

가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로 구축 및 낙뢰 영향 분석

김점식*, 김도영*, 박용범*, 권신원*, 길경석**
 대원전기(주)*, 한국해양대학교**

Substantiation-Distribution line Construction and Analysis of the Lightning Influence of Neutral wire Combined as a Overhead Ground wire

Jeom-Sik Kim*, Do-Young Kim*, Yong-Beom Park*, Sin-Won Kwon*, Gyoung-Suk Gil**
 Daewon Electric Corp.*, Korea Maritime University**

Abstract - 본 논문에서는 이론적, 실험적 분석의 경험을 토대로 가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로를 구성하고자 한다. 이를 위해 가공지선과 중성선을 겸용하는 선로를 제안하고 실증적 규모에서 가공지선과 중성선을 겸용하는 선로의 효율성을 입증하기 위해 실증 배전선로를 구성하여 운영하였으며, 선로 구조에 따른 낙뢰영향 및 중성선의 설치 위치 변경에 따른 효과를 비교·분석한다. 이에 충북 청원군 형동리 일대에 가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로를 구성하여 운영하였으며 낙뢰카운터기를 설치하여 운영기간 동안 낙뢰 차폐효과를 분석하였다.

1. 서 론

낙뢰의 절연설계 신뢰성 향상을 위한 노력의 일환으로 배전선로의 가공지선 효과에 대한 내용은 국내외의 여러 문헌에 발표되었으나 우리나라와 같은 22.9kV-Y 다중 접지계통에서 낙뢰에 대한 영향을 실증적으로 연구한 결과는 거의 없다. 또한 국내에서 이루어진 낙뢰 연구는 직격뢰에 대한 연구가 대부분이며 송전선 등 전력선을 대상으로 낙뢰 연구가 일부 진행되었으나 성과가 미미하고 그 연구 사례가 많지 않아 체계적인 낙뢰 연구가 필요하다[1-3].

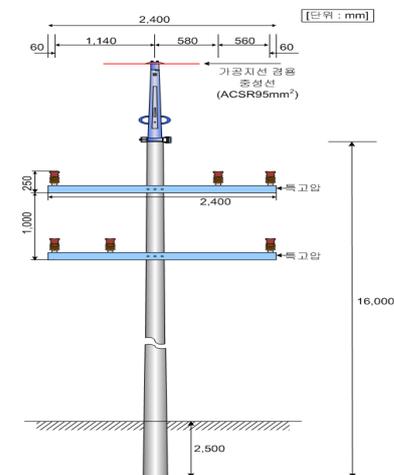
따라서 본 논문에서는 22.9kV-Y 배전선로에서 중성선의 설치 위치에 따른 영향을 분석하고 가공지선과 중성선을 겸용하는 친환경 배전선로 시공을 위한 원천기술을 개발하였으며 선로 구조에 따른 낙뢰 차폐 영향을 분석하고자 충북 청원군 형동리 일대에 가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로를 구성하여 운영하고자 한다. 실증적 규모에서 겸용 선로의 효율성을 입증하고 가공지선과 중성선을 통합 운영하기 위한 기술개발을 위해 실제 배전선로에서 가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로를 구성하였으며 낙뢰 카운터기를 설치하여 선로 구조에 따른 낙뢰영향 및 중성선의 설치 위치 변경에 따른 효과를 비교·분석한다.

2. 본 론

2.1 실증 배전선로 구성 방법 및 내용

실증 배전선로의 운영방법은 다음과 같다. 장주 및 기타 설비는 기존 선로와 동일한 제품을 이용하며, 기존의 가공지선 지지대를 유지하고 기존의 가공지선을 철거하고 중성선을 가공지선 위치로 옮겨 가공지선 중성선으로 통합 운영한다.

