

공연장의 전기설비중 지락보호설비에 대한 현장실태분석 연구

배석명, 김한상, 길형준, 이건호
전기안전시험연구원

A Study on the Analysis of Field Condition for Ground Fault Protection Installation among Electrical Installations in the Entertainment Area

S.M. Bae, H.S. Kim, H.J. Gil, G.H. Lee
Electrical Safety Laboratory Research Institute

Abstract - This paper deals with the analysis of field condition for earth leakage current alarming system in the stage lighting, stage sound, stage machinery installation. These analyses of field condition were carried out in accordance with investigating an installation of earth leakage current alarming system with respect to a main line of power source, dimmer, sound equipment, machinery, mobile unit equipment and so on.

As a result of analyses, The earth leakage current alarming system has been installed only a part of the main line of power source and the probability of places which were installed was less than 50(%). Therefore, it is desirable that the earth leakage current alarming system is installed at places which are suitable, for example, dimmer, each kind machinery etc, in order to prevent electrical hazard.

1. 서 론

멀티미디어 및 인터넷과 같은 키워드로 대표되는 정보화 사회는 수년간 급속한 진전을 보이고 있으며, 경제발전과 함께 고도성장으로 사람들은 어느 정도의 물질적 풍요를 갖게 되었고 최근에는 정신적인 풍요와 여유, 교양, 삶의 보람 등 스스로 무엇인가를 지향하고자 하는 문화적인 욕구의 충족을 필요로 하게 되었다. 그것은 일부 계층에만 한정된 것이 아니고 각 계층과 세대로 폭넓게 확산되고 있으며 이에 따른 공연시설의 의의는 점점 커지고 있는 현실이다. 따라서, 다양한 요구에 대처하기 위한 공연시설에도 다목적의 성격이 먼저 요구되었고, 고정적 형식이 아닌 공연장의 시설 등에 따라 연출 등의 창의적 연구에 의해 다양각색으로 변화하는 다목적성을 가지고 있다.

공연장에는 대표적 설비인 무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비 외에 전원설비, 과전류보호설비, 지락보호설비, 접지설비, 방재설비 등이 시설되어 있으며 다양한 변화의 흐름에 따라 해당 전기설비에도 첨단·특수 기기가 도입되고 있다. 그러므로 이러한 전기설비는 연기자, 설비취급자, 관객 등에 대한 서비스 제공은 물론 특히 안전성을 확실히 하여야 한다.

본 논문에서는 공연장의 전기설비중 지락보호설비에 대해 직접적인 현장실태조사를 통한 분석과 관련 규정을 비교, 검토하여 전기계해를 예방할 수 있도록 하였으며, 바람직한 설비 조건을 제시하여 전기공작물의 보안확보, 공중의 안전 및 전기관련사업의 효율화에 이바지할 수 있도록 하였다.

2. 조사방법

전국에 있는 공연장의 개수는 437개이며 이중 1000석

이상의 공연장은 59개소이고, 59개소중 현장실태조사를 실시한 장소는 서울, 경기 지역의 16개소를 대상으로 하였으며, 이를 그림 1에 나타낸다. 공연장의 조명, 음향, 기구설비의 적합한 구비요건, 해당 공연장과, 협조, 공연장의 보수, 거리상 문제점 등으로 인해 상기한 장소를 대상으로 하였으며 현장실태조사표를 작성하여 실질적인 조사·분석을 실행하였다. 또한, 공연장의 주 설비인 무대조명설비, 무대기구설비, 무대음향설비에 대한 각각의 지락보호설비를 조사하여 바람직한 공연장의 지락보호설비가 될 수 있도록 그 방향도 제시하였다.

