

가공송전선의 단시간 정격전류 설정연구

김병걸, 김상수, 안상현, 손홍관, 박인표, 장태인*, 이동일*

한국전기연구원, 한국전력연구원*

The Study of Short term Current in ACSR

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

KERI, KEPRI*

Abstract : One of the major problems faced by the overhead conductor engineer is in the estimation of the loss in strength of conductors caused by long and short term exposures over a period years to elevated temperature.

From the standpoint that the life of conductor is influenced by softening of Al wire, the life assessment of conductor was carried out. The aluminum components will be affected most in majority of conductors. The steel core if present will not be affected by temperatures below 225°C. The detailed description will be presented in the text.

Key Words : Life Assessment, Conductor, Softening

1. 서 론

일반적으로 송전선로의 용량은 그 도체가 허용할 수 있는 전류에 대한 열용량, 송전선로의 송수전단 전압강하 한계 및 계통의 안정도 여유에 의해 제약을 받는다. 또한 가공전선로의 송전능력은 연속허용온도에 대한 연속허용용량과 사고 시에 일시적으로 과부하 운전을 하기 위한 단시간 허용용량으로 구분되는데, 단시간 허용용량은 전선의 수명에 영향을 미치므로 이에 대한 명확한 기준과 관리가 필요하다. 한전은 ACSR 도체의 단시간 허용온도를 100°C로 운영 중이지만 외국의 사례로 볼 때 120°C로 변경하여 적용하는 문제에 대해 검토할 필요가 있다. 단시간 과부하 운전시간에 대한 규정이 없으므로 운영자들이 과부하로 얼마 동안 운전할 것인지 판단이 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 전선의 열화특성을 검토하고 단시간 정격전류 설정을 조사하고자 한다.

2. 국내 송전선로 분석

국내의 가공송전선로는 총 729개 선로로서, 전체 공장은 약 26,000km로 조사되었으며, 154kV 선로가 선로수나 선로공장 기준으로 각각 76%, 65%로 대부분을 차지하고 있다. 건설년도 별로는 10년이하 30%, 20년이하 26%, 30년이하 28%, 30년초과 16%로 조사되었고, 건설한지 30년이 초과된 선로는 66kV 23개 선로(66kV 전체의 55%), 154kV 83개 선로(154kV 전체의 15%), 345kV 8개 선로(345kV 전체의 6%)로서 154kV > 66kV > 345kV의 순으로 나타났다. 송전선로에 설치되어 운영되고 있는 직선슬리브는 총 50,000여 개로서 전압별로는 154kV(46%)와 345kV선로(53%)에 주로 설치되어 있고, 설치년도 별로는 10년이하(13%), 20년이하(43%), 30년이하(36%), 30년초과(8%)로 나타났다.

보수슬리브는 약 3,150여 개가 설치되어 있는 것으로 파악되고 있으며, 154kV선로(43%)와 345kV선로(57%)가 대부분을 차지하고, 설치년도별로는 10년이하(12%), 30년이하

(81%), 30년초과(7%)로 나타났다.

3. 단시간 정격전류적용방안

외국의 전력회사에 대한 단시간정격전류를 조사하면 다음과 같다. 북해도전력의 전압계급은 275kV-187kV-66kV-33kV-22kV로 구성되어 있으며, 가공송전선의 운영에 대해서는 “系統計劃策定マニュアル”에 규정하고 있다. 가공송전선에 대해서는 표 1과 같이 도체종류별 최고허용온도를 정하고 있으며, 단시간용량에 대한 허용시간은 30분 정도로 규정되어 있다.

동경전력의 전압계급은 1000kV-500kV-275kV-154kV-66kV를 표준으로 하고 있으며, 가공송전선의 운영에 대해서는 “流通設備計劃ルール”에 규정하고 있다. 표준도체로는 TACSR 및 ACSR을 사용하고, 이외에 경과지의 염해 오손조건, 기상조건 등이 각종 제조조건 및 전선교체 등에 의한 증용량화를 고려하여 UTACSR, UTACIR, IACSR/Est 등의 특수한 도체를 사용하기도 한다. 동경전력의 도체종류별 최고허용온도는 표 1과 같다.

표 1 도체종류별 최고허용온도 (동경전력)

| 전선종류 | 연속허용온도 | 단시간허용온도 |
|----------------|--------|---------|
| ACSR | 90°C | 120°C |
| TACSR | 150°C | 180°C |
| UTACSR, UTACIR | 210°C | 240°C |

VENCorp의 “Electricity Transmission Network Planning Criteria”에 의하면 선로의 단순고장인 경우 모든 선로의 안정성에 이상이 없는 상태로 30분 이내에 계통의 재조정이 가능해야 하는 것을 원칙으로 하고 있다. 선로고장의 발생으로 전류가 갑자기 증가하는 경우 단시간 동안 규정 온도까지의 온도상승을 허용하는데 송전선로의 경우 시정수는 일반적으로 15분, 변압기의 경우 30~45분 정도로 알려져 있다.

VENCorp의 최대허용전류는 고장발생후 10분이내에 허용온도를 초과하지 않는 전류로 제한하고 있다. 즉 10분 정격은 허용온도가 초과하지 않도록 전류를 감소시키기 위한 수동조작행위에 필요한 시간이 된다.

