

LED 교통신호등용 모듈의 신뢰성평가기준

김진선*. 박창규*. 김대경**. 정해성***¹⁾

한국조명연구원 신뢰성평가센터*. 전북대학교 통계학과**. 서원대학교 멀티미디어공학과***

Reliability Assessment Criteria of Module for the LED traffic signal

Jin-sheon Kim*·Chang-kyu Park*·Dae Kyung Kim**·Hai Sung Jeong***¹⁾

Reliability Assessment Center, Korea Institute of Lighting Technology*·

Dept. of Statistics, Chonbuk National Univ.**·

Dept. of Multimedia Engineering, Seowon Univ.***

Abstract

Module of the LED traffic signal is the core component for the care of driver and walker. Also it is important one to control the traffic. If it is against the criteria of brightness, it is the source of the people's death and traffic congestion. Therefore, it is a list of articles desired the security of stability. However, there is not the analysis of failure and not preserve the uniformity of quality. Therefore, it is necessary to establish the criteria of appreciation for the module of the LED traffic signal to analysis the data of failure. In this paper, we investigate the performance test, environment field test and test of reliability appreciation to improve the reliability. We also set up the criteria of success decision using the real measurement data.

Keywords : LED a traffic signal, performance test, environment test, life test, Weibull distribution

1) 교신저자 hsjeong@seowon.ac.kr

논문접수일 : 2010년 07월 23일 논문수정일 : 2010년 08월 09일 게재확정일 : 2010년 08월 20일

1. 서론

LED 교통신호등용 모듈은 주·야간 차량운행에서의 시인성을 높여 운전자 보호 및 보행자 보호와 원활한 교통을 제어하기 위한 핵심부품으로 설치 후 진동 및 충격, 내환경으로 인하여 광도 기준치에서 벗어나는 경우가 발생하고, 이로 인하여 인명사고 및 교통혼잡 등으로 이어질 수 있어, 안전성 확보가 시급히 요구되는 품목이다. 그럼에도 불구하고 LED 교통신호등에 대한 KS규격이 KS C에 규격화 되어 있으나, 제조업체에서는 규제규격과 부합하지 않는 부분이 많아 고효율에너지기자재규격에 적합한 제품을 생산하고 고효율에너지기자재인증을 우선적으로 승인 받고 있는 실정이다. 또한 부분적으로, KS규격에 의한 구조, 온도성능, 광학성능, 내구성시험 등을 실시하고는 있으나 단기 일반성능시험에 치우치고 있고 사용 환경에 수요자 니즈를 충족시킬 수 있는 고장분석이나 수명과 같은 미래품질, 시장품질 등의 품질 균일성을 유지할 수 없는 것이 현실이다. 따라서 위와 같은 현실 문제를 해결하기 위해서는 환경필드시험을 추가한 LED 교통신호등용 모듈의 신뢰성 평가기준을 표준화 할 필요가 발생하게 되었다.

LED 신호등은 2001년 한국전기 교통이 업체로서는 최초 생산을 시작하여 대전 대덕 연구단지 내에 최초로 설치된 이 후 급속도로 보급화가 진행되었다. 현재 고효율 에너지 기자재로 등록된 업체는 약 87개로 그 밖의 미 인증업체를 포함하여 120여개의 업체가 난립하여 품질 저하의 원인이 되고 있다. 그로 인한 대책을 마련하고자 에너지 관리 공단에서는 산업자원부 고시 제 2006-29호 부칙 제 3조(LED 신호등의 검사 장비 보유)에 의거 업체가 광도 분포 설비를 보유하도록 강제 규정함으로서 품질 향상을 꾀하고 있다. 이에 따라 일부 제조업체 제품을 매입하여 인증을 추진, 저가로 입찰에 참여하는 업체들이 인증을 반납 또는 취소됨에 따라 현재는 약 50여개 업체만이 고효율을 유지하고 있다. 그러나 인증업체들 사이에도 가격 경쟁이 심하여 저품질의 LED 신호등 보급이 염려되고 있는 실정이다. 또한 LED 소자를 대부분 수입해 오는 실정으로 LED 소자의 가격 상승이 원가 절감에 큰 영향을 미치고 있으며 이로 인해 국내 LED 신호등 업체들은 일본의 니찌아 등 기존의 수입 LED 생산업체를 대만, 중국 등 저가용으로 바꾸고 있는 실정이다.

