

## 무빙라이트의 구조에 대한 기술요구 및 테스트 측정방법에 대한 연구

\*이장원 \*\*이경한 \*\*\*권혁환

(주)스타LVS

\*jwlee02@unitel.co.kr

A Study on the Technical Requirements and Test Methods to Measure  
the Structure of Moving Light

\*Lee, Jang-Weon \*\*Lee, Kyung-Han \*\*\*Kwon, Hyeok-Hwan

STAR L.V.S Inc

## 요약

현재 우리나라 무대조명 업계내의 시장은 시간이 흐르면서, 조명개발이 더욱 화려하고 실용적인 장비들로 개발되고 있다. 다양한 개발에 앞서 무대조명 등기구의 광학적, 상용적 그리고 구체적인 테스트 방법의 기준이 전무한 상태이다. 업체별로 많은 기준들을 선보이고 있지만, 선택하는 이용자에게 혼란만 야기되므로 통일되고 규범화 시킬 필요성이 있다고 생각한다. 그래서 무대 등기구 가운데 무빙라이트에 대하여 국내외적인 등기구 측정방법과 시스템 구조기술에 대한 내용 중 광학적 성능, 소음제어, 온도제한의 조건 등 대하여 간략하게 제시하고자 하며, 이를 바탕으로 무대조명 장비의 표준화 형성에 도움이 될 수 있도록 제안하였다.

## 1. 서론

우리나라 무대조명 업계에서는 다양한 무대조명장치가 출현하였다. 특히 외국의 유행하고 새로운 장비들을 국내로 소개하여 많은 조명가들에게 사용되어지고 있다. 하지만, 다양한 등기구들 만큼 다양한 무대조명등기구들의 기술조건 및 테스트 방법들이 존재하여 등기구 비교 및 선택에 많은 어려움이 있으므로 무대등기구의 기술조건 및 테스트 방법을 표준화 될 필요성이 있다.

무대조명 등기구 중 무빙라이트 등기구는 광학, 기계, 전자, 소프트웨어 그리고 신호 컨트롤 등 종합적인 기술이 포함되어 있으며, 고도의 기술력을 요한다. 기본적으로 무대 등기구의 특성을 포함하면 현대 공연장의 중요한 조명 설비 중의 하나이다.

따라서 조명 업계 내에 무빙라이트 등기구의 통합적 기술조건을 표준화하기 전에 무빙라이트 등기구의 시스템 구조 기술과 과학적 테스트 방법을 연구하고자 한다.

## 2. 광학적 성능 및 테스트

## 2-1. 광학 성능

무빙라이트 등기구의 광초점은 하드 광초점과 소프트 광초점으로 나눌 수 있다.

광학적 성능은 주로 밝기, 광초점의 품질 및 효과 등 몇가지 기능에 나타난다. 광학적 시스템 설계는 합리적인 것인지는 제품의 광학적 품질에 영향을 미치는 결정적인 요소이다. 다양한 광초점 모드를 사용

하면, 제품의 다양한 광초점 효과를 보일 수 있다. 즉 구면반사경과 타원면반사경의 광초점 모드에서 각자의 특성을 알 수 있다.

구면반사경 광초점 형태를 사용하는 무빙라이트 등기구의 광초점은 부드럽고 조도가 균등하며, 조도가 높지 않지만 그림은 뚜렷하고 화질이 좋다.

타원면반사경은 광초점 형태를 사용하는 무빙라이트 등기구로 광속 이용률이 높고 조도 또한 높아 구면반사경 만큼 균등하지 않지만, 중심의 조도가 높아서 그림이 더 입체적이다.

주의할 점은 다른 형태의 광원을 사용하면, 무빙라이트 등기구의 광초점 효과도 차이가 있다. 예를 들어 타원면반사경의 초점 형태 중에는 single-ended 램프를 사용하면 광초점의 중심 조도가 상대적으로 높지만, double-ended 램프를 사용하면 광초점이 상대적으로 균등하다.