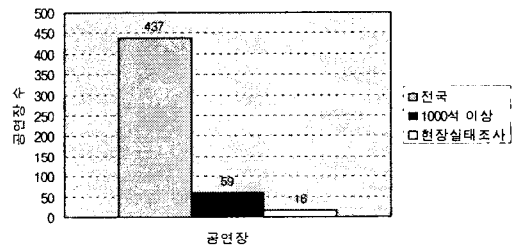


그림 1 공연장 분포도

3. 조사결과 및 고찰

3.1 무대조명설비의 지락보호설비

전기설비기술기준 제45조에 의하면 금속제 외함을 가지는 사용전압이 60V를 넘는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 곳에 전기를 공급하는 전로에는 감전을 방지하기 위해 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하는 것이 의무로 부과되어 있다. 다만, 기계기구를 건조한 장소에 시설하는 경우, 대지전압이 150V 이하의 기계기구를 물기가 있는 장소 외의 장소에 시설하는 경우, 기계기구가 절연물로 피복된 경우 등에 있어서는 시설의 무가 생략되어 있다. 또한, 특별고압전로 또는 고압전로에 변압기에 의해서 결합되는 사용전압 400V 이상의 저압전로에 지기가 생길 경우에는 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하도록 하고 있다.

무대조명설비에 있어서, 조명기구의 사용전압은 220V이고 조명기구가 취부된 장소는 무대상부이며 금속제 봉에 조명기구가 부착되어 있으므로 인체보호 및 보수 운송상의 관점에서 지락검출 또는 기계기구의 보안을 목적으로 한 지락보호설비를 시설하는 것이 바람직하다. 따라서, 무대조명설비 전원간선과 지입조명기기 전원간선의 누전경보장치 시설유무, 무대조명용 조광기의 누전감지기능 유무에 대해 조사·분석한 결과를 그림 2~그림 5에 나타낸다.

그림 2~그림 5에 나타난 바와 같이, 무대조명설비 전원간선에 누전경보장치가 설치된 공연장은 50% 미만이었으며, 그 설치된 공연장중 누전경보장치의 시설장소는

모두 배전반이었다. 또한, 지입조명기기 전원간선에는 모두 누전경보장치가 설치되지 않았으며, 조광기에는 전부 누전감지기능이 부착되지 않았다.

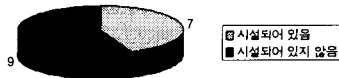


그림 2 무대조명설비 전원간선의 누전경보장치 시설 유무에 따른 분포

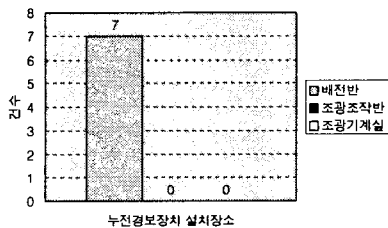


그림 3 무대조명설비 전원간선의 누전경보장치 설치장소



그림 4 지입조명기기 전원간선의 누전경보장치 시설 유무에 따른 분포



그림 5 무대조명용 조광기의 누전감지기능 유무에 따른 분포

공연장은 연극공간 및 관객수용 용적 등으로부터 연출 공간 전기설비의 회로수가 많으며 동시에 부하배선의 전로가 긴 회로로 되는 것이 많고, 공연내용에 의해서 불특정의 조명기구 등의 지입기계(持込機材)에 의해 무대조명의 설치 운영이 행해지며 또한 공연되는 연극, 행사에 의해서 사용하는 전로가 변화한다. 이로 인해 상시 누설되는 전류에 의한 오동작이 일어나기 쉽다. 그리고, 연극 등의 공연 중 발생하는 지락사고 또는 오동작에 의한 전(全)설비의 전로의 차단은 실제의 사정을 보다 더 넘는 비상사태로서 관객이 오해할 가능성이 있으므로 설비기기의 보안에 대한 지락보호로서 무대조명설비 간선스위치 및 지입조명기기 간선스위치에 누전경보장치를 설치하는 것이 바람직하며, 무대조명용 조광기는 누전감지기능을 갖는 것을 사용할 필요가 있다.

3.2 무대음향설비의 지락보호설비

무대음향설비는 전력증폭기까지 사용전압이 60V 이상이고, 그 2차측은 약전류회로가 된다. 음향기구가 취부된 장소는 절연물로 덮여 있고 무대마루도 나무 등의 절연물이므로 감전의 위험이 적은 것은 누전차단기의 시설을 생략할 수 있지만, 무대조명 및 무대기구설비와 마찬가지로 지락보호설비를 시설하는 것이 바람직하다.

