

# LED백라이트유닛의 측정방법 표준화

조미령 (한국조명연구원 전략기획단)

## I. 서론

발광다이오드(LED)가 생활조명 시장에 이어 각광받고 있는 분야가 바로 백라이트유닛(BLU)이다. LED BLU는 현재 냉음극형광램프(CCFL)를 대체할 신광원으로 디스플레이 업계에서 급속하게 세를 확장하고 있는 추세다. 현재 RGB LED를 사용하는 경우 규격상 전체 백색 상태의 소비전력이 CCFL 보다 30% 이상 높은 수준이다. 하지만 CCFL로는 불가능한 로컬디밍(화면분할구동)이 가능해 이를 적용하면 실제 사용 환경에서 CCFL보다 낮은 소비전력을 구현할 수 있다는 게 업계 전문가들의 설명이다.

현재 한국조명연구원에 LED 백라이트유닛의 측정방법에 대해 국가 표준(KS; Korean Standards)으로 제정되었으며, 국제 표준(IEC;International Electrotechnical Commission)으로 제안하여 표준화 진행 중이다. 본고에서는 국가 표준 및 국제 표준화를 추진 중인 LED BLU에 대한 개요 및 표준화 동향에 대한 소개를 하려고 한다.

## II. 국제전기기술위원회 소개

평판디스플레이 분야에 대한 국제 표준화 작업은 국제전기기술위원회(IEC;International Electrotechnical Commission) 기술위원회(TC;Technical Committee) 110에서 한국과 일본 등의 디스플레이산업 선진국 주도로 적극 추진 중이며, 우리나라에서는 관련 표준을 적극적으로 제안하고 국

가 표준으로 부합화하여 사용하는 상황이다.

IEC TC 110의 적용 범위는 LCD, PDP, OLED, 3D, NVD, Flexible display, BLU 등과 같은 평판디스플레이 관련된 표준화이며 6개의 워킹그룹과 3개의 프로젝트팀으로 구성된다. 조직도는 [그림 1]과 같다.

현재 회원국은 26개국으로 투표권을 갖고 있는 P-member(한국, 미국, 네덜란드, 중국, 일본 등 11개국)와 투표권을 갖지 못한 O-member(폴란드, 오스트리아, 스페인, 말레이시아 등 15개국)로 구성되어 있다.

백라이트 관련된 국제표준은 용어정의(일본)와 품목규격(한국, 중국) 그리고 측정방법(한국, 일본)에 대하여 3가지 종류가 표준화를 추진 중이며, 그 중에서도 LCD 백라이트로 채용되는 LED BLU 측정방법에 관한 국제표준(IEC)은 한국조명연구원에서 제안하여 프로젝트리더로 활동 중이고, CDV(Committee Draft for Voting)가 마무리되어 최종 출판을 위한 국제표준 최종안(FDIS;Final Draft International Standard)이 진행 중이며 내년 정도에는 출

Working Groups	
WG 2	Liquid crystal display devices
WG 4	Plasma Display Panels
WG 5	Organic light emitting diode displays (OLED)
WG 6	3 Dimensional display devices (3DDD)
WG 7	Nonvolatile display devices (NVD)
WG 8	Flexible display devices (FDD)
Project Teams	
PT 62595	Measurement methods of LED backlight unit for liquid crystal displays
PT 62595-1-1	Generic specifications for LCD Backlight unit.
PT 62595-1-2	Terminology and letter symbols for LCD Backlight Unit

[그림 1] IEC TC 110 구성도

판될 예정이다.

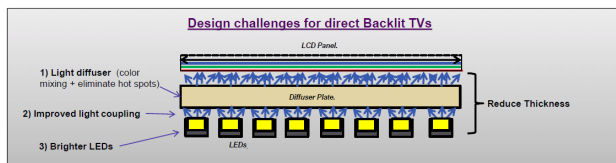
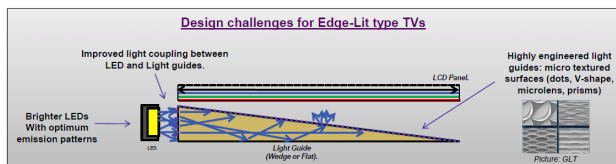
이에 앞서 동 규격은 액정 디스플레이 소자 - 액정 디스플레이용 백라이트 유닛의 측정방법(KS C 7110)으로 2007년도에 이미 제정되었으며, 국제표준이 완성되는 것에 따라 부합화하여 개정할 계획이다.

