

공동주택에서 SPD의 리드선 길이 및 보호거리에 대한 영향 평가

(Evaluation of the Impacts of SPD Connecting Lead Lengths and SPD Protection Distance to the Apparatus in Apartments)

이기홍* · 강무성**

(Kihong Lee · Moo-Sung Kang)

Abstract

The proper installation of SPD and the evaluation of the SPD protection distance are basic steps for the effective protection measures of apparatus against surges within a structure. A novel method for installing SPD on the conventional distribution board without any modification was proposed and its effectiveness was evaluated by experiments.

Also, the transient overvoltage occurred across the power line from the SPD to the load was simulated with EMTP software to see how different the protection distances affecting the magnitude of the transient overvoltage. As evaluated, the effective protection method of apparatus against surges, coordinated SPD protection system is suggested as a proper measure to protect within the apartment.

Key Words : SPD(Surge Protective Device), Residual Voltage, ATP-EMTP, SPD Energy Share

1. 서 론

지구 온난화가 진행됨에 따라 낙뢰의 발생빈도가 증가하고 그에 수반되는 낙뢰피해도 매년 증가하고 있다[1]. 낙뢰는 인명피해 뿐만 아니라 구조체의 파손, 각종 전기전자기기의 파손이나 오동작까지 광범위하게 피해를 일으키고 있다. 특히 정보시대가 도래함에 따라 각종 전기전자기기가 건축기술과 융합되어 널리 보급되고 있어 이들 전기전자기기의 낙뢰 피해도

빠르게 증가하고 있다.

공동주택에서도 기술발전에 따라 첨단가전기기과 정보기기들이 급속히 보급되고 있어 그 피해도 함께 증가하고 있다. 건축물에서 전기전자기기들은 직격뢰에 의한 피해보다는 선로나 금속체 등을 따라 유입되는 서지에 의해 피해를 입는 것으로 보고되고 있다 [2]. 이러한 서지 피해를 방지하기 위해서 공동주택에서도 전원공급설비에 서지보호장치(Surge Protective Device: SPD)가 적용되어 운영되고 있다. SPD를 건축물에 적용할 때는 건축물의 서지환경에 따라 구분된 각 카테고리에 적합하게 SPD를 선정하여 설치하도록 하고 있다[3]. IEC 60364-4-44에서는 건축물내에서의 서지환경을 4개의 카테고리로 구분하며, 건물 인입구는 카테고리 IV로서 가장 열악한 서지환경으로

* 주저자 : 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원

** 교신저자 : 비즈로이엔아이 차장

Tel : 031-489-1976, Fax : 031-492-2216

E-mail : kangms01@yahoo.co.k

접수일자 : 2011년 9월 16일

1차심사 : 2011년 9월 17일

심사완료 : 2011년 9월 29일

구분된다.

이에 근거하여 공동주택에서는 동(棟) 분전반에 카테고리 IV에 해당되는 SPD를 설치하고 이를 통하여 각 세대의 모든 전기전자기기를 보호하고 있다. 그러나 공동주택에서의 SPD 적용에는 일부 개선되어야 할 사항들이 지적되고 있다. 그 중 하나는 분전반에 있는 SPD의 시공에 관한 문제이며 또 다른 하나는 분전반 SPD와 각 세대에 있는 전기전자기기들과의 거리를 의미하는 보호거리 문제이다.

SPD의 시공에서는 SPD의 리드선을 최대한 짧게 시공하여야 함에도 불구하고 권장길이(50[cm] 이하)보다 훨씬 길게 시공하고 있어 SPD의 설치효과가 저감될 우려가 제기되고 있다. 이는 공동주택 단지의 각 동(棟)에 시설되는 분전반이 SPD의 설치를 사전에 반영한 제품으로 보급되지 않았고 기술자 또한 SPD의 시공기술을 정확히 이해하지 못하였기 때문인 것으로 추정된다.

또한 SPD에 의해 전자기기를 효과적으로 보호하기 위해서는 보호거리, 서지의 진동 및 반사현상, 보호하고자 하는 기기 및 SPD의 특성 등 다양한 요인들을 고려하여야 한다. 특히 보호거리가 길면 서지의 과동현상이 나타나 전기전자기기를 효과적으로 보호할 수가 없어 보호거리에 기인한 현상들에 대하여 많은 연구들이 진행되어 왔다[4-5]. 보호거리가 길어지면 서지의 과동현상 등으로 발생된 과전압이 SPD의 잔류전압에 중첩되어 부과되므로 낮은 잔류전압을 갖는 SPD를 적용하여야 한다는 방안도 제시되고 있다[4]. 또한, 부하의 특성과 선로의 길이를 동시에 고려하여 전자기기에 발생하는 과전압특성에 대한 연구 결과도 보고되고 있다[5].

