

송전용 애자의 누설전류 특성에 관한 연구

최인혁*, 최장현*, 정운환*, 이동일*, 김태영**, 신태우**
*전력연구원, **한국전력공사

Characteristic Test on the Leakage Current of Transmission Insulators

Choi In Hyuk*, Choi Jang Hyun*, Jung Yoon Hwan*, Lee Dong Il*, Kim Tea Young**, Sin Tea Woo**
*KEPRI, **KEPCO

Abstract - 송전용 애자의 누설전류 측정을 위한 실증 시험장치로 애자의 누설전류 특성에 관한 조사를 하였다. 자기, 유리 및 폴리머 애자에 선간전압 154 [kV]의 전압을 인가하여 바닷가 주위에서 누설전류 파형과 일일 누설전류 및 외부 환경적 parameter들과의 상관관계에 대하여 고찰하였다. 그 결과 자기 및 유리애자는 습기가 높은 새벽과 밤에는 높은 누설전류가 나왔으며 폴리머 애자는 hydrophobicity의 특성 때문에 환경적 변화에 크게 영향을 받지 않았다.

2.1.2 송전용 애자의 취부와 구성

선간전압 154 [kV]를 자기애자, 유리애자 및 폴리머애자에 인가하였다. 그림 2는 각 애자의 배치도를 도시하였고 현재 154 [kV] 송전용 애자에 사용되고 있는 애자의 경년품과 신품을 사양에 따라 표 1에 나타내었다.

1. 서 론

최근 산업 발전과 문화생활의 발달에 따른 전기에너지의 수요가 증가하면서 대용량 에너지의 장거리 송전에 필요한 전압 격상에 따른 급구류의 기능 향상에 관심이 높아져가고 있다. 그중 애자는 작업자의 안전과 선로의 신뢰성을 결정하는 가장 중요한 역할을 담당하고 있으며 그 종류는 자기애자, 유리애자 및 폴리머애자가 사용되고 있다. 이들의 오손요인은 크게 지형적 요인, 기후적 요인, 환경적 요인 등과 애자의 내부 균열, 특히 두부의 균열에 의한 열화가 발생하면 누설전류가 크게 증가하여 작업자의 안전에 위협을 제공한다. 그래서 CIGRE, IEEE 등 외국의 연구단체에서 육의 시험을 위한 실증시험장을 구축하여 인공적으로 애자를 오염시켜 애자의 누설전류 및 내전압(withstand) 특성에 관하여 연구되고 있다.[1] 또한 각 국가 마다 자국에 맞는 실증시험장을 구축하여 환경적 변화에 따른 송전용 애자의 특성이 분석 되고 있다.[2]

따라서 본 연구에서는 육외 시험장을 구축하여 실증시험을 통한 송전 전압 154[kV]를 인가하여 가공송전용 자기, 유리, 폴리머 애자의 누설전류 파형에 대한 분석과 누설전류의 외부 환경적 parameter의 변화 따른 영향을 분석하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험장치 및 방법

2.1.1 장기실증시험 설비 구축

본 연구에서는 154 [kV] 및 345 [kV]급 애자를 시험설비에 취부한 후, 전압을 인가하여 실제 송전선에 사용되고 있는 경년품 및 신품 애자의 종류에 따라 발생하는 누설전류와 주변 환경적 parameter 온도, 습도, 풍향, 풍속 등을 측정하여 외부요인에 의한 누설전류의 영향을 분석 목적으로 구축한 실증시험장 전경을 그림 1에 나타내었다.

