

# 무대영상용 LED 조명 시스템 설비의 활용 가능성에 관한 연구 - 교회의 시공사례를 중심으로

A Study on Church of the stage LED lighting system equipment cases

이 장 원 | Lee, Jang-Weon

정회원, 스타엘브이에스 CEO, 국제대학 방송영상제작과 외래교수,  
공학박사

---

## Abstracts

This study examined the P Church in the Large chapel and S Church in the midium chapel were Analyzed to the installed stage broadcast lighting system. As a result of the installation of lighting equipment of LED class in P Church in the Large chapel, it provided clearer image and did not have shadow. While tungsten halogen illumination was very hot and heated to be preaching, LED was not heated so the pastor was very comfortable for preaching. S Church in the Midium chapel due to low ceiling height using LED lighting musical, theater and possibly were directed. If a similar structure of Dae-Hak Street theater to replace the existing fixtures by LED lighting, rendering effective and energy saving effect is thought to have much effect.

---

## Keywords

LED lighting, church lighting, specific lighting, color rendition, equipment cases

## 키워드

LED조명, 교회조명, 특수조명, 연색성, 설비사례

---

### 1. 서 론

LED 조명 생산 업체의 증가는 조명산업에 있어서 성장 매개체가 되고 있다. LED는 기존 광원에 비해 에너지 절감 효과가 뛰어나고 수명이 거의 반영구적이며 차세대 광원으로 한정된 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 새로운 발광원이다. 앞으로 빛을 필요로 하는 모든 곳에 LED 조명은 직, 간접적으로 적용될 것으로 전망하고 있다.

본 연구에서는 무대 방송용 LED 스폿 조명기구를 자체적으로 설계, 제작하여 P교회에 HD카메라 영상 촬영 시에 문제가 없도록 조명 설비와 등기구를 구성하였다. S교회 중예배실에 LED 조명기구를 이용하여 색연출 효과를 나타낼 수 있도록 설계함으로써 전력, CO2, 전기료의 전기적 특성과 조도, 배광 및 색온도의 광학적 특성을 측정하였다. LED와 할로젠 조명기구를 한 피사체에 각각 카메라로 비춰 영상에 나타난 인물 이미지 비교 및 색연출 효과를 확인하였다.

LED를 가지고 무대 공연 및 HD 카메라 영상을 시연할 수 있기 때문에 대학로 공연장이나 층고가 낮은 스튜디오와 같은 구조에서도 LED를 통한 조명 시스템의 교체 가능성에 중점을 둔 사항들을 연구하였다.

### 2. 교회 LED 조명기구

P교회의 대예배실에 설치되어 있는 LED SUPER STAR 144[W]는 LED 전구의 최적 방열설계를 하기 위해, 상기 최적화된 고출력 3[W] LED의 진산모사 모델의 타당성을 검증하고 3[W] LED 패키지 모델의 배열에 대한 열 해석의 가능성을 확인하기 위하여 샘플 히트 싱크와 48개의 LED 배열로 구성된 LED 모듈을 설계 및 제작하였다. 인물에 대한 Key Light 전용 조명으로 제작하였다.



그림 1. LED Spot Superstar 144[W]

S교회 중예배실에 설치되어 있는 LED XPar 348은 최적화된 고출력 3[W]로 LED 48개의 LED (12Red, 12Green, 12Blue, 12White) 배열로 구성된 모듈을 설계, 제작하였다. White 및 RGB 효과가 사용 가능하여 다용도 목적으로 제작하였다.



그림 2. LED XPar 348 210[W]

S교회 중예배실에 설치되어 있는 XLED 590은 최적화된 고출력 5[W] LED로 90개의 LED (30Red, 30Green, 30Blue) 구성하여 합성플라스틱 및 알루미늄을 외관으로 설계 및 제작하였다. DMX512를 통한 RGB의 Color Mixing을 이용하여 무한한 채색 효과와 중점을 두어 제작하였다.