그러나 이러한 연구들은 보호거리에 의해 나타나는 일반적 특성에 대한 연구들이며 특정한 건물을 대상으로 한 것이 아니다. 따라서 이 연구결과들이 다양한 현장에서 그대로 활용되기에는 다소 어려움이 있다.

따라서 본 논문에서는 SPD 시공시 리드선의 길이에 대한 영향을 분석하고 대책방안을 제시하였다. 또한 공동주택을 대상으로 실제 적용되는 전력케이블의 종류나 부하기기의 특성 등 제반 실제 상황을 반영하여 보호거리에 따라 세대내의 전자기기에 나타나는

과전압 현상도 함께 분석하였다.

2. SPD의 시공

2.1 SPD의 적용 및 시공 실태

공동주택의 각동 지하층에는 일반적으로 엘리베이터 등의 공용설비에 전원을 공급하기 위한 동력분전반과 각 가정에 전원을 공급하기 위한 전등분전반이 있으며 이들 분전반에는 각각 전원용 SPD가 설치되어 운영되고 있다(그림 1).

엘리베이터 제어반은 주로 지층에 있는 기계실에 위치하고 있고 여기에는 전원용 SPD가 설치되어 있어 지하층의 동력분전반에 있는 SPD와 동작협조를 이루어 가며 운영되고 있다. 하지만 각 세대내의 분전반에는 전원용 SPD가 설치되어 있지 않고 동(棟)의 전등분전반에만 SPD가 설치되어 있으며 이 하나의 SPD로 각 세대의 모든 전기전자기기를 보호하고 있다.

이와 같이 분전반에 SPD를 시공할 때에는 리드선의 길이를 최대한 짧게 하여 리드선의 임피던스에 의해 발생하는 과전압을 최소화하여야 한다.

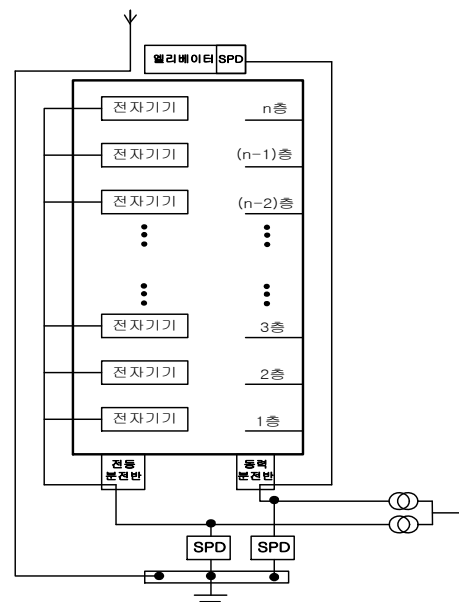


그림 1. 공동주택에서의 SPD설치 개요도
Fig. 1. Schematic diagram of SPD installation in Apartments

그 이유는 SPD 리드선의 길이가 길어지면 리드선을 통과하는 뇌서지 전류에 의해 발생된 과전압이 보호하고자 하는 전자기기에 SPD 잔류전압과 함께 중첩되어 부과되므로 보호하고자 하는 전자기기가 손상될 수 있기 때문이다[6].

따라서 한국산업표준(KS)에서는 건축물 설비에서 SPD 시공과 관련하여 그림 2와 같이 SPD 리드선(연결도선)의 길이를 0.5[m] 이하로 제한하고 있다.

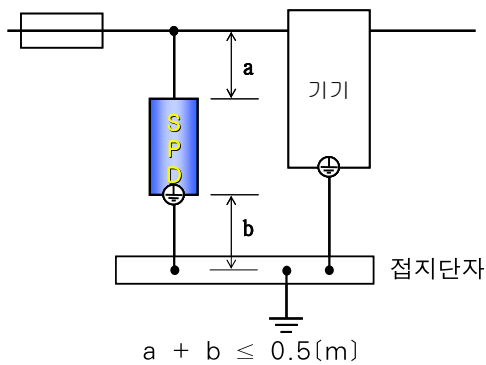


그림 2. SPD 리드선 길이의 제한
Fig. 2. Limitation of the SPD connecting lead lengths

그러나 공동주택의 수변전실 및 동 분전함 등에 설치되어 있는 SPD의 시공실태를 조사해 본 결과 그림 3과 같이 대부분 SPD 리드선의 길이가 1~2[m] 정도로 길게 시공되고 있는 것으로 조사되었다.



