산불에 의한 활선선로의 이도변화 거동

김병걸, 김상수, **장용호**, 한세원*
한국전기연구원*

Temperature and Load Change behavior of Overhead Conductor under loading current due to Forest Fire

Byung-geol Kim, Young-ho Jang[a], Shang-shu Kim, and Se-won Han*
KERI*

Abstract - The authors have published several technical reports on the deterioration of conductor due to forest fire in series so far. This is because even we have been experiencing hundreds of forest fires every year, no systematic research on conductor which is very vulnerable to fire have been fulfilled. This paper describes the sag-tension behavior of conductor under loading current normally when only partial area of a long conductor is exposed to fire. Temperaures of Overhead Conductor were different with measurement position. When the partial area of conductor was heated up to 500 ℃, 20 % of permanent tension loss was observed. This results in the increase of sag of 1.5 m when span is 300 m. The other results will be presented in the text.

1. 서 론

산불은 다양한 인자들에 의해 특성이 약간씩 달라진다. 이러한 특성 변화에 따라 송전설비 피해도 달라진다. 송전설비에 영향을 미치는 산불의 특성을 예로 들면 화염에 의한 열화, 진화를 위한 소화약제에 의한 영향, 화염에 동반되는 분진 등이 있다. 이러한 각각의 인자에 의한 영향을 파악하는 것은 대단히 중요하다 할 수 있다.

본 연구에서는 국내 산불 환경에 대한 정확한 자료 조사를 토대로 실제 산불을 모의하여, 산불의 여러 인자 중 화염에 의해 가공송전선이 받는 온도 및 장력 변화를 확인하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

2.1.1 온도 및 시편

본 실험에서 국내 산불 환경을 최대한 모의하기 위해 전선의 온도는 최대 500 ℃로 설정하였다.

열원은 안정적이며 지속적인 것이 적합하다고 판단하여 LPG를 사용하였다. 시편은 국내에서 많이 사용되고 있는 가공송전선인 ACSR(Aluminum Strand Conductors Steel Reinforced) 410 ㎟을 사용하였다. 통전중인 상황을 가정하기 위한 전류는 상시허용전류 50 %, 70 %와 100 %인 430 A, 600 A, 850 A에서 실험하였다.

2.1.2 온도변화 측정

온도는 3가지 인자를 변화시키며 측정하였는데, 변화 되어진 인자 첫 번째는 화염에 노출된 지점과 측정 위치와의 거리, 두 번째는 통전중인 전류 세기, 세 번째는 인가되어진 장력 세기였다.

2.1.3 장력변화 측정

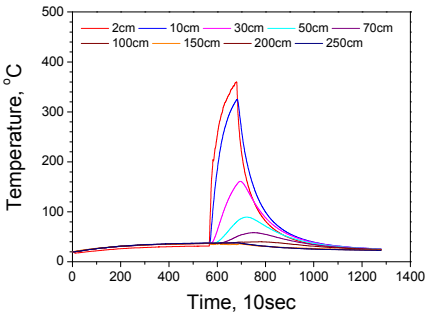
장력 변화는 전류 인가 단계, 산불 노출 단계, 산불 제거 후 회복 단계, 전류 재인가 단계로 크게 4단계로 나누어 측정하였다.

2.2 결과 및 고찰

2.2.1 온도 거동 결과

그림 1은 화염에 노출된 지점과 측정 위치와의 거리에 따른 온도 거동 결과이다. 온도변화는 실험 과정에 따라 3가지 거동으로 나타났다. 첫 번째 거동은 가공송전선에 연속허용전류를 인가하면 나타나는 약간의 온도 상승이다. 전류에 의한 온도 상승은 측정 위치에 무관하게 거의 동일하게 나타났다. 두 번째 거동은 산불에 노출된 후 나타나는 급격한 온도 상승이다. 산불에 노출된 시기는 전류에 의한 온도 상승이 충분한 시간이 경과 한 후 포화되었을 때로 설정하였다. 세 번째 거동은 산불이 제거 된 후 나타나는 급격한 온도 감소 구간이다.

화염 노출 지점을 기준으로 온도측정 거리가 멀어짐에 따라 최대 온도는 급격히 감소하였으며 최대 온도까지 도달하는 시간은 증가하였다. 산불에 의한 열은 화염 접촉점을 기준으로 약 150 cm까지 영향을 미쳤으며 그 이상의 거리에는 온도 변화가 발생하지 않았다. 따라서 산불에 노출된 후 전선의 온도가 약 500 ℃까지 증가한다면 화염에 노출된 끝단을 기준으로 약 150 cm까지 산불에 의해 영향을 받는다고 판단된다.

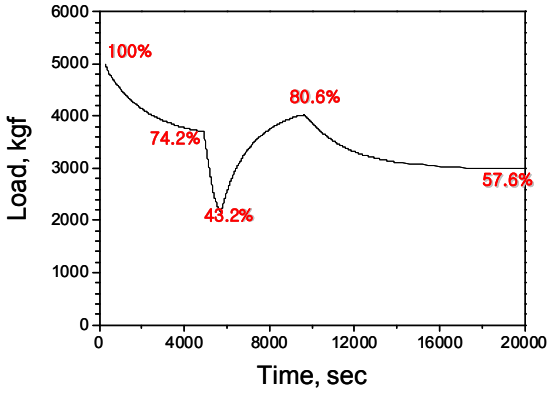


<그림 1> 거리에 따른 온도 거동.

