

**철도용 서지보호장치 규격의 국제규격과의 비교 검토 및 개선방안 연구**

김 언석\*      김 재철      정 용철      최 규형  
 한국전기연구원      숭실대학교      철도청      한국철도기술연구원

**A Study of Standard of Surge Protective Devices in Comparison with Internal Standard for Railroad and its Improvement Plan**

Oun-Seok Kim      Jae-Chul Kim      Yong-Chul Jung      Gyu-Hyung Choi  
 KERI      Soongsil University      Korean National Railroad      KRRI

**Abstract** - 본 연구에서는 철도 시스템에서 발생할 수 있는 서지관련 전자기장해 현상을 고찰하고, 철도 시스템용 서지보호장치가 갖추어야 할 기본 성능을 검토하였다. 서지보호장치 관련 철도규격을 국제규격과 비교 검토한 결과 성능평가 항목에 있어서 개선사항을 발견하였다. 이러한 사항들을 토대로 하여 철도규격의 개정방안을 제시하였다.

**2. 본 론**

**2.1 철도 시스템에서의 전자기장해 현상(1)**

철도 시스템은 일반 산업현장과는 다른 특유의 전자기 환경을 가지고 있으며, 규격 개정방향을 설정할 때 반드시 고려하여야 한다. 주요 특별사항은 다음과 같다.

**1. 서 론**

철도 시스템은 국가기간 시설로 많은 물자 및 승객 수송을 담당하는 산업현장 및 국민의 생활 현장에서 중요한 역할을 하고 있다. 최근 5년 전부터 생산성 및 고객 서비스 향상 차원에서 기존에 수동으로 관리하고 제어하던 철도 제어시스템을 전자화되고 컴퓨터화 된 장비로 변경하여 도입하고 있으며 그 추세는 갈수록 증가하고 있다. 기존 아날로그 방식 또는 수동제어 방식은 낙뢰와 같은 서지에 강한 편이나 최근의 철도 시스템을 자동 제어하는 전자식연동장치 및 각종 신호용 기기들은 컴퓨터 및 디지털 회로로 제어되어 낙뢰와 같은 서지에 매우 취약하여 오동작 혹은 고장사태가 빈번히 발생하고 있는 상황이다.

한편 철도망은 전국에 분포하는 거대한 시스템으로 평지 및 산악지대에 널리 퍼져 있는 관계로 여름철 낙뢰 등에 매우 취약하게 노출되어 있으며, 궤도 위에는 교류 또는 직류 전차 선이 통과하여 상대적으로 철로 주변에 많이 포설된 제어 및 신호용 케이블 및 각종 전자설비에 영향을 줄 가능성이 커 이들에 대한 대책이 필요하다. 특히 최근의 전자장치가 낙뢰와 같은 서지에 피해가 많은 이유는 중앙처리장치인 마이크로프로세서의 처리속도가 빨라지고, 전자부품의 동작전압이 낮아지고 있으며, 소형화 추세에 따른 결과이다.

또한 전자식연동장치 및 관련 주변장치들은 몇 개의 역을 일괄로 제어하는 자동화 시스템을 구성하는 관계로 어느 부품 또는 어느 기기 중 한 개만 고장이 발생하여도 승객의 안전과 밀접한 관계가 있어 시스템이 정지되는 많은 산업 피해 및 승객의 불편을 줄 수 있다. 이러한 피해를 미연에 방지하기 위해서는 전자장치 또는 디지털 장비들을 서지로부터 보호하기 위하여 서지보호장치를 사용하여야 하며, 철도청에서는 3종의 규격을 제정하여 활용하고 있다. 그러나, 규격의 대부분이 일본 규격을 모방한 관계로 많은 부분이 국내 실정 및 국제규격에 적합하지 않아 이에 대한 정립이 필요하다고 판단되었다.

