

바인드 시공형태별 코로나에 의한 전선침식 비교

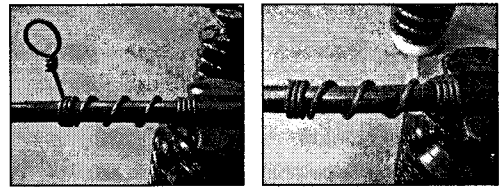
김동명, 이남우
한국전력공사

Comparative Test on Corona Characteristic Between Binding Shapes of the Overhead Cable

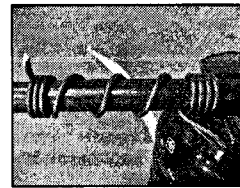
Dong Myung Kim, Nam Woo Lee
KEPCO, KEPRI

Abstract - 절연전선을 편애자에 고정하기 위해 피복바인드선을 사용하고 있는데, 오손지역에서 전선피복과 바인드 사이에서 트레이킹으로 인하여 단선고장이 간혹 발생하고 있다. 과거 간접 활선시 사용하던 핫스틱(Hot-stick) 공법에 필요한 바인드 고리의 불필요성이 검토되었고 이러한 고리가 바인드선 내 순환전류를 제거하여 주울열에 의해 전선의 피복에 손상이 발생한다는 의견이 제기되었다. 본 논문에서는 절연전선의 바인드 끝단 형태를 변경하여 전선피복에 대한 침식 영향을 평가하였다.

A 7 피복바인드 4.0mm로 3가지 형태로 끝단을 처리하였다. 그림 1은 시료의 형상을 나타내고 있다.



① 끝단 고리성형 ② 전선과 밀착형



③ 직선 세움형
그림 1. 바인드 시공형태

1. 서 론

2중 면 절연전선이 최초로 국내 가공 고압배전선로에 도입된 이후, 절연전선은 1978년부터는 특고압 배전계통까지 확대되어 사용되고 있다. 또한, 1979년 8월에 개정된 전기설비 기술기준령에 따라 도심지와 인가 밀집지역에서는 반드시 절연전선을 사용하도록 규정되었고 2007년 12월 현재, 특고압 강심알루미늄 절연전선은 22.9kV 가공배전선로의 72%인 418,386km에 걸쳐 설치 운영되고 있으며 지속적으로 확대되는 추세에 있다.

이러한 절연전선을 편애자에 고정하기 위해 피복바인드선을 사용하고 있는데, 대기오손에 의해 전선표면과 바인드 사이에서 트레이킹으로 인하여 단선고장이 간혹 발생하고 있다. 1995년 활선바늘 차량에 의한 직접 활선이 가능해 짐으로써 과거 간접 활선시 사용하던 핫스틱(Hot-stick) 공법에 필요한 바인드 고리의 불필요성이 검토되었고 이러한 고리가 바인드선 내 순환전류를 제거하여 주울열에 의해 전선의 피복에 손상이 발생한다는 의견이 제기되었다. 본 논문에서는 절연전선의 바인드 끝단 형태를 변경하여 전선피복에 대한 침식 영향을 평가하였다.

2. 시 험

가공배전선의 애자 바인드시공은 설계기준 3300(전선과 가선 15항) 및 배전시공기준 5.3.5 전선바인드 방법에 따라 특고압에서는 동선의 보통바인드를 제외하고는, 활선 바인드 및 보통바인드 방법에 의하여 양끝에 고리를 만들도록 규정되어 있다. 시공형태별로 코로나에 의한 전선 침식특성을 비교하기 위해 현재 구조 외 밀착형, 세움형 등 3가지 형태의 시료를 만들어 전계해석, 부분방전측정, 오손특성시험을 실시하였다.

