

유도탄의 상태기반정비 방법 적용 연구

조관준*, 이형철*, 구승환*
 *국방기술품질원 국방신뢰성연구센터
 e-mail:jkj@dtaq.re.kr

The study on application method of condition based maintenance for guided missiles

Kwan-Jun Jo*, Hyung chul Lee*, Seung-Hwan Gu*
 *Defense Reliability Center, Defense Agency for Technology and Quality

요약

무기체계의 경우 야전운용제한 분석을 통한 신뢰성을 관리한다. 그러나 유도탄의 경우, 운용되는 대부분의 시간을 장기 저장되기 때문에 야전운용제한 분석을 통한 신뢰성 관리는 제한된다. 그러므로 유도탄의 경우에는 저장탄약 신뢰성 평가를 통하여 신뢰성 관리를 추진하고 있다. 현재의 무기체계는 기존의 예방정비 개념의 신뢰도 관리에서 상태기반 정비 및 예측기반(CBM+)의 신뢰도 관리 방안으로 변화하고 있다. 본 연구에서는 유도탄에 대하여 이러한 상태기반 정비를 적용하는 방안에 대하여 검토하여 유도탄의 신뢰도 발전 방향을 제시하고자 하였다.

1. 서론

여 검토하였다. 현재 유도탄의 신뢰성관리에 대한 검토를 기반으로 하여, 유도탄의 신뢰도 관리 발전 방향을 제시하였다.

무기체계의 경우, 소요제거시에 RAM목표값을 정하고, 개발과정에서 이를 달성하기 위하여 부품을 선택, 설계한다. 이후 실제적으로 운용과정에서 야전운용제한 분석을 통하여 야전의 수리/정비 실적을 기반으로 신뢰성 관리를 수행한다. 이렇게 야전운용제한 분석을 통하여 신뢰성을 관리하는 것은 무기체계를 지속적으로 훈련등을 통하여 사용하기 때문에 실제 가능한 일이다.

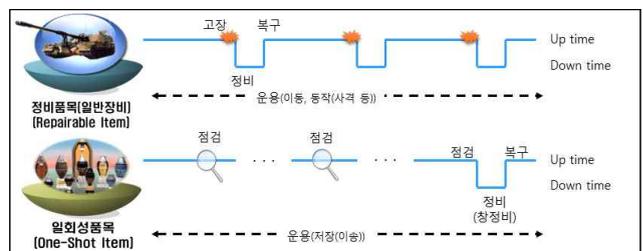
탄약의 경우 전지 상황이 아니고는 사용되지 않으며, 일반적으로 장기 저장되는 품목이다. 탄약에서의 사용은 실제로 탄약을 발사하는 것을 의미하므로 평시에 사용하는데에는 많은 제약이 따른다. 특히 유도탄의 경우에는 사격장, 유도탄의 고단가, 높은 시험비용으로 운용성이 낮다. 그러므로 유도탄에 대한 야전운용제한 분석을 통한 신뢰도 관리를 제한되는 것이 현실이다. 그러므로 유도탄은 개발시 설계수명을 가지고 개발되며, 설계수명이 도달된 경우, 저장탄약신뢰성평가를 통하여 유도탄의 신뢰도를 관리하게 된다. [1]

현재 무기체계의 대한 군수관리는 예방정비에서 예측정비로 변화하고 있다. 이러한 과정에서 상태기반 정비 및 예측(CBM+, Condition Based Maintenance)을 적용하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있다. 본 논문에서는 상태기반 정비 및 예측에 대하여 유도탄 저장신뢰성평가에 적용가능성에 대하

2. 유도탄 신뢰도 관리

2.1 일반 무기체계와 유도탄

일반 무기체계의 경우에는 지속적으로 운용하면서 장비의 고장이 발생하고 이를 정비를 통하여 복구하는 과정을 거치게 된다. 유도탄의 경우에는 운용되는 기간의 대부분이 저장되는 기간이며 저장되는 기간에서는 점검활동만 이루어지게 된다. 그림 1은 무기체계와 유도탄에 대한 운영과 신뢰도 개념을 나타낸 것이다.[1,2]