## 2-2. 광학적 성능의 테스트

무빙라이트 등기구의 광학적 성능의 테스트와 평가는 등기구 내부 시스템이 사용되는 초점 모드, 광원, 그리고 제품의 응용 장소 등에 대해 종합적인 테스트 지표와 평가를 내린다. 무빙라이트 등기구의 광학적 성능이 적합한 기준에 적용되는지 객관적으로 평가하려면 다음의 내용에 대해 테스트를 하여 종합적 분석을 해야 한다.

## (1) 광도 지표

제품의 광도 수치는 예를 들어 광조도, 유효광속, 조도균등도, 등기구 효율 등에 대한 테스트를 하여 개선해야 한다.

**(2) 광초점 품질의 효과**

색온도, 색도, 포화도, 선명도, 그리고 색반, 그림반, CMY의 기능 등 여러 방면에서 광초점의 품질과 효과를 평가 분석을 한다.

**(3) 무빙라이트 등기구 형태**

무빙라이트 등기구 형태에 대하여 평가한다. 아래 그림2-1은 무빙라이트 700W 스포트 타입과 워시 타입에 대한 그림이다.



그림 2-1. 무빙라이트 스포트 타입, 워시 타입  
Fig. 2-1. Moving light Spot Type, Wash Type

**(4) 전기 성능 계수**

제품의 광학적 성능과 관련된 전기성능 계수에 대해 테스트를 통하여 규정에 맞는지 판단해야 하고, 특히 제품이 에너지 소모에 초과되는지에 대해 평가해야 한다. 어떤 제품은 광학적 시스템의 디자인이 불합리해서 유효광속이 손실된다. 이런 공정들이 등기구의 수명을 줄임에도 불구하고, 안정기 등 부품의 전기계수를 바꾸는 방법으로 광원의 조도와 제품의 광조도를 높인다. 하지만 이렇게 하면 제품의 사용 공율이 커지고 제품의 표면 온도가 높아져 제품 내부의 전자 부품과 광학 렌즈는 최고 온도를 초과될 수 있어 안전문제가 생길 수 있고, 공연장의 온도도 높아져 에너지 낭비도 된다.

앞으로 무빙라이트 등기구를 검토할 때 제품내부의 전기 성능 계수로 등기구가 규정에 맞는지 테스트를 하고 시스템 구조의 디자인이 합리적인지에 대해서 평가해야 한다.

**3. 소음 제어**

무빙라이트 등기구의 소음은 공연장의 환경에 직접적 영향을 미친다.

**3-1. 소음의 발생**

무빙라이트 등기구의 구조는 복잡하여 소음이 불가피하다. 그리고 업체의 기술수준과 제조의 정도 등 요소에 따라서 소음의 정도도 차이가 있다. 무빙라이트 등기구의 소음은 주로 다음과 같은 몇가지가 있다.

- 1) 드라이버 소음
- 2) 열이 발산하는 소음
- 3) 구조 소음
- 4) 매칭과 발란스 소음
- 5) 전기 성능 소음

현재 많이 사용하는 무빙라이트 등기구는 보편적으로 위와 같은

소음이 존재한다. 그래서 두가지 타입의 무빙라이트 등기구를 테스트 하였다. 테스트 과정에서 한쪽 무빙라이트 등기구의 소음은 상대적으로 적게 나왔다. 45dB의 소음은 주로 시동시의 소음이고, 팬의 소음과 드라이버의 소음도 상대적으로 크다. 이것은 현대 무빙라이트 등기구의 보편적인 문제다. 반대쪽 무빙라이트 등기구는 앞에 언급했던 소음 외에 구조적 소음이 더 큰 문제를 가지고 있다. 선형성 줌이나 초점 조절을 진행 할 때, CMY 시스템을 운행할 때, 그림판이 돌 때, XY축 방향 운동을 할 때 등 효과가 진행 될 때 흔들림, 부딪힘, 구조적 등기구 소음 현상이 나타나고 어떤 소음은 심지어 70dB이 초과되는 경우에 발생하기도 하였다.

