

# 조명용 LED PKG 국제 표준화 동향

## 1. 서론

조명분야는 전체 전력 소비량의 약 20% 정도를 차지할 정도로 에너지 절감 영향력이 큰 산업 분야로 그 파급 효과가 커서 큰 관심을 얻고 있다.

또한 조명을 위한 여러 가지 광원 기술 중 LED 광원은 성능이 급격하게 개선되고 있고 향후 개선의 여지가 크다는 장점과 장수명 그리고 수은 등 인체에 유해한 물질을 사용하지 않아 친환경적이라는 점 때문에 조명에 가장 적합한 광원으로 각광을 받고 있다. 최근 활발히 개발되고 있는 감성조명용 LED조명은 시간이나 주변 환경 그리고 사용자의 감성에 맞추어 자유로운 색온도와 색좌표 및 광량 제어가 가능하여 인간의 감성과 교감하는 새로운 차원의 인간 중심 조명을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 이러한 LED 광원을 구성하는 LED PKG는 그 기술이 비교적 최근에 개발되었기 때문에 상대적으로 다른 광원에 비하여 안전, 성능 및 신뢰성에 대한 국제 표준이 아직 체계적으로 제정되지 않아 시장에서 수명이나 성능에 대한 논쟁이 발생하고 있는 것 또한 사실이다. 그러나 최근 IEC에 의한 국제 표준화 및 IES에 의한 de-facto 표준화가 활발히 이루어지고 있다. 본 고에서는 이러한 조명용 LED PKG의 국제 표준화 동향에 대하여 분석하고 대응 방향을 모색하고자 한다.

## 2. IEC의 조명용 LED PKG 표준화 동향

전기전자 분야의 안전 및 성능 표준을 담당하는 IEC(국제전기기술위원회, International Electrotechnical Commission)의 역할에 의하여 조명용 LED PKG 관련 표준역시 IEC에서 담당하고 있다. 조명용 LED PKG 관련 표준은 조명을 담당하는 IEC TC 34(Lamps and related equipment)에서 전담하고 있다.

전통조명에서는 램프나 등기구와 같이 완제품 관련 표준이 주를 이루었으나 LED 조명이 도입되면서 램프나 등기구 보다는 LED PKG에서 성능의 대부분이 결정되고 다양한 PKG 제조업체가 존재하고 있어 수요처인 램프 및 등기구 제조업체 입장에서는 조명용 LED PKG의 표준화에 대한 요구가 증가하고 있는 상황으로 IEC TC 34 내에서도 이러한 국제적인 요구를 반영하여 각국의 전문가를 구성하여 LED PKG의 표준화를 진행하고 있다. 현재 그림 1과 같이 LED binning 관련 표준이 2013년에 출판되었고, 이와 별개로 현재 3개의 표준이 제정 작업 중이다.

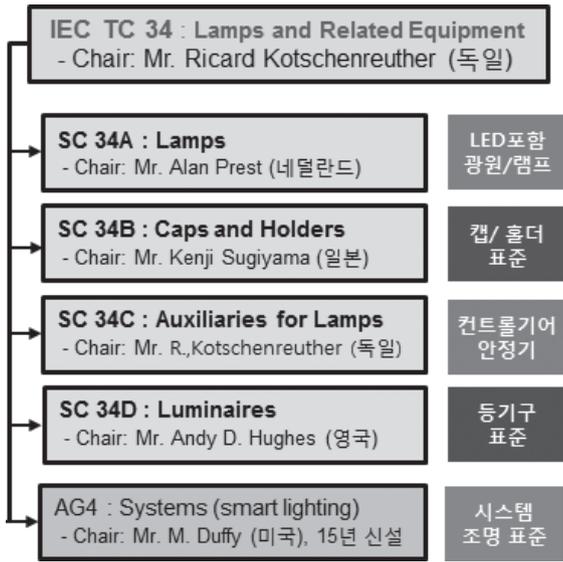
현재 조명업계에서 통용되고 있는 LED 제품의 색좌표 및 색온도는 미국



**강정모**  
한국기계전기전자시험연구원 전기전자산업본부  
책임연구원



**박석인**  
한국에너지기술연구원 선임연구원



순번	표준번호	타이틀	리더
1	IEC 62707-1 (2013년)	LED-binning - Part 1: General requirements and white colour grid	오스람
2	IEC 63031 (작업중)	LED packages - Long-term luminous flux maintenance projection	오스람
3	IEC 62861 (작업중)	Principal component reliability testing for LED light sources and LED luminaires	필립스
4	IEC 63xxx (작업중)	LED packages – Performance requirements	오스람

