creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000265126

조선대학교 CHOSUN UNIVERSITY

2015年 8月
工學碩士學位論文

철도신호설비의 낙뢰방호시스템에 관한 연구

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

電氣技術融合工學科

李 吉 魯

2015年 8月 碩士學位論文 철도신호설비의 낙뢰방호시스템에 관한 연구 李吉魯

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

철도신호설비의 낙뢰방호시스템에 관한 연구

A Study on the Lightning Protection Systems for Railway Signaling Equipment

2015 年 8 月

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

電氣技術融合工學科

李 吉 魯

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

철도신호설비의 낙뢰방호시스템에 관한 연구

指導敎授 曺 錦 培

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함.

2015年 4月

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

電氣技術融合工學科

李 吉 魯

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

李吉魯의 碩士學位論文을 認准함.

委員長　朝鮮大學校　敎授　李　愚　宣　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　崔　孝　祥　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　曺　錦　培　印

2015年 6月

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

ABSTRACT

Ⅰ. 서 론 1

Ⅱ. 이론적 고찰 2

1. 철도신호설비 2

2. 낙뢰 및 과전압 발생 메카니즘 3

3. 신호설비의 피해 방지대책 6

Ⅲ. 철도신호설비 방호시스템 12

1. 접지 12

1.1 접지극 구성 12

1.2 독립접지 및 공용접지 13

2. 등전위본딩 시스템 16

2.1 등전위본딩 네트워크시스템 16

2.2 낙뢰보호용 등전위본딩 18

2.3 감전보호용 등전위본딩 19

2.3.1 주 등전위 본딩 19

2.3.2 보조 등전위 본딩 20

2.3.3 무접지용 국부등전위본딩 20

2.3.4 기능용 등전위본딩시스템 21

2.4 본딩용도체의 선정과 시공방법 22

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 서지보호장치 24
3.1 철도신호설비에서의 서지보호장치 24
3.2 전원회로의 접지방식 25
3.3 서지 보호 장치 설치기법에 따른 보호 특성 29
3.3.1 독립접지 29
3.3.2 공통접지 29
3.3.3 피보호기측 공통접지 30
3.4 뇌 서지의 경로에 따른 서지보호 장치의 보호특성 30
Ⅲ. 결론 32
참고문헌

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Tables

Table 1 철도시스템 및 한국형 열차제어시스템 ····· 2
Table 2 낙뢰에 의한 과전압 발생 ····· 5
Table 3 구조물 및 인입선 낙뢰 유형 ····· 9
Table 4 접지전극의 규격 ····· 12
Table 5 독립접지 및 공용접지 비교 ····· 14
Table 6 전원회로의 접지 방식 ····· 25

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Figures

Fig. 1 폐색구간의 방식 ····· 2
Fig. 2 낙뢰 및 운방전 ····· 3
Fig. 3 직격뢰 ····· 4
Fig. 4 유도뢰 ····· 4
Fig. 5 역류뢰(근방뢰) ····· 5
Fig. 6 설비 낙뢰 피해 설비 및 지역 현황 ····· 6
Fig. 7 경북본부 낙뢰 피해 현황 ····· 7
Fig. 8 월별 낙뢰 분포 ····· 7
Fig. 9 서지대책의 기본 설계 ····· 10
Fig. 10 피보호영역에 대한 서지침입 방지 대책 ····· 10
Fig. 11 신호설비의 등전위화 ····· 11
Fig. 12 공용접지방식 계통도 ····· 15
Fig. 13 뇌보호시스템 ····· 16
Fig. 14 신호설비의 등전위본딩 네트워크 구성법 ····· 17
Fig. 15 외부 뇌보호의 등전위본딩 ····· 18
Fig. 16 등전위본딩의 설치 및 미설치 경우 ····· 19
Fig. 17 등전위본딩의 구성(IEC규격) ····· 20
Fig. 18 무접지용 국부전위본딩 ····· 21
Fig. 19 STAR형 본딩 및 MESH형 본딩 네트워크 ····· 22
Fig. 20 등전위본딩법 ····· 23
Fig. 21 외부의 이상전압 발생 ····· 24
Fig. 22 측정계의 등가회로 ····· 26
Fig. 23 L상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가 ····· 26
Fig. 24 측정계의 등가회로 ····· 27

