

한국적 신뢰성 평가의 개념 Concept of Korean Reliability Assessment

김형의 · 성백주
H. E. Kim and B. J. Sung

1. 서론

소비자의 요구수준 향상으로 제품의 구조 및 성능이 점점 복잡해지고 부품 수는 증가함에 따라, 시스템을 구성하는 부품의 고장발생으로 인한 경제적 손실예방, 안전성 확보 등을 위하여 신뢰성 중심의 종합적인 품질보증에 대한 요구가 점점 증대되고 있다. 본 글에서는 구성 부품들의 신뢰성의 제고를 위하여, 기본 성능시험을 비롯한 내환경성시험, 안정성시험, 수명시험 등의 종합적이고 체계적인 신뢰성 시험평가 시스템과 한국기계연구원 신뢰성평가센터에서 독창적으로 정립한 그림1의 한국적 신뢰성평가기법 13단계에 대해 설명하고자 한다.

Step 1	신뢰성평가 품목에 대한 세계유명 품질인증규격 조사
Step 2	보증수명(Qualification Life) 결정
Step 3	신뢰성 척도(Reliability Measure) 결정
Step 4	주요 고장모드 및 시험항목 도출
Step 5	형상모수(Shape Parameter) 결정
Step 6	샘플수(Sample Size) 결정
Step 7	신뢰수준(Confidence Level) 결정
Step 8	합격판정기준(Failure Acceptance Rule) 결정
Step 9	가속수명시험(Accelerated Life Test) 방법 결정
Step 10	수명시험 시간의 계산
Step 11	시험 효과성(Test effectiveness) 분석
Step 12	내환경성 시험항목(Environment Test Items) 결정
Step 13	안전성 시험항목(Safety Test Items) 결정

그림 1 한국적 신뢰성평가기법 13단계

2. 한국적 신뢰성평가의 개념

2.1 신뢰성평가의 개념

인간에 있어서 육체적으로 건강한 사람이란 심장, 폐, 위 등 신체를 이루고 있는 모든 기능조직이 건강한 사람을 의미한다. 마찬가지로 시스템도 이를 구성하고 있는 모든 부품이 고장 없이 원활하게 작동되어야지만 그 시스템이 잘 작동한다고 할 수 있다. 따라서 한국적 신뢰성평가는 그림 2와 같이 모든 부품의 요구 성능, 내환경성, 내구성(수명), 안전

성 등을 종합적으로 평가하는 “종합품질 보증” 시험으로 정의한다.

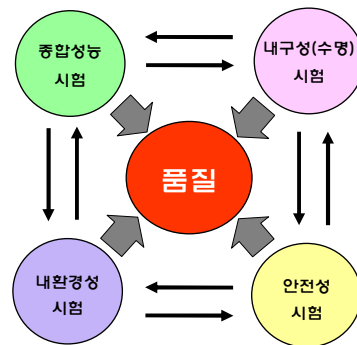


그림 2 한국적 신뢰성평가의 정의

2.2 신뢰성평가의 종류

신뢰성평가는 소비자의 신뢰성 요구조건에 만족함을 시험평가를 통하여 보장하기 위한 것으로, 그림 3과 같이 종합 성능시험, 내환경성시험, 수명시험, 안전성시험을 모두 수행하고, 각각의 시험 중에는 성능평가를 실시하여 평가기준의 합격치를 만족하는지 평가한다.

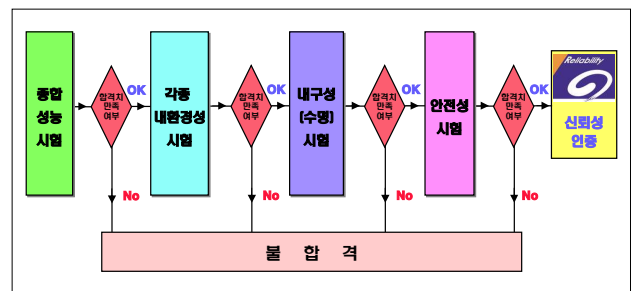


그림 3 신뢰성평가의 추진절차

1) 종합 성능시험

부품이 가져야할 기본 성능의 만족여부를 평가하는 시험으로 수명시험, 내환경성시험, 안전성시험의 시작 전, 시험 중간, 종료 후에 실시한다. 이때 측정된 성능시험 데이터는 사용시간이 경과함에 따른 성능의 열화(Degradation)를 비교·검토하는 중요

한 지표로 사용된다.