그림 1 IEC TC 34 현황 (왼쪽) 및 LED PKG 관련 표준 현황 (오른쪽)

표준연구소(NIST)에서 개발하여 2008년 출판된 미국국가 표준인 ANSI C78.377 을 따르고 있으며 우리나라의 LED 조명 제품 관련 국가표준인 KS 표준의 색온도도 이 표준을 적용하고 있다. ANSI C78.377 표준은 기존 전통조명의 색온도 및 색좌표를 따르기 보다는 LED의 제조공정에 적합한 binning 표준을 새롭게 제정하여 대부분의 LED 산업계는 이 표준을 적용하여 제품을 생산 및 판매하고 있다.

하지만 ANSI 표준은 단일 국가 표준으로 국제표준은 아니기 때문에 국제 표준화 기구인 IEC에서도 2013년 LED 제품의 binning 표준을 제정하였는데 이 표준이 IEC 62707-1이다. 그러나 IEC 62707-1 표준은 전장용 용도의 독일 국가 표준을 기초로 하여 제정되었기 때문에 아직까지 일반 조명용 제품에는 활발히 적용되고 있지 못하는 실정이다.

현재 LED 산업계에서 가장 큰 파급력과 영향력을 끼치고 있는 표준은 IES에서 출판한 LED PKG의 광속유지율 측정 표준인 IES LM 80과 이 LM 80 표준에 의거하여 얻은 광속유지율 데이터를 이용하여 수명예측을 하는 데 적용되는 IES TM 21 표준이다. IEC에서는 시장에서 널리 통용되고 있는 이 두 개의 표준에 근거하여 LED PKG의 수명 예측을 위한 국제 표준인 IEC 63031 (LED packages - Long-term luminous flux maintenance projection)을 제정 중이

다. IEC 63031에서는 IES LM 80에 준한 측정 방법을 통하여 LED PKG의 광속유지율 데이터를 얻고 이렇게 얻은 데이터를 이용하여 IES TM 21에 의한 지수함수를 이용하여 외삽하여 LED PKG의 수명을 예측하게 된다. 그러나 TM21을 적용하는 경우 때때로 수명이 발산하는 경우가 발생하는데 이 경우 오스람에서 제안한 border function이라는 함수를 이용하여 보수적으로 (worst case) 수명을 보증하게 된다. 또한 추가적으로 부속서에 아레니우스 모델을 적용한 온도가속에 의한 수명예측 방법을 기술하여 향후 이 부분에 대한 충분한 연구결과가 도출되면 이를 수명예측에 반영할 계획이다. IEC 63031 표준의 개발에는 국내 LED PKG 업체인 삼성전자, LG이노텍, 서울반도체에서도 LED PKG의 수명 데이터를 제공하여 같이 참여하였으며 전체 9개 업체의 LED PKG의 수명 데이터가 검토되었다. 이 표준은 그림 2와 같이 현재 CDV 단계로 현재 각 회원국에 회람중이며 올해 8월 12일까지 표준 draft에 대한 각국의 의견을 수렴할 예정이다.

수명 이외에 중요한 지표중의 하나는 신뢰성이며, IEC/TS 62861 표준은 LED PKG를 포함한 주요 부품의 신뢰성 시험 방법 및 기준에 관한 표준이다. 이 표준은 본래 LED 모듈 성능 표준(IEC 62717)과 등기구 성능 표준(IEC 62722-2-1)에서서 최대 6,000시간에 이르는 유지율 시험을 줄이기 위

