

국방 신뢰성 규격의 효율성 제고 방안에 관한 연구

Yeon Woong Hong¹⁾ · Yong Mann Kwon²⁾

Abstract

Continuous efforts have been made to transform industrial technologies possessed by private sector for national defense purposes over decades. Among these efforts, the unification programs between military and commercial specifications resulted in cost reduction and high efficiency of military supplies. In this paper, we study the unification of reliability specifications, which seems to have been widely used for military and commercial fields. We also propose a method of developing an unified reliability specification for electro-mechanical relays.

1. 서 론

국방 분야의 무기 및 비무기 체계 및 장비는 그 특성상 민수품에 비하여 고도의 첨단화, 다기능화, 정밀화가 요구되며, 사용되는 환경이 열악하고 고장 발생시 정비가 제한된다. 이러한 체계 및 장비의 기능적 운영적 특성으로 인해 신뢰성은 현대전에서 전쟁의 승패를 좌우하는 결정적인 요소로 작용된다. 따라서 군에서 사용하는 무기체계 장비 및 물자류의 신뢰성은 아무리 강조해도 지나치지 않다고 할 수 있으며, 도입단계 군수분야의 신뢰성 확보를 위한 노력과 운용단계 최적의 장비 장비운용을 위한 품질 신뢰성 제고가 지속적으로 요구되고 있다.

한편 민수분야에서도 WTO 체제 출범과 시장개방에 따른 제품선택 기회가 확대되고 PL(Product Liability)법 등에 의해 소비자권리/보호가 강화됨에 따라 품질의 기준이 생산자 중심에서 소비자 중심으로 급격하게 이동하고 있다. 이에 따라 신제품의 품질 수준 뿐 아니라 지속적인 품질 수준의 달성이 요구되고 신뢰성 기술의 확보가 시급한 과제로 떠올랐다.

신뢰성 기술은 제품 사용 중의 고장발생이나 사용수명 등에 대한 평가를 실시하여 이를 입증하는 대표적인 선진형 기술이다. 신뢰성 기술은 부품의 재료 특성이나 고장 메카니즘, 해석기술 등을 바탕으로 한 시스템 설계기술, 신뢰성 있는 제조기술, 신뢰성 확보 및 개선기술, 신뢰성 시험기술, 고장해석기술, 고장정보의 수집 및 분석기술, 이러한 기술들이 체계적으로 이루어지기 위한 관리기술 등 다양한 기술들이 포함되고, 그 분야 또한 기계, 전자, 재료, 산업공학 등

1 Dept. of Internet Industrial Engineering, Dongyang Univ., Kyungbuk, Korea. E-mail : hong@dyu.ac.kr

2 Dept. of Computer and Statistics, Chosun Univ., Kwangju, Korea.

다양하다. 이러한 분야의 연구들은 독립적으로 이루어지기보다는 상호보완적으로 이루어져야 그 효과를 극대화할 수 있다.

우리나라에서는 체계 신뢰성을 설계하고 평가하는 기술은 방위산업을 중심으로 활발하게 진행되었으나 부품·소재 신뢰성 평가기술이 미흡하여 수요자의 신뢰를 얻지 못하여 시장진입에 큰 어려움을 겪고 있는 게 현실이다. 또한 방위산업과 민수분야의 기술적 공유가 이루어지지 않아 방위산업의 체계 신뢰성 기술과 민수분야의 생산기술이 상호 보완적 기능을 수행하지 못하고 독립적으로 연구됨에 따라 국가적 재정과 기술에 대한 막대한 기회비용을 발생시키고 있다.

또한 국가안보의 개념이 과거 군사력 중심에서 경제·환경을 포괄하는 국가 대응력으로 확대되었고 한반도 주변 안보 정세 및 과학기술 환경 여건 변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 국방·민수 분야의 연구개발 자원을 총체적으로 동원하는 기술개발 정책이 필요하다. 이를 위해서는 민과 군의 통일화된 신뢰성규격의 제정은 필수적이며 기술교류의 시발점이라고 할 수 있다.

