

배선 길이 변화에 따른 뇌서지 전파 특성에 대한 실험 연구

論 文
53C-12-5

Experimental Study on The Propagation Characteristics of Lightning Surge According to Variation of Wire Length

徐 浩 準* · 李 東 熙*
(Ho-Joon Seo · Dong-Hee Rhie)

Abstract - Electrical circuits with semiconductor are very weak against lightning surge. The surge protective devices for electronic circuit and AC power lines are becoming more widely used. To achieve effective method of surge protection, there are needs for correlation between lightning surge and indoor wire length or installation height of indoor wire. The aim of this present work is to investigate the propagation characteristics of lightning surge according to variation of wire length. As a consequence, the maximum voltage at the end of the open wire in proportion to length of indoor wire. Therefore this result may be raw data for establishment of surge protection system.

Key Words : Lightning Surge, 뇌피해, SPD, 뇌보호 대책, 뇌서지 전파 특성

1. 서 론

현대의 사회생활에서 전기에너지가 주된 에너지로 자리 잡게 됨에 따라 낙뢰에 기인하는 피해가 증가하게 되어, 전력회사나 전기철도 등 전력설비 유관분야에서는 이전부터 뇌현상에 관한 다양한 연구 및 뇌보호대책이 진행되어 왔다. 그 결과 뇌의 발생이나 그 특성 등 많은 부분이 해명되어 전력설비 및 기기 등의 뇌해방지대책 수립에 크게 기여하였다. 현재 송배전설비를 중심으로 한 전력분야에서는 뇌해에 대한 보호기법이 완전하다고는 할 수 없으나 어느 정도 확립되어 착실히 그 성과를 올리고 있다. 최근의 가전제품은 마이크로프로세서 탑재 제품이 많아지고 또한 팩시밀리 등의 가정용 정보기기는 전원선과 통신선의 양측이 상호 접속되어 있다. 또한 이들 전자회로로 구성된 전자기기의 전원선·통신선·제어선의 대부분은 옥외에 배선되어 있어 항상 뇌격의 위협에 노출되어 있다. 이와 같은 전자기기에 대한 최적의 뇌해대책은 21세기 고도정보화사회를 지지하기 위한 중요한 기술적과제로서 지금까지 그다지 검토되어 오지 않았던 새로운 문제이다. 전자회로에 대한 뇌해는 단순히 기기·장치의 손상을 일으킬 뿐만 아니라 뇌서지에 기인하는 오차신호에 의한 오동작 문제도 고려할 필요가 있다.

이와 같이 고도정보화사회에 대응한 저압전선로의 전기설비, 가전기기 등에 대한 뇌보호 대책 연구는 외국에서도 현재 지속적인 연구가 진행되고 있는 단계로 앞으로의 연구 성과가 크게 기대되고 있으며, 따라서 국내에서도 고압송배

전선이나 변전설비·통신설비, 개별기기의 뇌보호연구에서 얻어진 결과를 활용하여 저전압 전력시설물에 대해 뇌에 기인하는 피해실태와 그 기구를 명확히 하여 국내실정에 맞는 보다 효과적인 뇌보호대책을 조속히 확립할 수 있는 연구가 시급히 요구되고 있는 실정이다.[1]-[8] 따라서, 본 논문에서는 효율적인 뇌보호대책 수립을 위한 기초 연구로써 배전선 인입단에 인가된 뇌서지와 옥내 배선 길이에 대한 상관 관계를 규명하고자 한다. 연구 수행을 위하여 일반 수용가를 모사한 모의 가옥을 이용하여 배전 인입단에 인가된 뇌서지의 전파 양상을 실험적으로 분석하고자 한다.

