

신뢰성 시험조건에 관한 연구

A Study on Reliability Test Conditions

전영록(경남대학교), 김종걸(성균관대학교), 이낙영(충남대학교),
권영일(청주대학교), 홍연웅(동양대학교), 나명환(조선대학교)

Abstract

The components of dependability are reliability, availability, maintainability, safety. The dependability thus often designated in terms of RAMS. A guide to the appropriate selection applicable standards on test conditions and statistical analysis is suggested. It includes a general guide to planning, performing and analysing data from reliability tests. The environmental and operational conditions available as IEC standards are referred.

1. 서론

Dependability는 시스템이 제공하는 서비스의 질, 정확성 및 연속성과 관련된 정성적 요소인 신뢰도, 가용도, 보전도, 안전도(Reliability, Availability, Maintainability, Safety : RAMS)의 종합적 지칭이다. 신뢰성 시험에 관한 IEC표준은 계약서에서 신뢰성 시험을 요구하는 경우, 신뢰성 시험을 계획하는 경우, 신뢰성 시험을 수행하는 과정, 신뢰성시험 결과 데이터의 분석 및 보고서를 작성 시, 계약이나 시험계획에서 특별한 표준을 언급하지 않고 IEC 통계표준을 명기하는 경우, 시험데이터의 분석에서 통계적 방법을 사용하는 경우에 대해서 적용한다.

제품의 개발, 설계입증, 설계확인의 과정에서 여러 종류의 시험이 수행되며, 이러한 시험의 목적은 설계의 약점을 발견하고, 이러한 약점을 제거하여 수행도, 품질, 안전성, 강건성, 신뢰도 및 가용도를 개선하고 비용을 절감하는데 있다.

이 연구에서는 신뢰성 시험의 시험조건, 시험계획 그리고 시험의 문서화에 대한 지침에 대해서 다룬다. 제2절에서는 신뢰성 시험의 기본 개념에 대해서 다루고 제3절에서는 시험조건에 대해서 다룬다.

2. 신뢰성 시험의 개념

2.1 신뢰성 시험 관련 용어의 정의

신뢰성 시험과 관련된 주요 용어들에 대한 정의를 정리하면 다음과 같다.

(a) 시험종류

- 비교시험(Comparison test) — test to compare two dependability measure
- 수락시험(Compliance test) — test used to show whether or not a characteristic or property of an item complies with stated reliability requirement.
- 추정시험(Estimation test) — test used to establish the value of a characteristic or property of an item

(b) 고장률과 고장강도

- 고장률(Failure Rate) — $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} P\{t \leq T \leq t + \Delta t | T > t\} / \Delta t$, T: failure time
- 고장강도(Failure Intensity) — $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} [N(t + \Delta t) - N(t)] / \Delta t$, N(t): number of failure before t

2.2 신뢰성시험의 목표

신뢰성 시험의 목표는 아이템의 신뢰성 성능에 대한 객관적이고 재현성 있는 데이터의 제공이며 이를 위해서는 시험조건의 재현성, 시험 아이템의 대표성이 요구된다.

신뢰성시험의 세부목표를 나열하면 다음과 같다. 신뢰성 척도의 평가, 약점의 발견과 개선, 신뢰도 예측치에 대한 확인, 고장을 일으키는 요인의 발견과 제거, 기술혁신이 신뢰도에 미치는 영향 추정, 최적화된 시스템보전, 제품의 강건성, 안전성, 고장견딤 향상 등이다.

2.3 신뢰성시험의 분류

신뢰성 시험은 다음의 기준에 따라 여러 가지로 분류된다.

(a) 목적에 따른 분류

- 아이템의 신뢰성 척도의 추정(Determination test)
- 계약서나 규격에 진술된 신뢰성 척도의 수락(Compliance test)
- 두개의 설계나 제품의 신뢰성 관점에서 비교(Comparison test)

(b) 시험장소에 따른 분류

- 실험실시험(laboratory testing)
- 현장시험(field testing)

(c) 시험결과를 얻기까지 시간에 따른 분류

- 정상시험(normal test)
- 가속시험(accelerated tests)

2.4 통계적 시험계획

신뢰성 시험계획에서는 시험아이템의 수, 고장난 아이템의 취급방법(수리, 교체, 제거), 시험종결의 기준을 기술하여야 한다. 시험계획은 다음과 같은 두 종류가 있으며, 각각은 고장난 시험아이템의 처리 방법에 따라 두 가지로 나뉜다.

- 단축 축차시험(Truncated sequential tests)
- 정시/정수 종결 시험(Time/Failure terminated tests)

2.5 시험명세

시험준비 시점에서는 시험에 관계하는 인원뿐만 아니라 모든 방법론적, 기술적, 재정적 문제에 대해서 상세히 고려하여야 한다.

2.6 시험결과의 이용

시험결과의 이용할 때에는 (i) 시험결과는 단지 시험 아이টে에 대한 결과이며, (ii) 시험보고서에는 샘플이 모집단을 어느 정도 대표하는지에 대한 정당화가 필요하다. 그리고 다른 모집단, 시험조건과 다른 스트레스 수준과 환경조건, 시험시간 보다 긴 운영시간으로의 외삽을 위해서는 추가적인 근거자료 제시해야 한다.

대부분의 아이템의 경우에 환경의 복잡성과 유동성으로 인해 실험실 시험과 실제사용조건에서의 경험한 신뢰도 척도값이 일치하는 것을 기대하기 힘들다. 신뢰성 시험으로부터 얻은 최종의 결론은 표면적인 결정에 한정하여서는 안되며, 시험 중에 발생한 고장의 원인과 고장으로 인한 결과에 대한 상세한 분석을 수행해야 하며, 효과적인 교정을 위해 가능한 활동을 조사해야 한다.

3. 시험조건, 데이터 수집 및 고장분류

3.1 시험조건선택의 일반원칙

신뢰성 시험조건 선택 시 고려할 주요 요소는 신뢰성 시험 이유, 사용환경 조건, 시험아이템이 사용조건에서 기대되는 변동, 사용조건에서 고장을 유발하는 다른 스트레스 요소의 출현 가능성, 다른 시험조건에 대한 상대적 시험비용, 사용 가능한 시험 설비, 사용 가능한 시험시간, 시험조건에 식으로 나타낸 신뢰성 척도의 예측치 등이다.

신뢰성 정보의 용도에 따라 정상조건에서의 문제(보전계획)의 경우에는 정상조건을 잘 반영해야 하고, 아이템의 비교를 위해서는 재현성 있는 시험조건이 중요하다. 몇 개의 운용, 환경, 보전조건을 고려한 시험에서는 운용, 환경, 보전조건에 발생, 지속시간, 사이클 타임, 상호관계를 나타내는 일람표가 시험계획에 포함되어야 한다.

3.2 시험조건 명세

시험조건에 관련된 다음 사항이 명시되어야 한다.

(a) 운용 및 환경적 시험조건 명세

- 운용조건(Operating conditions)
- 환경조건(Environmental conditions)

(b) 보전조건명세

- 예방보전(Preventive maintenance)
- 고장보전(Corrective maintenance)

4. 요약

시스템이 제공하는 서비스의 질, 정확성 및 연속성과 관련된 정성적 요소 신뢰도, 가용도, 보전도, 안전도를 종합적으로 관리하는 Dependability Management에서 고려해야 할 신뢰성 시험조건에 대해서 다루었다.

참고문헌

- [1] IEC 60300-3-5, *Dependability Management Part 3: Application guide Section 5: Reliability test conditions and statistical test principles*, IEC, 2000.