

LED 교통신호등 기술규격 현황

장하균 <일루텍 대표>

1 개요

LED교통신호등은 기존 전구식신호등과 달리 필라멘트 발열부가 없고, 전구식에 사용하는 착색렌즈 사용이 없어

이에 따른 빛 손실이 매우 적으며, 전구식 신호등에 비해 90% 정도의 전력이 절약된다. 또 특정 파장대의 단색광을 발광하며, 소자의 특성상 전원 공급과 동시에 빛을 발광한다. 그러면서 긴 수명으로 인하여 유지보수비용의 절감이 이루어지고, 구조적으로 매우 견고한 특성을 가지고 있다.

따라서 미국, 유럽, 호주 등 각 국가들은 자국의 기술 수준 및 환경에 적합한 LED 교통신호등 기술규격을 제정하여 현재 설치, 운영 중에 있어, 국내기술규격과 이들 국가별 LED 교통신호등 기술 규격의 주요 항목별 현황을 종합 정리하고자 한다.

미국은 ITE 규격 기준으로 Caltran Purchase Specification, 유럽은 CEN의 EN 12368, 호주는 Australian /New Zealand Standard AS2144 기술 규격을 참고 하였다.

2. 국가별 LED 교통신호등 주요 항목 비교

2.1 비교 항목

기존 전구식신호등은 점등방식이 이날로그방식이

로 온도 등 조건에 큰 영향을 받지 않는 반면 LED교통신호등은 구동방식이 주위환경 조건에 민감한 디지털방식으로 주위 조건에 따라 그 성능이 크게 변하게 된다. 따라서 이와 관련이 있는

- 광도 분포
- 소비전력
- 온도 환경변화
- 전기적 특성
- Sun Phantom등 항목을 중심으로

LED교통신호등의 300(mm)(12")와 200(mm)(8")에 대해 비교 검토하기로 한다.

2.2 광도 분포

우리나라는 유럽과 같이 삼색을 동일한 광도값으로 규정하였고, 미국처럼 44point에서 광도검사를 한다.

유럽의 특징은 신호등을 성능수준별로 3등급으로, 광도분포는 4가지로 분류하여 신호등 설치환경을 고려하여 채택 적용토록 하였다.

지역마다 짧고 긴 거리에 대한 신호등의 인식을 위하여, 4가지 광선의 폭 중에 선택할 수 있도록 하였다. Type별로도 광도값을 정해 놓은 것이 아니라 percentage 값으로 해 놓아 상황에 맞게 분류하여 놓았다.

구분		국 내	미 국	유 럽	호 주
12" (300mm)	전면광도 (2.5°,±2.5°) (하향각, 좌우향각)	적색 : 340 cd 황색 : 340 cd 녹색 : 340 cd 녹색화살표: 전면 4800cd/m² 등 8point에서 휘도측정	적색 : 339 cd 황색 : 798 cd 녹색 : 678 cd 적색화살표: 54cd 황색화살표: 135cd 녹색화살표: 70cd	적색, 황색, 녹색 동일광도 국가별로 특성에 맞게 선택 PL1 : 100 cd · Max1: 400cd, · Max2: 1100cd PL2 : 200cd · Max1 : 800cd · Max2 : 2000cd PL3 : 400cd · Max1 : 1000cd · Max2 : 2500cd	적색 : 750 cd 황색 : 1560 cd 녹색 : 825 cd
	측정 개수 및 각도범위	44 point (2.5°~17.5°,2.5°~±27.5°)		21point로 선택 Type E(0°~20°,0°~±30°) Type W(0°~20°,0°~±30°) Type M(0°~20°,0°~±30°) Type N(0°~10°,0°~±15°)	20 point (0°~20°,0°~±25°)
8" (200mm)	전면광도	삼색 동일 광도 140 cd	적색 : 133 cd 황색 : 314 cd 녹색 : 267 cd	12"와 동일	적색 : 250 cd 황색 : 520 cd 녹색 : 275 cd
	측정 개수 및 각도 범위	12"와 동일			17 point (0°~20°,0°~±25°)

※ 주석 <1> 기준축 상에서 요구되어지는 값 {PL1, 2, 3 : 성능수준(Performance level) 1, 2, 3} 이며 뒤에 붙는 max1은 최대광도에 대한 등급1을 나타내고, max2는 최대광도에 대한 등급2에 대한 값이다.

