

저장신뢰도 기반의 $\Delta\Delta$ 유도탄 검사주기 분석

정상훈¹, 이상복^{2*}

¹방위사업청, ²한성대학교 산업경영공학과

Analysis of $\Delta\Delta$ Guided Missile Inspection Period Based on Storage Reliability

Sang-hun Jeong¹, Sangbok Lee^{2*}

¹Defense Acquisition Program Administration

²Department of Industrial and Management Engineering, Hansung University

요약 유도무기(정확히 유도탄)는 고가의 장비로서 발당 0억을 호가하며, 납품 후 장기간 저장되는 특성을 반영하여 설계되므로 내부 구성품은 물론 유도탄 자체도 매우 높은 신뢰도를 가지게 된다. 이러한 유도탄의 신뢰도는 샘플링 검사결과를 바탕으로 전체 모집단의 신뢰도를 추정하여야 하나, 개발 간에는 개발기간이나 일정, 비용 등의 현실적인 문제로 실제 검사보다 수학적 분석이나 가속수명시험 등을 이용하여 저장신뢰도를 예측한다. 그러나 개발 시 제시되는 저장신뢰도는 예측값으로 실제 저장신뢰도와는 차이가 있을 것임에도 불구하고, 현재 우리 군(軍)은 유도탄 개발시 예측된 저장신뢰도를 기준으로 저장관리(주기검사)를 실시하고 있다. 이에 본 연구는 우리나라에서 10년 이상 저장되어 데이터가 축적된 $\Delta\Delta$ 유도탄의 야전점검 데이터를 수집하여 실제 저장신뢰도를 분석하고 현재 실시되고 있는 검사주기의 타당성 검토와 실질적인 저장신뢰도 확인방법을 제시하고자 작성되었다. 최근 실시된 특별검사결과를 토대로 저장신뢰도를 분석한 바 검사주기는 18년 이상으로 연장 가능성이 확인 되었고, 이에 따라 검사주기의 재 설정 및 실질적인 저장신뢰도 확인 방법을 제안한다.

Abstract The purpose of this study is to suggest a new inspection period of $\Delta\Delta$ guided missiles by analyzing their reliability using field data. The $\Delta\Delta$ guided missile has an inspection period of five years which was determined using prediction data during its development process. However, from the analysis of its field data, it was shown that the inspection period could be extended to more than 18 years. Based on this result, a policy is proposed to reevaluate the inspection period by means of practical reliability tests.

Keywords : Field data, Guided Missile, One-shot system, Parameter Analysis, Storage Reliability Analyze

1. 서론

유도탄은 고가의 무기로서 발당 0억을 호가하며, 납품 후 장기간 저장되는 특성을 반영하여 설계하므로 내부 구성품은 물론 유도탄 자체도 매우 높은 신뢰도를 가지게 된다. 이러한 유도탄의 신뢰도는 저장 기간별로 샘플링을 통해 샘플을 추출하여 시험 결과를 바탕으로 전체 모집단의 신뢰도를 추정하여야 하는데 개발 간에는

개발기간이나 일정, 비용 등의 현실적인 문제로 수학적 분석이나 가속수명시험 등을 이용하여 저장신뢰도를 예측한다. 그러나 개발 시 제시되는 저장신뢰도는 예측값으로 실제 저장신뢰도와는 차이가 있음에도 불구하고 현재 우리 군(軍)의 유도탄 관리실태를 보면 개발시 예측된 저장신뢰도를 기준으로 주기검사를 실시하고 있다. 이에 본 연구는 우리나라에서 10년 이상 저장되어 데이터가 축적된 $\Delta\Delta$ 유도탄의 야전점검 데이터를 수집하

본 논문은 한성대학교 교내연구비 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Sang-bok Lee(Hansung University)

Tel: +82-2-760-8048 email : slee@hansung.ac.kr

Received December 29, 2016

Revised (1st March 2, 2017, 2nd April 3, 2017)

Accepted April 7, 2017

Published April 30, 2017

여 실제 저장신뢰도를 분석하고 현재 실시되고 있는 검사주기의 타당성 검토와 실질적인 저장신뢰도 확인방법을 제시하고자 작성되었다.

