연계모수를 이용한 가속수명시험 통합모형의 개발

최 성 운*
*경원대학교 산업공학과

Development of Integrated Model for Accelerated Life Test Using Linkage Parameter

Sungwoon Choi*
*Department of Industrial Engineering, Kyungwon University

Abstract

This paper is to present linkage parameter to integrate statistical models and physical models for accelerated life test. Statistical models represent the relationship of probability distribution and life. Physical models show the relationship of life and stress.

Moreover, this study proposes the four steps for construction of integrated models for accelerated life test using linkage parameter.

Finally, this paper develops new integrated models such as extreme value distribution-general Eyring, linearly increasing failure rate function-general Eyring, etc., and estimates various reliability measures.

Keywords : Linkage Parameter, Accelerated Life Test, Integrated Model, Statistical Medels, Physical Models, Reliability Measures

1. 서 론

시스템과 제품이 복잡하고 정교해 질수록 품질(Quality) 및 신뢰성(Reliability)의 중요성은 증대되고 있다. 품질은 고객이 요구하는 스펙(Specification)을 정적(Static)인 관점에서 확인하는 방법이나 신뢰성은 고객의 다양한 사용, 환경 조건에서 스펙이 생존하는 동적(Dynamic)인 수명, 주행거리, 사용횟수 등을 일정기간 보증하는 방식이다.

따라서 신뢰성에서 전체 보증기간의 완전한(Complete) 데이터를 구하려는 경우 시간과 비용의 관점에서 제약을 받게 된다. 이 경우 신뢰성에서는 효율적 관점에서 중도중단시험(Censored Test)을 이용하는 데 정시방식(Type Ⅰ)과 정수방식(Type Ⅱ)이 있다. 또한 신제품 개발기간을 단축하고자 할 경우 가속장치를 이용하여 가속조건의 데이터로 정상조건의 수명데이터를 예측할 수 있는 가속수명시험(Accelera-ted Life Test)을 활용할 수 있다. 가속수명시험은 데이터의 종류에 다라 계수치와 계량치로 구분된다.

계수형 가속수명시험으로는 Elephant Test, Pressure Cooker Test, HALT(Highly Accelerated Life Test), Shake and Bake Test, Killer Test, Design Limit(Margin, Qua-lification) Test, Torture Test 등의 이름으로 수행되고 있으며 가속조건에 따른 합격, 불합격의 수명데이터를 얻을 수 있다. 계량형 가속수명시험은 사용률(Usage Rate)과 고 스트레스(Overstress) 및 시험대상물 설계(크기, 구조, 마무리 상태)등의 가속조건[4]에 다른 연속형의 수명데이터를 취할 수 있다.

가속 스트레스 부과 방법으로는 일정, 계단식, 점진적, 주기적, 확률적 스트레스 등이 있으며 스트레스 수준으로 규격(Specifica-tion)한계, 설계(Design)한계, 파괴(Dest-ructive)한계 등이 있다.

2007년 9월 접수; 2007년 10월 수정본 접수; 2007년 10월 게재확정

가속수명시험에서는 수명과 확률분포의 관계를 규명하는 통계적 모형과 스트레스와 수명관계를 나타내는 물리적 모형 등을 사용한다. 통계적 모형은 내용수명(Useful Life)에 따른 고장유형 DFR(De-creasing Failure Rate), CFR(Constant Failure Rate), IFR(Increasing Failure Rate) 등에서 적용되는 확률분포를 다룬다.

물리적 모형은 온도, 습도, 전압, 비열등의 스트레스와 수명간의 함수관계에서 변수의 수 또는 차수에 따라 다양한 형태의 관계식이 표현된다.

따라서 본 연구에서는 8개의 물리적 모형과 12개 통계적 모형을 통합할 수 있는 연계모수(Linkage Parameter)를 제안하고 가속수명시험 통합모형의 개발절차를 제시하였다.