2) 내환경성시험

사용되는 환경에서 고장이 발생하는지, 환경변화에 따른 충분한 내성을 갖는지를 평가하는 시험이다. 시험조건 및 항목은 사용되는 지역, 실제 사용환경, 관련 참고 규격 등을 조사하고 종합적으로 검토하여 결정한다. 각각의 내환경성 시험 항목의 시험전과 후에는 육안검사 및 대표적인 성능을 평가하여 성능변화를 확인한다.

3) 수명시험

본 논문에서의 수명시험은 수명분포가 와이블분포일 때의 신뢰성 입증시험(Substantiation test) 방식을 적용한다. 이는 규정된 시험시간 동안 시험을 수행하여 모든 시료가 고장이 하나도 발생하지 않으면 합격시키고 보증수명을 보증하는 무고장 시험 방식을 따르고 있다. 또한 시험시간이 너무 긴 부품에 대하여는 가속수명시험을 적용한다.

4) 안전성시험

고장이 시스템 및 인체에 치명적인 영향을 줄 가능성이 큰 부품에 대하여는 기계 분야와 전기 분야에 대한 안전성 시험을 실시한다. 안전성 시험은 성능 열화의 측면보다는 파괴 또는 치명적 고장에 대한 평가이므로 모든 시험항목의 평가가 완료된 후 실시한다.

3. 한국적 신뢰성인증 기법

Step 1 : 세계유명 품질인증규격 조사

신뢰성평가를 위한 준비 단계로 시험 대상품관련 국제규격, 지역규격, 국가규격, 단체규격, 회사규격 등을 조사·분석하여 시험항목 및 방법에 대해 표 1의 조사표를 작성한다. 또한 평가 대상품의 현장 작동조건, 환경조건, 보증수명, 주요 고장모드 등을

표 1 품질인증 규격 시험항목 조사 비교표

N°	시험항목	세계 유명 품질인증 규격											신뢰성 평가	
		KS	JIS	AGN A	ISO	EN	BS	AN SI	JG MA	API	SAE	AS ME		MIL
1	평행변위시험	△	△	○	○	○	○	○	×	△	×	○	×	○
2	각도변위시험	△	△	○	○	○	○	○	×	△	×	○	×	○
3	축변위시험	△	△	○	○	○	○	○	×	△	×	○	×	○
4	백래시시험	△	×	△	△	△	△	△	△	×	×	△	×	○
5	최대토크시험	△	△	○	○	○	△	△	○	△	△	×	○	○
6	최대회전수시험	×	×	○	○	○	×	×	○	○	×	×	×	○
7	가진시험	×	×	△	△	△	×	×	△	×	×	×	○	○
8	저온시험	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○
9	고온시험	×	×	×	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○
10	습도시험	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○
11	수명시험	×	×	△	△	△	△	×	×	×	×	×	×	○

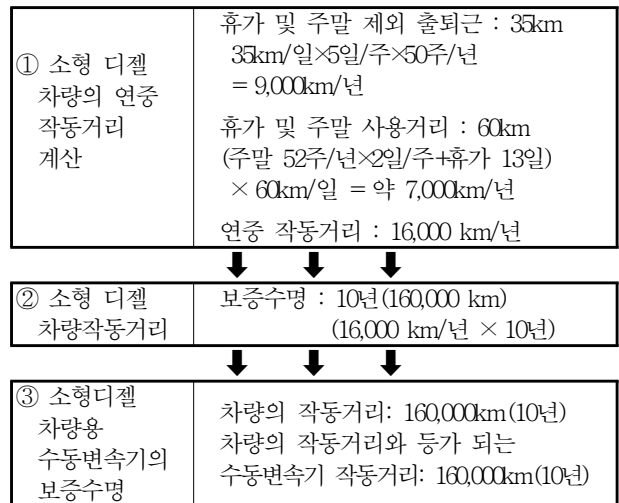
○ : 직접인용, △ : 간접인용, × : 관련 없음

분석하여 조사된 규격 조사표와 비교·검토하는 과정을 거쳐 신뢰성 평가 시험항목 및 시험조건을 결정한다.

