

민간 신뢰성기술의 국방분야 활용방안

송 병 석 · 조 재 립*

경희대학교 산업공학과

Application of Industrial Reliability Technology to Nation Defense Field

Byeong-Suk Song · Jai-Rip Cho

Dept. of Industrial Engineering, Kyung-Hee University

Reliability program in one of the most efficient tools for cost saving during the acquisition process including alternatives for design configurations, operation concepts, maintenance concepts. Industrial reliability centers have already equipped with infrastructure such as reliability standards, reliability apparatus. In this study revitalizing plans are proposed to apply industrial reliability technology to national defense technology.

Keyword : 목표 신뢰도, 고장, 수명, 종합군수지원, 가용도, 수명주기 비용

1. 서 론

논란의 여지가 있지만 한국에서의 신뢰성 역사는 1970년 1월 한국정밀기기센터의 송태욱 훈련부 교수실장께서 UN펠로우십으로 일본 품질관리(quality control) 교육연수를 받는 과정 중에 일본과학기술연맹 단기코스 수강 및 일본 규격협회 세미나 등에 참석하고 신뢰성의 중요성을 인식하여 수집한 자료의 국내보급 및 관련 활동의 시작이 첫 발걸음이 아닌가 싶다.¹

미국의 경우 2차 세계대전 시 군에서 사용하는 전자장비의 고장에서부터 본격적인 신뢰성 기술개발과 신뢰성체계가 정립되기 시작하여 현재 전 세계의 거의 모든 나라, 산업분야에서 알게 모르게 이들 기술을 기반으로 한 응용/발전된 형태의 .신뢰성기술들이 개발 및 이용되고 있다.

한국 국방분야에서 신뢰성이 무기체계에 적용된 것은 1970년대부터 부분적으로 이용하고 있었지만 본격적인 적용은 1980년대 초가 아닌가 생각된다. 중요한 무기체계의 시험에서 커다란 문제가 발생하여 국방과학연구소에 부단위의 관련조직을 신설하고 이후에 무기체계 개발에 적용되도록 한 것이다.

필자가 기억하기로 1982년 4월 2일 발발한 포클랜드 전쟁에서 영국과 아르헨티나는 군사 위성, 첨단 미사일, 이지스함 등이 동원되어 현대무기의 시연 장 역할을 하였고 무기의 첨단화가 전쟁에서 승리를 결정 짓는 결정적인 역할을 한다는 사실을 절감케 한다. 이후로 세계 각국은 첨단무기개발에 박차를 가하게 되어 최근의 무기체계는 고기능성, 고정밀성, 복잡화 및 고가화로 특징지을 수 있고, 무기체계 의존적인 전쟁 형태에서는 필연적으로 신뢰성과 가용성이 높은 무기체계가 전투준비태세 확보에 중요한 요소가 된다. 그러나 무기체계의 신뢰성 특성을 예측하기 위해서는 다음과 같은 어려움이 있다. 첫째 무기체계가 사용되는 환경이 민수품이 사용되는 환경과 확연히 다르기 때문에 별도의 고장데이터가 필요하고, 둘째 무기체계가 획득되고 사용되는 과정절차가 복잡하고 민간이 쉽게 접근할 수 없는 제약이 있다. 따라서, 본고에서는 국방분야 무기체계에 신뢰성의 필요성과 현재 민간분야에서 구축된 신뢰성 인프라를 국방분야에 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 신뢰성기술의 발달 및 국방신뢰성의 필요성

2.1 신뢰성 기술의 발달

품질관리라는 명칭이 미국의 시몬즈 롤 베어링사에서 1897년 C. E. Thomason에 의해서 처음 사용된 이래 1924년 벨연구소의 W. A. Shewhart가 “근대적 품질관리”라는 논문을 발표하고 추출검사법의 개발 등 여러 기법들이 개발되어 1940년대에는 본격적인 통계적 품질관리가 시작되었다. 따라서 미군은 엄격한 기술기준을 제정하고 이것을 지키기만 하면 장비를 사용하는데 문제가 없을 것으로 낙관하였다. 그러나 2차 세계대전 초기에 특히 전자 장비의 전자관에서 고장일 발생하였고, 국방성이 통합규격을 만들어 시행하기도 하였으나, 극동에 선박으로 수송된 항공기용 전자기기 중 60%가 목적지에 도착했을 때 사용할 수 없었고, 창고에 보관되어 있던 수리부품의 50%도 사용할 수 없었다. 이 때 고장데이터를 정리한 결과 다음과 같은 결론에 도달 하였고 많은 것을 시사한다.

- ① 우수한 설계, 엄격한 품질관리 기술에 따라 제조된 장비 및 재료를 성능을 유지한 상태로 목적지 까지 수송 및 공급하는 것은 어렵다.
- ② 창고에 보관 중인 기기의 품질(신뢰성)도 저하한다.
- ③ 복잡한 장비 일수록 양호한 동작상태를 유지하기란 어렵다.
- ④ 문제의 대부분이 전자관(vacuum tube)에서 생긴다.

