

가로등 전로 누전 탐사기의 개발

정재희 · 안희석* · 김현철**

서울산업대학교 안전공학과 · *(주)한국전기하이테크 · **(주)김포전력

1. 서 론

가로등은 시민의 편의 증진을 위하여 매우 중요한 시설물임과 동시에 누전이 발생할 경우 시민의 안전을 위협하는 위험한 설비이기도 하다. 2001년 홍수는 전국의 12명의 감전사상자를 발생하였으며 그 이후에도 끊임없는 사고를 발생시키기도 하였다. 최근 들어 가로등을 관리하는 지방자치 단체에서는 가로등의 안전을 위하여 누전차단기 사용을 의무화 하고 있으나 가로등 전선로의 여러 취약 요인으로 누전차단기의 보급이 원활치는 않은 형편이다. 이는 지중화 된 가로등전로의 여건에 말미암을 것으로서 도로 하중의 침하, 굴착 공사 등 지중전로의 파단과 손상을 가져줄 여러 요인으로 말미암아 누전사고가 빈번히 일어남에 불구하고 지중 매설된 긴 경간의 누전지점이 확인되기 매우 어려운 조건이기 때문이다.

따라서 본 연구는 가로등의 특수한 조건에서 누전이 발생할 경우 그 누전지점을 원활히 찾을 수 있는 장치를 개발하기 위한 연구로서 본 장치와 기술로 가로등 누전의 신속하고도 저렴한 비용으로 대처함으로써 안전한 관리를 정착하려 함에 있다.

2. 개발 배경의 개요

2.1 가로등 누전의 원인

현재 각 지방자치단체에서 관리하는 가로등의 경우 누전은 지중 전선로의 경우가 등기구 자체의 경우보다 더 많은 경우임이 확인 되었다.

(당사 사업 중 2003년 시흥시 가로등 안전점검을 실시한 결과 정왕동 관내 74개소의 누전 중 안정기 누전 2개소, 나머지 72개소는 전로의 누전으로 확인 됨)

대체로 전선로의 누전의 경우

- 가) 전선로의 공장에 따른 누전
- 나) 전선로의 손상에 의한 누전
- 다) 시공 불량에 의한 누전

등의 사례로 확인 되고 있으며 따라서 대부분의 가로등 누전이 지중 매설구간에서 발생되고 있음을 알 수 있다.

2.2 개발의 배경

가로등은 도시민의 야간활동에 매우 중요한 시설물로서 도시구조의 확대와 더불어 그 수량도 매우 급증하고 있는 실정이다.

대부분의 가로등이 지중에 전력선을 매설하여 전력을 공급하는 형태를 취함으로써 가로등 수량에 해당하는 만큼의 지중매설 경간을 갖게 되어 일상적인 관리도 어려울 뿐 아니라 지중에 매설된 전선로는 항상 지반침하에 대한 장력 스트레스와 수시로 발생하는 굴착공사로 인한 손상의 위험이 늘 존재하며 상당구간에 누전 발생으로 말미암아 안전사고와 간접사고의 위험성 즉, 시민의 안전을 늘 위협하고 있는 실정이다.

본 신기술은 최소의 비용으로 신속한 누전위치의 탐사를 통하여 가로등과 같은 지중 전선로의 누전에 대한 탐색을 원활하게 함으로서 시민안전의 확보와 예산의 절감을 통한 국민생활의 편의를 도모하고자 본 가로등 누전 탐사 기술을 창안 개발하게 되었다.

3. 누전탐사기 개발 내용

3.1 구성

가로등 전선로의 누전지점을 매우 저렴한 가격과 빠른 시간 안에 다수의 누전지점을 정확하게 탐사할 수 있는 기술이다.

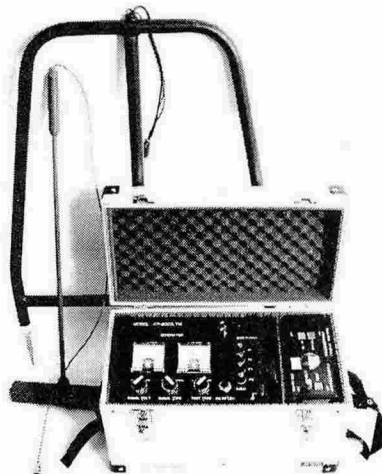


그림 1 누전탐사기의 외관

가. 발신기

발신기에 있어 생성된 고주파(0.5 ~ 2kHz)를 상황에 따라 500V DC 또는 AC 맥류의 형태로 정확한 누전지점 확인을 목적으로 전압신호를 발생시키는 장치

