

가로등 다기능 접속함(전력신기술제 15호)에 관한 기술

이하용
주식회사 두리계전

제 1 장 개발배경

1. 기술의 개요

1-1. 개 요

본 기술은 가로등전선로에 있어서 지중에 매설되는 케이블 상호간 및 가로등주내 배선을 접속하기 위한 단자와 누전차단기를 내장한 방수형 접속함으로서 절연저항 측정구를 구비하여 누전사고를 방지하고 절연저항 측정이 용이하여 보수점검이 간편한 기술이다.

1-2. 주요기능

- 가. 침수시 누전사고 방지를 위한 방수함내 케이블 접속
- 나. 절연저항측정을 위한 접속점 자동분리 및 측정구
- 다. 절연손잡이를 구비한 누전차단기 내장

1-3. 사양 및 규격

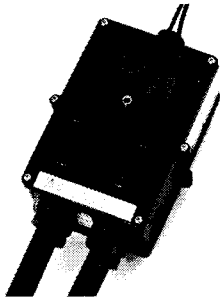
1-3-1. 정격사항

- 1) 상선식 : 단상 2선식
- 2) 정격전압 : AC 220V
- 3) 정격주파수 : 60Hz
- 4) 정격전류 : 50A

1-3-2. 주요사양

- 1) CASE 재질은 POLYCARBONITE 합성수지제
- 2) PACKING 및 고무 COVER는 SILICON RUBBER
- 3) 도전부는 도전율 98%의 동도체
- 4) 누전차단기는 KS C 4613 규격에 적합한 감전 보호형

제품의 외관



2. 종래 기술의 문제점

2-1. 케이블접속

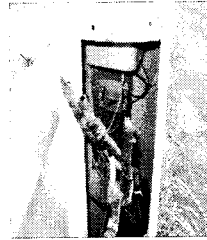
2-1-1. 직접접속방법

케이블의 외피를 발피하고 심선상호간을 감아붙이기 방법에 의해 접속하고 접속부의 절연은 고무 절연테이프 또는 비닐절연테이프로 감아 절연한다. 절연 테이프를 벗기고 접속심선을 해체하여 재접속 할 경우 절연테이프가 경화되어 벗기기가 매우 어렵고 재접속에 소요되는 작업시간도 많이 소요되는 불편함이 있다.

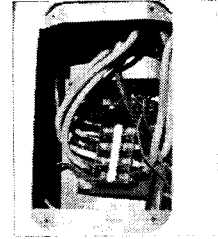
2-1-2. 단자대 접속

단자대는 등주내 안경기 점검구내에서 고정 설치되며 접속부에 대한 별도의 절연 대책이 없다. 접속부에 대한 절연처리가 되지 않고 노출되므로 우천시 발생되는 습기 물기에 의한 누전과 침수시에 누전 또는 단락사고의 위험이 매우높다.

종래 케이블 접속



직접연결
(절연테이프절연)



단자대접속
(절연처리 되지않음)

2-2. 누전차단기의 시설

2-2-1. 누전차단기는 비방수형으로서 등주 내부에 노출로 설치하는 경우 선로의 영상전류를 검출하는 영상변류기와 영상전류를 증폭하는 증폭부(전자회로), 차단부를 차단시키는 소레노이드를 내장하고 있어 내부에 습기 물기가 침투시작동의 우려가 있다.

2-2-2. 최근 영상변류기 전자회로와 릴레이를 합성수지제 몰드 케이스에 내장하여 방수 처리한 감전보호기를 개발 시설하였다. 그러나 이 감전보호기는 누전을 감지하여 선로전원을 차단하는 기능은 누전차단기의 기본 원리와 동일하나 단락전류 차단성이 없다.

2-3. 절연저항측정

종래의 가로등 케이블 접속 방법에 있어서 접속부에 절연테이프를 절연하는 경우 선로에 누전이 발생하였거나 선로 절연이 불량하여 불량개소를 찾고자 할 때 절연 테이프를 일일이 풀고 접속 접을 해제하여 절연 저항을 측정할 후 다시 연결하고 절연테이프를 절연하여야 하는데, 절연 테이프가 경화되어 풀기가 매우 어렵고 절연테이프 감기도 용이하지 않아 많은 시간과 노력을 필요로 하는 문제가 있다.

