

인입선 분기함의 안전대책에 관한 연구

하태현*, 배정호, 이현구, 김대경, 하윤철
한국전기연구원

Safety Countermeasure of the distribution box of service wire

Tae-Hyun Ha*, Jeong-Hyo Bae, Hyun-Goo Lee, Dae-Kyeong Kim, Yoon-Cheol Ha
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - The lower voltage distribution box of service wire has been usually employed to supply an electric power to the consumers through low voltage overhead line.

Now-a-days, electric shock accident at the distribution box of service wire installed in the seashore areas has been often occurred. The reason is mainly due to the electric leakage in the distribution box of service wire.

This paper described insulation breakdown mechanism of distribution box of service wire, analysis of electric shock path and safety countermeasure of distribution box of service wire.

1. 서 론

저압 가공선로에 있어서 각 수용가에 전원을 공급하기 위하여 인입선 분기함이 사용되고 있다. 최근 해안 지역에 설치된 인입선 분기함은 염분에 의한 누전으로 인하여 절연이 파괴되면서 지락사고를 종종 발생시킨다. 지락사고시 특히 도로가 침수되어 있을 때 인근을 지나가는 사람은 감전의 영향을 받을 수 있다.

감전사고는 주로 인체가 전기에너지에 직접 또는 간접적으로 접촉하여 발생되며, 감전에 의한 재해는 대부분의 사람이 사망하거나 부상을 당하는 인명상해로 이어지므로 이에 대한 대책이 상당히 필요한 것으로 나타나고 있다.

본 논문에서는 최근에 발생한 인입선 분기함의 절연 파괴에 의한 감전사고사례를 통하여 인입선 분기함의 절연파괴 메커니즘, 감전경로 분석 및 안전대책에 대하여 기술하였다.

2. 인입선 분기함의 절연파괴 메커니즘

저압 수용가에 전원을 공급하기 위하여 배전전주의 완철에 고정시켜 사용하는 인입선 분기함의 구조는 그림 1과 같다[1]. 그림 2는 인입선 분기함의 절연상자에 아크가 발생된 것을 보여주고 있다. 그림 3은 누전의 진행에 따른 인입선 분기함의 소손 과정을 나타낸 것이다. 그림 2와 그림 3을 기초로 해안지역에 설치된 인입선 분기함의 누전의 진행 과정을 살펴보면 다음과 같다.

① 해안에 위치한 전주의 완철에 취부된 취부밴드 어댑터와 인입선 분기함에 전도도가 높은 염분이 부착한다. 해수의 전기저항률(염분이 3.43[%]인 경우: 0.2[Ω·m])은 빗물의 전기저항률(100[Ω·m])에 비해 약 1/500배로써, 해수가 빗물보다 전류를 잘 통하게 하는 성질이 있다[2].

② 인입선 분기함의 본체와 덮개사이에 염분을 포함한 수분이 침투한다.

③ 수분이 누적되어 인입선 분기함 내부에서 물방울이 형성된다.

상기 ①~③ 항의 진행과정은 강한 바람에 의해 촉진될 수 있다.

④ 물방울이 내부에 떨어질 때 도전금구 본체 최상부와 취부밴드 어댑터 사이에 이온경로가 형성된다.

⑤ 이온경로의 형성에 의해 상도체와 접지 사이에 누설전류가 흐르면서 인입선 분기함의 상부에 아크가 발생하고, 아크열에 의해 절연체가 탄화되면서 수분이 들어갈 수 있는 틈이 점차로 커진다.

⑥ 이 과정이 계속될 경우 염수가 벌어진 틈을 통해 점증적으로 유입되면서 누설전류는 점점 더 커지고, 결국에는 상도체가 접지에 전기적으로 연결(1선 지락)되면서 이때 흐르는 큰 지락전류에 의하여 인입선 분기함이 아크 발생과 함께 소손된 것으로 분석된다.

3. 인체 감전경로 분석

인입선 분기함의 아크 발생에 의하여 전주의 완철과 인입선 분기함의 도전금구가 도통(1선 지락)할 경우 다음과 같은 상황이 일어날 것으로 분석된다.