Step 2 : 보증수명(Qualification Life)의 결정

보증수명이란 고장 없이 요구된 기능을 발휘될 수 있는 최소한의 기간으로 10년/16만 km, 2,000시간, 100만 Cycle 등으로 표현된다. 또한 보증수명을 정의하기 위해서는 어떤 범위까지 고장으로 판단할 것인가(최대 허용 기준치; Threshold level)에 대한 고장정의가 필수적이다. 보증수명의 결정은 많은 시험을 통하여 부품의 수명이나 고장시간에 대한 분포를 찾고 전체 부품 중(모집단) 고장발생이 몇 % 이하인 시점을 보증수명으로 결정하는 방법이 가장 이상적이다. 하지만 이러한 방법은 많은 시료와 시험시간이 필요하므로 현실적으로 매우 힘든 방법이다. 따라서 현실적으로는 해당 부품의 현장 작동조건을 바탕으로 기술수준, 업체의 보증(Warranty) 기간, 세계유명 규격의 내구성 시험조건 등을 조사·분석하고, 세계 기술수준 및 국내의 기술수준을 고려하여 생산자와 수요자의 협의에 의해 보증수명을 최종 결정하는 방법을 사용하고 있다. 표 2는 현장 작동 조건을 고려한 보증수명 산출 예제이다.

표 2 소형 디젤차량 수동변속기의 보증수명 산출 사례



Step 3 : 신뢰성 척도 결정

신뢰성 척도란 신뢰성을 정량적으로 표현하고 측정하기 위한 척도로 보증수명을 정량화, 구체화 한다. 예를 들면 "우리 회사 제품의 보증수명은 1,000시간이다"라고 말한다면 1,000시간 동안 고장이 하나도 발생하지 않는 것을 의미하는지, 아니면 평균

수명이 1,000시간이라는 것을 의미하는지 알 수 없을 것이다. 이 때 이것을 명확히 해주는 역할을 하는 것이 신뢰성 척도라 할 수 있다.

기계류 부품의 경우 신뢰성 척도는 B_{100p} 수명이 널리 사용되어지고 있다. 예를 들어 어떤 부품의 보증수명이 B_{10} 수명 1,000시간이라면 1,000시간이 사용될 때까지 고장 나는 부품의 비율이 10% 이하임을 보증한다는 뜻이다. 또한 회사 품질정책 및 소비자의 요구에 따라 B_1 수명, B_5 수명 등도 사용되어지며, 고장률, MTTF, MTBF 등도 사용된다.

Step 4 : 고장분석 및 시험항목 도출

고장분석은 물리적, 화학적 분석기술을 이용하여 고장원인, 고장모드 또는 메커니즘을 밝히기 위한 것으로 FTA(Fault Tree Analysis), CMA(Criticality Matrix Analysis), FMECA (Failure Mode Effects & Criticality Analysis) 등의 분석기법이 있다. 이러한 기법들은 고장이 제품 및 시스템에 미치는 영향을 분석하여 고장 치명도를 분석하고, 주 고장모드를 찾는데 목적이 있다.

또한 이렇게 분석한 고장분석 자료는 주요 시험항목을 결정하는 중요한 척도로도 제공된다. 그림 4는 고장분석 기법과 QFD(Quality Function Deployment) Level 1 & 2를 이용하여, 고장모드와 신뢰성 요구조건과의 상관관계를 분석, 고장모드와 시험항목간의 시험효과 분석을 통해 주요 시험항목을 결정하는 추진체계를 설명하고 있다. 또한 이를 요약하면 시험항목 결정절차는 FTA □ FMECA □ QFD Level 1 □ QFD Level 2 순으로 추진된다.

