

유흥장의 전기설비 배선 및 접속방법에 관한 연구

(A study on wiring and connecting methods of electrical facilities of entertainment places)

이건호* · 배석명 · 방선배

Geon-Ho Yi · Seock-Myung Bac · Sun-Bac Bang

한국전기안전공사 전기안전연구원

Electrical Safety Research Institute, Korea Electrical Safety Co.

Abstract

국민의 생활수준 향상에 따른 서비스산업의 발달로 화재위험 건물로 분류되는 나이트클럽과 같은 유흥장은 전국적으로 늘어나고 있는 추세이며, 규모가 대형화 되고 화려해짐에 따라 전기설비도 복잡하고 다양해지고 있다. 특히 수많은 조명과 음향설비 등이 한정된 장소에 집중되어 시공되는 유흥장의 특성상 전원선이나 신호선의 배선이나 접속 방식에 있어서 많은 문제점이 상존하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 유흥장 특성에 적합한 배선이나 접속에 관련된 국내·외 규정을 간략히 소개하고 유흥장의 현장실태조사를 통한 문제점을 파악하여 시공이나 유지·관리에 있어서의 착안점을 제공하고자 한다.

1. 서 론

단란주점, 카바레 및 나이트클럽 등과 같은 유흥장은 대부분 복잡한 내부장식, 그리고 업주의 무리한 전기시설 변경과 경기변동에 따른 잦은 업종변경 등으로 안전관리에 많은 어려움이 있으며 영업 및 판매를 목적으로 하는 사업의 특성상 안전관리보다는 손님들의 취향에 적합한 시설로 이루어져 전기화재나 감전 등의 재해에 있어서 많은 취약점과 문제점을 안고 있다. 또한 내부공사는 대부분 인테리어 업자가 주 시공자가 되어 전기설비는 무자격자에 의해 시공되고 있는 실정이며 시설기준에 의해 시공되기 보다는 외관상 나타나는 실내장식을 위한 보조수단으로만 여겨지고 있어서 영업장소의 실태나 작업의 용이성에 따라 행해지고 있다.

나이트클럽과 같은 대형 유흥업소에는 다양한 연출효과를 위해 수백개의 조명시설을 비롯해서 여러 가지 전기설비 등이 사용되고 있으나 부적합한 시공이 이루어지는 예가 많으며 유지·관리에 있어서도 전기분야 종사자가 아닌 조명을 운영하고 있는 직원에 의해 행해지고 있는 실정이다. 특히 수많은 조명과 음향설비 등이 한정된 장소에 집중되어 시공되는 유흥장의 특성상 전원선이나 신호선의 배선이나 접속 방식에 있어서 많은 문제점이 상존하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 유흥장 특성에 적합한 배선이나 접속에 관련된 국내·외 규정을 간략히 소개하고 유흥장의 현장실태조사를 통한 문제점을 파악하여 시공이나 유지·관리에 있어서의 착안점을 제공하고자 한다.

2. 유흥장 전기설비의 배선 및 접속

유흥장의 전기설비는 중요성이나 용량의 크기에 따라 크게 무대조명설비, 무대기계설비, 무대음향설비의 세가지로 분류할 수 있다. 그림 1은 유흥장의 종류 중 대표적인 대형 나이트클럽의 전기설비와 배선상태를 표준화하여 그린 그림이다. 무대에 사용되어지는 전기설비는 대부분 조명조작실의 분전반을 통해 전원을 공급하고 제어되어지고 있다. 실제 유흥장의 실태는 이와는 다를 수도 있으며 설비의 종류도 더 간략할 수 있음을 밝혀 둔다.

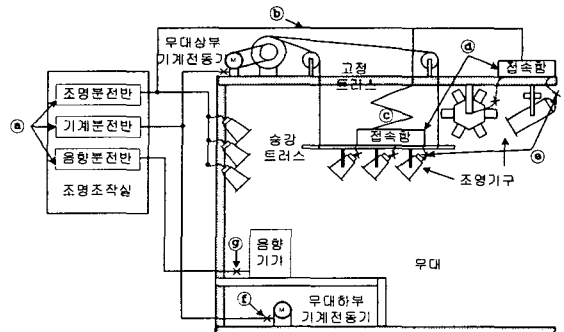


그림 1 유흥장의 전기설비와 배선의 개략도

비고 1. 그림에서 ①~⑥는 본 논문에서 논하고자 하는 바를 설비별로 표시한 것이다.