### Ⅲ. LED BLU의 측정방법 표준화

#### 1. LED BLU의 개요

LED BLU의 구동방식은 크게 측면발광(Edge Lighting)과 직하방식(Direct Lighting)으로 구분하며 LED 광원의 타입별로 특징점은 [그림 2]와 같다.

		Overview	Thin TV	Color Gamut	Energy Consumption	Cost	Contrast Ratio
By light source type	White LEDs	White Led = Blue LED + Yellow Phosphors Spectrum is poor in the red	/	Poor	Excellent	Low	/
	White + Red	Add Red LEDs to enhance color gamut bad adding red into the spectrum	/	Good	Good	Medium	/
	RGB	Increased color gamut	/	Excellent	Good	High	/
By design type	Direct Lighting	LEDs located behind the screen (facing the viewer)	Bad	/	Poor	High	Good
	Edge Lighting	LED on the edge of the screen. Light spreads across the surface in a light guide.	Good	/	Excellent	Low	Poor



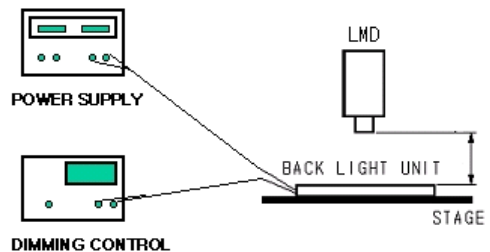
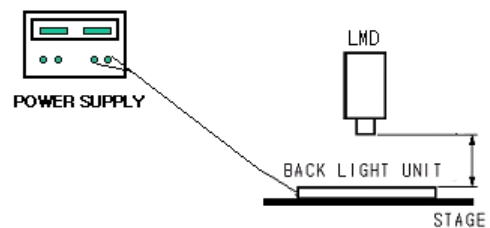
[그림 2] LED BLU의 구동방식

#### 2. LED BLU의 측정 조건

모든 측정은 충분한 워밍업 시간(warm-up time) 이후에 이루어져야 하며 일반적인 환경조건은 25°C±3°C 온도 및 상대습도 25%~85% 그리고 대기압 86~106kPa이다. 특별한 환경 조건은 IEC 61747-6을 따른다.

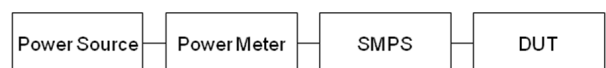
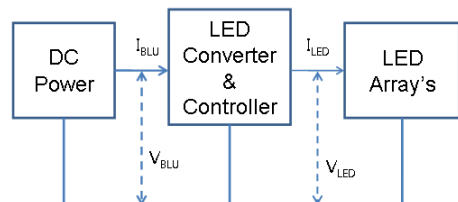
DUT(Device Under Test), LMD(Light Measuring Device), SMPS(Switching-Mode Power Supply), 측정 장치 등은 [그림 3]과 같이 설정한다.

과도 측정은 BLU의 중앙 지점에서 측정 휘도의 변동이 IEC 61747-6에 지정된 범위 이하가 될 때까지 수행 및 기록되어야 한다. [그림 4]에서와 마찬가지로, LED 백라이트의 휘도는 LED 출력의 과도 온도의 특성에 의해 영향을 받는다. 접합 온도가 안정된 상태에 도달할 때까지 특정 시간이 걸린다. 모든 측정 조건은 위와 같다.

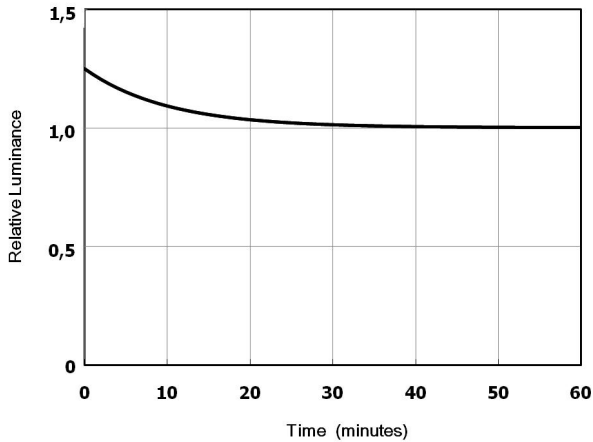


Power Consumption of LED BLU  $P_{BLU} = V_{BLU} \times I_{BLU}$

Power Consumption of LED  $P_{LED} = V_{LED} \times I_{LED}$



[그림 3] LED BLU의 측정 셋업



[그림 4] BLU Warm-up time 특성의 예시

### 3. LED BLU의 전기적 특성 측정방법

#### (1) 측정 조건

BLU는 [그림 1]과 같이 측정 위치에 배치되어야 하며 위의 모든 조건을 만족해야 한다.

