

# 신뢰성 시험자료의 통계적 분석 절차에 관한 연구

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

## 요 약

IEC 60300에서 규정한 신뢰성시험으로부터 얻은 시험자료(Test Data)의 형태와 자료분석에 쓰이는 통계적 도구와 자료분석도구와 분석과정에 대해서 수리가능한 제품과 불가능한 제품으로 구분하여 설명한다.

## 1. 서 론

본 연구는 IEC 60300의 일부분(Part 3-5)으로써 각 종 신뢰성시험으로부터 얻은 시험자료의 분석에 쓰이는 통계적 도구와 자료분석과정을 수리가능한 제품과 불가능한 제품으로 구분하여 설명한다. 2절에서는 시험자료분석에 관한 내용으로, 용어설명, 관측중단자료, 통계적 모형을 다루고, 3절에서는 자료분석에 사용되는 도구들과 분석과정을 다룬다.

## 2. 시험자료분석

시험자료의 통계적 처리는 시험에 적용된 관측중단방법에 따라 달라져야한다. 관측중단방법은 관측중단시점을 미리 정해놓은 시간중단방법(time censoring)(그림 1 참조), 미리 정해놓은 개수의 제품이 고장난 직후 곧바로 시험을 중단하는 고장개수중단방법(failure censoring)(그림 2 참조)등의 단순관측중단(singly censored)과 복합관측중단(multiple censoring)(그림 3 참조)으로 구분한다. 수리가능한 제품에 대한 고장시간들은 그림 4에 나타나 있다.

신뢰성시험은 시험제품의 선택방법을 포함하여, 시험제품의 수리가능여부에 대한 구분과, 관측중단의 형태등이 시험 전에 미리 결정되어야 한다. 신뢰성 시험을 통해 관측되는 측정값들은 대부분 확률변수의 실현값으로 간주되며, 이 값들을 기초로 특정 사건이 일어날 확률의 참값(true value)을 추정할 수 있다. 전형적인 확률변수로는 고장시간(time to failure), 고장간격시간(time between failures), 특정 시간간격내에 발생하는 고장난 제품수등 이 있다. 그리고, 이전의 IEC 60605에서 고장율의 개념을 수리가능여부의 제품으로 나누지 않고, 한 가지를 사용한 잘못을 수정하여, 여기에서는 수리불가능제품(non-repaired item)과 수리가능제품(repaired item)으로 구분하여 각각 고장율과 고장밀도로 다르게 정의하였다.

수리불가능한 제품에 대해서 정의된 고장율(failure rate)은 고장시간에 대한 확률분포와 관련이 있으며, 특정 시점에서의 고장율은 그 시점까지 고장나지 않은 제품 중에서 단위시간내에 고장난 제품 수의 비율로 추정하며, 단 하나의 시험제품으로는 추정이 불가능하다. 만일 고장시간들의 분포가 지수분포라면 고장율은 상수가 되며, 고장율이 시간에 따라 증가

또는 감소하면, 고장시간의 분포는 와이블분포가 될 가능성이 높다.

한편으로 수리가능제품인 경우에 정의되는 고장밀도(failure intensity)는 고장간격시간으로부터 추정가능하며, 구체적으로는 단위시간당 고장횟수로 추정할 수 있다. 일반적으로 수리가능제품은 몇 개의 부품이나 서브시스템으로 이루어진 시스템(system)을 가르킨다. 이 경우 각 시스템의 고장과 수리가 반복되며, 고장간격시간을 계속 추적하는 것이 중요하다. 만일 고장간격들의 분포가 지수분포라면, 고장밀도는 상수가 된다. 이 경우 단위시간당 고장개수는 HPP(Homogeneous Poisson Process)으로 모형화된다. 그러나, 고장밀도가 시간에 따라 추세(증가나 감소)가 있는 경우는 NHPP(Non-homogeneous Poisson Process)으로 모형화된다.

### 3. 통계적 도구와 분석과정

IEC 60300에서 규정한 통계적 도구(statistical tools)는 다음의 4가지이다.

- 1) 적합도 검정
- 2) 신뢰성측도(reliability measures)에 대한 점추정과 구간추정
- 3) 신뢰성측도에 대한 승낙시험(compliance testing)
- 4) 비교시험(comparison tests)

그리고, 모수의 추정을 위한 도구와 통계적 분석과정을 흐름표로 나타낸 것이 그림 5이다. 그리고, 승낙시험과 비교시험에 사용되는 도구들과 과정을 흐름표로 나타낸 것이 각각 그림 6과 7이다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 IEC 60300에서 규정한 통계적 자료분석방법과 과정에 대해서 수리가능제품, 불가능제품으로 구분하여 설명하였다. 국제적으로 승인, 합의된 이러한 분석방법이 우리나라의 실제 시험현장에 적용된다면, 제품의 국제경쟁력이 확보되리라 판단된다.

### 참고문헌

- 1) IEC, Dependability Management- Reliability Test Conditions and Statistical Test Principles, IEC 60300-3-5, 2001.
- 2) Nelson, W., Accelerated Testing - Statistical Models, Test Plans, and Data Analysis, John Wiley & Sons, 1990.