① 사고현장 주변의 전력설비 시공 상황

그림 4와 같이 사고 전주는 인근의 전주에 있는 주상변압기(단상 변압기 3대, Y결선)로부터 22.9kV를 220/380V로 강압하여 공급받고, 특고압중성선과 저압중성선은 연결되어 접지되어 있다. 전주의 완철은 저압중성선과 전주 접지에 연결되며, 인입선 분기함의 도전금구는 상도체에 연결되어 있다. 인입선 분기함의 취부밴드 어댑터(강재)는 취부밴드 U볼트 및 너트(강재)에 의해 접지된 완철에 고정되어 있다. 결론적으로 특고압중성선, 저압중성선, 전주의 완철 그리고 인입선 분기함의 취부밴드 어댑터는 접지되어 있다.

② 인입선 분기함이 접지된 완철과 도통되어 1선 지락사고가 일어날 경우 지락전류의 대부분은 저압중성

선을 통해 인근 전주의 주상변압기로 귀환되며, 일부의 전류는 전주의 접지와 대지를 통해 인근 전주의 주상변압기로 귀환된다.

③ 저압중성선을 통해 귀환되는 전류는 주상변압기의 부하전류로 작용하며, 과전류에 의한 주상변압기의 소손을 초래한다.

④ 전주의 접지와 대지를 통해 귀환되는 전류는 전주 주변에 국부적인 대지전위상승을 일으켜 인명사고(감전사고)를 초래한다.

4. 인입선 분기함의 안전대책

한전구매시방서(RS115-107 인입선 분기함)에 의하면 인입선 분기함의 방수에 대한 검사사항 항목이 없으므로 해안 등 염분 및 수분 침투가 용이한 지역에서는 절연상자의 뚜껑부분은 고무 패킹 등을 이용하여 방수 처리하고, 전선 삽입부는 시공 후 실리콘 등을 이용하여 방수 처리하며, 이미 침투한 물은 절연상자 하부를 통해 배수가 가능한 구조로 설계할 것으로 판단된다. 만약 인입선 분기함의 결함을 보완 할 수 없다면, 정기적인 정밀 점검을 통해 절연상자에 아크 발생 흔적이 있는 것을 조기에 발견하는 것도 한 가지 방법이라고 사료된다.

