

활선애자점검기의 개발 및 154kV 선로에의 적용

- 제1부 : 점검기 개발

논 문
59P-1-14

Development of Live-line Insulator Tester and Its Application to 154kV Power Lines - Part 1 : Tester Development

이 재 경* · 박 준 영[†] · 조 병 학** · 오 기 용*
(Jae-Kyung Lee · Joon-Young Park · Byung-Hak Cho · Ki-Yong Oh)

Abstract - A new live-line insulator tester was developed to detect faulty insulators in 154kV power transmission lines. This paper is the first part of the two-part paper and deals with its tester development. The developed tester has the following characteristics. First, it automates parts of the insulator inspection process by using a sensor and an actuator, and secondly, it sustains its weight by itself, not by a lineman. Finally, it measures the insulation resistance of an insulator together with its distribution voltage to provide more information for its analysis and diagnosis. These leads to the improvement of its operation efficiency, measurement reliability and usability. Its effectiveness was validated by live-line field tests in actual power lines.

Key Words : Insulator, Inspection, Live-line, Power Lines, 154kV

1. 서 론

송전선로의 애자(insulator)는 장시간의 사용 기간 동안 고전압 스트레스, 기계적 스트레스, 열 스트레스 및 환경 스트레스 등으로 인하여 열화가 되기 때문에, 정기적인 점검이 반드시 필요하다. 한국전력공사에서는 불량애자를 사전에 발견함으로써 불시정전 사고를 미연에 방지하기 위하여 1회/5년의 주기로 애자 점검을 실시해오고 있으며, 2001년부터는 전계식 불량애자 검출기[1]를 확대 적용해오고 있다.

하지만, 현재 국내에서 사용되고 있는 전계식 불량애자 검출기는 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째로, 현행 전계식 검출기는 이웃하는 애자간의 상대적인 변화량을 측정하기 때문에 상대적 비교 대상이 없는 애자련의 양쪽 끝에 불량애자가 존재하는 경우에는 검출되지 않는다. 둘째로, 전계식 측정 결과는 주위 환경의 온·습도, 애자의 오손도의 영향을 받기 때문에 측정 결과의 신뢰성이 떨어진다. 셋째로, 전계식 검출기는 측정과 판정 과정이 이원화되어 있어 측정 작업이 모두 끝난 후 사무실에 돌아와서야 판정 과정을 수행할 수 있다. 마지막으로, 애자의 양단에 걸리는 전계(electric field)를 측정하여 불량애자를 판별하므로, 검출기를 애자련에 대해 일정한 자세를 유지하면서 스캔하여야 정확한 측정결과를 얻을 수 있다. 이 외에도 측정된 전계 그래프의 각도에 의해서만 불량 여부를 판정하므로, 정량적이고 체계적인 애자 점검 정보 관리가 어렵다는 문제점이 있다.

그러므로 현행 전계식 검출기의 문제점을 해결하기 위해서는 검출의 신뢰도와 작업의 능률을 보다 향상시킬 수 있는 애자점검기와 애자 진단 알고리즘의 개발이 필요하다.

한국전력공사 전력연구원은 이러한 노력의 일환으로서 국내 154kV 송전선로의 활선애자 점검에 적합한 활선애자점검기의 고유 모델을 개발하였다. 그 연구 결과 중에서 본 논문에서는 애자의 특성 측정을 위한 활선애자점검기의 개발에 관한 내용을 다루고, 측정된 데이터로부터 애자의 불량 여부를 판단하는 애자 진단 알고리즘은 논문의 제2부에서 다루기로 한다. 본 활선애자점검기는 기존에 작업자가 검출봉(probe)을 애자 캡(cap)에 일일이 접촉시켜야 했던 수동 작업의 일부를 센서와 구동기(actuator)를 이용하여 자동화함으로써 작업 능률 및 작업의 신뢰성을 향상시킨다. 또한, 점검 작업 수행 시에 작업자가 직접 손으로 점검기 무게를 지탱하고 있어야 했던 기존의 점검기와 달리, 점검기의 무게를 작업자가 아닌 점검기 기구부 자체가 감당하게 함으로써 작업의 편이성 향상을 도모한다. 뿐만 아니라, 애자의 한 특성만을 측정했던 기존 점검기와 달리, 애자의 분담전압과 절연저항을 함께 측정하여 애자 진단에 이용함으로써 보다 정밀한 애자 진단이 가능하게 한다. 개발한 활선애자점검기는 154kV 활선 현장 시험을 통하여 그 효용성을 보인다.

