

무대 조명설비의 지락 보호와 배선방법

공연장에 있어서 무대 조명설비는 작품에서 표현하고자 하는 다양한 효과를 연출하는데 반드시 필요한 설비로서 예를 들면, 무대를 보이게 하는 기본적인 기능, 춘하추동, 아침·저녁, 맑고 흐린 날씨 등의 정경묘사, 무대를 현란하게 하거나 또는 정적인 느낌을 주는 등의 미적묘사, 출연자의 심리묘사 또는 주시하기 위한 팔로우조명 등의 효과에 필수적이다.

배석명 - 전기안전연구원 기준연구팀장

1. 무대 조명설비의 지락 보호

가. 법규에 규정되어 있는 지락 차단 장치의 시설

금속제 외함을 가지는 사용 전압이 60V를 넘는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에는 감전을 방지하기 위해서 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 하여야 한다. 그러나 공연장의 무대 조명설비는 다음과 같은 특징으로 인해 누전 차단기의 시설을 생략할 수 있다.

- (1) 실링 투광실, 프론트사이드 투광실, 팔로우 스포트라이트실 등은 조명기구가 취부된 장소로서 절연물로 덮인 장소이다.
- (2) 무대 마루는 나무 등의 절연물이고, 전기기계 기구는 그 위에서 취급되는 것이다.
- (3) 무대 밑은 사람이 접촉할 수 있는 전기설비가 없는 장소이고, 공기가 잘 통하는 장소이다.
- (4) 전로를 차단하여 무대 조명이 소등될 경우 공공의 안전 확보에 지장을 줄 우려가 있는 설비이다.

다만, 무대 조명설비의 유지 관리상의 관점에서 지락 검출 또는 누전에 의한 화재 방지를 목적으로 하는 지락 보호 설비를 시설하는 것이 바람직하다.

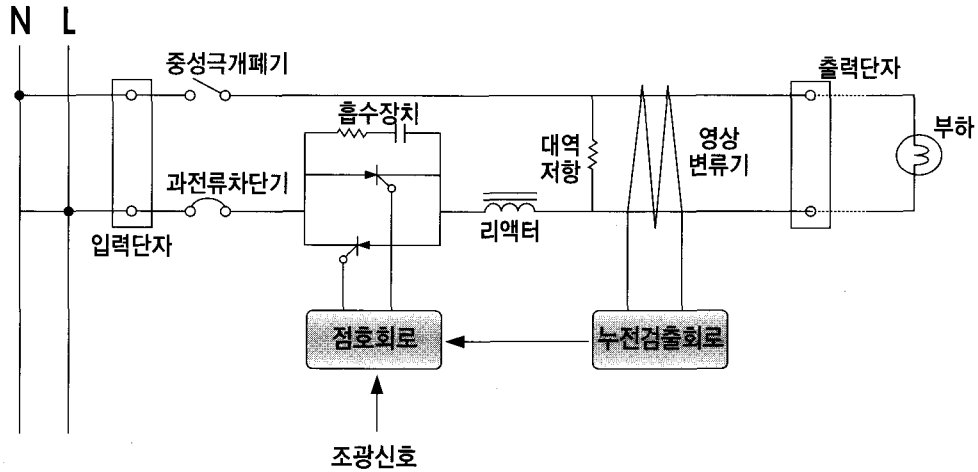
나. 지락 보호 장치의 적용 기준

(1) 지락 보호

공연을 위하여 준비하는 무대 조명의 설치 과정은 매우 단시간에서 이루어지며, 공연 내용에 의해 불특정한 조명기구 등 반입용 기자재에 의해 무대 조명을 설치 운영한다.

만일 절연 상태가 좋지 않은 조명기구를 사용하는 경우에는 그 원인과 해당 조명기구를 즉시 검출하여 안전한 조명기구로 신속히 교환하여야 한다. 이러한 운용상의 필요성에 의해 무대 조명설비의 지락 보호는 다음과 같이 행하는 것이 바람직하다.

- (가) 무대 조명기구의 분기 개폐기에 누전 경보장치를 시설할 것
- (나) 반입 조명기구의 분기 개폐기에 누전 경보장치를 시설할 것
- (다) 무대 조명용 조광기는 누전감지 기능을 가지는 조광기를 사용할 것(그림 1))
- (라) 무대 조명 간선 개폐기에 누전경보 장치를 시설할 것



〈그림 1〉 누전감지기능부착 조광기의 기능 구성도

(2) 지락 보호 장치의 감도 전류

(가) 누전 검출을 목적으로 하는 누전 경보 장치의 감도 전류

감전사고의 예방을 위한 누전 검출을 목적으로 한 누전 경보 장치의 감도 전류는 전기설비의 접지가 제3종 접지공사(100Ω 이하)를 한 경우에는 누전 경보 장치의 동작시간이 0.1초 이내의 경우 감도 전류는 500mA 이하인 것을 사용하여야 한다.

