

품질경영학회 50주년 특별호: 신뢰성 분야 연구 리뷰

성시일* · 김용수** · 문병민*** · 배석주****†

* 국방기술품질원
** 경기대학교 산업경영공학과
*** 한양대학교 산업공학과

Literature Review on the Reliability in KSQM for 50 Years

Sung, Si-Il* · Kim, Yong Soo** · Mun, Byeong Min*** · Bae, Suk Joo****†

* Defense Agency for Technology and Quality

** Department of Industrial and Management Engineering, Kyonggi University

*** Department of Industrial Engineering, Hanyang University

ABSTRACT

Purpose: This paper reviews the papers on reliability issues which are published in the Journal of the Korean Society for Quality Management (KSQM) since 1965. The literature review is purposed to survey a variety of reliability issues for several categories

Methods: We divide all of reliability issues into 9 categories: acceleration test, reliability estimation, system reliability, software reliability, reliability data collection and analysis method, lifetime distribution, maintenance and warranty strategy, reliability applications, and reliability applications to military area

Results: Dividing all of papers on reliability published in KSQM for 50 years into 9 categories, we provide a chronological roadmap for individual categories, and summarize the contents and contributions of surveyed papers

Conclusion: The review paper is expected to provide future direction to improve reliability theories and applications in manufacturing and service industries

Key Words: Reliability, Accelerated Test, Software Reliability, System Reliability

● Received 16 February 2016, 1st revised 6 March 2016, accepted 7 March 2016

† Corresponding Author(sjbae@hanyang.ac.kr)

© 2016, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and re-production in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

한국품질경영학회는 1965년 9월 창립 이래 50년간 대한민국의 제조 및 서비스 산업에 품질 전도사와 같은 역할을 수행하였다. 한국품질경영학회의 대표 학회지인 품질경영학회지(Journal of the Korean Society for Quality Management)는 품질과 연관된 다양하고 많은 연구 논문이 발표되었는데 품질의 한 축을 담당한 것이 바로 신뢰성 분야이다. 신뢰성이란 제품이 명시된 기간동안 주어진 환경과 운용조건에서 요구되는 기능을 수행할 수 있는 능력(확률)으로 정의되며(ISO 8402), 산업이 고도화, 첨단화됨에 따라 소비자 만족도 제고를 통한 기업 경쟁력 제고에 필수적인 신뢰성에 대한 요구는 지속적으로 증대되어 오고 있는 실정이다. 제품의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 고장을 미연에 방지하거나 고장결과를 분석할 수 있는 기법을 이해하고 다양한 수단을 효과적으로 통합하는 시스템적 접근법이 요구된다. 시스템적 접근법을 위해서는 생산자 및 사용자 측면에서 신뢰성 문제를 해결하기 위한 수학적 모형을 주로 사용하고 있다.

본 연구에서는 한국품질경영학회 창립 50주년을 맞이하여 최초의 신뢰성 문제를 다룬 김재한(1967)의 논문 이래로 지난 50년간 한국품질경영학회지에 게재된 106편의 신뢰성 관련 연구를 9개의 범주로 정리하여 제시하고자 한다. 9개의 범주는 가속시험과 신뢰성 추정 방법, 시스템 신뢰성, 소프트웨어 신뢰성, 신뢰성 자료수집 및 분석 방법, 수명 분포, 보전 및 보증 정책, 신뢰성 응용 그리고 국방 분야 신뢰성 응용이며, 각 범주별 로드맵과 연구 내용에 대하여 소개하고자 한다. 이를 통해 신뢰성 분야의 시대적 흐름을 재조명하고, 새로운 신뢰성 연구 분야에 대하여 방향을 제시하고자 한다.

2. 신뢰성 분야별 리뷰

2.1 가속시험

가속시험에 대하여 서순근(1989)은 제1종 관측 중단 하에서 제품의 수명이 와이블 분포를 따를 때 점근적인 최적 가속수명시험 계획을 개발하였으며, 전영록(1995)은 제2종 관측 중단 하에서 가속 샘플링 검사 방식을 제안하였다. 서순근과 김갑석(1996)은 수명 분포가 지수 혹은 와이블 그리고 대수정규분포를 따를 때 중도절단 시간이 서로 다른 최적 가속 수명 시험 계획을 개발하였으며, 전영호와 권이장(1997)은 고온 및 다습 그리고 가압 스트레스를 인가한 시험 방법을 제안하였다. 박병구와 윤상철(1997)은 제2종 중도절단 자료를 사용하여 수정된 아레니우스 모형 하에서 모수의 최우추정 및 신뢰구간의 추정 절차를 제시하였으며, 서순근 등(1998)은 제품 성능 특성치의 열화량이 브라운 운동을 따를 때 일정형 스트레스 인가 하에서 스트레스 수준 및 할당 비율을 최적화한 가속 수명 시험 계획을 제안하였다. 권영일(2007)은 건설자재에 대한 수명 예측 방법을 제안하고 있으며, 임현상(2012)은 일정형 스트레스 인가 하에서 성능 특성치의 열화량이 Wiener process를 따르는 경우 비용을 고려한 가속 열화 시험 계획을 제시하였다. 최근에 김상부와 김승호(2015)는 엘리베이터 와이어로프에 대한 가속 열화 시험 모형을 개발한 후 시험 데이터를 바탕으로 수명 추정 방법을 제안하였다.

