

# 국내의 LED 교통신호등의 기술현황 분석연구

(Technical Status of LED Traffic Signals made in Korea)

정학근\* · 정봉만\* · 한수빈\* · 박석인\* · 김규덕\* · 유승원\*

(Hak-Geun Jeong · Bong-Man Jung · Su-Bin Han · Suk-In Park · Kyu-Deok Kim · Seong-Won Yu)

## Abstract

Concerning Korean energy consumption, 20% of the total electrical energy (96% is now exported) is consumed in lighting area. Accordingly, it is one of the most important governmental policies to efficiently utilize electricity due to development and application of high-efficiency lighting equipment. In Korea, widely-built traffic signals employ an incandescent and are of 100W/300 mm, and 280,080set/801,932lamps have been installed and operated by 1999. Of them, 58%(161,181set), 25%(69,655set) and 18%(49,244set) correspond to traffic signals, pedestrian signals and other supplementary signals respectively. It was estimated that electrical energy consumed 28MW instantaneously, 245GWH annually. On the other hand, the LED traffic signal is expected to be a future traffic signal since if traffic signals are replaced by LEDs, energy saving effect of 85% and drop of 75% in maintenance fee will be obtained.

In this paper, the performance and characteristics of many LED traffic signals made in Korea are summarized in order to reform Korean standard of LED traffic signals.

## 1. 서 론

국내에서 사용되는 교통신호등용 전구는 전량 해외에서 수입하는 백열전구로써 발열에 의한 낮은 발광 효율과 짧은 수명으로, 전력의 과소비와 과중한 전력요금 부담, 잦은 유지보수로 관리비용의 증가와 교통 환경 악화의 원인이 되고 있으며, 국가적으로는 귀중한 에너지의 낭비, 첨두부하 증가에 따른 전력수요관리의 어려움, 발전용 화석연료 사용증가에 따른 환경오염 유발 등의 문제가 발생하고 있다. 기존 백열등 신호등의 LED 신호등 교체로 인해 기대되는 효과는 크게 3가지로 요약된다. 첫째 동일 광도에서 80%~95%정도의 절전으로 대폭적인 에너지절약과 전기요금 절감이 가능하며, 둘째 10배 이상의 긴 수명으로 유지보수비용 절감과 원활한 교통흐름을 유도하며, 셋째 시인성 향상에 따른 교통사고 감소가 기대된다.

이러한 LED 교통신호등의 많은 장점에도 불구하고 LED 신호등을 개발하였던 대부분의 업체들은 초기에는 LED 특성에 대한 인식부족으로 “LED 교통신호등 표준지침”에서 규정하고 있는 광학적, 전기적 요구 성능을 만족하는 제품을 개발하지 못하여, 국내 보급이 지지부진하였다. 그러나 현재는 LED 교통신호등만을 전문적으로 생산하고 있는 업체를 비롯하여, 기존의 신호등을 생산하던 업체들에서도 요구 성능에 적합한 제품을 생산이 가능하게 되었다.

따라서 본 논문에서는 현재까지 국내에서 개발되어 생산, 판매되고 있는 LED 신호등의 특성 및 성능을 에너지 소비량 측면에서 분석하고, 이러한 자료들을 바탕으로 LED 신호등의 성능 향상을 유도하고자 한다.

## 2. 국내 LED 교통신호등의 기술현황

### 2.1 LED 교통신호등의 주요 규격

교통신호등의 그 기능적 특성상 운전자 및 보행자의 안전과 밀접한 관계에 있어 국내의 LED 교통신호등은 경찰청의 “LED 교통신호등 표준지침”에서 규정하고 요구 성능에 적합하여야만 한다. 따라서 국내 기업의 LED 교통신호등의 성능 분석에 앞서 경찰청의 “LED 교통신호등의 표준지침”에서 규정하고 있는 신호등의 전기적, 광학적 요구 성능에 대하여 정리하였다.

1) LED 신호등의 색도는 국제조명위원회가 정한 색도좌표계에 적합하여야 하고, <표 1> 한계값 안에 포함되어야 한다.

