

정보통신설비에 대한 뇌서지 보호소자의 효과적인 설치기법

이복희*, 강성만*, 염주홍*, 이동문*, 이수봉*, 정동철*, 안창환**, 전덕규***, 이경옥*
 * 인하대학교, **한국전력, ***서울산업대학교, *인하대 사대부고

An Effective Installation Method of Lightning Protective Devices for Information and Communication Facilities

B.H. Lee*, S.M. Kang*, J.H. Eom*, D. M. Lee*, S.B. Lee*, D.C. Jeong*, C.H. Ahn**, D.K. Jeon***, K.O. Lee*
 *Inha University, **KEPCO, ***SNUT, *Attached Senior High School to Inha Educational College

Abstract - This paper deals with an effective installation method of lightning protective devices for information and communication facilities. Due to the potential difference between grounding of the AC power lines and communication lines, the equipments connected to the communication lines are easily damaged by lightning surges. So we have examined the behaviors of surge protective devices against lightning surges from the AC power lines and signal lines, and the coordination effects of SPD installation method were investigated. As a result, it was confirmed that the bypass arrester method and common grounding method were very effected.

1. 서 론

최근에는 정보통신망이 중요한 사회시스템으로 대두되었으며, 정보통신망과 행정, 금융, 생산설비, 공장자동화를 위한 신호/제어회로는 뇌서지의 침입에 노출되어 있다. 특히 컴퓨터를 비롯하여 고속 정보통신기와 고성능 신호/제어기기는 내전압이 대단히 낮은 VLSI와 반도체로 구성되어 있기 때문에 뇌서지전압에 매우 취약하며, 고장의 파급효과도 대단히 커서 정확하고 정밀한 뇌서지보호에 대한 대책이 요구된다.^(1,2) 정보통신기기는 전원선과 더불어 신호선이 망상화되어 있으며, 다양한 경로를 통해 침입하는 뇌서지에 대해서 정보통신기기를 보호하기 위해서 방전갭, 바리스터 등 비선형 소자를 이용한 뇌서지 보호장치(surge protective device: SPD)를 피보호기기의 근처에 설치하지만 효과적이지 못할 경우가 많다.

일반적으로 전원용 뇌서지보호기와 통신용 보안기의 독립접지를 근접 시설하면 이들 상호간에 전위간섭을 유발하게 된다. 즉, 전원선측으로 뇌서지가 입사하였을 때 전원용 뇌서지 보호장치의 접지전위상승이 통신용 보안기의 접지측으로 영향을 미치게 되고, 통신선측으로 뇌서지가 입사했을 경우도 통신용 보안기의 접지전위상승으로 전원용 뇌서지 보호장치의 접지측에 전위상승을 유발하게 되는 문제점을 해결하기 위한 연구가 필요하다.⁽³⁾ 따라서 본 논문에서는 뇌서지가 통신기기에 침입하였을 때 접지극간의 유도전위 간섭을 고려한 보호장치의 설치기법을 개발할 목적으로 뇌서지 억제효과에 미치는 SPD 상호간의 협조특성을 실증실험을 통해 검토하고 정보통신설비에 대한 뇌서지 보호소자의 효과적인 설치기법을 제안하였다.

2. 관련 이론

뇌서지 보호장치에 뇌서지전류가 유입하게 되면 접지전극은 물론이고 접지전극 주변의 대지표면의 전위가 상승하게 되어 동일한 접지시스템으로 구성된 정보통신기

기에 영향을 미치게 되며, 경우에 따라서는 절연파괴, 오동작이나 파손을 일으켜 정보통신설비의 신뢰성을 저하시키며, 사회시스템에 악영향을 유발하기도 한다.

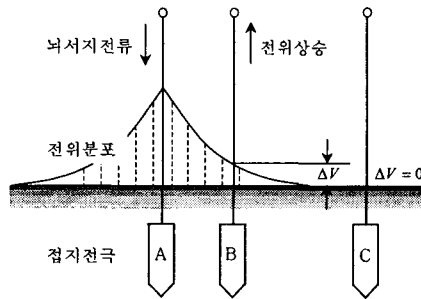


그림 1. 접지전극간의 유도전위 간섭
 Fig. 1. Interference of an induced potential between grounding electrodes.