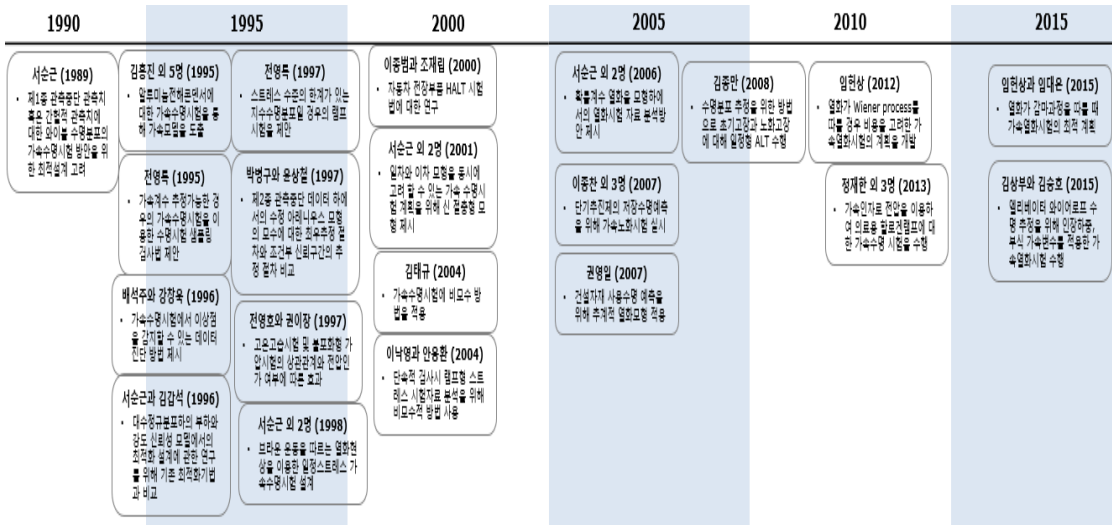


Figure 1. Accelerated Test

2.2 신뢰성 추정 방법

신뢰성 분야의 중요한 연구주제인 신뢰성 추정과 관련하여, 박병구(1985)는 수명 분포가 2모수 지수분포를 따를 때 모수를 추정하는 절차를 제시하였으며, 염준근과 성형범(1992)은 혼합 중도 절단 하에서 관측된 자료를 이용하여 제품의 수명이 2모수 와이블 분포를 따르는 경우에 적용할 수 있는 2단계 검정 절차를 개발하였다. 염준근 등(1994)은 강도-스트레스(strength-stress) 모형에 베이시안 접근방법을 적용한 신뢰도 추정 절차를 제안하였으며, 김재주 등(1994)은 중도 절단 자료에 대해 강도-스트레스 모형을 적용한 비모수적 신뢰도 추정 방법을 개발하였다. 김재주 등(1997)은 무작위 중도 절단 자료에 대한 평균 잔여 수명을 추정할 수 있는 절차를 제시하였으며, 김재주 등(1999)은 강도-스트레스 모형에 B-spline 기법을 적용한 비모수적 신뢰성 추정 방법을 개발하였다. 서순근 등(2007)은 확률적 피로 한도 모형에 대한 통계적 특성을 제공하고 대수정규분포 하에서 14 S-N 시험 방법에 적용할 수 있는 적절한 스트레스 수준과 시험 간격을 설정하는 기준을 제시하였다.

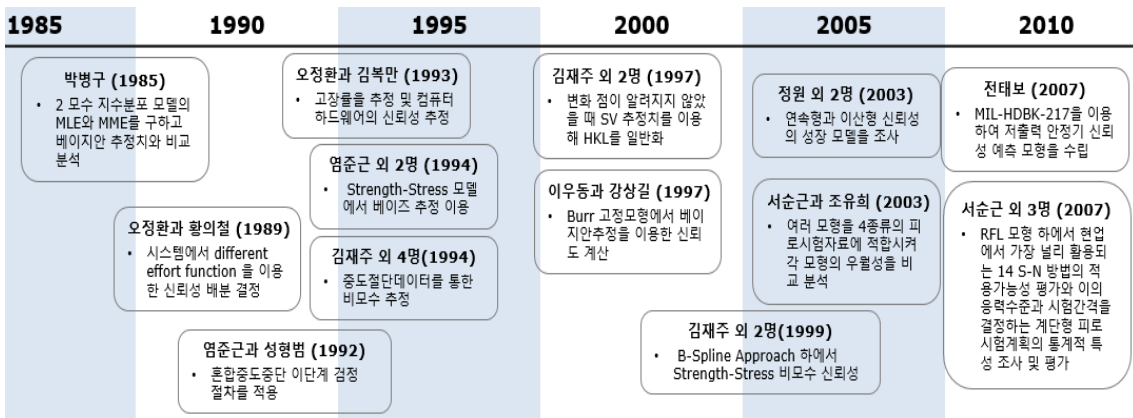


Figure 2. Reliability Test Model

2.3 시스템 신뢰성

김광섭(1976)은 신제품 개발 단계에 신뢰성 예측 기법을 도입하였으며, 김재주 등(1981)은 동일한 부품이 다수인 시스템에서 수명 분포가 와이블 분포를 따를 때의 시스템 신뢰성을 추정하였다. 이창호(1981)는 병렬 중복 구조를 갖는 시스템의 신뢰성을 제고할 수 있는 방법을 소개하는 동시에 제약조건 하의 비선형계획법을 제시하였으며, 김재주와 최성섭(1982)은 지수분포를 따르는 스트레스를 인가받을 때 시스템의 신뢰도를 측정하는 절차를 개발하였다. 김재주와 정해성(1985)은 베이지안 방법을 적용한 모수 추정 절차를 개발하였으며 모수에 대한 점근 분산을 유도하였다. 김재운과 신경석(2004)은 시스템의 신뢰성을 극대화하기 위해 최적 중복 부품 수를 결정하는 수리 계획법과 이를 해결하는 유전 알고리즘을 제안하였으며, 임태진(2011)은 시스템의 열화에 따른 공통 고장의 원인을 분석하기 위한 모형을 개발하였다.

