

## 통신용 케이블 접지를 통해 흐르는 서지 전류에 의한 유기 전압 측정

박신우\*, 채선기\*, 임병배\*  
한국기계전기전자시험연구원\*

### The measuring of induced voltage by the surge current flowing through the shield of telecommunication cable

Shin-Woo Park\*, Sun-Ki Chae\*, Byung-Bae Lim\*  
Korea Testing Certification\*

**Abstract** - 접지에 유입된 서지에 의해 각종 통신용 선로나 기기에 미치는 영향을 분석하고 이를 측정하기 위한 시험을 수행하였다. 통신용 케이블 접지에 서지 전류(8/20 us) 또는 링웨이브전류 (0.5 μs/100 kHz)가 흐를 때 발생하는 유기 전압을 측정하였다. 시험방법은 BNC 케이블의 접지에 서지 전류를 인가하였을 때 BNC 도선과 접지사이의 전압을 오실로스코프를 이용하여 측정하였으며, 시험 결과 서지 전류에 따라 유기 전압은 선형적으로 비례하여 증가되었다. 이를 통해 각종 통신용 보호소자 및 기기에 절연 설계에 참고 자료로 사용할 수 있다.

#### 1. 서 론

낙뢰연보에 따르면 2010년에 약 164,000회 낙뢰가 발생하였으며 매년 많은 낙뢰가 지속적으로 발생하고 있다. 이로 인해 다양한 경로를 통해 침입하는 서지에 대해 각종 통신용 기기를 보호하기 위해 IINE-IINE, 또는 LINE-GROUND간에 서지 억제 소자 (예 : MOV, GDT 등)를 사용하고 있으며 또한 외부 노이즈 감소 및 신호 전달을 위해 접지선을 사용하고 있다. 그러나 외부에서 발생되거나 유도된 서지가 통신용 케이블의 접지를 통해 흐를 때 실제 통신선로의 도선과 접지간 유기시키는 전압에 대한 연구는 많이 진행되지 않고 있다. 본 논문은 통신용 케이블 구조에서 외부 접지에 흐르는 전류에 의해 선로에 미치는 영향을 파악하고 이를 바탕으로 통신선로 보호시스템의 기초적 자료로 사용하여 각종 통신기기의 신뢰성 향상에 도움이 될 수 있을 것이다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시험 장치 및 구성

통신용 케이블의 접지에 흐르는 서지 전류에 의한 유도 전압을 측정하기 위하여, 서지전류 발생을 위한 서지전류발생기 (8 / 20 μs)와 링웨이브 파형 발생기(0.5 μs / 100 kHz), 유도 전압 측정을 위한 차동 프로브 (Differential Probe, 최대 700 V (1: 100 배율))를 사용하였고 파형 및 유도전압의 최대값을 측정을 위해 오실로스코프 (최대 대역폭 1 GHz)를 사용하였다.



<그림 2> 시험 사진

그림 1 과 그림 2 에 실험의 시험 장치 및 구성을 나타내었다. 통신용 케이블 시료는 각종 정보통신기기에 많이 사용되는 BNC 케이블을 사용하였으며 케이블 접지부인 편조선 양 단을 터미널을 사용하여 고정하였다. BNC 케이블의 절연체는 PE이며 차폐는 동망편조이며 피복체는 PVC로 구성되어 있다.

##### 2.2 시험 방법

통신용 케이블에 유도전압 측정을 위하여 BNC 케이블의 접지부 중 총 30 cm 구간을 서지전류발생기의 양 단자에 연결하였다. 인가 서지전류 파형은 8 / 20 μs 파형은 최대전류값 2 kA, 2.5 kA, 3 kA, 3.5 kA, 4 kA 씩 인가하였으며 링웨이브파형에서는 50 A, 100 A, 150 A, 200 A 씩 인가하였다. 서지 전류에 의한 온도 상승을 고려하여 충분히 열적 안정성에 도달할 수 있도록 인가간격을 10 분 단위로 시험하였다. 시험실 주변 온도는 25 ± 5 °C, 습도는 40 ± 5 % 범위에서 시험을 진행하였다. 각 인가 전압 당 총 5 회 반복 시험하여 측정결과의 평균값을 기록하였다. 오실로스코프는 외부 노이즈에 대한 영향을 최소화하기 위해 대역폭을 200 MHz로 설정한 후 측정하였으며, 오실로스코프에 기록된 파형에서 최대 전압값으로 유도전압을 표시하였다.