2. 기존 애자점검기의 현황

애자점검기에 사용되는 점검 방법에는 검출봉의 측정 방식에 따라 접촉식 점검 방법과 비접촉식 점검 방법이 있는데, 본 연구에서 개발한 분담전압/절연저항 측정식은 검출봉이 측정을 위하여 애자 캡에 직접 접촉하는 접촉식 점검 방법에 속한다.

접촉식 점검방법을 위해 가장 널리 사용되는 점검기 기구부는 그림 1과 같이 고정된 2개의 금속제 검출봉들로 이루어

[†] 교신저자, 정회원 : 한전전력연구원 녹색성장연구소 선임연구원 · 공박
E-mail : asura@kepco.co.kr

* 비 회 원 : 한전전력연구원 녹색성장연구소 일반연구원

** 비 회 원 : 한전전력연구원 녹색성장연구소 수석연구원 · 공박
접수일자 : 2009년 11월 13일
최종완료 : 2009년 12월 14일



그림 1 포크형 기구부의 실제 사례(분담전압 측정식)
Fig. 1 Example of fork type tester

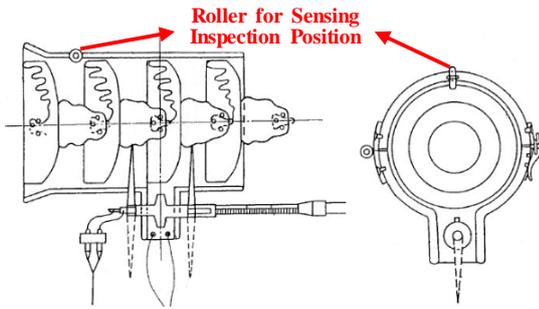


그림 2 1련 애자련의 점검을 위한 점검기 기구부
Fig. 2 Tester mechanism for single insulator strings

어진 포크(fork)형 기구부이다[2]. 이와 같은 점검기 기구부는 애자 점검을 위하여 절연봉(hot stick) 끝에 부착되어 사용된다. 포크형 기구부를 사용하여 애자의 특성을 측정하기 위해서는 작업자가 2개의 검출봉들을 상·하 애자의 캡에 확실하게 접촉시켜야 한다. 하지만, 작업자는 자신의 안전을 확보하기 위해 고압 전선으로부터 활선작업거리(154kV 선로의 경우 1.6m, 345kV 선로의 경우 3.5m)를 유지해야 하기 때문에 사용되는 절연봉의 길이가 매우 길어서 점검기의 조작이 쉽지 않다. 이로 인해 애자 캡과 제대로 접촉하지 못하는 경우가 종종 발생하고 실제로 작업 위치에서 애자 캡 접촉 여부를 확인하기도 어려워 작업 능률이 떨어지는 실정이다.

전술한 포크형의 문제점을 해결하기 위하여 일본에서는 다양한 형태의 점검기 기구부가 개발되어 왔다[3]~[7]. 하지만, 이 점검기 기구부들은 모두 2줄의 애자들로 구성된 2련 애자련만을 대상으로 하고 있어서 1련 애자련에는 적용할 수가 없고, 2련 애자련의 경우에도 특정 규격만을 대상으로 하고 있어서 애자들의 크기가 달라지거나 애자련 간의 간격이 달라질 경우 적용할 수가 없다. 따라서 1련, 2련 애자련이 혼재해 있고 설치 환경의 특성에 따라 구성 애자들의 규격도 서로 상이한 국내 선로의 실정을 고려하였을 때, 이 기구부들을 적용하는 것은 경제성 측면에서 바람직하지 않다.