2.2.2 장력 거동 결과

그림 2는 초기장력 5000 kgf가 걸려있는 가공송전선이 산불에 노출되었을 때 나타나는 장력 변화를 전류 인가 단계, 산불 노출 단계, 산불 제거 후 장력 회복 단계 그리고 전류 재인가 단계에 따라 나타낸 결과이다.

초기 장력을 100 %로 가정하였을 때, 장력 변화는 연속허용전류의 70 %인 600 A 전류 인가 후 74.2 %까지 감소하였고, 전류가 유지되는 상태에서 산불에 노출된 후 43.2 %까지 감소하였다. 산불과 전류가 제거 된 후 냉각 거동에서 장력은 80.6 %까지 회복되었다. 따라서 산불에 노출됨으로 인해, 약 20 %의 영구 장력 감소가 발생하는 결과를 얻을 수 있었다. 산불에 노출된 가공송전선에 다시 동일 전류를 인가하였을 때 초기 장력의 57.6 %까지 감소하였다. 이 수치는 산불에 노출되기 전 전류 인가에 의한 장력 감소 수치인 74.2 %와 비교 할 때, 산불 노출 후 발생되어진 20 %의 장력 영구 손실과 거의 유사한 약 18 %의 추가적인 장력 저하로 볼 수 있다.

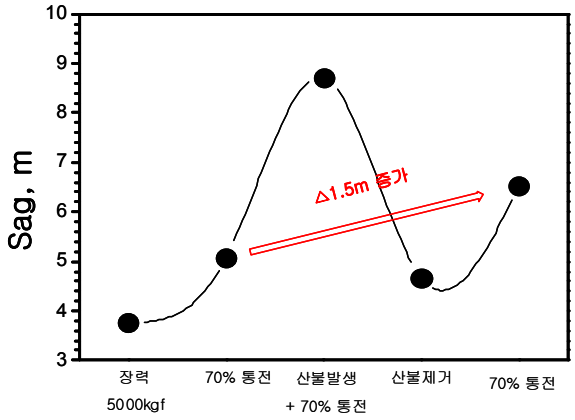


<그림 2> 장력 변화 거동.

2.2.3 이도 거동 결과

그림 3은 그림 2의 장력 변화를 이도로 계산한 것이다. 경간은 300 m로 가정하였다.

이도는 가공송전선의 지상고와 직접적인 관련이 있는 항목으로 가공송전선 관리의 아주 중요한 항목이다. 산불에 노출되기 전과 산불에 노출된 후 이도는 약 1.5 m의 차이를 나타내었다.



<그림 3> 이도 변화 거동.

3. 결 론

1. 산불에 노출되어진 가공송전선의 끝단과의 거리 100 cm를 기준으로 산불에 의한 영향 구간과 산불에 의해 영향을 받지 않는 구간으로 나뉘어졌다. 산불에 의한 영향 구간에서는 산불 열량이 너무 많아 인가 전류에 의한 온도 영향은 나타나지 않았었다. 또한 온도거동은 가설장력에 대해 영향은 받지 않았다.

2. 장력은 전체적으로 4단계의 변화거동으로 구분되었으며, 약 500 ℃의 산불 노출에 인해 초기장력의 20 %정도가 영구 손실되는 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 장력 손실은 산불이 제거 된 후 재사용 시에도 유지되었다. 장력 손실에 따라 이도 역시 경간 300 m 구간에서 약 1.5 m 정도 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] 김병걸, 김상수, 한세원, 김진한, “산불에 의한 가공 송전선의 열화거동”, 전기전자재료학회논문지, 20권, 12호, p. 1105, 2007.

[2] 김병걸, 김상수, 박주환, “고강도 저손실 가공송전선 개발-기계적 특성”, 전기전자재료학회논문지, 18권, 12호, p. 1152, 2005.

[3] 김상수, 김병걸, 현석규, 이동일, 민병욱, “가공송전선의 열적거동과 전류 및 외기온도의 영향”, 전기전자재료학회논문지, 19권, 5호, p. 486, 2006.

[4] 김병걸, 김상수, “STACIR/AW 송전선의 장시간 운전에 따른 기계적 물성 변화”, 한국전기전자재료학회 2004하계학술대회논문집, p. 1258, 2004.

[5] P. H. Schwabe and D. Pike, "The Measurement of Corrosion in Overhead Power line", ANTI-Corrosion, 1988.

[6] 한국전기공사협회, “산악지 송전선로의 지상고 유지 관리공법 연구”, 전기설비기술기준 143조, 148조, 2003.

[7] 김병걸, 김상수, 한세원, 김진한, “산불에 의한 가공 송전선의 열화거동”, 전기전자재료학회논문지, 20권, 12호, p. 1105, 2007.