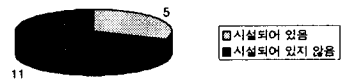


그림 6 무대음향설비 전원간선의 누전경보장치 시설 유무에 따른 분포

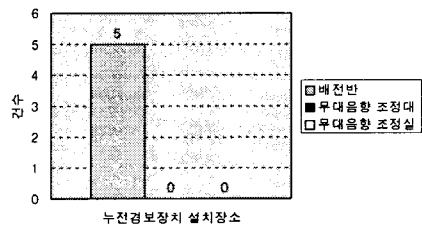


그림 7 무대음향설비 전원간선의 누전경보장치 설치장소



그림 8 지입음향기기 전원간선의 누전경보장치 시설 유무에 따른 분포

특히, 마이크는 대부분 몸체가 금속으로 되어 있으므로 누전 등에 의해 전위가 발생할 때에는 마이크에 접촉된 사람의 입술이나 혀를 통하여 누설전류가 흐르게 된다. 인체의 부위 중 입술이나 혀를 통하여 전류가 흐르게 되면 인체저항은 약 1/10로 감소하기 때문에 수 mA의 미약한 누설전류에도 심각한 결과를 초래할 수 있다. 전기에 대한 인체의 생리적 현상을 알아보면, 인체에 전기가 통하는 것을 감지할 수 있을 정도의 전류를 최소감지전류라고 하며 직류는 약 4mA, 교류는 약 1mA이다. 통전전류가 최소감지전류보다 증가하면 고통을 느끼게 되며, 생명에는 위험이 없으나 어느 한계 이상의 값이 되면 근육마비로 인하여 자력으로 충전부에서 이탈하는 것이 불가능하게 된다. 충전부로부터 인체를 자력으로 이탈시킬 수 있는 범위의 전류를 가수전류(let-go current), 이탈전류 또는 고통한계전류라고 하며, 대략 7~8mA 정도이다. 따라서, 마이크와 유사한 음향기기의 1차측에 대부분 많이 사용하는 인체감전보호용 누전차단기가 설치되어 있더라도 정격감도전류가 30mA에서 동작하기 때문에 미약한 누설전류에는 감전보호를 기대할 수 없으므로 반드시 지락보호설비와 접지를 함께 시설하거나 5mA 정격감도전류를 갖는 누전차단기를 시설하는 것이 바람직하다.

전술한 설비와 동일하게 조사한 내용을 그림 6~그림

9에 나타낸다. 조사대상으로 한 공연장중 무대음향설비 전원간선의 약 31%가 누전경보장치가 시설되었으며 모두 배전반에 설치되어 있다. 또한, 지입음향기기 및 무대음향기기별 누전경보장치는 100% 설치되지 않은 것으로 조사되었다. 무대음향설비는 무대조명설비와 마찬가지로 연극 공연, 행사 등에서 이동설비로서 지입음향기기를 사용하는 경우가 많기 때문에 무대음향설비 전원간선스위치, 지입음향기기 전원 간선스위치에 누전경보장치를 설치하여 지락보호를 하는 것이 바람직하다.



그림 9 무대음향기기별 누전경보장치의 시설유무에 따른 분포

3.3 무대기구설비의 지락보호설비

무대기구설비는 주로 무대상부 및 무대 밑에 설치되며, 보수점검자만이 취급할 수 있다. 사용전압이 380/220V 이고 감전의 위험을 배제할 수 없으므로, 인체보호 및 보수운용상의 관점에서 지락검출 또는 기계기구의 보안을 목적으로 한 지락보호설비를 시설하는 것이 바람직하다. 무대기구설비 전원간선과 무대기구설비별 누전경보장치의 설치유무를 조사한 결과를 그림 10~그림 12에 나타낸다.