통합이 가능한 96개 모형 중 극치, 선형증가 고장률, Makeham, Hjorth, Dhillon 분포의 통계적 모형과 일반 Eyring, 온도-비열의 물리적 모형을 대상으로 5개의 새로운 통합모형을 제시하고 고장 pdf(Probability Density Function). 고장 cdf(Cumulative Distribution Function), 신뢰도 함수(Reliability Function), 고장률 함수(Failure Rate Function) 등의 신뢰성 척도를 추정하였다.

사용자는 12가지 고장형태, 8가지 스트레스 관계에 의해 96개의 통합모형을 본 연구에서 제시한 연계모수에 의한 통합절차에 따를 경우 쉽게 활용할 수 있다.

2장에서 Arrhenius, Eyring, 온도-습도 등 8가지 물리적 모형과 3장에서 지수분포, 와이블분포 등 12가지 통계적 모형과 통합을 위한 연계모수를 제시한다.

4장에서 가속화수명시험의 3단계 통합모형 절차를 제안하고 극치분포-일반 Eyring, Makeham-온도, 비열 등 5가지 새로운 통합모형을 개발하고 4가지 신뢰성 척도를 추정하여 5장에서 결론을 맺는다.

2. 물리적 모형

수명과 스트레스의 함수관계를 나타내는 8가지 물리적 모형을 제시한다. [2][3]

2.1 Arrhenius 모형

Arrhenius 관계식은 다음과 같다.

$$P_1 = A\,\mathrm{EXP}(B/T)$$

여기서 P_1 : Arrhenius 연계 수명모수
T : 절대온도 스트레스
$A,\ B$: Arrhenius 모형상수

2.2 Eyring 모형

Eyring 관계식은 다음과 같다.

$$P_2 = \frac{1}{V}\mathrm{EXP}[-(C-D/V)]$$

여기서 P_2 : Eyring 연계 수명모수
V : 전압 스트레스
$C,\ D$: Eyring 모형상수

2.3 온도-습도 모형

온도-습도 관계식은 다음과 같다.

$$P_3 = E(RH)^{-F}\mathrm{EXP}(G/HT)$$

여기서 P_3 : 온도-습도 연계 수명모수
RH : 상대습도 스트레스
T : 절대온도 스트레스
$E,\ F,\ G$: 온도-습도 모형상수

2.4 일반로그선형 모형

일반로그선형(General Log Linear) 관계식은 다음과 같다.

$$P_4 = \mathrm{EXP}(I + \sum_{i=1}^{n} J_i X_i)$$

여기서 P_4 : 일반로그선형 연계 수명모수
X_i : n개의 스트레스 벡터
$I,\ J_i$: 일반로그선형 모수상수

2.5 비례위험 모형

비례위험(Proportional Hazard) 관계식은 다음과 같다.

$$\lambda_5 = \lambda_0(t)\,\mathrm{EXP}(\sum_{I=1}^{n} K_i X_i)$$

여기서 λ_5 : 비례위험 고장률모수
$\lambda_0(t)$: 수명 t의 기준 고장률(Baseline Failure Rate) 또는 비례위험 연계 고장률모수
X_i : 습도, 온도, 압력, 전압 등의 스트레스 벡터
K_i : 비례위험 모수상수

2.6 역누승 모형

역누승(Inverse Power Law) 관계식은 다음과 같다.

$$P_6 = L/V^M = LV^{-M}$$

여기서 P_6 : 역누승 연계 수명모수
V : 전압 스트레tm
$L,\ M$: 역누승 상수모수

Coffin-Manson 모형은 역누승 모형의 V를 온도차이 ΔT로 대체한 것이며 Taylor 절삭공구모형은 P_6를 50번째 Percentile, V를 절삭속도로 교체한 경우이다. Palmgreen 베어링 모형은 $Percentile_{10} = (\frac{L}{M})^M$으로 V는 파운드로 표시된 중량, $Percentile_{10}$은 회전수의 10번째 백분위수 수명을 나타낸다.

2.7 일반 Eyring 모형

일반 Eyring 관계식은 다음과 같다.