2. 실험용 모의 가옥 구성 및 실험 방법

본 논문에서 옥내 배선 길이와 뇌서지 전파특성을 분석하기 위하여 일반 저전압 시설물의 연결 상태를 모사할 수 있는 모의가옥을 구현하였다. 구성된 모의 가옥은 일반 수용가 층의 옥내 배선 및 기기를 연결할 수 있도록 구성하였으며 실험실의 장소 문제로 인하여 일반 가정의 크기보다 작은 형태로 구성하였으며 모의 가옥의 제원은 가로 500cm 세로 250cm 높이 280cm 로서 저전압 시설물인 일반 가정용 기기의 연결 길이를 고려하여 실험하기 위한 최소한의 조건을 충족하도록 제작하였다. 구성된 모의 가옥을 이용하여 지면으로부터 가장 가까운 곳에 위치하는 일반 콘센트에서부터 가옥물 상단의 조명기구에 필요한 옥내 배선을 모의할 수 있도록 구성하였다. 또한, 가로 500cm 세로 250cm 의 면적은 일반 가정 면적보다는 작으나 현재 본 연구실에 구현할 수 있는 최대한의 실험실 공간으로써 연구 수행시 필요한 서지 전파 양상 및 보호 대책 수립 과정에는 크게 문제 되지 않을 것으로 사료된다. 구현한 모의 가옥의 대략적인 구성도는 그림 1과 같다.

† 교신저자, 正會員 : 水源大 工大 電氣工學科 招聘教授 · 工博
E-mail : hojoon@suwon.ac.kr

* 正會員 : 水源大 工大 電氣工學科 副教授 · 工博
接受日字 : 2004年 9月 25日
最終完了 : 2004年 11月 10日

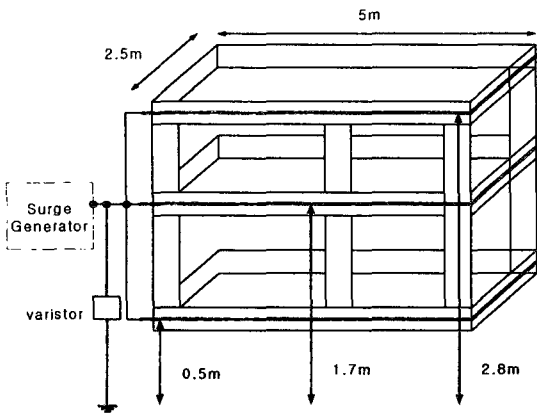


그림 1 모의 가옥 구성도
Fig. 1 Diagram of model house

본 논문에서 이용한 서지 발생장치는 건축물 내부로 침입하는 여러 가지 요인에 의하여 발생하는 침입 뇌서지 파형을 발생시키는 기능을 수행하며 IEC 61000-4시리즈, ANSI C62.41, UL 1449 등의 서지에 관련된 국제규격에 적합한 모의실험장비로써 모의 가옥을 이용한 뇌서지 침입 경로 규명 및 서지역제기(Surge Protection Device)의 테스트시 반드시 필요한 장비이다. 본 장비를 이용하여 뇌서지에 대한 SPD 서지 억제 효과 및 모의 가옥에서 침입 가능한 뇌서지를 인위적으로 발생시켜서 뇌서지 침입 메카니즘 규명에 대한 실험을 기반으로 한 연구를 수행하였다.

3. 실험결과 및 분석

일반 수용가측 옥내 배선은 전원 인입단을 기준으로 바닥에서 약 30cm 높이에 전원용 콘센트가 설치되어 있으며 이러한 상황에서의 뇌서지 침투 효과를 검토하기 위하여 현재 제작한 모의 가옥의 최하단부 위치인 50cm를 일반 전원용 콘센트에 해당하는 배선 높이라고 가정한 후 배선길이를 다르게 한 후 조건을 달리하여 여러 가지 실험을 수행하여 옥내 배선 말단 전압 양상을 취득하였다. 연구를 수행하기 위한 실험 구성도는 그림 2와 같다.

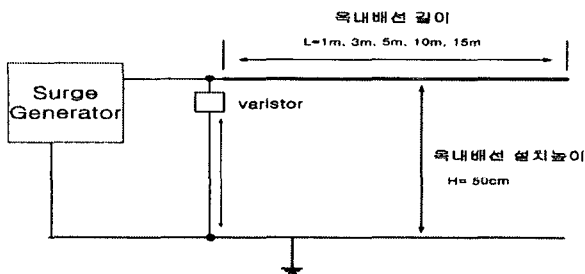


그림 2 배선 길이 변화에 따른 서지 전파 양상 실험 구성도
Fig. 2. Experiment diagram for propagation characteristics of lightning surge according to variation of wire length

실험 조건으로써는 상용 전원을 인가하지 않은 상태에서

인입단에 서지 발생 장치의 출력 전압을 인가한 후, 인입단에 설치되어 있는 SPD를 통과한 서지 전압의 분포를 옥내 배선길이 1m, 3m, 5m, 10m, 15m 에 대한 옥내 배선 길이 변화를 인가하면서 동시에 인입단에 설치한 SPD의 위치를 변경하면서 전파되는 서지 억제 전압의 파형을 취득하였다.