또한, 제2차 세계대전을 경험으로 미·소 양국이 다양한 무기개량·개발을 하던 중 1950년 6월 한국전쟁이 발발하면서 무기시험장이 되었고, 이 과정(1950년-1951년)을 통해서 몇 가지 중요한 경험을 얻게 되는데 다음과 같다.

- ① 인간의 능력을 확대하거나 기계로 전환하기 위한 복잡해 기기를 사용하나 기기의 조정이 어렵다.

- ② 기기가 확실하게 동작하지 않으면 많은 사람이 임무에서 해방될 수 없다.
 - ③ 전자기기가 고장 난 경우 신속한 기능회복을 위해 수리비용이 기기의 설계, 제조비용보다 커진다.
 - ④ 고장이 다발하면 임무를 생각대로 달성할 수 없다.
- 이는 신뢰성이 전투력 확보에서 중요한 역할을 한다는 것을 깨닫게 되는 계기가 되었다.

극동지방에서 전자장비의 고장발생 문제를 해결하기 위해 전후 1950년 12월 7일에 미국방성 연구개발국은 Ad Hoc 그룹을 만들고 정비를 가능한 한 적게 하는 신뢰성이 높은 전자기기를 획득하기 위한 방법을 연구(전자기기의 신뢰성 연구)토록 하였고, 이 그룹은 1952년 5월 12일 다음과 같은 권고안을 제안하게 되었다.

- ① 장비동작과 부품의 고장에 대해 보다 정확한 데이터를 얻기 위해서 조직적인 데이터 수집계획을 수립하고, 정비사들이 적절하게 보고할 수 있는 시스템을 확보해야 한다.
- ② 신뢰성이 뛰어난 고신뢰성 부품을 개발해야 한다.
- ③ 장비와 부품에 대해 정량적인 신뢰도 목표를 설정해야 한다.
- ④ 장비를 개발하는 사람들에게 신뢰성기술교육을 시켜야 한다.
- ⑤ 새로 설계 및 개발된 장비는 양산을 하기 전에 시험실 또는 현장시험에 의해서 평가되어야 한다.
- ⑥ 부품 공급자를 잘 관리해야 한다.

이 내용을 살펴보면 60십여 년 전에 이미 오늘날의 신뢰성관리 체계를 제시하고 있지만 일부 대기업에서 지금하고 있는 시스템(고장데이터 수집, 부품 공급자 관리 등) 이거나, 해야 하지만 시행하지 못하고 있는 부문(개발자들의 신뢰성교육 실시, 신뢰도 목표 설정 등)들이 포함되고 있고 시사하는 바가 크다.

이 권고안을 받아들여 1952년 8월 21일 미 국방성의 연구개발국은 “전자기기의 신뢰성에 관한 자문그룹(AGREE : Advisory Group on Reliability of Electronic Equipment)”을 창설하여 제품 및 부품의 설계·생산시의 신뢰도 측정법, 신뢰성을 고려한 규격의 작성방법을 보고서로 발행하였고 오늘날 사용되는 MIL규격 기초가 되고 있다. 이후에 1961년부터 지속적으로 신뢰성에 관한 미국 군사규격들이 제정되어 국방분야 뿐만 아니라 항공·우주 등 여타 산업에서도 이용하고 있으며, 전 세계 거의 모든 나라가 이들 규격을 활용하고 있다. 최근들어 신뢰성분야 MIL 표준의 유효성에 대한 논의가 많지만 아직도 우주분야 등에서는 이를 대체할 만한 그 어떤 기준·규격도 없는 게 현실이다.²

1958년 미국은 항공우주국(NASA : The National Aeronautics and Space Administration)를 창설하여 우주개발을 시작하는데 신뢰성과 안전성이 요구되는 대표적인 분야라 할 수 있고, 신뢰성 연수프로그램에서 그림 1과 같이 신뢰성 기술의 발전방향을 요약하고 있다. 앞서 언급한 대로 1940년대 통계적 품질관리 기술이 도입되어 산업발전에 기여하기 시작한 이래로 1950년대 피로·마모수명·안전율·스트레스 강도 등을 연구적용한 설계관리, 1960년대 통계적인

