

이상전압으로부터 철도신호설비 보호방안 고찰

조봉관, 이재호
한국철도기술연구원

Surge protection methods in Railway Signalling system

B. K. Cho, J. H. Lee
KRRI

Abstract - The Railway Signalling Equipment's transformation to Micro-electronic has been caused to the decrease of its introspection against a surge voltage. So, there has been many tries to protect the railway signalling equipment from a surge voltage by using of a various surge protector. In this study, we are trying to draw up the protective plan to prevent this weakness on introspection by analyzing the electric characteristic on such a surge protector and reviewing the way on distributing wires in signalling room.

입환작업이나 분기부에서 열차의 진로를 제어하는 전자연동장치, 중앙사령실에서 제어정보와 현장의 표시정보를 전달하는 LDTS 및 이들 신호기계실 설비에 전원을 공급하는 전원공급장치로 구분할 수 있으며, 이밖에도 궤도의 열차유무를 감지하는 궤도회로, 신호기 등이 있다. 특히, 전자연동장치는 역구내의 입환작업, 진로설정 등의 역할을 담당하는 철도신호설비의 핵심장치이다. 기존의 계전기 방식의 전자연동장치에서 마이크로 프로세서 등의 발전과 더불어 전자연동장치로 발전을 하였다.

1. 서 론

전차선 지락, 낙뢰 등 이상전압이 신호기계실로 유입되면 신호보안장치의 장애를 발생시키고 열차의 안전운행에 지장을 초래할 수 있다.

특히, 현장의 신호를 제어하는 신호기계실의 설비중 전기적 내성이 약한 전자설비에는 상대적으로 큰 영향을 미칠 수 있다.

따라서, 신호기계실로 유입되는 이상전압을 막기 위하여 보호설비를 갖추고 있다. 이러한 목적으로 설치된 보호설비 및 소자들에 대한 전기적 특성시험을 실시하였다. 또한, 신호기계실 배선설치 현황을 선진외국의 사례를 조사하여 이상전압으로부터 철도신호설비를 보호하기 위한 방안을 검토한다.

다음은 전자연동장치가 주로 설치된 중앙선의 철도신호설비를 대상으로 분석하였다.

2. 본 론

2.1 신호설비 현황

중앙선구간은 총연장 334.3km로 전철화구간(청량리-영주)과 비전철구간이 혼재되어 있다.

표 1. 철도신호설비 현황

설비명	비고
연동장치	전자연동 60 -
	전기연동 5 -
LDTS	LG-LDTS 31 망우-구학
	HS-LDTS 34 봉양-화산
궤도회로	임펄스 1,006 망우-영주
	DC바이어스 503 영주-화산
신호기계실 접지	제1종 접지 접지저항 : 10Ω

철도에서 현재 사용되고 있는 신호설비에는 역구내의

2.2 신호전원 공급계통

전자연동장치의 현장 설치환경은 다음과 같다.

- 전자연동장치가 설치된 기기실은 레일에 근접
- 레일은 대지와 불완전한 절연
- 레일의 대지전위 상시 변화
- 강전계통 접지와 충분한 이격거리 확보 곤란
- 전자연동장치를 중심으로 현장기기, 전원선 및 정보선은 스타형태로 구성

이상전압의 유입경로로는 신호기계실에 전원을 공급하는 전원계통과 전자연동장치와 외부장치간의 통신을 하기 위해 연결된 통신선로 및 접지들 예상할 수 있다. 그림 1은 역사내 공급되는 전원 계통도도 그림이다.

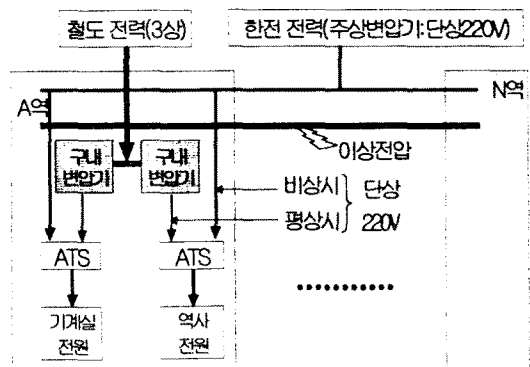


그림 1. 역사내 전원 공급 계통도

역에 공급되는 전원은 평상시 철도변전소에서 공급되는 철도전원과 비상시에 한전에서 공급되는 전원으로 구분되며, 신호공급장치내의 ATS에서 절체하고 있다.