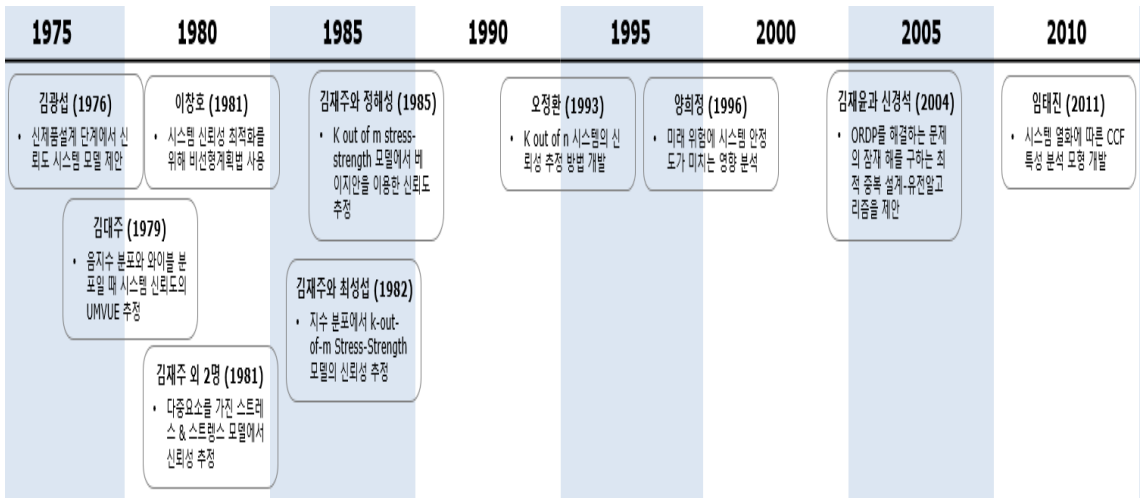


Figure 3. System Reliability

2.4 소프트웨어 신뢰성

소프트웨어 개발시 오류를 최소화하기 위한 소프트웨어 신뢰성 연구와 관련하여 문숙경(1994)은 프로그램을 전처리, 운용 보전 및 제어단계로 분류하고 각 단계별 고장률에 기반을 둔 중도중단 시점을 유도하는 모형을 개발하였으며, 이인석 등(1995)은 다중 오류를 갖는 소프트웨어 시스템에 대해 신뢰도를 유도하였다. 문숙경(2001)은 시험 환경과 모델 적합성의 관점에서 소프트웨어 개발 단계별 시험 종류 및 시험 전략들에 대하여 소개하였다. 남경현과 김도훈(2006)은 실제 결함 자료를 바탕으로 비동질적 포아송 과정 하에서 소프트웨어 신뢰도 성장 모형의 모수를 추정하는 절차를 개발하였으며, 김대경(2008)은 소프트웨어 신뢰도 성장 모형의 고장률 함수의 추정량에 대한 민감도 분석 절차를 제시하였다. 김희수 등(2009)은 소프트웨어 신뢰도 성장 모형에 베이지안 방법론을 적용하여 모형의 모수를 추정하는 방법을 제안하였다.

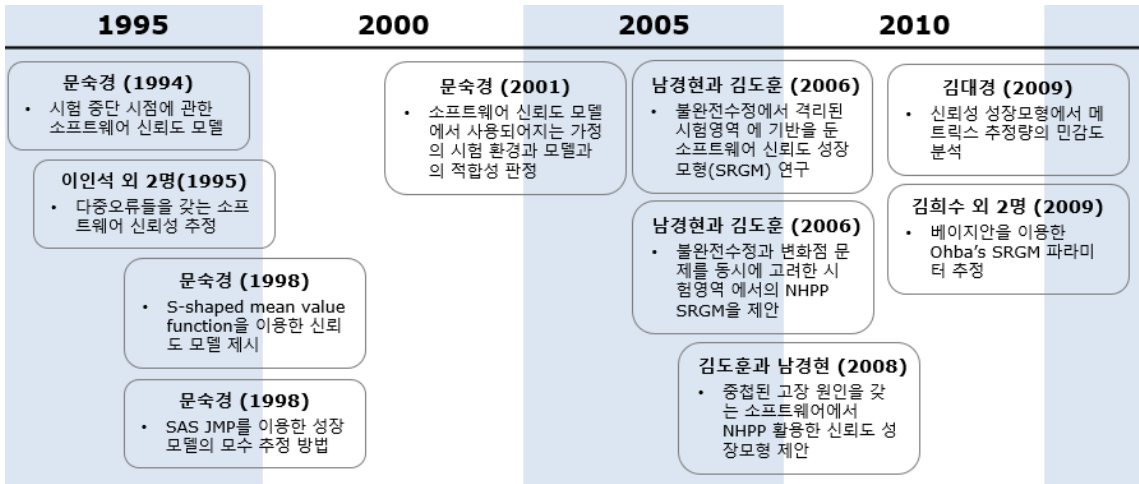


Figure 4. Software Reliability

2.5 신뢰성 자료수집 및 분석 방법

장중순 등(1997)은 기존의 신뢰성 정보시스템의 한계를 극복하기 위하여 설계 및 생산에 신뢰성 정보를 피드백할 목적으로 데이터베이스 구축을 위한 정보를 식별하고 식별한 정보를 이용하여 모델링에 적합한 IDEF1에 기반을 둔 신뢰성 정보 모형을 개발하였으며, 김명수 등(2005)은 국내 기업의 품질 담당자들을 대상으로 한 설문 조사 내용을 바탕으로 국내 실정에 적합한 신뢰성 매뉴얼의 개발 및 보급 방안을 제시하였다.

2.6 수명 분포

조장식과 김희재(1997)는 제1종 관측 중단 하에서 Marshall-Olkin의 이변량 지수 분포를 따르는 두 부품의 병렬 시스템에 대해 근사적 신뢰구간을 산출하는 절차를 개발하였으며, 이현우 등(1998)은 형상 모수에 무관한 평균 고장 시간에 대한 추정량을 제시한 후 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 효율성을 입증하였다. 강상길 등(2000)은 베이지안 방법을 이용하여 와이블 수명 분포를 유도하였으며, 김성일 등(2010)은 완전자료인 경우와 정시 중단 자료인 경우에 대해 두 가지 추정 방법인 최소 자승법과 최우추정법 중 추정을 위한 방법 결정의 가이드라인을 제시하였다.