그림 1에서와 같이 A 접지전극에 뇌서지전류가 유입되었을 때 C 접지전극에서와 같이 유도전위상승을 전혀 일으키지 않는 이상적인 독립접지를 얻기 위해서는 2개의 접지전극을 충분히 이격시켜야 한다. 그러나 현실적으로는 시공상의 어려움 때문에 근접시공을 하게 되는데 B 접지전극처럼 일정한 범위에 들어가면 ΔV 만큼의 전위상승이 일어나게 되어 서로 완전히 독립되었다고 볼 수 없다. 따라서 뇌서지보호장치를 시설할 때 접지극간의 유도전위 간섭을 충분히 고려하여 설계하고 시공하여야 한다.⁽⁴⁾

3. 실험

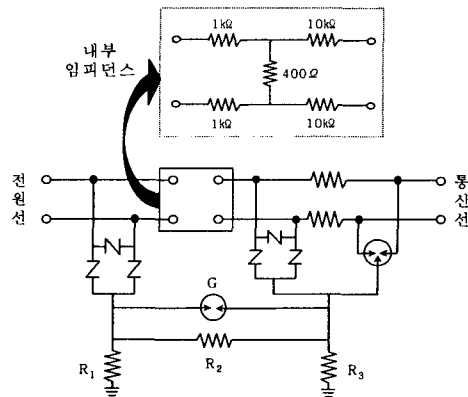


그림 2. 전원선 및 통신선 보호용 서지보호기의 설치방법
 Fig. 2. Installation methods of SPD for power line and communication lines

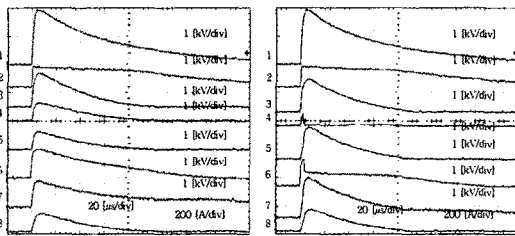
전원용 서지보호기와 통신용 보안기의 접지방식은 독립접지법, 바이패스 어레스터법, 공통접지법으로 나눌 수 있다. 이들 접지방식에 따른 양측의 서지보호기의 협조특성을 평가하기 위한 측정계를 그림 2와 같이 구성하였다. 그림 2에서 R_1 은 전원선용 서지보호기의 접지저항이고, R_3 는 통신선용 보안기의 접지저항을 나타낸다. 이들 접지저항치는 항상 $10[\Omega]$ 으로 일정하게 유지하였고, 접지전극이 근접 시설되어 있을 때의 상호전위 간섭효과를 평가하기 위해 임의의 저항 R_2 를 조절하여 유도전위 상승률이 0, 35, 50, 100[%]인 경우를 모의하였다. 이때 독립접지는 R_2 와 G를 생략한 경우이고, 공통접지는 G를 생략하고 R_2 의 값을 0으로 한 경우이다. 그리고 바이패스 어레스터법의 경우는 R_2 를 생략하고 G 단독을 설치할 때이다.

여기서 상호유도전위 상승률이 0[%]는 두 접지전극의 시설거리가 충분히 이격되어 상호 전위간섭을 일으키지 않은 경우이고, 100[%]는 공통접지인 경우를 나타낸다. 본 연구에서는 전원측 입력 임피던스가 약 2.4 [k Ω]이고 통신선측 입력 임피던스가 약 20.4[k Ω]인 사무용 FAX기와 같이 내부임피던스를 가지는 경우와 내부임피던스가 무한대인 경우를 고려하였다. 그리고 전원용 서지보호기는 동작개시전압이 700[V]인 ZnO 바리스터를 사용하였고, 통신용 보안기의 ZnO 바리스터와 스파크갭의 동작개시전압은 각각 300, 400[V]를 사용하였으며, 뇌서지의 인가는 전원선과 대지사이, 통신선과 대지사이에 공통모드로 인가하여 실험하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 전원선으로 뇌서지가 입사한 경우

전원선을 통하여 뇌서지가 입사할 때 통신용보안기의 접지전위상승(R_3)이 전원용 서지보호기의 접지전위상승(R_1)의 50[%]인 경우에 회로 각 부분에서의 전압과 전류 파형을 그림 3에 나타내었다. 그림 3(a)의 Ch4와 같이 전원선용 SPD가 동작하여 두 접지전극의 전위차가 바이패스 어레스터(G)의 동작개시전압 이상이 되면 그림 3(b)의 Ch4와 같이 동작하게 되어 선로간 전압(Ch6)은 낮아지고 통신선전압(Ch7)은 높아지는 것을 알 수 있다.



