

프린트 산업에서 부품 신뢰성 시험법 개선 Case Study of Parts Reliability Improvement

김 판 수* · 한 기 웅** · 이 지 혜*

Pan-Soo Kim* · Ki-Woong Han* · Ji-Hye Lee*

Abstract

Continuing and Developing the growth, the company should focus on 'time to market of high quality production' and 'cost down'. Due to the complexity of the production, reliability is being one of the important factor. In this study, in particular, focus on parts reliability test improvement about printer product and proceeded. Need test improvement for time to market that is developed, and reduce expense with test period that is required at Reliability Test time of new parts and should high quality level of product. Finally huge Failure Cost (F-COST) occurs because quality level of product drops if parts that accomplish product does not ensure reliability and this is associated by malfunction in marketplace.

Keywords : parts reliability, reliability improvement, reliability test

1. 서 론

프린터는 컴퓨터나 디스플레이 되는 화상이나 문자를 휴대할 수 있는 용지, 보고서 형태로 출력할 수 있는 것으로 정의할 수 있다. 기존의 프린터는 개인 고객이 자택에서 간단한 문서 등을 출력하는 데 집중적으로 사용하고 있었으나, 최근에는 기업용 프린터 시장의 급속한 확대에 의해 長수명의 제품이 확대되고 있다. 이에 따라 프린터 시장에서 생산자에게 시장 품질의 중요성이 더욱 높아지고 있으며, 시장 품질 문제의 발생은 단순한 소비자 피해 보상이 아니라 기업의 생존이 걸릴 수도 있게 되었다. 따라서 기업이 시장에서 성공하기 위해서는 소비자의 요구를 만족시킬 수 있는 안정적인 품질의 제품을 시장에 빨리 출시하는 것이 최대의 과제라 할 수 있다. 프린터 산업에서의 부품 신뢰성 시험은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

* 경북대학교 경영학부

** 삼성전자(주)

- ① 신뢰성 시험에 완성 제품의 환경 조건을 배제한 일반적인 시험법이 적용됨
 - ② 시험에 많은 시간이 소요되며, 이를 통해서 개발 납기가 늦어짐
 - ③ 신뢰성 시험법의 특화로 해외 선진사의 BM이 어렵고, 신규 시험법 개발이 어려움
- 본 연구에서는 부품신뢰성에서의 시험법 개선이 프린터의 품질에 대하여 미치는 영향 특히 시장 및 공정 불량 개선에 어떤 영향을 미치는 지에 대해 연구하고, 실제 장수명 부품이 사용되어지는 프린터 부품의 신뢰성 시험법의 개선에 집중 하도록 한다.

2. 부품 신뢰성 시험법에 대한 개선 방법

2.1 신뢰성 시험의 정의

2.1.1 신뢰성의 정의

신뢰성이란 시간의 측면에서 본 품질로서 일정기간 동안 주어진 기능을 원활하게 수행할 수 있는 제품의 능력을 말한다. 제품의 신뢰도를 정확히 평가하기 위해서는, 첫째 제품의 요구 되는 기능이 명확히 정의되어야 하고, 둘째 제품의 사용 또는 환경조건이 규정되어야 하며, 셋째 제품의 사용기간을 측정할 수 있는 시간이나, 시간에 상응하는 척도가 마련되어야 한다[3],[4].

2.1.2 신뢰성 시험의 목적

신뢰성 시험의 방법과 규모는 그 요구 목적이나 대상 제품의 성격에 따라 크게 달라진다[2]. 일반적으로 시험의 목적을 열거해 보면 ① 제품의 신뢰성 보증 ② 새로운 설계, 새로운 부품, 새로운 공정, 새로운 재료의 평가 ③ 시험방법의 검토 ④ 안정상의 문제점 검토 ⑤ 사고대책 ⑥ 고장분포의 결정 ⑦ 신뢰성 데이터 수집 등이다[6].

2.1.3 신뢰성 시험의 방법

제품의 신뢰도는 사용시간, 수송, 보관 중에 가해지는 온도, 습도, 압력, 진동, 충격, 가속도, 가스, 염수분무, 방사선, 모래, 잡음 등이 환경 스트레스에 많은 영향을 받는다. 최근에는 환경의 급격한 변화로 공해나 안전 등의 문제와 관련해서 환경시험의 역할이 중요시되고 있다.