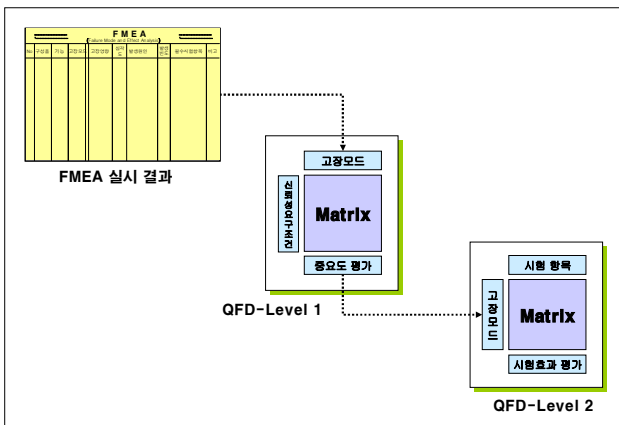


그림 4 고장분석을 통한 시험항목 결정 절차

Step 5 : 형상모수 결정

기계류부품의 수명분포는 와이불(Weibull) 분포가

주로 사용되고 있으며, 모수는 분포의 형태를 결정하는 형상모수와 수명을 반영하는 척도모수를 갖는다. 이 중 형상모수는 수명시험 시간 계산에 있어서 매우 중요한 모수로서 고장특성이나 재료특성에 따라 결정되고 동일한 유형의 부품일 경우 유사한 값을 갖는 특성이 있다.

형상모수에 대한 정보를 획득하기 위한 방법은 참고문헌의 조사, 필드 A/S 데이터 분석, 기존의 시험자료의 분석, 수명시험의 설계·실시·분석 등을 통해 가능하다.

그림 5는 보증수명과 설계수명을 시험에 의해 규명하는 개념을 설명한 것으로서 보통 형상모수의 획득을 위해서는 보증수명(신뢰성 입증) 시험의 2~3배의 시간이 더 소요되는 설계수명 시험을 수행하여 시료의 수명데이터를 얻고 이를 분석해야만 가능하다.

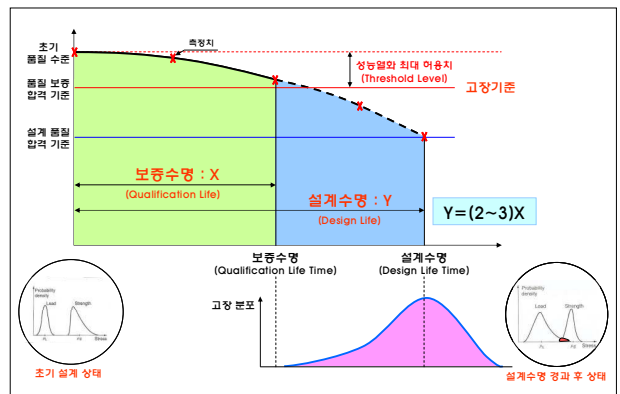


그림 5 설계수명과 보증수명의 시험적 규명

Step 6 : 샘플수의 결정

시험 샘플수는 분석 결과의 정확도와 관련되는 문제로 샘플수가 많으면 분석결과가 정확하지만 시험비용이나 시험시간이 증가하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 최적 시험 샘플수를 결정은 시험비용, 시험시간, 샘플의 가격, 샘플의 크기, 시험 가능한 시험장비 수 등의 현실적 기준에 따라 다르게 설정되어야 할 것이다.

다음은 이론적 샘플수 결정방식을 참고적으로 간략하게 소개한다.

1) 보증수명과 무고장시험시간에 따른 샘플수의 결정방법 :

$$n \geq \left[\frac{B_{100p}}{t_n} \right]^\beta \cdot \left[\frac{\ln(1-CL)}{\ln(1-p)} \right]$$

여기에서 n은 샘플수, B_{100p} 는 보증수명(예 B_{10} 수

명), β 는 와이블분포의 형상모수, CL은 신뢰수준, p 는 불신뢰도(Unreliability)로써 B_{10} 수명이면 p 가 0.1이 된다.

