

트래킹억제형 알루미늄피복강심 알루미늄 절연전선 평가기술

소진중, 심대섭, 김규섭, 윤기택
한국전기연구원 전기시험연구소 개발시험실

Assessment of Tracking Retardant Aluminium Stranded Conductor Aluminium Cold Steel Reinforced Outdoor Cable (ACSR/AW-TR/OC)

Jin-joong Soh, Dae-sub Shim, Kyu-sub Kim, Ki-teak Yoon

KERI

Abstract : 사용중인 OC의 사고가 외물접촉, 자연현상, 일반인 과실 등으로 인하여 전체 배전선로 일시고장의 대부분을 차지하고 있음으로, 피복의 트래킹 성능을 개선하여 수목 및 조류와의 접촉으로 인한 접촉부 전개 집중 시 또는 지지금구의 바인더부에 고전계 인가 시 트래킹에 의한 절연물의 탄화, 침식 등에 의하여 발생할 수 있는 절연파괴 등의 사고 위험을 줄이기 위하여 개발된 제품으로 산악지역 등에서 내트래킹, 내부식성, 수밀성 및 전기적인 특성이 우수하다. 본 평가기술에서는 알루미늄 피복강선, 연선 및 절연체의 일반적인 특성과 트래킹성, 도체수밀, 내후성, 밀착도, 교류파괴전압 등의 주요한 평가시험에 대한 방법을 검토하여 평가시험에 적용하여 평가시험 시 문제점을 도출하고 평가시험방법을 정립하고자 한다.

Key Words : 트리억제형, 내트래킹, 절연전선, 수밀, 내후성

1. 서 론

가공배전선로에 절연전선을 사용함으로써, 전선의 접촉에 의한 고장(인축, 외물 등)은 줄어들었다고 할 수 있으나, 트래킹에 의한 절연체의 손상, 성락 시 아크에 의한 전선의 용단 등 나전선에서는 발생하지 않는 특별한 현상이 발생하고 있어, 운용상 지장을 초래하는 경우가 많다.

실제 운용실적에 따르면 해안지역, 극심한 공업오손지역 등에서 바인더선을 따라 전선의 피복이 침식하는 트래킹 현상이 다수 관측되고 있으며, 이 현상은 봄철에 비교적 진행이 빠르게 나타나는 것으로 알려지고 있다.

특히, 새벽이나 밤시간에 바인더선 주변에서 불규칙한 소리를 동반한 방전현상이 자주 관측되는 것으로 보고되고 있는데 이러한 여건들은 트래킹 현상으로 규명되고 있다. 트래킹에 의해 일단 피복에 손상이 생기면 도체가 노출되고, 트래킹의 진전 또는 부식 등에 의해 피복뿐만 아니라 도체도 손상되어 결국은 단선에 이를 가능성도 있다. 트래킹에 의해 지지부 주변의 도체 일부가 노출되면 써어지 침입 시 성락의 가능성이 높아지고, 아크로 진전되어 이 점에서 아크용단의 가능성도 높아진다.

트래킹이란, 전기적인 stress가 재료의 표면에 집중되었을 때 탄화현상이 발생되어 그 절연재료에 전기적인 통로가 생겨 이것이 절연파괴에 이르게 되는 현상을 말한다. 트래킹에 대한 대책으로는 트래킹에 우수한 재료를 사용하고, 전선피복의 표면에 큰 전계가 형성되지 않거나, 누설전류를 저감시켜야 하고, 전선피복이 누설경로에 놓이지 않도록하여야 한다.

본 시험평가에서는 주요평가 시험항목인 인장, 내트래킹, 도체수밀, 밀착도, 내후성, 내부반도전층체적저항률 및 교류파괴전압에 대하여 ASTM, KS 및 한전구매시방서의 평가방법을 검토하고, 성능평가시험에 적용하여 문제점을

도출하고, 시험방법을 정립하여 대표규격인 160mm²에 대하여 A, B, C사의 제품을 비교평가하였다.

2. 평가시험방법

2.1 인장시험

완제품에서 3개의 피복체 시료를 채취하여 아령형 시험편을 제작하여 인장속도 약 200mm/min으로 실시하였다.