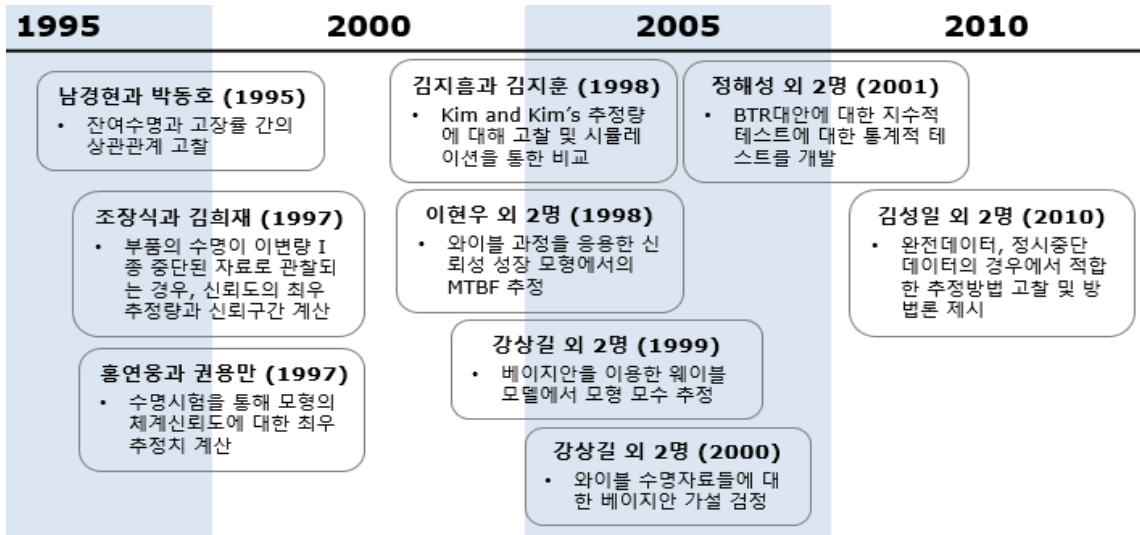


Figure 5. Lifetime Distribution

2.7 보전 및 보증 정책

이상용(1982)은 시스템의 신뢰성을 강화하기 위해 중복 설계와 시스템의 고장률 감소, 연속 동작 시간의 감소 그리고 평균 수리시간의 단축 등을 위한 전략적 방법을 계량적으로 분석한 결과를 제시하였으며, 서용성 등(1995)은 고장률이 시간에 따라 증가하는 제품에 대해 단위 시간당 비용을 최소화하는 최적 예방 교체 시점을 산출하는 부품 교체 정책을 개발하였다. 권영일(2006)은 신뢰성 보증을 위해 실시하는 무고장 시험 방법의 대안으로 2단계 시험 방식을 제안하였고, 권영일(2011)은 규정한 요구 신뢰도를 보증할 수 있는 경제적인 신뢰성 인증 시험 방법을 개발하여 시료수와 시험시간에 따라 소요되는 시험 비용을 최소화하였으며, 서순근(2011)은 2단계로 구성된 신뢰성인증 시험계획을 개발하였다.

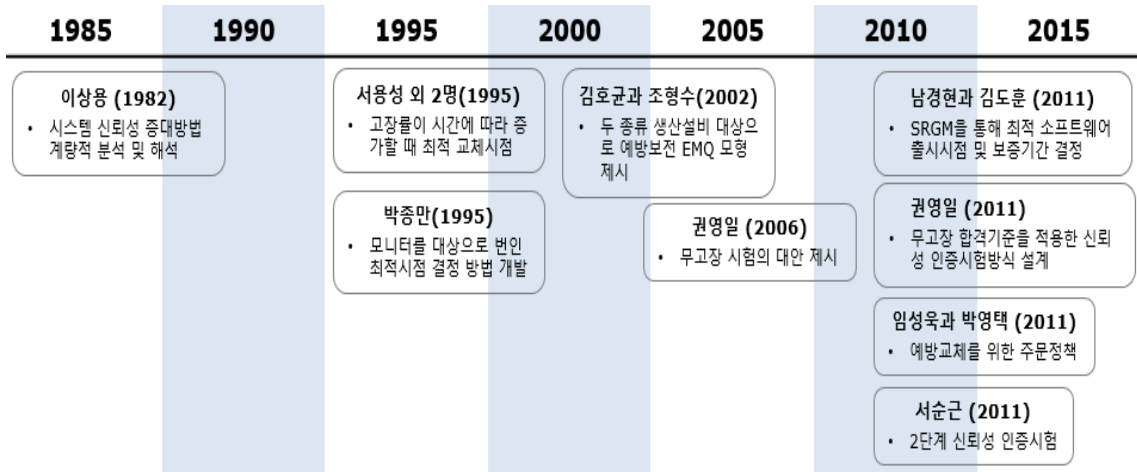


Figure 6. Maintenance and Assurance Policy

2.8 신뢰성 응용

정익주와 조승현(1982)은 가정용 전기 제품에 대한 선진국의 신뢰성 시험 기법을 조사하여 제조물책임법에 대응할 수 있는 방안을 제안하였으며, 김복만과 황의철(1990)은 시스템의 목표 신뢰도 달성을 위한 비용 최소화 수리 모형을 제시하였다. 이종범과 조재립(2000)은 자동차의 전장부품에 대한 초고속 시험 방법의 적용 타당성을 살펴보았으며, 백재욱과 조진남(2006)은 엔진과 관련된 품질 보증 자료를 바탕으로 비모수적 추정 방법을 이용한 보증 비용 분석의 사례를 제시하였다. 김상연 등(2007)은 고장모드 및 영향분석(FMEA) 수행 중 현업에서 경험할 수 있는 RPN 평가 시의 문제점들을 분석하여 적용 제품 및 공정에 적합하고, 평가자 간의 편차를 개선할 수 있는 RPN 평가 기준을 정립하였다. 김태규와 박상규(2008)는 식품의약품안전청에서 사용하는 의약품 사용기간 산정 방식의 통계적 추론 방법을 고찰한 후 랜덤 효과 모형의 도입을 다루었으며, 김태규 등(2010)은 의약품 사용기간 산정을 위해 이용하는 안정성 시험에 비모수적 추정 방법을 적용하였다. 김현정 등(2014)은 코레일의 자료를 바탕으로 FMEA 분석을 수행하여 위험 우선순위가 높은 서비스 실패 요인을 식별하였으며, 백명식 등(2014)은 ASIL을 이용하여 안전시스템에 대한 FMEA 위험 평가 척도를 개발하였다. 김성규 등(2015)은 제품 설계와 개발 그리고 양산 단계까지 반영할 수 있는 새로운 신뢰성 지수를 제안하였다.