그림 3. SPD 시공 실태
Fig. 3. Pictures of SPD installed in Apartments

2.2 SPD 리드선 길이의 영향분석 및 시공 방법 개선

공동주택에 있는 기존의 분전반에서는 SPD가 분전반의 상단부에 설치되고 접지단자는 분전반의 하단부에 설치되어 있어 SPD 리드선의 길이가 0.5[m]를 초과하여 2[m]까지 이르게 되는 경우가 있다.

이때 낙뢰서지가 SPD를 통과하여 흐르면 SPD의 잔류전압과 시공리드선에서 임피던스에 의해 발생하는 과전압이 중첩되어 부하기에 부과되므로 부하기가 손상될 우려가 있다.

이러한 현상을 해석하기 위해 리드선의 길이를 2[m]로 가정하여 EMTP로 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션에 적용한 SPD는 전압제한 특성의 ZnO 바리스터형 SPD이며 최대연속동작전압(Uc)은 300[V], 잔류전압(Ures)은 2,800[V]이다. 리드선은 굵기가 240[mm]인 케이블(450/750[V] F-CV 1C)로 하였다.

시뮬레이션의 결과 부하기에는 그림 4와 같이 약 3,900[V] 정도가 최대로 부과되는 것으로 나타났다. 이는 잔류전압을 2,800[V]로 가정할 경우 1,100[V]는 리드선의 영향으로 발생된 과전압으로 해석할 수 있으며 이들의 최대치가 동시에 발생되어 중첩된다면 부하기에는 더 큰 과전압이 부과될 수 있다.

이러한 시뮬레이션의 결과는 SPD를 시공할 때 리드선의 길이를 최대한 짧게 하는 것이 매우 중요하다는 것을 보여주고 있다.

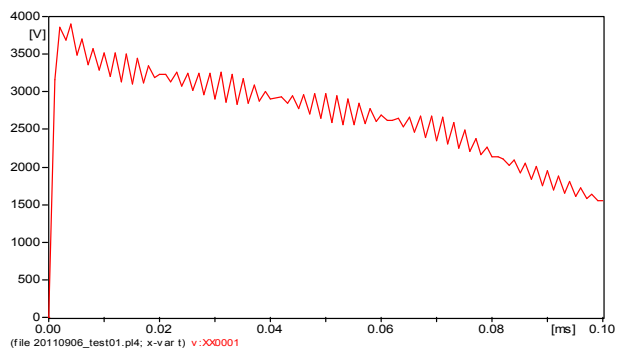


그림 4. 전자기기에 나타나는 과전압(리드선 길이 2[m])
Fig. 4. Overvoltage in the case of 2[m] of the SPD connecting lead lengths

따라서 본 연구에서는 기존 분전반에서 구조를 변경하지 않고 SPD를 적절하게 시공할 수 있는 방안으로 그림 5와 같은 방안을 제시하고자 한다. 제안된 SPD 설치 방법은 기존의 방식에서 본딩바를 분전반의 내부에 부가적으로 설치하여 리드선의 길이를 짧게 할 수 있는 방식이다. 제안된 방식에서 리드선 a 및 b의 임피던스에 의한 전압과 SPD의 잔류전압만이 합해져서 전자기기에 부과될 뿐 본딩바에서 접지로 가는 접지선은 전자기기에 부과되는 전압(V_o)에 전혀 영향을 미치지 못하게 된다.

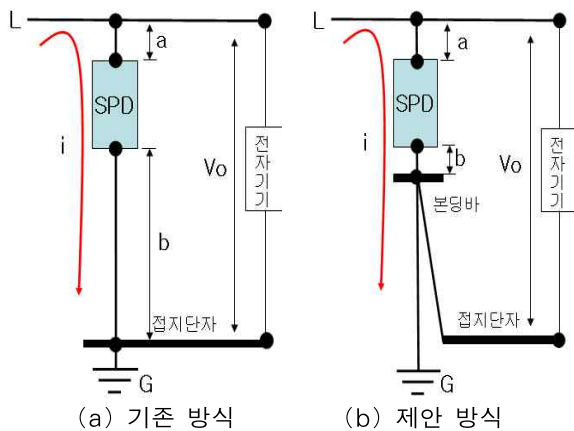


그림 5. 제안된 SPD 시공 방안
Fig. 5. Proposed method of SPD installation

제안된 방식은 기존의 분전함 크기와 접지단자의 설치위치를 변경하지 않고도 리드선 길이에 의한 영향을 최소화 할 수 있다는 장점을 가진다.