<2> Type : 빛의 발산 범위를 나타내는 것으로 E(Extra wide-beam), W(Wide beam), M(Medium wide), N(Narrow beam) 인 신호등을 말한다.

호주의 경우도 먼지나 LED(20mA로 100,000시간 동작하는 시험)에 따른 광도 손실을 고려하여 광도기준을 정하였다. 다른 나라들에 비해 높은 값을 요구한다.

2.3 소비전력

최근 국내 고효율기자재공시에 따라 차량등은 15[W]에서 10[W] 이내, 보행등은 10[W]에서 8[W] 이내로 규정하였다.

국가별		국 내	미 국		유 럽	호 주	
			25℃	74℃			
12" (300mm)	소비 전력	적색	15W 이하	11W	17W	별도 언급 없음 최소 5W 이상 (단, LED소자에 흐르는 전류가 20mA를 넘으면 안 됨)	
		황색		22W	25W		
		녹색		15W	15W		
		화살표		녹색	11W		12W
				황색	10W		12W
적색	9W		11W				
8" (200mm)	소비 전력	적색	12"와 동일	8W	13W		
		황색		13W	16W		
		녹색		12W	12W		

특집 : 조명신기술(2)

미국은 온도조건에 따라 색상별로 다양한 소비전력으로 정하였다. 300[mm] 차량 황색의 경우 상온에서 22(W)까지 허용하였으며, 적색 및 녹색의 경우 각각 11(W), 15(W)로 정하였다.

호주는 최소기준을 5(W)로만 정하고 LED소자의 보호를 위하여 단위 소자당 20(mA) 이내로 정하였다.

이에 반해 유럽의 경우 소비전력에 대해서는 별도의 언급이 없다.

2.4 온도환경 변화

국기별	국 내	미 국	유 럽	호 주
동작온도 범위	-30℃ ~ 70℃	-40℃ ~ 74℃	A등급: -15℃ ~ 60℃ B등급: -25℃ ~ 55℃ C등급: -40℃ ~ 40℃	-15℃ ~ 50℃
온도시험	25℃ 광도값의 ±20% 이상으로 변화해서는 안 됨	적색/청색은 1시간동안 74℃에서 온도검사 후 광도 및 소비전력을 검사하며, 고온 허용 소비 전력 내에서 전면광도 값이 기준 광도값을 유지 해야 함	A, B, C등급에 따라 Dry heat, Cold, Damp heat, 온도변화 시험 등 다양하게 함	명판에 기재된 최대 소비전력 이내에서 동작

2.5 전기적 특성

국 내	미 국	유 럽	호 주
- 정격전압(110V/220V)에서 100Hz 미만의 깜박거림이 없어야하고, 허용전압 (110V:88~121V, 220V:176~242V)내에서 광도분포수치의 ±20% 범위 내에서 작동하여야 한다.	-허용전압: 80~135 Vac -정격전압: 120±3 Vac	-prEN 50278:1997 기준 적용 - EMC 규정 (AS/NZS 4252.1: 1994)	-허용전압: 100Vac ~ 280 Vac -정격전압: 230 Vac +10%, -6% -공급전압 90V이하: 0.05cd이하 유지 - Current waveform: 10%이하 - ON Time: 60ms(기준광도 50%이상)후 120ms(기준광도95%이상 유지) - OFF Time: 60ms (기준광도20%이하)후 120ms (0.05cd 이하 유지) - Shutdown mode: 전체광도 또는 LED수가 80%이하 일때 전면 소등되어야 하며, 이때 소비전력은 1.2W 이하 - EMC 규정
- 역률 : 0.9 이상 - THD : 40% 이하 - ON/OFF Time : 75ms 이내 - EMI : Class B	- 역률 : 0.9 이상 - THD : 20% 이하 - ON/OFF Time : 75ms 이내 - EMI : Class A - 저전압(25Vac)시 소등		

※주석 (1) THD(Total Harmonic Distortion) : 전자 부품에 존재하는 L, C의 영향으로 발생하는 입력전류의 왜곡 현상으로 고조파 함유율이라 한다.