$P_7 = N/T\,\mathrm{EXP}(O/QT)\,\mathrm{EXP}[V(R+S(UT)]$

여기서 P_7 : 일반 Eyring 연계 수명모수
T : 절대온도 스트레tm
V : 전압 스트레스
$N,\ O,\ Q,\ R,\ S,\ U$: 일반 Eyring 모수상수

2.8 온도-비열 모형

온도-비열 관계식은 다음과 같다.

$P_8 = W/U^Y\,\mathrm{EXP}(-Z/T)$

여기서 P_8 : 온도-비열 연계 수명모수
U : 비열 스트레스
T : 절대온도 스트레스
$W,\ Y,\ Z$: 온도-비열 모수상수

3. 통계적 모형과 통합 연계모수

확률분포와 수명의 관계를 나타내는 12가지 통계모형[1]과 연계모수를 제시한다.

3.1 지수분포와 통합 연계모수

지수분포의 고장밀도함수 $f(t) = \frac{1}{\theta}e^{-\frac{t}{\theta}}$로 연계 수명모수는 θ가 된다 2절의 P_1부터 P_8을 θ로 교체해서 고장밀도 함수에 대입하면 가속수명시험 통합모형을 구할 수 있으며 고장 누적분포함수, 신뢰도함수, 조건부 신뢰도함수, 신뢰도수명 등의 신뢰성 척도와 평균값, 중앙값, 최빈값, 표준편차, 대수우도함수 등의 모수를 추정할 수 있다.

지수분포-아레니우스 통합모형의 연계모수는,

$\theta = Ae^{B/T}$가 되며 $f(t) = \frac{1}{Ae^{B/T}}EXP(\frac{-t}{Ae^{B/T}})$가 된다.

3.2 Weibull분포와 통합 연계모수

Weibull분포의 고장률함수 $\lambda(t) = \frac{\alpha}{\theta^\alpha}(t-r)^{\alpha-1}$로 연계수명모수는 θ가 된다.

Weibull분포-Eyring 통합모형의 연계모수는,

$\theta = \frac{1}{V}\mathrm{EXP}[-(C-D/V)]$가 되며

$\lambda(t) = \alpha/[1/Ve^{-(C-D/V)}]\cdot(t-r)^{\alpha-1}$이 되며 보통 위치모수 r=0로 놓는다.

3.3 대수정규분포와 통합 연계모수

대수정규분포의 고장밀도함수 $f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}(\frac{\ln t-\theta}{\sigma})^2}$으로 연계 수명모수는 e^θ가 된다.

대수정규분포-역누승 통합모형의 연계모수는 $e^\theta = L/V^M$으로 $\theta = \ln L - M\ln V$가 되며 $f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}(\frac{\ln t - \ln L - M\ln V}{\sigma})^2}$이 된다.

3.4 Gamma분포와 통합 연계모수

Gamma분포의 신뢰도함수,

$R(t) = \int_t^\infty \frac{1}{\theta\Gamma(\beta)}(\frac{u}{\theta})^{\beta-1}\exp[-\frac{u}{\theta}]du$로 연계 수명모수는 θ가 된다.

Gamma분포-일반로그선형 통합모형의 연계모수는

$\theta = e^{I+\sum_{i=1}^{n}J_iX_i}$가 되며,

$R(t) = \int_t^\infty \frac{1}{e^{I+\sum_{i=1}^{n}J_iX_i}\Gamma(\beta)}(\frac{u}{e^{I+\sum_{i=1}^{n}J_iX_i}})^{\beta-1}\exp[-\frac{u}{e^{I+\sum_{i=1}^{n}J_iX_i}}]du$가 된다.

3.5 정규분포와 통합 연계모수

정규분포의 고장밀도함수 $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(t-\theta)^2}{2\sigma^2}}$으로 연계 수명모수는 θ가 된다.

정규분포-역누승 통합모형의 연계모수는 $\theta = LV^{-M}$이 되며 $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(t-LV^{-M})^2}{2\sigma^2}}$이 된다.