그림 3. XLED 590 480[W] Moving Light

S교회 중예배실에 설치되어 있는 LWW-2-144P는 144개의 LED (48Red, 48Green, 48Blue) 배열로 구성된 LED 모듈을 설계 및 제작하였다. DMX512를 통한 7색의 페이딩 및 스트로브 등의 효과를 통해 빠르게 변환되는 채색 효과에 중점을 두어 제작하였다.



그림 4. LWW-2-144P 144[W] LED BAR

### 3. 교회 설계 및 시공 설치

설계 방향을 정할 때 가장 중점이 되어야 할 부분이 바로 설계 대상이 되는 장소 규모의 적절한 양과 질의 설비 구축을 최우선으로 하여야 한다. 그로 인해 규모에 맞는 적절한 방식으로 조명 장치 배치 및 조화를 고려하고 입체적 조명을 투사하는 부분에 중점을 두어야 한다. 기존 교회에 가장 문제 시 되고 있는 부분을 파악한 후에 알맞은 교회 조명 시스템을 구축하였다.

#### 3.1 P 교회 대예배실 설계 방향

대예배실은 주 제안 목적을 설교 및 대규모 집회 행사로 중심을 잡고 충분한 조도 확보와 실내의 경건미를 살리고 설교자에게 포인트를 주어 성도들로 하여금 피로감을 덜 느낄 수 있는 부분에 중점을 두었다. 이로 인해 설교에 집중할 수 있도록 설계하였다. 또한 HD급 특수조명 설비 시스템을 통해 디지털 방식에 적합한 영상조명 시스템 환경을 구성하였으며 여러 효과 장치를 통해 대규모 행사 시 유용하게 사용할 수 있도록 하였다. 또한 조명 효과를 통해 성도들의 적극적인 예배 동참을 이끌고 LED를 설치하여 설교자의 불편한 문제점을 최소화 하고 그림자를 없애기 위한 위치선정을 합리화 하도록 하였다.

