

# 철도신호설비용 서지보호기에 대한 규격 검토

## The Review of Specification for SPDs used in Railway Signalling Equipment

이태훈\*      박기범\*\*      전용주\*\*      류영태\*\*  
Lee, Tae-Hoon   Park, Ki-Bum   Jeon, Yong-Joo   Ryu, Young-Tae

---

### ABSTRACT

Recently, there are increasing social needs for safe operation of trains and comforting for passengers. But lightning surges are responsible for serious disturbances such as damage, permanent degradation or temporary erratic operation of sensitive electronics circuits and systems. The purpose of this paper is to identify the requirements for Surge Protective Devices (SPDs) used in protecting railway signalling system. In this paper, we describes tests and requirements which establish methods for testing SPDs and determining their performance.

---

### 1. 서 론

최근 전자화된 신호장비나 설비들이 지속적으로 설치되고 있고, 신호기계실과 외부의 신호설비들 간에는 전원, 신호 및 통신 케이블로 연결되어 있다. 낙뢰나 과도서지가 전원, 신호 및 통신케이블을 타고 신호기계실 내부 및 외부 신호기구함으로 유입되어 신호장비들을 소손시키거나 오동작시키는 사례가 많다. 독일의 경우 도심 빌딩에 낙뢰가 떨어진 경우 반경 3[km] 떨어진 건물에서 피해가 발생된 것으로 보고가 있다[1]. 전자기기를 이상전압으로부터 보호하기 위한 대책으로 KSC IEC 규격에서는 서지보호기(SPD : Surge Protective Device) 설치를 규정하고 있다. 이에 대해 기본적 사항을 검토하고 한국철도표준규격 등에 대한 사항을 살펴보기로 한다.

### 2. 서지보호기 기본 요건

서지보호기의 기본요건은 생존(survival), 보호(protection) 그리고 적합성(compatibility) 이다.

#### 2.1 생존(survival)

서지보호기는 설계된 환경조건에서 잘 견디어야 하며, 단 한번의 낙뢰서지에 의해 파괴되면 곤란하다. 생존시험은 매우 큰 서지전류로 확인되며 가끔 서지보호기는 설계레벨 보다 낮은 수준에서 파괴되는 경우가 있다. 이것은 설계나 규격구조의 잘못 때문이며, 다른 한편으로 모든 서지보호기는 자체수명이 있음을 인정하여야 한다.

---

\* 코레일, 철도연구원, 비회원  
E-mail : leeth74@korail.com  
TEL : (042)609-3145 FAX : (042)609-4915  
\*\* 코레일, 철도연구원, 비회원

## 2.2 보호(Protection)

서지보호기는 신호장비가 파괴되지 않을 정도로 과도를 감소시켜야 한다. 보호성능 관련 유용한 판단 수단은 서지제한전압이며, 보호대상 기기는 손상한계 전압이 있다. 만약 서지보호기의 서지제한전압이 보호대상기기의 손상한계전압보다 작다면 보호는 보증된다.

## 2.3 적합성(Compatibility)

서지보호기는 신호시스템에 대하여 물리적 및 법률적 요구조건을 만족하여야 한다. 서지보호기가 시스템의 동작을 방해해서는 안되며, 통신라인의 저항이 너무 높으면 통신 품질이 떨어지거나 두절된다. 적합성은 고주파용 서지보호기에 특히 중요하다.

## 3. 철도신호설비용 서지보호기 분류

철도신호설비용 서지보호기의 규격은 신호용접속단자, 보안기 및 ABS용보안기 3종이다. 또한 ATP(Automatic Train Protection) 개량사업에 따라 선로변제어유니트(LEU)용 캐패시터/서지어래스터 부품규격서가 추가로 작성되었다.

### 3.1 신호용접속단자

종 류	용 도	비 고
HS 0245	DC 24V용	전원용
HS 0605	DC 60V용	전원용
HS 1105	AC 110V용	전원용
HS 2205	AC 220V용	전원용

### 3.2 보안기

종 류	용 도	비 고
T 200	일반 궤도회로용	궤도회로용
T 300	특수 궤도회로용(AF 궤도회로)	궤도회로용
T 2,500	교류 전화구간(단케조용)	궤도회로용
S 24A	직류회로 전원용	전원용
S 24B	직류회로 일반용	-
S 100	교류회로 및 전화구간용	전원용
S 220	교류회로 및 전화구간용	전원용
F 형	경보장치 등 국부회로용	-