외국의 경우 장시간 과도정격을 적용하고 있는 전력회사가 많고, 선로운영자가 고장발생시의 부하상태에 따라서 선택적으로 적용할 수 있도록 하여 선로운영의 여유를 확보한다는 측면에서 장시간 과도정격의 채택이 바람직하다고 판단된다.

앞서 발표한 보고를 통해서도 알 수 있는 바와 같이 ACSR 도체의 재질특성 측면에서도 도체온도가 연속허용온도를 초과하는 정도에 따라서 허용시간의 차이가 크게 나타나므로 이를 유효 적절히 활용하는 것이 선로운영의 측면에서 유리하다고 판단된다. 또한 고장상태 및 선로구성에 따라서 선로절체, 전압조정, 부하차단 등의 조치가 어렵거나 단시간에 대책을 수립하기 곤란한 경우가 있을 수 있으며, 이 경우 선로의 수명에 영향을 주지 않는 범위에서 일시적인 장시간 과부하정격의 운전이 필요하다고 판단된다.

과도정격을 결정하는 방법은 단시간 및 장시간 허용온도에 의해 정격을 산정하는 방법과 연속정격의 크기에 대한 비율로 산정하는 방식이 주로 사용되고 있다.

표 2는 일반도체(ACSR, ACSR/AW)에 대한 허용온도 100℃ 및 120℃의 과도정격을 연속정격(90℃)에 대한 비율로 나타낸 것이다. 100℃에 대한 과도정격의 경우 연속정격의 약 110%, 120℃에 대한 과도정격의 경우 연속정격의 약 130%정도로 나타나고 있음을 알 수 있다.

표 1 허용온도에 의한 과도정격의 비율

| 단면적 도체 온도 | ACSR | | | ACSR/AW | | |
|-----------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 90℃(A) | 100℃ | 120℃ | 90℃(A) | 100℃ | 120℃ |
| 240 | 610 | 110.3% | 127.7% | 633 | 110.3% | 127.8% |
| 330 | 731 | 110.5% | 128.3% | 751 | 110.5% | 128.2% |
| 410 | 848 | 110.7% | 128.7% | 871 | 110.7% | 128.6% |
| 480R | 909 | 110.6% | 128.5% | 918 | 110.7% | 128.6% |
| 480C | 917 | 110.6% | 128.6% | 936 | 110.7% | 128.5% |

그림 1은 알루미늄도체에 대하여 운영온도와 전선수명을 나타내고 있다. 연속허용온도와 단시간허용온도에 노출된 전선의 물성변화와 수명을 예측할 수 있다. 전선의 수명은 열화로 인하여 인장강도가 10% 감소하는 시점을 전선의 수명으로 보고 있다. 연속허용온도에서의 전선의 수명은 약 45.2년으로 단시간허용온도인 120℃에서의 수명은 1.2년으로 급격히 감소하게 된다. 전선의 운영온도와 수명과의 관계에서 온도에 민감하게 반응하였다. 전선의 운영온도와 수명과의 관계는 지수 함수적으로 감소하고 있다.

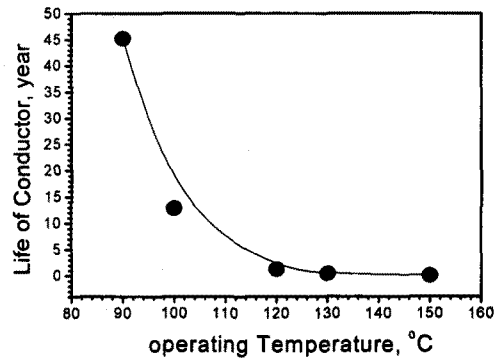


그림 1 운영온도와 전선수명과의 관계

4. 결론

ACSR 도체의 단시간 허용온도 100℃를 120℃로 변경하여 적용하는 문제에 대해 검토할 필요성이 있으며, 운영자들이 과부하 운전 시간에 대한 조사 결과 다음과 같다.

1. 100℃에 대한 과도정격의 경우 연속정격의 약 110%, 120℃에 대한 과도정격의 경우 연속정격의 약 130%정도로 나타나고 있음을 알 수 있다.
2. 열화에서 AI소선의 강도잔존율은 45년 동안 90%이상으로 나타났다. 이는 ACSR 410mm²가공송전선은 90℃에서 45.2년간 사용하여도 열적으로 안정적인 특성을 유지할 뿐만 아니라 기계적인 인장강도도 90%이상으로 안정적인 특성을 유지할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 김병걸, 박수동, 김상수, "STACIR/AW 송전선의 장시간 운전에 따른 기계적 물성 변화", 한국전기전자재료학회 2004하계학술대회논문집, p. 1258, 2004
- [2] 김상수, 김병걸, 장태인, 강지원, 이동일, 민병욱, "환경적 요인에 의한 노후 가공송전선의 특성 변화", Journal of KIIEE, Vol. 19, No. 3, pp287~291, 2006.
- [3] 김상수, 김병걸, 신구용, 이동일, 민병욱, "경년열화가 중용량 저이도 송전선의 기계적특성에 미치는 영향 (II)", Journal of KIIEE, Vol. 19, No. 1, pp100~106, 2006.
- [4] P.H. Schwabe & D. Pike : "The Measurement of Corrosion in Overhead Power lines", ANTI-Corrosion, 1988.