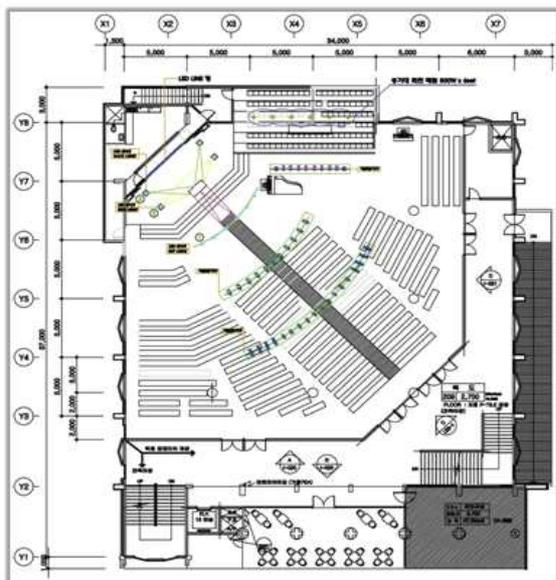


그림 5. P 교회 대예배실 평면도

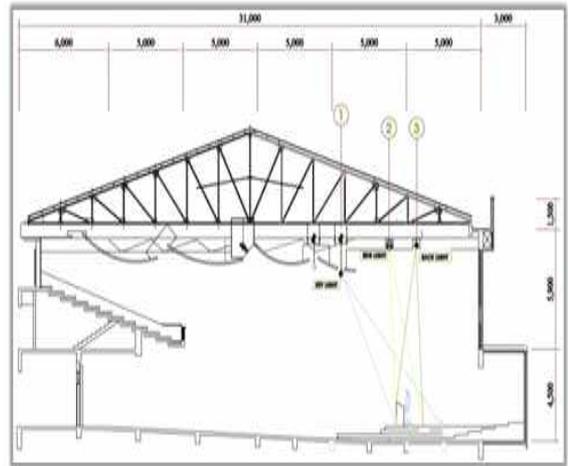


그림 6. P 교회 대예배실단면도

#### 3.2 P 교회 대예배실 시공 설치

P 교회의 대예배실의 시스템 구조는 다음과 같다. 먼저 기본적으로 Ceiling Light Batten을 회중석 위에서 강단의 전면에 비추어 주는 바턴으로 설교자의 투시각도의 45 ~ 50도에 맞추어 설치하였으며, LED 144[W]를 강대상의 전면, 측면, 후면에 삼각조명 방식으로 비출 수 있게 설치하였고 성가대 쪽의 Light Batten을 설치하여 성가대 부분을 비출 수 있게 추가적인 설치를 하여 완료하였다.

또한 설교자 후면 리어스크린에 벽체 그림자를 없애기 위한 LED 바를 설치하여 영상효과를 높이는 데 신경 썼으며 조명의 조도와 각도, 색온도를 고려하여 최적의 영상을 구현하도록 설계제안 방향을 잡았다.

대예배실 조명을 설계 형식과 방향에 맞추어 시공을 진행하였고 설치완료 한 사진은 다음과 같다.



그림 7. P 교회 대예배실 설치사진



그림 8. P 교회 대예배실 투시도



그림 9. P교회 대예배실 방송 시스템

### 3.3 S 교회 중예배실 설계 방향

S교회의 중예배실은 주 제안목적은 교회 세미나 및 설교와 집회를 가능하게 하고 청년부 모임 및 다목적 행사로 중심을 잡고 다양한 문화활동이 가능하도록 화려한 효과가 가능한 장치 위주로 설계 제안하였다. LED Multi Par, LED Moving Light, LED Bar등의 LED 제작 장비를 통한 무대의 활용도를 최대화하고 영상효과를 높이는 데 신경 썼으며 조명의 조도와 각도, 색온도를 고려하여 최적의 영상을 구현하도록 설계제안 방향을 잡았다.

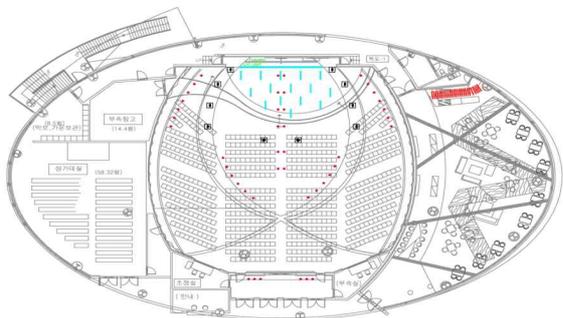


그림 10. S 교회 중예배실 평면도

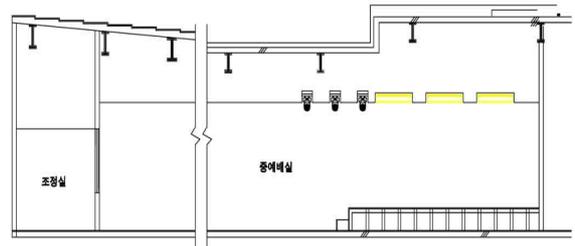


그림 11. S 교회 단면도

### 3.4 S 교회 중예배실 시공 설치

먼저 기본적으로 LED Spot Superstar와 LED XPar 384를 인물의 투시각도의 45 ~ 50도에 맞추었으며, 강대상의 전면, 측면, 후면에 삼각조명 방식으로 비출 수 있도록 조치하였다. 또한 컬러 효과를 주기 위해 강대상 위에 LED Bar와 LED Moving Light 부가적인 설치를 하였고 벽체 또한 LED Bar를 통해 배경효과를 강조하여 완료하였다.

LED 조명을 설계 형식과 방향에 맞추어 시공을 진행하였고 설치완료 한 사진은 다음과 같다.



