

정상시공된 가공송전선 접속개소에서의 전류에 따른 온도변화 거동

김병걸, 김상수, 안상현, 손홍관, 박인표, 이동일*, 장태인*

한국전기연구원, 한국전력연구원*

The Study on Aged Sleeves for Old Transmission Lines

Byung-geol Kim, Shang-shu Kim, Sang-hyun Ahn, Hong-kwan Sohn, In-pyo Park, Donf-il Lee*, Tae-in Jang*

KERI, KEPRI*

Abstract : In this paper, the temperature distribution within ACSR conductor was precisely measured and examined, conducted as part of a serious of studies on large currents in transmission lines. According to measurements of the conductor temperature near a joint(sleeve and clamp), the electrical resistance of joint is lower than that of the same length conductor. The detailed results were presented in the text.

Key Words : Thermal Conductivity, Corrosion of Steel Sleeve

1. 서 론

송전선로의 송전능력은 연속허용용량과 단시간 허용용량으로 구분되는데, 단시간 허용용량은 전선의 수명에 영향을 미치므로 이에 대한 명확한 기준과 관리가 필요하다. 단시간 허용용량에 대한 명확한 기준은 아직 없는 상태이며, 기준정립과 관리시스템의 도입이 시급한 실정이다. 이를 위해서는 선로별 과부하 시간에 따른 도체의 수명평가 기술이 필요하고, 선로의 취약지점인 접속개소에 대한 열특성 분석이 수반되어야 한다. 사고시의 송전용량에 대한 제반 규정과 도체 및 접속개소의 열특성 등을 파악하고, 선로별로 취약지점을 조사하여 국가 송전망에 대한 송전용량증대와 안정도를 확보할 필요가 있다.

노후선로의 경우 선로 중간에 접속개소(슬리브, 압축인류클램프, 점퍼소켓 등)의 취약점이 노출되고 있으며, 이들 취약개소에 의해 송전용량이 제약을 받고 있는 실정이다. 이에 대한 조사와 대책이 필요한 상태이다.

본 연구에서는 접속개소의 가설이력을 조사한 앞선 발표에 이어 정상적으로 가설된 슬리브와 압축인류클램프 및 가공송전선의 열특성을 분석하였다.

2. 실험

접속개소와 송전선의 열특성을 조사하기위하여 사용된 전선은 ACSR 410mm²전선이며, 길이는 최대 12m이며, 중심에 압축슬리브와 양끝을 압축인류클램프로 고정하였다. 장력 3,100kgf에서 800A에서 최대 1200A까지 직류전원을 인가하였다.

전선의 온도는 약 50cm 간격으로 조사하였으며, 내부와 표면부 온도를 측정하였다.

data는 HP 34970A에 의해 기록되었다. 측정간격은 약 10초에서 5분 간격으로 T-type 열전대를 사용하여 컴퓨터에 자동 저장되었다.

3. 결과 및 검토

3.1 슬리브의 재질 및 시공

슬리브의 형상과 치수는 그림 1과 표 1에 나타내었으며 재질은 다음과 같다.

알루미늄슬리브의 재질은 KSD 6761의 1050 또는 이와 동등 이상이어야 한다.

강슬리브의 재질은 KSD 3752의 SM 10C 또는 이와 동등 이상이어야 한다. 다만 J-5용 강슬리브의 재질은 별도로 지정하지 않는 한 KSD 3752의 SM 10C로 한다.

알루미늄 라이나 튜브의 재질은 KSD 2315로 한다.

슬리브에 충전하는 컴파운드는 ES 241-300~303에 적합한 것으로 한다.

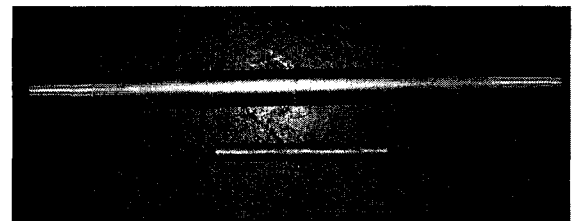


그림 1 ACSR 410mm² 가공전선용 알루미늄슬리브와 강슬리브

표 1 슬리브(Sleeve)의 치수

기호	적용전선 (mm ²)	치 수					
		Al 슬리브			ST 슬리브		
		L	D	d	L ₁	D ₁	d ₁
J-4	97	600	38	24.0	200	22	10.2
J-5	160	566	29	20.2	219	17.9	9.1
J-7	240	600	38	24.0	200	22	10.2
J-8	330	640	42	26.6	200	22	9.9
J-9	410	740	48	29.9	240	24	11.1
J-10	520	800	52	32.9	240	24	11.1

※사용공구난의 ()내 숫자는 편측의 압축회수임.

3.2 접속개소의 온도변화거동

전류를 인가하면 전선 자체의 저항에 의하여 발생하여 전선온도는 증가한다. 인가시간에 따라 전선온도는 증가하여 포화온도인 정상상태에서 전선온도를 나타낸 것이

그림 2이다. 850A의 연속허용전류하에서 전선표면 온도는 약 73.7℃이며 슬리브와 클램프가 각각 55.4℃와 48℃로 나타났다. 1100A의 전류에서는 가공송전선 표면 온도가 약 112.8℃이며 슬리브와 클램프에서 각각 82.5℃와 70.3℃로 나타났다. 가공송전선과 접속개소(슬리브와 압축인류클램프)에서 전류에 대한 온도거동은 각 전류에 대하여 온도는 증가하고 있으며 전류 민감성은 전선이 가장 높게 나타났으며 슬리브와 클램프 순으로 낮았다. 온도는 전기저항에 의한 도출이며 이는 알루미늄의 단면적에 크게 의존한다. 즉 알루미늄의 단면적이 클수록 온도는 낮게 나타난다. 전선의 경우 슬리브나 클램프로부터 멀어질수록 온도는 점차적으로 증가하였다. 연속허용전류 850A에서 슬리브로부터 약 50cm 거리에서 측정한 전선의 온도는 57.6℃이며 약 200cm 위치한 지점의 온도는 73.7℃로 약 16.1℃의 온도차(ΔT)를 나타내었다. 이는 알루미늄의 단면적 차이에 의한 온도차에 열전달로 기인된 것이다. 즉 고온부인 전선에서 저온부의 슬리브 및 클램프로 열이 전달되어 접속개소로부터 멀어질수록 온도는 증가한다.