1) 스크리닝(Screening) 시험

스크리닝은 부품의 잠재고장을 조기에 제거하는 비 파괴적 선별기술로, 제품의 구입, 인정, 출하 등에 있어서 신뢰성을 확인, 보증하는 시험으로 사용되고 있다.

2) 수명시험

제품의 수명이나 고장률이 시장에 출하된 제품의 고장 데이터로부터 산출된다면 그 효용가치는 더욱 적어진다. 따라서 제품수명 또는 고장률을 사전에 예측하고 신뢰성 개

선 설계에 유용한 자료와 사용자에게 제품의 신뢰성을 보증하기 위한 자료를 사전에 확보하기 위해서는 제조 계획의 초기 단계에서 수명시험을 실시할 필요가 있다.

3) 실제 수명시험(Actual life test)

실제 수명시험은 판매 대상이 되는 소비자의 실제 사용조건(스트레스 조건 및 환경조건) 중 최악의 상태에서 제품을 장시간 또는 다량으로 정상 가동시키는 시험이다. 이 시험의 목적은 주로 소비자에게 제품의 수명을 보증하고, 가속 또는 가혹시험으로 여과(Filtering)되지 않았지만 실제 사용 시에는 발생하는 고장의 모드이며 이 고장모드의 요인을 발견하여 개선 대책을 수립하기 위한 것이다.

4)가속수명시험(Accelerated life test)

수명이나 고장률을 사전에 예측하기 위한 방법으로 열화(마모)원인을 물리적, 시간적으로 가속하는 수명시험이다. 가속수명 시험법의 실시 초기에는 고장 메커니즘이 단순하고 고장 메커니즘의 시험 조건을 선정해서 실시하는 것이 바람직하며 점차 복잡한 고장 메커니즘의 시험조건을 선정해서 실시해야 한다.

2.2 현재 부품 신뢰성 시험의 진행 현황

2.2.1 부품 신뢰성 시험의 목적

신뢰성 시험은 대상 아이템의 특성과 설계 및 개발단계에 따라서, 설계 및 개발 검증, 신뢰성 향상, 신뢰성 보증, 기술적 분석의 목적을 위하여 실시할 수 있다.

2.2.2 부품 신뢰성 시험 진행 절차

부품 신뢰성의 시험 절차는 시험대상의 선정, 대상 시험 시료 수 확정, 신뢰성 시험 계획, 신뢰성 시험 진행, 시험 결과 보고의 형태로 운영되고 있다.

2.2.3 현재 부품 신뢰성 시험법 진행시의 문제점

현재 프린터 산업에서의 부품 신뢰성 시험은 다음과 같은 문제점이 있다.

- ① 신뢰성 시험에 완성 제품의 조건을 배제한 일반적인 시험법이 적용
- ② 시험에 많은 시간이 소요되며, 이를 통해서 개발 납기가 늦어짐
- ③ 신뢰성 시험법이 특화되 해외선진사의 BM이 어렵고, 신규 시험법 개발이 어려움

1) 완성 제품의 조건을 배제한 일반적인 시험법이 적용

현재의 프린터 산업에서의 부품 신뢰성 시험의 계획에서부터 실시까지의 기존의 신뢰성 시험 절차를 보면 대상 부품이 실제 프린터에서 사용되는 환경에 대한 분석은 진행되지 않고 있다. 문제 부품은 프린터에서 인쇄되어진 용지가 바르고 정해진 시간에 정확하게 배출되었는지를 인식하는 '센서(Sensor)류'의 부품이었다. 시장에서 불량으로

발생된 제품을 회수하여 원인을 분석한 결과 해당 부품이 사용되어지는 환경에 기인한 구조적 문제라는 분석이 나왔다. <표 1>에서 보는 바와 같이 부품 제조사에서의 보증 규격은 해당 온도의 10 사이클만 보증하는 것으로 나타났으며, 실제 그 부품이 사용되어지는 완성 제품의 환경 조건은 약 1,800여 사이클 사용하는 것으로 조사 되었다. 시험을 진행하기 위해 문제 발생 부품과 같은 부품을 수배하여 재현시험을 실시하였다. 재현 시험에는 'Coffin-Manson'의 수정 법칙을 적용하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$N1 = N2 * \Delta T1^{-2} / \Delta T2^{-2}$$