1련 애자련의 점검을 위해서는 그림 2와 같은 점검기 기구부가 고안된 바 있다[3]. 이 점검기의 작동 원리를 설명하면, 작업자가 절연봉을 통해 애자련을 따라 점검기를 밀다가 위치 결정 롤러를 통해 점검 위치를 감지하면, 그 위치에서 절연봉을 손으로 직접 회전시켜 2개의 검출봉들이 애자 캡에 닿도록 함으로써 애자의 분담전압을 측정한다. 이 점검기를 중력방향에 수직으로 설치된 내장애자련(耐張碍子連, tension insulator string)에 적용할 경우에는 애자련이 점검기 기구부의 무게를 지탱해주므로 작업이 용이하다. 반면, 중력방향으로 설치된 현수애자련(懸垂碍子連, suspension

insulator string)의 경우에는 작업자가 점검기의 무게를 직접 손으로 지탱해주어야 하는 동시에 절연봉을 회전시켜야 하므로 작업이 쉽지 않아 작업 능률이 떨어진다. 또한, 위치 결정 롤러가 제 역할을 하기 위해서는 점검 대상 애자 아래쪽에 애자가 하나 더 존재해야 하는데, 맨 마지막 애자의 경우에는 아래에 애자가 존재하지 않으므로 위치 결정 롤러를 통해 정확한 점검 위치를 감지하기가 어렵다.

3. 활선애자점검기의 개발

본 절에서는 전술한 기존 애자점검기의 문제점을 해결하기 위하여 개발한 활선애자점검기에 대하여 기술한다. 먼저 활선애자점검기를 구성하는 기구부와 제어부를 각각 소개하고, 활선애자점검기에 의한 애자점검 작업과정을 설명한다.

3.1 기구부의 개발

그림 3은 본 연구에서 개발한 활선애자점검기 기구부를 나타낸 것으로 다음과 같은 구조로 되어 있다.

- ① 점검기 기구부의 기본 프레임 역할을 하면서 또한 점검기가 애자련과 지속적으로 접촉하면서 이동되도록 하기 위한 스키드 프레임부
- ② 점검기 기구부가 측정 대상 애자를 점검할 수 있는 위치에 있는지를 감지하기 위한 센서부
- ③ 검출봉을 통하여 애자의 특성을 측정하기 위한 점검부
- ④ 애자의 점검 위치에서 검출봉을 캡에 자동으로 접촉시키기 위해 검출봉을 회전시키는 검출봉 구동부
- ⑤ 애자점검기 제어시스템, 활선애자 점검모듈 및 배터리 등을 담기 위한 제어부
- ⑥ 점검기를 절연봉 끝에 부착시키기 위한 절연봉 연결부

상기 기구부는 작업자가 조작하는 절연봉 끝에 부착되어 애자련을 따라 이동하면서 애자 점검 작업을 수행한다.

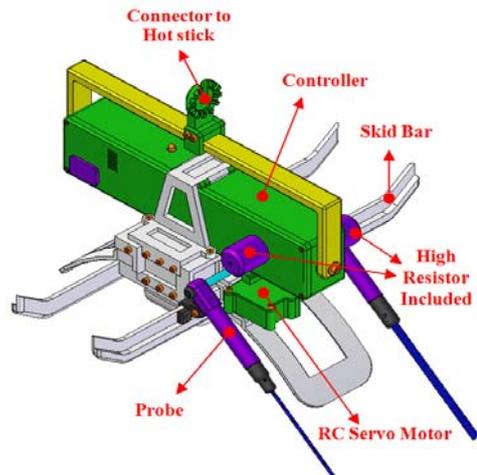


그림 3 활선애자점검기 기구부
Fig. 3 Mechanism of live-line insulator tester

애자 감지를 위한 센서부는 그림 4와 같다. 상술하면, 센서부는 리미트 스위치, 센서 프레임, 용수철, 애자 감지 블록과 스위치 누름판으로 구성된다. 센서부의 리미트 스위치는

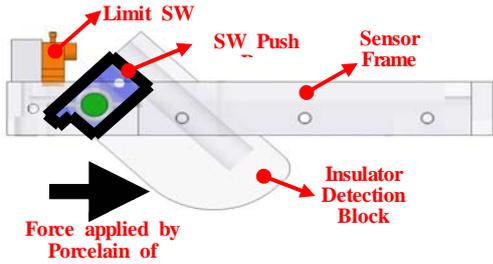


그림 4 센서부
Fig. 4 Sensor mechanism

용수철의 탄성에 의해서 애자 감지 블록과 결합된 스위치 누름판에 의해 눌러져서 기본적으로 ON 상태로 있다. 하지만, 점검기 기구부가 애자편을 따라 이동하다가 애자의 자기 (porcelain) 부분이 애자 감지 블록을 그림 4와 같이 누르면, 스위치 누름판(그림 4에서 굵은 실선으로 표기)이 리미트 스위치로부터 떨어지게 되어서 스위치는 OFF 상태가 된다.