배선 설치 높이 50cm 에 대하여 배선길이에 따른 말단 전압 분포 양상을 그림 3과 그림 4에 도시하였다. 그림 3은 SPD를 지면으로부터 0cm 에 설치 한 결과이며 그림 4는 지면으로부터 50cm 에 설치한 후 배선 말단 발생 전압의 최대값을 도시한 것이다. 또한, 그림 5는 SPD 설치 높이를 0cm 10 cm 30 cm 50cm 로 위치 변화시키면서 배선 말단 발생 전압의 양상을 나타낸 그래프이다.

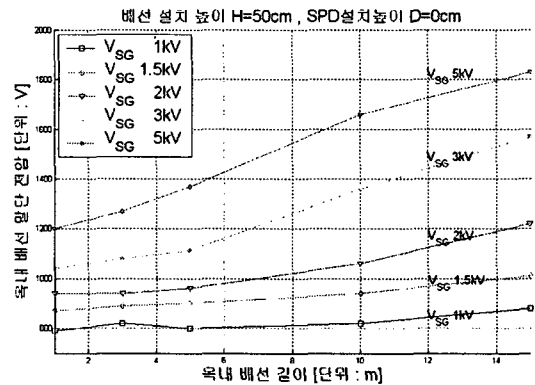


그림 3 배선 길이 변화에 따른 말단 전압 최대값(SPD 설치 높이: D=0cm)

Fig. 3 Maximum voltage at the end of open wire according to variation of wire length(Installation height of SPD : D=0cm)

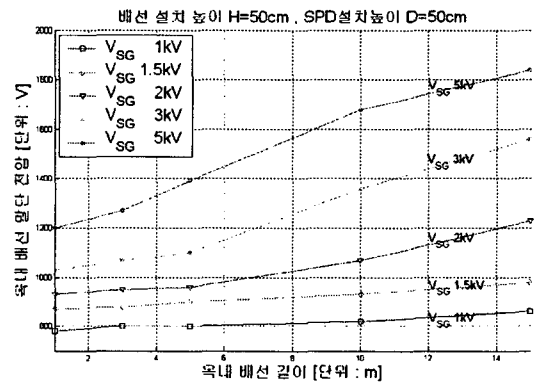


그림 4 배선 길이 변화에 따른 말단 전압 최대값(SPD 설치 높이: D=50cm)

Fig. 4 Maximum voltage at the end of open wire according to variation of wire length(Installation height of SPD : D=50cm)

실험 결과로부터 확인한 결과, 옥내 배선 길이가 길어질수록 인입단측에 설치한 피뢰소자에 의한 뇌서지 보호 효과가 감소하는 경향을 실험적으로 취득하였으며 이는 피뢰소자에 의한 과전압 보호 기능이 피뢰소자로부터 멀어질수록

감소하기 때문에 풀이된다. 따라서, 국내 주택의 대형화 또는 전원 등과 같이 면적이 큰 경우 옥내 정보 통신기기를 보호하기 위하여는 그에 대한 대비책 예를 들면 다수의 서지 억제기 설치 또는 효율적인 서지 저감을 위한 서지 억제기의 배치 방법 등과 같은 사항을 고려하여 효과적인 뇌서지 보호 대책을 마련하여야 한다고 사료된다.

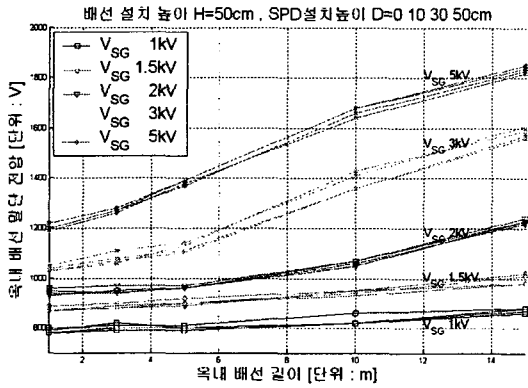


그림 5 배선 길이 변화에 따른 말단 전압 최대값(SPD 설치 높이: D=0 10 30 50cm)