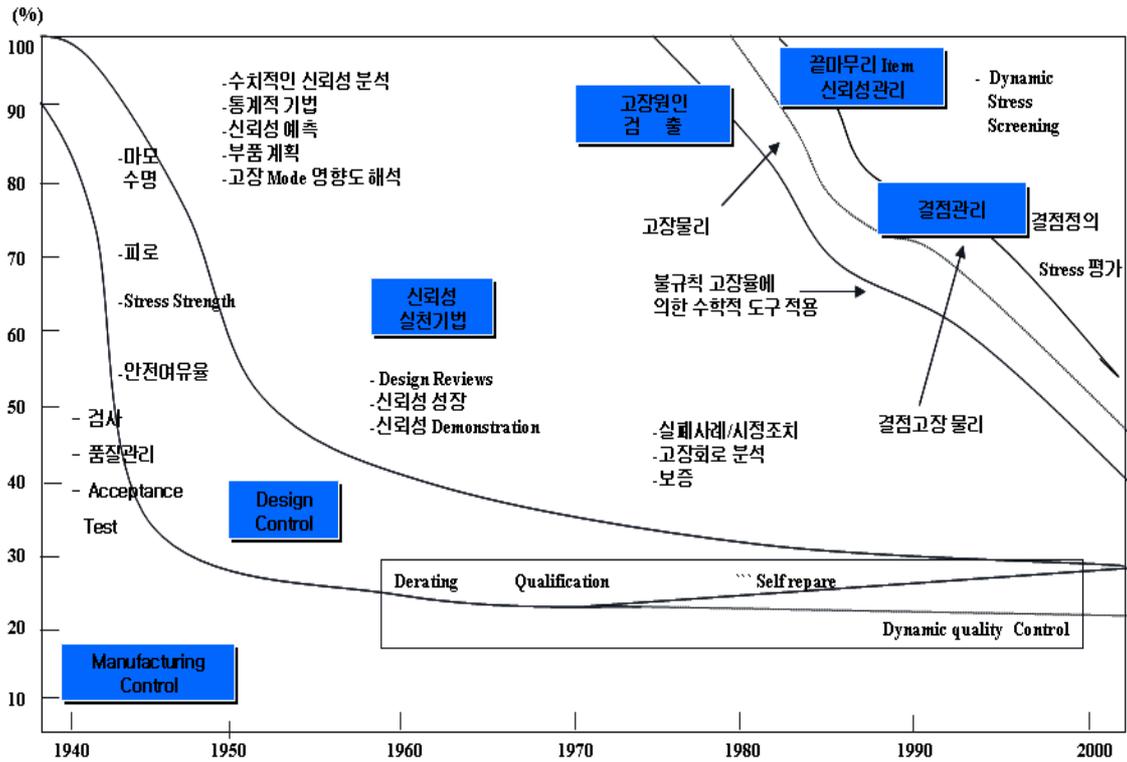
기법·신뢰성 예측기술의 표준화, 신뢰성 성장 등 경험적·통계적 신뢰성 실천기법, 1970년과 80년대 고장물리 시대를 거쳐 최근에는 고장의 잠재적인 원인을 관리하는 결점관리와 동적 스트레스 스크리닝, 가상인증 등의 방법이 연구 및 응용되고 있다.

<표 1> 중요 MIL규격의 발행년도

발행연도	규격 명	일본의 주요활동
1961	MIL-STD-756 : 신뢰성 예측	일본전자공업진흥협회 신뢰성분과회 발족
1963	MIL-STD-756A : 신뢰성 예측	일본규격협회 신뢰성시실분과회 발족
1965	MIL-STD-765 : 신뢰성 프로그램 MIL-STD-690A : 고장률 추출방식과 순서 MIL-STD-781A : 신뢰성시험 프로그램 MIL-HDBK-217A : 전자기기의 신뢰성 예측	전기시험소 신뢰성연구실설립 일과기연 신뢰성분과회발족 관서 신뢰성연구회 발족
1966	MIL-STD-470 : 보전성 프로그램 MIL-HDBK-472 : 보전성 예측	일과기연 신뢰성세미나 과장코스 개강
1967	MIL-STD-781B : 신뢰성시험 프로그램(지수분포)	JIS C 5020 전자부품 환경시험통칙 발간
1969	MIL-STD-882 : 시스템안전성 프로그램	미국신뢰성시찰단 파견
1973	MIL-STD-471A : 보전성 확보/실증/평가	공업기술원 신뢰성인증제도 구미 조사단 파견, RCJ설립
1974	MIL-STD-488A : 시스템공학 매니지먼트 MIL-HDBK-217B : 전자기기의 신뢰성 예측	국공립연구센터 신뢰성연구회 발족
1976	MIL-STD-1521A : 기술심사/감사	우주개발사업단 신뢰성 프로그램 공통시양서 작성
1977	MIL-STD-781C : 신뢰성시험 프로그램(인정/생산/연수)	일본전자기계공업회 신뢰성조사위원회 발족
1979	MIL-HDBK-217C : 전자기기의 신뢰성 예측	NASDA 방송위성 발사
1980	MIL-STD-785B : 신뢰성 프로그램	위성청 신뢰성예측 규격
1981	MIL-HDBK-189 : 신뢰성 성장 핸드북 MIL-STD-756B : 신뢰성 예측 및 모델화	JIS Z 8115 신뢰성용어
1982	MIL-HDBK-217D : 전자기기의 신뢰성 예측	FMEA/FTA 출판
1983	MIL-STD-470A : 보전성 프로그램	IEC 전자부품품질인증
1985	MIL-STD-2164 : 환경 스트레스 스크리닝 프로세스	JIS C 1010 환경시험 방법통칙
1986	MIL-STD-781D : 신뢰성시험(기술개발/인정/생산) MIL-HDBK-217D : 전자기기의 신뢰성 예측	
1987	MIL-HDBK-781 : 신뢰성시험의 방법/환경조건(개발/생산)	
1991	MIL-HDBK-217E : 전자기기의 신뢰성 예측	일본신뢰성학회 발족