(2) EMI(Electromagnetic Interference) : 전자파간섭 또는 전자파장애로서 방사 또는 전도되는 전자파가 다른 기기의 기능에 장애를 주는 것

(3) EMC(Electromagnetic Compatibility) : 전자파적합, 양립성으로써 전자파를 주는 측과 받는 측의 양쪽에 적용하여 성능을 확보할 수 있는 기기의 능력

국내의 경우 고조파 함유율이 40%로 제한수치가 다른 국가들에 비해 낮은 편이다.

미국의 경우에는 국내 규격과 유사하나, 저전압시 소등 되도록 규정되어 있어 교통 상황을 고려했다고 볼 수 있다. 또 옵션사항으로 Dimming이 있어 최소 광도기준의 30%이상 줄이도록 되어 있다.

호주의 경우에는 입력 전압에 따라 규정을 달리하여 주간과 야간에 빛의 밝기를 상대적으로 다르게 함으로써 야간에 발생할 수 있는 눈부심 현상을 고려하였고, 90[V] 이하에서는 소등 되도록 규정하였다.

즉, 주간에는 제어기에서 신호등에 210~280[V]로 공급하여 광도를 100%로 유지하며, 야간에는 제어기에서 신호등에 110~190[V]로 공급하여 광도를 50%~65%로 유지하도록 규정되어 있다.

2.6 기타사항

국 내	미 국	유 럽	호 주
- 투명/착색 렌즈 사용 가능 - 보증기간 3년 - 정격전압을 인가하여 0.5초 점등, 0.5초 소등으로 50,000회 반복 수행	- 투명/착색렌즈 사용 - 보증기간 5년 - Dimming 기능 (옵션사항)	- Sun Phantom 규정	- 착색렌즈 사용 - Sun Phantom 규정

※ Sun Phantom 현상

팬텀 현상은 신호등의 광학적 표면에 태양광선이 반사함으로 생기는 허상의 교통신호로서, 이것은 전원이 꺼져 있음에도 꺼져있는 것처럼 광원이 보이게 하여 운전자에게 혼란을 야기한다.

이러한 현상에 대해 유럽 및 호주에서는 규정을 정하여 검사를 하고 있다.

- 유럽의 경우에는 광원을 40,000[lx]의 조도로 조사를 하고 광원과 렌즈표면과의 거리와 렌즈표면과

수광부의 거리는 10[m]로 하여 팬텀 광도를 측정한다. 이 팬텀 광도는 클래스별로 구분하여 제한을 두고 있다.

- 호주의 경우도 광원은 40,000[lx]의 조도로 조사를 하고 렌즈표면과 수광부의 거리는 3[m] 이상이어야 하며 광원의 색온도는 3700[K]~3900[K] 이어야 한다. 광도비는 최소와 최대치가 0.9 이상 이어야 한다.

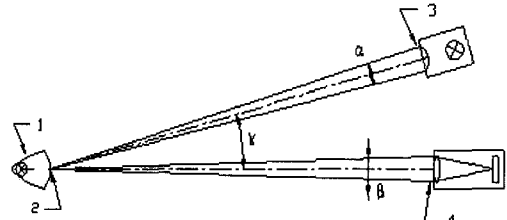


그림 1. 팬텀 시험 장치 구성

(1 : 신호등, 2 : 렌즈표면, 3 : 광원, 4 : 수광부)

3. 각 국가별 특성

- 기존 전구식 신호등은 저전압시 완전 소등상태이지만 LED 교통신호등은 저전압시에도 미등상태로 혼동을 줄 수 있는 우려가 있다. 이에 미국은 운전전압 110[V]에서 35[V]이하, 호주는 운전전압 220[V]에서 90[V] 이하 일 때 꺼져야 하는 규정을 하고 있다. 우리나라의 경우는 아직 이 규정은 없어 개선이 필요하다고 보여진다.