위와 같이 민·군에서 증대되는 신뢰성 기술의 중요성, 다양한 전공 영역을 포괄하는 신뢰성 기술의 성격, 국방·민수 분야의 연구개발 자원을 총체적으로 동원하는 기술개발의 필요성이 증대되는 현 상황을 볼 때 운용단계 저비용·고효율의 군수품관리 및 군의 작전 능력 향상을 통한 자주국방 능력을 확보하고 신뢰성 차별화를 통한 국가경쟁력 강화를 위해서는, 민·군의 신뢰성 규격을 통일화하고 표준화하는 연구는 시급하다고 할 수 있다.

이를 위하여 본 연구의 1장에서는 민군 신뢰성 규격 통일화의 배경 및 목적, 신뢰성 규격 통일화사업의 범위와 추진방법에 대하여 알아보고, 2장에서는 국내외 신뢰성 체제에 대한 검토로 우리나라의 신뢰성 인증제도와 미국국방규격을 중심으로 정리한다. 3장에서는 벨브류에 대한 신뢰성 규격의 개발방안과 다양한 규격을 비교한다.

2. 국내외 신뢰성 제도 연구

2.1 국내 민수부문 신뢰성 제도

국내산업의 국제경쟁력을 제고하고 국산품의 이용을 촉진시키기 위하여 “부품·소재 전문기업 등의 육성에 관한 특별법(2001)”에 의거 시작된 민수부분의 신뢰성 인증 제도는 과학적인 방법으로 신뢰성을 평가하고 이를 토대로 인증을 부여하여 정부가 국산 부품·소재의 신뢰성을 보장하는 제도이다. 또한 다른 인정제도와 달리 신뢰성을 평가한 후 평가기준에 미달되는 부품·소재에 대해서는 당해 제품을 평가한 평가기관으로부터 신뢰성향상에 관한 결과보고서를 제공받을 수 있어 제품의 신뢰도를 높일 수 있는 기본 데이터로 활용할 수 있으며 신뢰성 향상

노력의 결과 경쟁력을 갖춘 제품으로 재탄생할 수 있는 기반을 마련하고 있다. 정부는 이를 위하여 기술표준원이 중심이 되어 한국기계연구원(기계류), 자동차부품연구원(자동차부품류), 전자부품연구원(전자부품류), 한국전기연구원(전기부품류), 한국생산기술연구원(가공금속류), 포항산업과학연구원(기초금속류), 한국화학연구원(화학소재류), 한국생산기술연구원(섬유소재류) 등 8개 연구소로 구성된 신뢰성평가 네트워크를 구축하여 신뢰성 평가기준을 개발 및 평가장비를 구축하고 있으며 향후에도 지속적으로 추진할 계획으로 있다. <표 1>은 신뢰성 인증을 받았거나 평가대상인 품목가운데 일부를 정리한 것으로 국방부문에서의 활용이 기대되며 아울러 국방 신뢰성 규격의 정비에도 이용될 수 있을 것이다.

<표 1> 신뢰성인증품목 및 평가대상품목 예시

구분	품 목
기계류	유압실린더, 공압실린더, 유압모터, 변속기, 유압펌프, Gear-Box, 열교환기, 송풍기, 고속회전체, 밸브, 필터, 초음파부품, NC장치, 압축기, 고무마운트, 소방설비부품, 등
자동차부품	오일필터, 라디에이터, 축매변환기, 서스펜션트러스트, 브레이크라이닝/패드, 와이프시스템, 속업쇼바, 오일펌프, 오일쿨러, 연료펌프, 워터펌프, 인젝터, 디스크휠, 플라스틱내장재, 자동차용전지, 자동차용램프, 하이드로마운트 등
전기전자부품류	소형정밀모터, PCB, 릴레이, 커패시터, LCD, 광전부품(컨넥터, 커플러, 파이버), Tunner, 피뢰기, 바리스터, 2차전지, 고속전동기, 스위치, 저항기, 인덕터, 분압기, 고압콘덴스, 광섬유, 광학 및 광전자부품, 가스센서, 광센서, 온도센서, 수정여파기 등
금속소재류	고압송전송 인바합금 보강선재, 고온고압용원심주조관, 자동차엔진용 Exhaust Manifold, 전자통신용 케이싱부품, 동합금전극소재, Ag/Cu부품소재, 자동차피스톤/엔진 부품용 Al합금, 교량용 PC와이어 등
화학소재류	기계부품용 O-ring, 구조접착제, 세라믹공구, 자동차 및 기계류용 그리스, 적층 콘덴스, 수도꼭지용 세라믹 디스크, 자동차용 내/외장 수지, 자동차용 방진고무, 세라믹베어링, 표면실장형 세라믹 패키지 등
섬유소재류	에어필터, 시트벨트, 액체필터, 에어백, 유해가스흡착포, 특수복용소재, 기능복용소재, 자동차내장재, 산업용연마포, 산업용재봉사, 건축용 섬유 등