N1 : 시험 온도에서의 사이클 수

N2 : 상온 동작 조건에서의 사이클 수(평균 수명 5년)

$\Delta T1$: 부품 저장 조건에서의 온도 차이

$\Delta T2$: 완성 제품 동작 조건에서의 온도 차이

위의 방법으로 불량 발생한 부품을 수배하여 시험한 결과 완성 제품의 수명 주기 내에서의 열 충격 시험에 대한 필요 보증 사이클은 약 700여 사이클인 것으로 나타났으나, 불량에 대한 재현 시험 결과 약 70~100사이클 사이에 불량이 재현되었다.

2) 시험에 많은 시간이 소요되며, 개발 납기가 늦어짐

일부 신뢰성 시험 대상 항목의 경우 정상적인 환경상태에서 평균 수명시험을 일별로 환산하면 약 42일의 시간이 소요된다. 평균적으로 신규로 개발되어지는 완성제품의 신규 부품의 사용 승인 기간이 약 3~5개월이란 점을 감안하면 신규 신뢰성 대상 항목의 시험 기간은 개발 납기에 영향이 있다는 것을 알 수 있다.

3) 신뢰성 시험법이 특화되어 있어 새로운 신뢰성 시험법을 제정하기가 어려움

프린터 산업의 경우 각각의 완성 제품 제조사간의 신뢰성 시험법이 공유되지 않고 있으며, 프린터에 사용되는 부품의 재질, 제조방법 등이 기업의 경영비밀로 보호되고 있어 국제규격 등에 의해 알려진 방법으로는 시험을 진행하고 있다. 국제 규격의 경우 산업 전반에 걸친 일반적인 시험법이므로 프린터에 직접적으로 적용하기는 어려우나 공인된 시험법의 부재 및 관련 산업에서의 시험법이 없으므로 일부 국제 규격을 적용하여 시험을 진행하고 있다. <표 3>은 MIL-STD(미국방성 시험규격) 및 JIS(일본 공업규격)에서 규정하는 일반적인 시험법과 프린터 환경을 비교한 것이다[1].

2.3 부품 신뢰성 시험법 개선항목

2.3.1 신뢰성 시험 프로세스의 개선

기존의 부품 신뢰성 시험 절차는 시험 대상 항목의 선정에서부터 시험 진행까지 개발되어지는 프린터 완제품에서의 부품 동작 환경에 대한 고려 보다 부품 자체가 가지는 특성에 대한 검증이 이루어져 왔다. 개선된 부품 신뢰성 시험 절차는 실제 신규 부품이 개발되어지는 완제품에서 어떤 환경에서 건디어야 하는지에 대해 분석하고 분

석되어지는 환경을 기반으로 부품 신뢰성 시험 진행 시 신규 부품이 일반적인 신규 부품의 신뢰성 시험법이 아닌 실질적인 완성 제품의 동작 환경을 고려하도록 하였다.

다음은 프린터에서 구동에 관련된 전기 모터(Motor)에 대해 부품 제조사의 시험 조건과 실제 완성제품에서의 사용 조건에 대해 비교하였다. 완성 제품의 환경을 고려하지 않고 일반적인 부품 제조사 시험법으로 부품 신뢰성 시험이 진행되었고, 이러한 부품은 시장 환경에서 지속적인 기능 불량을 발생시켰다. 위의 2가지 사례에 대해 시험법을 개선하기로 했다.

첫째, 온도조건에 대해서는 실제 부품 신뢰성 시험 시 완성제품에서 측정된 조건을 적용하여 시험 진행하도록 하였다. 둘째, 완성 제품에서의 구동 부하가 적용되는 부품에 대해서는 <그림 2>와 같이 시험 장치를 제작 운영하도록 하였다.