그림 12. S 교회 중예배실 설치사진



그림 13. S 교회 중예배실 투시도

#### 4. 측정 방법 및 결과 분석

##### 4.1 측정 방법

피사체에 조사할 경우 연출되는 영상을 카메라 측정하였다. 카메라 측정방법은 인물에 각각 LED 조명기구 LED Spot Superstar 144[W], LED XPar 384 210[W], XLED 590 480[W], LWW-2-144P 144[W]를 조사하여 카메라에 영상을 담아 각각의 연색계수 및 조도를 실측하였다.



그림 14. 색온도 및 조도 측정기 CL-200



그림 15. 와트맨 HPM-100A

##### 4.2 결과분석

###### (1) 조도 및 색온도 측정결과

할로겐 1[kW]와 LED Spot Superstar 144[W] 3200[K], 6500[K]를 5m 거리에서 KONICAMINOLTA 제품인 CHROMA METER CL-200을 사용하여 피사체에 45°로 비추었을 때의 조도와 색온도를 측정하였다. 또한 LED XPar 384 210[W], XLED 590 480[W]의 조도를 측정하여 그래프화 하였다.

표 1. 5[m]거리에서의 할로겐 1[kW]와 LED 144[W] 3200[K] 조도 및 색온도 비교

조명기구	조도[lx]	색온도[K]
할로겐 1[kW]	520	3100
LED 3200[K] 144[W]	460	3346

표 2. 5[m]거리에서의 할로겐 1[kW]와 LED 144[W] 6500[K] 조도 및 색온도 비교

조명기구	조도[lx]	색온도[K]
할로겐 1[kW]	520	3100
LED 6500[K] 144[W]	777	6800

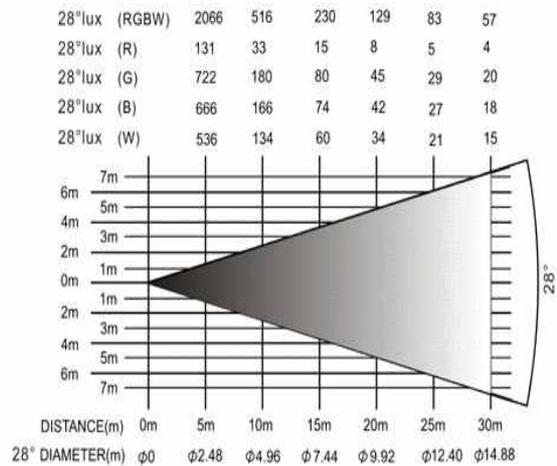


그림 16. LED XPar 348 조도 측정 그래프

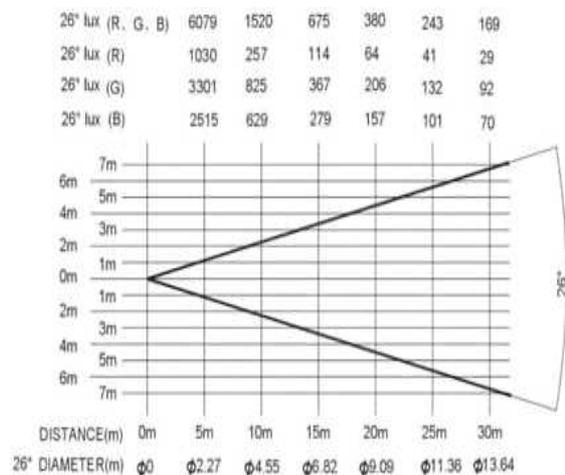


그림 17. XLED 590 조도 측정 그래프

(2) 조도의 배광 분포도 분석

LED Spot Superstar 144[W]의 배광을 검토한 결과 빛이 집중되는 것을 볼 수 있다. 일반 할로겐 등기구 보다 인물조명으로 적절하다는 것을 알 수 있다.

LED 조명기구는 원형의 배광형태를 이루고 있으며, 중심 조도는 또한 할로겐 조명기구 보다 높다.