### 3.3 ABS용보안기

종 류	용 도	비 고
S 650	AC 650V 폐색전원회로 서지보호용	전원용
S 14P	신호선로케이블 서지보호용 신호용	신호용 제어케이블 및 통신케이블
S 110	AC 110V 전원회로 서지 보호용	전원용
ST 0405	DC 궤도회로 서지 보호용	궤도회로용

### 3.4 선로변제어유니트용 캐패시터/서지어래스터

종 류	용 도	비 고
Encode GSD-451	엔코드 유형 보호기	신호와 연동장치로부터의 정보를 수신하는 텔레그램 전송장치의 전원보호
Encode GSD-452	발리스 유형 보호기	궤도에 장착되어 열차로 정보를 전송하는 장치의 전원보호
Power GPS-453	전원회로 유형 보호기	ATP 시설의 전원보호장치

## 4. 신호설비의 뇌서지 피해 사례

낙뢰 또는 유도뢰에 의해서 전원, 신호 및 통신케이블에는 높은 뇌서지 전압이 발생하며, 접속되어 있는 신호장비의 소손이나 오동작이 증가하고 있는 추세이다. 그림 1과 2에는 근거리에서 발생한 낙뢰로 인해 유도된 과도과전압 및 서지의 침입으로 ATP용 LEU의 서지보호기가 손상된 사진을 나타내었다. 또한 신호전원실 배전반 판넬의 LEU 전원용 배선용차단기 및 변압기가 소손되는 경우도 있었다.

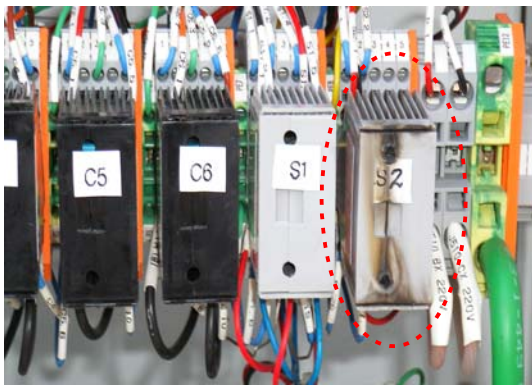


그림 1 LEU용 서지보호기 소손



그림 2 서지보호기 내부소손

## 5. 철도신호설비용 서지보호기의 성능시험

### 5.1 시험과형

서지보호기는 선로에서 발생 가능한 각종 서지에 대한 내력을 갖는 동시에 이를 충분히 억제해야 한다. 국내외의 저압계통에 적용하고 있는 뇌서지에 의해 발생 가능한 전압, 전류과형은 뇌서지를 대표하는 Combination Wave(1.2/50 $\mu$ s 개방회로 전압과형 + 8/20 $\mu$ s 단락회로 전류과형)를 일반적으로 적용하고 있다. 한국철도표준규격에서 사용하는 10/200 $\mu$ s 임펄스전압은 발생장치에 대한 정확한 사양이 없고, 또한 국제규격에서도 찾기 어려움에 따라 적용하지 않았다. 따라서 표 1에서 신호용접속단자의 종합성능 항목 중 충격과 방전내량 시험의 “② 임펄스 전류 8/20 $\mu$ s 3,000A를 50회 인가시 제품에 이상이 없어야 한다” 항목을 선정하여 제한전압 측정시험을 시행하였다.

### 5.2 시험방법

현장에서 발생될 수 있는 다양한 과도전압 혹은 전류에 상응하는 IEC 및 ANSI 규격의 대표적인 표준 시험 과형과 크기를 신호용접속단자에 인가하며, 시험조건은 다음과 같다.

- (1) 시험시료
  - HS 0245, HS 0605, HS 1105
- (2) 인가방법
  - Normal Mode(Differential Mode) : 선간
  - 정극성, 부극성 각각 25회씩 인가
- (3) 결과확인
  - 50회 인가 후 제품에 이상 확인(단락 확인 및 육안확인)

표 1 신호용접속단자의 종합성능 시험(KRS SG 0018-06)