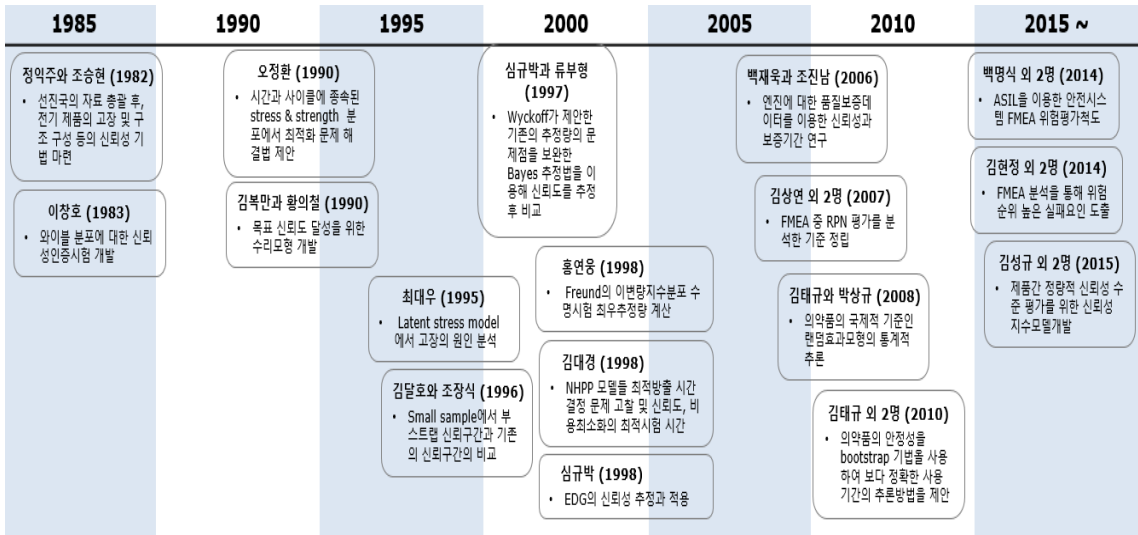


Figure 7. Applied Reliability

2.9 국방분야 신뢰성 응용

정일한과 윤원영(2008)은 각 정비/보급 부대별 수리부속의 최적 보유량을 결정하는 수리 모형 및 해 탐색을 위한 유전 알고리즘을 개발하였으며, 장일호 등(2010)은 155mm 조명탄용 신관인 KM577A1의 기폭관에 대해 가속 열화 시험을 수행한 후 저장수명을 예측하였다. 윤원영 등(2011)은 시뮬레이션에 기반을 두어 탐지체계의 RAM 성능 분석 절차를 개발하였으며, 장일호 등(2012)은 81mm 조명탄용 신관인 KM84A1E1의 지연체에 대해 가속 열화 시험을 실시한 후 저장수명을 예측하였다. 정일한 등(2012)은 야전 데이터를 활용하여 K 계열 무기체계의 신뢰성을 평가할 수 있는 절차를 제안하였으며, 최종수와 이창우(2012)는 전자장비에 적용할 수 있는 ESS (Environmental Stress Screening)에 대해 문헌 조사 및 모형을 제시하였다. 홍혜진과 김정미(2014)는 신규 개발 중인 우주 발사체에 베이지안 기법을 적용하여 신뢰도를 추정하는 방법을 제안하였으며, 이창희 등(2014)은 FMEA 기법을 바탕으로 군수품의 초도 생산 및 양산 단계에 적용할 수 있는 위험 요소 식별 절차를 제시하였다.

2005	2010		2015 ~
정일환과 윤원영 (2008) - 비유전 알고리즘, 휴리스틱을 이용한 수리부속 최적화 제시	장일호 외 5명 (2010) - 기류관 저장 수명 예측을 위한 가속열화시험 적용	최종수와 이창우 (2012) - 전자장비 신뢰성 향상을 위한 ESS 수평 모델 제시	이창희 외 3명 (2015) - 신뢰성 프로그램 변화 주 이환인, 적용현황 분석결과를 바탕으로 신뢰성 보강 모델 제안
	윤원영 외 4명 (2011) - 탐지체계의 RAM 성능분석 절차 제시	박성호와 김재훈 (2013) - 비선형 회귀분석을 이용한 추진장약의 저장수명 추정	
	장일호 외 4명 (2012) - 펄스전계 지연제의 가속 노화시험 조건 수립 및 저장수명 예측	홍진미와 김경미 (2014) - 신규 개발 발사체의 신뢰도 추정을 위해 베이저안 기법 적용	
	이창희 외 2명 (2012) - K21 장비에 FMEA를 적용하여 RPN 평가 기준 재정립 및 효율성 검증	윤근식과 박상원 (2014) - ASRP 평가 결과 분석을 통한 추진장약의 신뢰도 분석 및 저장수명 추정	
	정일환 외 2명 (2012) - K계열 무기체계 야전 고장 데이터 신뢰도 분석을 통한 변화 과정 추정	이창희 외 6명 (2014) - ASRP 평가 결과 분석을 통한 추진장약의 신뢰도 분석 및 저장수명 추정	
	윤근식과 이종찬 (2012) - 저장탄약의 신뢰성 평가를 위해 품목단위 평가체계 개발안 고찰	조인탁 외 3명 (2014) - 항공전자장비 운용 신뢰성 평가를 위한 R-C Matrix와 운용신뢰성비동지수 제시	

Figure 8. Defense Reliability

3. 결 론

본 특별호를 통해 50년간 품질경영학회지에 소개된 106편의 신뢰성 관련 연구논문을 분야별로 정리하고, 간략한 리뷰를 진행하였다. 50년간 발표된 방대한 문헌을 정리하다 보니 일부 논문은 누락될 수 있으며, 또한 어떠한 논문은 저자의 의도와는 다른 범주에 소개될 수 있어 독자의 양해를 구하고자 한다. 하지만 본 50주년 특별 리뷰를 통해 품질경영학회지의 한 축을 담당한 신뢰성에 대한 시대별 흐름을 재조명하고, 이를 통해 신뢰성 발전방향을 모색할 수 있는 기회를 제공할 수 있다면 그 자체로도 의미가 있을 것이라고 판단된다. 끝으로 한국품질경영학회 50주년을 맞이하여 시작한 분야별 연구 논문 리뷰가 100주년 기념 특별호로 발전될 수 있기를 기대한다.