**3-2. 소음을 줄이는 방법**

무빙라이트 등기구의 소음을 줄이려면 제품 디자인과 개발을 중시하는 전자, 구조 및 소프트웨어 쪽의 기술 인원의 협력 작업이 필요하다. 구조적 방법에는 우선 제품의 부품 품질을 높이기 위하여 구조간의 합리적 매칭과 발란스를 확보함으로써 조립의 정밀도를 확보한다. 시스템의 내부에 회전그림판, 줌, 초점 조절, XY축 등 전동 기구는 각자 다른 재료를 사용해야 한다. 예를 들어 고무플라스틱과 금속으로 구성된 전동 기구는 전동 소음을 효과적으로 줄일 수 있고, 필요할 때 댐퍼를 증가하면 흔들리거나 부딪혀 생기는 소음을 효과적으로 줄일 수 있다.

드라이버 소음은 구조, 프로그램과 스테핑 모터 등 종합적 요소로 인해 생기는 것이라 가능한 요소를 일일이 배제하여 진정한 소음 원인을 찾아야 한다. 예를 들어, 무빙라이트 등기구 X축에 있는 등기구 몸체가 시동 할 때 생기는 소음은 우선 스테핑 모터를 사용하기 때문이다. 스테핑 모터의 소음을 배제하게 되면 구조의 디자인이 합리적인지, 사용하는 베어링, 기어, 부품의 정밀도 등을 확인해야 한다.

구조적 소음과 프로그램 드라이버 소음을 배제하려면 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다. 이런 소음이 없는 무빙라이트 등기구 X축 프로그램의 드라이버 신호를 테스트 등기구로 접속시켜 테스트 해보면 소음이 생기는 원인을 바로 찾을 수 있다. 이것은 엔지니어들이 프로그램을 짤 때 해결해야 하는 문제이다.

무빙라이트 등기구의 소음을 줄이는 것은 현재 조명 제조업체들이 제품을 디자인할 때 중요시해야 하는 문제이다. 아니면 제품이 다른 기능에 조건을 맞춰도 결국 소음 문제 때문에 경쟁에서 실패할 것이다.

**4. 온도제한**

현재의 무빙라이트 등기구의 구조는 치밀하여 내부공간이 적다. 광원의 공률은 보통 575W, 1,200W인데, 고 조도를 도모하기 위해 현재 시중에 2,000W 이상의 제품도 있다. 이에 제품 내부 환경의 온도와 시스템 중의 전자, 광학적 부품의 표면 온도도 높아진다. 온도가 규정된 최대온도를 초과하면 내부 광학 부품, 전자 부품의 파손이나 심지어 제품의 안전 문제가 생길 수도 있다. 따라서 등기구의 온도를 제한하여 제품의 품질을 확보하는 것이 필요하다.

**4-1. 등기구의 온도분포**

현재 무빙라이트 등기구가 사용하는 광원은 보통 열복사광원과 기체방전이 있다. 광원복사의 에너지는 줌 시스템의 복사를 통해서 광속

으로 들어가 빛과 적외선 복사로 방사되며, 즉 60%의 에너지는 등기구의 앞부분에 방사되어 광속 좁 구역 내의 온도를 형성하고 나머지 40%는 동체 부분을 통해서 방사되어 등기구의 표면온도를 형성한다.