본 논문에서는 철도청의 서지보호장치 규격을 국제 규격인 IEC 및 IEEE 규격과 비교 검토하여 개선방안을 제시하였다. 이때 철도 시스템의 중요성 및 고유 전자기장해(Electromagnetic Compatibility) 현상을 고려하였다.

- 1) 궤도가 야의 필드에 넓게 분포  
 철도의 궤도는 양호한 도체로 작용하여 직접 뇌 및 간접 뇌에 영향을 받을 가능성이 높다.
- 2) 철도 신호 및 통신 케이블의 궤도 근처 설치  
 철도의 신호 및 제어 케이블은 주로 철로 주변에 설치되는 관계로 궤도에 낙뢰가 침입하거나 또는 궤도 근처에 떨어지는 경우 각종 장애를 겪을 수 있다. 특히 간접 뇌의 경우 토지 저항률이 높을 경우 신호 및 제어 케이블로 전류가 유입되어 유도장해나 절연 파괴를 야기 할 수 있다.
- 3) 궤도 위에 교류 또는 직류 전차선 설치  
 전차 선이 궤도로 떨어질 경우 궤도 근처에 설치된 신호 및 제어 케이블에 유도장해를 야기하거나, 과도전압이 유도되어 케이블에 연결된 전자장치의 오 동작이나 파괴를 야기 할 수 있다.
- 4) 팬터래프에 의한 전원 공급  
 전기철도의 경우 팬터래프를 통하여 전력을 공급 받는 관계로 위로 올리거나 내릴 경우 접촉저항에 의해 큰 서지가 발생할 수 있으며, 특히 고속으로 달리는 경우 더 큰 아크성 서지가 발생 할 수 있다.
- 5) 궤도에 큰 전류 유입  
 AT 방식의 전원공급 방식에서 여러 가지 요인에 의해 궤도에 큰 전류가 흐를 경우, 이 전류에 의해 궤도 근처에 설치된 신호, 통신 및 제어 케이블에 유도장해 등 각종 영향을 줄 수 있음.
- 6) 궤도를 회로로 사용  
 철도 시스템에서는 궤도를 철도차량의 감지용으로 활용하기 위하여 궤도회로에 고조파 또는 펄스 신호를 실어주며 이들 신호는 노이즈로 작용 할 수 있다.
- 7) 대용량 전력변환장치 사용  
 전기철도의 경우 대용량 전인용 인버터를 사용하는 경우와 같은 대용량 전력변환 장치를 사용할 때 많은 고조파를 유출 할 수 있다.
- 8) 단권 Automatic Transformer(AT) 사용  
 전기철도에서 AT 방식을 사용하는 경우 3상의 경우 보다 많은 전류가 흘러 통신 및 제어 케이블에 각종 유도장해를 발생시킬 수 있다.
- 9) 궤도 근처에 많은 기기가 설치  
 철도 차량을 제어하기 위한 각종 전자장비들이 궤도 근처에 설치되는 경우가 많아 낙뢰 등에 의한 각종 서지의 영향을 크게 받을 수 있다.

## 2.2 철도용 서지보호장치의 요구 성능

전자기기 보호용 서지보호장치의 주요 특성은 보호대상기기 종류 및 특성, 보호설비의 중요도, 설치장소, 낙뢰와 같은 서지 크기, 방전전류 크기, 교류 및 직류 등에 따라 결정되어야 한다.

모든 서지보호장치가 갖추어야 할 기본적인 요구사항 및 평가방법은 다음과 같다.