2.2 MIL-STD 및 MIL-HDBK의 신뢰성 제도

미국에서의 신뢰성에 관한 연구는 주로 무기 등 군용 시스템의 개발 및 조달로부터 출발하였기 때문에 미국방부가 주도하는 군용규격(MIL-STD)을 기반으로 발전한 것이 특징이라고 할 수 있다.

<표 2>는 MIL-STD 중 신뢰성 관련 주요 규격들을 정리하였으며 특히, MIL-STD-785, MIL-

HDBK-217, 그리고 MIL-STD-781 및 미공군의 RAC(Reliability Analysis Center)의 데이터 베이스 등은 일반에서도 널리 적용되고 있는 규격과 자료이다. 그러나 이러한 군사규격들은 군용품이라고 하는 특수한 환경에 적용토록 제정되었으며, 주로 부품단계의 신뢰성 예측을 위한 규격들을 시스템 전체로 확장하여 적용하는 문제와, 제품의 고장은 물리·화학적 조건과 인간을 포함한 여러 가지 환경조건에 따라 크게 좌우되므로 전체 제품들에 동일하게 적용하기 곤란한 문제점 등 때문에 1992년 'Dual-Use Paradigm'의 추진으로 민군겸용기술의 사용이 확산되는 추세에 있다(표 3 참조). 신뢰성 업무에서도 'Dual-Use'의 영향으로 신뢰성 설계, 제작, 시험방법 및 조건이 종전의 규격중심에서 제작업체에게 일임되고 있으며, MIL-STD-217 및 MIL-STD-785대신 민간규격인 IEEE Reliability Prediction Standard를 적용하고 있다. 또한 비용을 절감하기 위하여 모형이나 시뮬레이션 방법을 활용하기도 한다. 여기서 우리는 미국의 경우도 민군 신뢰성 규격의 개혁 작업과 민군공용작업이 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있다.

<표 2> 신뢰성관련 주요 MIL-STD규격

규격명	내용
MIL-STD-415	Test provision for electronic systems and associated equipment
MIL-STD-446	Environmental requirements for electric parts
MIL-STD-470	Maintainability program requirements for system and equipment
MIL-STD-471	Maintainability demonstration
MIL-STD-472	Maintainability Prediction
MIL-STD-690	Failure rate sampling plans and procedures
MIL-STD-721	Definitions of effectiveness terms for reliability, maintainability. Human factors and safety
MIL-STD-756	Reliability prediction
MIL-STD-757	Reliability evaluation from demonstration data
MIL-STD-781	Reliability design qualification and production acceptance tests(96.4 canceled)
MIL-STD-785	Reliability program for systems and equipment (98.7 canceled)
MIL-STD-810	Environmental test methods
TECHNICAL REPORTS	Sampling procedures and tables for life testing based on the Weibull distribution. OASD installation and logistics, Washington
MIL-STD-1556	Government/industry data exchange program contractor participation requirement
MIL-HDBK-108	Sampling procedures and tables for life and reliability test
MIL-HDBK-109	Statistical procedures for determining validity of suppliers attributed inspection
MIL-HDBK-127	Reliability prediction of electronic equipment
MIL-HDBK-217	Reliability Prediction for Electronic System
MIL-HDBK-251	Electronic System Reliability-Design Thermal Application
MIL-HDBK-338	Electronic Design Handbook

<표 3> 규격개혁 현황 (1994.7.1 - 2000.11.9)

구 분	건수
SPEC canceled	5,462
STD canceled	614
STD converted to HDBK	114
Document inactivated	8,325
Document replaced by non-government STD	1,632
SPEC converted to performance SPEC	2,211
SPEC converted to commercial item description	771

2.3 IEC 등의 신뢰성 관련 제도

1965년 IEC(international Electronic Commission)내에 신뢰성 위원회(TC 56)가 발족되어 각국에서 사용되고 있는 신뢰성 용어의 정의나 신뢰도 측정법 및 사양/규격의 통일을 꾀하고 있으며, 1987년에 제정된 ISO (International Organization for Standardization) 9000시리즈와 그 후의 QS 9000시리즈 등에서도 품질경영 시스템의 인증에 신뢰성 문제가 중요한 관심사로 대두되고 있다.