2. — 주로 케이블에 의해 배선이 되는 부분
3. 주로 절연전선에 의하여 배선이 되는 부분
4. × 전선이나 케이블의 접속점

참고 : 현장실태조사 개요

현장실태조사는 유흥장 전기설비의 취약요인, 사용기기 적용상의 문제점 등을 조사하기 위하여 아래와 같은 방법으로 실시하였다.

- 조사 대상 : 전국 27개 유흥장
- 조사 기간 : 2003. 12~2004. 1(2개월)
- 조사 방법 : 현장실태표 작성후 직접 방문 조사

2.1. 배·분전반 내의 배선(그림 1.의 ㉑)

가. 국내·외 규정

기술기준에서는 61, 62조에서 배·분전반은 쉽게 점검할 수 있는 작업공간을 확보하도록 규정하고 있으며 분전반실 또는 분전반 전면에는 감시 및 조작을 위한 조명 설비를 시설하도록 규정하고 있다[1].

NEC 408, 110에서는 배·분전반의 설치 조건으로 충분한 출입 공간과 작업공간을 확보하도록 규정하고 있으며 분전반의 물리적 손상 및 가연성 물질에 대하여 적절한 보호를 하도록 하고 있다. 또한 배·분전반 내부의 회로 변경 및 용도 변경 시에는 항상 변경한 목록을 표시하도록 규정하고 있다[2].

IEC 60364-5-53에서 일반인의 안전 및 조작 금지를 위한 잠금장치의 설치에 대하여 중요하게 규정하고 있다[3].

나. 현장실태조사

- 배·분전반의 작업공간 및 배선의 정리상태
 배·분전반이 작은 크기로 제작될 경우 회로의 변경 및 기기 교체시 불편하고 배선이 난잡하게 된다. 난잡배선의 경우 화재 및 감전사고의 위험이 증가하고 개·보수의 어려움이 생기게 된다.
 실태조사결과 협소한 작업공간과 배선의 정리 상태가 불량한 장소는 배전반이 10개소 37%, 무대조명 분전반이 10개소 37%, 무대기계 분전반이 7개소 50%, 립용 분전반이 8개소 80%, 음향 분전반이 4개소 50%, 일반용 분전반이 12개소 80%로서 많은 장소의 배·분전반은 크기가 작고 배선의 정리상태가 불량한 것으로 나타났다.
- 배·분전반 내부 분기회로의 회로목록 표시
 배·분전반 내부 분기회로의 회로목록 및 회로변경은 그 목적이나 용도를 정확히 기재하여 배·분전반 정면이나 문 내부에 유지하도록 규정하고 있으며 배·분전반에 전압과 정격전류 등을 표시하여 유지관리에 편리하도록 하여야 한다.
 실태조사 결과 대부분의 배·분전반에 표시되어 있는 회로목록 및 회로변경은 일시적인 필요에 의해서 기록된 것이었으며 정확하게 표시되어 있는 장소는 그림 2와 같은 결과로 조사되었다.

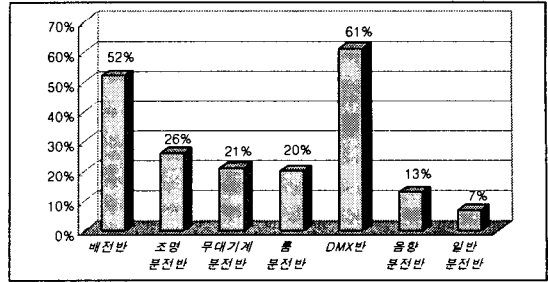
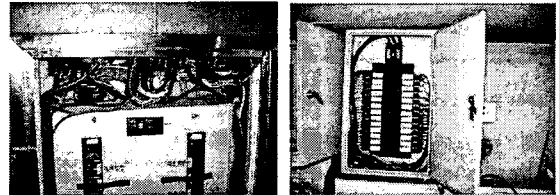


그림 2. 배·분전반의 회로목록 및 회로변경의 표시

아래 그림 3은 분전반 내 배선의 실제 시공사례를 보여준다.