현재 LED 신호등의 전국 보급률도 2005년 말 기준 약 35% 정도로 향후 LED 신호등용 모듈 및 제품에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 이러한 LED 교통신호등 제조업체들이 신뢰성 평가시스템을 도입하여 고장데이터를 분석하여 해결하고, 이를 신속하게 제조공정에 피드백 시키는 체계적 설계개선 활동으로 고장 발생률을 획기적으로 줄임과 동시에 품질, 기술경쟁력을 제고시킬 수 있도록 지원하기 위해 LED 교통신호등용 모듈의 평가 기준을 제정할 필요성이 있다. 따라서 본 논문에서는 LED 교통신호등의 신뢰성향상을 위해 신뢰성평가기준인 성능시험, 환경필드시험 및 신뢰성평가시험에 대한 기준에 대해서 알아보고 실 측정 자료를 활용하여 수명시험시간을 산출하여 합격판정기준을 설정하고자 한다.

2. 일반사항

2.1 적용범위

이 기준을 적용하는데 인용하고 있는 규격도 동시에 참고하여야 한다. 또한 같은 종류의 기준이라면 이것과의 겸토가 필요한 것도 많다. 이러한 기준들의 시험특성을 이해함으로써 LED 교통신호등용 모듈의 신뢰성을 높이기 위해 본 규정이 제정되었다. 이 기준은 LED 교통신호등에 사용하는 LED 모듈에 대하여 규정한다.

2.2 용어의 정의

이 기준에서 사용하는 주된 용어의 정의는 KS C IEC 60050-845(2009) 및 IEC 60810(2003) 외에 다음에 따른다.

- a) 광도(Luminous Intensity) : 빛의 강도로서 광원으로부터 1 m 거리에서 측정된 빛의 밝기. 단위는 칸델라(cd)
- b) 광도안정화(Luminous Intensity Stabilization) : 광출력의 안정화를 위해 일정 시간동안 임의의 온도에서 LED 신호등 모듈을 동작시키는 절차
- c) 광학장치(Optical Unit) : 신호지시를 현시하는데 필요한 LED 모듈 · 렌즈 · 보조부품 등으로 구성된 조립품
- d) 교통신호등(Traffic Signal) : 적색 · 황색 · 녹색화살표 · 녹색의 등화에 의해 정지 · 주의 · 회전 · 진행 등의 신호를 표시하는 장치로서, 차량등과 보행등의 총칭
- e) 렌즈(Lens) : 광학장치의 빛 전달 요소로서 광원으로부터 신호등화의 통행우선권 방향으로 광출력을 분포시키는 기구
- f) 배면판(Back Plate) : 시인성을 높이거나 등화 된 신호등의 색상 대비를 증가시키기 위해 신호등 후면에 설치하는 것으로 합체와 결합 및 분리가 가능한 흑색의 불투명 판
- g) 색도(Chromaticity) : 국제조명위원회에서 정한 XYZ색 표시계에서의 색도좌표 x, y로 표시되는 신호등에 의해 방출되는 빛의 색
- h) 신호등두(Signal Head) : 일방향, 양방향 또는 여러 방향을 지시하는 구의 조정의 기준면에서 필라멘트 중심까지의 거리
- i) 신호등면(Signal Face) : 동일접근방향에서 볼 수 있는 신호등의 전면으로서, 특정방향으로 신호를 제공하기 위하여 통상 2개 이상 5개 이하의 렌즈 조합으로 등화기를 조합시킨 조립체 단면
- j) 신호등 부분품(Signal section) : 신호등 면 중 1개의 렌즈만을 포함한 광학장치 일체.
- k) 신호 지시(Signal indication) : 신호 등화가 표시하는 녹색, 황색, 적색으로 차량이나 보행자의 이동을 지시하는 것
- l) LED 모듈(LED module) : 다수의 LED 및 구동 회로로 이루어진 광학장치

- m) 챙(Visor) : 시야를 제한하거나 허상현상을 줄이기 위해 신호등 광학장치 앞부분에 설치하는 장치
- n) 총 고조파 함유율(Total harmonic distortion) : 신호등에 인가되는 교류 파형의 기본 구성파의 진폭에 대한 고조파의 실효값의 비율
- o) 허상현상(Sun phantom) : 햇빛에 의해 신호등 면이 반사되어 신호지시의 구분이 모호하여 운전자에게 혼란을 야기하는 현상

