

배전선 1상의 피뢰기 및 가공지선 생략 방안 연구

(A Study on The Scheme for Omission of lightning Arresters on One-Phase and Overhead Ground Wires in the Power Distribution Lines)

정현수* · 정창호* · 김진오** · 송일근*** · 장원성****

(Hyun-Soo Jung · Chang-Ho Jung · Jin-O Kim · Il-Keun Song · Wan-Sung Jang)

요 약

본 논문은 배전선에 설치하는 내뢰설비인 가공지선과 피뢰기의 특성과 생략 방안에 대하여 언급하였다. 특히, 피뢰기의 중간 상을 생략하는 방안에 대하여 EMTP 시뮬레이션을 실시하여 생략시 나타날 수 있는 문제점과 생략 방안에 대해 기술하였으며, 가공지선은 지정된 경우에는 생략이 가능하고 피뢰기는 중간 상을 생략시 건전상의 피뢰기 용량을 재검토해야 할 것으로 생각된다.

Abstract

This paper presents the characteristics and their schemes for omission of lightning arresters on one-phase and over-head ground wire in the power distribution line. The case studies for Japan were investigated and compared with the cases of Korea. Especially, the EMTP simulation was performed for the omission scheme of lightning arrester's middle phase, and the simulation results were described on the feasible problems when omitted. In this paper, it could be concluded that the omission of ground wire may be possible in some cases for the omission of lightning arresters, and in that case, the capacity of the lightning arresters should be increase.

1. 서 론

배전선의 뇌해는 일반적으로 배전선로에 낙뢰시 생기는 직격뢰와 배전선로 부근의 낙뢰에 의한 유도뢰로 분류하고 있으며, 요즘은 유도뢰 사고는 감소하고 있어 직격뢰에 대한 관심이 높아지고 있다.

최근들어 배전계통은 정보산업화에 의한 OA기기

등 정밀기기 보급으로 인하여 고객의 신뢰도 요구가 대단히 높아, 이에 대응하기 위한 전력회사의 설비증강이나 개선 보수 등에 매년 막대한 투자가 이루어지고 있다. 배전선에서 배전용 기기의 절연은 사용 전압에 충분히 견디어야 하지만 뇌의 충격 전압(뇌서지)에까지는 경제적으로 허용될 수 없으므로, 내뢰설비인 피뢰기 및 가공지선을 사용하여 뇌전압을 절연레벨 이하로 억제하는 것이다.

현재 우리나라 뿐만아니라 전 세계적으로 사용되고 있는 뇌해 대책은 피뢰기와 가공지선을 병용하는 방식을 채택하고 있다. 이것은 배전선로를 뇌서지로부터

* 정회원 : 한양대학교 전기공학과 박사과정
** 정회원 : 한양대학교 전기공학과 교수
*** 정회원 : 한국전력공사 전력연구원
**** 정회원 : 한국전력공사 배전처, 중앙연수원
접수일자 : 2000년 9월 25일

배전선 1상의 피뢰기 및 가공지선 생략 방안 연구

보호하기 위하여 피뢰기를 설치하고 배전선상부에 가공지선을 설치하면 상호 내뢰효과가 합하여져서 그 역할이 증대된다고 믿어 왔기 때문이다. 그러나 근래의 경향은 배전선에 절연 전선의 사용이 일반화되고 있고, 고성능 피뢰기가 개발·적용되고 있으며, 접지기술의 발달과 도심지의 고층화가 진전되고 있어 내뢰효과도 달라지고 있다.

최근의 연구에 의하면 피뢰기와 가공지선 병용방식에 대한 유도뢰 전압 억제 효과를 검토한 결과 피뢰기 단독의 경우와 같다는 것이 밝혀졌다[10]. 또한 3상 배전선로에서 가공지선 직하의 가운데상 피뢰기를 생략하고 2상의 대책만으로도 사고로 이어지는 대전류의 속류가 차단될 수 있어, 기술적으로 피뢰기 1상을 생략하여도 큰 문제가 없다는 것이 계산식이나 실증실험을 통하여서 입증되고 있다[1]. 일본의 경우 배전선 경비 절감의 일환으로 피뢰기 1상 및 가공지선 생략방안에 대하여 활발히 연구되고 있고, 최근에 내뢰흔(CLAH : Current limit arc horn) 사용을 본격 개시한 북부전력과 동부전력에서 2상에만 내뢰흔을 설치하고 있다.

따라서 본 논문에서는 현재 활발히 연구되고 일부에서 실용화 되고 있는 피뢰기 1상 및 가공지선 생략방안에 대하여 기술적으로 평가하고, 적용기술을 EMTP 과도현상 해석 프로그램을 통하여 분석하고 국내적용 방안을 제시하고자 한다.