전기적 특성을 측정하기 위하여 BLU의 초기 전기적 구동 조건(즉, 아날로그 입력 전압 또는 디지털 입력 신호)을 인가하고 안정화 상태에 도달하기 위하여 지정된 워밍업 시간 동안 대기 후 시작한다.

#### (2) 입력 전류

주어진 조건에서 [그림 3]과 같이 전류 측정 장비를 이용하여 입력 전류를 측정한다.

#### (3) 입력 전압

주어진 조건에서 [그림 3]과 같이 전압 측정 장비를 이용하여 입력 전압을 측정한다.

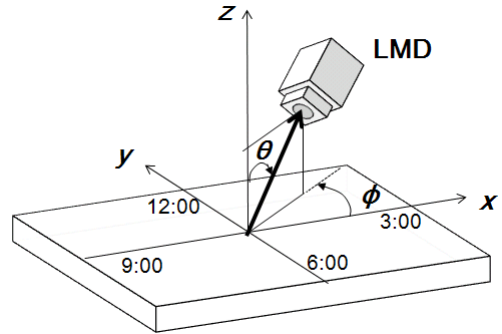
#### (4) 소비 전력

주어진 조건에서 [그림 3]과 같이 전력 측정 장비를 이용하여 소비 전력을 측정한다.

### 4. LED BLU의 광학적 특성 측정방법

#### (1) 측정 조건

BLU는 [그림 1]과 같이 측정 위치에 배치되어야 하며



[그림 5] 각도( $\theta$ )와 방위각( $\phi$ )

위의 모든 조건을 만족해야 한다. 광학적 특성을 측정하기 위하여 BLU의 초기 전기적 구동 조건(즉, 아날로그 입력 전압 또는 디지털 입력 신호)을 인가하고 안정화 상태에 도달하기 위하여 지정된 워밍업 시간 동안 대기 후 시작한다.

기본적으로, 이 표준의 측정은 DUT와 LMD 사이에 다양한 각도에서 수행되어야 한다. 좌표값 ( $\theta$ ,  $\phi$ )에서  $\theta$ 는 각도로  $\phi$ 은 방위각으로 표시한다.

#### (2) 휘도

휘도는 설계된 시야 방향에서 주어진 조건하에 암실에서 측정하며 측정 방법은 아래와 같다.

(a) DUT를 위치시킨다.

(b)  $\theta$ 와  $\phi$  각도에 따라, 지정된 시야 방향에 LMD를 조정한다.

(c) DUT에 입력 신호의 값을 공급한다. 그런 다음 휘도  $L_{vi}$ 을 ( $\theta$ ,  $\phi$ )을 구하는 위치 파이어에서 DUT를 측정한다.( $i=0$ 의 경우, 측정 위치는 BLU의 활성 영역의 중심을 의미한다.)

LMD는 신중하게 다음과 같은 체크포인트를 고려, 측정하기 전에 확인하여야 한다.

- Sensitivity of the measured quantity to measuring light;
- errors caused by veiling glare and lens flare(i.e., stray light in optical system);
- timing of data-acquisition, low-pass filtering and

aliasing-effects;

· linearity of detection and data-conversion

(3) 휘도 균일도

휘도 균일도, U는 휘도가 활성 영역의 표면을 통해 얼마나 지속적으로 잘 유지되는지가 계산된 값이며 휘도 측정 자체와 밀접하게 관련되어 있다.

휘도 균일도 측정은 측정점 위치에 민감하다. BLU 표면 위 측정 위치에 대한 일반적인 레이아웃은 [그림 6]과 같다.