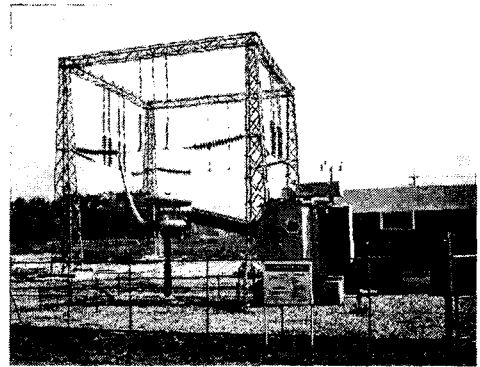


그림 1. 고창 육외용 장기실증 시험장 전경

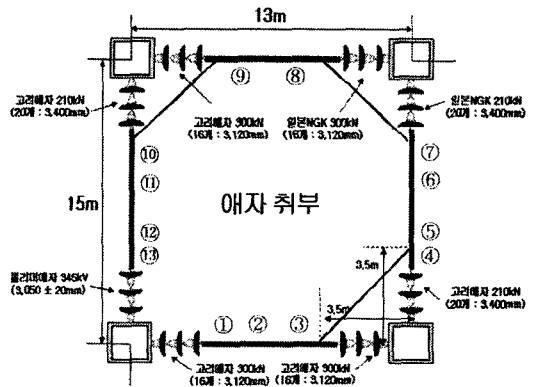


그림 2. 송전용 애자의 배치도

표 1. 애자의 사양

위치	애자종류	제조사	애자강도	제작년도	구분
①	자기	고려애자	25,000LBS	2001	신 품
②	유리	BORMA	154kV용		경년품
③	폴리머	평일산업	154kV용	2001	신 품
④	자기	NGK	36,000LBS	2000	신 품
⑤	자기	고려애자	36,000LBS	2001	신 품
⑥	자기	고려야자	36,000LBS	1991	경년품
⑦	자기	고려애자	36,000LBS	1989	경년품
⑧	폴리머	NGK	154kV용	1999	경년품
⑨	폴리머	LG산전	154kV용		경년품
⑩	자기	고려애자	210kN	1998	신 품
⑪	자기	NGK	210kN	2002	신 품
⑫	자기	고려애자	300kN	2000	신 품
⑬	자기	NGK	300kN	2002	신 품

2.3 누설전류 측정시스템(LCMS)

애자의 누설전류 측정시스템의 구성도를 그림 3에 나타내었다. LCMS 장치는 누설전류 측정을 위한 leakage current measuring part, 기상 관측을 위한 meteorological observation part, 계측된 누설전류 및 기상자료를 관측지로 보내기 위한 analog signal transmitter part, 과도 서지(surge) 전압으로부터 시스템을 보호하기 위한 surge protector part, 자료를 전송 받아 저장하고 표시하기 위한 data receiving & recording part로 구성되어 있다.[3] LCMS에 의한 애자 누설전류 실험은 환경 요소인 온도, 습도, 풍향, 풍속과 누설전류를 계측하고, 이때 계측된 analog signal은 signal converter를 통해 특정 범위의 신호로 변화하여 analog signal transmitter에 의해 수집, 전송하여 관측지의 컴퓨터를 통해 수신하여 관측 및 저장한다. 이때 서지 보호기는 전원 및 신호선에 설치되어 낙뢰에 의해 발생 가능한 surge로부터 시스템을 보호한다.

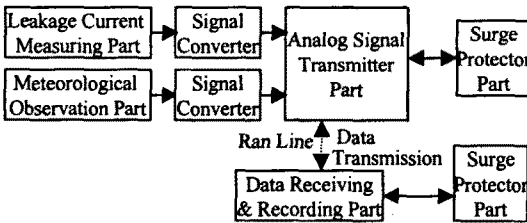


그림 3. 누설전류 측정 장치 구성도

2.2 결과 및 고찰

154 [kV] 선간전압을 애자가 취부된 송전선에 인가하여 누설전류와 누설전류 파형과의 관계 및 누설전류와 풍향, 풍속, 온도, 습도 등에 대한 상관관계를 분석하였다.

2.2.1 154 [kV] 송전선의 누설전류 파형

그림 4는 154 [kV] 송전선에서 애자에 흐르는 누설전류 파형을 나타낸 그림이다. ⑫, ⑬ 자기애자가 신제품임에도 불구하고 가장 높은 누설전류 파형을 가졌다. 이것은 210kN의 자기애자의 신품과 비교하면 누설전류의 피크 값이 0.25 [mA]로 큰 차이를 보였다. 이것은 애자의 강도와 누설전류의 파형의 값과는 반비례적인 관계에 있다. ⑤, ⑦의 고려애자의 동일 애자 강도를 가지는

36,000LBS의 제품은 신품과 10년 이상 사용한 경년품과 동일한 누설전류 파형을 보였다. 이와 같이 자기애자가 동일 조건에서 동일 강도로 만들어진 경우에는 경년열화가 없이 동일한 누설전류 파형을 가진다는 것으로 사료된다. 또한 폴리머 애자의 경우에는 자기애자와 유리애자와 비교하는 누설전류 파형이 낮은 특성을 보였다.

