

SPD의 설치조건이 보호효과에 미치는 영향

(Protection Effects Associated with Installation Conditions of SPD)

이복희 · 이동문* · 정동철* · 이승철*

(Bok-Hee Lee, Dong-Moon Lee, Dong-Cheol Jeong, Seung-Chil Lee)

School of Electrical & Electronic Engineering Inha University

* Hanjin Heavy Industries & Construction

Abstract

This paper presents the protection effect of SPDs according to installation conditions. To develop the effective protection countermeasures of information and communication equipments against lightning surges, actual-sized experiments in relation to the protection effects on the installation positions of surge protective devices (SPDs), the length of branch circuit, the materials and long of conduit were conducted. The best method for protecting the electronic equipments from surges is to install the SPD at the front point of the devices to be protected. The installation method of the metal conduit bonded with common ground conductor were more effective than that of the PVC conduit.

1. 서론

고도정보화, 컴퓨터화 됨에 따라 정보통신망이 중요한 사회시스템으로 대두되었으며, 전력의 안정적 공급과 정보통신망의 질적 수준 확보에 대한 사회적 요구가 매우 높아지고 있는 것이 작금의 현실이다. 전자기기들은 AC전원선과 더불어 통신선을 포함하는 신호선에 접속되어 있다. 다양한 경로를 통해 입사하는 뇌서지에 대해 전자기기를 보호하기 위해서 방전갯, 바리스터 등으로 이루어진 뇌서지 보호장치(surge protection device : SPD)를 피보호기기의 근처에 설치하지만 그 설치방법이 적절치 못하여 효과적이지 못할 경우가 많다.^{[1]-[5]}

따라서 뇌서지보호장치가 그 효과를 충분히 발휘하기 위해서는 설치위치, 배선의 길이, 전선관 재료의 특성 등과 관련이 있으며, 이에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 SPD의 설치조건이 뇌서지보호효과에 미치는 영향을 검토하기 위하여 조합형 임펄스전압 및 전류발생장치를 이용하여 전자기기의 전원선에 뇌서지가 입사하였을 때를 모의하여 실험적으로 분석하였다.

2. 본론

2.1. 실험장치 및 방법

옥내배선을 모의하기 위해서 저압 분전반을 시설하고 4분기회로의 실험회로를 그림 1과 같이 구성하였다. 각 분기회로는 22 [mm] 전선관내에 1.6 [mm] 전선을 인입하여 20 [m] 길이의 배선을 시설하고 5, 10, 15, 20 [m] 길이마다 콘센트를 설치하여 배선의 길이에 따른 뇌서

지의 침입양상과 SPD의 보호효과를 평가할 수 있도록 설치하였다. 그리고 전선관의 재료는 금속관과 PVC관으로 구분하여 시설하였다. 주 차단기의 뒷단과 통신기기 앞단에는 동작개시전압이 750 [V]인 전원용 SPD를 각각 설치하였다.

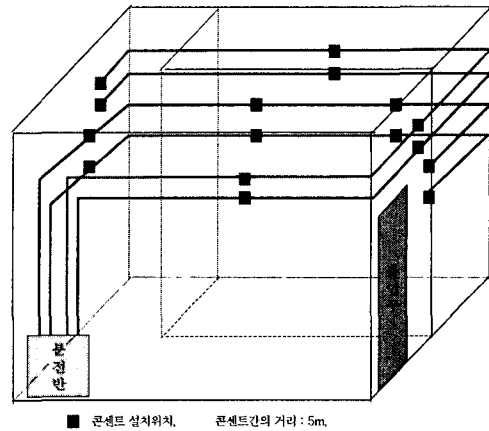


그림 1 전원선의 설치
Fig. 1 Installation of power lines

본 연구에서는 IEC 60664/IEEE C62.41 서지시험에 요구되는 시험 전압과 전류파형으로 1.2/50 μ s 임펄스전압과 8/20 μ s 임펄스전류를 발생시킬 수 있는 조합형 임펄스전압 및 전류발생장치를 제작하였다. 1.2/50 μ s의 임펄스전압을 피보호기기에 인가하여 절연파괴 또는 SPD가 동작하게 되면 이 때 흐르는 임펄스전류는 8/20 μ s의