(나) 설비기기의 보안을 목적으로 하는 누전 경보 장치의 감도 전류

설비기기의 보안을 목적으로 하는 지락 보호 장치(누전 경보 장치)는 정상 상태에 있어서 불필요 동작을 일으키지 않는 감도전류를 설정치로서 산정할 필요가 있다. 이 때문에 특히 유의할 점은 다음과 같다.

- 1) 전로의 회선수가 많고 배선 공장이 길기 때문에 전선로의 누설전류가 크다. 따라서 정상상태에 있어서의 오동작이 없도록 감도 설정 값을 산정하여야 한다.
- 2) 무대 조명설비는 할로겐전구 부하가 대부분이므로 점등시의 과전류(월류)가 크다. 따라서 과도 돌입 전류에 의한 오동작이 생기지 않는 특성을 가진 누전 경보 장치로 하여야 한다.
- 3) 무대 조명설비에는 사이리스터 조광기가 사용되므로 고조파 함유율이 높다. 그리고 무대기구 설비는 최근 인버터(Inverter)제어에 의한 가변속 전동 장치를 시설하는 경우도 많다.

이러한 이유로 누전 경보 장치는 불필요한 동작을 하지 않는 적절한 정격의 것을 선정하여야 한다.

다. 누전 경보 장치의 경보 표시 방법

무대 조명설비는 무대 운영상 각각의 설비를 집중하여 제어할 수 있는 조작반, 또는 조작대에서 조작이 된다. 따라서 누전 경보 장치가 작동한 경우의 경보 표시는 해당 기기의 조작반 등에서 확인할 수 있어야 하며 그 표시 방법은 공연의 진행에 방해가 되지 않도록 하여야 한다.

이상과 같이 무대 조명설비의 경보 표시 방법은 다음에 의한 것이 바람직하다.

(1) 경보 표시 장치

- (가) 경보 표시 장치는 음량 조정 기능이 부착된 음성 경보기와 경보 표시등이 병용된 것일 것
- (나) 경보 표시등은 작동한 회로가 쉽게 확인될 수 있도록 설치할 것

(2) 경보 표시 장치의 설치 장소

- (가) 조광 조작실에 설치되는 조광 콘솔에서 확인하기 쉬운 장소에 설치할 것

(나) 조광 기계실에 설치되는 조광기반에는 누전감지 기능이 부착된 조광기가 작동한 경우에는 확인할 수 있는 경보 표시등을 부착할 것

2. 배선방법의 선정과 시설

공연장 등의 내부공간은 크고 설비하는 무대 조명기구류는 그 주변에 산재되어 시설하여야 하기 때문에 부하회로의 배선공장은 길이가 길게 되는 경우가 많다. 또한, 조광기계실의 위치에 따라 조명기구와 조광기간의 거리에 큰 차가 발생하는 경우가 있다. 이것은 배선의 전압 강하 및 부하 말단 전압의 불균형에 의해 조명효과에 장애가 될 우려가 있다. 따라서 부하배선은 조명기구와 조광기계실 간의 거리가 가능한 짧게 되도록 위치하고 배선공장은 균형이 되도록 배치하는 것이 바람직하다.

구체적인 방법으로서 다음 사항을 고려하여야 한다.

가. 배선의 굵기

- (1) 전선의 허용전류 값에 의한 전선의 굵기를 선정하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 전압 강하의 기준에 의해 부하 말단 전압은 214V 이상이 되도록 하여야 한다.
- (3) 하늘막 조명 등 균일한 밝기를 필요로 하는 회로는 전압의 차이가 색조에 영향을 미치므로 말단 전압이 일정하게 되도록 고려하여야 한다.
- (4) 금속덕트 배선공사·금속관 배선공사 등의 시공방법으로 절연전선의 허용전류 보정 및 주위 온도에 의한 허용전류 감소 등의 계수를 고려하여 전선의 굵기를 선정하여야 한다.

나. 약전장애

(1) 음향장애 방지

무대 조명 부하배선은 조광장치 2차 측으로부터 접속박스·플라이덕트 또는 콘센트박스에 달하는 배선을 말한다. 조광장치는 대개 위상제어 방식이므로 고조파를 발생하는 특성이 있다. 따라서 이 고조파가 약전류를 취급하는 음향배선에 장애를 발생하는 경우가 많기 때문에 이를 방지하기 위하여 다음 사항을 주의하여야 한다.