2. 가공지선과 피뢰기

2.1 가공지선

가공지선은 일반적으로 뇌직격시의 사고방지, 유도뢰 및 근접 낙뢰시에 선로 전체, 지지물 등에 의하여 발생하는 코로나 스트리머(Corona streamer)의 억제에 능력이 있는 배전선의 효과적인 내뢰 시설이다. 그림 1에서 가공지선이 있는 경우는 없는 경우에 비해 피뢰기 소손율이 약 1/3~1/5에 불과함을 알 수 있다. 이것은 뇌격전류가 분산되어 흐르므로 피뢰기 전류가 감소하기 때문이며, 가공지선이 소손을 저감에 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 또한 뇌직격의 경우에 피뢰기 용량 15 kJ (2.5 kA)에서 30 kJ (5 kA)로 2배로 용량을 증가시키면 소손율은 1/2로 저감되며, 그림 2에서 가공지선의 조수(條數)를 높이면 피뢰기 소손율이 억제됨을 알 수 있다.

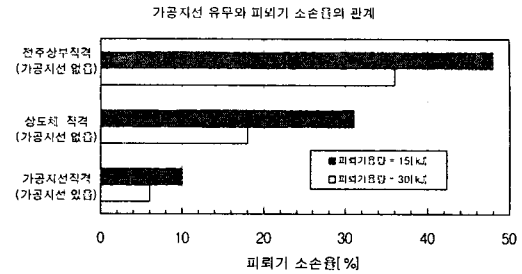


그림 1. 가공지선의 생략과 피뢰기 소손율
Fig. 1. Damage rate of lightning arrester when over-head ground wire is omitted.

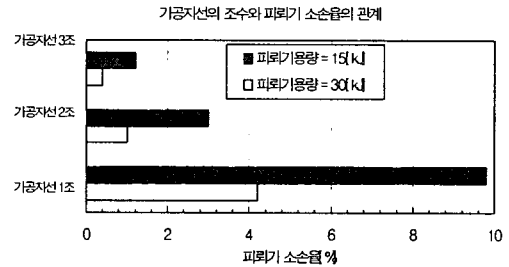


그림 2. 가공지선의 조수와 피뢰기 소손율
Fig. 2. Damage rate of lightning arrester as the number of over-head ground wires.

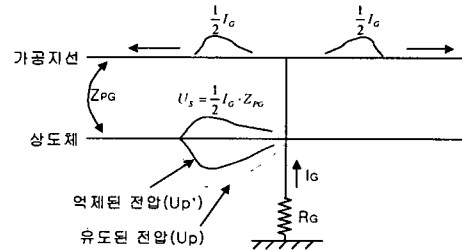


그림 3. 가공지선에 의한 유도뢰전압의 억제
Fig. 3. Suppression of induced surge voltage due to the over-head ground wire.

그러나 가공지선의 다조화(多條化)는 접지저항이 낮은 경우에는 차폐효과가 현저히 증가하나 접지저항이 높은 경우에는 별 차이가 없다. 그리고 가공지선은 직격뢰에 대한 효과보다는 유도뢰에 대한 섬락방지가 주목적이며, 가공지선은 차폐효과의 시간지연을 줄이기 위해 접지간격을 짧게 하고 접지저항치를 낮게 하는 것이 효과적이다. 유도뢰 전압 억제 원리를 보면 전선에 근접하여서 전위가 "0"인 가공지선이 있기 때문에 뇌운으로부터 정전유도에 의하여 전선

에 유기되는 전하량이 줄어들게 되며 그림 3과 같다.

2.2 피뢰기

피뢰기는 일반적으로 상용주파수 전압에 대해서는 대지간에 절연을 유지하고 있지만 이상전압이 내습하면 특성요소를 통하여 서지전류를 대지에 흘려줌으로서 전압상승을 방지한다[6]. 유도뢰 발생시 피뢰기가 설치된 상도체의 등가회로는 그림 4와 같으며 선로의 서지 임피던스는 피뢰기에서보다 선로가 양측으로 퍼지기 때문에 $Z_p/2$ 로 주어진다.

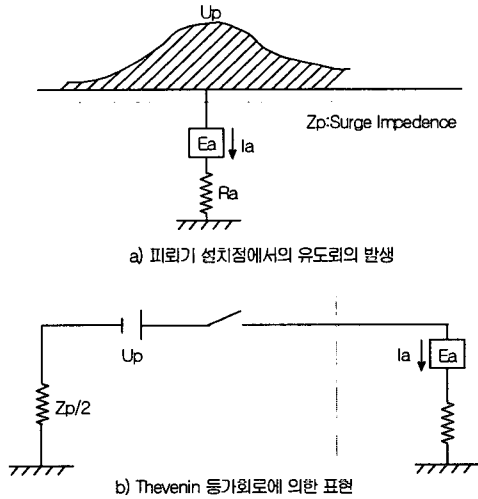


그림 4. 피뢰기가 설치된 상도체의 등가회로
Fig. 4. Equivalent circuit for a phase conductor with a lightning arrester.