※주 : 참고문헌 2, 신뢰성의 역사에서 발췌 및 정리

<그림 1> 신뢰성 기술의 발전방향(NASA 기술동향)



2.2 국방 신뢰성의 필요성

2.2.1 전투준비태세 극대화

국방분야 무기체계비의 신뢰성 확보를 통한 가용도의 증대는 전투준비태세의 극대화 및 장비의 수명주기 비용의 최소화라는 종합군수지원의 목표를 달성하는데 필요한 핵심적인 요소임과 동시에 중요한 활동 중 하나이다. 즉, 고장을 최소화 함으로서 가용도를 높임과 동시에 유지보수비용을 절감할 수 있고, 고장발생 시기를 예측함으로써 정비소요와 정비업무량을 판단할 수 있어 계획적인 무기체계운용의 척도가 된다.

일부에서 품질이 좋으면 되었지 굳이 신뢰성까지 향상 시킬 필요가 있는냐는 견해가 있어 정리해 본다. Garvin교수가 주장하는 넓은 의미의 품질요소(8가지 품질요소) 중에 하나로 신뢰성이 포함되어 있어 일반적으로 품질이 좋으면 신뢰성도 좋을 것이라는 착각을 하게 되는데 신뢰성공학을 활용해야 하는 측면에서는 구분하여 검토해야 한다. 즉, 신뢰성은 고장(failures)을 주로 다루어 대부분 사용 중 고장의 최소화가 목적이고, 품질은 불량(defects)를 주로 다루어 생산 최종단계에서 규정된 규격(성능·기능)의 만족을 다룬다. 따라서 품질이 좋다고 해서 신뢰성이 높다고는 할 수 없다. 아래의 표2에 나타내었듯이 A사의 H제품의 경우

1994년 100ppm 운동(품질혁신 운동의 하나) 이전에 2,000ppm이었던 불량률이 100ppm 운동 결과로 1995년 200ppm으로 90% 감소했지만 신뢰성을 나타내는 A/S율은 5,400ppm에서 3,900ppm으로 28% 감소에 그쳤다. 이는 품질의 향상이 곧바로 신뢰성의 향상으로 이어지는 것은 아니라는 걸 말해준다. A/S율이 1,500ppm 감소한 것은 불량률이 스크린 되지 않은 상태에서 판매되어 사용 중 고장으로 발견된 경우와 100ppm운동을 통해서 잠재적인 고장원인이 일부 제거된 경우를 상정해 볼 수는 있다. 그러나 명백하게 품질의 향상이 신뢰성의 향상을 가져온다는 등식은 성립되지 않는다고 볼 수 있다. 이 자료를 분석할 당시 신뢰성기술 선진국인 일본의 경쟁품의 경우 불량률은 100~2,000ppm이고, A/S율이 50~100ppm 정도인 것을 보면 우리는 신뢰성과 품질을 동시에 확보 필요가 있다.

<표 2> A사 H제품 100ppm 운동 결과³

구분	1994년	1995년	비고	감소율
불량률(A)	2,000	200	1,000ppm = 0.1%	90%
A/S율(B)	5,400	3,900		28%
B/A율	270%	1,950	-	-

2.2.2 비용절감

신뢰성활동의 강화는 필연적으로 비용을 수반한다. 과거에 시행하지 않았거나 소홀하게 수행했던 신뢰성활동을 설계단계에서부터 신뢰성수락시험까지 마치게 되면 당연히 비용이 추가될 것이다. 그러나 체계의 수명주기 비용을 산출해 보면 오히려 감소함을 알 수 있다. 민수품의 경우 신뢰성이 높은 제품은 브랜드가치가 높아져 마케팅 비용이 절감되고, 보증기간내의 수리비용이 절감되기 때문이다. 따라서 무기체계의 수명주기 비용을 절감시키고 전투준비태세를 향상시키기 위해서는 신뢰성 적용이 필수적이라고 할 수 있다.