2) Bogey testing method에 의한 방법 : (1)번 항목에서 시험시간과 보증수명을 동일한 경우이다.

$$n \geq \left\lceil \frac{\ln(1-CL)}{\ln(1-p)} \right\rceil$$

3) 중앙순위법에 의한 방법 : n 개 시료 중 i 번째의 고장시간에서의 불신뢰도를 추정하는 중앙순위법(Median rank method)을 이용하여 샘플수는 구하는 방법이다. 예를 들어 B_{10} 수명(불신뢰도=0.1) 이전에 고장 데이터를 1개 이상 얻기 위한 최소 샘플수는 아래의 식으로 구하며, $n > 6.6$ 이므로 최소 샘플은 7개 이상이 되어야 한다.

$$F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} < 0.1$$

여기에서 $F(t_i)$ 는 i 번째 고장시간에서의 불신뢰도, i 는 고장순번, n 은 전체 시험 샘플수이다.

Step 7 : 신뢰수준(C Confidence Level)의 결정

수명시험 설계를 위하거나 시험 데이터를 분석할 때에 신뢰수준을 고려하게 되는데 신뢰성평가센터에서는 고장분석을 응용하여 신뢰성수준 결정방법을 개발하였다. 신뢰수준을 결정하는 절차는 그림 6과 같이 첫 번째 신뢰수준을 결정하기 위한 조건(고려사항)을 결정하고, 두 번째 발생빈도 및 심각도의 상관관계 분석, 세 번째 발생빈도 및 심각도 관계 분석에 의한 치명도의 정량적 분석, 네 번째 치명도의 누적 점수에 따른 신뢰수준 결정의 순서로 이루어진다.

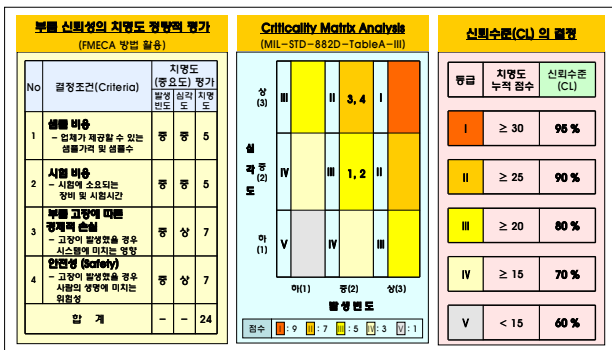


그림 6 신뢰수준의 결정 절차 및 방법

신뢰수준을 결정을 위해서는 아래의 4개 항목의 조건을 고려하여 결정한다.

- 1) 샘플비용(Sample cost) : 업체가 제공할 수 있는 샘플수 및 가격
- 2) 시험비용(Test money) : 시험에 소요되는 장치 및 시간에 따른 비용
- 3) 경제적 손실(Economical damage effect) : 부품의 고장이 발생했을 경우 시스템에 미치는 영향
- 4) 안전성(Safety) : 고장이 발생했을 경우 사람의 생명에 미치는 위험성

Step 8 : 수명시험의 합격판정 기준의 결정

한국적 신뢰성평가에서의 수명시험은 신뢰성 입증시험 방법을 사용하고 있으며, 보증수명을 만족할 수 있는 시험시간 동안 시험을 수행하여 시험시료 중 몇 개의 고장을 허용할 것인가가 중요한 관건이 된다.

현재 신뢰성 입증시험 방식에서는 시험시간 동안 고장의 발생이 하나도 없어야 합격시키는 무고장 시험 방식이 가장 많이 사용되어지고 있다. 이 방법은 적용방법이 쉽고, 시험시간과 샘플수를 줄일 수 있는 장점이 있는 반면, 불량품 등이 샘플에 혼입되었을 경우 불합격되는 위험성이 매우 큰 단점이 있다. 이러한 위험성을 감소시키기 위하여 1개 이하의 고장을 허용하는 수명시험방식, 2단계 수명시험 방식 등 고장을 일부 허용하는 수명시험의 설계방법이 있다. 하지만 무고장 시험 방식과 1개 이하의 고장을 허용하는 방식 외에는 적용방법이 복잡하여 잘 사용되어 지고 있지 않다.