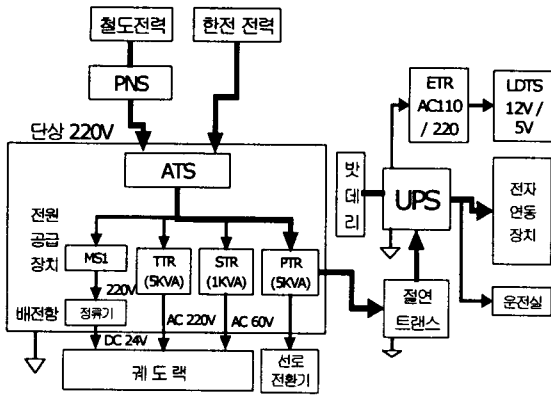


그림 2. 신호전원 공급 계통도

그림 2와 같이 신호기계실로 공급되는 전원은 PNS(Power Noise Stabilizer)를 거쳐 신호공급장치로 공급되며 전자연동장치로 공급되는 전원에는 절연변압기를 설치하여 서지전압을 막아주고 있다.

2.3 보호설비 전기적 특성

2.3.1 절연변압기

보호설비에는 전자연동장치 전단에 설치되어 서지를 방호하는 절연변압기와 각종 보안기로 크게 구분할 수 있다.

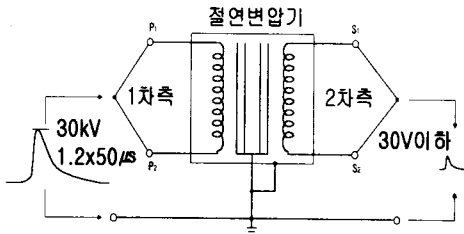


그림 3. 서지 이행을(L-G) 시험 회로도

절연변압기(서지방호용)의 전기적 특성을 분석하기 위해 서지이행을 시험과 불평형 시험을 실시하였다.

시험대상 절연변압기는 현재 일본 철도에서 사용하고 있는 3KVA, H형, H-5941를 가지고 시험을 실시하였다. 시험에 사용한 서지인가파형은 IEC 61000-4-5에 준하여 실시하였다.

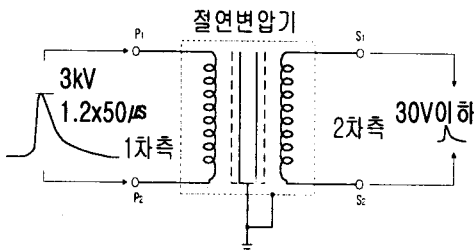


그림 4. 불평형(line-line) 시험 회로도

그림 5의 서지이행 시험결과 파형을 보면 서지이행율 : 0.38%로 제작사에서 제시한 0.1%를 초과하는 것을 알 수 있다.

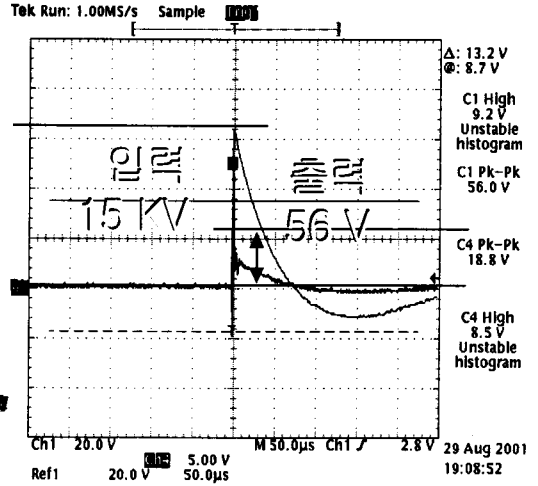


그림 5. 서지 이행 시험결과 파형

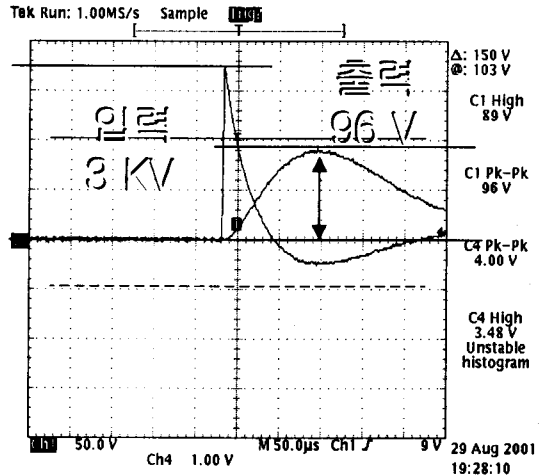


그림 6. 불평형 시험결과 파형

그림 6에서 불평형시험 결과 서지이행율 : 3.2%로 기준치인 1%를 초과함을 알 수 있다.