그림 5는 점검부와 검출봉 구동부를 함께 보여준다. 점검부는 2개의 검출봉들, 이 검출봉들을 서로 연결해주는 연결봉과 회전 조인트들로 구성되어 있다. 여기서, 검출봉 끝단은 스프링과 같이 탄성이 있는 금속 재질로 되어 있으며, 회전 조인트들은 스키드바 위에 장착된다. 다음으로, RC 서보 모터를 사용한 검출봉 구동부는 RC 서보 모터, 모터 케이스, RC 서보 모터와 연결봉 사이를 연결해주는 2 자유도의 링크들로 구성된다. 이 때 RC 서보 모터가 모터에 직결된 링크를 회전시키면, 2 자유도의 링크 구조와 회전조인트 위치 등의 기구학적 구속조건으로 인하여 연결봉이 회전하게 됨으로써 검출봉이 애자의 캡에 접촉되도록 설계되어 있다.

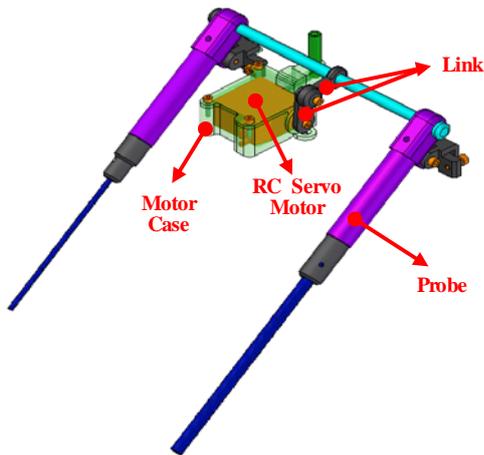


그림 5 점검부와 검출봉 구동부
Fig. 5 Inspection module including probes and actuator

3.2 제어부의 개발

활선애자점검기 제어부는 크게 제어시스템과 활선애자 점검 모듈로 구성된다. 제어시스템은 원격 제어기로부터 명령을 수신 받아 해당되는 명령을 수행하거나 Bluetooth를 이용하여 점검 결과를 원격 제어기로 보내주며, 또한 활선애자 점검모듈을 제어한다. 활선애자 점검모듈은 활선 상태에서 애자의 분담전압과 절연 저항을 측정하여 애자의 상태를 점검하는데 이용된다.

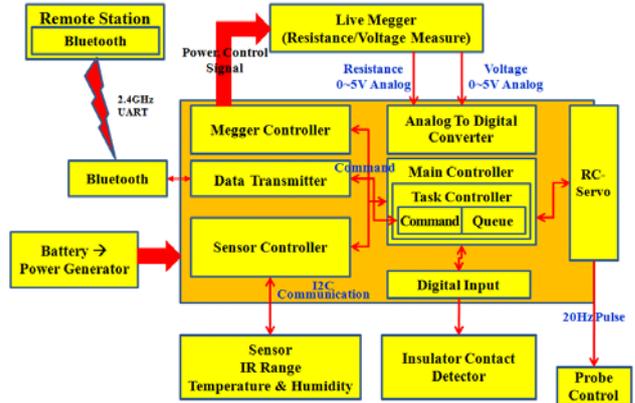


그림 6 활선애자점검기 제어부의 구성
Fig. 6 Block diagram of controller

3.2.1 제어시스템

활선애자점검기 제어시스템은 활선애자 점검모듈 제어기, 데이터 송수신기, 센서 제어부, 디지털 입출력 제어부, 아날로그 신호 변환부, 중앙 제어기, 서보 컨트롤러 및 전원공급부로 구성된다.

활선애자 점검모듈 제어기는 활선애자 점검모듈의 구동을 제어하고, 활선애자 점검모듈에서 측정된 전압, 저항 신호를 트리거 신호를 이용하여 수집하는 역할을 수행한다. 활선애자 점검모듈에서 애자를 점검하여 취득된 데이터는 아날로그 형태로 제어시스템으로 공급된다. 공급되는 데이터는 활선애자 점검모듈에서 제공되는 트리거 신호를 이용하여 시간 주기를 맞추어서 측정되며, 측정된 신호는 데이터의 후처리 후 다른 정보와 함께 원격 제어기로 전송된다. 센서 제어부는 활선애자점검기에 장착된 온·습도센서를 이용하여 온·습도 정보를 취득한다. 디지털 입출력 제어부는 활선애자점검기의 현재 상태를 사용자에게 LED 및 버저(buzzer)를 이용하여 알려주고, 리미트 스위치를 이용하여 애자의 감지여부를 확인하는데 사용된다. 서보 컨트롤러는 검출봉 구동부를 제어함으로써 애자 점검 시 검출봉이 애자 캡과 접촉하도록 하는 역할을 수행한다.