그림 4의 회로에서 피뢰기 방전전류 I_a 는

$$I_a = \frac{(U_p - E_a)}{\frac{Z_p}{2} + R_a} \quad (1)$$

여기서 U_p 는 피뢰기가 없을 때 도체에 발생되는 유도뢰 전압, E_a 는 피뢰기 단자 전압(제한전압), R_a 는 피뢰기 접지저항, 그리고 Z_p 는 선로의 자기 서지 임피던스이다.

피뢰기 설치점에서 억제된 선로전위 U_p' 는

$$U_p' = E_a + R_a I_a \quad (2)$$

$$= \frac{2R_a U_p + Z_p E_a}{Z_p + 2R_a}$$

$$\frac{U_p'}{U_p} = \frac{2R_a + \frac{Z_p E_a}{U_p}}{Z_p + 2R_a} \quad (3)$$

따라서 U_p' 와 U_p 의 비는 가공지선의 경우와 달리, U_p 의 크기에 의하여 영향을 받으며 클수록, 즉 발생된 유도뢰 전압이 클수록 피뢰기 효과가 크게 된다. 그림 5는 Z_p 가 400[Ω]이고 E_a 가 30[kV]인 경우의 한 예로 U_p 가 300[kV]인 경우가 U_p 가 50[kV]인 경우에 비하여 상대적으로 유도뢰 억제효과가 크고 접지저항값에 의해 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있다[9].

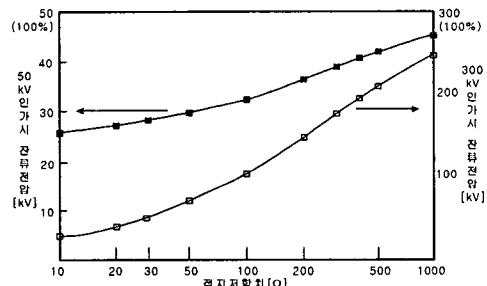


그림 5. 피뢰기에 의한 유도뢰 전압의 억제효과
Fig. 5. Suppression effect of induced surge voltage with lightning arrester.

또한 피뢰기 등의 보호기에서 떨어진 개소의 과전압 억제를 생각하는 경우, 효과 지연이 문제가 된다. 그림 6과 같이 피뢰기가 설치된 반대편에서 뇌 서지가 침입하였으면, 뇌과전압의 가공선로상 전파속도는 300[m/μs](약 광속도)이기 때문에 보호할 주상 변압기까지는 거리 d 에 비례하여 $d/300[\mu s]$ 만큼 경과 후에 피뢰기 효과가 미치게 된다.

뇌과전압의 상승시간은 수 [μs]인 것이 많기 때문에 보호 가능한 범위는 수백 m 정도이다. 즉 뇌과전압과 같이 빠른 현상에서는 피뢰기와 피보호기를 근접시키고 접지저항치 낮게 해야 한다.(30Ω이하)

피보호기기가 피뢰기에서 떨어진 경우나 접지선 길이가 길어진 경우[11] 피뢰기 연결 접지 방식을 채택하고 있는데 이때 접지저항값은 65[Ω]이하로 하고 피보호기로부터 50~300M 범위내 저압선을 1개소 이상 접지하고 종합 접지저항치가 20[Ω] 이하가 되도록 해야 한다.

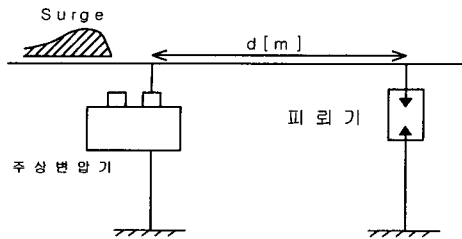


그림 6. 피뢰기 효과의 저감
Fig. 6. Reduction of lightning arrester's effect.

2.3 국내현황 및 적용성 검토

국내 배전선로는 22.9[kV]-Y 중성점 다중접지 계통으로 일반화 되었다. 일부 6.6[kV]나 22[kV]가 남아 있기는 하지만 전체적으로 배전계통은 22.9[kV]-Y를 채택하고 있다고 볼 수 있다. 직접접지 배전계통은 지락이 되면 지락전류가 저역류이고 대전류이기 때문에, 계통에 과도 안정도가 나빠지고 통신 유도장해 등 다소 부정적인 측면도 없지 않지만, 22.9[kV]-Y 방식은 다음과 같은 장점이 있다[11].