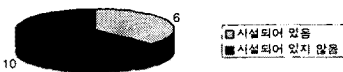


그림 10 무대기구설비 전원간선의 누전경보장치 시설유무에 따른 분포

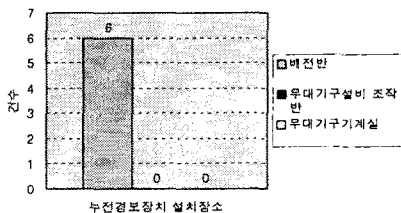


그림 11 무대기구설비 전원간선의 누전경보장치 설치장소



그림 12 무대기구설비별 누전경보장치의 설치유무에 따른 분포

그림 10, 11에서 알 수 있듯이, 무대기구설비 전원간선의 누전경보장치 설치비율은 약 38% 정도이며 배전반에 모두 설치되어 있다. 또한 무대기구설비 각각에 대해서 누전경보장치는 설치되어 있지 않았다. 무대기구설비의 지락보호를 위해서, 무대기구 간선스위치, 전동기 회로 각각에 누전경보장치를 설치할 필요가 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 국내 공연장의 현장실태조사를 통해 지락보호설비를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

무대조명설비에 있어서, 전원 간선에 약 44% 정도 누전경보장치가 시설되었으며 설치장소는 모두 배전반이었고 지입조명기기 전원간선에는 전혀 누전경보장치가 설치되어 있지 않았다. 또한 무대조명용 조광기에 누전감지기능이 부착된 기기는 설치되지 않았다.

다음, 무대기구설비를 살펴보면, 전원간선의 누전경보장치 설치비율은 약 38% 정도이며 배전반에 모두 설치되어 있으며 무대기구설비 각각에 대한 누전경보장치는 설치되어 있지 않았다. 또한, 무대음향설비 전원간선에는 약 31% 정도의 누전경보장치가 설치되어 있으며 지입음향기기 전원간선 및 음향기기 각각에 대한 지락보호대책이 설정되어 있지 않은 상태이다.

공연장은 대형 전기설비로 회로수가 많아 대단히 복잡하며 동시에 대부분 무해배선의 전로가 길게 된다. 또한, 연극, 이벤트, 콘서트 등에 의해 전로가 변화하기 때문에 상시 누설전류가 흐를 것이라고 판단되며 이로 인한 기기의 오동작이 발생할 수 있다. 따라서, 전로 차단에 따른 위험성이 크므로 설비기구의 보안에 대한 지락보호장치를 조명, 기구, 음향 각각의 전원간선, 지입기기 전원간선 등에 설치하여야 하며 조사한 바에 의하면 누전경보장치의 설치장소는 모두 배전반이기 때문에 무대조명, 기구, 음향 관련 조작자 및 설비취급자가 인식할 수 없으므로 조광조작반, 조광기계실, 무대기구 조작반, 무대기구기계실, 무대음향 조정대, 무대음향 조정실 등에 누전경보장치를 설치하여 관련 종사자가 쉽게 지락을 인식할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 그리고, 지락보호장치의 누설전류에 의한 정적감도전류의 선정은 향후 발행될 다중이용시설 중 공연장의 전기설비 시설지침(한국전기안전공사)을 참조하기 바라며, 공연장의 각 설비에 있어서 관계자가 설계, 시공, 보수의 일관성을 갖추어 전문화될 수 있도록 하여야 하고 공공의 안전과 재해감소를 위해 부단한 노력을 기울여야 할 것으로 판단된다. 본 연구는 공연장 설비에 관련된 설계자, 시공자, 제조자, 시설관리자, 시설사용자 등에게 현장의 기술레벨에 적합하도록 적용하여 공공의 이익을 얻을 수 있는 자료를 제공하며 향후 전기재해를 예방하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이라고 사료된다.

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금에 의해 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 대한전기협회, "전기관계법령집", 대한전기협회, pp.297~298, 2001
- [2] 한국전기안전공사, "감전·화재사고 취약장소의 전기설비 시설지침", 한국전기안전공사, pp.217~220, 1999
- [3] 김영효 외 12, "공연장 무대시설 안전에 관한 연구", 생산기술연구원 부설 산업기술시설훈련가연구소, pp. 15~34, 1995
- [4] 日本電気設備學會, "劇場等 演出空間 電気設備 指針", 日本電気設備學會, pp.323~339, 1999
- [5] 이영배, "공연장 안전 및 관련법규", 교보문고, pp.129~132, 2000
- [6] Mark W. Earley, "National Electrical Code Handbook", National Fire Protection Association, pp.615~632, 1996
- [7] 이복희 외 1, "접지의 핵심기초기술", 외제, pp.25~26, 2000