휘도 균일도, U는 널리 업계에서 사용하는 다음 네 가지 수식 중 하나를 사용하여 계산된다.

$$U = \frac{L_{vm}}{L_{vM}}$$

$$U = \frac{L_{vM}}{L_{vm}}$$

$$U = \frac{L_{vM} - L_{vm}}{L_{vM}}$$

$$U = \frac{L_{vM} - L_{vm}}{L_{va}}$$

- $L_{vM}$  [그림 6]의 측정 위치에서 측정된 최대 휘도값
- $L_{vm}$  최소 휘도값

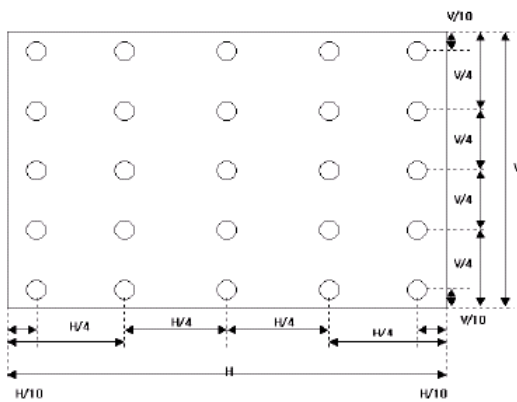


Figure 5a  
25 measuring points

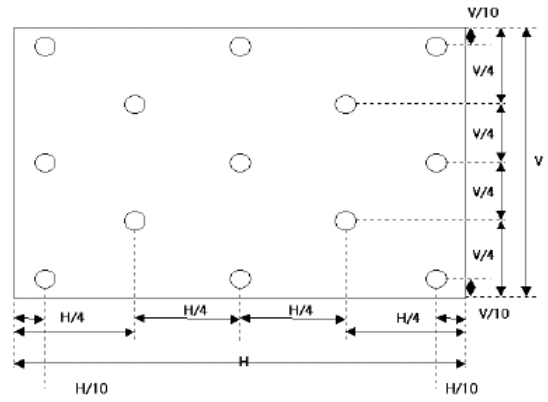


Figure 5b  
13 measuring points

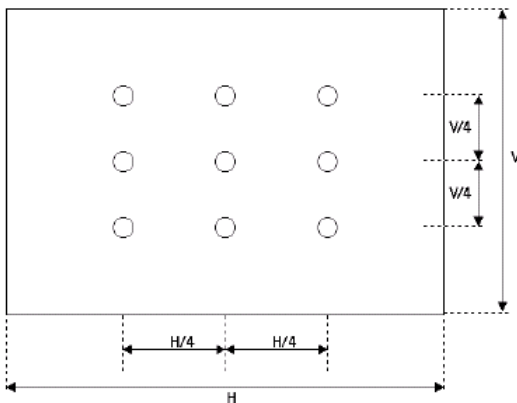


Figure 5c  
9 measuring points

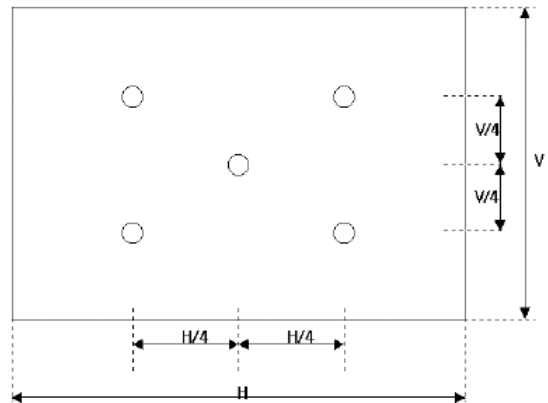


Figure 5d  
5 measuring points

[그림 6] 측정 위치 레이아웃의 예

$$L_{va} = \sum_{i=1}^N \frac{L_{vi}}{N}$$

- N 측정 위치의 개수
- $L_{vi}$  임의의 측정위치에서의 휘도값

휘도 균일도 U의 일반적인 측정 절차는 다음과 같다. 먼저, 지정된 입력 전류 및 전압을 측정하고자 하는 BLU에 공급한다. 둘째, 휘도는 BLU(5, 9, 13 또는 25 측정점)의 각 지점에서 측정한다. 기본적으로, 이러한 측정은 정상적인 각도에서 일반적으로 수행된다. 그러나 다른 각도도 특정 목적으로 고려될 수 있다.

(4) 스펙트럼 전력분배

스펙트럼 전력 분배  $S(\lambda)$ 는 분광계 또는 이에 상응하는 광학기구를 사용하여 측정한다. 기본적으로 측정 절차는 4.2항과 4.3항에 따라 수행한다.