- ① 1선지락시 전전상의 대지전압이 상승치 않고 이상전압 차단시 개폐동요 등의 값도 타접지 방식에 비하여 낮고 기기의 절연 Level을 저하시킬 수 있으며,
- ② 서지값을 저하시킬 수 있어 피뢰기 책무가 경감되어 효과를 증진시킬 수 있다.
- ③ 또한 변압기 중성점은 항상 영전위 부근에 유지되기 때문에 단절연이 가능하고 변압기 및 부속설비의 가격을 낮출 수 있다.

22.9[kV]-Y 중성점 다중접지방식 배전계통에서는 내뢰 설비로 가공지선과 피뢰기의 병용 설치를 원칙으로 하고 있으며, 배전선로 보다 높은 구조물이 밀집한 도심지역에서 가공지선을 생략할 수 있도록 되어 있다[8]. 그러나 피뢰기 1상 생략에 대해서는 아직까지 검토 단계 이상을 벗어나지 못하고 있다.

2.3.1 가공지선의 생략방안

피뢰기가 조밀하게 설치되어 있는 배전선로에서 직격뢰를 받을 가능성이 적은 지역이나, 또는 배전선로 보다 높은 구조물이 밀집된 도심지로서 직격뢰 가능성이 적은 지역은 가공지선을 생략할 수 있다는 것

은, 피뢰기와 병용된 가공지선은 유도뢰 대책으로는 별로 유용하지 않다는 연구 결과에 의한 것이다[5].

가공지선은 접지간격이 피뢰기 접지간격보다 큰 경우에는 가공지선의 효과가 없고, 작은 경우에는 효과가 나타난다. 가공지선의 경우 현재 한전 내뢰기준 [6]에 의하면 피뢰 설비를 갖춘 고층빌딩(20m 이상)이 밀집되어 유도뢰 차폐효과가 현저한 도심지에는 가공지선을 생략하도록 되어 있지만 실제로는 그렇지 않다. 이것은 다른나라 경우도 마찬가지여서 현재 일부 지역에서 실용화가 진행되고 있는 일본을 모델로 국내 적용방안을 살펴보고자 한다. 국내 배전방식(Y)은 일본의 배전방식(Δ)에 비해 이상전압에 대한 차단이 확실하여 선로나 기기보호에 유리하고, 또한 일본의 최근 연구결과(실험)[10]에 의하면 피뢰기 단독(가공지선 생략) 설치시에도 가공지선 병용 설치시와 비교하여 내뢰 효과에 별 차이가 없다는 것이 증명되었다.

또한 국내는 표 1[12]에서 보는 것과 같이 일본 보다는 뇌 발생 일수가 훨씬 적어 가공지선 및 피뢰기 1상 생략 방안 적용에 유리할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

따라서 상기의 일본의 예에서 보듯이 우리보다 더 열악한 환경이지만 배전선에 피뢰기가 설치되어 있을 경우 가공지선을 생략해도 된다는 결론에 이르고 있어 가공지선 생략방안은 국내에서 적용시에도 기술상 별 문제가 없으리라고 판단되어, 본 연구에서는 내뢰설비의 핵심인 피뢰기 생략의 경우에 국한하여 시뮬레이션을 실시하였다. 그러나 가공지선의 생략 문제는 향후 시뮬레이션을 통한 충분한 검토와 실증 실험이 이루어 진다면 가공지선은 생략이 가능하다고 사료된다.

표 1. 1 년간 평균 발생 뇌우일수 (IKL)
Table 1. Annual average IKL. (ISO Keraunic Level)

한 국		일 본(여름)		아프리카, 미국 등
IKL 일수	조사 년도	IKL 일수	조사 년도	
9.6	1968~1977	19.2	1954~1963	최대 100일 이상인 곳도 있음.
11.8	1978~1987	21.6	1964~1974	

2.3.2 피뢰기의 생략방안

뇌격시(직격되나 유도되)에 배전선 상부에 있는 가공지선의 차폐각에 의하여 배전선 3상은 1차적인 보호를 받으며, 가공지선의 직하에 있는 B상은 양 바깥쪽의 A/C상에 비하여 훨씬 더 안전하다 할 수 있다. 만약 바깥 쪽의 A/C상의 피뢰기가 동작한다는 것은 접지되어 있는 것과 같아, 가공지선과의 전자결합에 따르는 상호 유도작용으로 가운데 상의 유기전압이 억제된다. 피뢰기 1상 생략 방안에 대해서는 피뢰기의 절연내력, 가공지선의 피복 유무와 접지선 거리 및 접지 저항치에 의하여 그 효과에 큰 차이가 있다.