(a) 작업공간의 미확보 (b) 충분한 작업공간 확보 시공사례

그림 3.조명조작실 내 분전반

2.2. 조명분전반 2차측에서 접속함까지의 조명용 배선(그림 1.의 ㉒)

가. 국내·외 규정

기술기준에서는 200~214조에서 저압육내배선의 방법에 관하여 규정하고 있다.

NEC 300에서는 배선방법에 관하여 상세히 규정하고 있다.

IEC 60364-52에서는 배선방식의 선정과 공사방법에 관하여 규정하고 있다.

나. 현장실태조사

- 조명용 배선의 시공 상태
 그림 4는 조명분전반 2차측에서 접속함까지의 조명용 배선의 시공방법을 조사한 결과이다. 실태조사 결과 접속함까지의 조명용 전선은 회로수나 용량을 고려하여 주로 케이블을 사용한 배선 시공을 하고 있었으며 대부분의 유흥장에서 케이블공사, 케이블트레이 공사 및 합성수지관 공사에 의해서 시공되어 지고 있었다. 그림 5는 조명용 배선의 실제 사례로써 (a)의 경우는 전선의 보호나 지지에 있어서 적합하지 못한 경우이며 (b)의 경우와 같이 시공하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

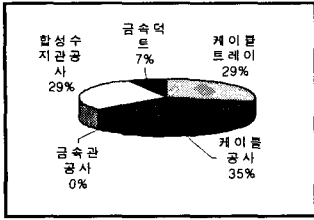
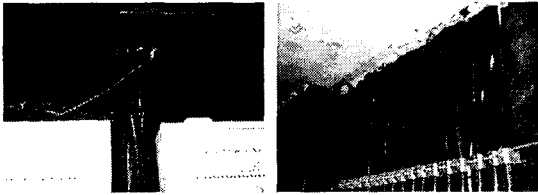


그림 4. 배선방식에 따른 분류



(a) 부적합 시공 사례 (b) 적합한 시공 사례

그림 5. 조명조작실에서 인출되는 조명을 배선

2.3. 이동용 트러스에 공급되는 조명용 전선의 배선 방법(그림 1.의 ㉔)

가. 시공상 주의점

이동용 트러스에 공급되는 전선의 배선에 관한 사항은 특별히 규정되어 있는 것이 없으므로 이 부분에서는 설비의 특이성에 따른 다음과 같은 몇 가지 주의할 사항을 소개하고자 한다[4].

- (1) 케이블 자체가 손상되지 않도록 할 것
- (2) 케이블 하중 이외의 하중이 가해지지 않을 것
- (3) 주위의 설치물 등과 간섭하지 않을 것
- (4) 적당한 굴곡 반경을 확보할 것

나. 현장실태조사

○ 이동 배선의 처리 방법

이동용 트러스에 공급되는 전선의 배선 처리 방식은 받침바구니 방식, 중간고정 방식, 케이블릴 방식 등이 사용되어지고 있으며 현장에서의 사용 비율은 그림 6과 같다. 그림 7은 받침바구니 방식의 실제 사용 일례이다.

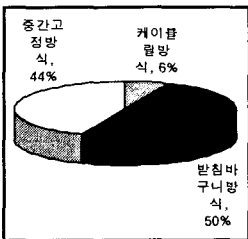


그림 6. 무대기계의 이동 배선 공사방법

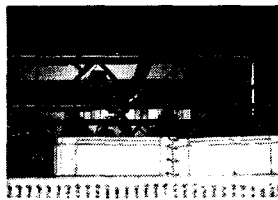


그림 7. 받침바구니 방식의 실제 사용 일례

○ 케이블의 손상 우려

기술한 바와 같이 케이블의 자체의 손상이 없도록 시공 및 관리가 되어야 하나 무대기계의 움직임에 따른 이동배선의 피복 손상 및 충격 우려가 있는 장소는 3개소 19%를 차지하고 있다. 피복이 손상 될 경우에는 화재사고 및 지락으로 인한 감전사고 위험이 있으므로 항상 주의하여야 한다.