	<b>34A/1897/CDV</b> <b>COMMITTEE DRAFT FOR VOTE (CDV)</b> <b>PROJET DE COMITÉ POUR VOTE (CDV)</b>						
	<table border="1"> <tr> <td>Project number Numéro de projet</td> <td colspan="2">IEC 63013 Ed. 1.0</td> </tr> <tr> <td>IEC/TC or SC: CEI/CE ou SC:</td> <td><b>SC 34A</b></td> <td>Secretariat / Secrétariat <b>GB</b></td> </tr> </table>		Project number Numéro de projet	IEC 63013 Ed. 1.0		IEC/TC or SC: CEI/CE ou SC:	<b>SC 34A</b>
Project number Numéro de projet	IEC 63013 Ed. 1.0						
IEC/TC or SC: CEI/CE ou SC:	<b>SC 34A</b>	Secretariat / Secrétariat <b>GB</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> Submitted for parallel voting in CENELEC <input checked="" type="checkbox"/> Soumis au vote parallèle au CENELEC	<table border="1"> <tr> <td>Date of circulation Date de diffusion</td> <td><b>2016-05-20</b></td> <td>Closing date for voting (Voting mandatory for P-members) Date de clôture du vote (Vote obligatoire pour les membres (P))</td> <td><b>2016-08-12</b></td> </tr> </table>	Date of circulation Date de diffusion	<b>2016-05-20</b>	Closing date for voting (Voting mandatory for P-members) Date de clôture du vote (Vote obligatoire pour les membres (P))	<b>2016-08-12</b>		
Date of circulation Date de diffusion	<b>2016-05-20</b>	Closing date for voting (Voting mandatory for P-members) Date de clôture du vote (Vote obligatoire pour les membres (P))	<b>2016-08-12</b>				
Titre : IEC 63013 Éd. 1: LED encapsulées - Projection concernant la conservation du flux lumineux à long terme - Title : IEC 63013 Ed. 1: LED packages - Long-term luminous flux maintenance projection							

그림 2 IEC의 LED PKG 수명 예측 표준 현황

	<b>34A/1884/DTS</b> <b>DRAFT TECHNICAL REPORT</b>									
	<table border="1"> <tr> <td>Project number</td> <td colspan="2"><b>IEC/TS 62861 Ed. 1.0</b></td> </tr> <tr> <td>IEC/TC or SC <b>34A</b></td> <td>Secretariat <b>BSI</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distributed on <b>2015-12-18</b></td> <td>Voting terminates on <b>2016-03-18</b></td> <td></td> </tr> </table>		Project number	<b>IEC/TS 62861 Ed. 1.0</b>		IEC/TC or SC <b>34A</b>	Secretariat <b>BSI</b>		Distributed on <b>2015-12-18</b>	Voting terminates on <b>2016-03-18</b>
Project number	<b>IEC/TS 62861 Ed. 1.0</b>									
IEC/TC or SC <b>34A</b>	Secretariat <b>BSI</b>									
Distributed on <b>2015-12-18</b>	Voting terminates on <b>2016-03-18</b>									
Title <b>IEC/TS 62861 Ed. 1: Guide to principal component reliability testing for LED light sources and LED luminaires</b>										

그림 3 IEC의 LED PKG를 포함한 주요 부품 신뢰성 표준 현황

한 방편으로 추진되었으나 합의에 많은 시일이 소요되어 모듈에서 LM 80 데이터를 보유한 LED PKG를 사용하는 경우에 유지율 시험을 1,000시간으로 단축하는 별도의 방안이 마련되어 본연의 취지와는 달리 주요 부품의 신뢰성 및 장기 수명을 예측하기 위한 표준으로 변경되어 추진되고 있다.

주로 고온고습, 열충격, ESD 등 전자부품의 신뢰성 표준 항목을 LED PKG에 맞게 수정하여 적용하고 있다. 지난 3월까지 각국의 의견을 수렴하여 반영하는 작업을 진행 중이다.