그림 1에 실증 배전선로의 특고압 2회선 배전선로 구성을 나타내었다



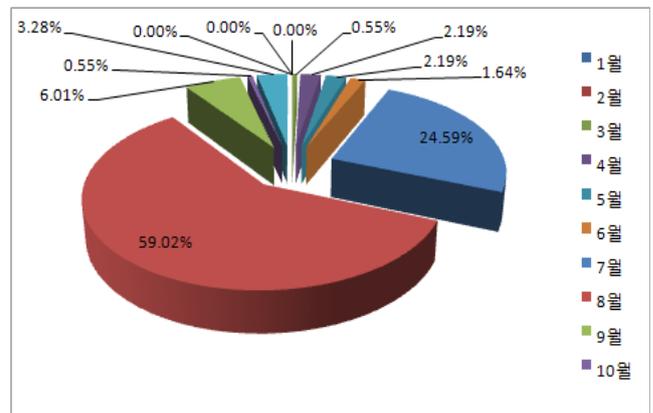
<그림 1> 제안 배전선로에 적용된 전주 제원

2.2 실증 배전선로 구성 방법 및 내용

실증 배전선로 구축을 위해 충북본부 관할지역의 최근(4년) 낙뢰빈도를 분석한 결과 낙뢰 빈도가 가장 높은 형동 D/L(7~8km)을 선택하였으며, 한국전력공사 충북본부와 협약을 거쳐 실제 운영중인 배전선로를 겸용 선로로 변경하여 구성하였다. 선로 구성 경간은 형동 D/L #12~#146 구간으로 약 7km에 해당하며 가공지선 겸용 중성선 실증 배전선로는 현행 선로와 겸용 선로가 함께 운영된다. 기존 선로는 가공지선은 FS22 mm, 중성선 ACSR95mm를 사용하여 시공되었으며 실증 배전선로는 가공지선 겸용 중성선인 ACSR 95mm를 가공지선 위치에 설치하여 가공지선과 중성선을 겸용하는 가공지선 겸용 중성선으로 운영하며 기존의 중성선은 철거한다. 실증 배전선로는 2009년 7월 시공되어 2011년 7월 현재 운영중에 있다. <표 1> 및 <그림 2>에 2006년부터 2010년까지 충북 청원군 형동리 일대의 낙뢰를 분석하여 나타내었다.

<표 1> 형동지역 월별 낙뢰 발생 건수 (2006년~2010년)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
06년	-	-	-	3	2	2	3	18	-	-	6	1	35
07년	-	-	1	1	1	-	35	44	2	-	-	-	84
08년	-	-	-	-	1	1	7	23	-	1	-	-	33
09년	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
10년	-	-	-	-	-	-	-	20	8	-	-	-	28
합계	0	0	1	4	4	3	45	108	10	1	6	1	183



<그림 2> 형동지역 월별 낙뢰 발생 건수 (2006년~2010년)

2.3 실증 배전선로 구성

실증 배전선로는 협조요청(대원전기)→ 기술검토(배전총괄팀, 설비관리팀)→ 결과통보(한전)→ 협약체결(한전/대원전기)→ 공사계획서 제출(대원전기)→ 승인(한전) → 착공계 제출(대원전기)→ 시공(대원전기)→ 준공계 제출(대원전기)→ 준공검사(한전)의 절차를 거쳐 진행되었다. 그림 3은 실증 배전선로 구축 후의 모습을 나타내고 있다.



〈그림 3〉 실증 배전선로 구축 후 형동 D/L

2.4 낙뢰카운터기 설치 및 운영

가공지선과 중성선을 겸용하는 겸용 선로의 실증 배전선로를 구축하여 선로 형태에 따른 낙뢰 영향을 보고자 하였다. 이를 위해 뇌격 발생 시 작동하는 낙뢰 카운터를 실 계통 배전선로에 시설하였다. 낙뢰 카운터기의 구성 및 설치 방법은 다음과 같다.