Step 9 : 가속수명시험 방법 결정

가속수명시험이란 시험시간을 단축하기 위한 목적으로 사용조건보다 가혹한 조건에서 실시하는 시험을 의미한다. 표 3은 대표적인 가속모델에 대한 내용이다.

표 3 대표적인 가속모델

가속모델	가속 모델식
역승모형 (Inverse power law model)	$L(V) = \frac{A}{V^m}$ L : 수명, V : 스트레스, A, m : 재료, 구조 등에 따른 상수
아레니우스 모형 (Arrhenius model)	$L(T) = A \exp[E/kT]$ E : 활성화 에너지(activation energy) k : 볼츠만 상수 (8.6171×10^{-5}) T : 절대온도 (섭씨온도 + 273.16) A : 재료와 시험조건에 따른 상수
아이링 모형 (Eyring model)	$L(V, T) = \left(\frac{A}{T}\right) \cdot \exp\left[\frac{B}{kT}\right] \cdot \exp\left[V\left(C + \frac{D}{kT}\right)\right]$ T : 절대온도, V : 온도 이외의 스트레스 A, B, C, D : 재료, 구조 등에 따른 상수

Step 10 : 수명시험시간 계산

신뢰성 입증시험에서의 수명시험시간(t_n)의 계산은 다음과 같은 함수로 표현할 수 있다.

$$t_n = f(B_{100p}, \beta, n, CL, r, AF)$$

보증수명(B_{100p}), 형상모수(β), 샘플수(n), 신뢰수준(CL), 허용 고장개수(r), 가속계수(AF) 등의 인자에 의해 수명시험 시간이 결정되며, 이항분포에 의해 유도되는 방식과 수명분포의 신뢰하한을 이용하여 계산하는 방식의 2가지 방식이 있다.

1) 이항분포를 이용한 시험시간 계산 방식

신뢰성 입증시험에서 사용하고 있는 대표적인 무고장 시험 방식의 수명시험시간 계산 방법이다.

$$t_n = B_{100p} \cdot \left[\frac{\ln(1-CL)}{n \cdot \ln(1-p)} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

여기에서 t_n 는 무고장 시험 시간, B_{100p} 는 보증수명, CL 은 신뢰 수준, n 은 시료수, p 는 불신뢰도(B_{10} 수명이면 $p = 0.1$), β 는 형상 모수이다.

2) 수명분포의 신뢰하한을 이용한 방식

수명 분포에서 보증하고자 하는 수명의 신뢰하한 값을 보증하는 방식을 이용한 시험시간 계산방법으로 허용 고장개수 r 에 따라 무고장 시험시간, 1개 이하의 고장을 허용하는 시험시간, 2개 이하의 고장을 허용하는 시험시간 ... (N-1)개 이하의 고장을 허용하는 시험시간을 모두 계산할 수 있다.

$$t_n = B_{100p} \cdot \left[-\frac{1}{\ln(1-p)} \cdot \frac{\chi^2_{(\alpha, 2r+2)}}{2n} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

여기서 α 는 유의수준, χ^2 은 Chi Square 분포, r 은 허용고장개수 이다.

Step 11 : 시험 효과성 분석

시험 효과성 분석(Test Effectiveness Analysis; TEA)은 엔지니어가 신뢰성평가를 하기 위하여 시험비용이 적게 드는 시험방법을 선택할 것인가, 시험시간이 짧은 것을 시험방법으로 선택할 것인가, 가장 중요한 고장원인을 찾는 방법을 선택할 것인가, 시험의 순서는 어떻게 결정할 것인가 등에 대한 시험 계획의 수립 및 시험 효과를 분석하기 위해 개발된 하나의 신뢰성공학 기법이다.

신뢰성 평가에서는 이러한 시험 효과성 분석 개념을 이용하여 앞에서 설명한 Step 4의 그림 4와 같은 절차와 방법으로 고장모드 및 신뢰성 요구조건에 시험효과를 분석 평가하고, 효과성이 큰 시험

항목을 선정하여 그림 7과 같이 전체 수명시험 시간을 3개 구간(수명시험 전, 50%, 수명시험 후)으로 나누고, 각각의 시점에서 선정된 시험 항목의 주요 성능을 측정하여 제품의 열화 특성 및 시험의 효과를 확인한다.