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 25 N상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가 ····· 27
Fig. 26 측정계의 등가회로 ····· 28
Fig. 27 N상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가 ····· 28
Fig. 28 독립접지 회로도 ····· 29
Fig. 29 공통접지 회로도 ····· 29
Fig. 30 피보호기측 공통접지 회로도 ····· 30
Fig. 31 전원선 및 신호선용 서지 보호 장치(1) ····· 30
Fig. 32 전원선 및 신호선용 서지 보호 장치(2) ····· 31

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

A Study on the Lightning Protection Systems for Railway Signaling Equipment

Gil-Lo Lee
Advisor : Prof. Geum-Bae Cho, Ph.D.
Electrical Engineering Technology Convergence
Industrial Technology Convergence
Graduate School of Chosun University

Recently, the Korean railways, a certain interval as high-speed railway that has been operating at a speed of 200km/h or more, the maximum speed of the Korea High Speed Rail is the only high-speed trains currently in service is a 300km/h, The biggest advantage of high-speed rail is capable of mass transit, there is a safe, fast, convenient use. But, Failure of signal safety equipment, damage, deformation, and external factors delay due by lightning (natural disasters, such as the impact from the outside) to abnormal train operation by the signal security devices, such as the generation of a signal failure due to failure of electronic interlocking equipment accident that results is frequent. Reliance on electrical energy and information communication has been increasing, damage aspect of lightning also diversified to change, in the advanced information society, electrical equipment, computers, lightning damage

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

of social infrastructure facilities such as communications, economic Ya it has led to problems of social serious consequences, such as industry.

As a railway signal equipment is state infrastructure, It is an important role of safe and stable operation of mass transit and passenger, Such as a microprocessor, such as an electronic interlocking device, it has been used a lot of computerized equipment, and in multi-function and miniaturization has progressed, Such rapid digitization, there is disadvantage that the insulating strength becomes lower, The urgent measures to secure vulnerable disadvantages caused by lightning accident when needed. Recently the intensity of the brain and changes in current due to the gaseous environment is getting stronger, The number of occurrences of lightning tendency also increases, Lightning power supply, is flowed into the signal control unit and signal the machine room and the outside of the signaling equipment through the cable to the communication line, it is a major cause of the traffic damage or malfunction.

Therefore, railway signaling and establishment of effective lightning damage countermeasures are required in the facility operation, And to the study of protective equipment used, etc. And to the study of protective equipment, such as using a surge protection device to prevent accidents caused by lightning strikes. For this survey about the railway signal equipment, and By analyzing the accidents and problems from lightning, and to derive the problems related to the protection system of the existing signal equipment, power supply, Review the protective measures of lightning, such as security selection, which is applied to the signal control device and communication equipment, it is time to ensure measures and theoretical considerations of appropriate lightning surge protection measures technology preparation is urgent.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서 론

최근 우리나라 철도는 일정구간을 시속 200km/h 이상으로 운행되는 고속 철도로서 현재 운행 중인 유일한 초고속 열차인 한국고속철도의 최고속도는 300km/h 이며, 고속 철도의 가장 큰 장점은 대량수송이 가능하며 안전하고 빠르며 편리한 이용에 있다. 하지만, 신호보안장치의 고장, 파손, 변형 및 외부요인(자연 재해, 외부충격 등)에 의한 낙뢰로 인한 전자연동장치 기능정지로 인한 신호 장애 발생 등 신호보안장치의 이상으로 인한 열차운행에 지연이 초래되는 사고가 빈번하게 발생되고 있다. 전기에너지 및 정보통신에 대한 의존도가 증가하고 있으며, 낙뢰의 피해양상도 다각도로 변하였고 고도정보화사회에 있어 전기설비, 컴퓨터, 통신 등 사회 인프라 설비의 낙뢰 피해는 경제 및 산업 등의 사회적으로 심각한 영향의 문제를 초래하고 있다.[1]

철도신호설비는 국가기간 시설로서, 대량 수송 및 승객 수송의 안전·안정 운행의 중요한 역할을 하고 있고, 전자식연동장치와 같은 마이크로프로세서 등, 전자화된 설비들이 많이 사용되고 있으며 다기능화·소형화가 진행되고 있고, 이러한 급속한 전자화는 절연강도가 낮아지는 단점이 있어, 낙뢰로 사고로 인한 취약한 단점을 보안할 시급한 대책이 필요한 시점이다. 최근 기상 환경 변화로 인한 뇌 전류의 세기가 점점 강해지고 있고, 낙뢰의 발생횟수 또한 증가하는 추세이며, 낙뢰가 전원공급장치, 신호제어설비 및 통신 선로에 케이블을 통해 신호 기계실 및 외부의 신호 설비로 유입되어 신호 기기들의 파손이나 오동작의 주요 원인이다.[2]