1) 신뢰성 시험 Lead Time의 개선

신뢰성 시험은 앞서 언급한 바와 같이 부품 신뢰성시험에만 약 1,000여 시간 이상의 물리적인 시간이 소요된다. 긴 수명시험은 개발 납기에 지대한 영향을 미치는 것이 현실적인 문제이며, 이를 개선하기 위해서는 시험시간의 단축이 요구된다. 기존의 가속 시험법을 모든 제품에 일괄적으로 적용하기 어렵기 때문에 본 연구에서는 실제 시험에 의한 시험법 개선을 진행 하였다. 프린터에 사용되는 복잡하고 다양한 부품 중 대표적으로 긴 수명시험을 요구하는 할로겐(Halogen) 램프에 대해 수명 시험 효율화를 진행하였다.

2) 할로겐램프(Halogen Lamp) 시험법 개선

할로겐(Halogen) 램프는 프린터에서의 역할은 고온의 열로 토너를 녹이는 열을 발생시키는 역할을 한다. 할로겐(Halogen) 램프에서의 부품 신뢰성 시험은 약 1,000여 시간 이상의 수명 시험을 요하고 있다. 이 입력 전압을 정격전압에 비해 높게 할 경우 새로운 가속 모델을 얻을 수 있을 것으로 기대되었다. 이를 재현하고자 <표 6>과 같은 시험 계획을 세웠다.

할로겐(Halogen) 램프의 주요 고장현상은 흑화에 의한 필라멘트 단선으로 선정하였으며, 흑화의 정도는 업계마다 5단계, 7단계로 나뉘어 사용하고 있으나, 본 연구에서는 5단계로 적용하기로 한다. 흑화 발생의 정도를 5단계로 한 결과 <표 7>과 같은 시험 결과를 얻을 수 있었다. 시험 결과를 바탕으로 <표 8>과 같은 가속 계수를 산출할 수 있었다. <표 8>의 가속 계수를 기준으로 수명 시험에 대한 시험 시간을 단축할 수 있었다. 시험 결과에 의하면 할로겐(Halogen) 램프의 정격 전압 대비 150%를 지속적으로 인가 시 일부 유리관의 변형이 생김으로 정격 전압의 130%의 수준인 약 120시간을 시험의 표준으로 진행토록 하였으며, 초기 적용 시 조건 적용의 실패를 대비하여 초기시험에는 약 1,000여 시간 시험법과 약 120시간 시험법을 동시 적용하도록 결정하였다.

프린터에 적용되는 모터(Motor) 시험에 있어서도 신뢰성 시험법의 절차 개선에 사용되었던 모터(Motor) 시험 장치를 활용하여 시험법 효율화를 위한 시험 조건은 <표 9>와 같이 구성하였다. <표 9>의 조건으로 시험 진행 한 뒤 각 모터(Motor)별로 불량 발생 여부를 확인한 결과 불량은 발생하지 않았다.

2.3.2 선진사의 Benchmarking을 통한 신뢰성 시험법 개발

신뢰성에 대한 이론적 개념과 가속 계수 등의 시험 효율화 방안에 대해서는 많은 연구가 있지만 동일 환경에 대한 시험법을 찾기 힘들다. <표 10>과 같이 실제 산업계 전반에서 운영 중인 부품 신뢰성 시험법에 대해 확인 결과 상당수가 프린터 제품에 적용될 수 있는 시험법이라는 것을 알 수 있었다.

<표 11>는 실제 신규 열 충격시험의 적용으로 부품 신뢰성 시험 중 발생된 문제 현상들에 대한 Data이다. <표 11>에 언급된 해당 부품이 기존의 환경시험의 기준으로 진행되었다면, 해당 부품이 적용된 제품에서의 시장불량으로 연관 되었을 것으로 추정되며, 이를 단순 경제적 효과로 파악한 결과는 <표 12>와 같다.

3. 부품 신뢰성 시험법에 대한 개선 효과

3.1 부품 신뢰성 프로세스 개선에 의한 효과

연구에서는 신뢰성 시험 절차 개선으로 얻어지는 기업이미지 개선 등의 무형효과보다 실질적인 유형효과에 대해 논하고자 한다. 부품 신뢰성 시험 프로세스의 개선 중 완성 제품에서의 동작 환경을 고려한 시험법 적용의 주요 개선 항목으로는 다음을 들 수 있다.