마지막으로 LED PKG의 성능표준은 램프나 등기구 제조사에서 그 필요성을 강하게 주장하여 작업 중인 표준으로, 여러 LED PKG 제조사가 각자 저마다의 기준과 지표를 이용하여 data sheet를 제공하므로 인해 램프나 등기구 업체가 추가적인 평가를 진행하게 되어 이에 대한 문제점을 해

결하기 위한 것이다. 즉, 표준화된 지표와 동일한 시험조건으로 얻어진 데이터를 이용하여 LED PKG의 data sheet를 제공하자는 것이 주요 내용이며 세부 항목으로는 색온도, 광속, 색좌표 binning, 광도분포, 전기적 동작 조건, 열저항 등이 있다. 본래 LED PKG의 통일화된 data sheet에 대한 수요는 몇 년 전부터 지속적으로 제기되었으며 독일과 미국에서 각각 국가 표준으로 추진되었으나 미국이 한 걸음 빨리 2015년 ANSI C78.374 (American National Standard for Electric Lamps – Light-Emitting Diode Package Specification Sheet for General Illumination Applications)를 출판하였다. IEC에서는 이 ANSI C78.374를 기반으로 표준화 작업 중이며 대부분의 내용이 동일하며 NP draft가 각국 의견수렴을 위해 2016년

말에 회람될 예정이다.

본 절에서는 IEC의 LED PKG 관련 표준 동향을 살펴보았다. LED PKG 관련 표준은 미국이 IES와 ANSI를 통하여 선점함으로써 국제 표준을 선도하여 있으며 IEC에서도 사안에 따라 중요성을 고려하여 미국표준을 기반으로 국제표준을 추진하고 있는 실정이다. 우리나라가 미국 내 표준화에 참여하는 것은 어려운 실정이어서 사실상 IEC 표준화에 참여하여 주요 LED PKG의 표준화에 우리나라의 의견을 반영하는 것이 현실적인 대응 방안이 되고 있다. 또한 IEC 표준은 국제 표준으로써 통용되고 있고, 각 국가에서는 이를 기반으로 자국 표준과 부합화 해야 하는 의무가 있다. IHS의 자료에 의하면 2015년 기준으로 글로벌 조명용 LED PKG 시장의 4위, 5위, 6위 업체가 우리나라 기업일 만큼 큰 비중을 차지하고 있다. 조명용 LED PKG 시장에서 시장 침투율을 높이기 위해서는 IEC의 LED PKG 관련 표준에 대한 적절한 대응 및 궁극적으로 표준화에 참여하여 각 기업의 의견을 반영하는 일이 중요한 상황이다.

### 3. IES의 조명용 LED PKG 표준화 동향

앞에서도 언급하였듯이 2008년 최초로 출판된 IES LM 80 이후로 LED PKG의 표준을 선도하고 있는 것은 미국의 IES(국제조명공학회, Illuminating Engineering Society)이다. IES는 그림 5와 같이 조명분야에 있어 자체 표준화는 물론 사안에 따라 미국 국가표준인 ANSI 표준의 제정을 담당하며 산하에 측정절차 표준 위원회를 구성하여 운영하고 있으며 특히 반도체 조명 측정절차 표준 위원회에서 LED PKG 관련 표준화 업무를 담당하고 있다.

일례로 IES LM 80 표준은 최초 제정되었던 2008년 당시에는 IES 표준이었지만, 2015년 개정 시에는 ANSI/IES표준으로 격상되었다. 2008년 이후로 IES는 LED PKG 분야에 대하여 지속적인 표준화를 추진하였으며 2011년 LED PKG의 수명 예측 방법인 IES TM 21을 출판하였다. 현재는 그림 6과 같이 총 12개의 표준을 개정 또는 제정하고 있으며 주요 LED PKG 표준은 다음과 같다.