##### <표 1> 시험 조건

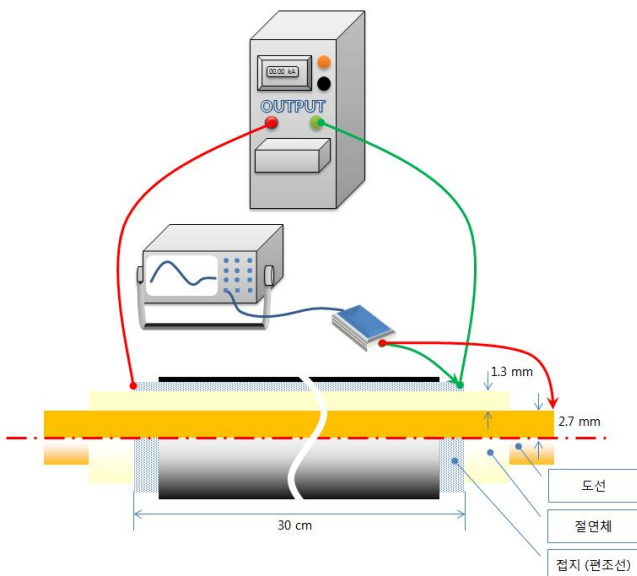
항목	내용	
인가파형/ 전압	8 / 20 us	2 kA, 2.5 kA, 3 kA, 3.5 kA, 4 kA
	0.5 μs/100 kHz	50 A, 100 A, 150 A, 200 A
인가횟수	각 인가전압 당 5 회	
인가간격	10 분	
측정 대역폭	200 Mhz	

##### 2.3 시험 결과

그림 3, 그림 4, 그림 5, 그림 6는 서지전류 (8/20 μs)와 링웨이브 (0.5 μs/100 kHz) 인가 시 최대 전류시험 시 BNC 케이블의 도선과 접지간에 유도된 유도 전압 (그래프 하단) 및 인가 서지전류의 대표 파형(그래프 상단)을 나타내었다. 표 2 과 표 3 는 예서는 서지전류 (8/20 μs) 값에 따른 BNC 케이블의 도선과 접지사이에 유도된 전압의 최대값을 표시하였다. 측정된 파형은 동일시간에 인가전류와 유도전압을 동시에 측정된 결과를 나타내고 있다.

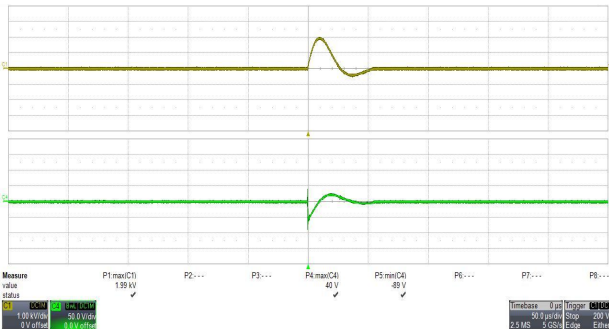
##### 2.3.1 서지전류 (8/20 μs)

서지전류 (8/20 μs) 시험에서는 인가 전류 2 kA에서 89 V의 유기전

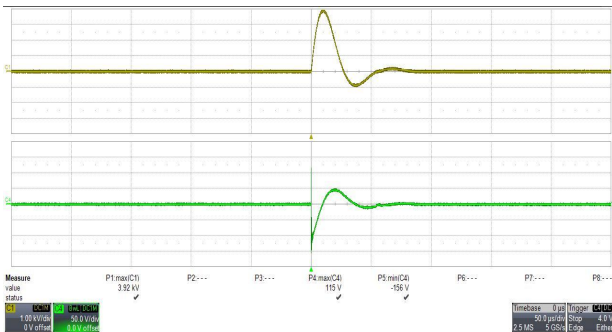


<그림 1> 시험 구성

압값이 발생하였고 4 kA의 서지 전류에서는 유도 전압이 156 V 정도 나타났다. 인가 전류에 따라 전체적으로 유도전압값은 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 유도전압의 파형은 서지 전류 인가에 따라 부극성 전압에서 정극성 전압으로 바뀌는 경향을 보였다.