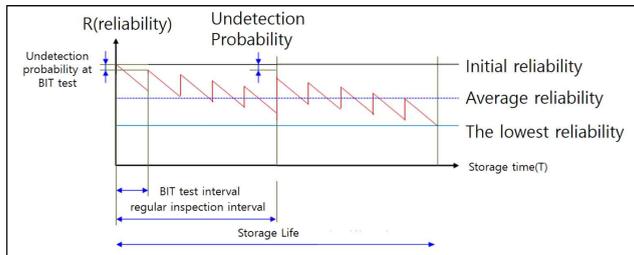
[그림 1] 무기체계 신뢰성 관리 개념

일반적으로 무기체계의 신뢰도는 사용(운용) 신뢰도를 대푯값으로 사용한다. 저장되는 기간이 짧고, 운용 중에 대기 기간은 운용중 기간으로 보기 때문이다. 그러나 탄약 및 유도탄의 경우에는 저장환경에서 소요되는 기간이 매우 길고, 사용환경의 시간은 매우 짧다. 그러므로 유도탄의 신뢰도는 저장 신뢰도를 대푯값으로 사용하게 된다.

2.2. 유도탄 신뢰성 관리

유도탄 신뢰도는 저장 신뢰도를 관리하는 것이 매우 중요하다. 저장환경에 놓이기 때문에 일반적으로 지수분포 곡선에 따라 성능이 저하되는 것으로 가정하게 된다. Martize의 유도탄 정비도 관리 모델을 기반으로 점검을 통하여 신뢰도를 회복하는 형태로 점검주기를 정하고 이에 따라서 유도탄의 신뢰도를 관리하게 된다. 그림 2는 유도탄 점검과 신뢰도 관리를 나타낸 것이다.[3]

일반적인 무기체계의 정비는 기존의 고장이 발생하면 추진되는 정비 개념에서 설계수명도래 시점에서 정비하는 예방정비 개념으로 발전하여 왔다. 예방정비는 무기체계의 운용 환경 등과 관계없이 시간개념에 따라 정비를 수행하기 때문에 비효율성을 갖는다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 상태기반 정비로 예측정비를 수행하고 있다. 그림 3은 정비 개념의 발전 방향을 나타낸 것이다.[4]



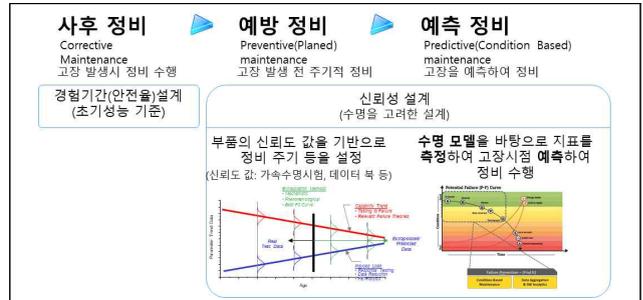
[그림 2] 유도탄 점검과 신뢰도 관리

유도탄의 점검은 유도탄 구성품 중 전자 부품에 대하여 점검 장비로 점검할 수 있는 품목에 한하여 점검이 이루어지게 된다. 그러므로 대부분의 화공품류(화약류, 추진제류, 열전지, 등)는 점검이 불가능하고, 기계 구성품들도 점검이 불가능하다. 유도탄의 점검에 의한 신뢰도 관리 방안은 전자구성품으로 제한 된다. 그러므로 화공품류 및 기계 구성품에 대해서는 설계시 수명을 예측하고 설계수명 도래 시점에서 저장신뢰성 평가를 통하여 유도탄의 신뢰도 관리를 수행하고 있다.

저장신뢰성평가는 일반검사(비기능시험), 저장기능시험, 저장분석시험으로 구분되는데 유도탄의 경우에는 대부분 부품 단위로 분해하여 일반검사와 저장기능시험을 수행하게 된다. 저장기능 시험의 경우 대부분 성능시험평가으로 이루어지며, 설계수명 시점에서 현재의 상태를 확인하여 사용유무를 판단하고 있다.

3. 유도탄 상태기반 정비체계

3.1 상태기반 정비체계



[그림 3] 정비개념의 발전 방향

상태기반 정비체계의 가장 주요한 점은 무기체계의 고장이 발생하기 전에 징후를 측정을 통하여 관측하여 무기체계의 상태에 따라 정비를 수행하는 것이다. 유도탄의 상태기반 정비체계를 적용하기 위해서는 유도탄의 고장 징후에 대한 측정할 수 있는 기술이 필요하다.