2.4. 접속함 및 단자대(그림 1.의 ㉕)

대형 나이트클럽의 경우 무대에서 사용되는 조명기구나 전기기계의 수가 적게는 수십개에서 많게는 수백개에 이르고 있으며 여기에 공급되는 전원선의 효율적인 유지·관리를 위해서 대부분 접속함이나 단자대를 사용하고 있다.

조명조작실에서 인출된 전원선은 무대의 트러스에 적당히 배치된 접속함이나 단자대에 연결되고 여기서부터 분기되어 무대 상부의 각 전기설비에 공급되고 있다.

가. 국내·외 규정

기술기준 14조에서 전선의 접속은 접속관, 접속기, 접속함 또는 기타의 기구를 사용하도록 규정하고 있다.

NEC 370의 경우 전선의 접속을 위한 접속함 내에는 전선의 자유공간을 충분히 마련해야 하며 인입·인출되는 개구부는 적절하게 폐쇄하고 사용조건에 적합한 덮개를 설치하도록 규정하고 있다.

IEC 60364-7-711의 경우 전선을 접속하는 경우 접속기를 사용하도록 규정하고 있으며 규격에 적합한 접속함에서 접속을 실시하고 단자에 장력이 전해질 우려가 없도록 케이블을 단단히 고정하도록 규정하고 있다.

나. 현장실태조사

○ 접속함의 사용 유무

무대상부(천정)에 접속함을 사용하는 장소는 11개소 41%, 접속함을 사용하지 않은 장소는 16개소 59%를 차지하고 있으며, 무대벽면에 접속함을 사용한 장소는 4개소 15%, 접속함을 사용하지 않은 장소는 23개소 85%를 차지하고 있는 것으로 파악되었다.

○ 접속함내 작업공간과 배선의 정리 상태

접속함 내부의 작업 공간이 협소하고 배선의 정리 상태가 불량한 장소는 7개소 64%로 조사되었으며, 먼지침입 등을 방지하기 위한 덮개가 설치된 장소는 5개소 45%, 덮개를 설치하지 않고 노출된 상태로 사용하고 있는 장소는 6개소 55%로 조사되었다.

○ 인입·인출 부분에서의 피복 손상 우려

배선이 인입·인출되는 부분에서 피복 손상 우려가 있는 장소는 9개소 82%로 조사되어 부적합한

상태로 접속함을 사용하고 있는 것으로 파악되었다.

그림 8, 9는 접속함의 실제 사용 일례로써 그림 8은 단자대가 없이 접속함 내부에서 직접 테이핑 접속에 의해서 연결하고 있는 경우이고, 그림 9는 단자대를 사용하여 전선을 접속하고 있는 형태이다. 접속함 내부에 단자대를 부착하여 사용하는 경우에는 전기화재 등의 재해를 방지하기 위해서 단자대에 먼지가 쌓이지 않도록 하고 전선의 접속상태가 풀리지 않도록 꾸준한 관리가 필요하다고 할 수 있다.

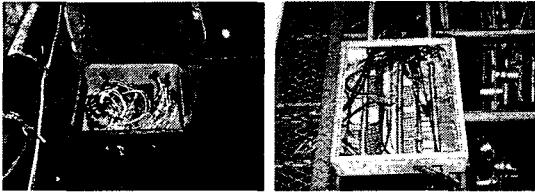


그림 8. 단자대가 없는 접속함 그림 9. 단자대가 있는 접속함

○ 함을 사용하지 않는 단자대의 사용실태

함을 사용하지 않고 단자대만을 이용해서 조명회로를 분기하는 곳도 여러 군데가 있었으며 다음은 이러한 단자대의 사용실태이다.

접속 단자대의 노출 충전부에 감전 보호를 위한 커버를 설치한 장소는 6개소 46%, 커버를 설치하지 않고 노출된 상태로 사용하고 있는 장소는 7개소 64%로 나타나 노출 충전부에 감전사고의 위험이 있는 것으로 조사되었다. 그림 10은 노출 충전부 보호용 커버가 있는 접속 단자대의 일례이다.

접속 단자대의 먼지침투 상태를 조사한 결과 최근에 설치된 2개소 15%만이 적합하고 11개소 85%는 먼지가 많이 쌓인 상태로 화재사고 위험이 있는 부적합한 상태인 것으로 조사되었다. 그림 11은 먼지로 부터 보호되지 못한 무대상부의 단자대의 일례이다.