- 1) 생존성(survival)  
서지보호장치는 설계된 환경에서는 고장이 발생해서는 안 된다. 서지보호장치는 다른 전자기기를 보호하는 것이 목적이기 때문에 단 한번의 낙뢰전류에 파괴되어서는 안 된다. 생존성 시험은 매우 큰 임펄스 전류로 실시한다. 또 다른 한편으로 모든 서지보호장치는 자체 수명이 있다는 것을 기억하여야 한다. 영원한 수명을 가진 서지보호장치는 있을 수 없다[2].
  - 2) 보호(protection)  
서지보호장치는 보호 대상기가 방해받지 않을 정도의 레벨로 과도서지를 감소시켜야 한다. 보호기능을 측정하는 가장 유용한 수단은 통과전압(let-through voltage)이다. 일반적으로 보호될 전자기기는 손상한계(damage threshold)를 가지고 있다. 만약 서지보호장치의 서지 통과전압이 보호대상 전자기기의 손상한계 이하이면 보호는 보증된 것이다. 또한 서지보호장치는 모든 도체사이 또는 모든 동작모드에서 보호기능을 가져야 한다. 과도전압은 도체들 사이의 어떤 사이에도 존재할 수 있기 때문이다 : 교류 전원선의 상과 중성선, 상과 접지 및 중성선과 접지사이; 데이터 통신, 신호 및 전화선의 라인과 라인, 라인과 접지사이. 그러므로, 서지보호장치는 도체들의 모든 조합에 대하여 낮은 통과전압을 가져야 한다[2].
  - 3) 양립성(compatibility)  
서지보호장치는 보호대상 전자기기를 보호하는 것이 주된 목적이므로 보호대상기기의 동작을 방해해서는 안 된다. 그러므로 서지보호장치는 보호대상기와 물리적 및 규정상으로 양립성을 가져야 한다. 대표적인 양립성의 부족의 예는 데이터 라인용 서지보호장치가 매우 큰 저항을 가진 경우이다. 이것은 매우 큰 신호손실을 야기하여 신호를 멈추게 할 수 있다. 양립성 요구조건은 고주파 신호, 통신 및 데이터용 서지보호장치에 대해서 매우 귀중한 존재이다[2].
- 철도 시스템의 여러 특성 및 중요성을 고려할 때 다음과 특수 요구사항을 만족하여야 한다고 생각한다.
- 4) 환경 영향 (environment effect)  
철도 시스템 특성상 옥외에 설치되는 서지보호장치는 기본적으로 온도 및 습도 성능이 좋아야 할 것이며, 고속으로 열차가 운행되는 점을 감안하여 진동성능 또한 좋아야 할 것으로 사료된다.
  - 5) 고조파 영향(harmonics effect)  
철도 시스템 근처에는 수많은 고조파 발생 원인이 있을 수 있다. 고조파 발생 원은 차량 동력용 인버터, 정류장치, 회생제동장치, 에어컨 시스템 등이 될 수 있다. 서지보호장치에 포함된 리액터와 캐패시터가 영향을 받을 수 있다. 그러므로 이에 대한 대책을 필요로 한다고 사료된다[1].
  - 6) 교류(또는 직류) 전차 선의 낙하  
철도 시스템의 궤도 위에는 고전압의 전차 선이 지나가므로 사고에 의해 궤도로 떨어지는 경우 큰 전압이 서지보호장치에 인가 될 수 있다. 그러므로 이에 대한 성능이 요구된다[1].

## 2.3 철도철 규격분석(3-5)

철도철의 서지보호장치 관련 규격은 신호용 접속단자, 보안기 및 ABS용 보안기 3종이다. 규격 용도는 크게 전원용 및 신호용이다. 보안기 규격은 전원용 및 신호용을 동시에 포함하고, 신호용 접속단자는 전원용이다. 성능 평가항목은 크게 서지보호소자와 완제품에 관한 것으로 분류할 수 있다. 주요 서지보호소자 종류는 가스튜브 어레스터, 과전압 억제 다이오드, 배리스터, 복합제어 유니트, 무극성 서지 차단기 등이다. 평가항목 및 특성은 해당 보호소자 국제규격의 내용과 유사하다. 일반적으로 보호소자의 특성은 고도의 측정기술, 평가기술 및 측정장비를 필요로 하기 때문에 서지보호장치 관련 국제규격에서는 실시하지 않고 있다.

