

# 사무 공간 LED 조명용 시스템을 위한 최적의 배선구조 설계

이춘호\*, 박중후\*  
승실대학교 전기공학부\*

배현수\*\*  
서울대학교 공학연구소\*\*

## LED Connection structure and protection resistor of LED lighting system for office room

Choon-Ho Lee\*, Joung-Hu Park\*  
Soongsil University  
Electrical Engineering\*

Hyun-Su Bae\*\*  
Seoul National University  
Engineering Research Institute\*\*

### ABSTRACT

전 세계적으로 친환경 및 에너지 절감이 문제로 부상하고 정부 정책의 일환으로 그린 빌딩의 중요성이 대두 되고 에너지 고효율과 친환경을 위한 형광물질이 들어가지 않은 LED를 광원으로 사용하는 건물들이 늘어가는 추세이다. 본 논문은 사무공간에 3W LED 18개를 설치하여 효율 및 조도분포, 발열 상태 등을 측정하여 LED 조명의 최적 선로 배치를 찾고 사무 공간의 저가형 LED 조명 시스템의 보호 저항값을 최적 설계 하는데 연구의 목적이 있다.

### 1. 서론

LED는 여러 응용분야에서 폭넓게 이용 되고 있으며 최근에 이르러 점차적으로 LED광원을 사용하는 환경 및 빈도가 높아지고 있지만 LED 광원의 주를 이루는 램프형의 경우 각 램프에 구동 회로가 들어가 있어 사용자의 입장에서 비용적 부담을 느끼게 된다. 이에 따라 본 논문에서는 구동회로가 들어가 있는 LED램프 대신에 구동 회로가 없는 파워 LED를 램프 광원으로 설정하였고 한 번에 여러 광원을 구동 할 수 있는 방법 중 전압제어에 보호저항을 연결한 조명 시스템을 선정하였다.

### 2. LED의 동작 조건 및 실험.

#### 2.1 LED의 동작 조건 및 실험 기준.

실험에 사용 된 LED는 시중에 판매중인 7W 램프형 LED를 기준으로 안정적 동작범위를 위해 3W Power LED 3개를 직렬로 이어 7W용으로 사용하였고 LED의 특성상 온도변화에 민감하여 LED전용 방열판을 부착 후 더 큰 방열판에 부착하여 방열을 용이하게 했다. 조도기준은 일반사무실 전반조명 150~200~300[lx] <KS A 3011 참조>이고 사무실의 크기는 가로 4m 세로 3m의 일반 사무실이다.

#### 2.1.1 VI LED 특성곡선.

LED를 점등 시킬 때는 인가전압의 변화에 의한 과전류로부터 LED를 보호하기 위해 전류제한 저항을 달아주어야 한다<sup>[1]</sup> 이유는 전압에 따른 전류 변화가 심하여 정전압시 Ripple발생과 LED 단락시 전압 변화에 급격한 상승추이를 보여 이를

Blocking하기 위한 저항을 고르는 것이 중요하며 전압 Ripple 및 사고시 다른 동작중인 Diode에 무리가 가지 않기 위한 저항을 선택하여 실험하였다.

#### 2.1.2 광원의 위치 배정 및 조도 측정

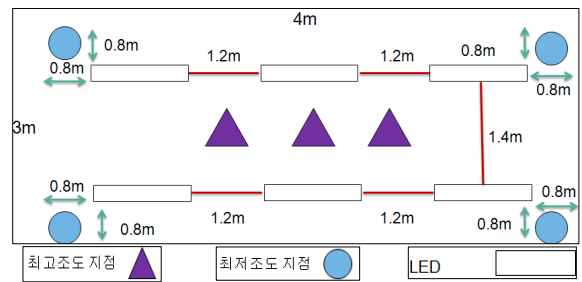


그림 1 광원의 위치 배정 및 조도 측정 사진

그림 1은 결선 작업 후 동작 실험을 하였고 위치는 최대 조도가 나올 수 있게 그늘짐 현상이 일어나지 않도록 고르게 분포하였다. 조도 측정은 광이 한곳에 모이는 중심부를 최고 조도, 광이 반사 할 수 없이 굴절 되는 구석 부분을 최저 조도로 하였고 기술한 측정값은 측정 위치중 최저 조도를 기술하였다.