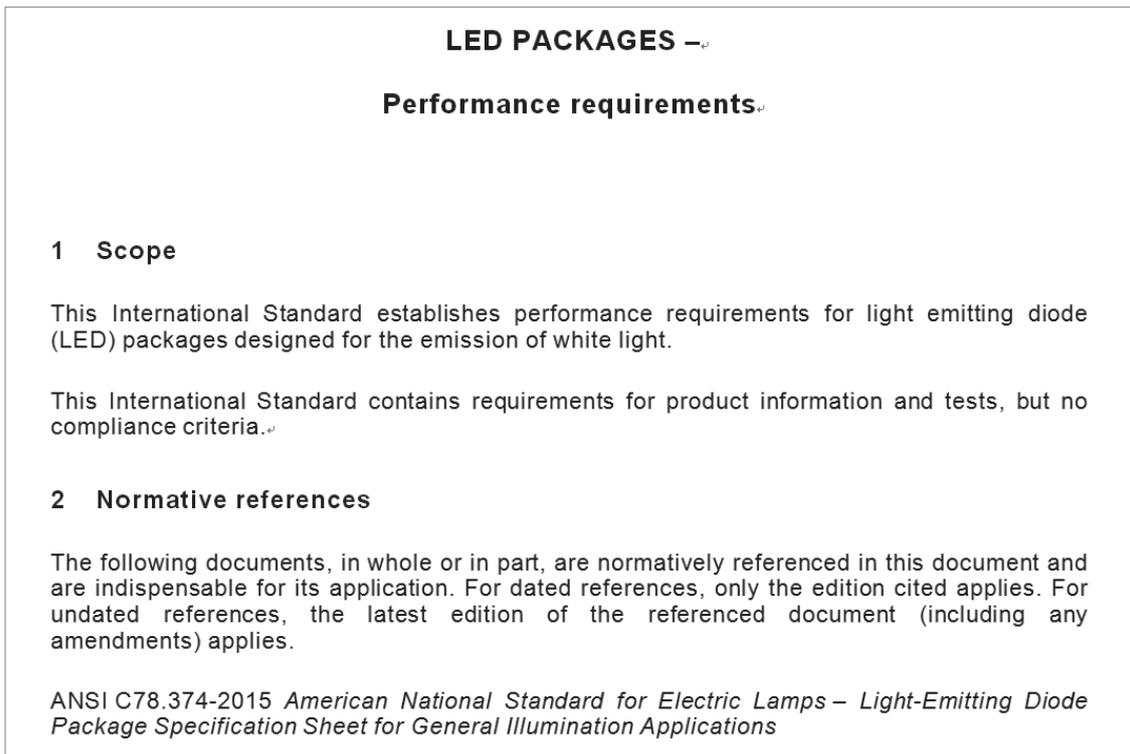


그림 4 IEC의 LED PKG 성능 표준

ANSI/IES LM 80(IES Approved Method: Measuring Luminous Flux and Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules)표준은 2015년에 개정 출판되어 LED PKG의 광속, 광자 및 복사속 유지율 및 색좌표 유지에 대한 측정 방법을 다루고 있으며 기존 2008년 판이 정전류 구동 측정법만을 기술하고 있는 것과 달리 PWM 전류, 정전압 및 AC 전압 구동에 의한 측정법을 포

함하여 그 적용범위를 넓히고 있다.

IES LM 87(IES Approved Method for Projecting Failure Rate of LED Packages)표준은 LED PKG의 신뢰성 측정방법 및 기준을 다루고 있으며 고온고습, 열충격, ESD 등에 대한 항목을 기술하고 있다. 주로 JEDEC 표준에 근거한 전자부품의 신뢰성 표준을 LED PKG에 접목하는 방향으로 표준화가 이루어지고 있으나, 앞서 언급한 IES/TS