완제품에 대한 주요 성능평가 항목 및 평가방법은 규격별로 모두 다르지만 중요한 항목을 정리하면 다음과 같다.

표 1. 철도철 규격의 평가 항목

평가 항목	신호용 접속단자	보안기	ABS용 보안기
임펄스방전 개시전압	○	○	○
최대연속동작전압	○	○	○
임펄스 방전전류내량	○	○	○
부하전류 용량			○
절연저항	○	○	○
상용주파 내전압	○	○	○
기계적 충격	○		○
진동	○		○
온도 및 습도 특성	○		○
서지 보호소자 특성	○	○	○

표 1에서 평가방법을 개선하여야 할 주요 항목 및 사유는 다음과 같다.

- (1) 임펄스방전 개시전압 : 서지전류를 10/200 $\mu$ s를 사용하는데, 이는 국제규격에서 사용하지 않는 파형임
- (2) 최대연속동작전압 : ABS용 보안기에도 포함 필요.
- (3) 임펄스 방전전류 내량 : 서지전류를 10/200 $\mu$ s를 사용하는데, 이는 국제규격에서 사용하지 않는 파형.
- (4) 부하전류 용량 : 철도철 규격은 모두 직렬 연결형이므로 모든 제품에서 실시하여야 함.
- (5) 기계적 충격 : 송판 위에 낙하하는 방법은 재현성 때문에 현재는 사용하지 않는 방법임.
- (6) 진동 : 포장상태에서 평가하는 방법을 사용하고 있으나, 사용상태를 모의하는 시료를 부착한 상태에서 실시하는 방법으로 변경 필요.
- (7) 서지보호소자 특성 : 국제규격에서는 실시하지 않는 항목이며, 또한 특성평가도 실질적으로 어려우므로 실시하지 않음이 타당하다고 사료됨.

철도철 규격의 전체적인 특징을 다음절에서 검토한 국제규격과 비교하여 정리하면 다음과 같다.

- 1) 서지보호소자 특성평가 실시 : 국제규격에서는 완제품에 대한 성능평가만 실시.
- 2) 용도별 규격 혼용 : 용도별 성능평가 항목이 크게 다르기 때문에 국제규격에서는 크게 2종(전원용 및 통신-신호-데이터용)으로 분류되었으나, 철도철 규격은 2종에서 전원용과 신호용을 혼용하고 있음.
- 3) 적은 성능평가 항목 : 완제품에 대한 성능평가 항목을 국제규격과 비교하였을 때 상대적으로 적은 편임.
- 4) 지역적인 서지관련 파형 : 임펄스 방전 개시전압 및 방전전류 내량 등 서지시험 관련 파형을 국제규격에

- 서는 사용하지 않는 10/200 $\mu$ s을 사용하고 있음.
- 5) 시험방법 및 평가방법 : 국제규격에서는 인가부위, 인가방법, 계측기 성능, 계측기 설정 및 결선방법, 평가방법 등을 세부적으로 언급하고 있으나, 상대적으로 철도청 규격은 미비한 편임.
  - 6) 규격의 일관성 부족 : 철도청의 3종 규격의 평가항목 명칭 및 평가 종류가 규격별로 다른 경우가 많음.
  - 7) 성능평가 방법의 낙후 : 전체적으로 국제규격에 비해 낙후되어 있음.
  - 8) 직렬 연결형 형식 : 서지보호장치는 크게 직렬 연결형과 병렬 연결형이 있는데 철도청 규격에서는 대부분 직렬 연결형을 사용함.

## 2.4 국제규격 분석

본 절에서는 국제규격인 IEC 및 국제적 수준의 IEEE의 전원용 및 신호-통신-데이터용 서지보호장치 규격의 성능평가 항목을 검토하였다. 규격별로 성능평가 명칭은 다르지만 시험목적은 고려하여 정리하면 전원용은 표 2와 같고, 신호-통신-데이터용은 표 3과 같다.