(a) 독립접지법

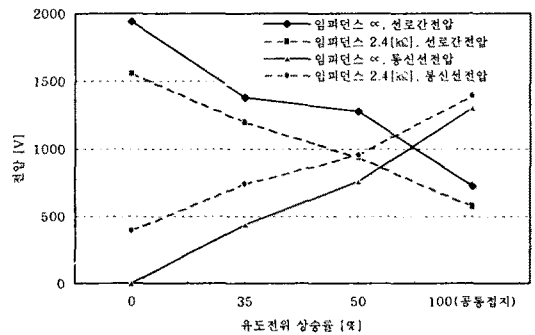
(b) 바이패스 어레스터법

- 1 : 전원선측 인가전압
- 2 : 전원용 바리스터 제한전압
- 3 : R_1 의 전위상승
- 4 : R_2 의 전위상승
- 5 : R_3 의 전위상승
- 6 : 선로간전압(전원선-통신선)
- 7 : 통신선전압(통신선-대지)
- 8 : 인가전류

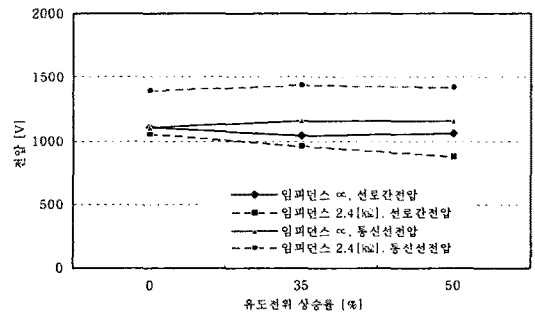
그림 3. 전원선측을 통하여 입사한 뇌서지에 대한 전압과 전류의 파형

Fig. 3. Waveforms of the voltages and currents due to the lightning surge invading from the AC power lines

전원선측으로부터 뇌서지가 입사한 경우에 접지의 유도전위 상승률에 따른 전원선과 통신선 사이에 나타나는 선로간전압 및 통신선과 접지간에 나타나는 전압을 그림 4에 나타내었다. 그림 4(a)의 독립접지에서 선로간 전압은 유도전위가 전혀 영향을 미치지 않는 유도전위상승률이 0[%]의 경우가 가장 높게 나타났고, 유도전위상승률이 100[%]인 공통접지인 경우가 가장 낮게 나타났다. 그리고 통신기기의 내부임피던스가 존재하면 서지전류가 내부 임피던스를 통해 흐르기 때문에 내부임피던스가 ∞ 인 경우보다 선로간 전압이 약간 낮게 나타났다. 반면에 통신선과 접지사이의 전압 즉, 통신선로측으로의 이행전압은 유도전위상승률이 0[%]인 경우가 가장 작고 공통접지인 경우가 가장 높게 나타났다. 그리고 내부 임피던스가 존재하는 경우가 ∞ 인 경우보다 약간 높게 나타났다.



(a) 독립접지



(b) 바이패스 어레스터

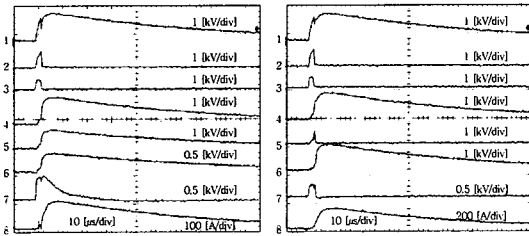
그림 4. 전원선측에 뇌서지가 입사한 때 접지방식에 따른 통신기기의 전압

Fig. 4. Voltages of communication devices according to the grounding methods when the lightning surges are invaded from the AC power line side

그림 4(b)에 바이패스 어레스터법을 적용하였을 때의 선로간 전압 및 통신선전압을 나타내었다. 그림 4(a)의 독립접지법과 비교했을 때 유도전위상승률의 변화에 따라 선로간 전압 및 통신선전압이 거의 일정한 값을 보이고 있다. 이는 전원측에 서지가 침입하였을 때 그림 2에서 전원용 뇌서지보호기의 접지 R_1 에 의한 전위상승과 통신용 보안기 접지 R_3 사이에 전위차가 스파크갭의 동작개시전압 이상이 되면 스파크갭이 동작하여 이 두 접지극 사이에 공통접지의 효과로 유도전위 상승률의 변화에 따라 큰 차이를 보이지 않고 유사한 값을 나타낸 것으로 보인다.

4.2 통신선으로 뇌서지가 입사한 경우

통신선측으로 뇌서지가 입사하여 전원용 서지보호기의 접지전위상승(R_1)이 통신용 보안기의 접지전위상승(R_3)의 35(%)인 경우의 전압과 전류 파형을 그림 5에 나타내었다. Ch2와 Ch3는 통신용 보안기의 스파크갭과 바리스터의 제한전압의 파형을 나타낸다.