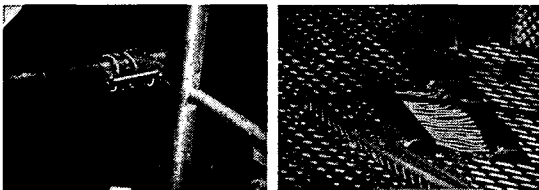


그림 10. 노출 충전부 보호용 커버가 있는 단자대 그림 11. 무대상부의 접속 단자대

이와 조사 결과로 볼 때 지속적인 관리가 어렵고 사고의 위험이 큰 유흥장의 특성상 단자대의 사용은 지양하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

2.5. 전구선의 접속(그림 1.의 ㉔)

가. 국내·외 규정

기술기준 14조, 192조에서 전선의 접속부분은 전기저항을 증가시키지 아니하도록 접속하고 전선의 세기를 20% 이상 감소시키지 않도록 접속하게 규정되어 있다. 또한 전선의 접속부분은 절연전선의 절연물과 동등 이상의 절연효력이 되도록 접속기를 사용하거나 충분히 피복하도록 규정하고 있다.

NEC 314의 경우에는 접속부나 단자에 인장력이 생기지 않도록 접속기구나 피팅에 의하여 접속하도록 규정하고 있으며 덕트나 케이블은 박스 및 전선관의 몸체에 단단히 고정하여 움직이지 않도록 규정하고 있다.

IEC 60364-5-52, -7-711의 경우 전선접속은 영구적으로 전기적 연속성을 갖고 충분한 기계적 강도와 기계적 보호를 하도록 규정하고 있으며 검사, 시험과 보수를 위해 접근이 가능한 장소에서 접속이 이루어지도록 규정하고 있다.

나. 현장실태 조사

○ 접속 방법에 따른 사용실태

무대상부 조명 전구선의 접속 방법에 따른 비율은 그림 12와 같이 조사되었으며, 무대벽면 조명 전구선의 접속 방법은 그림 13과 같이 조사되었다.

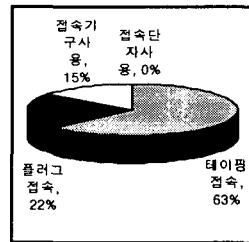


그림 12. 무대상부 조명 전구선 접속방법

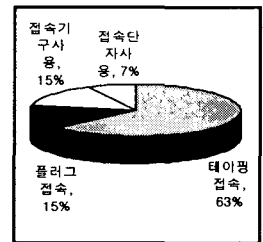
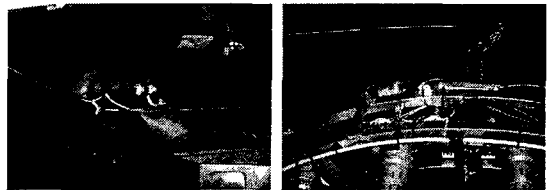


그림 13. 무대벽면 조명 전구선 접속방법

그림 14는 무대 조명 전구선의 접속방법중 테이핑에 의한 접속과 접속기구를 이용한 접속의 실제 일례이다.



(a) 테이핑 접속

(b) 접속기구 사용 접속

그림 14. 무대 조명 전구선의 접속

○ 접속 부분의 조건

무대조명 배선의 접속부분을 점검, 보수하기 위하여 접근이 용이한 장소는 6개소 22%, 기구(사다리)를 사용하여 접근할 수 있는 경우는 21개소 78%로 조사되었으며 배선이 어떠한 중량물의 압력 또는 기계적 충격이 가해지는 장소에 설치된 경우는 3개소 11%로 조사되었다.

노출배선의 중간 또는 트레이 내에서 접속이 이루어진 경우는 3개소 11%로 조사되었으며 배선의 접속 또는 분기되는 장소에 회로의 식별이 가능한 표시를 하도록 되어 있으나 일부의 회로만을 표시한 경우가 2개소 7%, 표시가 없는 경우는 25개소 93%로 조사되었다.