(5) 색도 좌표

활성 영역의 BLU 표면에서의 CIE 1931 색도 좌표, x, y, z는 tristimulus 값을 사용하여 얻을 수 있으며, X, Y, Z는 4.4항(IEC 62595-1-2 참고)에서 주어진 스펙트럼 전력 분배  $S(\lambda)$  측정값으로 계산한다. 기본적으로, 이러한 측정은 정상적인 각도에서 일반적으로 수행된다. 그러나 다른 각도도 특정 목적으로 고려될 수 있다.

(6) 색도 균일도

색도 균일도,  $\Delta u'v'$ 는 기본적으로 다음과 같은 방정식을 사용하여 BLU 표면의 센터와 다른 지점 사이의 CIE 1976 색도 차이를 사용하여 평가한다.

$$\Delta u'v' = \text{Max}[\{(u'_i - u'_{center})^2 + (v'_i - v'_{center})^2\}^{1/2}]_{i=1,2,3,\dots}$$

- $u' = 4x / (-2x + 12y + 3)$
- $v' = 9y / (-2x + 12y + 3)$
- x, y, z는 CIE 1931 색도좌표

[그림 6]에 표시된 동일한 측정 포인트를 사용해야 한다.

(7) 상관 색온도

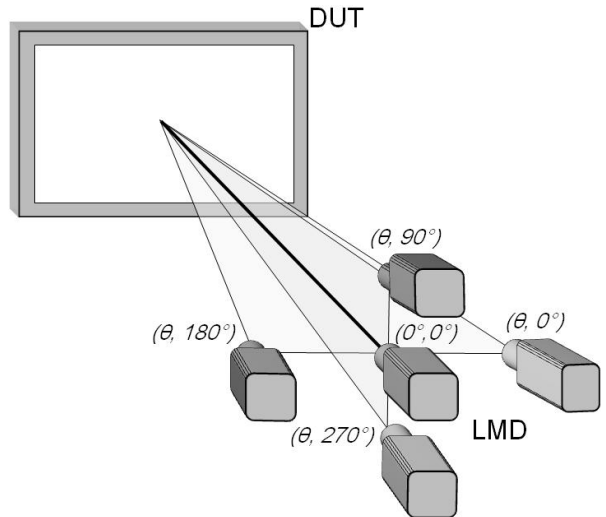
상관 색온도(CCT)는 IEC 60050-845:1987(845-03-50)에서 정의된다. 측정된 데이터로부터 계산 방법은 기본적으로 CIE 15:2004에 기반한 색도 좌표에 따라 달라진다.

참고: 로버트슨의 절차는 실제 컴퓨팅 프로그램에 사용할 수 있다.

(8) 각도별 휘도 균일도

LED BLU의 각도별 성능은 전체 디스플레이 성능에 직접적으로 영향을 준다. 4.1항에 정의된 극좌표 시스템  $(0^\circ, 0^\circ)$ ,  $(\theta, 0^\circ)$ ,  $(\theta, 90^\circ)$ ,  $(\theta, 180^\circ)$  그리고  $(\theta, 270^\circ)$  각도에서 휘도값은 [그림 7]과 같이 측정한다. 필요한 경우 추가 각도 측정도 가능하다.

위의 측정은 각도별 휘도 균일도를 얻기 위하여 [그림 6]에 표시된 BLU의 각 지점에서 수행되어야 한다.



[그림 7] 각도별 휘도 균일도 측정

(9) 각도별 색 균일도

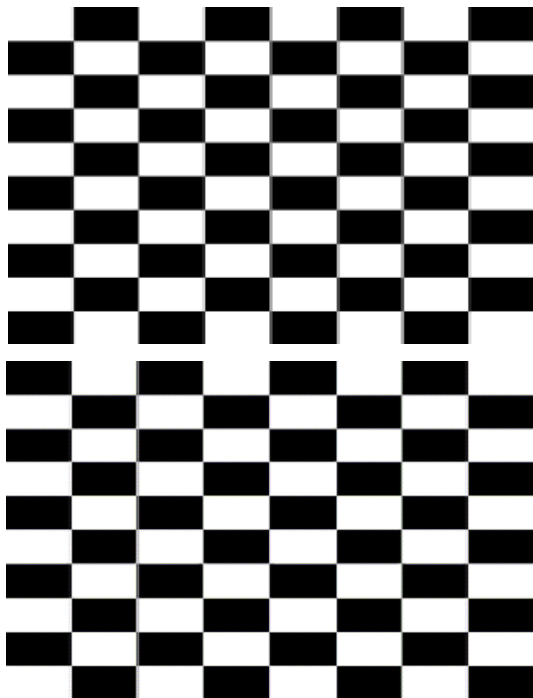
BLU의 각도별 색 균일도는 전체 디스플레이 각도별 성능에 영향을 준다. 각도는 4.9항에 주어진 각도별 휘도 균일도와 같은 방식으로 선택할 수 있다. 정상적인 각도와 나머지 네 가지 각도 사이의 색도 차이를 구하기 위하여 4.5항에 따라야 한다.

