

# 산불과 소화약제에 노출된 가공송전선의 기계적 및 전기적 특성 변화

장용호, 김병걸, 김상수, 한세원, 김진한\*

한국전기연구원, 경남지방중소기업청\*

## The Mechanical and Electrical property changes of Overhead Conductor due to Forest Fire and Agents.

Young-Ho Jang, Byung-Geol Kim, Shang0Shu Kim, Se-Won Han, Jin-Han Kim\*  
KERI, SMBA\*

**Abstract :** Forest Fire can cause a serious damage to overhead conductors. Therefore, the detailed investigation for the changes of mechanical and electrical properties of damaged conductors should be carried out to understand the effect of forest fires on conductors. This is very much important to maintain transmission line safely. Oxidation of overhead conductor was increased with temperature and time(maximum time : 30min). Conductivity of Al conductor was decreased by Agents. The detailed will be given in the text.

**Key Words :** ACSR 410mm<sup>2</sup>, Forest fire, Agents, Electrical property, Mechanical property

### 1. 서 론

우리 나라는 최근 몇 십년 동안 엄청난 발전을 이루어 왔다. 그러한 발전의 토대에는 안정적인 전력 공급이 있다고 봐도 과언이 아니다. 그리고 전 국토의 고른 발전 및 산업화가 이루어지면서 어느 지역 할 것 없이 더 많은 양의 안정적인 전력 공급 수요가 증가하고 있는 실정이다.

우리나라는 국토의 약 65%가 산지로 구성되어 있다. 따라서 대부분의 송전선로는 산에 가설되어 있다. 이러한 지리적 조건에 따라 산불 발생 시 가공송전선은 직, 간접적으로 대부분 산불의 영향권에 속해 있다고 볼 수 있다. 한해 평균 산불의 발생 건수는 약 600건이 보고되고 있고 산불에 의한 송전설비의 고장은 약 11건이 발생하고 있다. 이것은 전체 송전설비 고장의 약 25%에 해당되는 수치이므로 결코 간과할 수 없는 요인이라 할 수 있다. 산불이 전력의 “안정적인 공급”을 위협하고 있는 것이다.

산불이 발생하여 송전설비의 파손이 발생하게 되면 “전력 공급”에서 문제가 발생하게 된다. 하지만 현재까지 산불에 의해서 송전설비가 받는 영향에 대한 체계적인 연구는 이루어 진적이 없다. 따라서 산불 상황에 따른 가공송전선 운영 대처방안 역시 확보되지 않은 상황이다.

산불 상황에서 가공송전선 수명은 아주 다양한 인자들에 의해 영향을 받게 된다. 그 중 몇 가지를 예로 들면 화염에 의한 온도 분포와 진화를 위한 진화수 및 소화약제, 화염에 동반되는 분진 등이 있다. 이러한 인자들이 가공송전선 수명에 대해 복합적인 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 국내 산불 환경에 대한 정확한 자료조사를 토대로 실험 조건을 실제 국내 산불 조건과 유사하게 모의하였으며 여러 인자 중 화염에 의한 산화거동 및 소화약제 영향에 대해 국내에서 많이 사용되고 있는 강심알루미늄연선 즉, ACSR (Aluminum Strand Conductors Steel

Reinforced) 410mm<sup>2</sup>의 기계적, 전기적 거동 변화를 연구하였다.

### 2. 실험

시험편은 ACSR 410mm<sup>2</sup>가공송전선과 이를 구성하고 있는 알루미늄 소선, 아연도금강심이었다. 가공송전선은 산불에 노출되었던 상황을 가정하였으므로 산불 노출 온도 조건은 상온, 250℃, 400℃ 3가지 조건을 적용하였다. 그리고 산불의 이동 속도를 고려하여 노출 시간은 1분으로 제한하였다.

소방약제는 2006년 산림청에서 산불진화과정에서 사용한 미국의 Astaris사에서 제조한 “Phos-check”을 사용하였다. 인체에 대해서는 눈, 피부 등에 대해 자극성이 있으며, 금속은 알루미늄, 알루미늄 합금, 철, 구리 등에 대해 부식성이 있다. 하지만 2%이하에서 반응성은 거의 없으며 실험에서는 규정을 준수하여 물 20 리터에 소방약제 0.3리터를 희석한 1.5% 희석용액을 사용하였다.

ACSR 가공송전선 및 구성 소재의 인장강도를 측정하기 위하여 사용된 인장 시험기는 전선 전용 인장시험기인 1톤 용량 Zwicks 사의 Z030 이었다. 시험편은 JIS Z 2201 시험편규정을 따라 전체길이는 약 350mm이며 시험편의 중심부에 100mm의 extensor meter를 부착하였다. 시험시 온도는 25℃로 일정하게 유지하였다. 인장강도는 상온 신전선의 강도를 100%로 기준하여 각 조건에 따른 강도의 강도를 %로 계산하여 강도 잔존율로 나타내었다.