파형으로 된다. 즉, 뇌서지전압이 입사하여 전자기기의 절연이 파괴되거나 SPD가 동작하게 되면 뇌서지전류로 변환됨으로써 실제의 뇌서지현상과 매우 흡사한 효과를 얻을 수 있어 본 논문에 대한 평가가 가능하다. 피보호 기기의 앞단에 설치한 SPD의 설치방식에 따라 피보호 기기의 입력단에 나타나는 제한전압을 측정하였다. SPD로서는 ZnO 바리스터를 사용하고 임펄스전압 및 전류의 측정에는 고전압 프로브와 대전류 측정용 전류 프로브를 각각 적용하여 디지털 오실로스코프를 통해 데이터를 취득하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 설치 위치에 따른 보호효과

전원선의 한 상에 뇌서지가 입사되었을 때 통신기기 앞단에 SPD가 설치되어 있는 경우와 SPD가 분전반에 설치된 경우에 대해서 통신기기의 선로간(전원선-통신선)전압을 그림 2의 회로를 이용하여 측정하였다. 분전반에 설치된 경우와 통신기기 앞단에 설치된 SPD 모두의 접지저항값은 10 [Ω]으로 하였다. 인입단자에 뇌서지를 인가하고, 분전반에 설치되어 있는 전원용 SPD를 통해 흐르는 방전전류와 배선을 통해 통신기기로 침투하는 전류를 측정하였다. 동시에 인가전압 및 통신기기의 대지전압(전원선-대지)을 측정하였다.

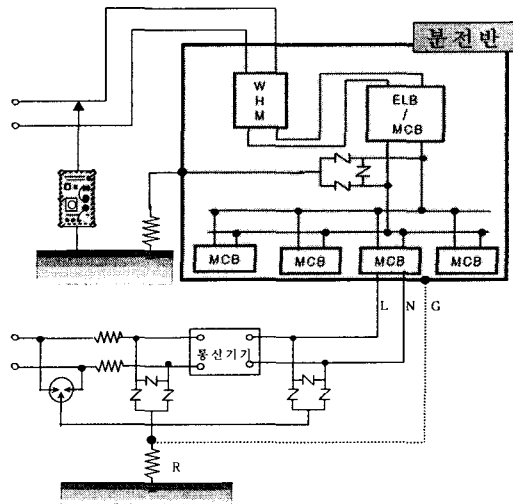
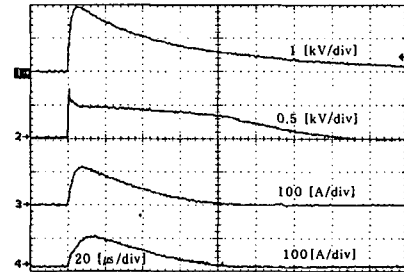
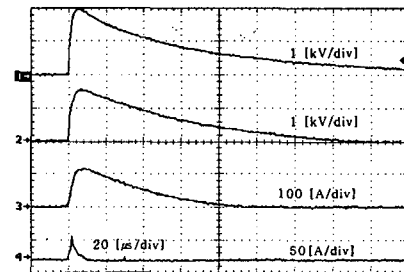


그림 2 SPD의 설치위치의 영향을 평가하기 위한 실험회로
 Fig. 2 Experimental circuit for evaluating the effect of installation position of SPDs

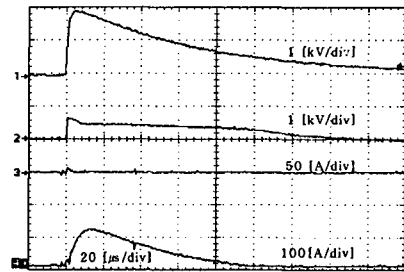
전원선을 통하여 뇌서지가 침입한 경우 SPD의 설치 위치 즉, SPD를 설치하지 않은 경우와 분전반, 통신기기의 앞단, 분전반과 통신기기의 앞단에 설치한 경우 전원선과 통신선사이의 전압 및 전원선의 대지전압의 측정 결과를 그림 3 ~ 그림 5에 나타내었다.



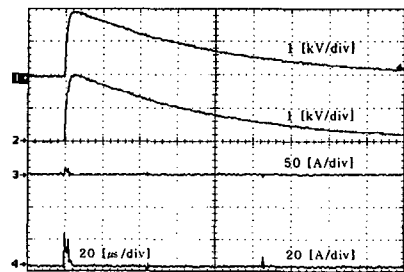
(a) 분전반 & 통신기기 앞단



(b) 분전반



(c) 통신기기 앞단



(d) 미설치

- 1 : 인가전압 2 : 전원선-통신선 전압
- 3 : 분전반 SPD 접지전류
- 4 : 통신기기 SPD 접지전류

그림 3 SPD의 설치위치에 따른 뇌서지 전압과 전류의 파형
 Fig. 3 Waveforms of surge voltages and currents by installation positions of SPDs

전원선을 통하여 입사한 뇌서지가 통신선으로 이행되는 전압은 통신기기 앞단에 SPD를 설치하는 경우가 낮았으며, 전원선의 대지전압은 SPD의 설치위치에 크게 영향을 받지 않았다.