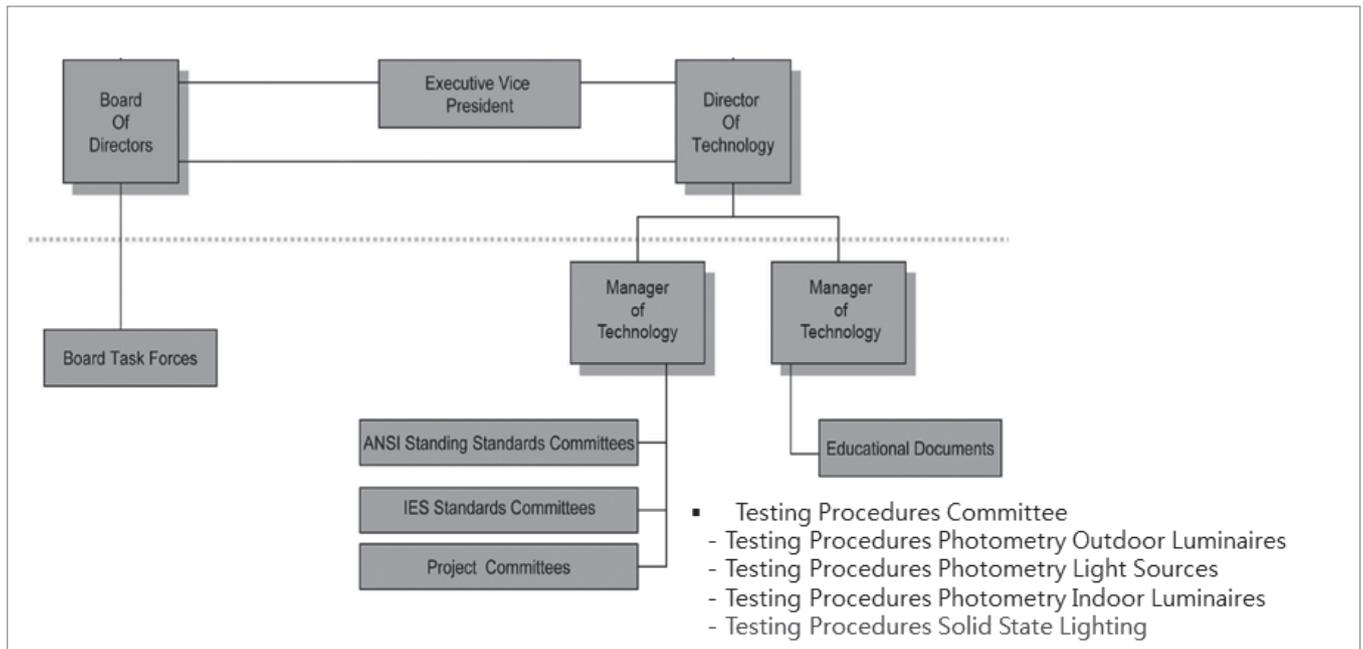


그림 5 IES의 현황 및 측정 절차 표준화 위원회

순번	표준번호	타이틀	진행상황	리더
1	LM80-15	IESNA Approved Method for the Measurement of Lumen Maintenance of LED Light Sources	15년판 출판 완료	Vetrex
2	LM85-14	High Power LED Measurement	14년 출판 완료	NIST
3	LM86-1X	Measuring Remote Phosphor Systems Change Over Time	Draft 작성중	PNNL
4	LM87-1X	Robustness Testing	Draft 작성중	OSRAM
5	LM88-1X	AC LED Measurements	Draft 작성중	NIST
6	TM21-11	LED Lumen Maintenance	개정 Draft 작성중	PNNL
7	TM26-1X	Projection of LED Rated Life	Draft 작성중	OSRAM
8	TM29-1X	Projecting Long Term Lumen Maintenance of Remote Phosphor Components	Draft 작성중	OSRAM
9	TM31-1X	TM Color Projection Over Time	Draft 작성중	CREE
10	TMXX-1X	TM for application of lumen maintenance test reports for long term maintenance projections	Draft 작성중	CREE
11	TMXX-1X	TM for guide for statistical comparison of lumen maintenance test reports for long term maintenance projections	Draft 작성중	OSRAM
12	TMXX-1X	Spectral Change Projection for LEDs	Draft 작성중	OSRAM

그림 6 IES의 LED PKG 관련 표준 제/개정 현황

62861 표준과 중복 되는 부분이 많아 진행 현황을 고려하여 표준화 추진 예정이다.

IES TM-26(Methodologies for Projecting Failure Rate of LED Packages)표준은 LED PKG의 고장률 계산 및 표현에 대한 표준이다. 현재 LED PKG의 고장은 광속의 저하에 의해 수명이 다하는 것만을 고려하고 있으나 실제 LED PKG의 경우 와이어가 끊어지거나 발광 활성층의 파괴 등으로 빛이 전혀 방출되지 않은 형태의 급작 고장도 존재하는데 실제 LED PKG에 있어 이러한 고장은 중요한 지표중의 하나가 된다. 이 표준에서는 LED PKG의 구동 온도와 전류에 대한 급작 고장률을 10억 시간에 대한 급작 고장 PKG의 수로 표현하는 방안을 검토하고 있다.

IES TM 31(Projecting Long-Term Color Maintenance of LED Packages, Arrays and Modules)표준은 LED PKG의 색편차 변화에 의한 수명을 예측하는 방법을 다루고 있다.