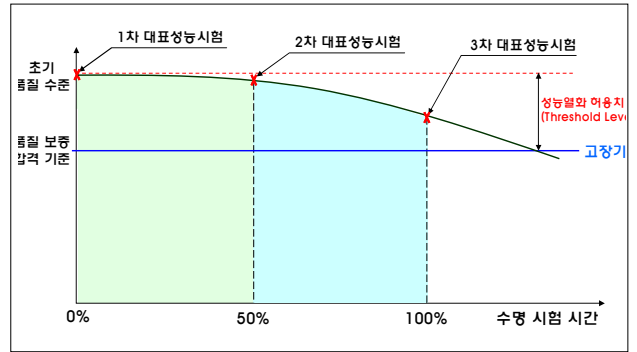


그림 7 시험의 효과성 분석방법

Step 12 : 내환경성시험 항목 결정

내환경성시험은 그림 8과 같이 제품이 수송, 저장, 사용단계 등의 전천후 환경 조건에서의 환경 스트레스 수준은 어느 정도인가를 조사한 후, 그 스트레스 조건에서 어떠한 고장형태가 나타날 수 있는지를 분석하여 그 환경조건에서 충분한 기능을 발휘할 수 있는지를 시험하는 것이다.

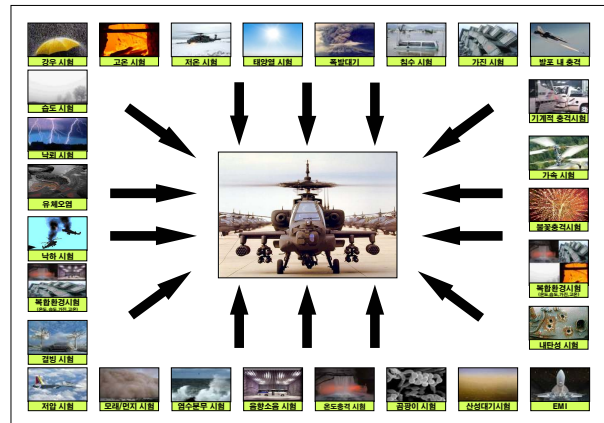


그림 8 전천후 환경 하에서 운용가능성과 내환경성 시험항목

내환경성시험 항목 및 시험조건은 전 세계 유명 규격들을 조사하고 장단점을 평가하여 적용 가능한 시험항목을 선정한다. 또한 시험조건은 평가 대상품의 사용 환경조건에 따라 조정(Tailoring)하고 있다. 표 4는 세계 유명 규격별 중요 환경시험 항목이다.

표 4 세계유명 규격의 중요 환경시험 항목

No	KSC-STD-164B (Kennedy Space Center)	No	IEC 60068	No	MIL-STD-810F
1	Electromagnetic Interference	1	Cold	1	Acoustic noise
2	Low temperature	2	Dry heat	2	Vibration
3	High temperature	3	Damp heat (steady state)	3	Shock
4	Temperature shock	4	Damp heat (cyclic)	4	Immersion
5	Acoustic	5	Impact	5	Low pressure / Altitude
6	Vibration	6	Vibration	6	Low temperature
7	Shock	7	Acceleration	7	Solar radiation
8	Humidity	8	Mould growth	8	High temperature
9	Rain	9	Corrosive atmospheres	9	Temperature shock
10	Icing	10	Dust and sand	10	Acceleration
11	Solar radiation	11	Air pressure	11	Rain
12	Fungus	12	Change of temperature	12	Humidity
13	Salt fog	13	Sealing	13	Fungus
14	Sand and dust	14	Water	14	Salt fog
15	Explosion	15	Radiation	15	Dust / Sand
16	Lift - off blast	16	Soldering	16	Explosive atmosphere
		17	Robustness of termination	17	Contamination by fluids
				18	Pyroshock
				19	Acidic Atmosphere
				20	Gunfire Vibration
				21	Temperature, Humidity, Vibration, and Altitude
				22	Icing/Freezing Rain
				23	Ballistic Shock
				24	Vibro-Acoustic/Temperature