따라서, 국내에서 실시한 시험방법과 일본에서 시험한 시험방법을 비교, 검토한 결과 표 2와 같이 서지 인가파형의 전류량과 회로 임피던스에서 차이가 있고, 측정시에 노이즈에 의한 영향으로 매번 측정된 파형의 차이가 발생함을 알 수 있었다.

표 2. 일본제작사와 연구원 시험방법 비교

항 목	연구원	일본제작사
기준 규격	IEC 1000-4-5 (국제규격)	JEC 0202 (일본내 규격)
회로임피던스	2 Ω	규정 없음
유도저항 (리액턴스)	주회로에 15mH 조합	없음
전류량	대용량	극소

2.3.2 보안기

철도신호에 사용하는 보안기에는 일반케도회로용(T200), 전원회로용 S110과 S220 및 다음의 신호용 접속단자로 구분할 수 있다.

- HS1105 : AC110V, 전원용
- HS2205 : AC220V, 전원용
- HS0605 : DC 60V, 전원용
- HS0245 : DC 24V, 전원용

보안기 시험에 사용한 서지 파형은 표 3과 같이 국제 규격에 준하여 실시하였다.

표 3. 보안기 시험에 사용한 서지인가 파형

규격	종류	임펄스 방전개시전압	충격파 방전내량
신호용 접속 단자	HS1105	1.2X50us, 6KV 인가시 600V이하 방전	8/20us, 500A 20회 통전
	HS0605	1.2X50us, 6KV 인가시 650V이하 방전	
	HS0245		
ABS용 보안기	S110	1.2X50us, 6KV 인가시 650V이하 방전	8/20us, 3,000A 20회 통전
보안기	S220	1.2X50us, 6KV 인가시 800V이하 방전	8/20us, 6,000A 20회 통전

그림 7은 신호용 접속단자 HS 2205의 서지인가시험의 결과파형으로 그림 7(a)는 선간에 서지파형을 인가한 경우이며 파두에 감쇄 진동파가 발생함을 알 수 있다. 그림 7(b)는 선-대지간 서지파형을 인가한 경우의 시험으로 서지응답파형이 빠르게 감쇄함을 알 수 있다.

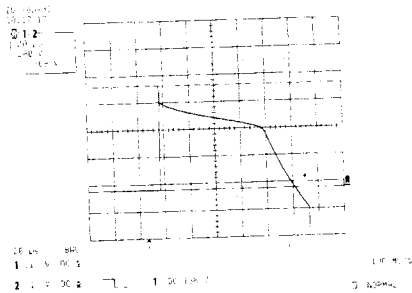


그림 7(a). HS 2205 서지시험 결과파형(line-line)

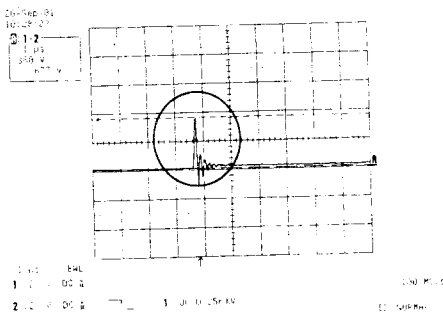


그림 7(b). HS 2205 서지시험 결과파형(line-grou)

보안기 신제품에 대한 서지-수명시험과 온습도 내구성 시험(line-line)결과 표 5와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 5. 보안기 시험결과

규격	모델명	조합서지파형	인가/측정부위	결과
신호용 접속단자	HS1105	1.2 X 50us 6 KV 8 X 20us 0.5 KA	선간 (line-line)	양호
	HS2205			양호
	HS0605			양호
	HS0245			양호
보안기	T200	1.2 X 50us 6 KV	선대지간 (line-ground)	-
ABS용 보안기	S110	8 X 20us		양호
	S220	3 KA		양호

2.4 신호기계실 배선시공

신호기계실내의 전자연동장치와 연결되는 외부 배선과 내부배선을 물리적으로 구분하여 상호간의 간섭을 최소화한다.

그림 8에서 신호기계실 내부로 연결되는 배선은 계전기랙 상부의 인입로를 통해 신호기계실 천정의 배선경로를 이용하고 있으며 신호기계실에서 현장으로 연결된 배선은 계전기랙의 하부 인입선을 통해 신호기계실 바닥의 배선로를 사용하고 있다.