이 표준은 광속의 저하에 의한 LED PKG의 수명을 예측하는 IES TM 21 표준과 서로 연계하여 각각 광속의 저하와 색편차의 변화에 의한 LED PKG의 수명을 예측하게 된다. IES TM 31 표준 역시 IES TM 21과 동일하게 IES LM 80에 의하여 수집된 데이터를 활용하게 된다.

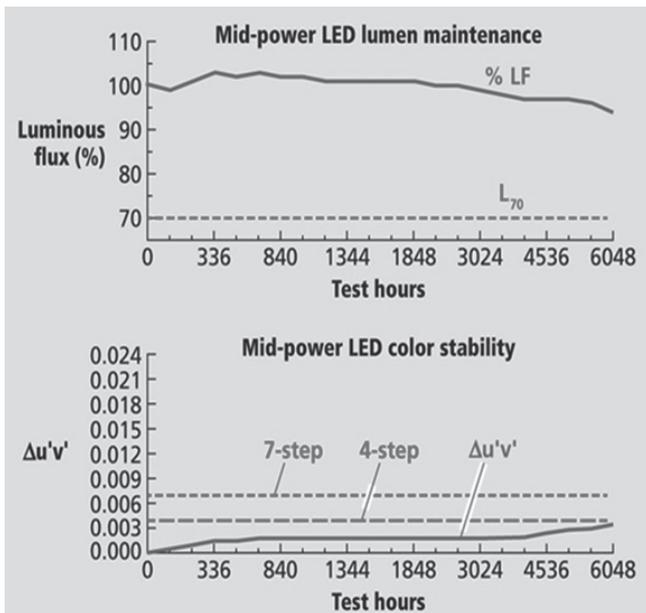


그림 7 IES TM 31에서 검토중인 색편차에 의한 수명 예측

일반적으로 고출력 LED PKG의 색편차 변화율은 중출력 LED PKG의 색편차 변화율보다 작는데 이는 고출력 LED PKG의 구성재료가 더 안정적이기 때문이다. 이 표준은 미국의 CREE가 리더로 추진 중인데 이는 고출력 LED PKG의 시장 점유율을 높이기 위한 하나의 방편으로 볼 수 있다.

## 5. 맺음말

본 고에서는 조명용 LED PKG 관련 국제 표준화 동향에 대하여 소개하였으며 특히 IEC와 IES의 LED PKG 표준에 대한 현황과 주요 논의 사항 그리고 향후 일정을 설명하였다. LED PKG는 특성상 조명을 이루는 하나의 부품이기 때문에 표준화 되었을 경우 이를 따르는 것과 그렇지 않은 것에는 커다란 차이가 존재한다. 일례로 국내 LED PKG 기업의 경우 사업화 초기에 IES LM 80 데이터가 없었기 때문에 시장에 진입하는데 최대 2년 이상의 추가 시간이 소요되어 시장 점유율을 확보하는데 커다란 장애 요소가 되었다. 현재 IEC나 IES에서는 LM 80과 유사한 다양한 LED PKG 표준화가 이루어지고 있으며 이를 간과할 경우 그 때와 똑같은 실기를 범할 가능성이 충분한 실정이다. 본 고를 통하여 LED PKG 표준에 대한 관심과 협력이 이루어져 국제 표준화에 아국의 참여를 돕고 국내 LED PKG 산업 발전에 조금이라도 기여하고자 한다.

### 저 · 자 · 소 · 개

#### 강정모

- 2006년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사).
- 2006~2009년 LG 전자기술원 및 LG 이노텍 LED 연구소 책임연구원, 2010~2015년 삼성전자 LED 사업부 차장,
- 현재 한국기계전기전자시험연구원 조명지원센터 책임연구원 근무. 주요 연구 분야는 조명 분야 표준화 및 R&D.

#### 박석인

- 1997년 POSTECH
- 전기전자공학과 졸업, 1999년
- POSTECH 전기전자공학과 졸업(석사).
- 2010년 KAIST 전기 및 전자공학부 (박사수료).
- 현재 한국에너지기술연구원 선임연구원.