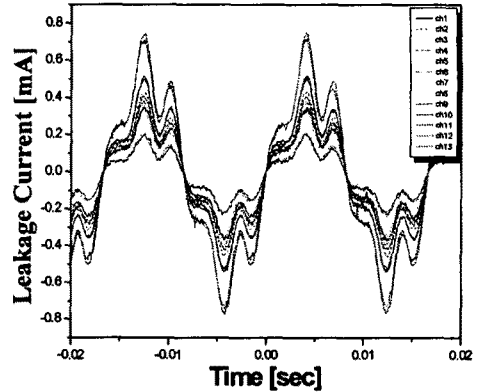


그림 4. 송전 전압 154 [kV]에서 누설전류 파형 특성.

2.2.2 누설전류 특성

전북 고창 실증시험장에 설치된 애자의 누설전류를 시간에 변화에 따른 일일 관측한 내용을 그림 5에 나타내었다. 주간과 야간은 누설전류의 차이가 큰 차이를 보였다. 이것은 외부 환경적인 습도와 바닷가에 위치한 시험의 특성상 풍향과 풍속에 주된 원인에 의한 것으로 사료된다. 그림 4에서 관찰한 바와 같이 애자 강도가 300kN인 ⑫, ⑬은 가장 높은 누설전류 특성을 보였다. 이는 누설전류 파형과 누설전류의 값은 비례적으로 동일 형태를 가진다는 것으로 사료된다. 특히 시험 ⑥의 고려애자의 36,000LBS 경년품의 경우에는 ⑦번의 동일 제품의 자기애자는 야간의 높은 습도로 인해 50 [uA]의 차이를 보였다. 이는 생산과정에서 애자가 구조적, 성본적인 약간의 변화가 있을 것으로 사료된다. 또한 ⑩, ⑪과 비교에서는 ⑥번 자기애자는 습도에 민감한 특성을 보였다. 한편 ⑩, ⑪의 동일 강도의 자기애자의 경우에 습도가 높은 야간의 경우 고려애자가 NGK 자기애자보다 피크 누설전류 값이 20 [uA]정도 높은 값을 가졌다. 이것은 NGK 자기애자가 고려애자의 자기애자보다 더 안정된 누설전류 특성을 나타내는 것으로 사료된다. 그리고 폴리머 애자인 ③, ⑧, ⑨의 경우에는 외부 환경의 변화에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 폴리머 애자가 가지는 소수성(hydrophobicity)에 의한 것이다.[4]

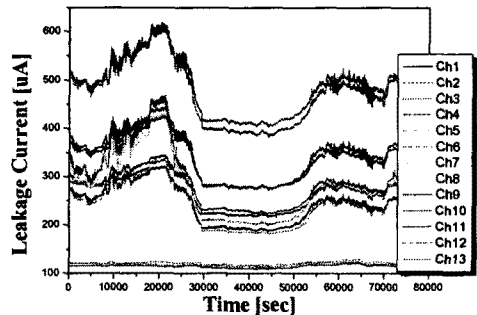


그림 5. 일일 누설전류 특성 곡선

2.2.3 외부 환경적인 Parameter 특성

그림 6, 그림 7, 그림 8은 온도, 풍속, 풍향, 습도에 관한 parameter를 나타낸 그림이다. 그림 5의 누설전류 값을 보면 새벽 4시부터 새벽 6시 까지 누설전류가 갑자기 증가한 것을 관찰 할 수 있다. 이것은 그림 7의 풍향을 고찰한 결과 바닷가 옆에 위치한 실증시험장이 서쪽에서 불어오는 염분이 첨가한 바닷바람의 영향을 받아 높은 누설전류 값을 가지는 것으로 사료된다. 그리고 그림 8의 습도를 관찰한 결과 서풍이 불어오는 같은 시간대에는 습도가 90% 이상의 습도로 인해 자기애자의 큰 영향을 받은 것으로 사료된다. 이와 같이 자기애자는 외부 환경적인 parameter에 의한 누설전류 값에 큰 영향을 받으며 또한 애자의 강도가 높을수록 더 높은 누설전류 값을 가진다는 것을 알 수 있었다.