2) 기호 및 문자가 없는 LED 신호등의 광도 분포는 무색렌즈를 부착한 상태로 광원 전방 10m이상의 거리에서 측정하며, 직경 300mm 신호등은 <표 2>, 직경 200mm 신호등은 <표 3>의 수치 이상이어야 한다.

3) 화살표, 가변신호등의 휘도는 <표 4>의 수치 이상, 10,000 [cd/m<sup>2</sup>] 이하이어야 하며, 측정값의 최대치와 최소치의 휘도비는 6:1 이하이어야 하고, 보행자 신호등

의 휘도는 <표 5>와 같아야 하며, 측정값의 평균은 1,200cd/m<sup>2</sup> 이상이어야 한다.

표 1. 색도기준

Table 1. Standards of chromaticity

렌즈색	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

표 2. 기호·문자가 없는 신호등(300mm) 광도분

Table 2. Luminous Intensity Distribution

하향 수직각	좌·우향 수평각 (단위: cd)					
	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 3. 기호·문자가 없는 신호등(200mm) 광도분

Table 3. Luminous Intensity Distribution

하향 수직각	좌·우향 수평각 (단위: cd)					
	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

표 4. 화살표·가변신호등 휘도분포

Table 4. Luminance Distribution of arrow & variable traffic signal

하향 수직각	좌·우향 수평각 (단위: cd/m <sup>2</sup> )	
	0°	15°
0°	4,800	1,400
15°	1,400	1,400

표 5. 보행자 신호등의 휘도분포

Table 5. Luminance Distribution of pedestrian signal

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

4) LED 신호등은 25℃ 온도에서 정격전압으로 점등할 때 소비전력 15W이하, 역률 0.9이상, 총 고조파 함유율 40% 이하로 동작하여야 한다.

5) 신호등은 정격전압(110V/220V)에서 100Hz 미만의 깜빡거림이 생기지 않아야 하고, 허용 전압(110V 정격의 경우 88V ~ 121V, 220V 정격의 경우 176V ~ 242V) 및 주변온도 (-30℃ ~ 70℃) 범위내에서 정상 동작하여야 하고, 광출력은 ±20% 이상 변화해서는 안 된다.

## 2.2 LED 신호등의 성능 분석

LED 신호등을 개발하였던 대부분의 업체들은 초기에는 LED 특성에 대한 인식부족으로 경찰청에서 고시한 “LED 교통신호등 표준지침”에서 규정하고 있는 광학적, 전기적 요구 성능을 만족하는 제품을 개발하지 못하였으나, 업체들간의 경쟁과 꾸준한 개발 노력으로 2002년 (주)트래픽ITS를 필두로 하여, (주)엠아티엔터프라이즈, (주)INTT 등과 같은 LED 교통신호등만을 전문적으로 생산하고 있는 업체를 비롯하여, 한국전기교통(주), (주)신호 등과 같은 기존의 신호등을 생산하던 업체들에서도 요구 성능에 적합한 제품을 생산하고 있으며, 현재 40개 이상의 기업에서 LED 교통 신호등을 개발 및 생산하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 6>은 지금까지 국내에서 생산되고 있는 약 40여개 업체들의 LED 교통신호등 제품들의 주요 시험결과를 전체적으로 정리한 것이다.

표 6. 40여개 업체의 성능시험 결과

Table 6. The performance of LED traffic signals

시험 항목	시험 기준	시험결과
광출력 변동	±20% 이내	5% ~ 18%
내구성	80%이상 유지	95% 이상
광출력 주파수	100Hz 이상	120Hz 이상
전원의 호환성	±20% 이내	15% 이내
배선구조	80%이상 유지	85% 이상
소비전력	10[W] 이하	5W ~ 15W
역률	0.9 이상	0.9 ~ 1
고조파 함유율	40[%] 이하	5% ~ 40%
기준축 광도	340cd 이상	400cd ~ 600cd

경찰청에서 정한 “LED 교통신호등 표준지침”에 적합한 제품들은 <표 6>에서 보는 것과 같이 다양한 성능 차이를 보였다. 이러한 성능시험결과들 중에서 LED 신호등의 성능에 가장 중요한 요소인 LED의 개수 및 소비전력을 비교하여 <표 7>에 정리하였다. LED 신호등의 종류에 따라 LED의 개수는 최소 40개에서부터 최대 339개까지, 소비전력은 최소 3W에서 최대 15W까지 많은 차이가 있음을 볼 수 있다. 본 조사에 사용된 신호등은 2002년부터 2003년말까지 인증된 제품에 대하여 수행된 것이다.