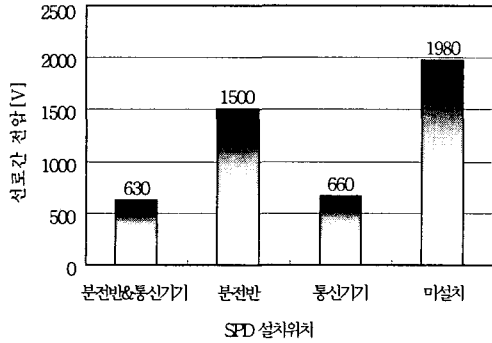


그림 4 전원선-통신선 사이의 전압
 Fig. 4 Voltages between the power lines and communication lines

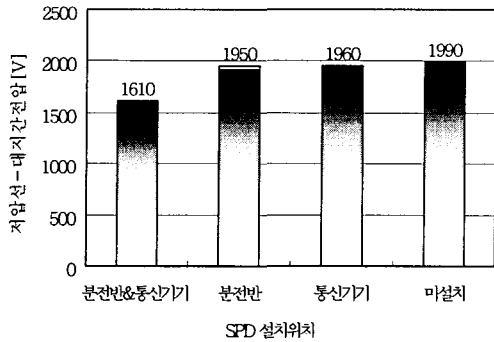


그림 5 전원선의 대지전압
 Fig. 5 Power line voltages to the ground

3.2 분기회로 길이의 영향

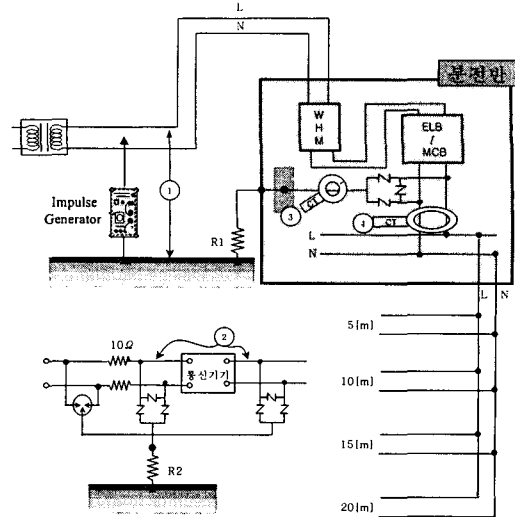
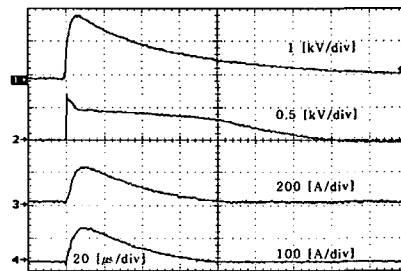
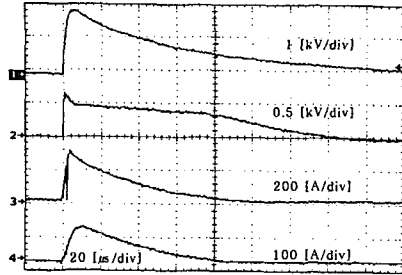


그림 6 분기회로 길이의 영향을 분석하기 위한 실험 회로도
 Fig. 6 Experimental circuit diagram for analyzing the effect of the length of branch circuit

그림 6은 뇌서지가 전원선을 통하여 입사한 경우 분기회로의 길이에 따라 통신기기에 나타나는 뇌서지의 영향을 평가하기 위한 실험계의 개략도를 나타내고 있다. 일반 수용가에서 분전반으로부터의 콘센트까지의 거리가 가까울 경우 5 [m]이내인 경우도 있지만 20 [m] 이상의 거리를 가지는 경우도 있게 된다. 따라서 SPD가 설치되어 있는 분전반으로부터 정보통신기기를 사용하는 콘센트까지의 거리가 5, 10, 15, 20 [m] 떨어진 위치에 콘센트를 각각 설치하고 분전반과 통신기기 앞단에 SPD를 독립접지하고, SPD의 접지저항을 변화시키면서 부하 측으로 침투하는 뇌서지전압 및 전류를 평가하였다.