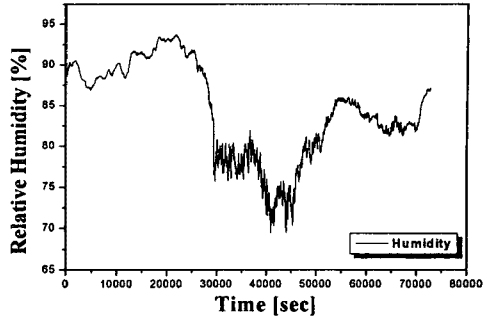


그림 8. 실증시험장의 습도 Parameter

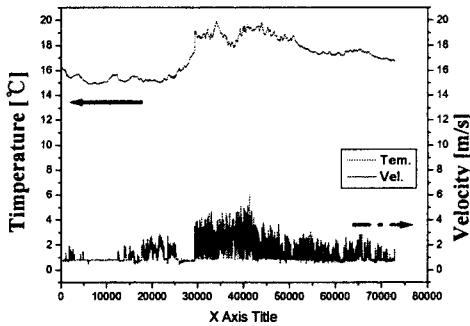


그림 6. 실증시험장의 온도와 풍속 Parameter

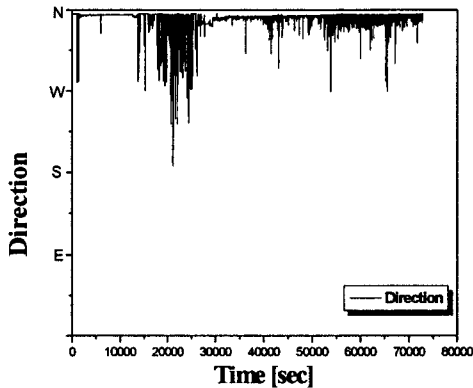


그림 7. 실증시험장의 풍향 Parameter

3. 결 론

송전용 애자의 누설전류 측정 시스템을 이용한 실증시험으로 애자의 누설전류 특성에 관한 조사를 하였다. 자기, 유리 및 폴리머 애자에 선간전압 154 [kV]의 전압을 인가하여 바닷가 주위에서 일일 누설전류와 환경적 parameter들과 관계를 고찰하였다. 모든 애자의 누설전류 파형은 같은 형태를 가졌지만 애자의 종류에 따라 누설전류 파형의 크기는 다르다. 애자의 누설전류 값은 습도가 낮은 낮 시간에는 누설전류 값이 낮았지만 새벽과 밤에는 높은 누설전류 특성을 가진다. 또한 인건에 위치한 수분의 근원에 따른 풍향의 영향을 많이 받으므로 송전용 애자를 취부 할 때는 주위의 환경적 요인을 분석하여 취부를 해야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Tetsuya Usui, Noriaki Kasuya, Hiroaki Ozaki, Shigeo Ito, Homare Kurebayashi and Ryosuke Matsuoka, "Withstand Voltage Characteristics of Contaminated Polymer Insulators under Rain conditions", IEEE, Proceeding of the 6th International Conference on Properties and Application of Dielectric Materials, 387, 2000.
- [2] Redu Munteanu, Felix Kaidanov, "Some Results of Polluted Insulator Investigations in Israel", IEEE, 491, 1996.
- [3] "송전용애자 장기 신뢰성 평가(중간보고서)", 전력연구원, 2002.
- [4] Michio Ishiwari, Susumu Ito, Katsumi Arakawa, Toshiyuki Nakachi and Kuniaki Kondo, "Various Artificial Contamination Withstand Voltage Test Methods and a Comparison of their Results on Polymer and Porcelain Insulators", High Voltage Engineering Symposium, P2.4, 381, 1999.