나. 수신기

전자파 수신센서와 3극점 탐침기를 한 수신기에 각각 접속하여 2개의 다른 형태의 입

력값을 해석 누전지점을 신속하고 정확하게 식별하는 신호 검출 장치

다. 전자파 수신센서

대형 직육면체 페라이트와 코일을 이용하여 감응도를 현저히 높인 전자파 수신센서

라. 전자파 수신센서

누설에 의한 대지 전위경도를 측정 정확한 누전지점을 발견하기 위한 3극점 탐침봉

3.2 개발제품과 기존기술의 비교

제품별 특성	개발 기술	국내 기술 (절연저항계)	국외 기술 (USA:Tempo)	국외 기술 (JAPEN:Togami)
신규성	고주파(0 5Khz)를 발생 이를 DC(맥류)로 변환, 신호가 전자파의 형태로 공간 복사된 신호를 감지하도록 함과 동시에 지전위 경도를 검출	연결 선로를 분리하여 자체의 절연 저항을 측정 선로의 누전상태 확인	전선로에 AC 1500~3600V 를 인가하여 탐침기를 통해 보호전위의 절대값을 검출 누전점을 측정한다.	고조파 교류 전압을 측정하고 자 하는 전선로에 인가하여 센서를 통해 누전점 측정
진보성	DC(맥류)발생으로 외란(Noise)의 영향을 현저히 줄임. 직육면체 페라이트 및 코일로 이루어진 센서 및 3극점 탐침봉 사용	전선로 자체의 누전에 대한 정확도는 좋지 만 측정상 공정이 복잡하고 정확한 누전점 발견 불가능.	고전압 인가로 전선로 절연 파손의 위험성이 존재하며 절대값 검출 방식으로 정확도가 현저히 떨어짐.	내선용으로 개발 외란의 영향을 심하게 받아 오동작이 매우 많음.
현장 적용성	누전 측정에 필요한 공정 간소화,발신기를 통한 전압인가와 한번의 스캔 작업으로 누전 탐지 가능(약 30% 50% 비용 절감 효과)전선로에 200 600V DC(맥류)를 인가하여 전선로 절연 파손의 위험성 및 안전성 향상(오차범위 : 약 1M) 안전사고 및 시공불량 문제 해소.	누전 측정에 필요한 공정이 매우 복잡함. 선로 분리에 따른 시공불량의 위험 항상 존재 정확도 낮음.	오차 범위가 매우 넓음. 건전한 전선로 절연 파손의 위험성 항상 존재. 정확도가 매우 떨어짐.	외란에 의한 오동작이 많음. 정확도가 매우 떨어짐.

3.3 탐사의 원리

본 장치는 누전이 발생된 전로에 약 2kHz 의 고주파중첩 맥류를 인가하여 신호인가지점에서 누전점에 이르는 구간의 전자파가 그 이후 건전선로상에 나타나는

전자파 보다 강한 특성을 이용한 전자파 수신방식과 누전지점에서 발생하는 대지의 비선형 전위차를 동시에 이용하는 방법을 사용하고 있다.

3.4 누전탐사기의 주요특징

가. 3극점 탐침기를 이용한 누설 전위경도 측정법

누전된 지점은 주변에 비하여 대지전위가 상승한다는 점을 이용한 것으로서 3개의 탐침극을 만들어 이의 양단간에 발생한 전위를 측정함으로써 누전지점을 찾아내는 장치이다

이는 장거리 구간에서 전체에서 탐색을 시작하는 형태의 적용은 다소 어려운 점이 있으나 누전부위 주변에서 정확한 지점을 찾아내는 용도로 활용된다.

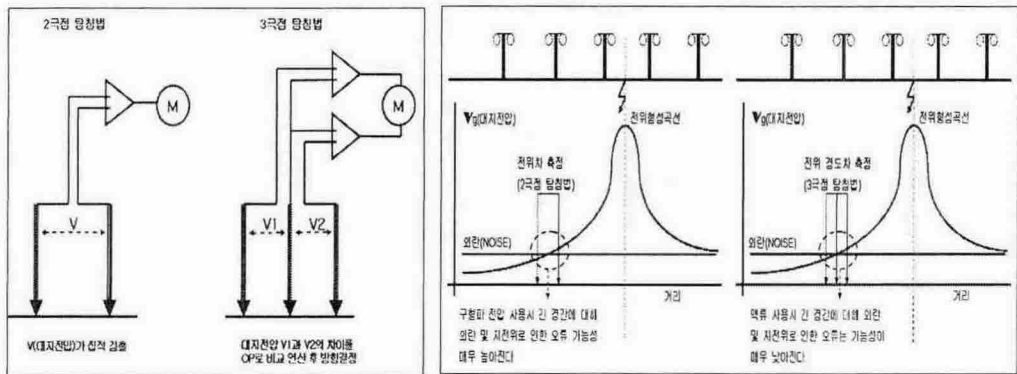
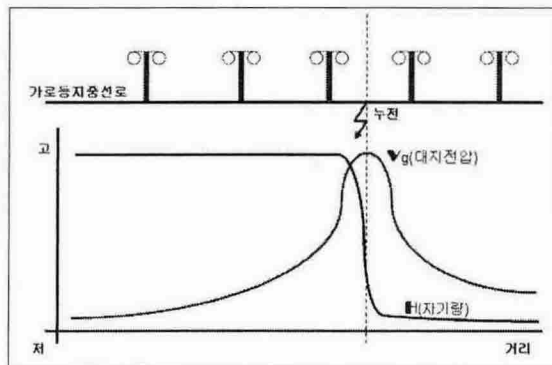