2.3 신뢰성 인증시험

신뢰성 인증을 받고자 하는 업체는 인증을 받고자 하는 제품의 설계도, 제조공정, 부품목록 및 주요 부품의 사양을 제시하여야 한다. 모든 시험은 평가기준에 기술된 그룹별로 정해진 순서대로 수행하여야 하며, 동일한 시료로 일련의 시험을 수행하는 경우에는 앞서 수행한 시험의 영향이 다음에 시험하는 시험결과에 영향을 미쳐서는 안 되며 파괴시험은 언제나 마지막으로 하여야 한다. 단, 파괴시험은 별도의 시료로 할 수 있다. 또한 인증 신청제품이 고효율에너지 기자재 인증을 득한 경우 성능평가항목을 면제할 수 있다. 성능 평가와 신뢰성 평가에 필요한 시료는 형식에 따라 신청한 제품이 생산 공정에서 출하검사 합격한 제품을 평가기준에 따라 시료를 채취하여야 하며, 시료채취방법은 KS Q 1003 (2006)을 따른다.

2.3.1 신뢰성 성능평가

2.3.1.1 표시

2.3.1.1.1 표시사항

다음의 표시사항을 명확하고, 내구성 있게 표시하여야 한다.

- a) LED 모듈의 색 (적색, 청색, 황색)
- b) 정격전압 또는 전압의 허용범위 (V), 정격주파수 (Hz)
- c) 정격전류 (A)
- d) 소비전력 (W)
- e) 모델번호 또는 제조자의 형식기준
- f) 출처표시(상표표시, 제조자의 이름, 책임 있는 판매자/공급자이름)

2.3.1.1.2 내구성 및 판독성

물과 석유 알코올로 적신 두개의 천으로 각각 15초 동안 표시를 가볍게 문질러 지우기를 시도하고 육안으로 검사한다. 이 시험 후 표시는 읽을 수 있어야 한다.

주 - 석유알코올은 최대 0.1 % 부피의 아로마틱, 카우리-부탄 29가 포함된 솔벤트 혼산으로 초기 끓는 점이 65 °C 증발점이 69 °C이고, 밀도는 0.68 g/cm³이다.

2.3.1.2 구조

- a) LED 모듈은 독립된 단일형으로 하고, 전원 공급 장치는 신호등두내에 부착하거나 별개의 모듈로 교통신호제어기 등에 연결할 수 있다.
- b) LED 모듈은 함체 내부에 정확한 순서와 방향으로 조립할 수 있도록 상향 화살표, 상 또는 위 등의 기호나 문자를 표시하여 영구적으로 식별할 수 있어야 한다.

2.3.1.3 소비전력, 역률, 전류고조파함유율

LED 모듈을 25 °C 온도에서 정격전압으로 점등할 때 소비전력 10 W이하, 역률 0.9 이상, 총 고조파 함유율 40 % 이하로 동작하여야 한다.

2.3.1.4 전압변동

LED 모듈은 정격전압의 80~110 % 내에서 <표 7>과 <표 8>에 정하고 있는 광도분포 수치의 ± 20 % 범위 내에서 작동하여야 한다.

2.3.1.5 온도상승

정격전압을 인가하여 모듈을 점등시킨 상태로 -30 °C에서 70 °C까지 8시간 이상 상승 시험하며, 시험온도와 각 기구부분의 온도 차이는 <표 1>에 적합하여야 한다.

<표 1> 부품별 온도차

부 품	기 구 부 分		온도차
LED 모듈	전 면	렌즈와 LED 중간부분	30 °C이하
	후 면	LED 모듈 중간부분	30 °C이하

2.3.1.6 광출력변동율

온도 변화에 따른 광출력 변동시험은 온도 상승 시험 중에 실시하며, 측정은 온도 상승 구간 및 시간을 동일한 간격으로 최소 6등분하여 신호등 중심 광도를 측정한다. 측정한 중심광도는 <표 7>과 <표 8>에 정하고 있는 중심광도 수치의 ± 20 % 범위 내에서 작동하여야 한다.

2.3.1.7 내열 충격성

온도 상승 시험과 광출력 변동 시험 직후 계속 점등한 상태로 하여 주위온도보다 10°C 낮을 때 물을 40°위 경사방향에서 5 mm/분으로 모듈에 빗물모양으로 분사 시험한다. 분사시 물의 온도는 4°C로 한다. 시험 후 모듈에 균열이나 변형 또는 파손이 있어서는 안 된다.