2.1 시험준비

시공기준에 의거 LP애자 차방에 ACSR-OC¹⁾ 95mm²를

1) ACSR-OC(ACSR Outdoor Cross-linked Polyethylene Insulated wires for 22.9kV-Y) : 특고압 강심알루미늄 절연전선

2.2 전계해석

전선 바인드 형태별로 COMSOL 프로그램을 이용하여 유한요소법으로 해석하였다. 도체에는 계통전압인 13,200V, 애자 밀면은 접지 처리하였다. 각 재료별 유전율 적용은 아래와 같다.

- ① 도체(전선, 바인드선) : 알루미늄=default=0
- ② 전선의 피복 : 폴리에틸렌(PE) 유전율 =2.25
- ③ 바인드선의 피복 : 폴리염화비닐 (PVC) 유전율 = 3.4
- ④ 세라믹 : 유전율 = 6

그리고 시뮬레이션 조건 제한으로 전선의 길이는 3m, 바인드선은 1m로 정하였고 바인드선의 규격은 피복 1mm, 도체 5mm, 피복 1mm이며 모델 ③의 경우 바인드선의 끝단 높이를 30, 60 mm 두 종류를 모의하였고 고리성형의 경우 고리까지 높이는 30mm, 고리의 원둘레는 30mm로 정하였다.

2.3 부분방전측정

부분방전측정기(Hipotronics, 75kV, 1pC)를 이용하여 고창 전력시험센터에 있는 Shield Room에서 IEC 60270 4.3.3 기준에 따라 23kV 전압으로 5분간 인가하였으며 형태별로 총 10회 시행한 후 평균값을 구하였다. 또한 U.V 카메라를 활용하여 방전개소를 검출한 후 취약지점을 비교하였다.

2.4 오손특성시험

오손액을 분무하여 습한 환경 시 누설특성을 비교하기 위하여 전선 시험전압인 23kV(AC 60Hz)를 인가하여 오손액(3,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$)을 1시간 분무/3분 휴지의 주기로 시료별로 24시간씩 시험한 후 CamScope(SV32)로 피복의 표면에 침식여부를 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 전계해석

바인드선을 전선에 밀착한 경우에 최대전계의 값이 가장 높았고 고리형태가 가장 낮게 나타났다. 직선 세움형은 끝단 높이를 3cm(모델 3-3cm), 6cm(모델3-6cm)의 두 경우를 비교하였다.

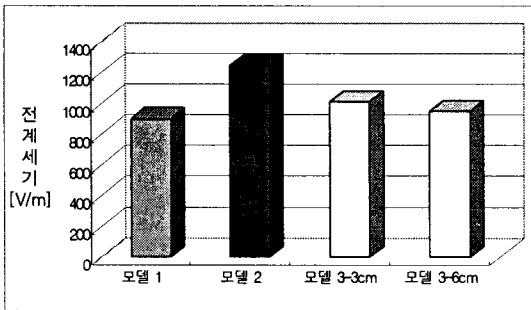


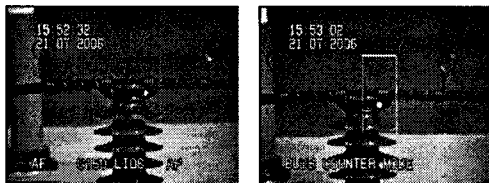
그림 2. 시공형태에 따른 최대 전계의 세기

3.2 부분방전시험

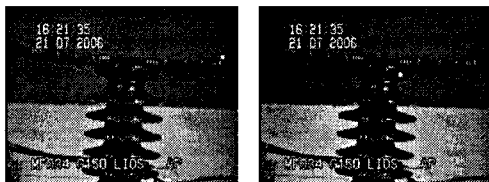
바인드선을 전선에 밀착할 경우 가장 낮은 전압에서 방전이 발생하였으며, 발생량도 가장 많았다. 이 경우 부분방전은 바인드 끝단과 애자와 접촉부분에서 검출되었다.