제안된 방식의 효과를 실증하기 위하여 실제 현장에서 적용되는 분전반과 동일한 분전반을 사용하여 실험체를 구성한 다음 10[kA](8/20[μ s] 파형)의 전류를 SPD에 부과하였다. 이때 시료로 사용된 SPD는 MOV 타입으로 그 정격은 40[kA]/Mode, 최대방전전류 80[kA], 전압보호레벨 3[kV]의 제원을 갖는다. 기존방식과 제안된 방식에서 전원선과 접지극사이의 리드선 길이를 다르게 하면서 부하기에 발생하는 전압(V_o)을 측정된 결과를 표 1에서 보여주고 있다.

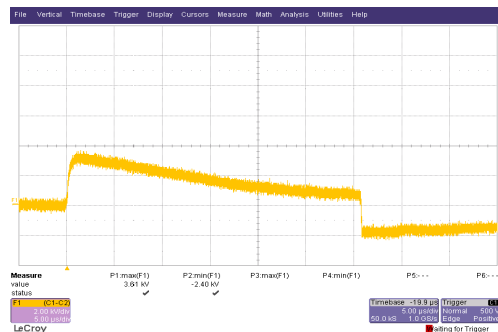
그림 6은 실측의 결과를 보여주는 그림으로서 전원선과 접지극사이의 길이를 2[m]로 하였을 때 전자기

기에 부과되는 전압(V_o)를 나타낸다.

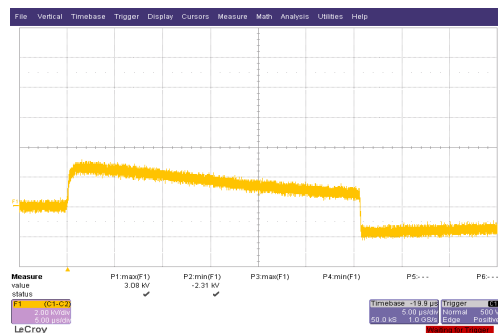
본딩바를 사용하지 않는 기존의 방식은 리드선의 길이가 길어짐에 따라 보호하고자하는 기기에 부과되는 전압이 높아지지만, 제안된 방식에서는 거의 차이가 없이 일정함을 보여주고 있다. 결과적으로 제안된 방식은 리드선 길이의 영향을 최소화하여 SPD의 설치 효과를 극대화할 수 있다는 것을 보여주고 있다.

표 1. 시공방식별 보호기기에 부과되는 과전압
Table 1. Overvoltage injected to apparatus

	기존 방식	제안 방식
리드선길이(a+b)	1[m]	0.3[m]
출력전압(V_o)	3.35[kV]	2.99[kV]
리드선길이(a+b)	2[m]	0.3[m]
출력전압(V_o)	3.61[kV]	3.06[kV]



(a) 기존방식에서 부하단자의 전압(V_o) (3.61(kV))



(b) 제안방식에서 부하단자의 전압(V_o) (3.06(kV))

그림 6. 리드선 길이의 영향
Fig. 6. Influence of SPD connecting lead lengths

3. 보호거리의 영향 분석

3.1 회로모델링

공동주택이 초고층화됨에 따라 전원선로의 길이는 길어지고 있다. 따라서 전원선로에 서지가 침입하면 각 세대에 있는 전자기기에는 SPD의 잔류전압과 SPD보호거리에서 발생한 전압이 서로 영향을 주어 전자기기의 파손이 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 보호거리의 길이에 따라 각 세대의 전자기기에 나타나는 과전압을 EMTP로 분석하고 SPD의 합리적인 적용방안을 제시하고자 한다.

건축물에 적용되는 피뢰시스템은 보호되는 건축물의 중요도와 특성에 따라 4가지 등급으로 구분된다. 공동주택은 일반적으로 3등급 또는 4등급의 피뢰시스템이 적용될 수 있으며 이때 피뢰 시스템에 유입되는 피크전류는 100[kA](10/350[μs] 파형)로 상정된다[7].