REFERENCES

- Bae, S-J., and Kang, C-W. 1996. "The Diagnosis for Life Data in Accelerated Life Testing." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 24(4):29-44.
- Baek, M-S., Jang, H. A., and Kwon, H. M. 2014. "A Modified Metric of FMEA for Risk Evaluation based on ASIL of Safety System." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(4):543-561.
- Baik, J., and Jo, J. 2006. "Nonparametric Analysis of Warranty Data on Engine : Case Study." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 34(1):40-47.
- Chang, I-H., Kim, J-H., Lee, W-C., Back, S-J., and Son, Y. K. 2012. "A Study of Storage Life Estimation for Delay System in the Fuse of 81mm Illuminating Projectile." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):270-277.
- Chang, I-H., Park, B-C., Hwang, T-S., Hong, S-W., Back, S-J., and Son, Y-K. 2010. "Storage Lifetime Estimation of Detonator in Fuse MTSQ KM577A1." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 38(4):504-511.
- Cho, J. S., and Kim, H. J. 1997. "The Reliability Estimation of Parallel System in Bivariate Exponential Model : Using Bivariate Type 1 Censored Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(4):79-87.
- Choi, D. 1995. "The Realization of Binary Systems by the Latent Stress Model." *Journal of the Korean Society for*

- Quality Management 23(1):50–63.
- Choi, J., and Lee, C. W. 2012. "A Study on ESS Process Modeling and Application for Improving Reliability of Electronic Equipments." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):286–294.
- Chun, Y. H., and Kwon, L. J. 1997. "Accelerated Life Test and Data Analysis of the Silver Through Hole Printed Wiring Board." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(2):15–27.
- Chun, Y. R. 1995. "Design of Accelerated Life Test Sampling Plans for Exponential Distribution under Type II Censoring." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(4):13–27.
- Chun, Y. R. 1997. "Maximum Likelihood Estimation of Lifetime Distribution under Stress Bounded Ramp Tests: The Case Where Stress Loaded from Use Condition." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(2):1–14.
- Chung, I-H., and Yun, W. Y. 2008. "Spare Part Optimization of MIME Systems using Simulation and Genetic Algorithms under Availability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 36(2):9–19.
- Chung, I-H., Lee, H. Y., and Park, Y-I. 2012. "Reliability Evaluation of Weapon System using Field Data: Focusing on Case Study of K-series Weapon System." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):278–285.
- Hong, H., and Kim, K. 2014. "Bayesian Reliability Estimation of a New Expendable Launch Vehicle." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(2):199–208.
- Hong, Y-W. 1998. "Estimation of Freund Model for System Level Life Testing using Component Life Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(2):27–38.
- Hong, Y-W., and Kwon, Y-M. 1997. "Estimation of Reliability for a Two-Component Shared Parallel System using System Life Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(4):206–212.
- Jang, J. S., An, D. G., and Kim, M. S. 1997. "A Reliability Information Model Using IDEF1." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(4):185–205.
- Jeon, T. B. 2007. "A Reliability Model of Electronic Ballasts for Fluorescent Lamp." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 35(2):27–36.
- Jeong, H. S., Na, M. H., and Bang, H. S. 2001. "A Test for Trend Change In Failure Rate." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 29(1):41–46.
- Jeong, I. J., and Cho, S. H. 1982. "Reliability Control of the Home Appliance." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 10(1):16–26.
- Jo, I-T., Lee, S-C., Park, J-H., and Bae, S-M. 2014. "A Study on Reliability Evaluation and Improvement Process of Aerospace Electronic Equipments using Operational Reliability-Cost Matrix." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(4):633–645.
- Jung, J. H. Kim, M. S., Lim H., and Kim, Y. S. 2013. "A Study on Accelerated Life Test of Halogen Lamps for Medical Device." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 41(4):659–672.
- Jung, W., Kim, J. H., and Yoo, W. J. 2003. "A Classification and Selection of Reliability Growth Models." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 31(1):11–20.
- Kang, S. G., Kim, D. H., and Cho, J. S. 1999. "Hypotheses Testing for the Shape Parameter of the Weibull Lifetime Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 27(4):153–166.
- Kang, S. G., Kim, D. H., and Cho, J. S. 2000. "Bayesian Hypotheses Testing for the Weibull Lifetime Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 28(3):1–10.
- Kim, B. M., and Hwang, E. C. 1990. "Optimal Design for Reliability with Lognormally Distributed Stress and Strength." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 18(2):43–53.
- Kim, D. H., and Nam, K. H. 2008. "A Study on Software Reliability Assessment Model of Superposition NHPP." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 36(1):89–95.
- Kim, D. K. 2009. "Sensitivity Analysis of Software Reliability Metric Estimator for Software Reliability Growth