B상의 피뢰기 생략방안에 대해서 일본에서는 일찍부터 연구되어 왔으며 실증실험을 통하여 그 적용이 입증되었다.

전통적으로 송배전선로의 뇌격현상은 전력계통에 큰 손상을 초래하였기 때문에 지금까지는 뇌격현상의 보호측면에서 피뢰기 및 가공지선을 설계하여 왔다. 그러나 배전선의 절연화와 고성능 피뢰기의 개발 및 접지 기술의 발달로 배전계통에서 내뢰대책의 신뢰도는 획기적으로 증가하였다.

이들 배전선의 환경변화를 요약하면

- ① 배전선의 절연전선 사용으로 섬락전압 50 % 가 상승
 - ② 고성능 피뢰기 및 차단기 등의 개발
 - ③ 피뢰기 접지 저감대책의 개선 등을 들 수 있다.
- 피뢰기의 역할은 뇌격시 신속히 이상전압과 속류를 차단하여 배전선을 보호하는 직접접지의 역할을 수행하고 있어 가공지선의 역할과 같다.

본 연구에서는 피뢰기의 중간상을 생략하는 방안에 대하여 EMTP 시뮬레이션을 실시하여 이를 적용 시 문제점과 가능성을 검토하였다.

3. 사례연구

3.1 모델계통

배전선에서 선로보호용으로 사용중인 피뢰기 중 현상을 생략하는 방안에 대해 EMTP 과도현상 해석 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다. 시뮬레이션을 위한 모델은 22.9[kV] 배전계통이며, 154[kV]/22.9[kV] 변압기와 배전계통에 부하가 연계된 계통으로 그림 7과 같다. EMTP 선로 모델은 선

로에 주파수 의존 특성을 나타내는 JMarti 모델을 사용하였으며, 피뢰기는 ZnO Gapless 피뢰기 중 Type-99 모델을 사용하였다.

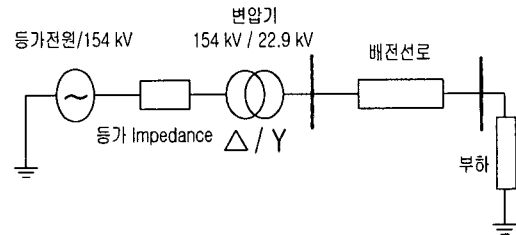


그림 7. 시뮬레이션을 위한 Model 계통
Fig. 7. Model system for EMTP simulation.

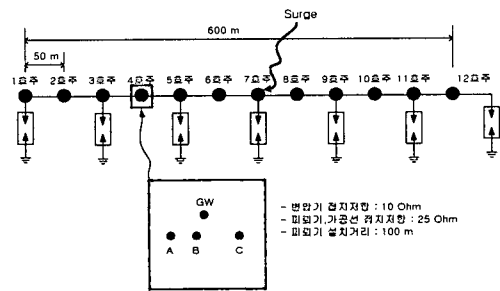


그림 8. 배전선로의 모델
Fig. 8. Model of power distribution line.

일본의 중성점 비접지와 우리나라의 중성점 접지를 비교하기 위하여, 변압기의 중성점을 비접지한 경우와 접지한 경우 두가지 모두 시뮬레이션을 실시하였다. 여기서 모델링한 배전선로는 그림 8과 같고 도체배열은 수평배열로 그림 9와 같다.

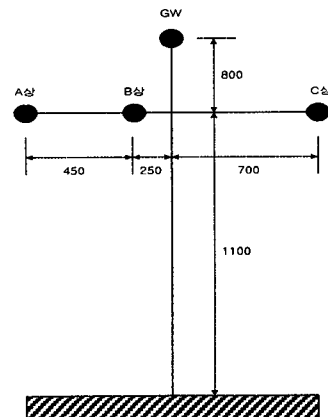


그림 9. 가공지선 및 도체의 배열
Fig. 9. Arrangement of ground and conduction wire.

배전선 1상의 피뢰기 및 가공지선 생략 방안 연구

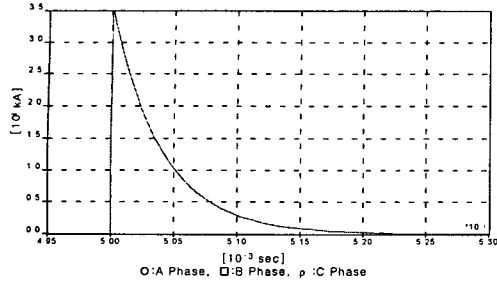


그림 10. 서지파형
Fig. 10. Surge waveform.