2-4. 보수점검

종래 가로등주 내부에서의 접속부에 대한 해제 및 결속이 불편하여 램프 또는 안정기 교체 후 이상 유무를 확인하기 위하여 전원을 인가해야 할 필요성이 있을 경우 분전함의 분기개폐기를 투입해야하므로 분기개폐기 회로에 연결된 부하 전체가 점등되어 불필요하게 에너지를 낭비하는 결과가 초래된다. 또 자동점멸기를 전자식 또는 기계식 타이머에 의한 경우 전원을 인가하기 위하여분전함까지 가야하는 번거로움이 있었다.

3. 국내 관련 법규 및 학술연구

3.1. 케이블 접속

1) 지중에 배산하는 경우의 저압외 조명 시설의 지중선로 상호간의 접속은 전선의 세기를 20% 이상 감소시키지 아니하도록 하고 도체 및 피복 물을 손상시키지 않도록 하며 접속함 등의 내부에서 하거나 또는 적당한 접속함을 사용하여 노출되지 아니하도록 하고 내부에 물기가 스며들지 아니하도록 하여야 한다.
(전기설비 기술기준 제 14조, 내선규정 665-3, 450-4, 455-4)

2) 가로등 전선로의 전선 상호간의 접속은 접속재(필요시 방수형)에 의하여 시설하되 절연저항 측정을 위해 분리 결속이 용이한 것으로 한다.
(서울시 도로 기전설비 설치 및 관리에 관한 규정 (2002.) 제 5조 별표 1)

3) 가로등주내에서 전선접속후 절연 유지를 위한 비닐 절연 테이프는 시간이 경과함에 따라 절연 열화가 발생하며 등주에서 누전이 발생할 경우 등주내에서 접속된 테이프를 풀고 다시감는 작업을 하는 과정에서 작업시간이 길어지고 재접속시 접속 부분의 전선을 절단함에 따라 등주간의 배선 길이가 짧아져서 개보수에 지장이 발생한다. 이러한 문제를 전선 접속 터미널을 설치하여 회로분리나 접속을 쉽게 하는 방법을 찾아한다. (가로등 안전관리 대책 학술연구, 대한전기학회, 2002. 9)

4) 가로등주의 점검구내 배선의 접속은 방수처

리가 되는 접속을 하여야 한다.

(가로등 안전관리 대책학술연구, 대한전기학회, 2002. 9)

3-2. 누전차단기 설치

1) 사람이 쉽게 접촉될 우려가 있는 장소에 시설하는 사용전압이 60V를 초과하는 전압의 급속제외함을 가지는 기계기구에 전기를 공급하는 전로에 지기가 발생했을 때 자동적으로 전로를 차단하는 누전차단기등을 설치해야 한다.
(전기설비 기술기준 제 45조 1항, 내선규정 제 151-1)

2) 가로등으로 시설하는 방전등에 공급하는 전로의 사용전압이 150V를 넘는 경우에는 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.
(전기설비 기술기준 제 245조 4항)

3) 저압전로에 시설하는 누전 차단기등은 전류동작형으로서 누전차단기의 조작용 손잡이 또는 누름단추는 트립프리(TRIP FREE)기구이어야 하며 감전 방지를 목적으로 시설하는 누전차단기는 고감도 고속형을 선정한다.(내선규정151-2)

4) 누전차단기등의 정격 전류용량은 당해 전로의 부하 전류치 이상의 전류치를 가지는 것이어야 하고 전류동작형에 사용하는 영상변류기를 옥외전로에 설치할 경우는 방수형 변류기를 사용하거나 또는 방수합등의 속에 넣어 시설한다.
(내선규정 151-3)

3-3. 등주내외함

· Where the enclosure is a column base, electrical equipment must be protected from the moisture which may condense in the upper part of the column and form electrically conductive debris, such as rust flakes, which may accumulate inside the column.

등주내에 설치되는 전기설비 외함은 등주 상부의 결로 현상에 의한 습기 녹부스러기등의 도전성 분진으로부터 보호되어야 한다.