민간의 경우를 예로 들면 애플 컴퓨터사에서 각 공정에서 발생하는 불량 또는 고장이 얼마의 비용으로 환산되는지 조사하였다. 제조 공정 중 작업자가 불량을 발견할 경우 약 3센트의 비용이 발생하고, 최종검사단계에서 불량을 발견할 경우 약 20달러의 비용이 발생한다. 최악의 경우는 사용 중 고장이 발생하는 경우로 이때는 150달러의 비용이 든다고 한다.⁴ 또 1975년 미국의 전략계획연구소에서 450개 관계사와 3,000개의 전략사업부서가 참여하여 신뢰성과 원가의 관계를 연구한 결과 놀랄만한 사실을 발견하였다. 가격대비 품질이 높으면 마케팅 비용이 16%에서 9%로 감소하였고, ROI(Return of investment, 투자수익률)가 5%에서 33%로 증가하였다.⁴ 이와 같이 신뢰성의 향상은 비용을 절감하는 효과가 있기 때문에 무기체계 더 나아가 비무기체계까지 신뢰성활동은 반드시 필요하다고 할 수 있다.

2.3 설계기술의 향상

설계기술을 향상시키기 때문에 신뢰성활동이 필요한 경우는 일본 도요타 자동차의 사례에서 확인 할 수 있다. 이들은 현장에서, 초기에, 심혈을 기울여, 빨리 문제를 해결하여 고장을 미연에 방지한다는 기본정신으로 Good Design, Good Discussion, Good Dissection을 키워드로 하는 GD3 시스템을 운영하고 있고, 현재 미국에 판매되는 승용차들 중 JD Power가 조사하는 초기품질지수와 내구신뢰성 조사에서 최상위에 랭크되고 있다. JD Power의 조사에 의하면 GM의 캐딜락 브랜드와 도요타의 렉서스 브랜드에 대해서 총 135건의 설문조사를 실시하였다. 조사결과 고객은 단 0.2%의 차이로도 반응을 하는 것으로 나타났다. 캐딜락의 경우는 한 질문당 0.8%(99.2%의 고객은 만족)의 불평이 있었고 렉서스는 한 질문당 0.6%(99.4%의 고객은 만족)의 불평이 있었다. 이와 같이 신뢰성의 문제는 클레임 비용뿐만이 아니라 작은 차이가 고객의 신뢰감에 영향을 주어 매출에 지대한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

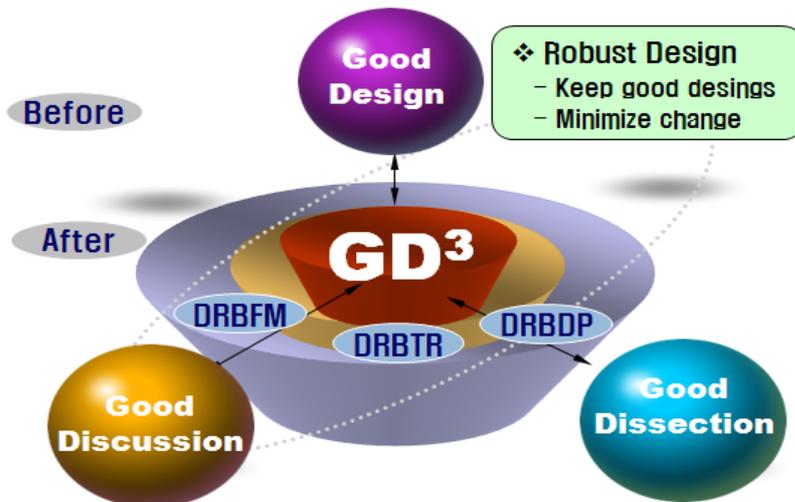
그림2는 설계, 평가, 제조단계에서 총 3단계의 Design Review를 하고 이를 통해서 제품의 신뢰성을 향상시키고 있다.⁶



DRBFM : Design Review based on Failure Mode

DRBTR : Design Review based on Test results

DRBDP : Design Review between Design and Production



<그림 2> 도요타의 Design Review 프로세스⁶

신뢰성은 일반적으로 알고 있는 것처럼 품질단계의 활동이 아니라 설계단계의 활동으로서 설계의 고유 영역인 성능·기능의 구현뿐만 아니라 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다는 것을 알 수 있다. 많은 자료에서 고장의 수십%가 설계 실수에 기인한다는 보고하고 있다. 구체적으로 신뢰성은 설계단계에서부터 설계검토, 설계대안의 비교검토, 잠재하는 고장문제를 파악하여 개선활동에 활용, 군수지원요소의 기초자료 제공, 정비지원정책수립의 기초자료 제공(정비주기, 정비인력, 정비시간, 수명주기비용 산정, 수리부품 소요 파악)등의 역할 수행한다.

3. 인프라 구축 현황

정부(구 산업자원부)는 국내 부품·소재 산업의 경쟁력 제고를 위해 부품·소재 신뢰성향상 기반구축사업을 2001년부터 시행하여 장비구축, 기준개발, 신뢰성인증 및 인력양성 등의 사업을 시행하고 있다. 즉, 일본이 70년대 초반에 그리고 미국이 1950년대 초반부터 시작했던 신뢰성 기술개발을 단시간 내에 완성하기 위해 집중적으로 투자한 것이다. 이에 3가지 측면에서 상술한다.