2. 본론

2.1 이론적 배경

2.1.1 유도탄의 특성

탄약은 저장기간이 매우 길고 단 한 번 기능을 발휘하고 그와 동시에 파괴되는 특성이 있다. 이러한 특성 때문에 탄약(유도탄)을 One-shot System이라고 하는데 신뢰도 척도는 “Probability of mission success(임무 성공률)”로 표현하고 있다[1]. 임무 성공률이란 임무시간이 매우 짧고 1회 사용을 목적으로 하는 아이템의 정량적인 신뢰도 척도로써 임무의 성공과 실패로 구분하는 것을 의미하는데, 이는 운용시간에 따른 고장률을 바탕으로 도출되는 일반 장비들의 신뢰도와는 다른 개념이다. One-shot System은 통상적으로 대기 또는 보관 상태에서 수명주기의 대부분을 보내며 매우 짧은 사용(발사)시간을 가지기 때문에 유도탄 수명은 저장수명으로 해석되며, 개발시 예측되는 신뢰도는 저장신뢰도로 이해하여야 한다[2]. 따라서 저장시간별 산출되는 신뢰도는 0년 저장 후 발사시의 임무 성공률 즉 발사가능 확률을 말하는 것이며, 10년후 저장신뢰도 80%란 의미는 10년 저장 후 발사시 80%의 정상 발사확률을 의미한다.

2.1.2 유도탄 구조와 저장신뢰도

유도탄 구성품은 기계, 전자, 화학부품으로 이루어져 있다. 이 중 화학부품은 “시효성 품목(Prescription Item)”으로 분류되는데 “일정 기간 내 사용하여야만 그 효능과 성능을 발휘할 수 있는 품목”으로 정의되어 있으며, 명확한 사용년한을 가지고 있어 사용년한이 도래되면 국방기술품질원(이하 기품원) 주관 하 ASRP (Ammunition Stockpile Reliability Program : 저장 탄약 신뢰도 평가)를 실시하는데, 저장수명 도래시점 1~2년 전에 파괴/비파괴 시험을 통해 잔존수명을 계산하여 계속저장, 제한사용, 우선불출, 폐기판정을 내리며 계속 저장 시에는 추가로 사용할 수 있는 기간을 제시한다[3]. 유도탄의 기계, 전자 구성품은 사용(발사)전 까지 저장만 한다는 측면에서 고장 시 정확한 고장시기를 확인하기가 어려워

최대한 고 신뢰성 소재(소자)를 사용하며, 주기적인 점검을 통해 신뢰도를 유지하는데 장기간 저장되는 전자장비에 대해 매회의 검사에서 발견된 고장 부품이 모두 수리되어 신품과 같아진다는 Martinez(1984)의 가정 하에 보전 후 저장신뢰도를 계산한다[4].

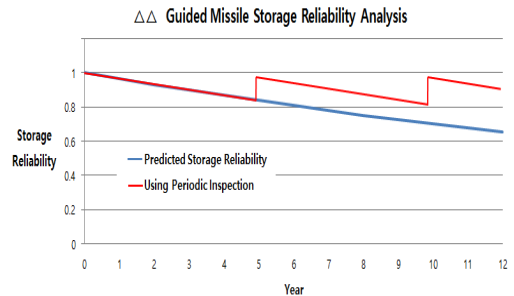


Fig. 1. Storage Reliability of Guided Missile with and without Regular Inspections Martinez

Martinez(1984)의 가정은 유도탄의 검사주기를 설정하는 방법으로도 사용되는데 그 개념은 <Fig 1>과 같이 개발간 저장신뢰도를 예측하여 신뢰도가 요구되는 수준(통상 0.8) 이하로 저하되는 시점에서 검사를 실시하여 신뢰도를 향상시킨다. $\Delta\Delta$ 유도탄은 이러한 개념에서 현재 5년마다 주기적인 검사를 실시하고 있다.