- (가) 무대 조명 부하배선과 음향 등의 약전류 전용 배선은 각각 독립된 금속덕트 또는 금속관 배선공사를 할 것.
- (나) 무대 조명 부하배선과 음향 등의 약전류 전용 배선과의 사이에는 평행하는 경우 1m, 교차하는 경우 10cm 이상을 이격할 것.
- (다) 음향회로의 마이크배선은 4E6 등의 4심 차폐코드를 사용할 것.

(2) 제어신호 장애 및 안전대책

조광 제어선은 일부의 제어 전원 계통을 제외하고는 약전류 회로에 해당하기 때문에 기술기준 제215조(저압 옥내배선과 약전류 전선 등과의 접근 부분 교차)에 의하여 시설하여야 한다.

최근의 조광제어는 CPU의 디지털방식의 고주파 펄스 고속 전송신호를 취급하여 유도 장애를 방지할 필요가 있기 때문에 다음 사항에 유의하여야 한다.

- (가) 제어신호선(케이블)은 노이즈 등을 외부에서 받고 밖으로 유출하지 않기 때문에 차폐케이블을 사용하여 독립된 금속덕트 또는 금속관배선으로 할 것
- (나) 차폐에는 특3종 접지공사에 의해서 신호회로에 관한 접지선에 반드시 일점 접지를 해야 하며 루프 또는 다점접지가 되지 않도록 고려할 것

다. 전압강하

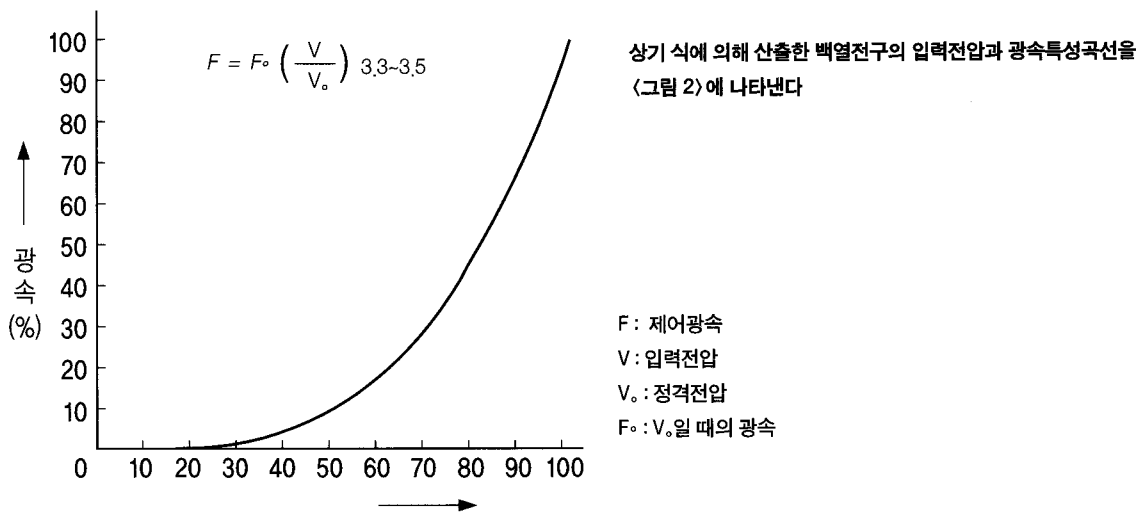
조명을 제어하는 무대 조명의 경우 조명기구의 입력 전압의 저하는 연출 조명의 빛을 만드는데 큰 방해가 된다. 그러나 전압 공급점에서 조명기구에 달하는 전로를 구성하는 배선 등에 따라 전압강하는 조명기구의 입력 전압의 저하 요인으로서 피할 수 없다.

따라서, 입력 전압의 값에 의해 밝기의 변화를 예측하여 전압 강하의 비율을 줄이는 전로구성을 선정하여 다시 전원전압을 결정할 필요가 있다.

(1) 입력 전압과 광속

무대 조명에서의 광원은 비교적 조광이 용이한 특성을 갖는 백열전구의 일종인 할로겐전구가 대부분이다. 전압의 변동은 전구의 밝기에 영향을 주며 이것은 취급하는 사용 장소(회로)에 의해 불편한 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

일반적으로 백열전구의 사용광속과 입력 전압과의 관계는 다음 식으로 표시된다.