3.6 절사정규분포와 통합 연계모수

절사정규분포의 고장률함수 $h(t)=\dfrac{\exp(-\frac{1}{2}(\frac{t-\theta}{\sigma})^2)}{\sqrt{2\pi}\sigma(1-\Phi(\frac{t-\theta}{\sigma}))}$ 으로 연계 수명모수는 θ가 된다.

절사정규분포-Arrhenius 통합모형의 연계모수는 $\theta=Ae^{B/T}$가 되며 $h(t)=\dfrac{\exp(-\frac{1}{2}(\frac{t-AEXP(B/T)}{\sigma})^2)}{\sqrt{2\pi}\sigma(1-\Phi(\frac{t-A\mathrm{EXP}(B/T)}{\sigma}))}$가 된다.

3.7 극치분포와 통합 연계모수

극치분포는 Gumbel분포라고 하는 Type I 분포와 Type II, Type III 분포가 있으며 고장 누적분포함수는 다음과 같으며 연계 수명모수는 θ가 된다.

Type I : $F(t)=1-\mathrm{EXP}[-\mathrm{EXP}(-(\frac{t-u}{\theta}))]$

Type II : $F(t)=1-\mathrm{EXP}[-(-\frac{t}{\theta})^{-m}]$

Type III : $F(t)=1-\mathrm{EXP}[-(-\frac{t-t_1}{\theta})]$

Type II 극치분포-온도, 습도 통합모형의 연계모수는 $\theta=E(RH)^{-F}\mathrm{EXP}(G/HT)$가 되며, $F(t)=1-\mathrm{EXP}[-(-t/E(RH)^{-F}\mathrm{EXP}(G/HT))^{-m}]$이 된다.

3.8 Rayleigh분포와 통합 연계모수

Rayleigh분포의 고장 누적분포함수 $F(t)=1-\mathrm{EXP}(-\frac{\theta t^2}{2})$ 으로 연계 수명모수는 θ가 된다.

Rayleigh분포-Arrhenius 통합모형의 연계모수는 $\theta=Ae^{B/T}$가 되며 $F(t)=1-\mathrm{EXP}[-\frac{Ae^{B/T}t^2}{2}]$이 된다.

3.9 선형증가 고장률분포와 통합 연계 모수

선형증가 고장률분포의 신뢰도함수 $R(t)=\exp[-(\frac{1}{2}\theta t^2+\beta t)]$ 이 되며 $\beta=\theta$인 경우 $R(t)=e^{-\frac{1}{2}\theta t^2}$으로 연계 수명모수는 θ가 된다.

선형증가 고장률분포-Arrhenius 통합모형의 연계모수는 $\theta=Ae^{B/T}$가 되며 $R(t)=\mathrm{EXP}[-\frac{1}{2}Ae^{B/T}t^2]$이 된다.

3.10 Makeham분포와 통합 연계모수

Makeham분포 고장률함수 $\lambda(t)=1+\theta(1-e^{-t})$로 연계 수명모수는 θ가 된다.

Makeham분포-역누승 통합모형의 연계모수는 $\theta=LV^{-M}$이 되며 $\lambda(t)=1+(LV^{-M})(1-e^{-t})$가 된다.

3.11 Hjorth분포와 통합 연계모수

Hjorth분포의 고장률함수 $\lambda(t)=\theta t+\frac{\alpha}{1+\beta t}$로 연계수명모수는 θ가 된다.

Hjorth분포-역누승 통합모형의 연계모수는 $\theta=Ae^{B/T}$가 되며 $\lambda(t)=Ae^{B/T}t+\frac{\alpha}{1+\beta t}$가 된다.

3.12 Dhillon분포와 통합 연계모수

Dhillon분포는 5개의 모수를 가지나 이를 2개의 모수로 표현하면 고장률함수 $\lambda(t)=\frac{\beta}{\theta^\beta}t^{\beta-1}\mathrm{EXP}[(\frac{t}{\theta})^\beta]$로 연계 수명모수는 θ가 된다.