첫째, 부품의 사용 온도 조건을 개선한 시험법을 적용함으로써 ‘CIS(Contact Image Sensor)’의 시장에서의 주요 문제는 각 센서 칩(Sensor Chip)이 온도 조건에 변형되어 프린터에서 인쇄되어진 화상에 의도되지 않는 검은 띠를 발생시키는 불량 Data를 확인할 수 있었다.

두 번째, 새롭게 정의되어 적용된 열 충격시험에서도 주요 항목인 시험 사이클 수를 늘려 적용함으로써 실제 시험 기간 자체는 늘었지만, 신규 제품에 적용되어지기 전의 부품 신뢰성 시험에서 다량의 문제점이 검출되어 개선 조치됨으로서 품질 실패비용이 미연에 방지 되었다.

세 번째, 실제 완성제품의 온도 뿐 아니라 부하 조건에서의 시험법 개선 후 시장불량의 Data가 훨씬 좋아지는 것을 확인하였다.

3.2 신뢰성 시험 Lead Time 개선에 따른 효과

신뢰성 시험 기간은 개발 납기 및 시험비용에 많은 영향을 끼친다. 수명시험을 개선한 2가지 부품에 대해 단순 비교에서도 나타났지만, 단순 인건비 이외에 설비사용에 따른 전력량 등의 시험소요 비용뿐만 아니라 신규 부품의 승인 기간의 단축이야말로 개발되어지는 완성제품의 적기 출시에 도움을 주게 된다.

3.3 선진사 Benchmarking을 통한 신뢰성 시험 방법 개발에 따른 효과

본 연구는 연관성이 있는 부품의 신뢰성 시험법 약 60여 종을 새로이 개발 하였으며, 추가된 시험법이 프린터 신뢰성 시험에 적용될 경우 다음과 같은 효과가 발생 할 것으로 예상된다.

- ① 기존의 시험법에 비해 시험 기간이 짧으며, 새로운 문제 Factor를 발굴 할 수 있음
 - ② 시장에서 발생되는 실패 비용 중 불량 현상만을 인지하고 원인을 모르는 부품에 대해 실패 비용을 줄일 수 있음
 - ③ 새로운 시험법의 도입으로 2~3개의 부품 제조사가 동일하게 납품하는 동일 부품에 대한 품질 수준을 판단 할 수 있으며, 좋은 품질의 부품을 선별 사용함으로써 개발되어지는 완성 제품의 완성도를 높일 수 있음
 - ④ 새로이 개발되는 완성제품 뿐만 아니라 신규 시험법을 양산중인 완성 제품에 적용함으로써 현재의 양산 품질을 판단, 개선할 수 있음
- 새로운 시험법의 개발은 개발 납기 뿐 아니라 잘못된 시험으로 인한 실패에 대한 예방에도 많은 기여를 한다.

4. 결 론

본 연구는 갈수록 시장 규모가 커지는 프린터 산업의 부품 신뢰성 시험법 개선에 대해 중심으로 기술하였다. 신규 부품을 개발단계의 초기에 검증하게 되는 부품 신뢰성 시험의 경우 새로이 개발되는 신규 완성 제품의 첫 품질 단계라 볼 수 있다.

새로운 신규 제품의 구성을 이루는 신규 부품을 검증하는 부품 신뢰성은 다음 항목이 반드시 지켜져야 한다. 우선, 개발되어지는 완성제품의 동작 환경 및 내구성을 만족하는 부품의 품질 보증이 되어야 한다. 둘째, 개발 납기 및 시장 선점에 필요한 시간을 확보하기 위해 장기간의 수명시험이 필요한 부품에 대해 품질 보증 관점에서 품질저하가 되지 않는 시험의 효율화를 개발하여야 한다. 셋째, 산업계에서 일반적으로 진행되는 부품 신뢰성 시험 및 선진사례를 통한 벤치마킹을 통해 새롭고 혁신적인 시험법 도출에 앞장서야 한다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 이상용, "신뢰성 공학", 형설출판사, (1999)
- [2] 박성현, "통계적 공정관리", 민영사, (2005)
- [3] 배도선, 전영록, "신뢰성 분석", 아르케, (1999)
- [4] 배도선, "최신 통계적 품질관리", 영지문화사, (2003)
- [5] 서순근, "Minitab 신뢰성 분석", 이레테크, (2006)
- [6] 조영준, "전자부품 신뢰성 방법개선사례에 관한 연구", 석사학위논문, 경북대학교, (2005)