3.2.2 활선애자 점검모듈

측정 원리에 대하여 설명하면, 활선 상태에서 송전선로의 고전압은 전원측으로부터 절탑의 집지측까지 애자편을 따라서 U자형으로 분포하게 되며, 애자편의 애자들은 각각 전압을 분담하게 된다. 활선애자 점검모듈은 측정을 위해서 먼저 고전압 발생기(high voltage converter)로 약 2000V의 직류 전압을 발생시켜 피측정 애자의 양단에 인가한다. 이 때, 각 애자의 분담전압을 유지시키면서 측정 작업을 수행하기 위하여 활선애자 점검모듈은 300MΩ의 고저항을 통하여 애자의 전압을 측정한다. 이 고저항을 통하여 교류 신호와 직류 바이어스 신호가 같이 유입되게 되는데, 절연저항 측정기는 이 중 직류 바이어스 신호를 측정하고 분담전압 측정기는 직류 바이패스 커패시터(capacitor)를 이용하여 순수 분담전압 신호인 교류신호를 추출한 후 그 크기를 측정한다. 신호 안정화부(signal conditioner)는 수신된 분담전압, 절연저항 신호를 증폭 및 필터링 하며, 수신된 신호를 이용하여 신호 취득의 트리거 신호를 생성하는 역할을 수행한다.

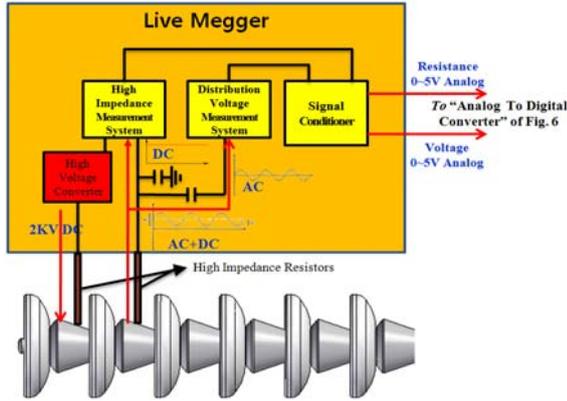


그림 7 활선애자 점검모듈의 구조
Fig. 7 Structure of live-line insulator inspection module

3.2.3 제어시스템 소프트웨어

제어시스템의 소프트웨어는 활선애자점검기 제어시스템과 활선애자 점검모듈을 제어하고 작업을 수행하는데 필요한 세부 명령들을 구성한다. 또한, 측정 신호의 신뢰성을 판단하고, 점검 결과를 원격 제어기로 전송한다.

제어시스템의 소프트웨어는 명령어를 해석하는 부분, 활선 애자점검기의 동작 모드를 결정하는 모드 선택기, 각 필요한 부분에 전원을 공급하는 전원 관리자, 각 모드의 동작마다 필요한 명령어를 구성하도록 만드는 작업 제어기, 전체 시스템에서 내부 명령을 저장하는 작업 대기행렬(queue), 외부와의 통신을 중재하는 통신 대기행렬이 있다. 통신 대기행렬은 활선애자 점검모듈에서 수집한 측정 데이터를 원격 제어기로 전송하기 전 임시저장소의 역할을 하며, 점검 장소에서 측정된 온·습도 센서의 값 및 내부 상태를 사용자에게 전달하기 전 임시저장소의 역할을 수행한다. 작업 대기행렬은 각 모드에서 명령을 수행하기 전 각 모드별로 필요한 작업 명령들을 구성한다.

3.2.4 원격 제어기

원격 제어기로는 PDA나 소형 Tablet PC가 사용되는데, Bluetooth를 이용하여 활선애자점검기와 데이터를 교환한다. 일단 Bluetooth망이 구축되면 원격 제어기는 점검기와 RS-232 프로토콜을 이용하여 통신이 가능하게 한다.

