LSR-XLPE, EPDM-XLPE 이종계면에서의 계면처리에 따른 절연파괴특성

조한구, 이유정
한국전기연구원

The Study for the Breakdown Characteristics of Interface between LSR-XLPE, EPDM-XLPE by the Interfacial Treatment Condition

Han-Goo Cho, Yu-Jung Lee
KERI

Abstract : In this paper, we studied the properties of a cable insulate capacity between surfaces with the variation of the interfacial breakdown. As a function of silicon oil, the variation of pressure and interfacial roughness were investigated. The insulate trouble of a power cable is out of the interfacial parts, which breakdown the insulate breakdown capacity in a power cable. In this study, the analysis of electric field and the phenomenon of interfacial breakdown were improved by increased interfacial pressure, decreased surface roughness, and oil. And It was shown that interfacial breakdown LSR-XLPE insulators is higher that of EPDM-XLPE.

Key Words : Interfacial breakdown, Power cable, EPDM, LSR, XLPE

1. 서 론

지중 송전선로의 고장원인을 분석해보면 케이블 고장의 35~40 %정도가 케이블 부속재에서 일어났음을 알 수 있다. 이러한 케이블 부속재에는 여러 절연 재료들이 사용되며, 그 계면에서 사고가 집중되기 때문에 계면성능은 전체 절연시스템의 안정성에 중요한 영향을 미치게 된다. [1]~[3]

따라서 본 연구에서는 실제 케이블 접속부분에 사용되는 EPDM-XLPE와 LSR-XLPE의 계면을 설정하여 이종계면에서의 오일, 압력, 거칠기의 처리방법이 절연파괴특성에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

2. 실 험

시료의 제작에 있어서 EPDM은 혼합 상태의 재료를 Hot Press를 사용하여 120℃에서 15분간 용융시킨 후 기포제거를 위해 몇 번의 가압과정을 거친 후 약 22kg/㎠로 가압하여 175℃에서 10분간 가교시켜 제작한다. LSR은 inject 타입을 사용하여 110℃에서 5분 동안 성형시킨다. XLPE는 Hot Press를 이용하여 120℃에서 15분간 용융시킨 후 기포 제거를 위해 몇 번의 가압과정을 거친 후 약 22kg/㎠로 가압하여 180℃에서 20분간 가교시킨 다음 냉각시킨다. 시료들은 각 30x40x5(㎜) 규격으로 절단하여 사용하였다.

전극은 Al foil과 보조전극으로 알루미늄박을 사용하여 각 계면사이에 설치하였다. 전극의 구성은 평판 대 평판 전극의 형태로 사용하였으며, 두 전극간의 거리는 1mm로 하였다.

표 1은 계면의 처리조건을 나타낸 것이다. 이종계면의 상태인 EPDM-XLPE와 LSR-XLP 이종계면의 재료 특성에 따른 절연파괴강도를 측정하기 위하여 Oil의 유무, 압력, 거칠기의 변화에 따라 측정을 하였다. 오일은 8430cst의 점도를 가진 오일을 사용하였으며, 압력은 단위면적당 압력을 수직으로 1, 3, 5kgf/㎠를 가하여 절연파괴강도를 측정하였다. 또한, 거칠기의 정도는 Sand paper #220, #800, #2000을 사용하여 가로, 세로방향으로 각 1회씩 힘을 가하여 거칠기 상태를 가공시켰다.

절연파괴시험에서 전압의 상승속도는 1kV/sec로 시편이 파괴될 때까지의 전압을 측정하였다.

표 1. 계면처리 조건.

구성	처리 조건
시료의 계면	LSR-XLPE, EPDM-XLPE
실리콘 오일	점도 8430 cst
거칠기	Sand paper사용 (#220, 800, 2000)
압력	1, 3, 5 kgf/㎠

3. 결과 및 검토

그림 1은 EPDM-XLPE와 LSR-XLPE 이종계면 사이에 오일을 첨가한 상태와 첨가하지 않은 상태에서 압력을 3 kgf/㎠로 유지하여 이종계면에 따른 절연파괴강도를 나타낸 것이다.

그림 1에서 알 수 있듯이 EPDM-XLPE와 LSR-XLPE 이종계면의 절연파괴강도는 현저히 다른 것을 볼 수 있다. LSR-XLPE 이종계면은 절연파괴강도가 2배 정도 큰 것을 볼 수 있다. 이것은 LSR의 특성인 계면 밀착성이 EPDM에 비해 우수하기 때문으로 사료된다.

또한, 오일을 첨가하였을 때의 절연파괴강도가 첨가하지 않은 상태의 절연파괴강도에 비해 큰 것을 볼 수 있다. 오일은 계면에 생기는 보이드와 공극 부분에 침투되어 계면을 매끈하게 만드는 역할을 하기 때문인 것으로 사료된다.