(a) 접지저항 5[Ω]



(b) 접지저항 50[Ω]

- 1 : 인가전압 2 : 통신기기의 제한전압
- 3 : 분전반에 설치된 SPD에 흐르는 전류
- 4 : 통신기기 앞단에 설치된 SPD에 흐르는 전류

그림 7 SPD의 접지저항에 따른 동작특성
Fig. 7 Operation characteristics by the ground resistances of SPD

분전반과 통신기기 앞단에 모두 SPD가 독립접지되어 설치된 경우 뇌서지전압 및 뇌서지전류의 파형의 예를 그림 7에 나타내었다. 그리고 전원선에 뇌서지가 입사하였을 때 옥내배선으로 침투하는 전류의 정도를 함께 평가하였다.

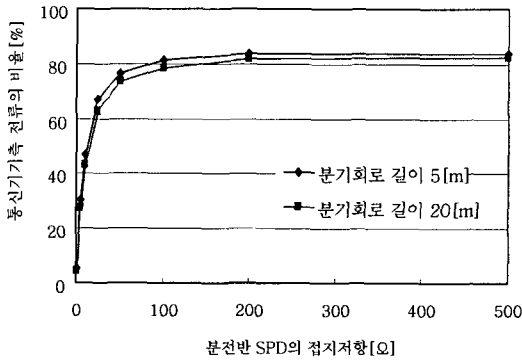


그림 8 분기회로의 길이에 따른 뇌서지전류의 이행율
Fig. 8 The ratio of the transferred current to the incident current by the length of branch circuit

분전반과 통신기기 앞단에 SPD가 설치되어 있는 경우 입사전류에 대한 통신기기 앞단에 설치되어 있는 SPD를 통해 흐르는 뇌서지전류의 비율을 그림 8에 나타내었다. 분전반 SPD의 접지저항이 커질수록 옥내배선, 즉 통신기기로의 이행되는 전류의 비가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 그리고 분기회로의 거리가 5 [m]일 때보다 20 [m]일 경우에 서지전류의 유입이 약간 낮게 나타나는 것을 볼 수 있는데 이는 분기회로의 길이가 길어질수록 분기회로 자체의 인덕턴스와 저항값이 커지게 되므로 뇌서지전류에 대해서는 무시할 수 없을 정도가 되어 뇌서지전류에 대한 임피던스가 크게 작용한 것으로 생각된다.

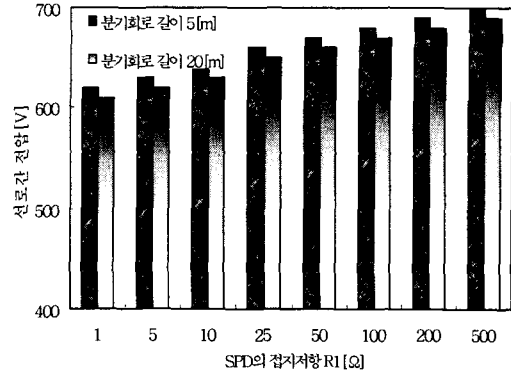


그림 9 전원선-통신선 사이의 전압
Fig. 9 Voltages between the power lines and communication lines

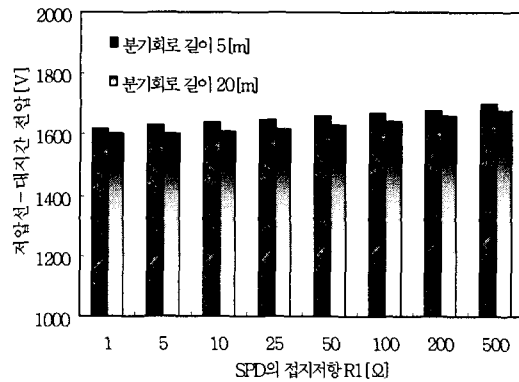


그림 10 전원선의 대지전압
Fig. 10 Power line voltages to the ground

분기회로의 길이 5 [m]와 20 [m]인 경우 주 SPD의 접지저항을 1 ~ 500[Ω]까지 변화시켰을 때의 전원선과 통신선간의 전압 및 전원선과 대지사이의 전압을 측정 한 결과를 그림 9와 그림 10에 각각 나타내었다. 이들 전압은 분기회로의 길이가 길어질수록 조금 낮게 나타났으며, 전원선과 통신선 사이의 전압은 접지저항이 증가함에 따라 점차적으로 증가하였으나 전원선의 대지전압은 거의 변동하지 않았다.

