

## 경년에 따른 ACSR가공송전선의 기계적 및 전기적특성 변화

김병걸, 김상수, 장태인\*, 강지원\*, 이동일\*, 민병욱\*\*

한국전기연구원 신소재응용연구그룹, 한전전력연구원\*, 한국전력공사\*\*

### The Changes of Mechanical and Electrical Properties in ACSR Overhead Conductor with Aging

Byung-Geol Kim, Shang-Shu Kim, Tae-In Jang\*, Ji-Won Kang\*, Dong-Il Lee\*, Byung-Uk Min\*\*

KERI, KEPRI\*, KEPCO\*\*

#### Abstract

가공송전선의 수명은 가설 후 경과원 기간(약 36년)으로 정하는 것이 일반적이거나 가설된 지역의 환경적 요인이나 전선의 재질상의 특성, 전력공급량 등에 의하여 열화상태가 다양하게 진행된다. 따라서 현재와 같이 모든 전선에 대하여 일정기간으로 정해진 교체 시기는 현실적이지 못하다. 실제로 전선의 단선사고는 경년과 같은 전선의 이력보다는 부식 환경에 노출된 전선의 취약성으로 인하여 초래되는 경우가 많다. 정확한 전선의 수명을 진단하기 위해서는 가공송전선이 노출되어 있는 환경 하에서 경년에 따른 기계적, 전기적 특성의 변화를 조사하여 복합적 인자들을 정량적으로 처리하는 것이 필수적이다.

**Key Words :** ACSR, 경년열화, 전선의 인장강도, 전선부식, 전선 도전을

#### 1. 서 론

본 연구에서는 전선의 노출환경이 서로 다른 3 지역(청정지역, 산악지역, 염공해지역)에서 사용 중인 시료를 수집하여 인장, 비틀림수, 도전을 등의 기계적 특성과 전기저항과 같은 전기적 특성을 분석하였다. 또한 환경적인 인자에 의한 전선의 특성변화와 전선수명과 상관관계를 규명하고 이를 수명시스템에 반영하고자 한다.

#### 2. 실험

##### 2.1 실험방법

본 연구에 사용된 ACSR 410mm<sup>2</sup> 전선은 실제 각 선로환경과 경년시간에 따라 시험편을 채취하였다. 선로환경은 청정지역(G), 산악지역(M)과 염공해지역(S)으로 구분하였으며 선로의 공칭전압은 15.4kV이며 경간의 중앙에서 시험편을 회수하였다.

인장시험은 JIS Z 2201 9A 시험편으로 Zwick사의 전선 전용 인장시험기를 이용하였으며 약 300mm의 시험편에 100mm의 신율계를 부착하여 10mm/min의 속도로 인장시험을 실시하였다.

비틀림시험은 IEC 1232시험규정에 따라 직경의 100배인 350mm의 시험편에 10cycle/min 속도로 회전하였다. 시험편에 인가된 하중은 인장강도의 약 2%인 21kgf를 인가하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

##### 3.1 전선의 외관

그림 1과 그림 2는 전선의 제조 시 형상과 염공해 지역에서 30년간 사용한 전선의 형상을 나타낸 것이다. 그림 2의 염공해 지역에서 30년간 사용된 전선의 경우 표면부(그

림의 a)부)에는 비, 눈, 먼지 등과 염공해 지역적에서 발생하는 Cl과 SO<sub>2</sub> 등이 부착하여 전류 통전시 반응을 하여 검게 변화하였으며 내층알루미늄(그림 2의 b))에서는 표면부와는 달리 반응한 흔적은 거의 발견되지 않았다. 강심부(그림 2의 c))에서는 경년에 따라 윤활제의 소실과 아연도금층의 박리현상이 나타나기 시작하였다.

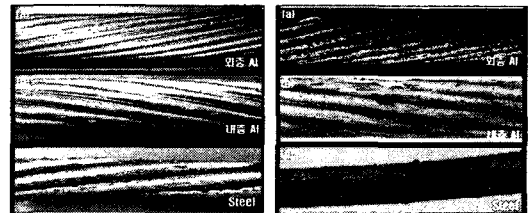


그림 1 미사용전선

그림 2 염공해 23년

##### 3.2 전기저항의 변화

전선은 장시간동안 장력, 바람 등의 기후에 의한 진동과 피로 등이 부하되고 있을 뿐만 아니라 염해, 설해 등과 같은 주위환경에 직접적으로 노출되어 있다. 이것으로 인해 전선은 연화, 연신 또는 부식되어 전선의 도전을 감소시킬 것으로 예측된다. 그림 3은 청정지역과 염공해지역에서 최대 32년 동안 가설되어 가동된 전선의 전기저항을 나타낸 것이다. 알루미늄도체와 코어의 전기저항은 가동시간에 따라 증가하였으며 ACSR 410mm<sup>2</sup> 전선의 전기저항은 초기 약 0.0689 Ω/km에서 약 30년 전류통전 후에는 0.07007 Ω/km로 증가하였다. 전선의 전기저항의 증가는 노후가 진행되지 않은 전선에 비해 전선운도를 증가시켜 최종적으로 전선의 수명을 단축시킬 것으로 예측된다. 청정지역과 염공해 지역간의 전기저항의 차이는 거의 나타내지 않았다.