건축물의 피뢰시스템에 유입된 낙뢰전류는 접지를 따라 50[%]가 대지로 방류되고 나머지 50[%]는 전원선이나 통신선, 기타 금속성 도전재료로 분류될 수 있는데[4], 계산상의 편이를 위해 본 논문에서는 모두 전원선으로 유입(50[kA])된다고 가정한다. 따라서 전원선이 3상 4선식인 경우에 각 상에는 12.5[kA](10/350[μs])의 임펄스 전류가 선로에 유입되는 것으로 가정할 수 있다.

공동주택에 시설되는 전선로의 대부분은 케이블을 적용하고 있다. 이때 전원 선로의 회로 정수는 R, L, C가 균등하게 분포하고 있다는 가정하에 분포 정수 등가 회로를 그림 7처럼 구성하였다. 전선의 종류는 F-CV 240[mm²]로 하였다.

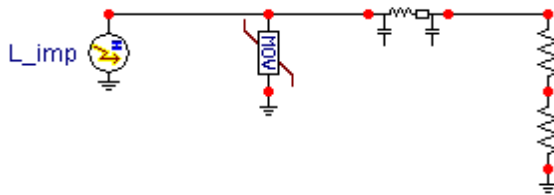


그림 7. 선로 인입단 SPD 설치 등가회로
Fig. 7. Equivalent circuit of SPD installation at the entrance

3.2 선로길이에 의한 과전압 분석

3.3.1 이론적 고찰

선로에 낙뢰로 인한 서지전압이 유입되면, 선로를 따라서 서지전압이 진행하게 된다. 서지 전압으로 인하여 기기 단자에서 발생하는 전압은 입사파와 반사파의 중첩 영향으로 최대 2배의 전압이 발생할 수 있다[2]. 이러한 전압은 다음과 같은 식으로 정의될 수 있다.

$$U_{app} = U_p + \Delta U \tag{1}$$

$$\Delta U = 2s \frac{l}{v} = kl \tag{2}$$

U_{app} : 기기에서 과전압 ([V])

U_p : SPD의 보호 레벨 ([V])

ΔU : 서지 진행파에 의한 전압 증분 ([V])

s : 유입 과전압의 파두장 기울기 ([V/μs])

$k = \frac{2s}{v}$: 회로 단위 길이에 대한 전압 증분 ([V/m])

l : 회로의 선로 길이 ([m])

v : 서지의 속도 ([m/s])

식 (2)에서처럼 부하 기기의 단자(open-circuit)에서 나타나는 전압은 선로의 길이와 서지 파두장의 기울기에 비례하여 나타난다. 선로에 유입되는 서지의 파두장 기울기는 제어할 수 없기 때문에 선로 단자에서의 전압 증분을 최소화하기 위해서는 선로의 길이가 최대한 짧아야 한다는 것을 의미한다.

3.3.2 선로길이별 과전압 분석

부하설비의 단자에 나타나는 과전압을 검토하기 위해 그림 8과 같이 동 분전반에 SPD를 설치하고 SPD 보호거리에 따라 부하기기에서 나타나는 전압을 모의하였다. 시뮬레이션은 아파트 각층의 높이를 3[m]로 가정하고 동 분전반 SPD에서 세대 부하기기까지의 거리를 10[m] 간격으로, 최대 100[m]인 경우까지 부하 기기 단자에 나타나는 과전압을 시뮬레이션하였다.

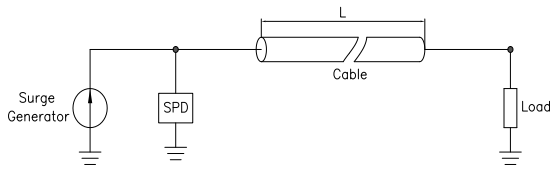


그림 8. SPD가 설치된 저압배전 계통 단선도
Fig. 8. Single-phase model of the low-voltage distribution system

시뮬레이션의 조건으로 전압제한의 특성을 갖는 MOV소자 내장의 SPD(최대 연속동작전압(Uc) 275 [V], 전압보호레벨(Up) 1,500[V] 이하(잔류전압 1,280 [V]), 굵기가 240[mm]인 케이블, 그리고 전기전자설비는 100[Ω]의 저항으로 가정하였다.