### 2.4.1 전원용 서지보호장치(6-7)

표 2. 국제규격의 전원용 성능 평가항목

평가 항목	IEEE	IEC
서지 제한전압	○	○
최대연속동작전압	○	○
서지 수명	○	○
최대단일 서지 내구성	○	○
전압 안정도	○	○
부하전류 용량	○	○
절연저항	○	○
상용주파 내전압	○	○
대기 소비전력	○	○
보호상태 표시기	○	○
분리기의 동작체무		○
열적 안정성		○
후비 과전류 보호기능		○
순간 과도전압(TOV)		○
직접 혼촉 성능		○
열 저항 성능		○
화염 저항 성능		○
절연 및 옆면거리 측정		○
트래킹 저항 성능		○

IEC 및 IEEE 규격을 검토한 결과 주요 특징을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 완제품에 대한 성능평가만 실시한다.  
철도청 규격에서 서지소자에 대한 성능평가를 실시하는 것과 대조적이다.
- (2) 성능평가 항목이 철도청 규격과 비교하여 많다.  
서지소자 단위 성능시험을 완제품 상태에서 실시하는 것으로 전환하여 실시한 것으로 추정된다.
- (3) 시험방법 및 평가방법이 세부적이다.  
시험장치의 성능 및 검증 방법, 결선방법, 사용 계측기의 성능 및 사용방법, 시험항목별 양부 평가방법 등을 세부적으로 제시하였다.
- (4) 성능평가 방법이 매우 까다롭다.  
성능평가 방법이 매우 정교하고 까다롭다.

표 2에서 철도청의 전원용 규격에서 포함하여야 한다고 사료되는 주요 항목 및 추가 사유는 다음과 같다.

- (1) 최대단일서지 내구성 : 서지보호장치의 생존성 고려.
- (2) 전압안정도 : 철도청 규격은 모두 직렬 연결형.
- (3) 부하전류 용량 : 철도청 규격은 모두 직렬 연결형.
- (4) 보호상태 표시기 : 서지보호장치의 보호 요구 성능.
- (5) 순간 과도전압 : 서지보호장치의 주요 고장 요인.
- (6) 직접 혼촉 성능 : 궤도 위에 교류 및 직류 전차선.

### 2.4.2 신호, 통신 및 데이터용 서지보호장치(8-9)

표 3. 국제규격의 신호-통신-데이터용 성능 평가항목

평가 항목	IEEE	IEC
최대연속동작전압		○
서지 제한전압	○	○
절연	○	○
기계적 충격	○	
진동	○	
온도 특성	○	
온습도 내구성능	○	○
정전용량	○	○
임펄스 복귀	○	○
교류 수명	○	○
임펄스 수명	○	○
최대 단일 서지 내구성	○	
임펄스 서지상태에서 온습도 성능	○	○
교류 서지상태에서 온습도 성능	○	○
정격 전압	○	
정격 전류	○	○
직류 저항	○	○
인덕턴스 측정	○	
과도 전류	○	
전류복귀 시간	○	○
차단 사이클 수명	○	○
삼입손실	○	○
반사손실	○	○
장거리 평형	○	○
비트 에러율	○	○
전류응답시간		○
최대 차단전압	○	○
Near-end crosstalk(NEXT)		○
단자의 기계적 내구성	○	○
과도스트레스 고장모드		○
Blind spot		○
보호 등급 성능		○
직접 혼촉 성능		○
방화 성능		○

표 3은 IEC 및 IEEE 규격에서 통신, 신호 및 데이터용 서지보호장치를 모두 포함하고 있어 평가항목이 매우 많은 편이다. 철도청의 신호용 규격에서 포함되어야 할 주요 항목 및 사유는 다음과 같다.