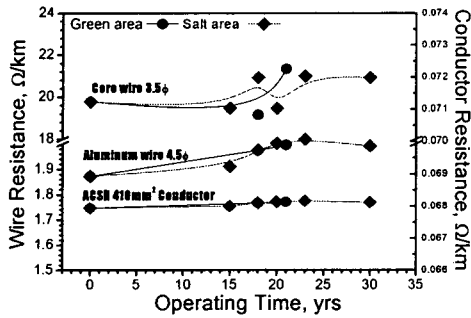


그림 3 경년시간에 대한 전기저항의 변화.

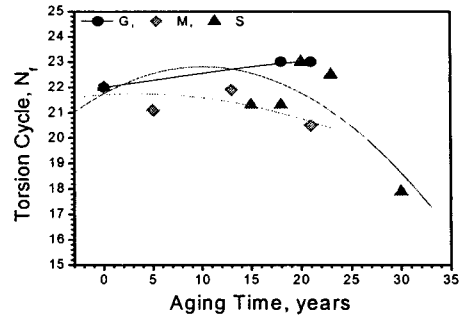


그림 5 지역간의 비틀림 특성변화.

### 3.3 기계적 특성의 변화

가공송전선에 전류를 인가하면 도체의 저항과 지지선의 자체저항으로 인하여 연속허용전류에서 90℃의 열이 전선에 발생된다. 90℃ 이상의 온도에서 전선이 장시간 사용되면 전선의 강도의 저하가 우려된다. 그림 4는 영공해 지역에서의 인장강도변화를 나타낸 것이다.

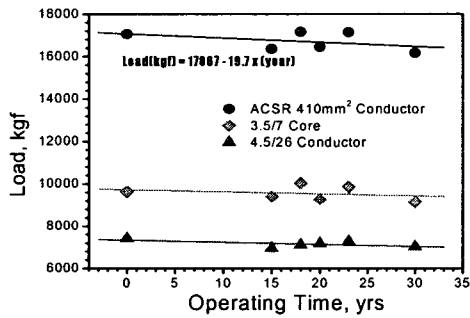


그림 4 영공해지역의 인장강도 변화.

미사용재 전선의 도체와 코어의 인장강도는 약 17.5kgf/mm<sup>2</sup> 와 143.0 kgf/mm<sup>2</sup>으로 코어부위가 전체전선의 약 56.5%의 하중을 부담한다. 경년에 따라 전선의 하중은 감소하며 약 30년간 사용한 전선의 인장하중은 약 16168.7kgf로 882.5kgf (5%) 정도 감소하였다. 그림 5는 각 지역에서 경년에 따른 비틀림 회수의 변화를 나타낸 것으로 미사용재의 비틀림 회수는 약 22회로 나타났다. 각 지역적 환경특성상에서의 비틀림 회수는 초기에는 약간 상승하였다가 다시 감소하는 포물선의 형태를 나타내었다. 영공해지역에서 감소하는 경향성이 가장 크게 나타났으며 청정지역에서 가장 우수한 비틀림 특성을 나타내었다. 영공해 지역에서 약 30년간 사용된 강선의 비틀림회수는 약 18회로 초기에 비해 18%정도 감소하였다. 지역적인 특색에는 강도특성에 비하여 비틀림특성이 민감하게 반응하였다.

### 4. 결과

청정지역, 산악지역, 영공해지역 등의 노출환경이 서로 다른 3 지역의 전선에 대하여 경년에 따른 전선의 강도, 비틀림 및 전기적특성을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 구하였다.

1. 각 지역(청정, 산악, 영공해)에서 장시간 가동된 전선의 외관을 조사한 결과 표면부는 비, 눈, 먼지 등의 지역적 특성으로 인하여 통전 시 반응을 하여 검게 변화하였으며 내부는 윤활재 등의 소실이 발생하였다. 영공해 지역의 강심에서는 아연도금층의 박리현상이 나타났다.
2. 영공해 지역에서 경년에 따른 전선의 전기저항은 가동시간에 따라 증가하였으며 초기 약 0.0689 Ω/km에서 약 30년 전류통전 후에는 0.07007 Ω/km로 증가하였다..
3. 미사용재 전선의 도체와 코어의 인장강도는 약 17.5kgf/mm<sup>2</sup> 와 143.0 kgf/mm<sup>2</sup>으로 나타났으며 영공해 지역에서 30년 사용한 전선의 인장하중은 5% 정도 감소하였다.
4. 영공해 지역에서 약 30년간 사용된 강선의 비틀림회수는 약 18회로 초기에 비해 18%정도 감소하였다. 지역적인 특색에는 강도특성에 비하여 비틀림특성이 민감하게 반응하였다.