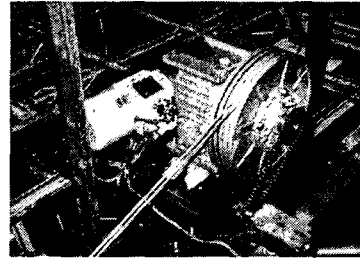


그림 15. 전동기 배선의 실례

2.6. 저압용 전동기에의 배관 배선(그림 1.의 ㉑)

가. 시공상 주의점

저압용 전동기에 접속되는 전선의 종류에 따른 접속 방법은 다음과 같다[5].

(1) 케이블 접속인 경우

- 전동기 접속함(정선박스) 내에서 단말처리를 하여 접속한다.
- 접속함이 작던지 또는 케이블의 인입구가 작아 케이블을 단자함 내에 인입할 수가 없는 경우
 - 도중에 접속함을 두고 케이블의 단말처리를 하여 접속함에서 전동기까지 심선 또는 비닐 전선과의 접속을 한다.
 - 옥내설비로서 물, 습기, 먼지 등의 영향이 없는 장소에서는 배관출구에서 단말처리를 하여 심선을 테이프로 감아 전동기 단자에 접속한다.

(2) 전선 접속인 경우

- 1종 금속제 가요전선관은 건조한 곳에서만 사용한다.
- 습기가 많은 곳 또는 물기가 있는 곳에 사용할 경우에는 2종 가요전선관을 사용한다.

나. 현장실태 조사

전술한 내용과 같은 적합한 방법으로 전동기의 접속이 되어있는 유흥장은 3개소로 11%에 불과했다.

그림 15는 유흥장의 무대상부에 설치된 전동기의 배선의 실례이다. 그림에서 보듯이 실제 많은 전동기들이 전선관 처리가 되어있지 않으며 케이블의 단말처리 또한 부적합한 실태임을 확인할 수 있었다.

2.7. 무대 위 음향기기의 배선(그림 1.의 ㉒)

무대 위에는 유흥장의 특성상 다양한 음향기기가 설치되어 있다. 이 기기들에 전원을 공급하기 위해서는 콘센트 설비가 필수적이라고 할 수 있다. 따라서 무대 위에는 충분한 수의 콘센트가 설비되어 있어야 한다.

이 절에서는 음향기기에 전원을 공급하기 위한 콘센트 설비에 대해서 논하고자 한다.

가. 국내·외 규정

기술기준 191조에서는 옥내 배선기구의 충전부분은 노출되지 아니하도록 시설하고 습기가 많은 곳 또는 물기가 있는 곳에는 방습장치를 하도록 규정하고 있으며 접속은 견고하고 또한 전기적으로 완전하고 접속점에 장력이 가하여지지 아니하도록 규정하고 있다. 또한 저압 콘센트는 접지극이 있는 것을 사용하도록 규정하고 있다.

NEC 410, 530, 210의 경우 15-20A 분기회로에 설치된 저압 콘센트 및 콧음형 플러그는 접지극이 있는 것을 사용하고 바닥 콘센트는 바닥청소 장비가 작동될 수 있도록 설치하도록 규정하고 있다. 또한 콘센트의 전류용량 정격은 분기회로 과전류보호장치 정격전류용량 이상으로 설치하도록 규정하고 있다.

IEC 60364-4-41의 경우 플로어 콘센트는 물기 침입으로부터 보호되어야 하고 이동용 멀티탭의 사용은 고정콘센트 1개당 1개로 제한하고 최대 길이를 2m 이하로 제한하고 있다.

나. 현장실태 조사

○ 고정 콘센트의 매입 여부

무대에서 사용되는 고정 콘센트가 노출된 콘센트인 경우는 24개소 87%, 매입된 콘센트인 경우는 1개소 4%, 노출 및 매입된 콘센트인 경우는 2개소 7%로 조사되었다.

○ 고정 콘센트의 배선공사 방법

무대에서 사용되는 고정 콘센트의 배선공사 방법

으로 케이블을 노출 상태로 사용하고 있는 경우는 6개소 22%, 절연전선을 노출 상태로 사용하는 경우는 3개소 11%, 합성수지관을 이용한 경우는 18개소 67%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다.

○ 고정 콘센트의 먼지침입

고정 콘센트의 먼지침투 정도는 21개소 78%가 많은 먼지로 덮여 있어 화재 발생 위험이 있는 것으로 파악되었다.