해외에서 제작된 유도탄들의 저장관리 사례를 보면 시효성 품목의 수명연장과 전자구성품의 주기검사를 통한 신뢰도 관리를 통해 최초 개발시 제시되었던 저장수명들을 연장시키고 있는데, 미 미사일 사령부에서 1997년 발표한 자료를 보면 최초 5~10년의 설계수명을 가졌던 유도탄들이 10~28년으로 수명이 연장되었다[5].

2.2 유도탄 저장신뢰도 관리의 문제점

유도탄의 신뢰도는 해당 탄약에 대하여 저장 기간별로 샘플링을 통해 샘플을 추출하여 시험 결과를 바탕으로 추출 수에 대한 성공 수의 비율을 이용하여 전체 모집단의 신뢰도를 추정하여야 하는데 개발간에는 개발기간이나 일정, 비용 등의 현실적인 문제로 수학적 분석을 주로 사용한다. 최근에는 제품을 사용조건보다 가혹한 조건에서 시험하여 빠른 시간에 제품의 수명과 특징을 파악하는 가속수명시험[6]등을 이용하여 보다 정확한 저장신뢰도를 예측하고 있다. 하지만 개발 시 제시되는 저장신뢰도는 예측값으로 실제 저장신뢰도와는 차이가

있음에도 불구하고 현재 우리 군(軍)의 유도탄 관리상태를 보면, 개발시 예측된 데이터를 기준으로 주기검사 등의 관리와 인력을 운용하고 있으며 저장간 년차별 실제 신뢰도 값을 알려는 노력은 다소 부족하다.

현재 우리나라에서는 ASRP를 시한성 품목 중심으로 실시하고 있다. 그러나 2.1.2에서 언급한 바와 같이 전자구성품에 대한 신뢰도 관리도 유도탄 수명연장에 매우 중요한 부분이다. 따라서 해외 사례 대부분이 최초 납품 후 일정기간이 지난 시점에서 매년 일정 %의 샘플링 검사를 통해 저장신뢰도를 모니터링하고 있다. 이러한 개념을 신뢰성중심 정비(RCM, Reliability Centered Maintenance)라고 하는데 신뢰성중심 정비는 예지정비(Proactive Maintenance)로서 대상 장비나 부품의 남아 있는 수명을 고려하여 정비시점을 정하게 된다[7]. 즉 정확한 정비계획을 수립하기 위해서는 신뢰도자료에 의한 잔여수명을 정확히 예측하는 기법이 필요하며 이를 위해 일정 %의 샘플링을 통한 저장신뢰도 모니터링을 하고 있는 것이다. 하지만 시효성 품목의 ASRP중심으로 신뢰성업무를 진행하고 있는 우리나라에서는 ASRP이전까지 저장년차별 신뢰도를 알 수 없으며, 이는 신뢰도 중심의 유도탄 저장품질관리가 안 되고 있다는 말과 동일한 것이다.

ASRP 이전의 유도탄 관리 활동으로는 일일, 주간, 월간, 반기검사와 5년의 일정 주기마다 점검장비로 성능을 점검하는 주기검사가 있다. 하지만 점검장비에 의한 검사를 제외한 대부분의 검사들은 유도탄 저장용기 내부 습도를 게이지 관측으로 확인하는 수준인데, 대부분의 유도탄은 저장용기 안에서 보관되며 저장용기는 질소가스가 충전되어 있거나, 습기제거제가 들어있어 저장 간 온/습도 등의 환경스트레스로부터 보호해 준다. 주기검사 경우 Martinez의 이론을 적용하여 신뢰도가 80% 이하로 떨어지는 5년을 검사주기로 선정하여 군(軍) 검사 인원이 점검장비를 가지고 유도탄이 보관되어 있는 현장에서 실시하는데, 유도탄의 고장유무만 확인 할 뿐 신뢰도 확인차원의 접근은 안 되고 있다.