3.3 활선애자점검기에 의한 애자점검 작업과정

애자 점검은 전원측으로부터 접지측 방향으로 그림 8의 과정을 반복함으로써 수행된다. 상술하면 다음과 같다.

- ① 그림 8(a) : 스킨드바를 애자면에 밀착시킨 채 절연봉을 화살표의 진행방향으로 밀어 올린다. (리미트 스위치 ON)
- ② 그림 8(b) : 애자 감지 블록이 애자의 자기 부분에 걸려서 접혀진다. (리미트 스위치 OFF)
- ③ 그림 8(c) : 애자 감지 블록이 애자의 자기 부분을 지나서 용수철의 탄성으로 다시 퍼지면 절연봉을 당겨서 그림과 같이 애자 감지 블록을 애자 자기 부분에 걸치도록 한다. 이 때, 애자 감지 블록은 기구학적으로 반대방향으로는 접혀지지 않도록 되어 있기 때문에, 작업자를 대신하여 점검기 기구부의 하중을 감당할 수 있다. (리미트 스위치 ON)

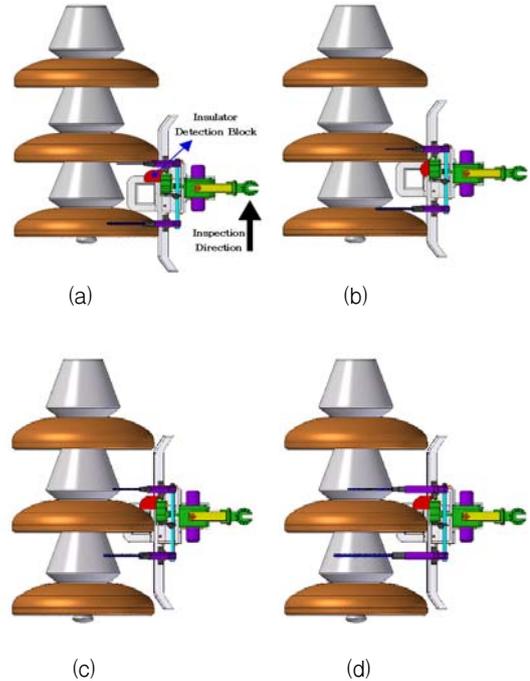


그림 8 활선애자점검기에 의한 애자점검 작업과정
Fig. 8 Insulator inspection process by live-line insulator tester

- ④ 그림 8(d) : 검출봉 구동부가 자동으로 검출봉을 회전시켜 애자 캡에 접촉하게 함으로써 애자의 특성을 측정한다. (리미트 스위치 ON)

4. 현장 시험

활선 현장 시험은 한국전력공사 충남본부와 전북본부의 협조 하에 위탁기관인 한전KPS(주)와 함께 154kV 남원, 임실, 전주, 함열, 신계용은진 T/L에 대하여 전계식 불량애자 검출기와 활선애자점검기를 병행하여 수행하였다. 본 절에서는 상기의 현장 시험 결과 중에서 일부만을 기재한다.



그림 9 활선애자점검기와 애자점검 작업 모습
Fig. 9 Live-line insulator tester & its application

먼저 작업 속도 측면에서 12개의 애자로 구성된 애자련을 점검하는데 전계식 검출기는 24~42초 정도 걸리는 반면, 개발한 활선애자점검기는 단 24초가 소요되어 매우 우수한 작업 효율을 보여주었다.

다음으로, 활선 현장 점검 결과를 기술한다. 그림 10은 신계용진 T/L 61호 철탑 #1 상단 전원내측 애자련의 점검 결과로, 측정 당시 온도와 습도는 각각 35.5도, 41.1%였다. 먼저 전계식 검출기로 점검하였을 때 그림 10(a)와 같이 접지측으로부터 3, 6번 애자가 불량으로 검출되었다. 다음으로 활선애자점검기로 점검하였을 때 그림 10(b)와 같이 전원측으로부터 5, 8번 애자, 즉 접지측으로부터 3, 6번 애자가 불량으로 검출되었다. 이상과 같이 저오손, 저습도의 환경 조건에서는 두 점검기 모두 동일한 결과를 보여주었다.