표 1. 부분방전 측정결과

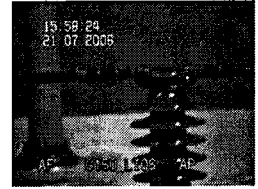
시료	개시전압			내전압특성	
	전압 [kV]	전압 [kV]	방전량 [pC]	전압 [kV]	방전량 [pC]
①	20	12	30	23	30~63
②	13	12	50~57	23	68~101
③	20	11	55	23	35~60



(a) 끝단 고리성형



(b) 전선과 밀착형



(c) 직선 세움형

그림 3. 코로나 검출지점

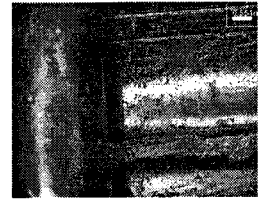
3.3 현미경 관찰 및 코로나음 청취

3.3.1 끝단 고리성형

트래킹 흔적은 확인할 수 없었고 LP애자와 바인드선의 접촉부, 바인드선이 세워지는 지점에서 미소한 방전음이 검출되었다.



(a) 바인드의 끝단

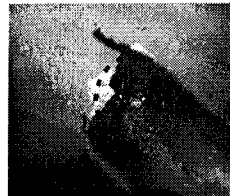


(b) 전선 피복

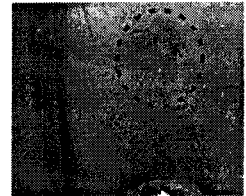
그림 4. 끝단 고리성형($\times 40$)

3.3.2 전선과 밀착형

바인드선 끝단과 전선 피복에서 연면방전이 발생하였고 그림 5와 같이 탄화흔적은 전선피복, 바인드선 끝단과 접촉부분에서 확인되었다.



(a) 바인드 피복의 탄화

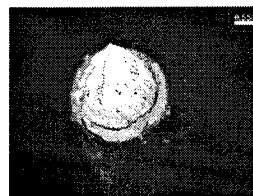


(b) 전선 피복의 탄화

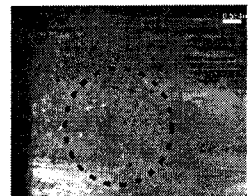
그림 5. 전선과 밀착형($\times 40$)

3.3.3 직선 세움형

바인드선 끝단과 전선 피복에서 방전이 발생하였고 탄화흔적은 바인드선, 전선 피복과 접촉부분에서 관찰되었다.



(a) 바인드 끝단



(b) 전선 피복의 탄화

그림 6. 직선 세움형($\times 40$)

표 2. 음 청취 및 현미경관찰 결과

시료	코로나	코로나음 세기	트래킹흔적
①	발생	小	없음
②	발생	中	발생(大) Φ 2.0mm
③	발생	大	발생(中) Φ 1.0mm

4. 결 론

바인드선 시공형태별로 코로나에 의한 전선 침식특성을 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 가. 바인드 끝단과 애자와 접촉부분에서 방전신호가 최초 검출되었다.
- 나. 오손상태에서 내전압시험을 시행한 결과, 직선 세움형에서 코로나음의 세기가 가장 컸으며 트래킹 손상은 전선과 밀착형에서 가장 심한 것으로 조사되었다.
- 다. 코로나에 의한 침식의 크기는 전선과 밀착형 > 직선 세움형 > 끝단 고리성형 순으로 분석되었다.
- 라. 전선과 바인드선 사이에서 침식의 정도는 표면오손, 전계의 세기 등에 의해 영향을 받으며 바인드의 고리와는 무관한 것으로 조사되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한전 전력연구원, “특고압 배전용 전선의 섬락단선 대책 연구”, 1996
- [2] 정종욱 외, “The Effect of Lightning Stroke on Insulated Conductor and Binding Wire in UHV Distribution Lines”, 2002, AECD
- [3] 김동명, “배전설비열화해석”, 83-95pp, 1999
- [4] 宅間 薫 외, “고전압대전류공학”, 1998