따라서 철도신호설비 운용에 있어 효과적인 낙뢰피해의 대책수립이 요구되고 있으며, 낙뢰로 인한 사고를 방지하기 위한 보안기 등을 사용한 방호설비에 관한 연구를 하고자 한다. 이를 위해 철도신호설비에 관하여 조사하고, 낙뢰로 인한 사고 및 문제점 들을 분석하여 기존 신호설비의 방호시스템에 관한 문제점을 도출하고 전원공급장치, 신호제어설비 및 통신 설비에 적용되는 보안기 선정등에 대한 낙뢰에 대한 방호대책을 검증하고 적합한 뇌서지 보호대책 기술의 고찰과 대책 마련의 타당성을 검토하고자 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 고찰

1. 철도신호설비

열차의 안전한 운행을 위한 종합적인 제어 기능을 수행하는 철도신호설비는 동일 진로를 주행하는 앞 뒤 열차간 간격확보를 위해 선로의 일정한 거리로 분할한 단위구간(폐색구간: Block)으로 나누어 1구간에 1개 열차만 운행 하도록 제한하는 중요한 설비이다.

Fig. 1 폐색구간의 방식

Table 1 철도시스템 및 한국형 열차제어시스템

·철도신호설비: 열차의 안전한 운행을 위한 통합적인 제어 기능 수행. 자동열차제어(ATC) 자동열차감시(ATS) 자동열차정지(ATS) 자동열차운행(ATO) 자동열차방호(ATP) 전자연동장치(EI) · 선로의 안전설비 및 지상과 열차 간 정보 전송
·한국형 열차제어설비: 무선통신을 활용한 무인자동운전이 가능한 열차제어설비

이러한 철도신호설비가 피해를 받는 것은 열차 운행정지 및 지연의 원인으로 사회적 혼란을 초래하고 2차사고로 이어질 수 있다. 따라서 철도 신호설비가 낙뢰 피해를 받을 가능성을 제시하고 효과적인 낙뢰 피해 대책수립에 관하여 설명한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 낙뢰 및 과전압 발생 메카니즘

낙뢰는 구름과 대지 사이에서 흔히 발생하는 방전현상을 말하며, 우리나라에서 평균 매년 약 14만 횟수 정도의 낙뢰가 발생한다고 한다. 최근 기상이변 및 지구 온난화 등 뇌우 발생률이 급격히 발생하고 있으며, 지구의 온도가 1도 상승 시 낙뢰 발생 가능성은 4~6 [%]정도 증가한다고 한다. 이와 같은 여러 원인에 의해 산업 피해 및 선로에 낙뢰가 발생하여 다수 지역에 정전사고가 발생하며, 통계적으로 매년 낙뢰로 인해 전체의 66 [%]이상의 송전사고가 발생한다고 한다.

Fig. 2 낙뢰 및 운방전

철도신호설비의 기기에 피해를 초래하는 낙뢰는 직격뢰, 유도뢰, 역류뢰(근방뢰)로 크게 3가지로 분류된다.[3]

직격뢰는 뇌운에서 송전선 등 직접 방전이 되거나 직접 기기에 인가되는 것이며 무선기지국의 안테나 및 송배전선 등으로 주위의 한층 높은 곳의 설비는 직격뢰를 받을 가능성이 높아지고, 그 외의 설비는 직격뢰의 피해 확률은 낮다고 말할 수 있을 것이다. 직격뢰를 직접적으로 피해를 받게 됨으로 기기의 열 손상 및 기계적 파괴의 우려가 있으며, 기기의 직격뢰를 피해를 최소화하기 위해 피뢰침 등 기기를 낙뢰에서 차폐하여야 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 3 직격뢰

유도뢰는 구름과 대지사이에서 방전 시 송전선로 및 통신 케이블, 기기 등에 전자유도 및 정전유도 현상으로서, 서지 전압이 발생하거나 뇌 전류가 전파된다.