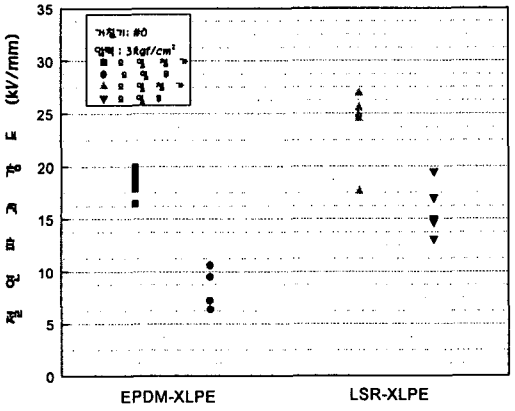

그림 1. 이종계면에서의 오일이 미치는 절연파괴강도.

그림 2는 EPDM-XLPE와 LSR-XLPE 이종계면에서 압력의 변화에 따른 절연파괴강도를 나타낸 것이다. EPDM-XLPE, LSR-XLPE 이종계면은 압력이 증가 할수록 절연파괴강도가 높아지는 것을 볼 수 있다. 또한 5 kgf/㎠의 압력의 경우는 3 kgf/㎠의 압력과 차이가 없는 것으로 보아 3~5kgf/㎠ 정도 사이에서 포화가 일어나는 것으로 사료된다.

EPDM-XLPE는 LSR-XLPE 이종계면에 비해 절연파괴강도가 낮으며, EPDM-XLPE 이종계면이 압력의 변화에 따라 영향을 더 크게 받는 것을 볼 수 있다. LSR은 EPDM에 비해 계면 밀착성이 우수한 특성을 가지고 있기 때문에 압력의 변화 영향이 EPDM에 비해 적은 것으로 사료된다.

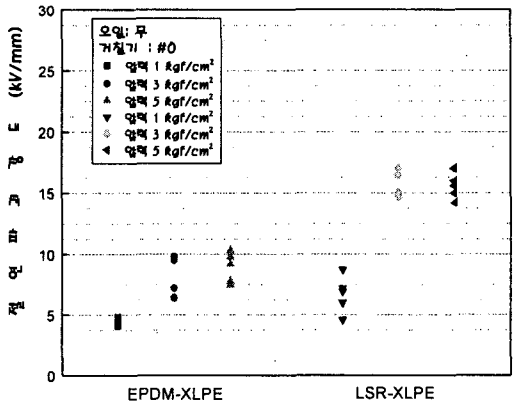

그림 2. 이종계면에서의 압력이 미치는 절연파괴강도.

그림 3은 EPDM-LXLPE와 LSR-XLPE 이종계면에 오일을 도포하지 않은 상태에서 거칠기 변화에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 압력을 3 kgf/㎠으로 유지하여 sand paper #220, 800, 2000을 사용하여 거칠기의 변화를 주었을 때 거칠기가 커질수록 절연파괴강도가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 거칠기가 커질수록 계면의 보이드와 공극은 증가하게 되며 그 부분에 전계가 집중되기 때문인 것으로 사료된다.

또한, EPDM-XLPE는 LSR-XLPE 이종계면에 비해 절연파괴강도가 낮은 것을 알 수 있다. LSR의 재 료특성이 EPDM에 비해 계면밀착성이 우수하기 때문으로 사료된다.

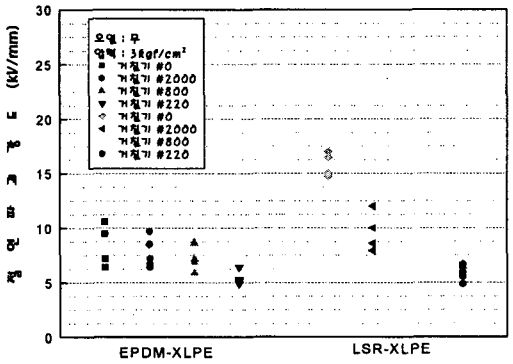

그림 3. 이종계면에서의 거칠기가 미치는 절연파괴강도.

4. 결 론

본 연구는 전력 케이블의 접속재로 사용되는 LSR-XLPE와 EPDM-XLPE 이종계면에 있어서 오일, 압력 및 거칠기의 영향에 따른 절연파괴 특성을 조사하였다.

오일, 압력 및 거칠기에 따라 LSR-XLPE는 EPDM-XLPE 이종계면에 비해 절연파괴강도가 우수하였다. 또한, 오일을 첨가하였을 때는 첨가되지 않았을 때의 계면에 비해 절연파괴강도가 높았다. 압력이 증가함에 따라 절연파괴강도가 높았지만, 거칠기의 정도가 커질수록 절연파괴강도는 낮았다.

참고 문헌

[1] Yutaka Nakanishi et al., "Development of Prefabricated Joint for 275-kV XLPE Cable" IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 10, No. 3, p. 1139-1146, July 1995.

[2] Katsumi Uchida et al., "Study on Detection for the Defects of XLPE Cable Lines" IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 11, No. 2, p. 663-668, April 1996.

[3] D. Fournier and L. Lamarre, "Effect of pressure and length on interfacial breakdown between two dielectric surfaces", Conference Record of the 1994 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Baltimore, MD, USA, p. 270-272, 7-10, June, 1992.