그림 11은 고오손된 전주 T/L에서 강우량 37.5mm의 비가 내린 다음날 실시한 활선애자점검기의 현장 시험 결과를 보여준다. 먼저 전계식 불량애자 검출기에 의해 전주 T/L의 애자련을 모두 점검한 결과 총 20개의 불량애자가 검출되었으며, 이를 검증하기 위하여 해당 애자련들에 대하여 활선애자점검기로 다시 점검한 결과가 그림 11이다. 점검 결과 이

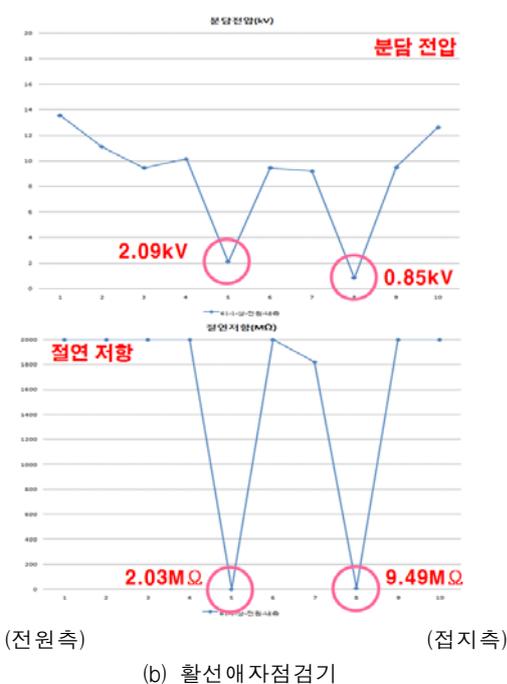
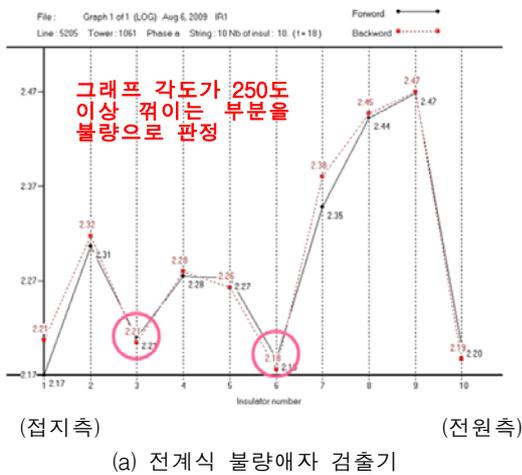


그림 10 불량애자련의 측정 사례
Fig. 10 Example of faulty insulator string

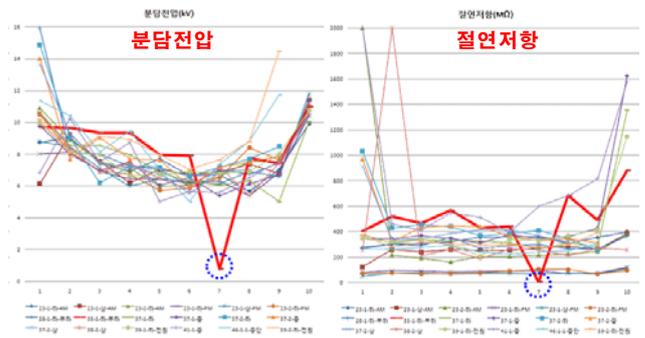


그림 11 고습도 조건하에서 오손된 애자련에 대한 활선애자점검기의 측정 사례
Fig. 11 Example of inspection results on polluted insulator strings by live-line insulator tester under high humidity condition

20개의 불량 판정 애자 중에서 단 1개의 애자(그림 11의 접선 원 표기)만이 불량으로 판정되었다. 이상으로부터 전계식 검출기의 점검 결과가 고오손/고습도의 환경 조건에 크게 영향을 받는 반면, 활선애자점검기는 환경 조건에 관계없이 보다 정밀하게 애자를 점검할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 그림 11의 점검 결과에서 살펴볼 수 있듯이, 측정된 U자형의 분담전압 분포에는 애자련별로 오프셋(offset)이 존재하고 애자련이 오손이 되어있거나 습도가 높은 날에는 절연저항 값이 크게 저하되어 기존의 애자 진단 알고리즘으로는 불량 판별이 어렵기 때문에 새로운 애자 진단 알고리즘의 개발이 필요하다는 사실 또한 알 수 있었다. 측정된 데이터로부터 애자의 불량 여부를 판단하는 새로운 진단 알고리즘은 본 논문의 제2부에서 다루기로 한다.