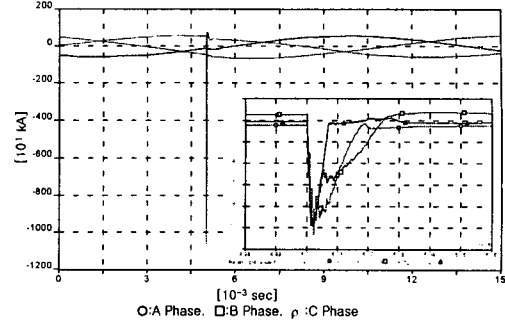


그림 11. 피뢰기 비생략시 선로 전류(7호주)
Fig. 11. Line current when lightning arrester is not omitted.

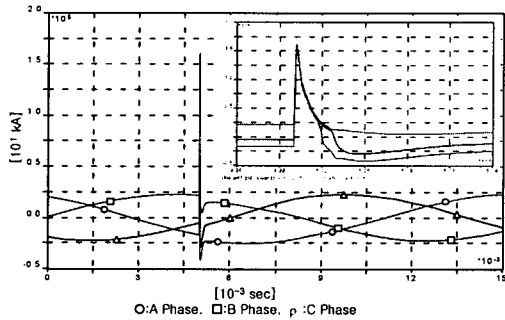


그림 12. 피뢰기 비생략시 선로의 전압(7호주)
Fig. 12. Line current when lightning arrester is not omitted.

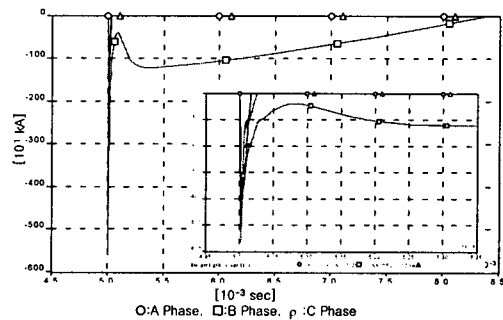


그림 13. 피뢰기 비생략시 피뢰기의 전류(7호주)
Fig. 13. Lightning arrester current when lightning arrester is not omitted.

시뮬레이션은 변압기의 중성점을 접지하고 중간상(B상)의 피뢰기를 생략한 경우와 생략하지 않은 경우, 그리고 변압기의 중성점을 접지하지 않고 중간상(B상)의 피뢰기를 생략한 경우와 생략하지 않은 경우에 대하여 사례연구를 실시하였으나, 본 논문에서는 접지계통에서 피뢰기를 생략하는 경우에 대하여 주로 언급하였다.

서지는 그림 10과 같이 파두/파미가 1.2/40[μ s]인 서지를 사용하였으며 서지의 완전히 제거되는 총시간은 300[μ s]이며 서지의 침입 시점은 피뢰기를 생략할 B상이 최대가 되는 90° 지점이다.

3.2 접지계통에서 피뢰기 생략

그림 11과 12는 접지계통에서 피뢰기의 중간상을 생략하지 않은 경우의 선로에 유도되는 전류와 전압을 나타낸 것이다.

이 경우 가공지선에 침입하는 서지로 인해 배전선로에 유도되는 전류는 최대치 기준 약 1000[A] 정도로 20배 정도 상승하였으며 전압의 경우는 최대치 160[kV] 정도로 9배 정도 상승하였다. 이때 피뢰기는 A, B, C상 모두 동작하였으며 피뢰기에 흐르는 전류는 그림 13과 같다. 피뢰기는 유도시점이 최대가 된 상에서 가장 오래 동작하였고 이때 변압기 중성점에 흐르는 영상전류는 최대치 약 450[A], 지속시간은 약 3[ms]이며 변전소에 설치된 지락계전기가 3[ms] 이내에 동작하기는 어렵기 때문에 큰 문제는 없으나, 서지가 3[ms] 이내 또다시 침입하거나 수회 연속적으로 침입하는 경우 지락계전기가 동작할 우려는 있다.

피뢰기의 중간상을 생략한 경우와 생략하지 않은 경우에, 변압기 중성점의 전류의 크기는 비슷하나 지속시간은 피뢰기를 생략한 경우가 약 2배 정도 증가하여 약 11[ms]가 되었다. 마찬가지로 변전소의 지락계전기가 동작할 우려는 없으나 서지가 연속적으로

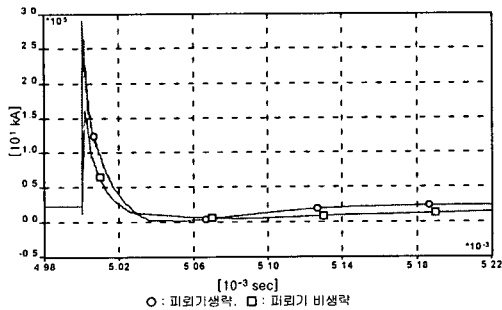


그림 14. 피뢰기 생략과 비생략시 B상 선로전압
Fig. 14. Line voltage of phase B when lightning arrester is omitted and not omitted.