- [7] 정헌태, “신뢰성 시험장비의 품질보증체계 구축에 관한 연구”, 석사학위논문, 경북대학교, (2004)
- [8] 한국산업시험연구원, “R-Project 최종보고서”, (2007)
- [9] IDC, “2007년 제품 시장 규모”, (2007)



<그림 1> 완성제품에서의 전기 모터(Motor) 사용 상태



<그림 2> 전기 모터(Motor)의 시험 장치 구성

<표 1> 문제 부품과 완성 제품의 환경 비교

구 분	적용된 부품 규격부품 제조사 보증서	부품이 적용된 완성 제품 환경
열 충격 조건	-25도 ~ 85도 10사이클	0~80도 약 1,800 사이클(1일 1사이클 기준, 5년 보장 조건)

<표 2> 약 1,000시간 이상의 수명 시험을 필요로 하는 부품

대상 부품	수명 시간
할로젠(Halogen) Lamp	상온 동작 : 약 1,000시간
모터(Motor)	상온 동작 : 무부하 약 3,000시간
LED	상온/고온동작 : 약 1,000시간
Crystal	상온/고온동작 : 약 1,000시간

<표 3> 부품 신뢰성 시험의 국제 규격과 실제 프린터 환경 비교

시험 구분	국제 규격	프린터 환경
고온 동작시험	125℃ 이상, 약 1,000시간	각 부품별로 온도 조건 다름
저온 동작시험	-65℃, -55℃, -40℃ 선택 약 2시간~100시간	각 부품별로 온도 조건 다름
고온 고습시험	28~30℃, 90~96% 약 48시간~500시간	각 부품별 온, 습도 조건 다름
열 충격	운송조건에서 10~100cycle	매일 저온~고온 1cycle

<표 4> 신규 부품의 일반적인 환경과 완성제품 환경 비교

구분	일반적인 시험조건	부품 제조사 시험조건	개발 완성품의 환경조건
기밀시험	105도, 4시간	없음	105도, 4시간
동작 온도	10~32도	0~32도	0~48도
열 충격 시험	-30~-50도 약 20cycle	-30~50도 약 20cycle	0~50도 약 1,800 cycle

<표 5> 전기 모터(Motor)의 시험조건 비교

구분	일반적인 시험조건	부품 제조사 시험조건	개발 완성품의 환경 조건
부하 조건	없음	없음	약 900g
수명 시간	약 3,000시간	약 3,000시간	약 700시간

자료 : 'L-Project'에서의 전기 모터(Motor) 부하 조건

<표 6> 할로겐(Halogen) 램프 시험조건

시험	동작 환경	할로겐(Halogen) 램프 규격	시료 수
1	정격 전압의 130% 인가	입력 전압 115V용	5
2	정격 전압의 150% 인가	입력 전압 115V용	5
3	정격 전압의 180% 인가	입력 전압 115V용	5

<표 7> 흑화 단계에 따른 시험 결과[8]

150V (130%)						150V (130%)						173V (150%)						207 (180%)					
시간	1	2	3	4	5	시간	1	2	3	4	5	시간	1	2	3	4	5	시간	1	2	3	4	5
10	1	1	1	1	1	130	2	2	3	3	2	10	2	1	2	2	2	5	2	3	2	1	1
20	1	1	1	1	1	140	2	2	3	3	2	20	2	1	2	2	2	10	5	5	5	5	5
30	2	2	2	1	1	150	2	3	3	3	2	30	2	1	2	2	2						
40	2	2	2	2	1	160	2	3	3	3	2	40	2	2	2	2	2						
50	2	2	2	2	1	170	2	3	3	3	2	50	2	2	2	2	2						
60	2	2	2	2	1	180	2	3	3	3	2	60	3	2	3	3	2						
70	2	2	2	2	2	190	2	3	3	3	2	70	4	2	3	4	4						
80	2	2	2	2	2	200	2	3	4	4	2	80	4	2	4	4	4						
90	2	2	3	2	2	210	2	3	4	4	3	90	5	2	5	5	5						
100	2	2	3	3	2	220	2	3	4	4	3	100	5	3	5	5	5						
110	2	2	3	3	2	230	2	3	4	4	3	110	5	3	5	5	5						
120	2	2	3	3	2							120	5	4	5	5	5						
												130	5	4	5	5	5						
												140	5	5	5	5	5						