Fig. 5 Maximum voltage at the end of open wire according to variation of wire length(Installation height of SPD : D=0 10 30 50 cm)

그림 6과 그림 7에 배선 설치 높이를 50cm, 170cm, 280cm 로 가변시키면서 인입단측에 발생한 서지 전압에 대한 배선 말단 발생 전압 최대값의 양상을 도시하였다. 그림 6은 서지 전압을 2000V 로 인가한 경우의 실험 결과이며 그림 7은 5000V의 서지 전압을 인가하였을 경우의 결과이다.

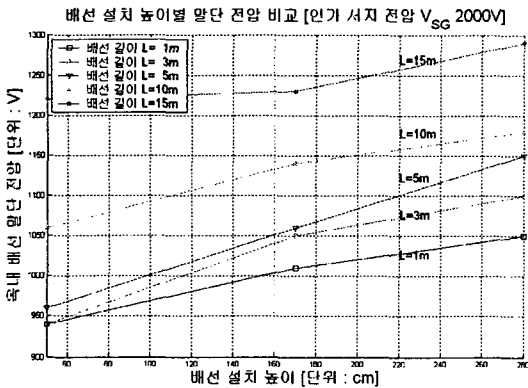


그림 6 배선 설치 높이 변화에 따른 말단 전압 최대값(인가 서지 전압 2000V)

Fig. 6 Maximum voltage at the end of open wire according to variation of wire installation height(Input surge voltage 2000V)

시험 결과로부터 옥내 배선 설치 높이가 지면으로부터 멀어질수록 뇌서지 억제 효과가 감소하는 양상을 확인하였으며 지면으로부터 설치된 옥내 배선 높이가 증가함에 따라

뇌서지 억제 방법 또는 방식을 수립하여야만 효과적인 뇌서지 보호대책을 마련할 것으로 기대된다.

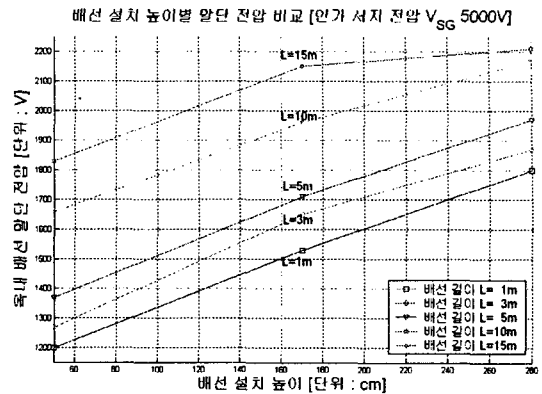


그림 7 배선 설치 높이 변화에 따른 말단 전압 최대값(인가 서지 전압 5000V)

Fig. 7 Maximum voltage at the end of open wire according to variation of wire installation height(Input surge voltage 5000V)

4. 결 론

본 논문에서는 효율적인 뇌보호대책 수립을 위한 기초 연구로서 일반 가옥 인입단에 인가된 뇌서지와 옥내 배선 길이에 대한 상관 관계를 실험적으로 규명하였다. 연구 수행을 위하여 일반 수용가를 모사한 모의 가옥을 이용하여 배전 인입단에 인가된 뇌서지의 전파 양상을 실험적으로 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

옥내 배선 길이가 길어질수록 인입단측에 설치한 피뢰소자에 의한 뇌서지 보호 효과가 감소하는 경향을 실험적으로 확인하였으며 이는 피뢰소자에 의한 과전압 보호 기능이 피뢰소자로부터 멀어질수록 감소하기 때문으로 풀이된다. 따라서, 국내 주택의 대형화 또는 전원 등과 같이 면적이 큰 경우 옥내 정보 통신기기를 보호하기 위해서는 그에 대한 대비책 예를 들면 다수의 피뢰기 설치 등과 같은 사항을 고려하여 효과적인 뇌서지 보호 대책을 마련하여야 한다고 사료된다 또한, 옥내 배선 설치 높이가 지면으로부터 멀어질수록 뇌서지 억제 효과가 감소하는 실험 결과를 얻었으며 지면으로부터 설치된 옥내 배선 높이가 증가함에 따라 뇌서지 억제 방법 또는 방식을 수립하여야만 효과적인 뇌서지 보호 대책을 마련할 것으로 기대된다. 또한, 실험 데이터로부터 SPD 설치 높이는 일반적으로 뇌서지 억제 효과에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 파악되었으며 이는 옥내 정보통신기기를 보호하기 위한 설비 시공에 대한 참고 사항으로 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 한국전기안전공사 전기안전연구원 지원에 의하여 이루어진 연구(R-2003-0-258)로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