#### 2.2 구조에 따른 측정값의 변화.

본 논문에서 다룬 구조는 직렬(그림 2참조) 2, 3병렬(그림 3, 4참조) 구조이며 직렬, 병렬 저항 값은 정상 운전 중 단락 사고를 가정하여 1개 LED를 단락시키고 정상동작과, 단락 사고시 견디는 저항값을 구하였고 병렬 구조는 사고시 전류 불평형을 이루어 불평형시 한쪽으로 과전류가 흘러 LED를 보호하며 교체 시까지 정상 동작을 하기 위해 직렬 보다 큰 저항을 달아주었다. 실험은 각 구조에 적합한 최적의 저항값과 전압값을 구하는 것에 목표를 두었고 측정값은 LED 18개 정상 동작시와 사고를 가정하여 단락시 17개의 LED를 구동시켰을 때 두

가지로 나누어 실험하였다.

그림 2는 직렬 구조, 그림 3, 4는 병렬 구조, 표 1은 부분별 측정 단위와 범위, 표 2는 직렬 정상 동작, 표 4, 6은 병렬 정상 동작 표 3은 직렬 구조 단락시 표 4, 6은 병렬 구조 단락시를 나타낸다.

[R]	LED 앞단의 Blocking 저항값
[V]	LED 공급 전압
T (°C)	LED 온도
P [W]	시스템 입력 전력
I [A]	LED 전체 전류 (단락시엔 단락 부분 전류)
효율 [%]	전체 시스템 효율
조도 [lx]	광원에서 3m 높이에서 바닥면 조도의 측정값
$\Delta T \leq 5(^{\circ}\text{C})$	정상 동작과 단락시 동작의 온도 차이

표 1 부분별 측정 단위와 범위

### 2.2.1 직렬 구조 측정.

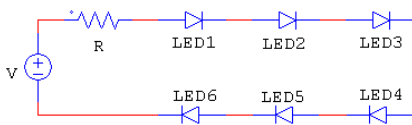


그림 2 직렬 구조

[R]	10			15			20		
[V]	60	62	64	62	64	66	63	66	69
T (°C)	34	37	39	35	38	41	35	38	41
P [W]	18.6	25.42	31.2	21.08	27.52	33.66	19.53	27.06	35.19
I [A]	0.31	0.41	0.52	0.34	0.43	0.51	0.31	0.41	0.51
효율 (%)	94.84	93.39	91.33	91.77	89.92	88.41	90.16	87.58	85.22
최대조도[lx]	514	608	764	582	657	756	552	613	743
최저조도[lx]	154	183	207	153	175	189	155	167	186

표 2 18개 모두 정상 동작시

[R]	10			15			20		
[V]	60	62	64	62	64	66	63	66	69
T (°C)	39	43	46	40	43	46	36	41	45
P [W]	28.8	37.2	44.16	29.76	35.96	45.54	25.83	34.32	42.24
I [A]	0.48	0.6	0.69	0.48	0.58	0.69	0.41	0.52	0.64
효율 (%)	92	90.32	89.22	88.39	85.97	84.32	86.98	84.24	80.61
최대조도[lx]	707	845	1095	721	839	1013	628	767	998
최저조도[lx]	198	209	230	183	201	218	161	175	212

표 3 1개 단락 사고 가정 17개 동작시

직렬 구조는 보호 저항 개수가 적고 선로 구현시 도선의 길이가 짧아 가격이 싸고 도선 저항이 적다. 실험에 이용한 저항 중  $\Delta T \leq 5(^{\circ}\text{C})$ 를 기준, 정상 동작과 단락시의 LED 온도 차이, 효율을 고려하였을 때 본 실험에서는 15[ohm] 저항이 가장 적절함을 알 수 있다.

### 2.2.2 2병렬 구조 측정.

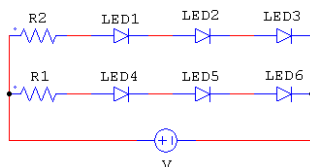


그림 3 2 병렬 구조

[R]	20			25			30		
[V]	35	37	39	37	39	41	39	41	44
T (°C)	34	38	39	34	36	38	34	36	40
P [W]	22.75	29.6	37.05	24.79	31.2	38.54	26.13	32.39	42.24
I [A]	0.65	0.8	0.98	0.67	0.8	0.94	0.67	0.79	0.96
효율 (%)	90.71	89.19	87.04	88.68	87.18	85.67	87.12	85.55	83.64
최대조도[lx]	562	648	782	587	690	748	603	673	795
최저조도[lx]	153	162	180	155	167	181	151	166	204