2.3.1.8 절연저항시험

절연저항 시험은 내열충격성 시험 직후 충전부와 비충전 금속부 사이를 KS C 1302(1985)에서 규정된 500 V 절연저항계로 1분 동안 측정한다. 측정된 절연저항 값은 5 MΩ 이상이어야 한다.

2.3.1.9 내전압시험

내전압 시험은 절연저항 시험 직후 충전부와 비충전 금속부 사이를 60 Hz의 정현파에 가까운 전압 1,000 V를 1분간 인가한다. 내전압 시험을 하였을 때 불꽃방전 또는 연기발생 등이 없어야 하며 충분한 내력이 있어야 한다.

2.3.1.10 전자잡음시험

모듈 표본을 정격 전압으로 점등시키고 광도가 안정화되면, KS C 0262(2005) 전기전자정보 기기의 전자파 장해 측정방법에 따라 시험한다. 측정치는 <표 2>와 <표 3>에 적합하여야 한다.

<표 2> 잡음단자전압의 한계값

주파수 범위(MHz)	한계값(dB μ N)	
	준첨두값	평균값
0.15 ~ 0.5	79	66
0.5 ~ 30	73	60

<표 3> 잡음전계강도의 한계값

주파수 범위(MHz)	준첨두치 한계값(dB μ N/m)
30 ~ 230	40
230 ~ 1000	47

2.3.1.11 색도좌표시험

색도시험은 KS A 0068(1988) 광원색의 측정방법에 따르며, 측정을 위하여 분광 방사계(spectroradiometer) 등 색도 측정기를 사용할 수 있다. 측정치는 <표 4>에 적합하여야 한다.

<표 4> 색도좌표 및 범위

LED 모듈색	제한구간	좌 표		
		위치	x	y
적색	황색	가	0.655	0.335
		나	0.665	0.335
	적색	다	0.700	0.290
		라	0.710	0.290
황색	녹색	마	0.555	0.435
		바	0.612	0.440
	백색	마	0.555	0.435
		사	0.612	0.382
	적색	사	0.612	0.382
		아	0.618	0.382
녹색	황색	자	0.009	0.720
		차	0.284	0.520
	백색	차	0.284	0.520
		타	0.183	0.359
	청색	카	0.028	0.385
		타	0.183	0.359

2.3.1.12 광도분포

시험하고자 하는 LED 신호등(1색등)용 모듈을 정규상태로 세워놓고 KS R 1066(2005) 자동차용 램프류 배광 시험시의 설비 및 방법을 이용하여 측정한다. 종류에 따라 표시된 각각의 지점(각도점)에 대해 기준 광도를 검사하여야 한다. 이를 측정은 LED 모듈의 광도 안정화 후에 25 °C의 주변 온도에서 기록 되어야 하며 측정거리는 최소한 10 m 이상의 거리를 유지하여야 한다. 기호, 문자가 없는 원형 모듈의 광도분포시험은 <표 5>에 명시된 각도점을 측정하고 렌즈의 수평상부는 측정하지 아니한다. 광도 산출 방식은 식 (1)과 같다.

$$I = E \times l^2 \quad (1)$$

여기에서 I는 광도[cd], E는 조도[lx] 그리고 l은 측정거리[m]이다.

<표 5> 기호 및 문자가 없는 모듈의 측정 각도점

하향 수직각	좌·우향 수평각					
	2.5°	7.5°	12.5°	17.5°	22.5°	27.5°
2.5°	○	○	○	○		
7.5°	○	○	○	○	○	○
12.5°	○	○	○	○	○	○
17.5°	○	○	○	○	○	○

기호, 문자가 있는 원형 또는 사각 모듈의 광도분포 시험은 <표 6>에 명시된 각도점을 측정하며 측정한 광도 분포의 값은 식 (2)에 의거 휘도로 환산하여 표기한다. 또한 최소값과 최대값의 비율도 함께 계산한다.

$$L = \frac{I}{d} = \frac{E \times l^2}{d} \quad (2)$$

여기에서 L은 휘도[cd/m²], d는 광학면에서의 빌광 부분의 면적[m²], E는 조도 그리고 l은 측정거리[m]이다.