- (1) 교류수명 : 직렬 연결형 고려.
- (2) 최대단일서지내구성 : 서지보호장치의 생존성 고려.
- (3) 임펄스서지상태에서 온습도 특성 : 환경특성 고려.
- (4) 교류서지상태에서 온습도 특성 : 환경특성 고려.
- (5) 직류저항 측정 : 신호 전달특성 고려.
- (6) 인덕턴스 측정 : 신호 전달특성 고려.
- (7) 정전용량 측정 : 신호 전달특성 고려.
- (8) 삼입손실 측정 : 신호 전달특성 고려.
- (9) 정격전압 및 정격전류 : 서지보호장치 기본특성.
- (10) Blind spot : 서지보호장치의 보호요구 성능.
- (11) 직접 혼촉 성능 : 궤도 위의 전차선 고려.

## 2.5 철도규격 개선방안

철도청 규격을 국제 규격과 비교하고 철도 시스템의 특수성을 고려하여 개선 할 사항 및 개선방향을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 보호소자 단위 시험 제외  
서지보호장치 관련 국제규격에서는 보호소자에 대한 성능평가는 실시하지 않는다.
- (2) 적용범위에 따른 규격 분류  
국제규격에서는 크게 전원용(교류 전용 또는 교류 및 직류 겸용)과 통신, 신호 및 데이터용으로 분류하여 제정하고 있다. 이는 용도별로 성능평가 항목 및 성능이 서로 다르기 때문이라고 사료된다. 철도청 규격은 용도로 보아 전원용(교류 및 직류 겸용)과 신호용으로 분류하면 적합하리라 생각한다.
- (3) 중요시험 항목 추가  
국제규격과 비교하였을 때 전원용 규격에서 포함하여야 할 항목으로는 최대 단일 서지 내량, 전압안정도, 부하전류 용량, 보호상태표시기, 순간 과전압, 직접 혼촉 성능 등이다. 신호용으로는 교류수명, 최대 단일 서지 내구성, 임펄스 서지상태에서 온습도 성능, 교류서지상태에서 온습도 성능, 직류저항 측정, 인덕턴스 측정, 정전용량 측정, 삽입손실 측정, 정격전압 및 정격전류, blind spot, 직접 혼촉 성능 시험 등을 추가하여야 한다고 사료된다. 추후 규격 개정시 국제규격을 검토하여 추가 시험항목을 결정하여야 한다고 사료된다.
- (4) 서지관련 시험 파형의 국제규격 사용  
철도청 규격에서 임펄스 방전개시 전압이나 반복방전 전류 내량 모두 10/200 $\mu$ s 서지 파형을 사용하는데 국제규격에서는 사용하지 않는 것이다. 그러므로 국제규격에서 사용하는 파형으로 개선함이 타당하다고 사료된다. 서지관련 전압은 규격별, 용도별, 사용소자별로 모두 다르므로 규격 개정시 세부사항을 검토하여 반영하여야 한다고 사료된다.
- (5) 세부적인 시험방법 및 평가방법 등 제시  
성능평가 항목 중 서지관련 시험은 비-선형소자를 사용하고 서지 파형의 상승시간이 매우 빠른 관계로 측정설비, 결선방법이나 계측기 사용방법 등에 따라 결과에 차이가 발생한다. 그래서 국제규격에서는 매우 상세하게 언급하고 있다. 반대로 철도청 규격은 너무 간단하여 정확한 성능평가가 어렵다. 추후 규격을 개정할 경우, 세부적인 사항은 국제규격을 따르도록 한다고 사료된다.
- (6) 가스튜브 어레스터 사용 제외  
가스튜브 어레스터는 높은 동작개시전압, 순간적인 정전발생 등의 여러 단점에도 불구하고 정전용량이 작아 주로 통신용에서 사용한다. 그러므로 특별한 사유가 없으면 전원용에는 최근 가장 많이 사용하고 각종 특성이 좋은 배리스터 사용을 추천한다.
- (7) 동작표시기 기능 또는 퓨즈 내장  
서지보호장치는 한정된 수명을 가지고 있으며, 고장이 발생한 상태에서 계속 사용하는 경우 앞에서 언급한 정전이나 화재 등을 유발할 수 있으므로 정상 동작상태를 알려주는 표시장치를 권장하고 있다. 중요한 설비에 사용하는 서지보호장치에는 인격으로 상태를 알려줄 수 있는 접점 등을 내장하고 있으면 유지보수 하는데 효율적이라고 사료된다. 또한 서지보호소자가 단락이나 낮은 저항모드로 고장이 발생하는 경우, 화재나 정전과 같은 각종 사고가 발생 할 수 있다. 그러므로 서지보호소자의 고장모드를 고려하여 단락이나 낮은 저항모드로 고장이 발생하는 소자를 사용하는 경우에는 퓨즈 설치를 권장한다.
- (8) 규격별 성능평가 제목의 통일 및 수정