### (10) Block-wise BLU 측정방법

Block-wise BLU의 측정은 때로 실용적인 방식으로 LCD 모듈로 LCD 패널과 함께 수행됩니다. 그러나 또한 평가 결과가 LCD 패널의 성능에 의해 영향을 받는다는 점을 언급해야 한다.

#### 10.1 일반 요구사항

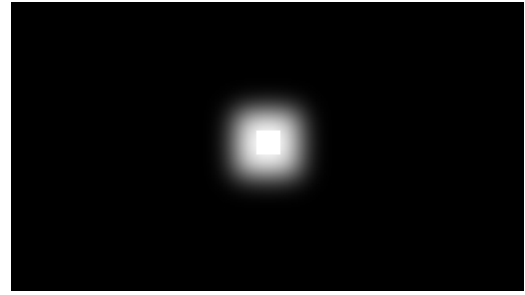
Block-wise BLU는 LCD가 adaptive dimming 기술을 적용하는 데 사용된다. 각 블록은 전기적이고 광학적으로 최적의 제어가 되어야 한다. 블록 분할의 세부 사항은 전체 디스플레이 디자인에 따라 결정된다. 따라서 Block-wise BLU는 adaptive dimming 기술을 적용 전체 시스템을 위해 block-by-block으로 측정해야 한다. Block-wise 바둑판 시험 패턴의 예제는 [그림 8]에 표시되어 있다.



[그림 8] Block-wise BLU 시험패턴(8×10 세그먼트)의 예

#### 10.2 Incoherent point spread function

하나의 블록이 켜지고 나머지 블록이 꺼지면 Incoherent point spread function(I-PSF)은 부분적으로 휘도 프로파일이 바깥쪽으로 확산되는 것으로 정의된다. I-PSF의 예는

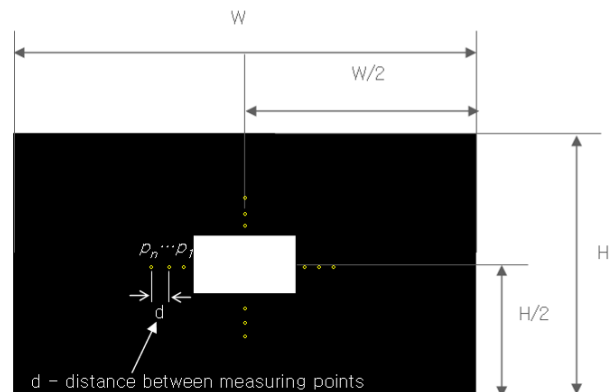


[그림 9] Incoherent point spread function의 예

[그림 9]에 표시된다. I-PSF의 휘도 프로파일은 4.2항에서 하나의 휘도를 측정하는 것과 같은 LMD를 사용하여 측정하거나 기타 적절한 LMD를 사용하여 측정하여야 한다.

I-PSF를 측정하기 위해 [그림 10]과 같은 시험 패턴을 제안하였다. 측정을 위하여 테스트 패턴에서 백라이트 유닛의 최소 블록은 다른 모든 영역이 꺼져있는 동안 켜지도록 설정한다. 측정 포인트의 개수는 제조업체에 의해 결정된다. 측정 영역이 온과 오프 영역사이의 보더를 커버해야하므로 LMD의 조리개와 LMD와 BLU 사이의 측정 거리는 신중하게 선택해야 한다. LMD의 조리개 각도는 BLU의 최소 블록 및 측정 거리에 의해 형성되는 각도보다 충분히 작아야 한다. 모든 측정 조건은 4.2항(휘도 측정 방법)에 따른다.