도전을 시험은 인장강도 시험과 동일한 조건의 소선을 이용하여 측정하였다. 전선의 도전을 시험은 KS C 3002, IEC 1232 시험규정을 준하였으며, 시험편의 길이는 원칙적으로 1m 또는 50cm 로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

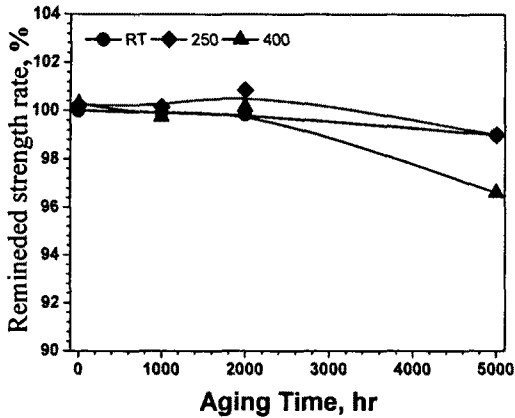


그림 1. 산불 및 소방약제에 노출된 아연도금강심의 인장강도 변화

아연도금강심의 인장강도잔존율을 나타낸 그림 1을 살펴보면, 산불 온도 250°C 조건에서 2000시간까지는 인장강도잔존율이 초기 상태와 거의 동일한 약 100% 상태를 유지 하였다. 하지만 2000시간을 경과하면서 약간의 감소가 나타나기 시작하여 5000시간이 경과 한 후에는 약 98.9%의 인장강도잔존율을 나타내었다. 이것은 상온상태의 인장강도잔존율 변화와 거의 일치하였다. 따라서 산불 온도 250°C에 대한 영향 보다는 소방약제에 의한 영향으로 판단되어 진다. 산불 온도 400°C의 경우 앞의 두 조건과 마찬가지로 2000시간까지는 인장강도 변화가 거의 없었다. 하지만 2000시간이 경과 한 후 5000시간까지 인장강도잔존율은 96.6%까지 서서히 감소한 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 감소 수치는 앞의 산불온도 250°C조건과 비교 할 때 약 3배에 해당한다. 따라서 산불 온도 400°C에 대한 인장강도잔존율은 산불 온도와 소방약제 2가지 모두에 의해 영향을 받은 것으로 판단되어진다.

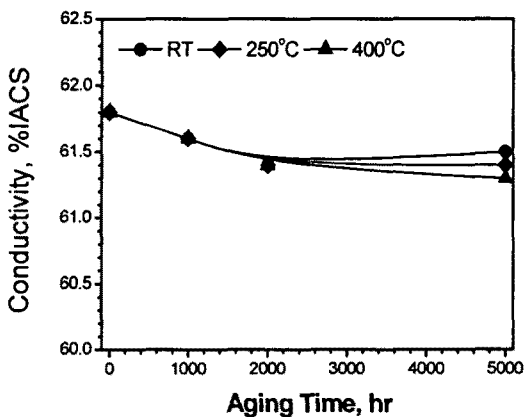


그림 2. 산불 및 소방약제에 노출된 AI 도체의 도전율 변화

그림 2에서 AI 도체는 소방약제와 반응 후 지속적인 도전을 감소를 보였다. 소방약제 오염 후 2000시간 경과까지 산불 노출 온도에 상관없이 전체적으로 약 0.2%IACS가 감소하였지만 2000시간이 경과한 후 5000시간 경과까지 산불 노출 온도가 높을 수록 도전을 감소도 많이 발생하는 결과를 얻을 수 있었다. 산불에 노출되지 않은 시편의 경우, 도전율은 0.3%IACS가 감소하였다. 이것은 소방약제 오염에 의한 영향으로 도전을 감소로 판단되어 진다. 하지만 산불 온도 400°C에 1분간 노출되어진 AI 도체의 경우, 도전율은 0.5%IACS가 감소하였다. 따라서 소방약제에 의해 도전율은 약 0.3%IACS가 감소하였고 산불에 의해 약 0.2%IACS가 감소하였다고 볼 수 있다. 소방약제에 의한 도전을 감소는 부식에 의한 변화로 볼 수 있다. 따라서 오염 후 경과시간에 따라 지속적인 변화가 예상된다.

### 4. 결론

산불 및 소화약제에 노출되어진 아연도금강심의 인장강도 거동은 소화약제 노출 후 5000시간 경과 시 최대 3.4%까지 감소 거동을 보였다. 산불 및 소화약제에 노출되어진 AI 도체의 도전율은 소화약제 노출 후 감소 거동을 보였고 산불 노출 온도가 증가함에 따라 감소폭이 증가하는 거동을 보였다. 전체적인 결과는 산불과 소화약제가 복합적으로 작용하여 아연도금강심의 인장강도와 AI도체의 도전을 감소시키는 것으로 확인되었다. 소화약제에 의한 특성변화는 부식에 의한 영향으로 판단된다. 따라서 장시간의 경년특성이 중요하기 때문에 향후 지속적인 관찰이 필요하다.

### 참고 문헌

- [1] 김병걸외 3명, "산불에 의한 가공송전선의 열화거동", 전기전자재료학회논문지, 2007 20:1105-1111
- [2] 김병걸외 5명, "환경적 요인에 의한 노후 가공송전선의 특성변화", 전기전자재료학회논문지, 2006 19:287-291.
- [3] 김병걸외 2명, "고강도 저손실 가공송전선 개발-기계적 특성", 전기전자재료학회논문지, 18권 12호, p.1152, 2005
- [4] 김상수외 2명, "고강도 저손실 가공송전선 개발-전기적 특성", 전기전자재료학회논문지, 18권 12호, p.1159, 2005
- [5] 김상수외 4명, "가공송전선의 열적거동과 전류 및 외기온도의 영향", 전기전자재료학회논문지, 2006, 19:486-491
- [6] 김병걸외 2명, "STACIR/AW 송전선의 장시간 운전에 따른 기계적 물성 변화", 한국전기전자재료학회 2004 하계학술대회논문집, p.1258, 2004