Code of practice for electrical safety in public lighting operation : 영국

가로등 안전관리 대책 학술연구, 대한전기학회, 2002. 9

제 2 장 기술의 내용

1. 기술의 구체적 내용

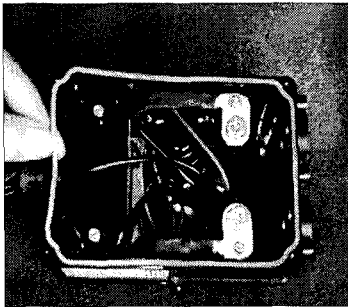
1-1. 방수형 외함

1) 외함 방수 분체와 양면 덮개의 구성품으로

구성되고 3가지의 구성품은 전기적 절연특성, 내열성, 기계적 강도가 우수하고 열팽창 계수가 적은 POLYCARBONITE를 주재료로 사출 방법으로 성형한다. 구성품은 나사에 의해 상호 결합되고 구성품 사이에 SILICON RUBBER로 몰딩 성형된 PACKING을 본체 홈에 삽입하고 나사로 고정하여 방수처리 한다.

2) CABLE 인출입구의 방수는 본체에 형성된 케이블을 관통시키고 케이블과 본체 사이의 틈으로 침투하는 물을 방수하기 위하여 SILICON PACKING을 이용한다. PACKING 조립 방법은 CABLE 외피 외경에 맞는 PACKING을 선정하여 케이블의 외피에 삽입한 후 본체 케이블 인출입구에 밀어 끼우고 HOLE 마개를 나사식으로 돌려조이면 고무 PACKING이 밀려들어가면서 틈을 막아 방수가 된다.

외 함 구성도



1-2. 케이블 접속

1) 적용케이블
종래 가로등 전선로의 지중 간선으로 사용되는 케이블은 일반적으로 600V CV 5.5mm²~38mm²범위의 것을 사용하였다.

2) 단자구조
케이블 접속점의 단자구조는 압착 단자를 사용하여 볼트 조임 방식으로 체결하는 구조이다.

1-3. 점검구 구조

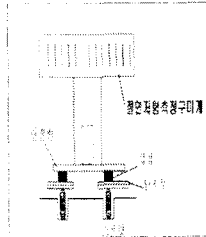
본품은 접속부의 3분기(전원인입측, 램프측, 2차 인출측)의 분기점에 단자부를 형성하고 이 3분기 단자를 연결편으로 눌러 접속하거나 분리하여 3분기 단자를 연결 또는 분리시키는 방식으로 하여 절연저항 측정시 케이블 분리 또는 접속을 아주 용이하게 하였다.

1) 단자부
동편을 여러개 적용하므로써 연결편 눌림시 동

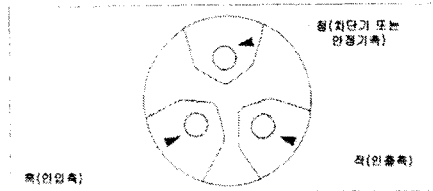
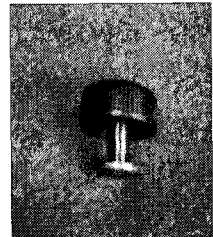
편 자체가 탄성을 지니므로 압접력을 강하게 주어 통전 능력을 높이고 연결편을 떼었을 때 원위 치로의 복원력을 가지므로 반복 사용이 가능한 것이다. 또한 압접력을 높이고 복원력을 보강하기 위한 방법으로 단자부 하단에 스프링으로 받쳐 주는 구조를 채택하였다.

2) 연결편
연결편은 단자부 점접 상호간을 접속하여 3점접간을 통전하게 하는 역할을 한다. 겹에 인서트되어 고정시키기 때문에 겹의 운동 방향과 동일하게 운동한다.

단자부 구조



측정구마개

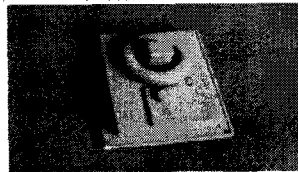


절연저항 측정구 내부단자

1-4. 누전차단기 설치

방수함에 시설할 경우 누전차단기를 조작하거나 테스트하기 위해서는 뚜껑을 열고 시행해야 하는 번거로움이 있고 뚜껑을 자주 여닫는 과정에서 방수기능을 해치는 결과가 초래될 수도 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 누전 차단기 손잡이 부분에 방수용 고무COVER를 씌워 뚜껑을 열지 않고도 누전차단기를 개폐 조작하거나 정상 작동 여부를 시험 할 수 있는 구조로 되어있다.