3.3 전선관 재료의 영향

옥내배선용 전선관의 재질이 PVC인 경우와 금속관으로 사용한 경우 전원선에 뇌서지가 침입하였을 때 전선관의 재질이 뇌서지 전파에 미치는 영향과 SPD의 보호 효과에 대하여 조사하였다.

분전반으로부터 분기회로의 길이가 20 [m]이고, 분기회로의 말단에 통신기기가 설치되어 있을 때 분전반과 통신기기 앞단에 모두 SPD가 설치되어 있는 경우 분전반과 통신기기 측에서 금속관을 공통접지선과 본딩하였

다. 통신기기 앞단에 설치되어 있는 SPD의 접지저항은 10 [Ω]으로 하고, 통신기기 앞단에 설치되어 있는 SPD를 통해 흐르는 서지전류와 입사전류의 비를 그림 11에 나타내었다.

이 논문은 산업자원부에서 시행하는 대학전력 연구센터 육성 및 지원사업에 의해 작성되었습니다.

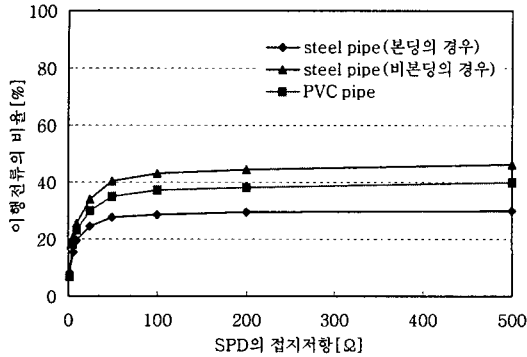


그림 11 전선관 재료에 따른 뇌서지전류의 이행율
Fig. 11 The ratio of the shift current to the incident current by the materials of conduit

금속제 전선관을 공통접지선과 본당한 경우는 PVC관을 사용할 때 보다 통신기기 측으로 침투하는 전류가 감소하였으나, 비본당하여 사용할 때에는 오히려 증가하였다. 이는 본당할 경우 표피효과에 의해 뇌서지전류의 대부분 금속전선관을 통해 흐르게 되고 본당을 하지 않은 경우에는 공통접지선을 통해 흐르는 전류를 제한하는 차폐효과에 의해 전원선을 통해 흐르는 전류가 증가하기 때문이다.

4. 결론

전자기기의 전원선에 뇌서지가 입사하였을 때 SPD의 설치조건이 보호효과에 미치는 영향을 분석한바 다음과 같은 결론을 얻었다.

전원선을 통하여 입사한 뇌서지가 통신선으로 이행되는 전압은 통신기기 앞단에 SPD를 설치하는 경우가 낮았으며, 전원선의 길이가 길어지면 뇌서지의 억제 측면에서는 유리하다. PVC 전선관을 사용할 때 보다 금속제 전선관을 본당하여 사용하는 것이 과전압억제에 유효하다.

SPD의 보호효과는 전원계통의 접지방식, 분기회로의 길이, SPD의 설치위치, 접지선의 배선방식 등 여러 가지 요인에 의하여 변화하므로 SPD를 설치할 때 이들 요인을 충분히 고려해야 하며, 그 밖의 요인에 대해서도 계속 연구 중에 있다.

참고 문헌

- [1] B. Richter, "Surge Protective Devices for Low-Voltage Power Distribution Systems, -The New IEC-Standard and First Experience with It", Proc. 23rd ICLP, Paper No.7C-1, pp.764~767, 1998.
- [2] R. B. Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John Wiley & Sons, Inc., First edition, New York, pp.3~33, 1989.
- [3] 이복희, 이동운, 강성만, 엄주홍, 이승철, "정보통신용 뇌서지 보호장치의 효과적인 설치기법", 한국조명·설비학회 논문지, Vol.16, No.5, pp.90~96, 2002
- [4] M. B. Marz, S. R. Mendis, "Protecting load devices from the effects of low-side surges", IEEE Trans., Vol. 29, No. 6, November/December 1993.
- [5] Task Force Report, "Secondary(low-side) surge in distribution transformers", IEEE Trans., Vol. 7, No 2, April 1992