표 4 18개 모두 정상 동작시

[R]	20			25			30		
[V]	35	37	39	37	39	41	39	41	44
T (°C)	39	42	45	38	40	42	37	38	42
P [W]	27.65	35.52	43.68	28.86	35.88	43.46	29.64	36.08	46.64
I [A]	0.79	0.96	1.12	0.78	0.92	1.06	0.76	0.88	1.06
효율 (%)	76.82	73.5	70.83	73.22	70.16	67.4	70.45	67.54	63.66
최대조도[lx]	774	813	987	717	793	849	665	699	796
최저조도[lx]	118	142	174	129	150	172	135	146	184
최대전류[A]	0.79	0.96	1.12	0.78	0.92	1.06	0.76	0.88	1.06
단락전류[A]	0.46	0.55	0.63	0.44	0.51	0.58	0.42	0.48	0.57

표 5 1개 단락 사고 가정 17개 동작시

2병렬 구조는 온도 변화가 크지 않아 LED 특성이 변하지 않고 자체 성능을 오래 간직 할 수 있어 수명 내구성 면에서 유리하다. 정상 동작과 단락시의 LED 온도차  $\Delta T \leq 5(^{\circ}\text{C})$  기준으로 가장 LED 효율이 좋은 25[ohm]이 적합함을 알 수 있다.

### 2.2.3 3병렬 구조 측정.

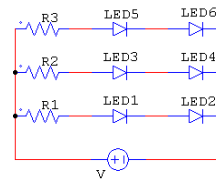


그림 4 3 병렬 구조

[R]	20			25			30		
[V]	25	27	29	27	30	33	29	32	35
T (°C)	34	37	40	35	37	39	35	36	39
P [W]	22.5	31.59	41.47	25.38	37.5	51.15	27.84	39.36	52.5
I [A]	0.9	1.17	1.43	0.94	1.25	1.55	0.96	1.23	1.5
효율 (%)	76	71.11	67.13	70.99	65.28	60.86	66.9	61.56	57.14
최대조도[lx]	547	651	814	573	695	880	543	680	898
최저조도[lx]	155	161	174	159	168	184	158	166	181

표 6 18개 모두 정상 동작시

[R]	20			25			30		
[V]	25	27	29	27	30	33	29	32	35
T (°C)	35	38	40	37	39	42	35	38	41
P [W]	26	35.37	44.37	28.62	41.4	55.11	30.74	42.56	56
I [A]	1.04	1.31	1.53	1.06	1.38	1.67	1.06	1.33	1.6
효율 (%)	71.26	66.92	64.15	66.51	61.09	56.95	62.98	58.1	53.93
최대조도[lx]	695	730	865	725	774	914	709	724	884
최저조도[lx]	121	157	165	151	163	181	154	159	170
최대전류[A]	1.04	1.31	1.53	1.06	1.38	1.67	1.06	1.33	1.6
단락전류[A]	0.44	0.53	0.61	0.43	0.54	0.67	0.41	0.5	0.6

표 7 1개 단락 사고 가정 17개 동작시

3병렬 구조는 온도 변화에서 세 가지 구조중 가장 안정적이지만 효율은 세 가지 구조중 가장 떨어진다.  $\Delta T \leq 5(^{\circ}\text{C})$ 를 적용시켜 3병렬 구조에서는 20[ohm]이 적합함을 알 수 있다.

## 3 결론

본 논문에서는 LED 램프 배선 구조별 보호 저항에 대해 다루었다. 직렬의 경우 가격과 효율 면에서 유리하고 구조가 간단해 시공이 용이하여 일반적으로 조명 공사에 많이 사용되지만 LED 단락 사고를 고려하여 고장시 온도 상승을 측정하고 LED의 수명, 내구성 등을 고려, 온도차 범위 내에서 가장 효율이 높게 나오는 저항값을 실험을 통하여 확인하였고 이러한 결과를 이용하여 사무용 공간에 구조를 선택하여 공사를 실시 할 수 있다.

## 참고 문헌

- [1] 장우진, 황명근, 박승욱, 이성남, 노계열, 조현민 "LED 조명 기술개론"