모델명 항목	HS 0245	HS 0605	HS 1105	HS 2205
	전원용	전원용	전원용	전원용
	DC 24V	DC 60V	AC 110V	AC 220V
최대허용 회로전압	DC 25V 이하	DC 62V 이하	AC 190V 이하	AC 250V 이하
임펄스방전 개시전압	① 임펄스 전압 10/200 $\mu$ s, 1,000V 인가하였을 때 600V(AC220V용 800V) 이하에서 방전하여야 한다. ② 임펄스 전압 1.2/50 $\mu$ s, 1,000V 인가하였을 때 600V(AC220V용 800V) 이하에서 방전하여야 한다.			
충격과 방전내량	① 임펄스방전 개시 전압때와 같은 방법으로 임펄스 전류 10/200 $\mu$ s 800A를 3분간격으로 300회 통전 후 제품에 이상이 없어야 한다. ② 임펄스방전 개시 전압때와 같은 방법으로 임펄스 전류 8/20 $\mu$ s 3,000A를 50회 인가시 제품에 이상이 없어야 한다.			
절연저항	피뢰관 SW를 떼어낸 후 각 단자 E(어스), 단자 신호용접속단자 취부관간을 500V급 절연계로 측정시 100M $\Omega$ 이상이어야 한다.			
내전압	각 단자 와 신호용 접속단자 외함간에 AC 3,000V를 인가시 1분이상 견디어야 한다.			

주) 시험 ①, ②는 제작사 취사선택할 수 있다.



그림 3 신호용접속단자 각 시험시료



그림 4 서지 시뮬레이터

### 5.3 시험장비

- (1) 서지 시뮬레이터
  - KeyTek ECAT E521 Model(20kVmax 1.2/50 $\mu$ s, 10kAmax 8/20 $\mu$ s Combination Type)
- (2) 파형 측정장치
  - Oscilloscope(Tektronix DPO7104 1GHz, 5GS/s, 4Ch)
  - High voltage differential probe : Tektronix P5210 Active differential, 4400V
  - Rogowski Current Waveform Transducer : PEM CWT60R 0.500mV/A, 12.0kA

### 5.4 성능시험 결과

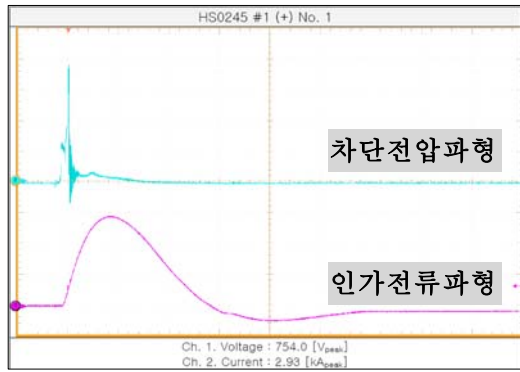


그림 5 HS 0245 정극파형

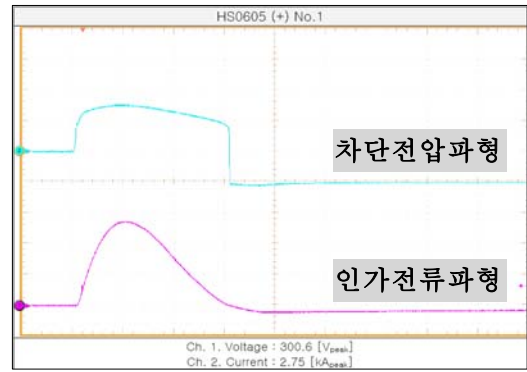


그림 6 HS 0605 정극파형

그림 5는 HS 0245 신호용접속단자에 정극성 시험파형 인가시 스위칭전압이 754.0[Vpeak]로 스위칭 되었으며, 그림 6은 HS 0605 신호용접속단자에 정극성 시험파형 인가시 제한전압이 300.6[Vpeak]로 클램핑된 파형을 나타낸 것이다.