* Remark : 특수한 경우에는 순서가 다소 바뀔 수 있음

Step 13 : 안전성시험 항목 결정

안전성시험은 고장발생이 인체 및 시스템에 치명적인 영향을 줄 가능성이 큰 부품에 대하여 충분한 안전성을 확보하고 있는지 평가하는 것으로 그림 9와 같이 기계분야와 전기분야로 나누어 시험하고 있다.

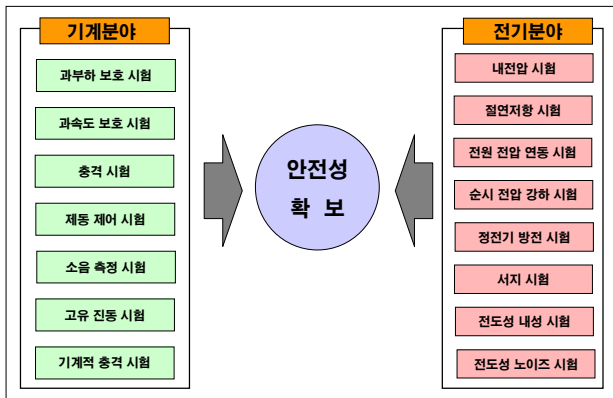


그림 9 안전성 시험 항목

4. 결 론

종합적인 품질보증을 위하여 신뢰성평가를 설계하고 수행하는데 있어서 보증수명은 어떻게 결정하는지, 신뢰성척도는 어떻게 표현하는 것인지, 어떠한 시험항목을 선정하고 시험할 것인지, 샘플은 몇 개로 시험할 것인지, 수명시험시간은 어떻게 계산할 것인지 등에 대한 의문을 해결하고 어려움을 극복할 수 있는 방향을 제시하기 위하여, 현재 한국기계연구원 신뢰성평가센터에서 수행하고 있는 독창적으로 정립한 13단계의 한국적 신뢰성 인증 기법에 대하여 설명하였다.

본 글에서 소개한 신뢰성평가 추진절차 및 기법

들이 기업의 신뢰성향상을 위한 유용한 도구로 활용될길 기대한다.

참고문헌

- 1) Kececioglu, D., 1993, "Reliability Engineering Handbook", Volume 1, Prentice Hall, New Jersey.
- 2) Wasserman, G. S., 2003, "Reliability Verification, Testing, and Analysis in Engineering Design", Marcel Dekker, Inc., New York.
- 3) Bloch, H. P., and Geitner, F. K., 1994, "Machinery Failure Analysis and Troubleshooting", Gulf Publishing Company, Texas.
- 4) Evans, J. W., and Evans, J. Y., 2001, "Product Integrity and Reliability In Design", Springer, London.
- 5) Abernethy, R. B., 2000, "The New Weibull Handbook", Florida.
- 6) Reliasoft Corporation, "Accelerated Life Testing Reference", Reliasoft Corporation, Arizona.
- 7) Nelson, W., 1990, "Accelerated Testing; Statistical models, test plans, and data analysis", Wiley, New York.

[저자 소개]



김형의 (책임저자)

E-mail: mailkhe660@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7160

1956년 2월 10일생.

1985년 프랑스 ISMCM 공압제어 공학박사 학위 취득. 1985년 한국기계연구원 입사, 25년 동안 유공압부품의 국산화개발, 기계류부품의 신뢰성평가 수행. 현재 한국기계연구원 신뢰성평가센터장. 대한기계학회, 유공압시스템학회 등의 정회원.



성백주

E-mail : sbj682@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7159

1966년 9월 5일생.

2006년 충남대학교 전기공학과 박사. 1992년 한국기계연구원 입사. 시스템신뢰성 연구실에서 솔레노이드 액츄에이터 설계기술 및 기계류 부품 신뢰성평가 기술 연구. 대한전기학회, 대한기계학회 정회원.