이에 실제 고장데이터를 통해 유도탄 저장신뢰도를 분석하고 현재 실시되고 있는 5년 주기 검사의 타당성과 연장 가능한 검사주기를 제시하고자 한다.

2.3 선행연구

유도탄 신뢰도에 대한 연구로는 유도탄 개발시 작성

된 국방과학연구소의 보고서인 이동욱(1996) “△△ 유도탄 저장신뢰도 예측”, 조용석, 박대현(2001) “OO체계 장입유도탄 저장신뢰도 예측” 등이 있는데, 이들 보고서에는 공통적으로 유도탄의 장기저장 특성과 이에 따른 저장신뢰도의 중요성을 이야기 하고 있으며, 이를 통해 유도탄별 저장신뢰도 계산 과정, 예측된 결과값 그리고 점검주기 설정 등을 제시하고 있다. 하지만 개발관점에서의 예측값만 제시하며 이에 대한 저장 간 확인 및 관리방법에 대해서는 언급하지는 않고 있다.

저장중 주기검사와 관련하여 Martinez(1984)는 장기간 저장되는 전자장비에 대해 매 번의 검사에서 발견된 고장난 부품이 모두 수리되어 신제품과 같아진다는 가정하에 보전 후 저장신뢰도를 계산하였고, Ito와 Nakagawa(1992, 1995, 2000)는 장비를 고장의 발견 가능성 여부에 따라 두 종류의 구성요소로 구분하여, 고장을 발견할 수 있는 첫 번째 구성요소는 주기적인 검사 및 보전 후에 신제품과 같아진다고 가정하고, 고장을 발견할 수 없는 두 번째 구성요소는 검사 및 보전을 하지 않는다고 가정하여 보전 후 저장신뢰도를 계산하였다.

고장데이터를 활용한 신뢰도 분석 관련 오용석(1996)은 사용현장에서 얻어지는 데이터를 이용한 제품 수명 추정법을 제시하였고, 오용진(2013)의 “제품 보증기간내의 고장데이터를 이용한 트럭크레인의 고장 및 수명분석”에서는 서비스센터를 통해 수집된 실제 고장데이터를 사용하여 트럭 크레인의 수명을 분석하였다.

2.4 실증분석

2.4.1 연구데이터 수집

유도탄의 실 고장데이터를 분석하기 위해 선정된 유도탄은 대공방어용 장갑차에서 발사되는 △△유도탄인데 이 유도탄은 우리나라에서 최초로 개발한 방공 유도탄으로 야전에서 10년 이상 운용되고 있어 고장실적을 분석하기에 가장 적합하다고 판단하였다.

△△유도탄은 1999년부터 2010년까지 약 ~~~~~발(정확한 수량은 보안상 생략) 정도가 납품되어 저장 중에 있는데 저장의 종류는 두 가지로 구분된다. 한 가지는 대공방어용 장갑차에 장착되어 임무대기 하는 종류가 있으며, 나머지는 탄약고에 저장되어 있는데 탄약고에 저장되어 있는 유도탄은 진공 포장되어 주기적인 검사를 실시하지 않는다. 대공방어용 장갑차에 장착되어 임무대기 하는 유도탄을 선상탄이라고 하며, 납품수량 중 약

50%정도가 선상탄으로 운용 중에 있는데 <Fig 1> 개념에 의거 5년 주기로 군이 점검장비를 이용하여 검사(주기검사)하고 있다.

13년도에 유도탄을 관리하는 육군의 병과가 바뀌면서 14년부터 선상탄 전체에 대한 특별기술검사를 실시하고 있는데 15년까지 87%의 유도탄이 검사되었고 그 검사 결과를 수집하였다.