그림 2 비선형 전위경도 측정방식의 원리

나. 전자파 측정방식의 탐사원리

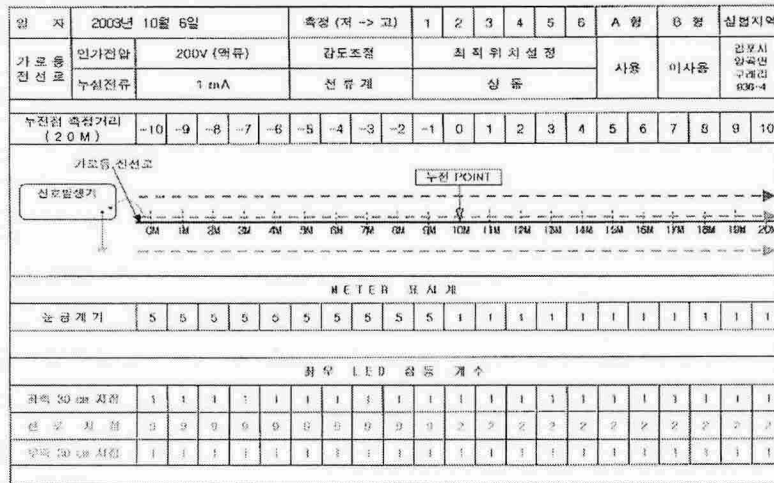
누전된 전로에 발신기로부터 고주파 중첩 맥류를 인가하면 그 인가된 지점에서부터 누전이 발생된 지점 까지를 폐 회로로 구성된 전류가 흐르며 이 전류에 의한 전자파가 공간에 복사되는 것을 이용하여 그 복사에너지를 측정하여 누전을 탐색하는 방법이다.



3.5 측정 시험 결과

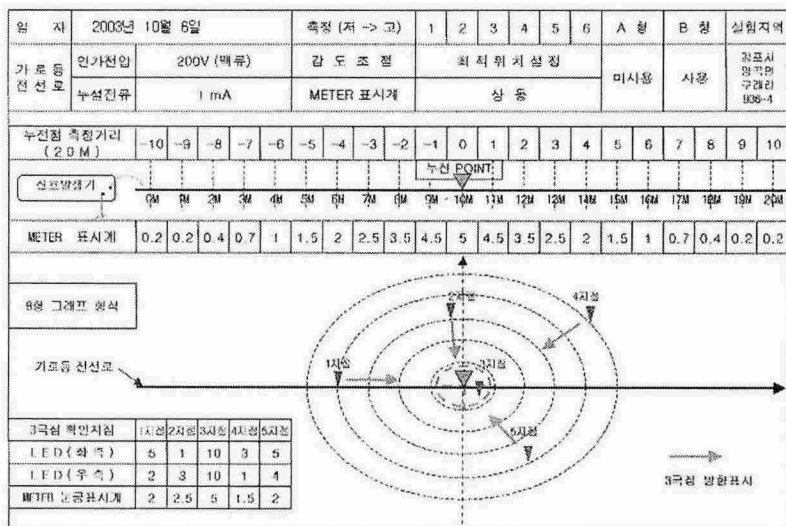
가. 전자파 방식의 시험결과

가로등 전선로 누점점 탐지 실험결과



나. 비선형 전위경도 방식의 측정결과

가로등 전선로 누점점 탐지 실험결과



3.6 누전 탐사기의 효용성

가. 가로등 전선로 누전 보수시 보수 장비로의 활용

전선로 누전 보수 공사의 경우 지중 매설구간의 누전 지점을 발견하여 누전이 발견된 가로등주 사이의 경간만을 교체, 보수하는 장비로 활용할 수 있다.