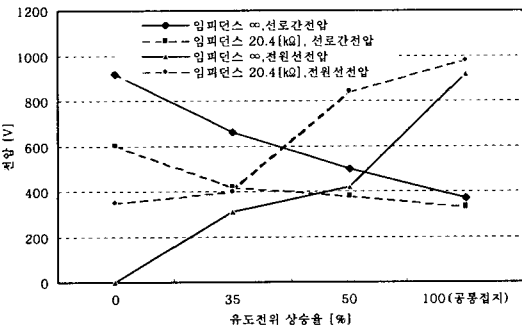


(a) 독립접지법 (b) 바이패스 어레스터법

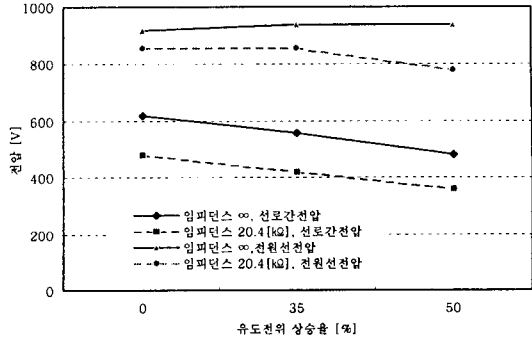
- 1 : 통신선측 인가전압
- 2 : 보안기 스파크갭 전압
- 3 : 보안기 바리스터 전압
- 4 : R_3 의 접지전위상승
- 5 : R_2 의 전위상승
- 6 : R_1 의 접지전위상승
- 7 : 선로간전압(통신선-전원선)
- 8 : 인가전류

그림 5. 통신선측 뇌서지 인가에 따른 전압과 전류의 파형
Fig. 5. Waveforms of the voltage and current due to the lightning surge invading from the communication lines

그림 6에 통신선과 전원선간의 전압 및 전원선과 대지사이의 전압을 나타내었다. 그림 4의 전원선측으로 입사한 경우와 비교해서 독립접지법에서는 선로간 전압과 전원선전압의 크기는 다소 차이가 있으나 유도전위상승율의 변화에 따른 이들 전압의 증감은 비슷한 경향을 나타냈다. 이들 전압크기의 차이는 통신용 보안기와 전원용 보호장치의 동작개시전압의 차이에 기인한 것으로 보인다. 그리고 바이패스 어레스터법에서 두 가지 임피던스를 가지는 통신기기의 각각의 선로간 전압 및 배전선 전압은 유도전위 상승률에 따라서는 거의 일정한 값을 나타내고 있으나, 그림 4(b)의 전원선으로 뇌서지가 입사한 경우의 전압분포와 달리 그림 6(b)의 선로간 전압이 전원선 전압에 비해 낮게 나타났다. 이는 전원선용 바리스터와 통신선용 바리스터의 동작개시전압의 차이에 기인한 것으로 사료된다.



(a) 독립접지



(b) 바이패스 어레스터

그림 6. 통신선측에 뇌서지가 입사한 때 접지방식에 따른 통신기기의 전압

Fig. 6. Voltages of communication devices according to the grounding methods when the lightning surges are invaded from the communication lines

5. 결 론

본 논문에서는 뇌서지가 통신기에 침입하였을 때 침입경로와 뇌서지보호장치의 접지방법이 보호효과에 미치는 협조특성에 대한 연구를 수행한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 전원선과 통신선의 뇌서지보호장치를 공통접지방식으로 시설한 경우 전원선과 통신선 사이의 선로간 전압이 가장 낮게 나타났다.
- (2) 전원선 및 통신선과 대지간의 전압 즉, 다른 선로로의 뇌서지전압 이행을 억제하는 측면에서는 공통접지보다 가급적 접지극 간의 유도전위상승이 작은 독립접지가 효과적이다.
- (3) 전원선과 통신선을 모두 포함하는 정보통신기기의 뇌서지보호장치의 효과적인 설치에는 공통접지의 효용성과 문제점을 동시에 고려하고 상호 장단점을 보완할 수 있는 바이패스 어레스터법이 효과적임을 확인하였다.
- (4) 뇌서지보호장치를 독립접지하면 차동모드의 뇌서지는 차단되었으나 공통모드의 뇌서지전압의 제한은 미흡하며 공통모드 뇌서지 전압에 대한 보호를 위해서는 공통접지가 효과적이었다.

(참 고 문 헌)

- [1] 이복희, 이승철, "접지의 핵심 기초 기술", 도서출판 외제, pp. 65~104, 1999
- [2] 社団法人 電氣設備學會 雷保護対策検討委員會, 雷と高度情報化社會, 電氣設備學會, pp.132~166, 1999.
- [3] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John Wiley & Sons, Inc., pp.55~77, 1989.
- [4] K. Nakada, H. Sugimoto, S. Shimada, Y. Asaoka, "Countermeasures for Controlling Lightning-Caused Overvoltage on Indoor Wiring with Communication Line" 電氣學會電力・エネルギー部門大會, 電氣設備學會, pp.7~13, 2001.