
9. Tirone, J.A., "U.S. Army Munitions", HQ DA G-3/5/7, 2008.
10. "MGM-140 ATACMS", [https://en.wikipedia.org/wiki/MGM-140\\_ATACMS](https://en.wikipedia.org/wiki/MGM-140_ATACMS), 2017.