〈그림 3〉 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 2 kA 시험 결과



〈그림 4〉 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 4 kA 시험 결과

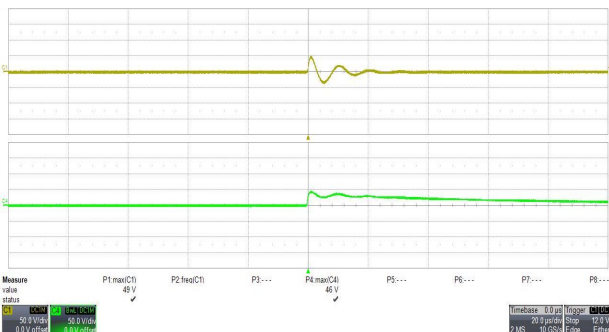
아래 표 2 에 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 인가 시 발생된 유기전압값의 5회 평균값을 나타내었다.

〈표 2〉 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 인가 시 유기 전압 최대값

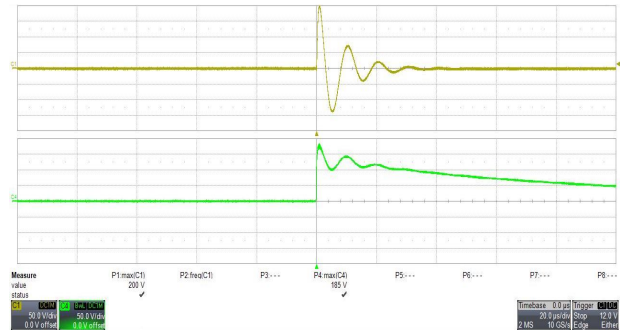
인가 전류	BNC 도선 - 접지간 유도 전압값 ( $V_{peak}$ )
2.0 kA	89 V
2.5 kA	111 V
3.0 kA	122 V
3.5 kA	131 V
4.0 kA	156 V

### 2.3.2 링웨이브 (0.5 $\mu$ s/100 kHz)

링웨이브 (0.5  $\mu$ s/100 kHz) 전류 시험에서도 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 시험 결과와 유사하게 인가 서지 전류값이 커질수록 유도되는 전압도 거의 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다.



〈그림 5〉 링웨이브 ( 0.5  $\mu$ s/100 kHz) 50 A 시험 결과



〈그림 6〉 링웨이브 ( 0.5  $\mu$ s/100 kHz) 200 A 시험 결과

아래 표 3 에 링웨이브전류 (0.5  $\mu$ s/100 kHz) 인가 시 발생된 유기전압값의 5회 평균값을 나타내었다.

〈표 3〉 링웨이브 ( 0.5  $\mu$ s/100 kHz) 인가 시 유기 전압 최대값

인가 전류	BNC 도선 - 접지간 유도 전압값 ( $V_{peak}$ )
50 A	46 V
100 A	91 V
150 A	140 V
200 A	185 V

## 3. 결 론

본 연구에서는 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 및 링웨이브전류 (0.5  $\mu$ s/100 kHz) 전류가 BNC 케이블 접지부에 흐를 때 BNC 케이블 도선과 접지간 유도되는 전압에 관한 특성을 시험하였다. 결과적으로 서지전류 (8/20  $\mu$ s)가 접지를 통해 흐를 때 인가 전류값에 따라 비교적 선형적으로 유도전압이 발생하는 것을 알 수 있었다. 또한 전류 인가 초기에 부극성의 전압이지만 전류의 피크값 이후에는 정극성의 전압을 가지는 특징을 알 수 있었다. 링웨이브전류 (0.5  $\mu$ s/100 kHz) 전류 인가시에도 유도전압의 크기는 인가전류에 비례해서 증가하였으며 유도전압값이 서지전류 (8/20  $\mu$ s) 때와 비교하여 더 오래 유지되며 감소되는 경향을 나타내었다. 향후에 BNC 케이블의 길이에 따른 유도전압 측정에 관한 시험을 진행할 예정이다. 또한 BNC 케이블 외에 통신용 이더넷 포트 (RJ45) 케이블에서의 유도전압 측정시험을 계획하고 있다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 이기식, 김동진, 김광호, “정보통신설비의 서지 보호대책”, 대한전기학회 춘계학술대회, 2-4, 2006
- [2] Li Cai ; Sch. of Electr. Eng., Wuhan Univ., Wuhan, China ; Jianguo Wang ; Shaodong Cheng ; Shaojie Yang, “SPD response characteristics in nature lightning”, IEEE Conference, 741 - 745, 2011
- [3] Yasui, S.Niwa, M. ; Okumura, T., “Distribution properties of lightning surge current induced from earth electrodes in household wiring”, IEEE Conference, 1-5, 2012