철도청 규격의 성능평가 제목을 국제규격과 비교하여 목적에 적합한 것으로 수정하고, 모든 규격에서 통일하여 사용하여야 한다고 생각한다.

- (9) 고조파 필터 기능 내장(필요시)  
철도 시스템에서는 견인용 인버터를 포함하여 각종 고조파를 발생하는 전력변환 장치를 사용하고 있다. 그러므로 전원용의 경우 필요시 고조파를 억제하는 필터기능을 내장할 것을 제안한다.

## 3. 결 론

철도청의 서지보호장치 관련 규격의 성능평가 항목에 대하여 IEC 국제규격과 국제적 수준의 IEEE 규격과 비교 검토하여 철도청 규격의 개선방안을 제시하였다. 제시된 철도청 규격의 주요 개선방안은 다음과 같다.

- (1) 국제규격에는 실시하지 않는 서지보호소자 단위의 평가항목은 삭제한다.
- (2) 규격을 용도에 따라 크게 전원용과 신호용으로 분류하여 작성한다.
- (3) 중요시험 항목을 국제규격과 비교하여 필요한 것 중 누락된 것은 추가한다.
- (4) 각종 임펄스 관련 서지 파형을 국제적으로 많이 활용하고 있는 것으로 변경한다.
- (5) 성능평가 방법을 국제적 수준으로 향상한다.
- (6) 성능평가방법 및 계측기 결선방법 등을 세부적으로 언급한다.
- (7) 전원용에서 사용하는 가스튜브 어레스터의 사용을 배리스터로 대체하여 사용한다.
- (8) 성능평가항목 명칭을 적합하게 변경하여 사용한다.
- (9) 필요시 고조파 필터 기능을 포함한다.

철도분야의 서지보호장치 관련 추후 연구사항으로는 철도청의 교류 전기철도는 물론이고 지하철 공사의 직류 전기철도 및 고속철도 관련 전자기장해를 심도 있게 분석하여 여기에 적합한 서지보호장치 성능 향상 방안을 세우는 것이다. 또한 서지보호장치는 철도분야의 전자장비를 보호하는 것이 목적이므로 철도관련 전원장치, 전자장치 및 신호장치 등과 협조되는 방안을 연구하여야 한다고 생각한다. 이를 토대로 철도분야의 전반적인 전자기장해 대책을 세워야 할 것으로 사료된다.

## [참 고 문 헌]

- [1] IEC 62236-1(CDV), 철도분야의 전자기장해, 2001.
- [2] H J Karmazyn, "Transient/ Surge protective Devices-How to Make Sure They are Effective, IEEE, 1996.
- [3] 신호용 접속단자, 철도용품표준규격, 2001.
- [4] 보안기, 철도용품표준규격, 2000.
- [5] ABS용 보안기, 철도용품표준규격, 2001.
- [6] IEC 61643-1, 전원용 서지보호장치, 1998.
- [7] IEEE Std C62.62, 전원용 서지보호장치, 2000.
- [8] IEC 61643-21, 신호-통신-데이터용 서지보호장치, 1998.
- [9] IEEE Std C62.64, 신호-통신-데이터용 서지보호장치, 1997.