<표 6> 기호, 문자가 있는 원형·사각 모듈의 측정 각도점

하향 수직각	좌·우향 수평각	
	0°	15°
0°	○	○
15°	○	○

<표 7> 기호·문자가 없는 모듈(직경 300mm) 광도분포

(단위 : cd)

하향 수직각	좌·우향 수평각					
	2.5°	7.5°	12.5°	17.5°	22.5°	27.5°
2.5°	340	250	140	80	-	-
7.5°	230	200	145	90	40	20
12.5°	50	50	45	35	20	15
17.5°	25	25	25	25	20	15

<표 8> 기호·문자가 없는 모듈 (직경 200mm) 광도분포

(단위 : cd)

하향 수직각	좌·우향 수평각					
	2.5°	7.5°	12.5°	17.5°	22.5°	27.5°
2.5°	140	100	60	30	-	-
7.5°	100	90	70	40	20	10
12.5°	40	30	30	20	15	10
17.5°	20	15	10	10	5	5

보행자 신호등용 모듈의 회도는 측정한 결과가 <표 9>과 같아야 하며, 측정값의 평균은 $1,200 \text{ cd/m}^2$ 이상이어야 한다.

<표 9> 보행자용 모듈 회도분포

(단위 : cd/m²)

하향 수직각	좌·우향 수평각	
	0°	15°
0°	600 ~ 4,000	600 ~ 4,000
15°	600 ~ 4,000	600 ~ 4,000

신호등용 모듈의 광도는 주변온도가 $-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 로 변화하더라도 25°C 광도값의 $\pm 20\%$ 이상으로 변화해서는 안 된다.

2.4 신뢰성 평가 시험

2.4.1 내진동성

모듈 표본에 대하여 1 G의 힘에서 33 Hz의 주파수로 x, y, z축별로 각각 2시간씩 시험한다. 시험 후 내부 부품의 느슨함 또는 다른 물리적 손상이나 모듈의 동작상태 등에 이상이 있어서는 안 된다.

2.4.2 내열성

내열성 시험은 정격 전압을 인가하여 모듈을 20초 점등, 20초 소등 상태로 주위온도 (70 ± 2) °C에서

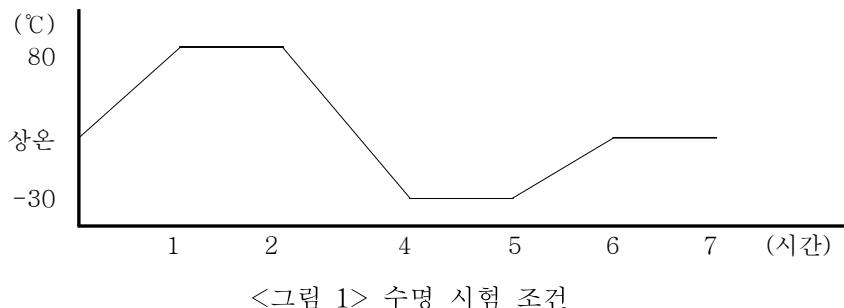
240시간 이상 시험한다. 시험 후 내부 부품의 느슨함 또는 다른 물리적 손상이나 모듈의 동작상태 등에 이상이 있어서는 안 된다.

2.4.3 내한성

내한성 시험은 정격 전압을 인가하여 모듈을 20초 점등, 20초 소등 상태로 주위온도 (-30 ± 2)°C에서 240시간 이상 시험한다. 시험 후 내부 부품의 느슨함 또는 다른 물리적 손상이나 모듈의 동작상태 등에 이상이 있어서는 안 된다.

2.4.4 수명시험

수명시험은 정격전압을 인가하여 LED 모듈을 0.5초 점등, 0.5초 소등 상태로 <그림 1>의 시험조건에 따라 900시간 시험하고 2.3.1.12의 시험을 진행하였을 때 시험 후 광도 수치는 초기 광도의 70 % 미만 또는 소자의 부점등이 되는 고장이 없어야 한다.



2.5 시험항목별 평가기준

2.4절에 서술된 LED교통신호등용 모듈에 대하여 아래의 성능 평가와 신뢰성 평가를 실시하여 <표 10> 및 <표 11>에 나타낸 각 소요 시험항목별 평가기준을 만족하는 경우에는 다음의 수명을 보장한다.