시뮬레이션의 결과 SPD와 부하설비 사이의 케이블 길이가 100[m]인 경우, 부하설비의 단자에서 나타나는 과전압은 SPD 잔류전압보다 1.7배 이상까지 초과하는 것으로 나타났다(그림 7). 이 때 부하설비의 부하기기 단자전압에서는 진동현상이 나타나고 있는데 10[m]인 경우에는 진동시간이 짧지만 100[m]인 경우에는 진동 시간이 0.3[ms] 이상 유지되는 것으로 나타났다(그림 9-10).

선로의 길이가 10[m] 이내에서 일어나는 진동현상은 부하설비에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 보고 되고 있다[3]. 하지만, 선로의 길이가 길어지면 진동 현상은 크게 나타나기 때문에 이에 대해서는 별도의 연구가 필요하다고 판단된다.

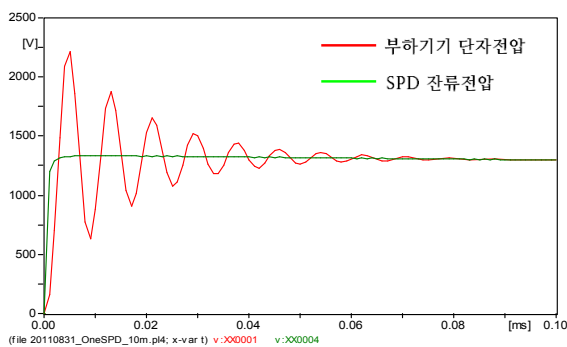


그림 9. SPD 잔류전압 및 부하기기 단자전압 (보호거리=10[m])
Fig. 9. Residual voltage of SPD and overvoltage injected into apparatus(wire length=10[m])

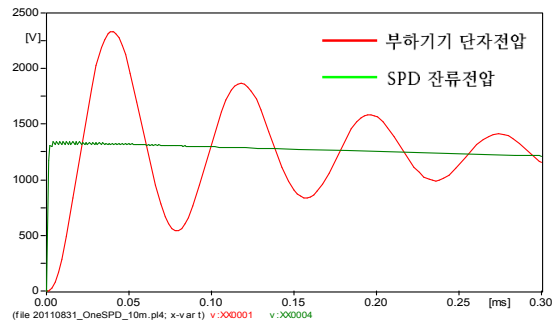


그림 10. SPD 잔류전압 및 부하기기 단자전압 (보호거리=100[m])
Fig. 10. Residual voltage of SPD and overvoltage injected into apparatus (wire length=100[m])

저압계통에서 한 곳의 분전반에 SPD를 설치하여, 모든 범위의 설비를 보호하고자 하는 방식은 경제적으로 유리 할 수 있지만, 효과적인 설비의 보호는 어렵다고 할 수 있다[6]. 설비의 효과적인 보호를 위해서는 SPD의 보호거리에 따라 나타나는 과전압의 영향을 반드시 고려하여야 한다.

그림 11은 보호거리를 10[m] 단위로 하여 그 영향을 EMTP로 시뮬레이션한 결과이며 세대 내에 있는 부하기기들에는 SPD의 잔류전압을 훨씬 초과하는 과전압들이 부과되고 있는 것을 보여주고 있다.

따라서 동(棟)의 전등분전반에 있는 SPD 하나로 세대 안에 있는 모든 전기전자설비들을 보호하는 것은 전기전자기기의 보호 측면에서는 효과적이지 못한 것으로 확인되었다.

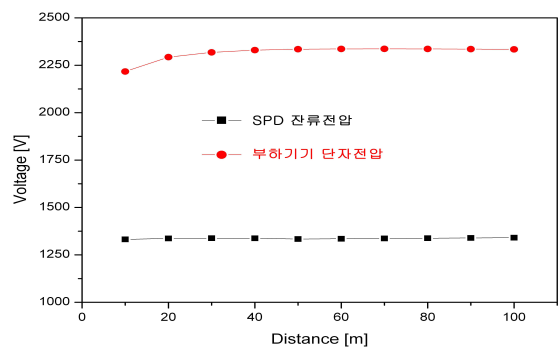


그림 11. 선로 거리별 전자기기에 나타나는 과전압
Fig. 11. Overvoltage injected into apparatus according to the length of cable

3.3 SPD 동작협조시스템 적용방안

전원선로의 길이에 의한 영향을 최소화하기 위해 각 세대의 분전반에 SPD를 추가로 설치하는 방안을 고려하였다. 이 경우 지하의 전등분전반에 시설되어 있는 SPD와 세대내의 분전반에 있는 SPD는 동작협조가 이루어지도록 설치하여야 한다. 두 SPD를 설치한 경우 동작협조로 전자기기에 발생하는 과전압을 시뮬레이션 하였다(그림 12). 시뮬레이션의 조건은 선로길이별 영향을 분석한 시뮬레이션 조건과 동일하게 하였다.