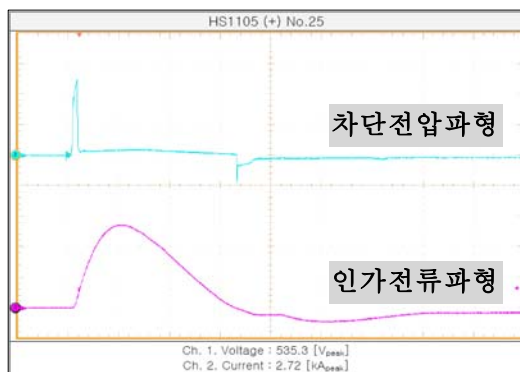


그림 7 HS 1105 정극파형

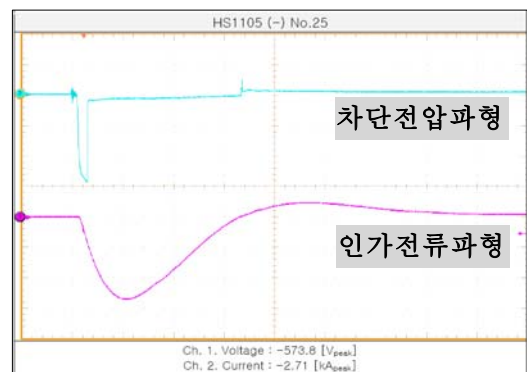


그림 8 HS 1105 부극파형

그림 7은 HS 1105 신호용접속단자에 정극성 시험파형 인가시 스위칭전압이 535.3[Vpeak]로 스위칭 되었으며, 그림 8은 HS 1105 신호용접속단자에 부극성 인가시 스위칭전압이 -573.8[Vpeak]로 스위칭된 파형을 나타낸 것이다.

## 6. 철도신호설비용 서지보호기 규격 검토

### 6.1 용도별 분류

전원용과 신호, 통신 및 데이터용으로 구분이 필요하다

### 6.2 국제기준 임펄스 파형 선정

서지보호기의 성능검사 기준에 대한 임펄스 파형은 국제기준(IEC)에서 구체적으로 규정한 파형으로 성능시험을 하여야 한다.

### 6.3 각 부품별 성능시험 제외

전원용으로는 전압클램핑형 단일보호소자로 신호, 통신 및 데이터용으로는 전압스위칭형 또는 전압

클램핑형 또는 전류제한 소자의 단독 또는 이들의 조합으로 보호소자를 명시화하고 부품별 성능시험보다 종합성능시험만으로 검증될 필요가 있다.

#### 6.4 시험항목 추가

전원용으로 일시적 과전압 내성시험, 열폭주 반응시험 등이 추가되어야 하며, 신호, 통신 및 데이터용으로 정전용량 측정 시험, 삽입손실 측정시험 등이 포함되어야 한다.

#### 6.5 상태표시 기능

고장모드에서 교체상태를 표시하기 위해 상태표시 기능을 내장하여야 한다.

#### 6.6 단로장치 기능

내부 단락으로 인한 과전류 또는 과열 등의 고장모드에서 내부 단로기의 안정적인 동작을 확보하여야 한다.

### 7. 서지보호기 적용

지락 및 낙뢰의 침입 가능성이 많은 철도환경에 노출되어 설치된 신호설비들은 다음과 같은 곳에 서지보호기를 사용하여 서지대책이 이루어져야 한다.

- 신호전원실의 외부전원 인입부 및 인출부
- 신호기계실의 신호설비 중 외부로 연결된 전원, 신호 및 통신케이블
- 외부 신호기구함의 전원장치 인입 및 인출되는 전원케이블
- 외부 신호기구함의 신호장치 인입 및 인출되는 신호 및 통신케이블

### 8. 결론

유입되는 서지로부터 신호설비들을 보호하기 위해서는 적절한 성능을 가진 서지보호기를 합리적으로 설치하여 유지 관리하는 것이 매우 중요한 사항이다. 또한, 피뢰설비에 낙뢰가 떨어지면 접지전위가 상승하고 신호기계실 내부 및 외부 신호설비로 서지가 유입되어 신호장비는 서지보호기 동작 후 잔류서지에 대한 충분한 내성을 가져야 한다. 마지막으로 서지보호기 유지보수시 누설 전류값이 1mA 이상이면 교체가 필요하다.

#### 참고문헌

1. 김언석·이기홍, “건축물에서의 SPD와 최신기술”, 조명·전기설비학회지 제 18권 제4호, 2004.08
2. “중앙선 전자연동장치 낙뢰피해 예방대책 연구”, 한국철도기술연구원, 2001.10
3. KSC IEC 61643-1, “저압배전계통의 서지보호장치-제1부: 성능 및 시험방법”, 2003
4. KSC IEC 61643-12, “저전압 서지 보호 장치-제12부: 저압 배전 계통에 접속한 서지 보호 장치 - 선정 및 적용 지침”, 2005
5. KSC IEC 61643-21, “저압서지보호장치-제11부: 통신 및 신호망에 연결된 서지보호장치-성능요건과 시험방법”, 2005

6. KRS SG 0018-06 신호용접속단자, 2006.05
7. KRS SG 0061-06 보안기, 2006.05
8. KRS SG 0018-06 ABS용 보안기, 2006.05
9. 선로변제어유니트(LEU2000)용 캐패시터/서지어레스터 2007.10