예를 들어, 무빙 헤드 등기구는 주로 기체방전광원과 타원면유리반사경을 사용한다. 타원면유리반사경은 광원의 빛이 더 작은 입사각으로 반사하여 빛에너지의 소모를 줄여 광속의 이용률을 높일 수 있지만, 광원의 에너지는 주변으로 방사되지 못해 반사경의 f2 초점에 집중하게 되어, 광속의 초점인 동시에 에너지 반사가 집중되는 고온점이 된다. 이 초점의 온도는 800도 이상이 되어 이로 생기는 광속 구역의 환경 온도도 상대적으로 높다. 제품 내부의 어떤 전자 부품과 광학 부품이 이 구역 근처에 배치되어 있기에 온도가 너무 높으면 내부의 부품이 파손 될 수 있다.

#### 4-2. 등기구의 배열 방식

등기구의 배열 시스템을 합리적으로 디자인하는 것은 제품 내부 환경 온도를 줄이는 데에 있어서 중요하다. 등기구의 배열은 열복사의 확산과 대류를 통해서 진행되며 냉각제는 공기다. 온도의 상승이 등기구의 공률과 정비례하는 반면에 등기구의 표면적과는 반비례한다.

현재 무빙라이트 등기구의 배열 방식은 보통 흡기식, 흡출통풍식과 자연식 등이 있다. 흡기식 배열은 흡입된 냉풍으로 특정 구역 내 부품의 표면 온도를 급속히 줄여 열에너지가 등기구 내부 순환을 할 수 있게 하여 온도의 발란스를 유지하는 것이다. 흡출통풍식 배열은 등기구 내부의 에너지를 등기구의 배열 출구에서 규정된 방향으로 배출하여 내부 환경의 영향을 줄이는 것이다.

어떤 배열의 방열을 사용하느냐는 등기구 내부의 구역별(광원구역, 광속구역, 신호컨트롤구역, 전기전자부품구역)의 환경온도 분포 상태와 부품의 표면온도에 따라 결정해야 하는 것이다.

#### 4-3. 적응성 테스트

규정된 온도 조건하에 제품의 환경적응성 테스트를 진행해야 한다. 38도 정도의 환경 온도 하에 고온의 극한테스트를 하는 것을 추천한다. 등기구의 어떤 환경 조건에도 정상적으로 작동할 수 있는 것을 확보할 수 있다. 테스트 전압은 등기구의 정격전압의 1.02배로 하면 된다. 등기구가 자아 검증 상태 하에 연속적으로 8시간 테스트를 하는 것을 제안한다. 테스트 과정에서 제품 내부 광학 부품, 전기 부품, 전자 부품, 도선 등 부품의 표면 온도와 내부 환경온도를 계속 측정하고 기록해야 한다.

### 5. 결론

앞서 무빙라이트 등기구의 광학적 성능, 소음제어, 온도 변화에 대한 기준의 세부 내용에 대하여 알아보았다. 무빙라이트 등기구는 앞서 표현하였듯이 종합적인 기술이 집약된 장비로써 여타 다른 산업과 마찬가지로 자세하고 정확한 기술기준에 대한 규범화를 갖춰야만 할 것이다. 그래야만 무대 등기구 분야에서도 품질에 대한 정확한 신뢰와 등기구의 기술적 발전으로 인한 무대조명이 발전이 되고 기술력 향상이 될 것이라고 생각하며, 많은 이들이 무대조명 분야에 연구하고 개발하는 계기가 되었으면 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 황명근, 이장원, 노재엽, “최신무대조명기술”, 아진, pp. 31-47, 2010.
- [2] 고희선, 김창기, 이성호, 이종규, 천세기 “무대조명III”, 교보문고, pp.75-91, 2007.
- [3] 이장원, “알기쉬운 무대조명기술”, 아르케라이팅아트, pp.65-96, 2001.
- [4] 김명남, 진용남, 신호, 이장원, 박남석, 이종우, 하종기, “무대조명이야기”, 사단법인 한국조명가협회, pp.47-149, 2013.
- [5] 이범수, “무빙라이트의 구조적 분석과 활용에 대한 연구”, 상명대학교 예술디자인 대학원, pp.8-111, 2013.