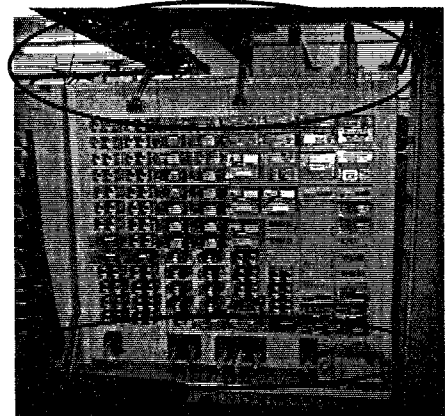


그림 8. 신호기계실 계전기랙 배선

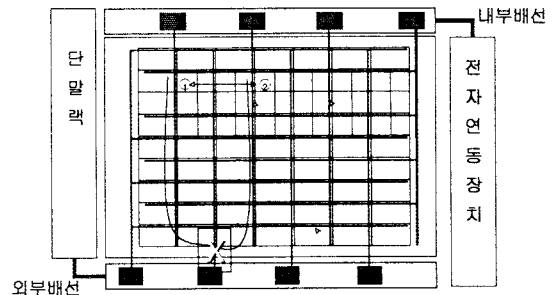


그림 9. 내, 외부배선의 구분

가능하면 내부배선과 외부배선은 물리적으로 분리하는 것이 바람직하나 어쩔 수 없이 그림 10과 같이 내, 외부배선을 교차시킬 경우에는 직각으로 교차 배선하여야 한다.

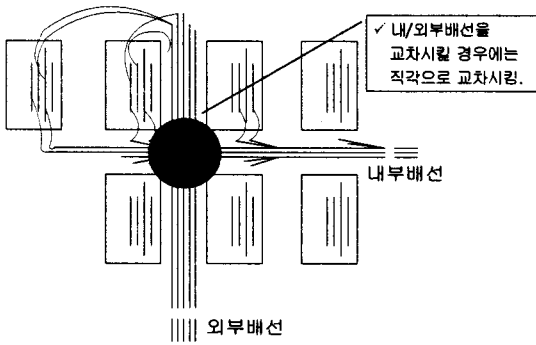


그림 10. 내, 외부배선의 교차

또한, 외부로 인입하는 배선을 시공할 경우에도 그림 11과 같이 신호기계실 바닥내부에 층간 분리하여 배선하고 용도별, 특성별로 구분하여 시공하여야 한다.

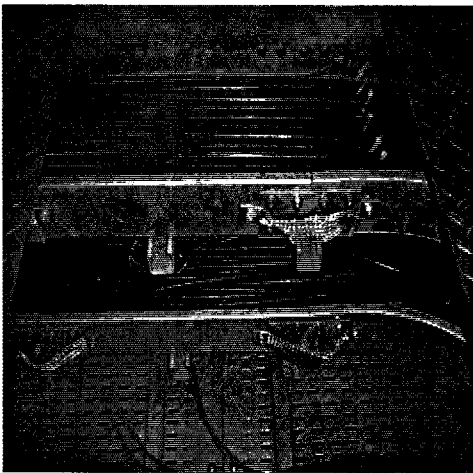


그림 11. 신호기계실 외부 배선 통로

3. 결 론

철도신호설비는 레일과 인접한 열악한 환경에 위치하여 있어 유도뢰, 전차선 지락 등 여러 가지 외부적인 요인에 노출되어 있다. 그러나, 앞에서 검토한 보호설비들이 각각의 성능을 만족함으로써 이상전압에 대한 내성을 강화시킬 수 있으며 신호설비의 장애를 미연에 방지할 수 있다.

본 연구를 통하여 이상전압으로부터 기기를 보호하기 위해 설치한 보호설비들의 전기적 특성을 파악할 수 있었으며 효과적인 서지방호를 실시하고 있음을 알 수 있었다. 또한, 신호기계실 배선설치 현황과 시공방법을 통해 내, 외부배선이 물리적으로 분리함으로써 상호간의 간섭으로 인한 오동작을 미연에 방지함을 알 수 있었다.

향후에도 새로운 기능을 담당하는 설비가 신호기계실에 추가 설비될 경우 뇌서지로부터 새로운 설비를 보호하기 위한 보호대책은 충분히 검토되어야 하며 다른 설비에 미치는 영향도 충분히 고려되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC standard 1000-2-2, 1993
- [2] IEC standard 1000-2-3, 1992

- [3] IEC standard 1000-2-9, 1996
- [4] IEC standard 61000-4-5
- [5] 신호용 접속단자, 철도용품표준규격, 5920-3277, 2001.3
- [6] ABS용 보안기, 철도용품표준규격, 5920-3287, 2001.3