○ 이동용 멀티콘센트의 사용실태

1개의 고정 콘센트에는 1개의 이동형 멀티 탭 콘센트를 사용하도록 규정하고 있다. 그러므로 무대에서 사용되는 1개의 고정 콘센트에 연결된 이동형 멀티 탭 콘센트의 개수를 조사한 결과 그림 16과 같이 조사되었으며 많은 장소에서 부적합하게 사용하고 있는 것으로 나타났다. 그림 17은 이동형 멀티 탭 콘센트를 2개를 연결하여 사용하고 있는 실제 일례이다.

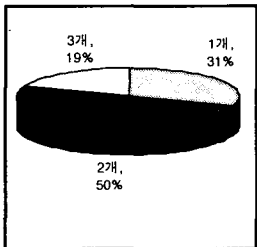


그림 16. 멀티탭 콘센트 사용의 최대 개수



그림 17. 2개의 이동형 멀티콘센트를 연결하여 사용하고 있는 실제 일례

2.8. 내온방전등 배선

유홍장의 특성상 무대나 간판에는 내온등이 많이 사용되고 있다. 이 절에서는 내온방전등 배선의 방법과 실제 현장실태에 관해서 알아보려고 한다.

가. 국내·외 규정

기술기준 235조에서 관동회로의 배선은 전개된 장소 또는 점검할 수 있는 은폐된 장소에 시설하도록 규정하고 있으며 관동회로의 배선은 두께 1mm 이상의 유리관에 넣어 시설하도록 규정하고 있다. 또한 관동회로의 배선 또는 방전관의 관극 부분이 조영재를 관통하는 경우에는 그 부분을 난연성 및 내수성이 있는 견고한 절연관에 넣어 사용하도록 규정하고 있다.

NEC 600의 경우 관동회로의 전선은 절연해야 하고 AWG 18 이상이어야 하며 최소 온도 정격이 105℃인 전선을 사용하도록 규정하고 있다. 또한 전선은 물리적인 손상을 받지 않도록 설치하고 기타 모든 물체와 38mm 이상 이격하도록 규정하고 있다.

IEC 60364-7-711의 경우 내온방전등 또는 램프 등에 전기를 공급하는 회로는 분리회로를 이용하도록 규정하고 있다.

나. 현장실태 조사

○ 내온방전등의 관동회로

내온방전등 관동회로의 전압은 모든 장소에서 15,000V를 사용하고 있으며 내온방전등 관동회로의 배선은 대부분 실리콘 전선을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 관동회로의 전선은 두께 1mm 이상의 유리관에 넣어 시설하도록 되어 있으며 조사결과 적정하게 시설된 장소는 옥내 4개소 19%, 옥외 5개소 22%로 조사되었다. 그림 18은 내온방전등 관동회로의 실제 시공예이다.

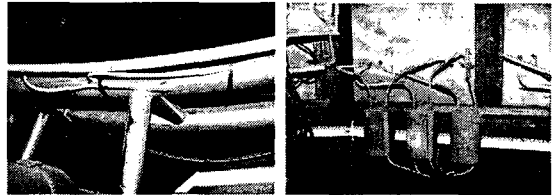


그림 18. 내온방전등 관동회로

3. 결 론

불특정 다수의 사람이 이용하는 유홍장에서의 전기재해를 예방하기 위해서는 유홍장 설비별 특성에 적합한 시공 및 유지·관리가 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

그러나 실태조사 결과 유홍장 전기설비의 많은 부분에서 적합하지 못한 방법에 의해 시공이 이루어지고 특히 배선, 접속 및 배선기구류 등의 사용에 있어서 개선하여야 할 사항들이 많이 있음을 확인할 수 있었다.

향후 신축되거나 개·보수되는 유홍장의 시공에 있어서 본 논문의 내용이 참고자료가 되리라 사료된다.

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금에 의해 수행되었음

참 고 문 헌

- (1) 전기설비 기술기준, 산업자원부 고시 제2003-24호
- (2) National Electrical Code : 2002, NFPA
- (3) IEC 60364-series(Electrical Installation of Building)
- (4) 다중이용시설중 공연장의 전기설비 시설지침, 한국전기안전공사, pp195~197
- (5) 2000 전기공사 시공도집, 한국전기공사협회, pp41