Dhillon분포-역누승 통합모형의 연계모수는 $\theta=Ae^{B/T}$가 되며 $\lambda(t)=\beta/(Ae^{B/T})^\beta t^{\beta-1}\mathrm{EXP}[((t/(Ae^{B/T}))^\beta]$가 된다.

4. 가속수명시험 통합모형

4.1 통합모형 절차

가속수명시험 통합모형의 절차는 다음과 같다.

단계 1 : 수명 = f(스트레스) 관계식에 의한 8가지 물리적 모형을 스트레스 조건을 고려하여 2절에서 선택한다.

단계 2 : 확률분포 = f(수명) 함수관계에 의한 12가지 통계적 모형을 고장률 유형 즉 DFR, CFR, IFR에 따라 3절에서 선택한다.

단계 3 : 단계2에서 선택한 확률분포의 연계 수명모수 θ를 단계 1의 스트레스 물리적 모형과 일치시켜 통합모형을 구성한다.

단계 4 : 연계 수명모수 θ로 가속수명시험의 통합모형 형태로 다양한 신뢰성 척도와 관련 모수를 추정한다.

4.2 극치분포-일반Eyring 통합모형

극치분포는 3.7절과 같이 3가지 Type의 분포가 있으며 Gumbel분포-일반Eyring 통합모형의 연계 수명모수는 $\theta=N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}[V(R+S/VT)]$가 된다. 가속수

명시험 통합모형의 신뢰성 척도와 모수를 추정하면 다음과 같다.

$$f(t)=\frac{1}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}[V(R+S/VT)]}\mathrm{EXP}[\frac{t-\mu}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))}-\mathrm{EXP}(-(\frac{1}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT)}))]$$

$$F(t)=1-\mathrm{EXP}[-\mathrm{EXP}(-(\frac{t-\mu}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))}))]$$

$$R(t)=\mathrm{EXP}[-\mathrm{EXP}(-(\frac{t-\mu}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))}))]$$

$$\lambda(t)=\frac{1}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))}\mathrm{EXP}[(\frac{t-\mu}{N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))}))]$$

평균 = $\mu=0.5772N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))$

분산 = $(\pi N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT)))^2/6$

4.3 선형증가 고장률분포-일반Eyring 통합모형

선형증가 고장률분포는 3.9절과 같이 2개의 모수를 가지나 이를 1개의 모수인 선형증가 고장률분포-일반 Eyring 통합모형의 연계 수명모수는, $\theta=N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}[V(R+S/VT)]$가 된다. 가속수명시험 통합모형의 신뢰성 척도와 모수를 추정하면 다음과 같다.

$$f(t)=N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))\, t\,EXP[-\frac{1}{2}N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))t^2]$$

$$F(t)=1-\mathrm{EXP}[-\frac{1}{2}N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))t^2]$$

$$R(t)=\mathrm{EXP}[-\frac{1}{2}N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))t^2]$$

$$\lambda(t)=N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))t$$

평균 = $(\pi/(ZN/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))))^{1/2}$

분산 = $2/N/T\mathrm{EXP}(O/QT)\mathrm{EXP}(V(R+S/VT))(1-\frac{\pi}{4})$

4.4 Makeham분포-온도, 비열통합모형

Makeham분포-온도, 비열 통합모형의 연계 수명모수는 $\theta=W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T)$가 되며 가속수명시험 통합모형의 신뢰성 척도는 다음과 같다.

$$f(t)=[1+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))(1-e^{-t})]\,\mathrm{EXP}[-(t+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))(t+e^{-t}-1))]$$

$$F(t)=1-\mathrm{EXP}[-(t+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))(t+e^{-t}-1))]$$

$$R(t)=\mathrm{EXP}[-(t+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))(t+e^{-t}-1))]$$

$$\lambda(t)=1+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))(1-e^{-t})$$