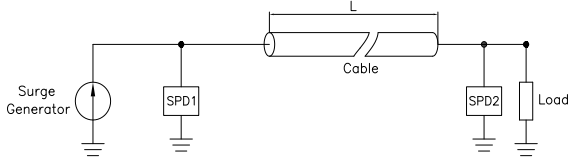


그림 12. SPD의 동작 협조를 위한 전원 계통 단선도
Fig. 12. Single-phase model of coordination of two SPDs

부하기에 근접(10[m])하여 SPD1를 설치한 경우를 시뮬레이션 한 결과, 선로의 길이에 의한 과전압은 미약한 것으로 나타났다(그림 13).

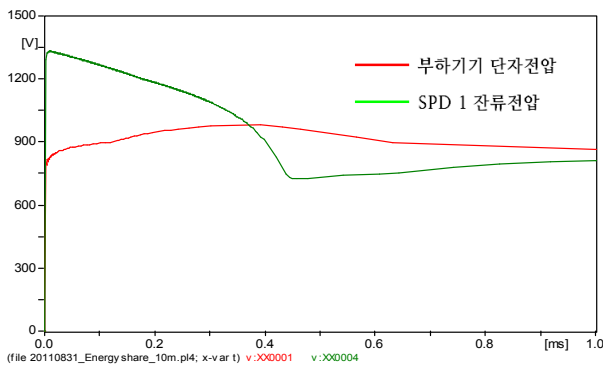


그림 13. 보호거리가 10(m)인 경우 부하기 단자전압
Fig. 13. Overvoltage injected into apparatus (wire length=10(m))

그림 14는 부하기와 10[m] 거리인 세대분전반에 SPD2가 설치되고 동분전반의 SPD1과 SPD2 사이의

거리가 90[m]인 경우 부하기에 나타나는 과전압을 시뮬레이션 한 결과이다.

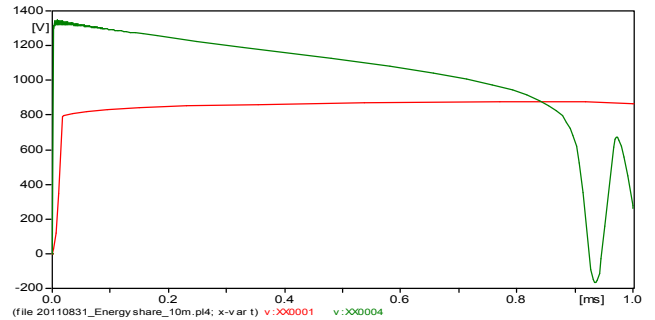


그림 14. 세대분전반에 SPD가 있는 경우 부하기의 단자전압
Fig. 14. Overvoltage injected into apparatus

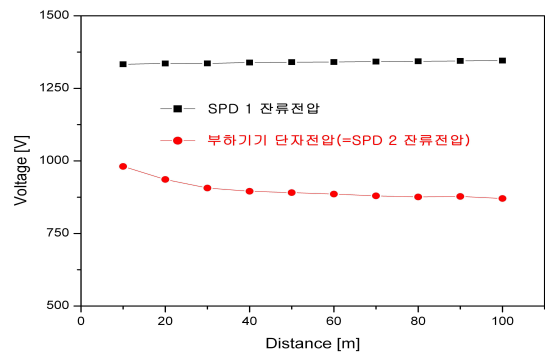


그림 15. 부하기에 나타나는 과전압
Fig. 15. Overvoltage injected into apparatus

부하기에 나타나는 단자전압은 SPD2의 잔류전압과 동일하며 그 값은 약 800[V]근방으로 나타났다. 동일한 방법으로 SPD1과 SPD2의 거리를 10[m]씩 증가하여 시뮬레이션 하였을 때 세대내 부하기들의 단자전압은 그림 14와 같이 약 800[V] 정도로 나타났으며 이는 SPD2의 잔류전압과 동일한 값이다. 이는 전기전자기들이 세대분전반의 SPD2에 의해 충분히 보호될 수 있다는 것을 보여주고 있다. 그림 15에서 거리가 짧을수록 부하기 단자전압(=SPD2의 잔류전압)이 거리가 긴 경우보다 크게 나타나는 것은 선로의 임피던스가 적어 디커플링 효과가 미미하기 때문인 것으로 분석된다. 시뮬레이션 결과 홈네트워크를 기반으로 더욱 첨단화되어 가고 있는 공동주택에서 전

자기기를 낙뢰로부터 보호하기 위해서는 각 세대의 분전반에도 SPD를 적용하는 것이 효과적임을 보여주고 있다.