2.2 내트래킹시험

완제품에서 도체와 내도를 제거한 후 길이 12cm 이상, 폭 5cm 이하의 크기로 평판시험편을 제작한다. 이때 시험 시 열에 의한 평판형상의 변화를 방지하기 위하여 PE계열의 절연체를 사용하여 두께를 6mm로 성형한다. 시험은 IEC 60587의 방법에 따르며, 4.5kV의 인가전압을 전극간격 50mm, 경사각 45°로 취부한 시료에 분당 0.6ml의 오손액(전도도 2,500 μ S/cm \pm 10%)을 흘리면서 100분간 인가하여 60mA 이상의 전류가 2초동안 흐르거나 불이 발생하지 않아야 한다.

2.3 도체수밀시험

완제품에서 길이 약 2.5m를 취하여 시험장치에 설치하고 0.5기압의 수압을 인가하여 24시간 유지한 후 도체부분에 물이 스며 나오는지를 조사한다. 단, 물은 육안으로 식별이 가능한 색을 갖는 것을 사용한다.

2.4 밀착도시험

완제품에서 길이 3m 이상의 시료를 취해 인장시험기 등으로 취부하여 서서히 하중을 가해 616kgf 하중값에서 10분간 유지한 후 도체와 피복체의 미끄럼을 측정한다.

2.5 내부반도전층체적저항시험

전선을 반으로 잘라서 도체를 빼낸 후 1개를 사용하여 은분을 3mm 이내로 칠하여 전극을 만든다. 실온에서 최소한 1시간 이상 건조시킨 후 각 전극에 외부연결용 단자를

연결한다. 두 전극간의 거리는 최소한 50.8mm가 되게 하고 전류를 통전시키고 전위차계를 이용하여 저항을 구한다. 시험은 90±1℃로 예열된 오븐에 시료를 넣어 24시간 후 시료의 저항을 구한다.

2.6 내후성시험

시편은 피복체 또는 피복체와 동일한 시료에 대하여 ASTM G154의 방법으로 1,000시간 촉진폭로시험 후 인장시험을 실시한다.

2.7 교류파괴전압시험

완제품으로부터 길이 약 15m의 시료를 취하여 유효길이 약 5m에 대해 36kV의 교류전압을 1분간 인가한 후 1분마다 5kV씩 승압하여 파괴전압을 구한다.

3. 평가시험결과 및 검토

3.1 인장시험

피복체의 기본적인 물성특성을 평가하는 시험으로써, 가열시험은 120℃에서 120시간 유통공기중에 놓아 둔 후 실온에서 4시간 방치한 후 96시간 이내에 측정하였다. 시험결과 아래표와 같이 기준 이상으로 양호하였다.

| 구분 | 기준 | A사 | B사 | C사 | |
|-------|----------------------------|------------|-----|-----|-----|
| 상온 시험 | 인장강도(kgf/mm ²) | 1.0 이상 | 1.7 | 1.9 | 2.1 |
| | 신장률(%) | 350 이상 | 534 | 565 | 630 |
| 가열 시험 | 인장잔율(%) | 노화전의 80 이상 | 83 | 96 | 109 |
| | 신장률(%) | 노화전의 80 이상 | 85 | 91 | 109 |

3.2 내트래킹시험

트래킹으로 인한 화재 및 절연파괴를 방지하기 위한 평가로써, 5개의 시편에 대하여 시험을 실시한 결과 아래표와 같이 A사는 15분 이내에 불이 발생하여 시료가 전소되었으며, B 및 C사는 양호하였다. 특히 제품과 PE의 접촉 시 축전이 요구되고, 제품의 돌기부분이 시편의 중앙에 오면 오손액이 집중되어 트래킹이 발생되어 돌기부분을 양옆으로 하여 시편을 제작하여야 하는 등 시편 제작의 어려움이 많다.

| 기준 | A사 | B사 | C사 |
|--|--------------|-------|-------|
| 100분간 인가하여 60mA 이상의 전류가 2초동안 흐르거나 불이 발생하지 않을 것 | 15분 이내 불이 발생 | 이상 없음 | 이상 없음 |