3.1 신뢰성 인증제도

신뢰성 인증제도는 다른 나라에서는 찾아 볼 수 없는 오직 한국에서만 시행되는 유일한 제도로서 국산부품의 빠른 신뢰성향상을 도모하여 수입대체와 수출촉진은 물론 이들 부품을 사용한 시스템의 신뢰성향상을 이루기 위한 제도이다. 따라서 이 제도를 시행하기 위해서는 기본적으로 신뢰성평가장비와 시험평가를 위한 평가기준이 선행되어야만 한다.

신뢰성평가기준의 개발은 일종의 기술개발로서 실제 사용 조건(환경조건과 사용조건)과 고장해석에 의한 고장메카니즘을 종합적으로 고려하여 개발하게 된다. 신뢰성평가의 특징은 제품이 사용되는 환경을 반영한 시험평가인데, 본 제도의 대상이 되는 부품들의 가장 가혹 환경을 평가할 수 없는 한계 때문에 평균 수준보다 높은 정도의 수준으로 기준을 개발하고 이를 이용해 시험평가 하게 된다. 즉, 설계할 때 시스템에 따라 목표수명이나 고장율이 다를 수 있고, 이들이 다름에 따라 사용하는 부품의 신뢰도 수준이나 고장율도 다르게 적용되어야 하는데 가장 가혹한 조건에 의해 평가를 하여 합격한 제품들이 신뢰성이 좋기 때문에 이들 부품이 잘 팔릴 수 있을 것 같지만 반대로 사용할 수 없게 되는 경우가 발생한다. 예를 들어 일본의 모회사제 노트북컴퓨터의 경우 목표수명을 약 2년으로 정하고 개발 및 생산하는데 일본의 어떤 신뢰성전문가가 이를 확인하기 위해 이 제품을 구입하여 사용해본 결과 정확히 2.5년 만에 치명적이 고장이 발생하여 사용할 수 없었고 고장분석을 해본결과 인쇄회로기판의 고장(마이그레이션 등)을 발견했다고 한다. 일반적으로 목표수명 2년인 인쇄회로기판과 10년인 기판의 가격을 비교하면 2년인 기판의 가격이 저렴하기 때문에 이 제품은 타사제품보다 경쟁력을 가질 수 있게 된다.

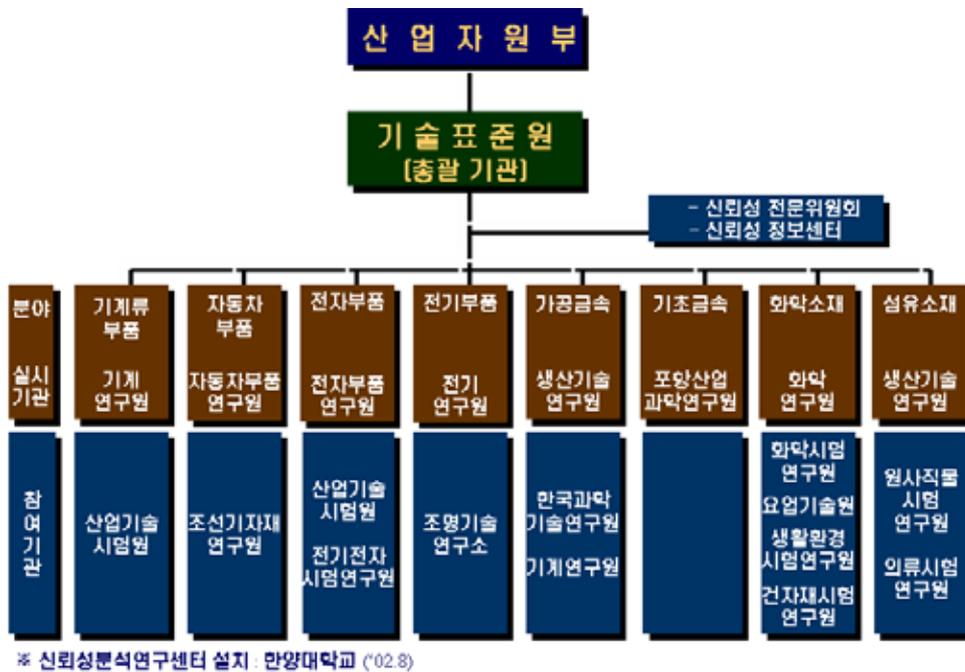
3.2 장비구축

신뢰성을 평가하기 위해서는 기본적으로 관련 장비가 없어서는 안 된다. 따라서 이 부분을 민간이 할 수가 없어서 8개 분야에 정부가 집중투자를 하게 되었다. 신뢰성 평가장비는 대상 부품의 특성을 측정하는 특성측정장비와 신뢰성시험을 하기 위한 신뢰성시험장비 그리고 고장해석을 위한 분석장비가 필요하고, '01년부터 '06년까지 전자부품분야 등 8개 분야에서 복합가속수명시험장치 등 총 1,799대를 구축 완료하였다.