평 가 품 목	신뢰수준 및 B_{10} 수명	
	신뢰수준	B_{10} 수명
LED 교통신호등용 모듈	90 %	4 500 시간

<표 10> 성능 평가 기준

구분	시험 항목	시료구성		시험 방법	평가기준
		그룹No	시료수		
LED 교통신호 등용 모듈	표시	A	1	2.3.1.1	기준에 만족할 것
	구조	A	1	2.3.1.2	기준에 만족할 것
	소비전력, 역율, 전류고조파함유율	B	3	2.3.1.3	기준에 만족할 것
	전압변동	B	3	2.3.1.4	기준에 만족할 것
	온도상승	A	1	2.3.1.5	기준에 만족할 것
	광출력변동율	A	1	2.3.1.6	기준에 만족할 것
	내열 충격성	A	1	2.3.1.7	기준에 만족할 것
	절연저항	B	3	2.3.1.8	기준에 만족할 것
	내전압	B	3	2.3.1.9	기준에 만족할 것
	전자잡음	C	1	2.3.1.10	기준에 만족할 것
	색도좌표	C	1	2.3.1.11	기준에 만족할 것
	광도분포	C	1	2.3.1.12	기준에 만족할 것

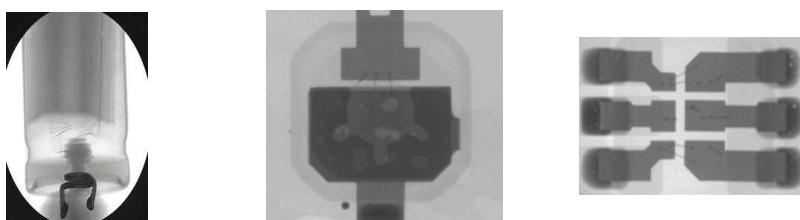
<표 11> 신뢰성 평가 기준

구분	시험 항목	시료구성		시험 방법	평가기준
		그룹No	시료수		
LED 교통신호 등용 모듈	내진동성	E	1	2.4.1	기준에 만족할 것
	내열성	E	1	2.4.2	기준에 만족할 것
	내한성	E	1	2.4.3	기준에 만족할 것
	수명	D	22	2.4.4	기준에 만족할 것

3. 종합성능 및 수명시험 결과 비교

3.1 가속시험에 의한 고장 해석

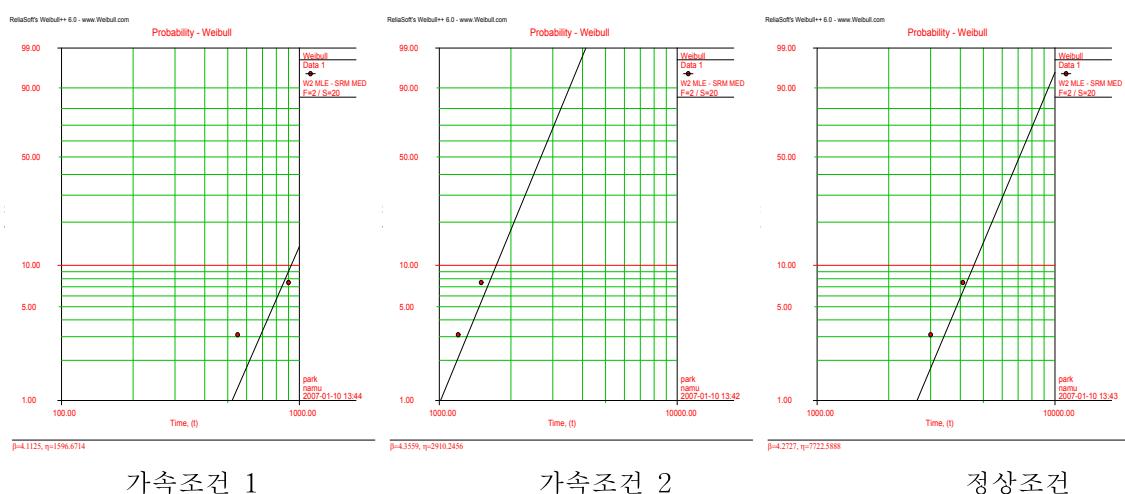
국내외 도로에 설치되어 있는 LED 교통신호등의 고장메커니즘은 성능이 빠르게 열화된 LED 패키지의 부점등으로 동일 회로상에 포함되어 있는 LED 패키지들에 과부하를 주게 됨으로써 점차 부점등 되는 LED 패키지의 수가 많아지는 경우와 LED 모듈의 회로에 포함되어 있는 전자부품인 콘덴서 등의 전자부품의 단락에 의한 LED 교통신호등 부점등되는 고장현상을 볼 수 있다. 본 연구에서 수행한 가속시험에서의 고장모드를 살펴보면 주로 LED 모듈의 회로에 포함되어 있는 전자부품인 콘덴서 등의 전자부품 단락으로 파악되었으며, 고장현상은 <그림 2>과 같다.