<표 8> 시험 결과에 따른 가속 계수 산출

인가전압(v)	정격대비(%)	가속계수	시험시간
115	100	1	1,000
150	130	8.35	120
173	150	26.12	38
207	180	109.54	9

<표 9> 모터(Motor) 시험 계획

시험	동작 환경	시험 시간	시료 수
1	부하가 없는 조건	약 3,000시간	10
2	모터(Motor)가 가진 최대 부하	약 1,000시간	10

Paired T-Test and CI: 무부하 초기, 무부하 3,000 시간 Paired T for 무부하 초기 - 무부하 3,000 시간

	N	Mean	StDev	SE Mean
무부하 초기	10	631.40	1.51	0.48
무부하 3,000시간	10	631.90	3.32	1.05
Difference	10	-0.50	2.64	0.83

95% CI for mean difference: (-2.39, 1.39) T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0):
T-Value = -0.60 P-Value = 0.56

Paired T-Test and CI: 부하 초기, 부하 1,000 시간 Paired T for 부하 초기 - 부하 1,000 시간

	N	Mean	StDev	SE Mean
부하 초기	10	680.80	10.58	3.35
부하 1,000시간	10	669.00	14.69	4.65
Difference	10	11.80	12.28	3.88

95% CI for mean difference: (3.01, 20.59) T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0):
T-Value = 3.04 P-Value = 0.01

<표 10> 신규 부품 시험법 파악 현황

대상 시험법 건수	즉시 적용 가능 건수	적용 검토 필요 건수	적용 불가능 건수
약 190여 건	약 10여 건	약 50여 건	약 130여 건

<표 11> 변경된 열 충격 시험 조건 적용 후 결과

적용 부품	기존 조건	신규 조건	불량 현상	적용 제품
C부품	조건 없음	-25~70도 약 170 사이클	센서(Sensor) 위치 문제	A 제품
L부품	-25~70도 5 사이클	-25~70도 약 170 사이클	인쇄 못함	B 제품
	-25~70도 5 사이클	-25~70도 약 420 사이클	부품 떨어짐	C 제품

<표 12> 수명 시험 효율화 전/후 비교

	구 분	개선 전	개선 후		구 분	개선 전	개선 후
할로겐 (Halogen) 램프	시험 시간	약 42일	약 6일	모터 (Motor)	시험 시간	약 130일	42일
	부품 승인 기간	약 2~3개월	약 1개월 이내		부품 승인 기간	약 6개월 이상	약 2~3개월
	인건비	약 420만원	약 60만원		인건비	약 1,300만원	약 420만원

저 자 소 개

김 판 수



현재 경북대학교 경영학부에 조교수로 재직 중이다. 부산대학교 산업공학과에서 학사 및 석사 학위를 취득하였고, Texas A&M 대학교 에서 산업공학 박사학위를 취득하였다. LGCNS 및 삼성 전자에서 정보전략 및 IT 컨설턴트로 근무하였다. 관심분야는 휴리스틱 알고리즘 개발 및 비교, Data Analysis 및 Data Mining 이다.

주소 : 대구광역시 북구 산격동 경북대학교 국제경상관 525호

한 기 응



현재 삼성전자에서 근무 중이며, 경북대학교에서 석사학위를 취득하였다. 관련 업무는 부품신뢰성과 회로부문의 품질관리를 담당하고 있다.

주소 : 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 삼성전자 IT솔루션 사업부

이 지 혜



현재 경북대학교 대학원 경영학부 박사과정 중이다. 관심분야는 재고관리, 및 서비스 품질이다.

주소 : 대구광역시 북구 산격동 경북대학교 경상대학 332호