누전차단기 커버

제 3 장 활용전망과 효과

1. 국내 활용전망

665-3의 규정에 의해 저압 옥외 조명시설의 지중선로 상호간의 접속은 방수형 접속함 내부에서 접속하도록 규정되어 있으나 현재까지 적절한 방수형 접속함이 개발 되어 있지 않았던 관계로 절연테이프 방식에 의한 절연하는 방법으로 시공하여 왔다.

2) 등주내 누전차단기를 설치할 때에는 내선규정 151-3의 규정에 의해 방수형 변류기를 사용하거나 방수함등의 속에 넣어 시설하도록 되어있음에도 옥외전로에 설치할 적절한 방수함이 개발 되어 있지 않은 상태이다. 일부 누전차단기용 박스가 제조되어 설치되고는 있으나, 이는 케이블 처리등 방수형이 아니므로 많은 문제가 있는 것이 현실이다.

1-2. 학술 연구에 의한 측면

대한 전기학회에서 가로등 전기 시설물에 관한 연구(2002년) 보고서에 의하면 가로등 전기 시설물 중 등주내에서의 케이블 접속 및 절연 처리 방법의 고무 또는 PVC 절연 테이프 방식에 의해 시공됨으로써 우천으로 인한 침수시 누전이 발생될 우려가 많은 것으로 모의 실험을 통해 실증적으로 증명하고 있다. 또한 이 보고서는 방수 함내에서의 케이블 접속을 누전사고 예방 대책으로 제시하고 있다.

1-3. 정부 시책에 의한 측면

서울시에서 2002년도에 서울시 조례로 제정 시행하고 있는 "서울시 도로기전설비 설치 및 관리에 관한 규정"에 의하면 가로등 전기선로의 전선 상호간의 접속은 방수형 접속재에 의하여 시설하되 절연저항 측정을 위해 분리 접속이 용이한 것으로 하도록 규정하고 있다. 이는 절연 저항 측정을 간편하게 하므로써 절연저항 측정에 소요되는 노력을 줄이므로써 불필요한 인력 낭비를 제거하기 위한 방안이다.

1-4. 사회적 측면

2001년도 서울시등 중부 지방의 폭우에 의한 감전 사고 발생으로 안전 의식이 고취되었고, 지방자치 단체 및 관계 기관의 안전대책이 절실히 요구 되고 있으며, 공공시설물에 의한 피해 발생 시 시민의식의 변화로, 관계 기관의 책임을 피할 수 없는 사회적 분위기가 조성되어 가고 있다.

2. 기술 및 경제적 효과

1-1. 관계 법령에 의한 측면

1) 전기 설비 기술기준 제 14조와 내선규정

2-1. 기술적 효과

종래 기술과의 기술적 효과를 비교하여 분석하고 본 제품의 품질 성능을 증명하기 위하여 한국 전기 연구원의 시험결과에 의한 성능 시험 성적서를 첨부한다. (한국 전기 연구원의 시험 방법 및 조건은 KS 규격의 관련 규정을 준용한 것임) 종래의 기술은 케이블의 접속은 직접 접속방식에 의하고 접속 부위의 절연은 고무 또는 PVC 절연 테이프를 감아서 절연한 방식을 준용하였고, 누전차단기는 비방수 구조의 케이스에 설치한 경우와 비교하였다.

2-2. 경제적 효과

본 기술의 개발 배경은 종래 기술과의 비교에서 경제성에 있는 것이 아니라 기존 기술의 전기 안전 관리에 대한 문제점을 보완하기 위한 것이다. 최근 가로등 전기 설비에 의한 누전 사고로 인하여 인명 피해가 잇따르고 있어 사회 문제화 되고 있어 심각한 상태이다. 특히 하절기의 집중호우에 의한 가로 시설물의 침수시 발생하는 감전사망사고율이 점점증하고 있는 실정으로서 기존 기술에 의해 시설된 지중케이블 및 접속부의 절연 열화로 인해 발생되고 있는 것으로 추정되고 있다. 가로등 감전 사고로 인한 인명 피해에 대한 통계 자료 부족으로 경제적 피해를 추정하는 것이 어려워 여기에서 이에 대한 경제성 검토는 생략하였다.

한편 절연저항 측정이나 램프 등 기기보수에 따르는 인력이 절감되어 초기 투자에 따르는 부담이 다소 크더라도 유지관리 비용을 현격하게 절감할 수 있다.