5. 결 론

본 연구에서는 현행 전계식 불량애자 검출기의 문제점을 해결하기 위하여 154kV 송전선로의 활선애자 점검에 적합한 접촉식 점검 방식의 활선애자점검기를 개발하였다. 본 점검기는 애자의 분담전압과 절연저항을 함께 측정하여 보다 정밀한 애자 진단이 가능하게 하고 작업의 일부를 센서와 구동기를 이용하여 자동화함으로써 작업 능률 및 신뢰성을 향상시켰다. 또한, 점검 작업 수행 시에 점검기의 무게를 작업자가 아닌 점검기 자체가 감당하게 함으로써 작업의 편의성을 높였다. 개발한 점검기는 최종적으로 실선로 활선 현장 시험을 통해 애자점검 작업을 성공적으로 수행함으로써 그 효용성을 입증하였다. 향후 개발된 활선애자점검기가 실증을 거쳐 상용화되면 국내 송전선로의 안정적 유지 보수에 크게 기여할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 한국전력공사 2007년도 주력 신규연구개발과제(한전 전략과제)의 일환으로 한전전력연구원이 수행 중인 "송전선 애자 정밀 점검용 지능형 로봇 시스템 개발" 과제의 기술개발결과임을 밝혀둔다.

참 고 문 헌

[1] G. H. Vaillancourt, J. P. Bellerive, M. St-Jean, and C. Jean, "New Live Line Tester for Porcelain Suspension Insulators on High-Voltage Power Lines," IEEE Trans. on Power Delivery, vol. 9, No. 1, pp. 208-219, January 1994.

[2] K. Takashi, and S. Toshiaki(NGK Insulators, Ltd.), "Inferior Insulator Detector," Japanese Patent, Patent No. 1031062, Feb. 1, 1989.

[3] I. Toshio, M. Toshiharu, and I. Tetsuji(Sumitomo Electric Industries), "Detector for Defective Insulator," Japanese Patent, Patent No. 57194364, Nov. 29, 1982.

[4] I. Toshio, M. Toshiharu, and I. Tetsuji(Sumitomo Electric Industries), "Detector for Defective Insulator," Japanese Patent, Patent No. 57194365, Nov. 29, 1982.

[5] I. Toshio, and M. Toshiharu(Sumitomo Electric Industries), "Detector for Defective Insulator," Japanese Patent, Patent No. 57194366, Nov. 29, 1982.

[6] I. Toshio(Sumitomo Electric Industries), "Assigned Voltage Detecting Device of Insulator," Japanese Patent, Patent No. 58103668, June 20, 1983.

[7] Y. Toshirou, M. Tsutomu, and I. Toshio(Kiyuushiyuu Denki Kensetsu Kou; Sumitomo Electric Industries), "Method and Apparatus for Detecting Bad Insulator," Japanese Patent, Patent No. 59009569, Jan. 18, 1984.



박 준 영 (朴 竣 永)

1972년 10월 29일생. 1995년 KAIST 전기 및 전자공학과 졸업. 1997년 동 대학원 기계공학과 공학석사. 2004년 동 대학원 기계공학과 공학박사. 2004년~현재 한전 전력연구원 선임연구원

Tel : 042-865-5373

Fax : 042-865-5202

E-mail : asura@kepco.co.kr



조 병 학 (趙 炳 學)

1956년 8월 27일생. 1982년 한양대 전기 공학과 졸업. 1986년 KAIST 원자력공학과 공학석사 1996년 동 대학원 공학박사. 1991년~현재 한전전력연구원 수석연구원

Tel : 042-865-5370

Fax : 042-865-5202

E-mail : chobh@kepri.re.kr



오 기 용 (吳 沂 鏞)

1978년 3월 5일생. 2005년 한양대학교 기계공학부 졸업. 2006년 KAIST 기계공학과 공학석사. 2007년~현재 한전전력연구원 일반연구원

Tel : 042-865-5376

Fax : 042-865-5202

E-mail : okyer@kepri.re.kr

저 자 소 개



이 재 경 (李 在 慶)

1978년 1월 21일생. 2004년 경북대학교 전자전기공학과 졸업. 2006년 KAIST 전자전산학과 졸업(석사). 2006년~현재 한전전력연구원 일반연구원

Tel : 042-865-5375

Fax : 042-865-5202

E-mail : jklee78@gmail.com