표 7. 신호등의 종류별 LED 개수 및 소비전력  
Table 7. LED amount and power consumption

신호등 종류	LED 사용개수	소비 전력
적색	110~269개	6.1~15.0W
황색	150~339개	5.1~15.0W
녹색	80~219개	7.1~15.0W
화살표	40~149개	4.1~10.0W
보행자 녹색	40~149개	3.0~10.0W
보행자 적색	50~169개	3.0~10.0W

<표 8>에서 <표 11>은 적색, 황색, 녹색 및 화살표의 차량용 신호등에 사용되는 LED의 수량을 10개 단위로 구분하여 그 사용 분포를 정리하였다. 차량용 신호등에 사용되는 LED의 사용량을 살펴보면, 평균적으로 적색 신호등의 경우는 160개 내외, 황색 신호등은 280개 내외, 녹색 신호등에서는 150개 내외 그리고 화살표 신호등의 경우는 70개 내외를 사용하는 것으로 조사되었다. 신호등의 종류와 LED의 색별 특성에 따라 그 사용량은 많은 차이가 있는 것을 알 수 있다.

<표 12>에서 <표 13>은 보행자용 적색과 보행자용 녹색 신호등에 사용되는 LED의 수량을 10개 단위로 구분하여 그 사용 분포를 정리하였다. 평균적으로 보행자용 적색 신호등과 녹색 신호등 모두 70개 내외가 사용되는 것으로 조사되었다.

표 8. 적색 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 8. LED amount distribution of red signals

LED 개수	업체 분포	비고
110~119	1	2.5%
120~129	7	17.5%
130~139	1	2.5%
140~149	7	17.5%
150~159	2	5%
160~169	8	20%
170~179	2	5%
180~189	5	12.5%
190~199	2	5%
210~219	1	2.5%
250~259	2	5%
260~269	2	5%

표 9. 황색 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 9. LED amount distribution of yellow signa

LED 개수	업체 분포	비고
150~159	1	2.5%
160~169	1	2.5%
170~179	1	2.5%
190~199	1	2.5%
250~259	1	2.5%
260~269	1	2.5%
270~279	3	7.7%
280~289	20	51.3%
290~299	2	5.1%
300~309	2	5.1%
310~319	1	2.5%
320~329	1	2.5%
330~339	2	5.1%
390~399	2	5.1%

표 10. 녹색 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 10. LED amount distribution of green sign

LED 개수	업체 분포	비고
80~89	1	2.5%
110~119	1	2.5%
120~129	8	20.5%
130~139	3	7.6%
140~149	7	17.9%
150~159	2	5.1%
160~169	3	7.6%
170~179	9	23%
180~189	3	7.6%
190~199	1	2.5%
210~219	1	2.5%

표 11. 화살표 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 11. LED amount distribution of arrow sign

LED 개수	업체 분포	비고
40~49	7	17.9%
50~59	13	33.3%
60~69	3	7.6%
70~79	10	25.6%
80~89	2	5.1%
90~99	1	2.5%
100~109	1	2.5%
120~129	1	2.5%
140~149	1	2.5%

표 12. 보행자 녹색 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 12. LED amount of green pedestrian signa

LED 개수	업체 분포	비고
40~49	2	5.2%
50~59	2	5.2%
60~69	7	18.4%
70~79	19	50%
80~89	7	18.4%
140~149	1	2.6%

표 13. 보행자 적색 신호등의 LED 사용 개수 분포  
Table 13. LED amount of red pedestrian signals

LED 개수	업체 분포	비고
50~59	2	5.2%
60~69	3	7.8%
70~79	24	63.1%
80~89	4	10.5%
90~99	2	5.2%
100~109	1	2.6%
130~139	1	2.6%
160~169	1	2.6%

<표 14>에서 <표 17>은 적색, 황색, 녹색 및 화살표의 차량용 신호등의 소비전력을 1W 단위로 구분하여 정리하였다. 차량용 신호등의 소비전력분포를 살펴보면, 평균적으로 적색, 황색, 녹색 모두 9~10W 정도의 소비전력을 사용하는 것으로 조사되었고, 차량용 화살표 신호등은 7~8W를 소비하는 것으로 조사되었다.