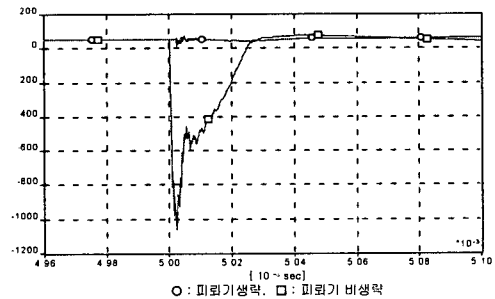


그림 15. 피뢰기 생략과 비생략시 B상 선로전류
Fig. 15. Line current of phase B when lightning arrester is omitted and not omitted.

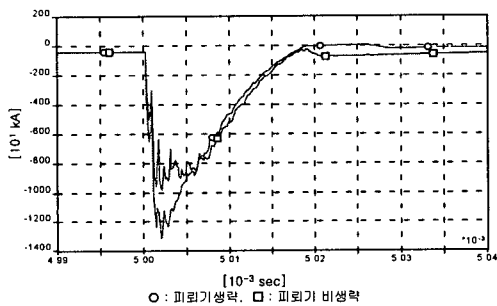


그림 16. 피뢰기 생략과 비생략시 건전상의 선로전류
Fig. 16. Line current of phase A when lightning arrester is omitted and not omitted.

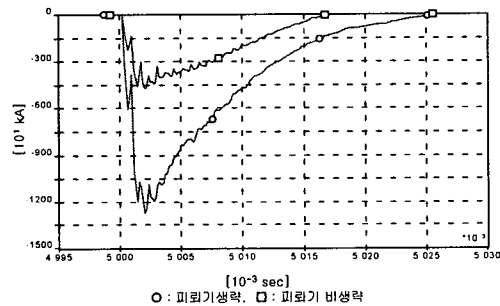


그림 17. 피뢰기 생략과 비생략시 건전상의 피뢰기 전류
Fig. 17. Lightning arrester current of phase A when lightning arrester is omitted and not omitted.

수회 침입하는 경우, 지락계전기가 동작할 확률은 피뢰기를 생략하지 않은 경우에 비해 증가하게 된다.

그림 14와 그림 15는 B상의 피뢰기를 생략한 경우와 생략하지 않은 경우 B상의 선로전압과 선로전류를 나타낸 것이다. 피뢰기의 중간상을 생략한 경우 피뢰기를 생략한 B상의 전압은 피뢰기를 생략하지 않은 경우보다 최대치 약 1.8배 정도 상승하였으며, 건전상의 경우(A상)는 차이가 없었고, 전류의 경우 건전상에서 피뢰기를 생략하지 않은 경우가 1.2배 정도 상승하였으며(그림 16참조), 건전상의 피뢰기의 동작전류도 피뢰기를 생략한 경우가 3배 정도 컸다(그림 17참조).

이것은 피뢰기의 중간상(B상)을 생략함으로써 인해, 배전선 주위의 전위가 피뢰기를 모두 설치하였을 경

우보다 상승하여 배전선의 건전상(A,C상)의 전위상승을 가져와, 건전상의 배전선 전압은 상승하고 건전상의 피뢰기의 동작전류도 증가하였다. 따라서 피뢰기의 중간상을 생략하는 경우, 피뢰기를 설치하는 A상과 C상의 피뢰기를 기존의 피뢰기를 그대로 사용하는 것보다 피뢰기의 용량 증대를 재검토해야 할 것으로 사료된다.

3.3 비접지계통에서 피뢰기 생략

피뢰기의 중간상을 생략하고 변압기의 중성점을 접지한 경우와 접지하지 않은 경우에 있어서, 서지가 침입하는 경우 선로에 유도되는 전압은 별 차이가 없다. 선로의 유도전류 또한 약간의 차이만 있을뿐 큰 차이는 없었으며, 건전상의 전압은 비접지 계통에

서 접지한 경우보다 약간 상승하였다. 비접지계통의 경우, 만약 가공지선이나 피뢰기 1상 생략 선로에 뇌 섬락이 발생하더라도 지락전류가 작고 자연소호를 기대할 수 있기 때문에 거의 문제가 없다고 생각되나, 우리나라의 배전계통은 22.9[kV]-Y 중성점 다중 접지 방식을 채용하고 있어, 피뢰기 생략 상에 뇌 섬락이 발생하면 1선지락으로 이어져 큰 지락전류에 의한 사고를 유발할 수도 있을 것으로 사료된다.