[1] B. Richter, "Surge Protective Devices for Low-Voltage Power Distribution Systems, -The IEC-Standard and First Experience with it", Proc. 23rd ICLP, Paper No.7C-1, pp.764~767, 1988.

[2] R. B. Standler, "Protection of Electric Circuits from Overvoltages", John Wisly & Sons, Inc, First edition, New York, pp. 3~33, 1989.

[3] 이복희, 이동문, 강성만, 엄주홍, 이승철, "정보통신용 뇌서지 보호장치의 효과적인 설치기법", 한국조명·설비학회 논문지, Vol. 16, No. 5, pp. 90~96, 2002.

[4] 이복희, 이동문, 강성만, 이수봉, "전원계통의 접지방식에 따른 서지보호기의 보호효과", 한국조명·설비학회 논문지, Vol.17, No.6, Startpage 66, Totalpage 6.

[5] M. B. Marz, S. R. Mendis, "Protecting Load Devies form the effect of low-side surges", IEEE Trans., Vol. 29, No. 6, Nobember/December 1993.

[6] Task Force Report, "Secondary(low-side) surge in distribution transformers", IEEE Trans., Vol. 7, No 2, April 1992.

[7] IEC 61643-1, "Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems- Part 1: Performance requirements and testing methods", First edition, pp. 3~37, 1998-02

[8] IEC 61643-12, "Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems- Part 12: Performance requirements and testing methods", First edition, pp. 113~117, 2002-02.

[9] 임순재, 이주광, 이완규, 최만용, "옥외용 전자장비의 낙뢰 서지 대책", 산업안전학회지, Vol. 12, No. 1, Startpage 29, Totalpage 8.

[10] D.W. Jackson, "Survey of failure of surge protective capacitors and arresters on AC rotating machines report by working group 3.4.9 of surge protective devices committee", Power Delivery, IEEE Transactions on, pp. 1725~1729 Vol. 4 July 1989.

[11] Harrison, J. "Why and how do surge protective devices (spd) fail: a safety article", 29-31 March 1994.

[12] Matsumoto, Y.Sakuma, O.Shinjo, K.Saiki, M.Wakai, T.Sakai, T.Nagasaka, H.Motoyama, H.Ishii, M. "Measurement of lightning surges on test transmission

line equipped with arresters struck by natural and triggered lightning", Power Delivery, IEEE Transactions on, Volume. 11, April 1996.

[13] Dortolina, C.A. Rios, R.A. "surge arresters. Protecting equipment from heatstroke", Potentials, IEEE, Volume. 15, No. 1, pp. 34~36, Feb.-March 1996.

[14] Martzloff, F.D. "Coupling, propagation, and side effects of surges in an industrial building wiring system", Industry Applications, IEEE Transactions on, Vol. 26, No. 2 pp. 193-203, March-April 1990.

[15] N.; Koga, H.; Motomitsu, "A new lightning surge test circuit for telecommunications equipment in Japan/Kuwabara", IEEE Transactions on, Vol. 30, No. 3, pp.393~400 Aug. 1988.

저 자 소 개



서 호 준(徐浩準)

1968년 10월 13일생. 1991년 고려대 전기공학과 졸업. 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 2001년~2003년 순천향대학교 BK21사업단 계약교수. 2004년~현재 수원대 전기공학과 초빙교수
Tel : 031-229-8169, Fax : 031-229-8169
E-mail : hojoon@suwon.ac.kr



이 동 희(李東熙)

1956년 1월 29일생. 1978년 고려대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1992년~1997년 수원대 전기공학과 조교수. 1998년~현재 수원대 전기공학과 부교수
Tel : 031-220-2326, Fax : 031-229-8169
E-mail : dhrhie@suwon.ac.kr