△△유도탄은 장갑차에 장착된 상태(선상탄)에서 장갑차의 자체 점검기능에 의해 매월 유도탄 상태를 점검하며, 이상 발견 시 시험장비에 의한 세부점검을 하는 시스템으로 운용되고 있다. 또한 장갑차 자체 점검과 별도로 5년 마다 주기검사를 실시하고 있어 다른 유도탄에 비해 고장발견이 매우 빠르게 되는 편이며, 14년부터 실시하고 있는 특별기술검사 이전에 여러 점검간 고장이 발견된 유도탄은 없었다. 여기서 고장이란 점검장비에 의한 점검 시 이상이 발견된 유도탄을 의미하며, 취급자의 실수 또는 성능과 무관한 외부보관 케이스 등의 이상은 제외하였다.

유도탄 저장수명을 계산하기 위해 납품된 탄들은 매년 12월 31일에 납품되는 것으로 가정하였는데 실제로 대부분의 탄들이 연말에 납품되었다. 이렇게 수집된 데이터들은 <Table 1, 2>와 같으며 분석대상 데이터는 02~10년 납품수량 ~발 중 검사수량 788발(납품수량 대비 45%)에 고장수량은 28발이다. 검사결과 정상 유도탄은 16년 12월 30일 기준으로 관측중단처리 하였다.

Table 1. Result of △△ Guided Missile Test

	All	Supply year (Inspection / Malfunction)								
		'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
'14	414/ 13	56/ 2	-	62/ 2	-	-	96/ 6	96/ 2	96/ 1	8/ 0
'15	374/ 15	50/ 0	96/ 8	42/ 0	90/ 0	96/ 7	-	-	-	-
All	788/ 28	106/ 2	96/ 8	104/ 2	90/ 0	96/ 7	96/ 6	96/ 2	96/ 1	8/ 0

Table 2. Malfunction Guided Missile storage period

Supply	storage period (year)									
	All	5	6	7	8	9	10	11	12	
'02	2								2	
'03	8								8	
'04	2						2			
'05	-									
'06	7					7				
'07	6			6						
'08	2		2							
'09	1	1								
All	28	1	2	6	-	7	2	-	10	

본 연구는 14년부터 실시하고 있는 선상탄에 대한 기술검사 결과를 샘플로 가정하여 전체 신뢰도를 분석하였으며, 저장기간을 기준으로 5년부터 12년까지 넓은 범위에서 샘플을 추출하였으므로 매우 의미 있는 연구사례라 할 수 있으나 검사시점이 14년과 15년에 집중되었다는 아쉬움도 있다.

2.4.2 데이터 분석(모수적 접근방법)

본 연구는 샘플링 시험을 통한 모수 추정법을 적용하였다. 서론에서 언급된 바와 같이 본 연구는 기존의 검사주기에 대한 타당성 검토 및 실질적 저장신뢰도 확인 방법의 제시라는 목적을 가지고 있다. 실제 한국군사과학 기술학회지 수록 논문[8]과 국방과학연구소의 기술 보고서[9]등에서 샘플링 시험을 바탕으로 한 모수적 접근방법의 타당성 및 효율성이 제시되었으며 △△유도탄의 저장신뢰도 확인을 위해 위의 방법론을 실제 데이터에 적용시켜 연구를 진행하였다.

대부분의 유도탄들은 개발시 10년 동안의 저장을 요구하기 때문에 최초 개발시 요구되는 MTTF(Mean Time To Failure)는 8,300시간(10년)이다. 그리고 설계 종료시점에서 실제 사용되는 구성품의 신뢰도를 기준으로 전체 유도탄의 신뢰도를 분석하여 예측된 값을 제시하는데 1996년 국방과학연구소에서 작성한 기술보고서를 보면 △△유도탄의 예측 MTTF는 지수분포를 가정하여 74,076.81시간(8.46년 / Gb, 25℃조건)[10]이다. 따라서 실제 야전 고장데이터를 이용하여 기존 문헌에서 효율적이라고 판단한 모수적 접근방법으로 이를 검증해 보았다.