4.5 Dhillon분포-온도, 비열통합모형

Dhillon분포는 3.12절과 같이 5개의 모수를 가지나 이를 2개의 모수인 Dhillon 분포-온도, 비열 통합모형의 연계 수명모수는 $\theta=W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T)$가 되며 가속수명시험 통합모형의 신뢰성 척도는 다음과 같다.

$$f(t)=\beta/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta}t^{\beta-1}\,\mathrm{EXP}[(t/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T)))^{\beta}]\,\mathrm{EXP}[1-\mathrm{EXP}((t/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta})]$$

$$F(t)=1-\mathrm{EXP}[1-\mathrm{EXP}((t/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta})]$$

$$R(t)=\mathrm{EXP}[1-\mathrm{EXP}((t/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta})]$$

$$\lambda(t)=\beta/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta}t^{\beta-1}\,\mathrm{EXP}[(t/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))^{\beta}]$$

4.6 Hjorth분포-온도, 비열 통합모형

Hjorth분포-온도, 비열 통합모형의 연계 수명분포는 $\theta=W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T)$가 되며 가속수명시험 통합모형의 신뢰성 척도는 다음과 같다.

$$f(t)=[(1+\beta t)(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))t+\alpha]/[(1+\beta t)^{\alpha/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))+1}]\,\mathrm{EXP}(-\frac{1}{2}(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))t^2)$$

$$F(t)=1-\mathrm{EXP}[-\frac{1}{2}(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))t^2]/[(1+\beta t)^{\alpha/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))}]$$

$$R(t)=\mathrm{EXP}[-\frac{1}{2}(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))t^2]/[(1+\beta t)^{\alpha/(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))}]$$

$$\lambda(t)=(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))t+(W/U^Y\mathrm{EXP}(-Z/T))/(1+\beta t)$$

5. 결 론

본 연구에서는 신제품기간을 단축하고자 할 경우에 사용할 수 있는 연계모수를 이용한 가속수명시험 통합모형을 개발하고 신뢰성 척도 및 모수를 추정하였다.

첫째 Arrhenius, Eyring 등의 8가지 물리적 모형과 지수, Weibull 분포의 12가지 통계적 모형을 통합할 수 있는 연계 수명모수를 제안하였다.

둘째 연계 수명모수에 의한 가속수명시험 통합모형의 구축절차 4단계를 제시하였다.

셋째로 극치분포-일반Eyring, 선형증가 고장률분포-일반Eyring, Hjorth분포-온도, 비열, Makeham분포-온도, 비열, Dhillon분포-온도, 비열 통합모형을 개발하였으며 $f(t)$, $F(t)$, $R(t)$, $\lambda(t)$를 추정하였다.

향후 연구로는 연계모수를 이용한 가속수명시험 통합모형을 대수우도함수, 시스템 신뢰도, 신뢰성 샘플링 검사 등의 적용사례와 응용방안을 연구해 보고자 한다.

6. 참 고 문 헌

[1] 박동호 외, 공학도를 위한 수명분포 개념과 응용, 2006.
[2] 백재욱, 가속수명시험, 에피스테메, 2006.
[3] 정해성 외, 신뢰성시험 분석평가, 영지문화사, 2005.
[4] Nelson W., Accelerated Testing : Statistical Models, Test Plans, and Data Analyses, John Wiley & Sons, 1990.

저 자 소 개

최 성 운

현 경원대학교 산업공학과 교수. 한양 대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사 학위를 취득하고, 1994년 한국과학재단 지원으로 University of Minnesota에서 1년간 Post-Doc을 수행했으며, 2002년부터 1년 반동안 University of Washington에서 Visiting Professor를 역임하였음. 주요 관심분야는 자동화 생산 및 장치 산업에서의 품질관리이며, 컴퓨터, 정보시스템의 신뢰성 설계 및 분석, 서비스 사이언스, RFID시스템에서도 관심을 가지고 있음.

주소: 경기도 성남시 수정구 복정동 산65번지 경원대학교 산업공학과 ☎031)750-5366