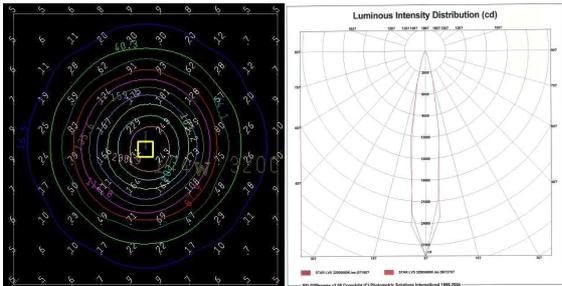


그림 18. LED 144[W] 3200[K] 등조도 곡선 및 배광 곡선

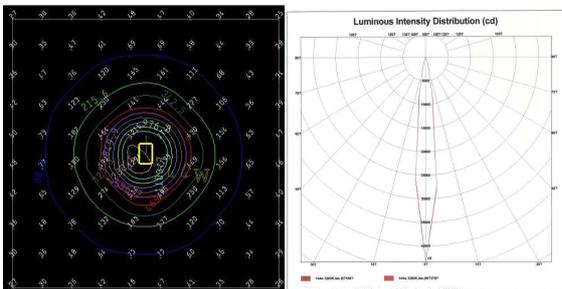


그림 19. LED 144[W] 6500[K] 등조도 곡선 및 배광 곡선

(3) 조명기구별 소비전력, CO2, 전기료 측정

제작한 LED 조명기구 144[W] 3200[K]와 6500[K]와 기존 할로겐 조명기구 제품과 비교하였다. 측정 항목은 조명기구별 소비전력, CO2 발생량, 전기료를 1시간, 1일, 30일 사용 시로 분류하여 와트맨 (HPM - 100A)으로 측정하였다.

기간 동안 할로겐 조명과 LED 144[W] 3200[K]와 6500[K]를 측정한 결과는 다음과 같다.

표 3. 1시간 사용 시 측정값

	할로겐 1[kW]	LED 144[W]
소비전력[kWh]	1.171	0.1568
CO2[kg]	0.496	0.066
가격[원]	430.711	26.342

표 4. 1일 사용 시 측정값

	할로겐 1[kW]	LED 144[W]
소비전력[kWh]	28.104	3.7632
CO2[kg]	11.904	1.584
가격[원]	4,725.504	632.208

표 5. 30일 사용 시 측정값

	할로겐 1[kW]	LED 144[W]
소비전력[kWh]	843.12	112.896
CO2[kg]	357.12	47.52
가격[원]	141,765.12	18,966.22

(4) LED 조명장치 시연

P 교회에서 할로겐 조명과 LED 144[W] 3200[K], 6500[K] 조명을 사용하여 설교자 설교 시 카메라로 촬영한 영상이다.

예전 할로겐 1[kW]에서 LED 144[W]로 교체함으로써 영상의 질 부분에서의 차이점을 사진을 비교하여 알 수 있다. 삼각조명 방식을 이용하여 순광, 측광, 역광에 LED 144[W]를 배치하여 색온도 조절을 통해 비춤으로써 인물의 얼굴색 색깔 차이와 턱밑, 안경 밑에 그림자가 생기지 않는 결과가 나왔다. 그리고 그림 20에 비해 인물 및 머리카락에 광택이나 입체감을 주고 배경에서 인물이 떠오르는 부분을 그림 21에서 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 설교자가 눈부심 및 열 때문에 느꼈던 괴로움 등의 문제 또한 LED 144[W] 시 해결되었다. 이 밖에 실험 데이터 결과 할로겐 1[kW]에 비해 LED 144[W]는 자외선이 발생하지 않아 환경적이며 음향 및 영상의 고조파 노이즈를 발생하지 않았다. S 교회에 설계·제작한 LED XPar 384 210[W], XLED 590 480[W], LW-2-144P 144[W]를 성극, 뮤지컬 및 찬양 콘서트 등의 행사 등의 대비하여 시연하였다.