2.4.2.1 적합분포 선정

모수적 접근방법(Parametric Method)은 데이터의 모집단이 특정 분포를 따른다는 가정 하에서 표본을 통해 모수를 추정하는 방법인데 대부분의 데이터(유도탄)들이 검사결과 정상으로 판단되었기 때문에 모수추정방법에 우측관측 중단기법을 적용하였다.

우선 미니탭을 이용하여 788발 중 관측중단(생존) 760발, 고장 28발에 대해 최우추정법(Maximum Likelihood Estimation)을 통해 적합분포를 선정한 결과 각 분포들의 차이는 크지 않았으나 와이블 분포가 수정된 Anderson-Darling(이하 AD) 통계값이 643.510으로 가장 작게 분석되었다. 참고자료로 활용하기 최소제공법

(Method of Least Squares)에 의해 수정된 AD통계값과 상관계수(Correlation Coefficient : R)를 확인한 결과 가장 적합한 분포로 와이블 분포를 선정하였다(AD값이 적고, 상관계수값이 큰 분포).

Table 3. Comparison of AD, Correlation

	Weibull	Exponential	Normal	Log Normal
AD (MLE)	657.597	657.605	657.597	657.597
AD (MLS)	657.598	657.605	657.597	657.597
R (MLS)	0.967	-	0.957	0.972

데이터 중 관측중단 데이터가 많은 경우 와이블 분포나 로그정규분포가 적합한 것으로 알려져 있으며 AD검정통계량의 값이 너무 크게 나와 분포의 적합성 판단기준으로 사용할 수 없을 경우 확률지에 일직선 상태를 ‘눈으로 보아’ 분포를 선정하는데[11]분석된 확률지 상의 분포별 모양은 <Fig 2>와 같다.

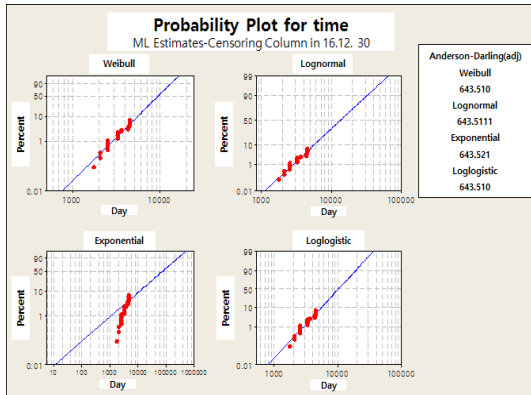


Fig. 2. MLE based Distribution Analysis for Right Censored Test Data

2.4.2.2 분포를 통한 모수 추정

최우추정법을 통해 선정된 와이블 분포로 모수를 추정하고 △△유도탄의 확률밀도함수(PDF), 생존함수 및 위험(고장율)함수를 산출해 보았다.

분석결과 와이블 분포의 척도모수(β)는 10146.7이며 형상모수(m)는 3.53112이다. 형상모수가 1보다 클 경우 시간이 지날수록 고장이 증가(마모고장) 한다고 할 수

있으나, 위험함수(고장률함수)의 세로축 값의 증가폭이 매우 작으므로 시간에 따른 고장의 증가는 매우 작다는 것을 알 수 있었다. 또한 형상모수가 3이상이 되면 정규 분포에 근접하게 되는데 확률밀도함수는 정규분포 모양을 나타내었다. 척도모수는 특성수명(Characteristic Life)이라고 하는데, 이를 $R(t)=\exp[-(t/\beta)^m]$ 에서 $t=\beta$ 에 대입하면, $F(\beta)=1-\exp(-1)=0.632$ 가 된다. 즉, 와이블 분포를 따르는 제품들의 약 63.2%가 고장나는 시간을 의미하며 10146.7시간에 63.2%의 고장이 발생한다는 의미이다. 와이블 분포로 추정된 MTTF는 95% 신뢰수준에서 9,377일 (225,048시간 / 25.72년)으로 추정되며 신뢰도 척도 함수는 <Fig 4>과 같은데 확률도 그래프에서 세로로 길게 점이 찍힌 이유는 유도탄을 검사한 날이 동일하기 때문이다.