<그림 2> 전자부품의 단락 고장

3.2 LED 교통신호등용 모듈의 가속시험

LED모듈을 0.5초 점등, 0.5초 소등 상태로 정상조건 $-10\sim50^{\circ}\text{C}$ 의 사이클 시험에서 4,500시간 동안 2개의 고장을 확인하고, 가속조건 $-20\sim70^{\circ}\text{C}$ 와 $-30\sim80^{\circ}\text{C}$ 에서 각각 2개의 고장을 확인하였다. 분석결과는 <그림 3>과 <표 12>와 같다.



<그림 3> 수명 시험 데이터 분석 결과

<표 12> 시험조건에 따른

번호	시험조건			B ₁₀
1	-30~80 °C (243~353 K), 습도 : 90 %	110	4.11	900
2	-20~70 °C (253~343 K), 습도 : 90 %	90	4.35	1,700
3	-10~50 °C (263~323 K), 습도 : 90 %	60	4.27	4,460

3.3 와이블 분포를 이용한 수명시험시간 산출

LED 교통신호등용 모듈의 실 측정 데이터를 활용하여 수명분포 및 모수를 추정한 결과 형상모수 $\beta=4.27$ 인 와이블분포를 따른다. 따라서 시료수 22개, 무고장, 형상모수가 4.27일 때, 신뢰수준 90 %, 정상조건에서의 B_{10} 수명 4 500시간을 보증하기 위한 가속계수 5인 가속조건에서의 시험시간은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} t_n &\geq B_{100p} \cdot \left[\frac{\chi_b^2[2(c+1)]}{2 \cdot n \cdot \ln(1-p)^{-1}} \right]^{\frac{1}{\beta}} \\ &= 4500 \cdot \left[\frac{\chi_{0.1}^2[2]}{2 \cdot 22 \cdot \ln(1-0.1)^{-1}} \right]^{\frac{1}{4.27}} = 4490 \end{aligned}$$

여기서 t_n : 시험시간

n : 시료수

c : 합격판정개수

B_{100p} : 보증수명

p : 불신뢰도(B_{10} 수명이면 0.1)

b : 소비자 위험(신뢰수준 90 %이면 0.1)

가속수명시험시간을 산출해보면

$$t_{na} = \frac{t_n}{AF} = \frac{4460}{5} = 892 \approx 900 \text{시간}$$

여기에서 t_{na} : 가속수명시험시간
 t_n : 정상수명시간

본 평가에서는 LED 교통신호등용 모듈 22개를 900시간 동안 수명시험을 하여 무고장일 경우 신뢰수준 90 %에 B_{10} 수명 4,500시간을 보증하는 것으로 판정한다.

4. 결론

본 논문에서는 LED 교통신호등의 신뢰성향상을 위해 신뢰성평가기준인 성능시험, 환경필드 시험 및 신뢰성평가시험에 대한 기준을 제시하고, 실 측정 자료를 활용하여 수명시험시간을 산출하여 합격판정기준을 설정하였다.

LED교통신호등용 모듈에 대해서는 수명시험에 의한 신뢰성평가 시험을 실시하여 수명분포를 분석하고 그에 따라 형상모수, 척도모수 등을 산출하여 보증수명을 설정하였으나 시험계획 평가가 미흡하다 판단되어 차후에 전기스트레스 등의 다양한 스트레스를 동시에 인가한 영향 평가 시험을 지속적으로 실시하여 가속수명, 정상 사용 수명의 관계식 및 관련계수가 도출되면 규격을 개정할 때 반영토록 할 계획이다.

참고문헌

- [1] IEC 60810 (2003), Lamps for road vehicles – Performance requirements.
- [2] KS A 0068 (1988), 광원색의 측정방법.
- [3] KS C 0262 (2005), 전기 자기 적합성(EMC) 측정 일반.
- [4] KS C 1302 (1985), 절연 저항계(전지식).
- [5] KS C IEC 60050-845 (2009), 국제전기기술용어 – 제845장 : 조명.
- [6] KS Q 1003 (2006), 랜덤 샘플링 방법.
- [7] KS R 1066 (2005), 자동차용 램프류 배광 시험 방법.