3.3 도체수밀시험

도체층간에 파우더나 수밀 컴파운드를 충전하여 수분의 침투여부를 확인하는 평가로써, A, B, C사 모두 전선에 30~50cm 물이 침투되었으나 도체부분에는 물이 스며나지 않았다.

| 기준 | A사 | B사 | C사 |
|--|-------|-------|-------|
| 0.5기압의 수압에서 24시간 유지한 후 도체부분에 물이 스며 나오는지 않을 것 | 이상 없음 | 이상 없음 | 이상 없음 |

3.4 밀착도시험

도체와 피복간의 밀착성의 정도를 평가하는 것으로써, A, B, C사 모두 기준값에 만족하였으며 미끄럼이 거의 발생하지 않았다

| 기준 | A사 | B사 | C사 |
|---|-----|-----|-----|
| 616kgf 하중값에서 10분간 유지하여 도체와 피복물의 미끄럼을 측정하였을 때 미끄럼의 길이가 5mm 이하일 것 | 1.0 | 0.5 | 0.5 |

3.5 내부반도전층체적저항시험

반도전층의 체적저항을 평가하는 것으로써, A, B, C사 모두 기준값에 만족하였다.

| 기준 | A사 | B사 | C사 |
|------------------------------------|------|------|------|
| 90±1℃에서 24시간 방치한 후, 1,000Ω·m 이하일 것 | 13.7 | 0.82 | 16.9 |

3.6 내후성시험

피복체의 태양광, 수분 및 온도에 대한 영향을 평가하는 방법으로써, ASTM G154의 방법으로 1,000시간 촉진폭로시험 후 인장시험을 실시한 결과 A사는 기준에 미달되었으며, B 및 C사는 양호하였다. 완제품에서 시편제작을 할 경우, 시편제작기로 만든 시료와 대패로 만든 시료를 비교해본 결과 대패로 만든 시료에서 균일한 시험결과를 얻을 수 있었다.

| 구분 | 기준 | A사 | B사 | C사 | |
|-------|----------------------------|------------|-----|-----|-----|
| 상온 시험 | 인장강도(kgf/mm ²) | 1.0 이상 | 1.7 | 1.9 | 2.1 |
| | 신장률(%) | 350 이상 | 534 | 565 | 630 |
| 내후성 | 인장잔율(%) | 노화전의 80 이상 | 71 | 91 | 92 |
| | 신장률(%) | 노화전의 80 이상 | 70 | 88 | 98 |

3.7 교류파괴전압시험

완제품의 절연파괴를 평가하는 방법으로써, A, B, C사 모두 기준값에 만족하였다.

| 기준 | A사 | B사 | C사 |
|---------------------------------|----|----|----|
| 1분마다 5kV씩 승압하여, 72kV 이상에서 파괴될 것 | 81 | 96 | 86 |

4. 결 론

상용중인 OC전선에 도체수밀과 절연구조를 적용하고, 트래킹억제제를 첨가한 피복체를 사용하고, 절연특성을 보장하기 위하여 두께를 2등분하여 절연 및 피복체의 구조로 제작한 ACSR/AW-TR/OC의 주요시험평가항목을 선정하여 시험하였다. 트래킹시험은 한전규격에선 완제품에서 시편을 제작하게 되어있으나 시편 제작상 어려움이 많으므로 원자재에서 제작하는 것이 균일한 시편을 얻을 수 있고, 내후성 시험편은 1,000시간 동안 폭로되어야 하므로 시편에 사소한 흠집도 시험결과에 큰 영향을 미치므로 적절한 시편선정이 중요한 인수로 작용을 한다. 초기에 시험한 A사의 경우 내트래킹과 내후성에서 불량이 발생하였으나, B 및 C사의 경우에는 양질의 재료선정과 적절한 시편제작으로 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] ASTM G 154, Operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, 2000.
- [2] IEC 60587, Test method for evaluating resistance to tracing and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient condition, 1984.
- [3] 한전구매규격, ACSR/AW-TR/OC, 2004.
- [4] 일진전선, 트래킹억제형 알루미늄피복상심 알루미늄 절연전선 개발보고서, 2001.
- [5] PS 121-301~306, 특고압수밀형 가교폴리에틸렌절연 동전선, 1999.