- Models." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 37(3):33-38.
- Kim, D. H., and Cho, J. S. 1996. "Bootstrap Confidence Bounds for $P(X>Y)$ in 1-Way Random Effect Model with Equal Variances." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 24(1):87-95.
- Kim, D-K. 1998. "Cost-Reliability Optimal Policies based on Musa-Okumoto Logarithmic Poisson Execution Time Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(3):141-149.
- Kim, H. G., and Cho, H. S. 2002. "A Production and Preventive Maintenance Policy with Two Types of Failures." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 30(3):53-65.
- Kim, H. J., An, Q. R., and Kim, S. W. 2014. "FMEA Measures for Service Failure Management." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(1):43-61.
- Kim, H. S., Lee, C. H., and Park, D. H. 2009. "Bayesian Estimation for Inflection S-shaped Software Reliability Growth Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 36(4):16-22.
- Kim, H-J. Cheon, H-S., Kim, S-D., Park, Y-T., Jin H-G., and Park, C-W. 1995. "An Experimental Study on Accelerated Life Testing for Aluminum Electrolytic Capacitors." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(4):128-147.
- Kim, J-H. 1967. "For the Product Quality and Reliability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 2(2):10-11.
- Kim, J., and Kim, J. 1998. "A Study on Estimating Mean Lifetime after Modifying Censored Observations." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(1):161-171.
- Kim, J. J. 1979. "On Optimal Estimates of System Reliability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 7(2):7-10.
- Kim, J. J., and Choi, S. S. 1982. "Estimation of Reliability of k-out-of m Stress-Strength Model in the Independent Exponential Case." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 10(1):2-6.
- Kim, J. J., and Jeong, H. S. 1985. "A Study on Bayes Reliability Estimators of k out of m Stress-Strength Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 13(1):2-11.
- Kim, J. J., and Kang, E. M. 1981. "Estimation of Reliability in a Multicomponent Stress-Strength Model in Weibull case." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 9(1):3-11.
- Kim, J. J., Lee, K. W., and Na, M. H. 1997. "A Study on the Test of Mean Residual Life with Random Censored Sample." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(3):11-20.
- Kim, J. J., Na, M. H., and Lee K. H. 1999. "Nonparametric Reliability Estimation in Strength-Stress Model: B-Spline Approach." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 27(2):152-162.
- Kim, J. J., Na, M. H., Kim, J. H., Jeong, H. S., and Lee, S. Y. 1994. "Nonparametric Estimation of Reliability in Strength-Stress Model for the Censored Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 22(3):99-110.
- Kim, J. M. 2008. "Analyses of Accelerated Life Tests Data from General Limited Failure Population." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 36(1):31-39.
- Kim, J. Y., and Shin, K. S. 2004. "Optimum Redundancy Design for Maximum System Reliability: A Genetic Algorithm Approach." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 32(4):125-139.
- Kim, K. S. 1976. "A Study of the System Reliability Prediction in the New-Product Design Stage." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 4(1):20-24.
- Kim, M. S., Oh, G. T., Lee, D. H., Cha, S. W., and Park, C. G. 2005. "An Investigation on the Demand for Development and Propagation of Reliability Manuals." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 33(1):51-63.
- Kim, S. B., and Kim, S. H. 2014. "Estimation of Elevator Wire Life using Accelerated Degradation Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 43(1):409-419.
- Kim, S. K., Park, J. W., and Kim, Y. S. 2015. "Development of a Reliability Index using Design Development and Production Information." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 43(3):373-381.

- Kim, S. Y., Yun, W. Y., and Kim, H. G. 2007. "Reestablishment of RPN Evaluation Method in FMEA Procedure for Motors in Household Appliances." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 35(1):1-9.
- Kim, S-I., Park, M-Y., and Park, J-W. 2010. "A Comparison of Estimation Methods for Weibull Distribution and Type I Censoring." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 37(4):480-490.
- Kim, T. K. 2004. "Nonparametric Inference for Accelerated Life Testing." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 32(4):242-251.
- Kim, T-K., Park, S-G., and Ha, M-H. 2010. "Nonparametric Inference of Shelf-life in Drug's Stability Study." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 38(1):96-100.
- Kim, T-K., and Park, S-G. 2008. "Statistical Inference of Shelf-life in Drug's Stability Study." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 36(1):1-6.
- Kwon, Y. I. 2006. "A Two-stage Reliability Demonstration Test for Mechanical Components." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 34(1):20-26.
- Kwon, Y. I. 2007. "Service Life Prediction for Building Materials and Components with Stochastic Deterioration." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 35(4):61-66.
- Kwon, Y. I. 2011. "Economic Design of Zero-Failure Reliability Qualification Test." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(1):71-77.
- Lee, C. H. 1981. "Reliability Optimization by using Nonlinear Programming." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 9(2):31-36.
- Lee, C. H. 1983. "Expansions and Applications of Item Life-time Testing." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 11(1):10-17.
- Lee C. H., Yang, K. W., and Kim, S. B. 2012. "Reestablishment of RPN Evaluation Method in FMEA Procedure for K21." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):306-315.
- Lee, C. H., Park, D. I., Kim, K. R., and Kim, S. B. 2015. "A Study on Reliability Program of the Armed Vehicles." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 43(3):221-237.
- Lee, C. H., Yang, K. W., Park, D. I., Lee, I. L., Kwon, J. S., Choe, I. H., and Kim, S. B. 2014. "A Study on the Risk Identification Methods for Initial and Mass Production Stage of Military Products using FMEA." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(3):311-323.
- Lee, H, Kim, J. J., and Park, S. H. 1998. "MTBF Estimator in Reliability Growth Model with Application to Weibull Process." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(3):71-81.
- Lee, I-S., Jung, W-T., and Jeong, H-J. 1995. "Estimation of Software Reliability with Multiple Errors." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(3):57-68.
- Lee, J. C., Yoon, K. S., Kim, Y. H., and Cho, K. H. 2007. "A Study on the Shelf-life Prediction of the Single base Propellants using Accelerated Aging Test." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 35(2):45-52.
- Lee, J-B., and Cho, J-R. 2000. "The Study on the High Acceleration Life Test Method for the Automotive Elcicoic and Electronic Parts." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 28(4):16-28.
- Lee, N-Y., and Ahn, U-H. 2004. "Nonparametric Estimation for Ramp Stress Tests with Stress Bound under Intermittent Inspection." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 32(4):208-219.
- Lee, S. Y. 1982. "A study on the Methods of Systems Reliability Assurance." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 10(2):2-9.
- Lee, W. D., and Kang, S. G. 1997. "Bayesian Estimation of the Reliability and Failure Rate Functions for the Burr Type-XII Failure Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(4):71-78.
- Lim, H. 2012. "Optimal Design of Accelerated Degradation Tests under the Constraint of Total Experimental Cost in the Case that the Degradation Characteristic Follows a Wiener Process." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(2):117-125.