따라서, 국방분야가 추가로 투자할 필요는 거의 없으리라 판단되고, 이들 장비를 활용하면 국가적인 차원에서 대단한 이득이 된다고 할 수 있다.

3.3 신뢰성 평가기관

신뢰성평가기반구축사업의 실시기관(주관기관)은 전자분야 등 8개 분야에 전자부품연구원 등 7개 기관이 지정되어 신뢰성평가기반을 중점 구축하였으며, 지정평가기관은 상기 실시기관을 포함하여 18개 연구 및 시험기관이 중심이 되어 신뢰성인증사업을 추진하고 있고 아래 그림3과 같다.



<그림 3> 민간분야 신뢰성 평가기관

3.4 기타현황

‘06년까지 국내에서 신뢰성을 전문으로 하는 기업은 약 17개사가 존재하고, 신뢰성 관련 교육 및 세미나는 총 130회가 실시되었다. 신뢰성 관련 논문은 약 495건이 발표되었으며 신뢰성 활동을 하는 기업은 총 691개사로 조사되었다. 또한, 신문 및 전문지 등에 신뢰성에 관련되어서 기사가 게재된 경우는 2,529건이 이른다.

4. 국방 신뢰성 체계

국방분야의 RAM활동은 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintainability)의 총칭으로 종합군수지원체계 요소별 예측 및 분석활동을 통하여 설계지원/평가, 설계/대안도출, 군수지원분석 등을 지원하는 업무로 장비의 고장빈도(신뢰도 : MTBF, MRBF, MKBF), 정비업무량(정비도 : MTTR, MR), 전투준비태세(가용도 : Ao, Ai, Aa)를 나타내는 척도로 활용된다. RAM은 신뢰도 분석 업무를 통해서 고장발생 시기를 예측하고, 정비도 분석 업무를 통해서 고장발생시 복구성을 평가하며, 가용도 분석을 통해 전투준비태세를 평가한다. 즉, 체계 신뢰성을 증대하고, 수명주기 비용을 절감하는 것이 RAM의 핵심이다. RAM의 업무 수행은 그림 4와 같이 여러 단계로 구분하여 수행된다.⁵



<그림 4> RAM 업무 수행 절차⁵

RAM의 기능은 무기체계 운용상태의 규정된 수준유지, 장비의 임무수행성공, 정비인력 및 비용절감 및 군수지원향상과 군수지원비용 절감 등으로 정리할 수 있고, 구체적으로 탐색개발 단계에서 신뢰도를 할당.

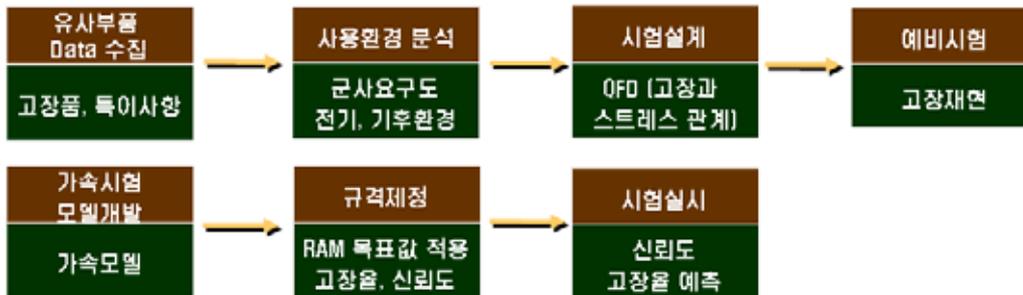
5. 민간 신뢰성 현황

5.1 신뢰성 평가 기준 제정 절차

부품·소재의 신뢰성평가기준 제정시 그림5와 같이 2가지로 나눌 수 있다. 첫째로 기존 부품·소재의 경우는 Field Data 수집, 사용환경 분석, 고장분석, 시험설계, 예비시험, 가속시험 모델개발, 규격제정, 시험실시로 총 8개의 단계를 갖는다. 신제품의 경우 Field Data가 없기 때문에 유사부품의 Field Data를 수집하는 것으로부터 시작된다. 그다음으로 사용환경 분석, 시험설계, 예비시험, 가속시험 모델개발, 규격제정, 시험실시로 총 7단계로 구성된다.