<그림 2> 백열전구의 입력전압과 광속특성곡선

(2) 부하회로의 전압 강하

부하배선으로 사용되는 절연 전선의 도체는 일반적으로 동선이 사용된다. 동선의 전기저항에 의한 전압 강하 계산식은 일반적으로 다음 식에 의한다. 다만, 전기방식을 단상 2선식, 역률을 1.0으로 한다.

$$e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times A} \quad [e: \text{전압강하}(V), A: \text{전선의 단면적}(mm^2), L: \text{전로의 공장}(m), I: \text{전류}(A)]$$

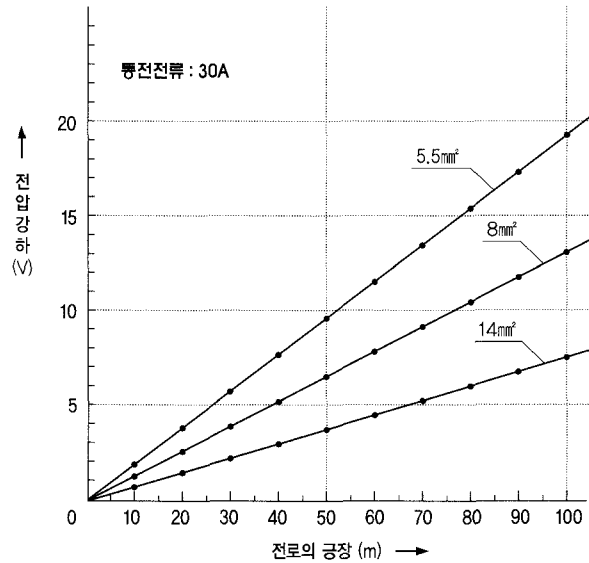
예컨대, 상기 식에 의해 산출한 전로의 공장과 전압 강하의 관계에 관하여 <그림 3>에 나타낸다.

(3) 사이리스터 조광기에 적합한 입력 전압

전압 강하의 요인은 상기한 대로 물리적으로 피할 수 없어 부하배선 외에 사이리스터 조광기를 들 수 있다. 이 2개의 요인을 고려한 후에 입력전압을 결정하는 것이 바람직하다.

$$\text{조광기에 적합한 입력 전압} = \text{부하발단 전압} + \text{부하회로 전압 강하} + \text{조광기 전압 강하}$$

주) 조광기의 전압 강하는 조광기의 형식이나 제조자마다 차이가 있기 때문에 문의하는 것이 좋다.



〈그림 3〉 전로의 공장 및 전압 강하

예컨대, 부하말단 전압 214V, 부하회로 전압 강하 7V, 조광기 전압 강하 3V인 경우, 조광기에 적합한 입력전압 = 214V + 7V + 3V = 224V가 된다.

그러나 수십~수백의 무대 조명 부하회로의 전압 강하를 전부 일정하게 유지하는 것은 거의 불가능하므로 조광기에 적합한 입력 전압은 224V~234V로 하는 것이 바람직하다.

라. 배선공사 방법의 적용

배선공사에는 여러 종류가 있지만 무대 조명설비에서의 일반적인 배선공사는 <표 1>과 같다.

공사종류	금속관배선	금속덕트배선	금속제기요전선관배선	케이블배선	버스덕트배선
간선	○	○			○
부하배선	◎	◎	○	○	
조작선				●	

○ : 일반적으로 행해지는 배선공사
 ◎ : 일반적으로 행해지는 배선방법 중 바람직한 배선공사
 ● : 케이블을 금속관 또는 금속덕트로 시공할 필요가 있는 공사 또는 금속관공사와 동등한 성능을 가지는 차폐케이블에 의한 공사

〈표 1〉 무대 조명설비의 배선공사

마. 무대 조명설비에 있어서의 배선공사의 유의점

- (1) 무대 조명 배선으로 특히 조광기계실 내 배선설비는 회선수가 많기 때문에 금속덕트에 의한 공사가 대부분이다. 이 경우 금속덕트에 수납하는 전선의 단면적(절연 피복의 단면적을 포함)의 총합계는 덕트의 내부 단면적의 20%(전광사인 장치, 출퇴표시등 기타 이와 유사한 장치 또는 제어회로 등의 배선만을 수납하는 경우는 50%) 이하이어야 한다.
- (2) 무대 조명의 부하회로는 전부 조광기계실 내에 집결되고 또한, 부하까지의 배선거리가 길기 때문에 전압강하를 고려하여 허용 전류치에 비하여 굵은 전선을 사용하는 것이 대부분이며 덕트 내 배선에 있어서는 미리 충분한 검토를 하여야 한다.
- (3) 조광조작실의 공간, 각종 기기의 배치에 관해서도 배선은 폭을 차지하지 않도록 고려하여야 한다.
- (4) 플로어퍼트 또는 프리엑세스 구조의 마루 내에는 일반적으로 케이블을 사용하여 배선하지만, 절연전선을 사용하는 경우는 내면을 두께 1.2mm 이상의 철판 또는 이와 동등 이상의 강도를 지닌 금속판자를 부착하여 금속덕트 공사로 취급하는 것이 필요하다.

〈다음호에 계속〉