- Lim, H., and Lim, D-E. 2015. "Planning Accelerated Degradation Tests: the Case of Gamma Degradation Process." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 43(2):169-183.
- Lim, S-U., and Park, Y-T. 2011. "A Spare Ordering Policy for Preventive Replacement with Repair." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(4):480-485.
- Lim, T-J. 2011. "Comprehensive Cumulative Shock Common Cause Failure Models and Assessment of System Reliability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(2):320-328.
- Moon, S-K. 1994. "Software Reliability Model for the Stopping Rule." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 22(2):33-40.
- Moon, S-K. 1998. "A study on the Parameter Estimation of S-Shaped Software Reliability Growth Models Using SAS JMP." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(3):130-140.
- Moon, S. K. 1998. "Modeling Software Reliability with Multiple Failure types and Imperfect Debugging." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(1):99-107.
- Moon, S. K. 2001. "A Study of the Software Testing Methods and Fitness of the Reliability Models." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 29(4):92-102.
- Nam, K. H., and Kim, D. H. 2006. "A Study on Software Reliability Growth Model for Isolated Testing-Domain under Imperfect Debugging." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 34(3):73-78.
- Nam, K. H., and Kim, D. H. 2006. "An Imperfect Debugging Software Reliability Growth Model with Change-Point." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 34(4):133-138.
- Nam, K. H., and Kim, D. H. 2011. "A Study on Optimal Software Maintenance Policies with Warranty Period." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(2):170-178.
- Nam, K. H., and Park, D. H. 1995. "A Study on Trend Changes for Certain Parametric Families." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(3):93-101.
- Oh, C-H. 1990. "Maximization in Reliability Design when Stress/Strength has Time Dependent Model of Deterministic Cycle Time." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 18(1):129-147.
- Oh, C-H., and Kim, B. M. 1993. "The Designs for Prediction of Future Reliability using the Stochastic Reliability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 21(2):131-139.
- Oh, C-H. 1993. "A New Formulation of System Reliability for Consecutive k out of n Structure with Sink-Source Pole." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 21(1):121-135.
- Oh, C. H., and Hwang, E. C. 1989. "Decision Makes for the Reliability Apportionment in Subsystems with Different Effort Functions." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 17(2):1-16.
- Park, B-G. 1985. "Statistical Inferences for Bivariate Exponential Distribution in Reliability and Life Testing Problems." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 13(1):31-40.
- Park, B-G. and Yoon, S-C. 1997. "Conditional Confidence Intervals for Accelerated Life Testing in Modified Arrhenius Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(3):1-10.
- Park, J.M. 1995. "A Study on the Burn-in Optimization of Computer Monitor." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(4):148-156.
- Park, S-H., and Kim, J-H. 2013. "The Stockpile Reliability of Propelling Charge for Performance and Storage Safety using Stochastic Process." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 41(1):135-148.
- Seo, S-K. 2011. "Statistical Design of Two-Stage Reliability Demonstration Tests." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(2):313-319.
- Seo, S-K. 1989. "Development of Optimal Accelerated Life Test Plans for Weibull Distribution under Intermittent Inspection." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 17(1):89-106.
- Seo, S-K., and Cho, Y-H. 2003. "Statistical Analysis and Comparison of Fatigue Curve Models." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 31(2):165-182.
- Seo, S-K., and Kim, K-S. 1996. "Optimal Design of Accelerated Life Tests with Different Censoring Times." *Journal*

- of the Korean Society for Quality Management 24(4):44–58.
- Seo, S-K., Kim, K-S., and Ha, C-S. 1998. "Optimal Design of Constant Stress Accelerated Life Tests using Degradation Phenomenon based on a Brownian Motion." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(1):74–87.
- Seo, S-K., Lee, S-J., and Cho, Y-H. 2006. "Statistical Analysis of Degradation Data under a Random Coefficient Rate Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 34(3):19–30.
- Seo, S-K., Ha, C-S., and Kim, K-S. 2001. "Optimal Design of Accelerated Life Tests under Model Uncertainty." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 29(3):49–65.
- Seo, S-K., Park, J-E., Cho, Y-H., and Song, S-I. 2007. "Design of the Staircase Fatigue Tests for the Random Fatigue Limit Model." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 35(3):107–117.
- Shim, K. B. 1998. "A Study on the Application of Composite Reliability to Estimate the EDG Reliability." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 26(4):265–276.
- Shim, K. B., and Ryu, B. H. 1997. "Bayes Estimate for the Reliability of Nuclear-Power Plant Emergency Diesel Generator." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 25(3):108–118.
- Suh, Y-S., Park, Y-T., and Son, E-I. 1995. "A Generalized Model for Determining Optimal Number of Minimal Repairs before Replacement." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 23(2):43–52.
- Yang, H. 1996. "Effects of System Reliability Improvements on Future Risks." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 24(1):10–19.
- Yeum, J. K., and Sung, H. B. 1992. "A Study of Test for the Reliability of Weibull Distribution using Hybrid Censoring." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 20(1):48–58.
- Yum, J. K., Kim, J. J., Cho, S. S., and Park, H. N. 1994. "Bayes Estimation of Reliability in the Strength-Stress Models." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 22(2):69–78.
- Yoon, K., and Park, S. 2014. "A Study on the Estimation of Shelf-life for 155mm Propelling Charge KM4A2 using ASRP's Data." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 42(3):291–299.
- Yoon, K. S., and Lee, J. C. 2012. "A Case Study on the Reliability Assessment of Stockpile Ammunition." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 40(3):259–269.
- Yun, W. Y., Han, Y. J., Park, G., Choi, C. H., and Jung, D. J. 2011. "Simulation Modeling for RAM Analysis of a Searching System." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39(3):353–364.