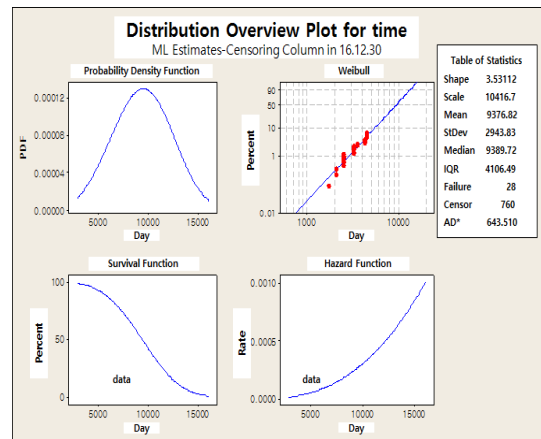


Fig. 3. PDF, Survival Function, Hazard Function

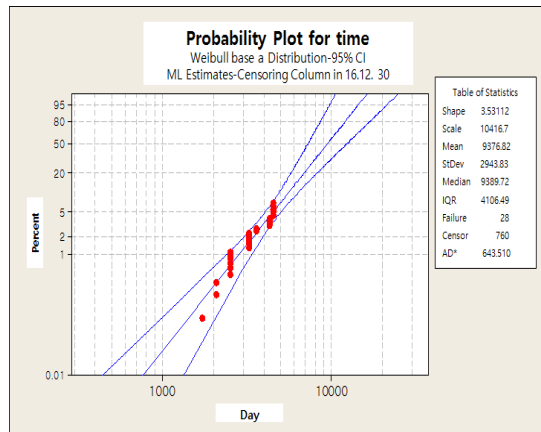


Fig. 4. Reliability Guide Graph

2.4.2.3 신뢰도 분석

<Table 4>는 생존함수를 백분율 표로 환산한 것이다.

Table 4. Percentile Estimation and Life Estimation

95.0% Normal CI			
Percent	Percentile	Standard Error	Lower / Upper
1	2831.10	246.488	2386.96 / 3357.87
5	4491.84	241.617	4042.39 / 4991.26
10	5507.52	361.826	4842.12 / 6264.37
20	6811.64	612.190	5711.51 / 8123.68
40	8612.21	1052.25	6778.19 / 10942.5
50	9389.72	1265.60	7209.80 / 12228.8
60	10162.0	1488.84	7625.49 / 13542.2
70	10979.0	1736.06	8053.11 / 14967.8
80	11919.6	2033.42	8531.96 / 6652.2
90	13191.9	2455.26	9159.77 / 18999.1
99	16053.1	3475.08	10502.6 / 4537.1

분석결과 20%의 고장이 발생하는 B₂₀시점(신뢰도 80%)은 6811.64일로 약 18년이며, 이는 적합성 분석에서 와이블 분포와 유사한 것으로 분석된 로그정규분포를 적용하여도 유사한 결과가 나왔다. 개발 시 예측된 신뢰도를 기준으로 현재 적용하고 있는 검사주기는 5년인데, 분석된 결과로만 봤을 때 주기검사는 18년 이후로 연장하여도 무방하다는 결론을 내릴 수 있으며 B₂₀시점의 하한선을 고려하여도 검사주기는 15년 이후로 분석된다.

3. 결 론

야전에서 10년이상 운용(저장)한 △△유도탄의 고장 데이터를 통하여 모수적 접근방법을 이용한 신뢰도를 분석한 결과, 최초 개발 시 예측된 신뢰도와 실측된 신뢰도는 약 4배의 차이를 보이고 있으며 현재 실시되고 있는 5년 주기검사는 다시한번 검토해 볼 필요가 있다.