표 14. 적색 신호등의 소비전력 분포  
Table 14. Power consumptions of red signals

소비 전력	업체 분포	비고
6.1~7.0	1	2.5%
7.1~8.0	2	5%
8.1~9.0	5	12.5%
9.1~10.0	9	22.5%
10.1~11.0	8	20%
11.1~12.0	5	12.5%
12.1~13.0	5	12.5%
13.1~14.0	3	7.5%
14.1~15.0	2	5%

표 15. 황색 신호등의 소비전력 분포  
Table 15. Power consumptions of yellow signals

소비 전력	업체 분포	비고
5.1~6.0	1	2.5%
7.1~8.0	4	10.2%
8.1~9.0	12	30.7%
9.1~10.0	10	25.6%
10.1~11.0	6	15.3%
11.1~12.0	2	5.1%
12.1~13.0	1	2.5%
13.1~14.0	2	5.1%
14.1~15.0	1	2.5%

표 16. 녹색 신호등의 소비전력 분포  
Table 16. Power consumptions of green signals

소비 전력	업체 분포	비고
7.1~8.0	4	10.2%
8.1~9.0	1	2.5%
9.1~10.0	15	38.4%
10.1~11.0	2	5.1%
11.1~12.0	2	5.1%
12.1~13.0	5	12.8%
13.1~14.0	7	17.9%
14.1~15.0	3	7.6%

표 17. 화살표 신호등의 소비전력 분포  
Table 17. Power consumptions of arrow signals

소비 전력	업체 분포	비고
4.1~5.0	3	7.6%
5.1~6.0	13	33.3%
6.1~7.0	5	12.8%
7.1~8.0	6	15.3%
8.1~9.0	10	25.6%
9.1~10.0	2	5.1%

<표 18>에서 <표 19>는 보행자용 신호등의 소비전력을 1W 단위로 구분하여 정리하였다. 보행자용 신호등은 적색, 녹색 모두 7~8W를 사용하였다.

표 18. 보행자 녹색 신호등의 소비전력 분포  
Table 18. Power consumptions of green pedestrian signals

소비 전력	업체 분포	비고
3.0~4.0	1	2.6%
5.1~6.0	5	13.1%
6.1~7.0	5	13.1%
7.1~8.0	12	31.5%
8.1~9.0	11	28.9%
9.1~10.0	4	10.5%

표 19. 보행자 적색 신호등의 소비전력 분포  
Table 19. Power consumptions of red pedestrian signals

소비 전력	업체 분포	비고
3.0~4.0	1	2.6%
5.1~6.0	10	26.3%
6.1~7.0	6	15.7%
7.1~8.0	10	26.3%
8.1~9.0	10	26.3%
9.1~10.0	1	2.6%

### 3. 결 론

지금까지 국내에서 개발 및 생산되고 있는 LED를 이용한 교통 신호등의 요구 성능조건 및 국내의 기술수준을 살펴보았다. 대부분의 LED 신호등이 초기에는 요구 성능에 미흡한 점이 많이 발견되었지만, LED 소자 자체의 기술을 비롯하여 구동회로기술, 광학계 설계기술의 발전으로 인해 신호용 광원에 필요한 성능을 충분히 도달한 것으로 분석되었다. 현재는 기존의 기술기준에서 고려하지 못하였던 시험에 대하여 추가되었고, LED 신호등 생산업체에서는 기술기준에 적합한 제품을 개발하고 있는 상황이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 정봉만 외, "에너지절약형 LED 교통신호등 규격 및 시스템 연구개발", 산업자원부 연구결과보고서, 2001.