4. 결 론

배전선의 가공지선 생략에 대해서는 현재에도 내뢰설계 기준에 의해 제한된 지역에서 생략하고 있으나, 뇌뢰일수가 11일 이상의 다뢰 지역으로 직격되 가능성이 높은 곳이나 피뢰기 설치 간격이 넓은 곳 등을 제외하고는 생략하는 것이 바람직하다고 판단되나 향후 충분한 검토와 실증실험이 필요하다 하겠다. 피뢰기의 중간상을 생략하는 경우는 기존의 피뢰기를 그대로 사용하는 것보다, 나머지 상의 피뢰기의 용량 증대를 재검토해야 할 필요성이 있으며, 변전소의 선로보호 계전기의 보호협조에 대해서는 피뢰기의 중간상을 생략하는 경우, 서지가 연속적으로 수회 침입 우려가 있는 곳에서는 보호협조가 필요할 것으로 생각된다. 그리고, 배전선의 중성점 비접지 방식과 직접접지 방식을 EMTP로 해석한 결과 큰 차이가 없으므로 배전선로 중간상 피뢰기를 생략해도 큰 무리가 없으나, 중성점 다중접지 방식인 우리나라 22.9[kV]Y 배전선로에서는 피뢰기 생략상에 섬락이 발생하면 1선지락으로 이어져 큰 지락전류에 의한 사고를 유발할 수 있어, 좀더 세밀한 시뮬레이션 및 실증 실험이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 谷口, 横山, “配電線1相の避雷器省略時の耐雷效の検討”, 電氣學會論文誌, Vol. 114-B, No. 11, pp.1150-1159, 1994.
- (2) S. Yokoyama, A. Asakawa, “Experimental Study of Power Distribution Lines To Direct Lightning Hits”, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 4, No. 4, pp. 2242-2248, 1989.
- (3) 耐雷設計基準委員會配電線分科會, “配電線 耐雷設計ガイドブック”, 電力中央研究所 研究報告, No. 175030, 1976.
- (4) 浅川, 横山, “雷による配電線 フラッシュオーバー発生率計算手法の開発”, 電氣學會論文誌, Vol. 114-B, No. 10, pp.

1050-1058, 1994.

- (5) 横山, “配電線の雷害対策とコストダウン手法”, 電氣雜誌 CHM, pp. 50-55, 98.7.
- (6) 山本賢司, “配電線のサージ特性”, 電氣雜誌 CHM, pp. 73-77, 98.7.
- (7) 杉本仁志, “配電線の雷撃様相を見る”, 電氣雜誌CHM, pp. 56-57, 98.7.
- (8) 한국전력공사 배전선 내뢰기준(설계기준3800. 95.10.24)
- (9) 横山, 誘導雷發生メカニズムと耐雷設備の接地の考察, 電氣雜誌 CHM, 88.4.
- (10) 横山, “架空地線と避雷器 併用時の配電線 誘導雷 電壓抑制効果の検討” 電氣學會論文誌, Vol. 112-13, No. 8, pp.711-719, 1992.
- (11) 宋吉永, “新編 送配電工学” 東逸出版社.
- (12) 郭熙魯 공역, “피뢰설비 가이드 북” 1999. 2.

◇ 저자소개 ◇

정 현 수 (鄭鉉洙)

1950년 8월 13일생. 1974년 전남대 졸업. 1988년 한양대 대학원 졸업(석사). 현재 건설기술연구원 신기술심사위원. 한양대학교 박사과정.

정 창 호 (丁昌鎬)

1966년 6월 15일생. 1994년 원광대 졸업. 1996년 동대학원 졸업(석사). 1997-1999년 LG산전 전력연구소 연구원. 현재 한양대학교 박사과정.

김 진 오 (金鎭吾)

1956년 1월 17일생. 1980년 서울대 졸업. 1983년 동대학원 졸업(석사). 1991년 Texas A&M 대학원 졸업(박사). 현재 한양대학교 전자전기공학부 부교수.

송 일 근 (宋一銀)

1961년 3월 3일생. 1984년 숭실대 졸업. 1986년 동대학원졸업(석사). 1997년 동대학원 졸업(박사). 현재 전력연구원 전력계통연구실 배전기술그룹 선임연구원.

장 원 성 (蔣完成)

1951년 10월 3일생. 1974년 중앙대 졸업. 1983년 한양대 대학원 졸업(석사). 현재 한국전력 배전처, 중앙연구원.