5. 결 론

공동주택을 대상으로 합리적인 SPD의 시공 및 적용방안을 분석하고 제시하였다.

SPD 시공을 위한 리드선의 길이나 SPD의 보호거리는 서지전류가 유입될 때 보호하고자 하는 전자기기에 절연과피를 일으킬 수 있는 과전압을 발생시킬 수 있으므로 SPD의 시공 및 적용 시에는 반드시 이들에 대한 정확한 분석이 선행되어야 한다.

본 논문에서는 기존의 동 분전반에서 SPD의 리드선 영향을 최소화할 수 있도록 분당바를 설치하는 방안을 제안하고 그 효과를 실험으로 검증하였다.

또한 SPD의 보호거리에 의해 부하기에 발생하는 과전압을 분석하고 이를 해소하기 위한 방안으로 세대 분전반에도 SPD를 적용하여 동(棟) 분전반의 SPD와 동작협조를 이루는 방안을 제시하였다. 제시된 SPD 동작협조시스템은 세대내의 가전기기를 서지로부터 효과적으로 보호할 수 있는 시스템으로 분석되었다. 그러나 세대 분전반에 SPD를 설치하는 방안은 다른 SPD와의 동작협조 및 경제적 부담, 유지관리 등의 문제가 대두될 수 있다. 따라서 보호하고자 하는 대상의 보호가치 등을 정확히 평가하여 SPD의 적용 여부를 종합적으로 판단하여야 할 것이다. 또한 다수대의 SPD가 적용될 때 SPD 서로간의 에너지 부담 등을 실제 현장조건하에서 검토하고 분석하는 추가적인 연구도 필요하다고 판단된다.

본 연구는 지식경제부 에너지기술평가원의 지원을 받아 수행되었습니다. (과제번호. 2010 1020 300 230)

References

[1] Colin Price, "Thunderstorms, Lightning and Climates Change", 29th International Conference on Lightning Protection, 2008.

[2] K. Denno, High Voltage Engineering in Power System. Boca Raton, FL: CRC, 1992.
 [3] IEC 60364-4-44, Protection for safety-Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances, 2007.
 [4] G. L. Amicucci, F. Fiamingo, Z. Flisowski, G.B. Lo Piparo, C. Mazzetti, "Surge protective devices for low voltage systems: practical approach for the protection distance evaluation," Power Tech, 2007 IEEE Lausanne, pp. 778 - 782, July. 2007.
 [5] Jinliang He, Zhiyong Yuan, Jing Xu, Shuiming Chen, Jun Zou, Rong Zeng, "Evaluation of the Effective Protection Distance of Low-Voltage SPD to Equipment," IEEE TRANSACTION ON POWER DELIVERY, vol. 20, no.1, January 2005.
 [6] IEC 62305-4, Protection against lightning-Part 4: Electrical and electronic systems within structures, 2010.12.
 [7] IEC 62305-1, Protection against lightning-Part 1: General principle, 2010.12.

◇ 저자소개 ◇



이기홍 (李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대 공대 전기공학교육과 졸업. 1990년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~현재 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원. 한국조명전기설비학회 편수이사. IEC TC 81 MT 8 국제전문위원(Member). IEC TC 37/SC 37A WG 3.4.5 국제전문위원(Member). IEC TC 37 국내 전문위원회 위원장. IEC TC 64 & 81 국내 전문위원. APL(아시아태평양 낙뢰 컨퍼런스) 한국위원장. APEI(아시아태평양 전기설비 컨퍼런스) 한국위원장.
 E-mail : lkh21@lh.or.kr



강무성 (姜武成)

1968년 1월 13일생. 1996년 원광대 공대 전기공학과 졸업. 1998년 원광대 대학원 전자재료공학과 졸업(석사). 1998년 LS 산전 전력연구원. 2000년 비츠로테크 기술연구소. 2005년~현재 비츠로이엔아이 기술연구소 차장. IEC TC 37 국내 전문위원.
 E-mail: kangms01@yahoo.co.kr