나. 가로등 전선로 시공에 대한 점검 장비로의 활용

신규 가로등 공사의 경우 지중 매설구간에 대한 점검은 현재 사용하고 있는 절연저항계 측정 방법을 사용하는 바 시공후 불량 시공지점을 탐지 하기에는 매우 불편한 점이 많다. 신기술을 사용하면 지중 매설구간에 대해 간편하고 빠른 점검이 가능해 진다.

다. 가로등 누전 보수 작업 기기로 활용

현행 절연저항계 측정법으로 수시점검을 하기 위해서는 많은 인력과 비용이 소요된다. 하지만 신기술을 사용하면 적은 비용으로 수시 점검이 가능해 짐으로 누전 발생에 따른 가로등 안전사고 및 대민 교통사고를 최소화 할 수 있다.

라. 가로등 누전사고 긴급복구 상황 시 빠른 복구에 활용

가로등 누전사고의 경우 누전발생 즉시 긴급 복구를 필요로 할 경우가 많다. 하지만 현재의 측정 장비로는 신속한 복구 처리를 위해서는 많은 비용과 시간이 필요로 한다. 신기술을 적용하면 빠른 복구 처리가 가능해서 간접사고 및 안전사고를 줄일 수 있다.

3.7 누전 탐사 기술의 경제성 검토

공 법 구 분	누전 탐사기 활용기술	기 존 기 술 (절연저항계)
총소요 시간	가로등선로 1km 기준 30분 이하 소요 (0.5시간이내 소요)	가로등 선로 1km 기준 240분 이상 소요(4시간 이상 소요)
원 리	A형(전자파 검출을 이용한 방법) B형(전위 경도차를 이용한 방법)	전송선로의 가로등주의 선로 분리 후 절연저항 측정기기를 사용 누전지점 발견 및 보수
탐사방법	탐사기로 누전 구간을 탐색	절연저항 측정기로 가로등 양 경간을 분리하여 측정하며 같은 방법으로 계속 협소 구간으로 좁혀가며 측정
선로의 분리	불 필 요	1. 구간별 분리 필요 2. 안정기등 부속기기 분리 필요
최소전개 구 간	가로등 1경간 필요 (누전 발견에 필요한 경간)	최소 가로등 3경간 이상 : 평균 4경간 (누전 발견에 필요한 경간)
탐사시간	0.5시간(30분) 이내 가능 (0.5시간/2인)	최소0.5시간(30분)~2시간(120분) 소요 (1시간/3인)
누전지점	정확한 지점 발견 가능	정확한 지점 발견 불가능
누전의 장소의 원상복구	선로의 분리나 전개작업 불필요	전개된 모든 장소의 원상복구 필요
원상복구 인원 및 시 간	없음	2시간/3명

4. 결 론

본 개발연구는 최근 사회문제가 되었던 가로등의 누전에 관한 연구로서 가로등 누전이 대부분 전로의 누전이어서 전로에서 발생하는 누전을 쉽게 찾아내어 신속한 보수를 취할 수 있도록 그에 상응된 누전탐사 장비를 개발하는 연구이다.

일반적으로 가로등의 경우 그 경간이 길어 누전 발생시 누전장소를 찾아 내기가 쉽지 않을 뿐 아니라 긴 경간에서 발생하는 분포 정전용량도 누전탐사의 어려움을 가중하고 있다.

외국의 일부 장비가 개발되어있기는 하나 일반전로의 누전탐사장비일 뿐만 아니라 가로등과 같이 격등 점등을 위한 복잡한 회로와 긴 경간 등에 적용되기 어려움과 동시에 외부 전위의 영향에 쉽게 오동작 하는 결점도 있는 것이 현실인 바 일부 장비의 경우 저압 계통에 고압 이상의 전압을 인가함으로써 정상적인 전기기기의 절연을 파괴하기도 하며 정전용량에 따라 오동작을 함으로서 누전전로와 건전전로를 구분하기 어렵게 하기도 한다.

따라서 가로등 전로의 특성에 맞는 성능을 유지하여 최적화된 탐사장비를 본 연구를 통하여 개발 하였는 바 고주파 중첩 맥류 신호를 사용하여 정전용량에 따른 오동작 방지는 물론 대지전위경도 비교측정방식으로 저압 신호전압을 인가함으로써 정상 기기의 절연 파괴 등으로 고장을 유발하지 않도록 하였다.

향후 점진적인 개발의 지속으로 성능향상 과정을 통하여 정확성을 최대한 높임으로서 명실공히 가로등의 누전탐사용 필수 장비의 수준으로 활용되도록 하는 것이 본 개발의 목표이다.