- (1) 낙뢰 카운터기 : 총 17대 설치
- (2) 구성 방법 : 약 1.5km 구간마다 1대씩 설치
- (3) 형동 D/L(실증 배전선로) 및 덕암 D/L(기존선로) 병행 설치
- (4) 카운터기 설치 개소 일부구간 접지 보장(접지선 노출)



〈그림 4〉 낙뢰카운터기 설치 1



〈그림 5〉 낙뢰카운터기 설치 2

2.5 결과 분석

실증 배전선로 구성 후 운영기간 동안 낙뢰 카운터기 동작을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- ① 카운트 개소 : 총 7개소(형동 D/L 31,37,75,95호, 덕암 D/L 18,36호)
- ② 기기별 합산 총 카운트 수 : 13회(형동 D/L 7회, 덕암 D/L 6회)
- ③ 낙뢰 카운터 동작 1 - 2010. 8. 15
- 형동 D/L 75, 95호 전주 (각 1회)
- ④ 낙뢰 카운터 동작 2 - 2010. 8. 18
- 형동 D/L 31호 전주 (1회)
- 덕암 D/L 18호 전주 (2회)
- ⑤ 낙뢰 카운터 동작 3 - 2010. 9. 5
- 형동 D/L : 카운트되지 않음
- 덕암 D/L 18, 36호 전주 (각 1회)
- ⑥ 낙뢰 카운터 동작 4 - 2011. 4. 29
- 형동 D/L : 31, 37, 75, 95호 전주 (각 1회)
- 덕암 D/L : 18, 36호 전주 (각 1회)



〈그림 6〉 낙뢰카운터기 동작 모습 (덕암 D/L 18호, default 5→ 8)

자료의 신뢰성을 높이기 위해 한국전력공사 충북본부에서 제공받은 낙뢰데이터를 형동지역의 위도와 경도를 입력하여 구간을 세분화하여 분석하였으며, 운영기간 동안 총 13회의 낙뢰가 낙뢰 카운터기에 감지되었으나 선로 고장은 단 한건도 발생하지 않았다. 이에 가공지선과 중성선을 겸용하는 선로를 구축하여 운영하더라도 추후 사용에 전혀 문제가 없을 것으로 확인되었다.

3. 결 론

본 논문에서는 가공지선과 중성선을 겸용하는 실증 배전선로를 구축하여 선로 형태에 따른 낙뢰 영향을 보고자 하였다. 이를 위해 한전에서 운영중인 실 배전선로에 실증 배전선로를 구축하고 낙뢰 전류로 동작하는 낙뢰 카운터를 실 계통 배전선로에 시설하였다.

실증 배전선로 운영 결과 약 2년 10개월에 이르는 운영 기간동안 기존 선로(덕암 D/L)에서 겸용 선로(형동 D/L)에 비해 더욱 많은 낙뢰가 카운트 되었으며 기존 현장적용 선로에서는 1건의 사고가 발생한데 비해 겸용 선로에서는 단 한건의 고장도 발생하지 않아 선로 구조에 변경에 따른 낙뢰 영향은 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

따라서 가공지선과 중성선을 겸용하는 겸용 선로를 사용한다 할지라도 선로의 안정성에 있어서 충분한 근거가 확보되어 추후 사용에 문제가 없을 것으로 확인되었으며 현재 가공지선과 중성선을 겸용하는 형동 D/L을 통해 보다 많은 실증 배전선로에서 시공 및 운영기술을 확보할 수 있기 때문에 지속적으로 유지관리 운영이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력연구원, "절연설계 신뢰도 향상을 위한 뇌격측정 설비구축에 관한 연구", 최종보고서, pp.21-22, 2005.
- [2] 김경철 외 2명, "배전계통에서 낙뢰보호용 피뢰기의 접지저항 연구에 관한 연구", 한국조명전기설비학회 논문지 제24권 제6호, pp.107-114, 2010.
- [3] 김점식 외 2명, "22.9kV 배전선로 중성선 설치 구조에 따른 유도뢰 차폐효과 분석", 대한전기학회 논문지 59P권 제2호, pp.191-196, 2010.