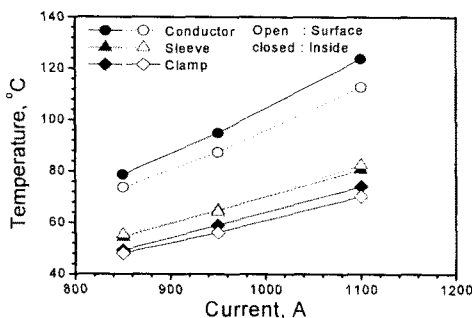


그림 2 전류에 대한 전선 및 접속개소의 온도변화

전선 및 접속개소 내에서 core와 surface간의 온도차가 발생하였다. 특히 전선에서 온도차는 증가하였다. 또한 전류량이 증가할수록 온도차는 증가하였다. 이는 전선온도가 증가하면 알루미늄도체와 core의 선팽창계수의 차이로 인하여 하중분담이 변화한다. 이로 인하여 전선내 birdcaging이 발생되어 전선내 소선들의 열접촉성이 감소하여 유효열전도율이 나빠지기 때문이다. 반면에 접속개소의 경우 온도가 증가하여도 birdcage가 발생되지 않기 때문에 열접촉성은 변하지 않는다.

그림 3은 전선 및 접속개소에 대하여 전류에 따른 시정수변화를 나타낸 것이다. 전선과 접속개소인 슬리브 및 클램프간에 상당한 차이의 시정수를 나타내었다. 전체적으로 전선에서의 시정수는 전류에 따라 다소 차이를 나타내었지만 전반적으로 약 25~27을 나타내었다. 반면에 접속개소에서는 전선보다 상당히 큰 38~45를 나타내었다. 클램프에 비해 슬리브의 시정수가 다소 높게 나타났다.

시정수가 나타내는 의미는 포화온도의 63.8%에 도달하는 시간을 나타낸 것으로 시정수 값이 낮다는 것은 포화온도에 빨리 도달한다는 의미와 동일하다. 이론적인 시정수값 15에 비하여 전체적으로 높게 나타났다.

이는 전선의 열용량을 계산할 때 일반적으로 전선을 하나의 구형으로 간주하여 계산하지만 실제로 전선은 각각의 소선이 연선되어 있는 형태로 이론에 비해 표면적이 넓다. 따라서 이론에 비하여 방사되는 열량이 크기 때문에 시정수 값이 높게 나타난다.

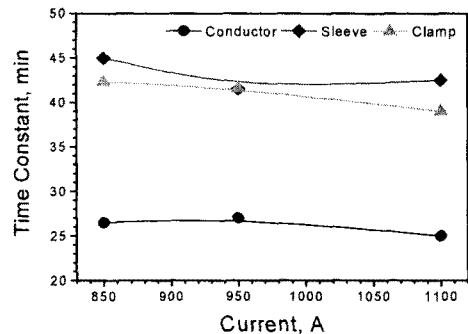


그림 3 전선 및 접속개소의 시정수

4. 결 론

본 연구에서 전선 및 접속개소의 온도특성을 파악하여 분류한 결과 다음과 같다.

1) 접속개소에 온도분포에 비하여 전선의 온도가 25℃~40℃ 정도 높게 나타났다. 이는 전선에 비하여 알루미늄의 단면적이 2배이상 크기 때문에 전류에 대한 발열량이 작기 때문이다.

2) 접속개소로부터 멀어질수록 전선의 온도는 높게 나타난다. 접속개소에 인접한 전선의 경우 접속개소와 거의 동일한 온도를 나타내지만 접속개소로부터 약 2m 떨어진 위치에서 접속개소와 전선간의 온도차는 온도는 전류 850A에 대하여 16℃의 온도차를 나타내었다. 이는 전류량이 증가할수록 증가하였다.

3) 전선의 시정수는 이론적인 시정수 15분에 비해 높은 25~27을 나타내었다. 전선을 단일체 구형으로 간주하여 계산하지만 실제 전선은 각각의 소선이 연선되어 있기 때문에 이론에 비해 표면적이 넓다. 따라서 이론에 비하여 방사되는 열량이 크기 때문에 시정수 값이 높게 나타난다.

접속개소의 시정수는 전선보다 1.8배 정도 높다. 전류량에 따라 시정수는 큰 차이는 없지만 다소 감소하였다.

참고 문헌

- [1] 김병걸, 박수동, 김상수, "STACIR/AW 송전선의 장시간 운전에 따른 기계적 물성 변화", 한국전기전자재료학회 2004학계학술대회논문집, p. 1258, 2004
- [2] 김상수, 김병걸, 장태인, 강지원, 이동일, 민병욱, "환경적 요인에 의한 노후 가공송전선의 특성 변화", Journal of KIEE, Vol. 19, No. 3, pp287~291, 2006.
- [3] 김상수, 김병걸, 신구용, 이동일, 민병욱, "경년열화가 증용량 저이도 송전선의 기계적특성에 미치는 영향(II)", Journal of KIEE, Vol. 19, No. 1, pp100~106, 2006.