본 연구는 2.4.1에서 언급한 바와 같이 14~15년도에 실시한 기술검사 결과를 토대로 분석되었고 그 이전에 실시한 검사 간 고장 유도탄은 없었다. 그러나 선상탄 외 탄약고에 저장되어 있는 유도탄은 기술검사를 실시하지 않았다는 점과 실제 사격간 발생한 미 발사탄은 고려하지 않았다는 점에서 전체적인 신뢰성 분석으로 보기엔 한계가 있다. 따라서 본 논문의 분석 결과를 바탕으로 다음을 제안하고자 한다.

1. 유도탄 저장간 선상탄 및 저장탄에 대해 신뢰할 수 있는 시설과 환경에서 매년 일정수량의 주기적인 비파괴 신뢰성 검사를 하여야 한다.
2. 유도탄 실 사격간 발생한 미 발사탄에 대한 원인분석을 통해 제조 및 설계 결함자료를 수집하여야 한다.
3. 1, 2번 결과를 통해 주기적으로 저장신뢰성을 확인하고 이에 합당한 검사주기를 조정하여야 한다.

본 연구를 통해 유도탄이란 무기체계에서 저장 간 신뢰도 관리는 매우 중요하다는 점을 강조하고 싶으며, 향후 추가연구로는 검사주기가 연장됨에 따라 업체 및 정부가 실질적으로 부담해야 하는 비용변화에 대한 연구가 필요하다.

References

- [1] U. S. Department of Defense. "DoD Guide for Achieving Reliability Availability Maintainability", pp. 1-8, 2005.
- [2] K. J. Kim, D. G. Lee, "Reliability Analysis for an Effective Life Cycle", p. 2, Agency for Defense Development, 2010.
- [3] J. W. Lee, Y. K. Hong, "A study on the effective management of artillery ammunition using ASRP data", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 9, pp. 4349-4358, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.9.4349>
- [4] Martinez EC, "Storage Reliability with Periodic Test", In Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp. 181-185, 1984. DOI: <https://doi.org/10.1109/rams.1984.764288>
- [5] Agency for Defense Development, Defense Agency for Technology and Quality. "A study on Extension of Shelf-Life for the High-Cost and Time-Limited Ammunition", pp. 10-11, 2010.
- [6] J. H. Kim, D. G. Park, H. K. Han, "A Study on Selection of Distribution Function for Reliability Prediction Using Accelerated Life Test Data", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 7, No. 3, pp. 393-397, 2006.
- [7] Agency for Defense Development, Defense Agency for Technology and Quality. "A study on Extension of Shelf-Life for the High-Cost and Time-Limited Ammunition", p. 97, 2010.
- [8] J. H. Ryu, S. J. Back, Y. K. Son, "Comparison of Reliability Estimation Methods for Ammunition Systems with Quantal-response Data", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 13, No. 6, pp. 982-989, 2010.
- [9] K. J. Kim, D. G. Lee, "Reliability Analysis for an Effective Life Cycle", p. 5-11, Agency for Defense Development, 2010.

- [10] D. G. Lee, "The Estimate $\Delta\Delta$ guided missiles's storage reliability", Agency for Defense Development, p. 31, 1996.
- [11] J. W. Baik, J. N. Jo, "Predicting the future number of failures based on the field failure summary data", Journal of the Korean Data Information Science Society, Vol. 22, No. 4, pp. 755-764, 2011.

정 상 훈(Sang-Hun Jeong)

[정회원]



- 2004년 2월 : 인천대학교 경영대학원 경영학과 (경영학석사)
- 2006년 1월 ~ 현재 : 방위사업청 사업담당
- 20015년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 일반대학원 산업경영공학과 박사과정 중

<관심분야>
M&S, 신뢰성

이 상 복(Sangbok Lee)

[정회원]



- 2006년 8월 : Purdue Univ. Industrial Engineering (MSIE)
- 2012년 8월 : Purdue Univ. Industrial Engineering (PhD)
- 2012년 8월 ~ 2014년 8월 : Univ. of California, Merced, Management, 교수
- 2014년 8월 ~ 2015년 3월 : Univ. of New Haven, Industrial Engineering, 교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 산업경영공학과 교수

<관심분야>
생산관리, 서비스운영관리, 신뢰성