NASA에서도 고신뢰도의 인공위성과 로켓시스템을 개발하기 위한 시스템의 신뢰성분석, 신뢰도예측, 고장유형 및 영향도분석(FMEA) 및 고장계통분석(FTA) 등 중요한 기법들이 개발되었으며, 이러한 기술들은 오늘날의 국방 및 상업적 시스템의 경우에도 활발히 적용되고 있다(표 4 참조)

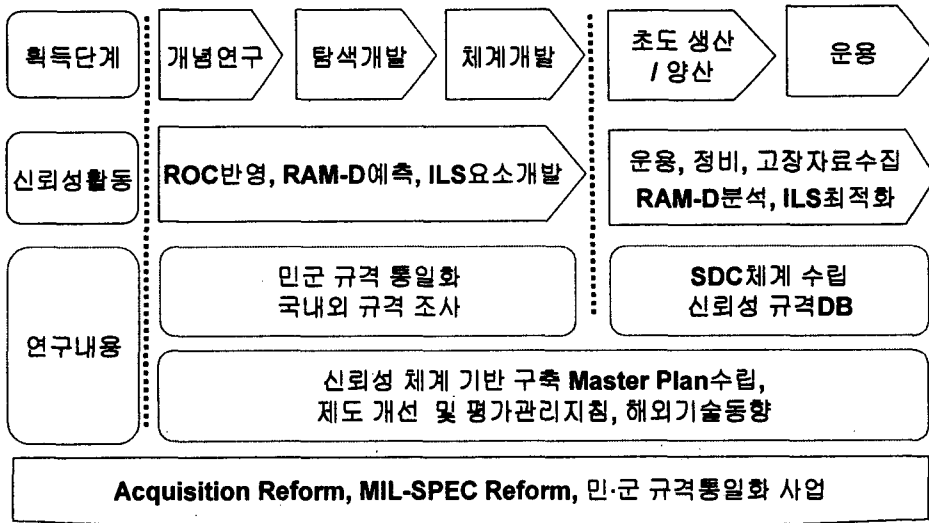
<표 4> IEC등의 신뢰성관련 제도

규격 또는 체계명	내 용
IEC300-1,2	시간종속성 경영
IEC300-3-1	시간종속성 분석기법
IEC300-3-2	시간종속성 현장자료수집
IEC300-3-3	수명 주기 비용
IEC300-3-4	시간종속성 요구사항 명세화
IEC300-3-5	신뢰성 시험조건과 통계적 절차
IEC300-3-7 / IEC 61163	신뢰성 스트레스 스크리닝
IEC300-3-10	보전과 보전지원
IEC300-3-11	신뢰성기반보전
IEC300-3-12	통합병참지원
IEC 60605	장비신뢰성시험
IEC 60812	시스템 신뢰성 분석기법
NASA AHB 5300.1	제4장

3. 민군 통일 신뢰성 규격(안) 개발

3.1 규격통일화 방향

민·군 신뢰성 규격의 통일화를 추진하는 일차적인 과제는 전체 국방규격을 조사하는 일에서부터 시작하여야하지만 여러 가지 현실적인 제약으로 용이하지 않은 실정이다. 그러나 일반적으로 군에서 신뢰성 기술을 활용하는 분야를 획득단계별로 구분할 때 <그림 1>에서 보는바와 같이 개념연구단계, 탐색개발단계 및 체계개발단계에서 신뢰성 규격을 가장 많이 활용한다고 볼 때 이러한 업무를 중심으로 효율화를 추진할 수 있을 것이다. 즉 최근 사용실적, 원규격(미국방규격)의 활용여부, 국내 민수 신뢰성 규격(KS)의 존재 및 활용여부, 기타 대응규격(IEC, ISO, JIS, EN 등)의 유효성 등을 판단하여 <표 5>와 같이 통일화방향을 설정하여 추진한다. 즉, 통일화 기준을 군수사용실적 및 민수규격(KS) 유무에 따라 민수 전환 방향을 결정한다.