3.2 유도탄의 상태기반 정비체계 적용방안

2.2절에서 언급하였듯이 전자구성품은 점검장비로 통하여 회로를 상태를 점검할 수 있으므로 상태기반 정비 체계의 적용이 용이할 것이다. 그러나 유도탄의 성능에 주요한 영향을 미치는 화공품의 경우에는 측정할 수 있는 방식이 제한된다. 유도탄에 부착되는 모든 화공품에 대하여 센서를 부착하여 관리하는 것은 매우 비효율적이며, 실제로 측정이 불가능한 부분이 많다.

화공품의 성능변화는 대부분 온도, 습도의 변화에 의하여 발생하므로 유도탄이 저장되는 탄약고, 발사관 등에 센서를 부착하여 이를 기반으로하여 유도탄의 상태를 예측하는 것이 가장 효율적이다. 그러나 발사관의 상태 측정을 통한 예측은 부품의 상태를 확실히 확인하는 데에는 제한된다. 그러므로 유도탄의 화공품 중 가장 주요한 기능을 하는 추진기관에는 센서를 부착하여 관리를 수행하고, 다른 부품은 유도탄의 탄의 온습도 환경으로 관리하는 방안을 제안한다.

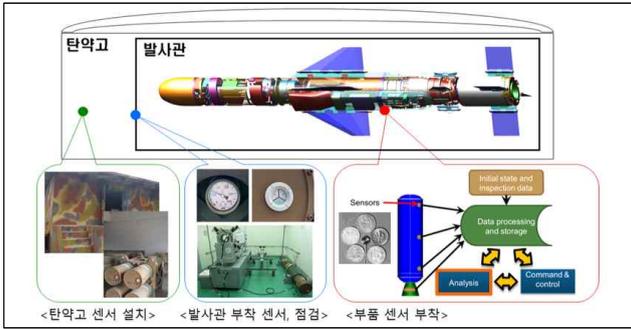
그림 4는 유도탄의 상태기반 정비를 위한 센서의 측정 개념을 나타낸 것이다. 현재 군에서 운용되는 유도탄도 온도/습도 센서 등을 설치하여 상태를 측정하고 있으나, 수동으로 측정

하는 방식으로 수행되고 있다. 또한 상태 측정이후에 이를 추적관리하여 유도탄의 실제 상태와 연관관계에 대한 연구는 전무한 현실이다. 또한 유도탄의 추진기관에 센서를 부착하는 방식은 해외에서 시도되고 있는 방식이나 센서의 내구성, 유도탄의 센서 부착에 대한 영향 등 다양한 부분에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

신뢰도 분석“, 한국산학기술학회, vol 42. No.1 , pp.20-29. 2016.2

[4] 김무철, 박용태, 조현철, 송일호, ”상태기반 정비 기술을 활용한 유도탄 시험세트“, 2021년 한국산학기술학회 춘계 학술대회 발표논문집, pp887-890, 2021년

[5] Greg ruderman, eric weber, andrew sincock, ”Health management and service life for air force missiles“, report , PA11806-M, 2011.09.26.



[그림 4] 제안하는 유도탄 상태측정 개념

4. 결론

무기체계의 정비개념의 발전 방향에 따라 앞으로의 정비개념은 예방정비의 개념으로 상태기반 정비체계 도입을 통한 발전은 필수 불가결한 내용으로 판단된다.

유도탄에 대한 상태기반 정비체계의 도입을 위해서는 유도탄의 상태를 측정할 수 있는 센서 및 지표가 있어야 하고, 이를 통하여 고장을 예측할 수 있는 모델 및 기준이 있어야 한다. 유도탄 모든 부품에 대하여 상태기반 정비를 추진하는 것은 제한되는 것이 현실적이다. 그러므로 유도탄 구성품을 구분하여 직접 센서를 부착하여 상태를 모니터링하여 신뢰도를 관리하는 부품과 환경스트레스를 측정하여 상태를 예측하여 신뢰도를 관리 부품의 구분이 필요하다고 판단된다.

향후 연구를 통하여 유도탄의 상태기반 적용 범위와 소요기술에 대한 연구를 통하여 유도탄 신뢰도 및 정비 개념에 상태기반 정비 방식이 적용되었으면 한다.

참고문헌

[1] 백승준, 송영갑, 이문호, “원샷시스템의 저장 신뢰도 예측 방법론, 한국추진공학회 2016년도 추계학술대회 논문집, pp. 695- 697, 2016년

[2] 류백능, 김백용, 유지창, ”유도탄 수명 연장 방안 고찰“, 한국추진공학회 2017년도 춘계학술대회, pp-163-167, 2017년

[3] 김하원, 윤원영, ”주기적 검사가 실시되는 원샷 시스템의