예전 할로겐 등을 이용한 컬러필터를 통한 컬러 효과와 비교하여 영상의 질 부분에서의 차이점을 사진을 비교함으로써 알 수 있다. 기존에 비해 다양한 컬러 효과를 통한 행사에서 강대상의 활용도를 최대화할 수 있다. 또한 삼각조명 방식을 이용하여 순광, 측광, 역광에 LED Par를 배치하여 색온도 조절을 통해 인물조명으로 사용하여 기존 할로겐 등의 문제였던 발열 및 소음 부분에서도 확연한 개선점을 시사한다.



그림 20. 할로겐 1[kW] 촬영 영상 (시공 전)



그림 21. LED 144[W] 촬영 영상 (시공 후)



그림 22. S 교회 LED 조명장치 시연(1)



그림 23. S 교회 LED 조명장치 시연(2)

## 5. 결 론

P 교회의 대예배실은 LED 144[W] 조명기구를 설치하여 일반 할로겐 조명과 비교한 결과 90 ~ 150%로 동등 혹은 그 이상의 조도를 얻을 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 또한 설교자 영상을 비교한 결과 영상 밝기 및 색감이 좋아졌고 그림자도 많이 없어져

서 영상의 질이 향상된 것을 알 수 있다. 설교자의 영상조명을 기존 할로겐 1[kW] 조명을 사용했을 시 조도 및 색온도 비교 시 LED 144[W]급 조명기구로 대체가 가능하며 10배 이상의 전기용량 절감 효과를 볼 수 있다는 결과가 나왔다. 그리고 기존의 할로겐 조명 1[kW] LAMP의 수명은 200 ~ 300시간인데 비해 LED 144[W]급 조명기구의 LED 수명은 20,000 ~ 30,000시간이므로 100배 이상의 수명의 차이가 있는 것을 볼 수 있다. P 교회의 경우는 층고가 8 ~ 10m 이상 되므로 높은 층고에서도 144[W]급 조명기구를 사용할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

S 교회 중예배실의 경우도 무대 방송 조명 설비 설계 비교 연구한 결과, 기존 할로겐 등기구를 사용하여 컬러 효과 및 임팩트 효과를 내던 전과 달리 LED 조명 등기구를 활용하여 뮤지컬, 찬양, 콘서트, 연극 등이 가능하고 HD 카메라 영상에도 문제없이 좋은 영상을 연출할 수 있는 환경이 구성되었다.

이를 통해, S교회의 중예배실과 같이 층고가 낮은 곳에 LED 조명 등기구를 활용하여 뮤지컬, 찬양 콘서트 연극등이 가능함을 확인하므로 대학로 소극장을 LED 조명 등기구로 교체한다면 많은 에너지 세이빙을 할 수 있다고 사료되며, 이와 같은 결론을 얻을 수 있다.

## 참고문헌

1. 박준석, 김광현, 여인선, LED 조명광원의 광학적 배치 및 광색 제어에 관한 연구, 한국조명전기설비학회논문지, Vol.15, 2, pp. 7-12, 2001
2. 황명근, 허창수, 서유진, 조명용 백색 LED 광원의 등기구 형태에 따른 광도 및 기구효율 분석, 한국조명전기설비학회논문지, Vol.18, NO3. pp. 20-26, 2004
3. 이장원, 알기쉬운 영상조명 기술, 아르캐라이팅아트, 2002
4. 이장원, 권기태, 노재엽, 이진우, 무대조명 프레즈널 스폿 조명의 조도 및 배광비교에 관한 연구, 한국 조명 설비학회 추계 학술대회, pp. 107-110, 2009
5. 이장원, 권기태, 노재엽, 이진우, LED 조명으로 방송 스폿 조명 대치 방안에 관한 연구, 한국조명설비학회추계학술대회, pp.103-105, 2009
6. 송상민, 방열특성과 구동방식을 이용한 다운라이팅용 LED 전구의 개발, 전남대학교 석사학위 논문, pp. 3-54, 2006

논문접수일 (2011. 8. 21)

심사완료일 (1차 : 2011. 8. 28, 2차 : 2011. 9. 8)

게재확정일 (2011. 9. 10)