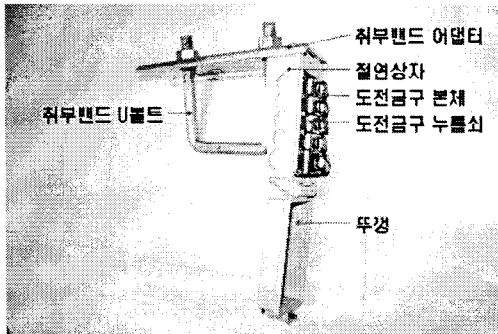


그림 1. 인입선 분기함의 구조

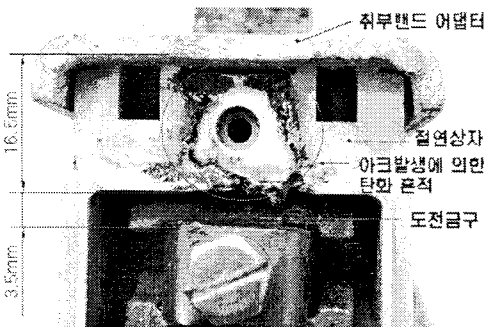


그림 2. 인입선 분기함의 아크발생 흔적

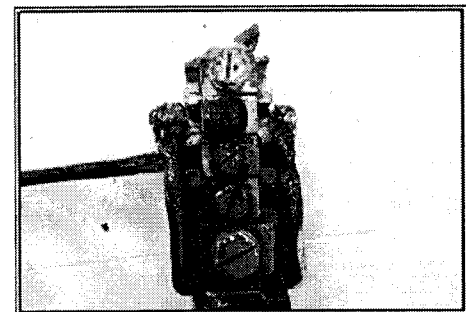
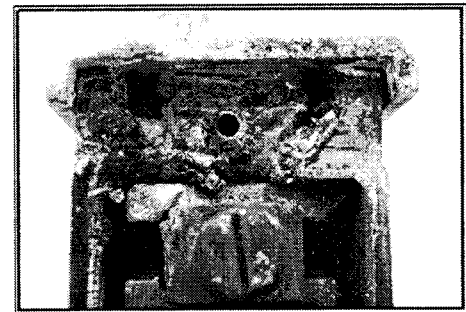
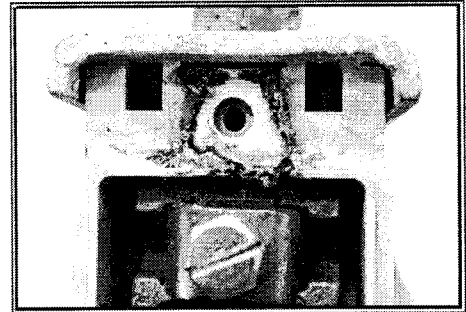
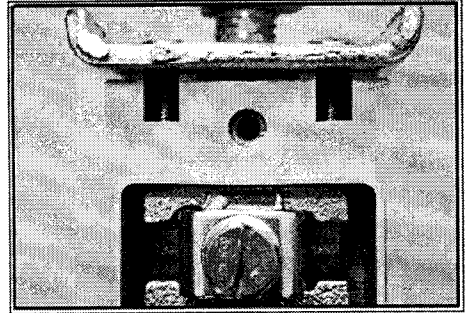


그림 3. 누전의 진행에 따른 인입선 분기함의 소손과정

5. 결 론

본 논문을 통하여 해안에 설치된 인입선 분기함은 염분이 있는 수분이 침투하여 아크 발생에 의한 1선 지락사고가 발생할 수 있음을 밝혔다. 따라서 인입선 분기함의 방수 및 배수구조 개선과 철저한 점검을 통하여 인체 감전사고에 대비해야 할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 인입선 분기함, 한전구메시방서 RS115-107 2003
- [2] IEEE Std. 80, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, 2000

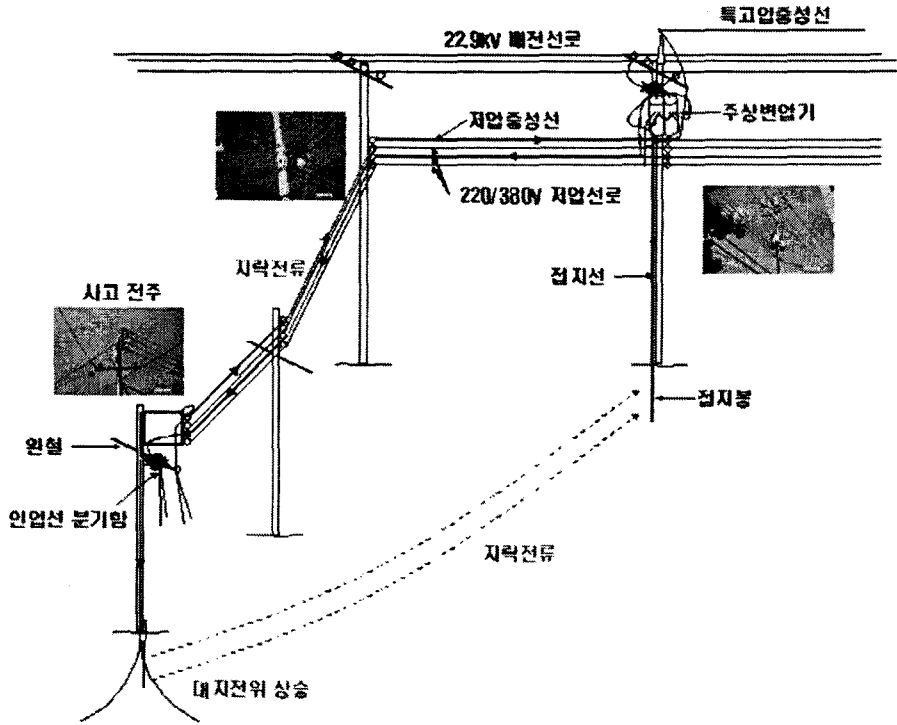


그림 3. 누전의 영향