(a) 신뢰성 평가 기준 제정 절차 (기존 제품인 경우)



(b) 신뢰성 평가 기준 제정 절차 (신제품인 경우)

<그림 5> 신뢰성 평가 기준 제정 절차

5.2 민간 신뢰성 기술현황

신뢰성 평가 기준은 표3과 같은 원칙을 바탕으로 개발 되어진다. 첫 번째는 품질산포가 크기 때문에 환경시험을 통해서 스크린하고, 두 번째는 마모고장인 경우 원칙적으로 수명을 우발 고장인 경우에는 고장률을 신뢰성척도로 사용한다. 세 번째는 신뢰도로서 최소 요구수준 이상임을 보장하는 것으로 한다. 네 번째는 시험방법으로서 원칙적으로 가속시험으로 진행

되어야 한다. 마지막 다섯 번째는 가속모델을 개발한 배경 등을 해설서에 설명하여 기준에 표시하지 못한 이론적인 부분들을 명확히 기재한다. 그러나 이와 같이 개발된 기준도 주 고장 모드 1개 내지 2개 정도를 반영하여 가속시험법을 개발하기 때문에 다른 고장모드를 반영하지 못할 가능성이 있다. 또한, 신뢰도로서 최소 요구수준 이상임을 보장하기 때문에 대상 제품의 최종수명과 고장률을 예측하지 않는 한계점을 갖고 있다.

<표 3> 신뢰성 평가 기준 개발 원칙

항 목	기준개발 원칙
스 크 린	환경시험을 통해 스크린
신뢰도 척도	마모고장인 경우 수명, 우발고장인 경우 고장률
신뢰도	최소 요구수준 이상을 보장
시험방법	원칙적으로 가속시험
해설서	가속모델을 개발한 배경 설명

민간 분야에서는 '00년부터 현재까지의 경험으로 가속모델 개발에 대한 기술을 축적하였다. 또한, 민간 분야에 필요한 기초 자료의 일부를 확보하고 있는 상태이다. 그러나 국방분야에서 필요한 자료는 전무한 실정이다. 앞에서 언급한 테로 신뢰성평가를 위해서 필요한 계측장비, 신뢰성시험장비, 고장분석장비 대부분이 신뢰성평가에 구축되어 있다고 보면 될 것이다. 이러한 인프라 및 인력을 바탕으로 시험·해석·예측·분석기술은 민간 연구기관에서 보유한 상태이다. 그러나 고장분석 기술의 경우 평가기관별로 차이를 나타내고 있다.

6. 국방분야 활용방안

민간분야의 신뢰성은 국방분야의 신뢰성과 매우 밀접한 관계에 있음에도 불구하고 무기체계 신뢰성에 충분히 활용되지 못했다. 무기체계 신뢰성은 어느 한 기관에서 독자적으로 수행하는 것이 아니다. 민간분야 신뢰성이 무기체계의 신뢰성 향상에 구체적으로 활용되기 위해서는 결론적으로 표4의 4가지를 만족시켜야 한다.

<표 4> 민간 신뢰성기술의 국방분야 활용방안

항 목	기준개발 원칙
전 제 조 건	<ul style="list-style-type: none"> • 신뢰도 목표의 제시 : 부품 및 시스템 • 군사요구도 및 운용조건 제시 • 고장품의 제공, 고장의 정의 및 판단기준 결정 • 장비운용 이력 및 정비자료
신뢰성평가 기준 및 장비	<ul style="list-style-type: none"> • 기존에 개발된 약 500종의 평가기준 활용 • 전제조건에서 제시된 자료를 분석 • 스트레스 수준을 보강 • 정수중단형 시험을 통해 수명과 고장률 예측 • 기 투자된 장비 활용
무기체계의 적용단계	<ul style="list-style-type: none"> • 필히 개발단계에서 적용 • 신뢰성이 확인된 부품을 사용
대 상	<ul style="list-style-type: none"> • 우선적으로 Critical Item 우선적용

그리고 군과 민간의 전문가들로 구성된 가칭 국방 신뢰성위원회를 구성하여 신뢰성 측면에서 국방분야 및 민간분야의 정보교류를 실시하도록 해야 한다. 또한, 축적된 방대한 자료와 기술을 바탕으로 한국군의 작전환경에 적합한 방안을 도출/시행하여야 하고, QPL(Qualified Product List) 도입방안 검토, 기존의 QML(Qualified Manufacturers List)을 제품의 신뢰성과 연계하는 방법을 연구하는 등 국방분야 신뢰성 발전방안을 기획하여야 한다. 마지막으로 민간 종합전자회사의 시스템과 유사하되 군의 특성이 반영된 국방 신뢰성 관리시스템 구축이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 송태욱, 증언-한국전자정보산업 이면사, New Media, 2007.3
2. 일본신뢰성학회, 신뢰성의 역사, 1993년
3. 유동수, 21세기 기술 강국이 되는 전략, 한승사, 1999
4. 이상문, 글로벌 시대의 초 일류기업, 명진출판사, 1994.5
5. 방위산업청, 종합군수지원(ILS) 업무 안내서, 2007.3
6. KMAC, GD³ 연수자료, 2007.5