<그림 1> 획득단계별 신뢰성 요구

<표 5> 신뢰성규격 통일화 방향

통일화 기준		통일화 방향
사용실적이 있으며 해당 민수규격(KS)이 있는 경우		KS로 통일화
사용실적이 없고 KS규격이 있는 경우		KS로 통일화
사용실적이 있으며 KS규격이 없는 경우	원규격이 활용되는 경우	국방규격제정 및 KS로 전환
	원규격 비활용	KS로 통일화
사용실적이 없고 KS규격이 없는 경우	원규격이 활용되는 경우	원규격의 국방규격화 및 KS전환
	원규격 비활용	원규격의 국방규격화 및 KS전환

3.2 신뢰성 규격(안) 개발

기계류부품의 핵심인 공기압밸브에 대하여 MIL 규격과 KS규격, JIS규격, ISO 등 국제규격을 비교하면 <표 6>와 같다. 표의 각 셀에 ‘○’ 표시는 해당시험을 실시함을 의미한다. 표에서 볼 수 있는 바와 같이 총 16가지의 시험 항목 중 MIL규격은 단지 2가지에 그치고 있음을 알 수 있다. 이 경우 KS규격으로 통일화함이 적합하다는 판단을 할 수 있다.

<표 6> 공기압밸브의 세계품질인증 규격 비교

시험항목	시험규격				
	KS	JIS	EN	ISO	MIL
작동시험	○	○		○	
유량특성시험	○	○	○		
동적성능시험	○	○		○	
온도상승시험	○	○		○	
절연저항시험	○	○			
내전압시험	○	○			
공기누설시험	○	○	○	○	
내압시험	○	○		○	
비틀림과굽힘시험			○		
습도시험			○		
윤활제저항시험			○		
굽힘시험			○		
고온 및 저온시험			○		
소음시험	○	○			
수송 진동시험					○
수명시험		○	○		○

시험항목	시험규격				
	KS	JIS	EN	ISO	MIL
내압시험	○	○		○	
비틀림과굽힘시험			○		
습도시험			○		
윤활제저항시험			○		
굽힘시험			○		
고온 및 저온시험			○		
소음시험	○	○			
수송 진동시험					○
수명시험		○	○		○

4. 결 론

미국 국방규격의 개혁(MIL-SPEC reform) 프로그램과 'Dual-Use Paradigm'에서 알 수 있듯이 상용품의 활용도를 높임으로서 비용절감, 유사시 동원능력제고 등을 달성하기 위해서는 규격의 통일이 선행되어야함을 알 수 있다. 신뢰성 요소도 민·군이 통일된 규격을 운용한다면 국내 산업구조를 한 단계 높일 수 있을 뿐 만 아니라 무기체계나 군수품의 연구 개발단계부터 조달, 운용, 정비, 유지 및 폐기처분까지 경제적이고 체계적인 관리가 용이할 것이므로 총체적인 개념의 신뢰성 통일화 사업의 추진이 절실히 요구된다고 하겠다.

민·군 신뢰성 규격 통일화 및 표준화 사업을 통하여 신뢰성에 대한 인식을 새롭게 할 수 있을 뿐만 아니라 국산품 활용증대를 통하여 다양한 시너지 효과를 기대할 수 있을 것이다. 또한 본 사업은 국산품의 품질경쟁력을 향상시켜 기업과 국가 이미지 제고에도 크게 이바지 할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김철환, 작전요구성능(ROC)의 현실화 방안, 98품질보증제도발전심포지엄
- [2] 이화석 신뢰성 평가·인증제도의 추진방향, 안전경영과학회 춘계학술대회 논문집, 227-233, 2001
- [3] 국방품질관리소, 국내·외 규격조사분석, 2001.
- [4] 국방규격, 국방-5945-1022-1
- [5] Dovich, R.A., Reliability Statistics, 1990
- [6] DOD MIL 규격
- [7] IEC 61508, IEC 60300
- [8] NASA AHB 5300.1
- [9] www.dsp.dla.mil
- [10] 기타 규격: JIS, EN, ISO