- 소비전력의 경우 국내는 15[W]이하로 삼색을 동일하게 규정하였고, 미국은 상온(25℃)과 고온으로 나누어 제한을 두었다. 호주의 경우에는 최소 5[W] 이상을 소비하도록 규정되어 있다. 여기에 LED에 흐르는 전류는 LED 제조회사에서 특별한 언급이 없는 이상 LED 규격인 20[ma]를 넘지 못하도록 규정되어 있다. 이는 광출력 감소와 온도 변화에

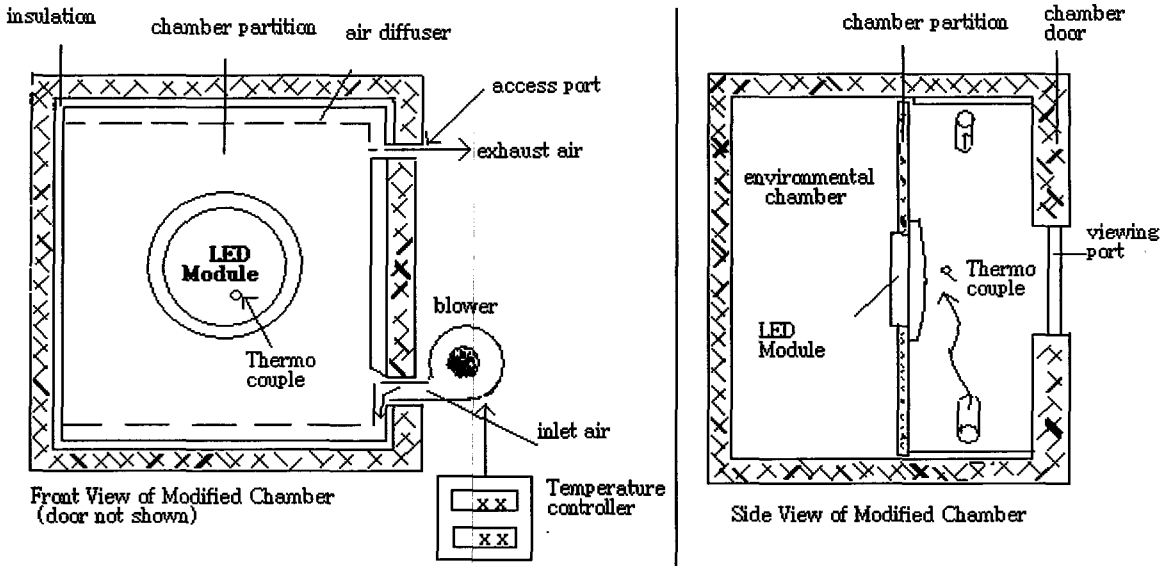


그림 2. 미국의 온도검사 Chamber

대한 LED의 특성을 고려하여 규격을 정한 것이다.

- 호주는 210~280[V](주간)의 경우는 광도가 100%, 110~190[V](야간)의 경우는 광도가 50~65%로 Dimming 되도록 규정되어 있다. 미국은 최소 광도기준의 30%이상 Dimming 하는 것이 옵션 사항으로 되어 있다.

이처럼 밤에는 광도가 너무 강하여 운전자의 시야를 가릴 수 있기 때문에 우리나라에도 절실히 필요하다고 보여진다.

- 고조파 함유율은 국내의 경우 40%이하, 미국의 경우 20%이하로 규정되어 있고, 호주의 경우는 고조파 함유율이 아닌 Current waveform을 규정하여 10%를 넘지 못하게 규정하고 있다.

- 국내는 -30~+70℃의 범위에서 온도검사를 하여 상온(25℃)시 광도값의 ±20% 이상으로 변화해서는 안되는 규정이 있다.

미국은 최소 24시간 동안 60℃에서 온도검사를 하

여 기준 광도값 이하로 나오면 안 되며, 74℃에서 한 시간동안 온도검사를 하여 소비전력과 광도검사를 한다. 여기서 주목할 점은 미국의 Chamber는 공간을 분리하여 LED 모듈을 넣었을 때 LED가 있는 면을 49℃로 유지 시키고, 뒷면은 74℃를 유지시켜 LED 특성을 고려하여 온도검사를 한다는 것이다.(그림 2 참고)

호주는 외풍 없이 둘러싸인 방에서 랜턴을 지지대에 연결하여 위치시키고 랜턴과 벽 사이의 중간 위치 정도에서 온도계를 이용 측정한다.

◇ 저 자 소 개 ◇



장하균(蔣河均)

1956년 5월 13일생. 1979년 서울공대 전기공학과 졸업. 1978년~1992년 한국전력공사 근무. 1992년~1996년 한국지역난방공사 근무. 1996년~2001년 포스코에너지 근무. 한국조명전기설비학회 특별회원. 미국전기 기술사. 조명기술연구회 반도체 광원분야 연구위원. 현재 일루텍 대표이사.