I-PSF의 값은 켜진 BLU 블록 근처의 휘도 값을 기준으로 계산할 수 있다. 아래의 수식은 I-PSF의 계산 방법을 보여준다.



[그림 10] I-PSF 측정을 위한 시험 패턴의 예

$$I-PSF = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} [(L_{p_i} - L_{p_{i+1}}) / d]}{n-1}$$

$L_{p_i}$ : 측정점  $p_i$ 의 휘도

$d$ : 측정점 간의 거리

### 10.3 Block-by block 균일도

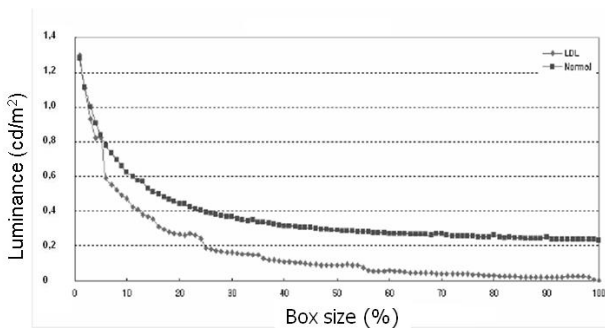
I-PSF의 block-by-block 균일도 평가를 위하여 [그림 8]과 같은 block-wise 바둑판 시험 패턴을 사용해야 한다. 세 개의 균일도 값이 이러한 block-block 균일도를 평가하기 위해 계산될 수 있다. 그것은 휘도, 색 그리고 I-PSF 균일도이다. 휘도, 색 그리고 I-PSF에 대한 균일도 값은 섹션 4.3항의 수식에 따라 계산할 수 있다.

### 10.4 누화

누화는 ON-블록에서 인접한 블록으로 새어나가는 빛의 양을 나타낸다. 그것은 [그림 8] 또는 [그림 10]에 표시된 block-wise 바둑판 패턴을 사용하여 측정하여야



[그림 11] 누화 패턴의 예



[그림 12] 누화 측정의 예

한다.

누화의 측정은 흰색 배경과 그림 10에 표시된 블랙박스 패턴을 사용하여 실시하여야 한다. 박스는 활성 영역의 가로 및 세로 크기의 매 1%만큼씩 확장되어야 한다.

“normal”로 표시된 그래프는 adaptive dimming off의 결과이고 adaptive dimming on의 결과는 “Local Dimming Luminance(LDL)”로 표시된다. LDL 모드가 on인 경우 블랙박스의 크기가 최소 BLU 블록 크기보다 커지면, 누화가 크게 표시될 수 있다.

### 10.5 광 신호 대 잡음 비

광 신호 대 잡음(S/N) 비율은 자체적으로 블록의 인접 블록에 전송 발광 강도의 비율이다. 그것은 [그림 9]에 표시된 block-wise 바둑판 패턴을 사용하여 측정하여야 한다.

## IV. 결 론

LED BLU 전기적, 광학적 특성 측정방법에 대한 표준의 작성을 통해 BLU 관련 부품 표준화에 대한 세계시장의 진입기틀을 마련하고 세계 일류상품화 촉진을 가능케 할 수 있다. 또한 단체표준과 국가표준의 제안을 시작으로 국가 표준 및 국제 표준화의 초기단계부터 선도하여 국내 기술 및 산업을 보호하며 지속적인 국제표준화 활동 참여로 선진기술 동향을 파악하며 기술적 우위를 선점할 수 있다.

즉, 세계적으로 주도적인 BLU의 표준화를 통해 21C 국가 전략 기술 육성 정책에 부응하며 핵심 기술의 세계화 및 국가경쟁력 강화로 경제에 이바지할 것으로 기대된다.

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(신산업)[10040037, 쌍방향 정보교환기반 복합공간용 인텔리전트 IT조명 시스템 기술 개발] 연구 사업의 일환으로 수행하였다.

## 저 자 약 력

### 조 미 령



- 1997년 : 한국방송통신대학교 전자계산학 학사
- 1999년 : 광운대학교 전자공학 석사
- 2003년 : 광운대학교 전자공학 박사
- 2003년~현재 : 한국조명연구원 전략기획 단 단장
- 2003년~현재 : IEC TC 34 국내간사
- 2003년~현재 : IEC TC 110 전문위원,

BLU 프로젝트리더

- 관심분야 : 조명(LED, OLED포함), 디스플레이