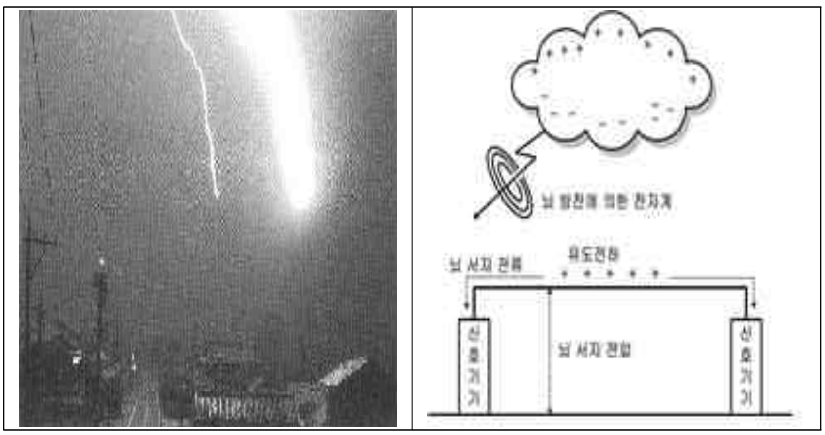


Fig. 4 유도뢰

역류뢰(근방뢰)란 기기 근방의 대지나 구조물에 낙뢰 시 신호설비와 낙뢰점 사이에 생기는 전위차에 따른 접지 및 선로 케이블을 통한 서지전류가 유입한 경우를 말하며, 유도뢰와 역류뇌가 발생하는 낙뢰 서지 전압 및 전류에 의한 기기의 절연파괴, 소손 등의 전자계에 의한 오작동 등의 문제점이 발생한다. 철도신호설비와 같은 동작전압이 낮은 설비의 낙뢰 피해의 대책수립은 주로 유도뢰 및 역류뢰를 주로 실시하고 있다고 한다.[4]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

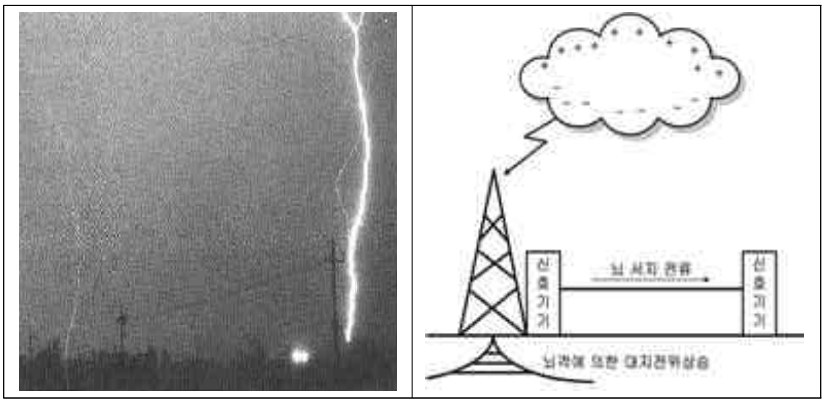
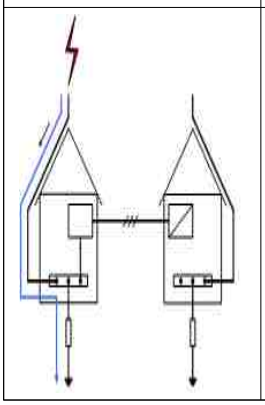
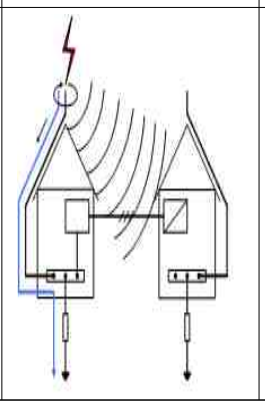
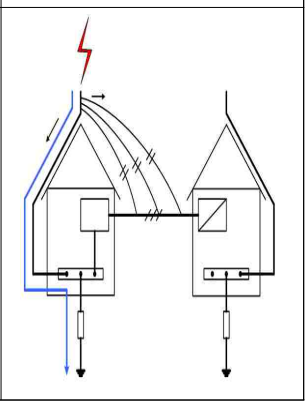


Fig. 5 역류뢰(근방뢰)

서지는 낙뢰전류에 의해 순간적으로 임펄스 형태의 과전압 또는 과전류가 유기되어 발생되는 것으로 정의 되는데 서지가 각각의 신호설비의 오동작의 주요 원인이 된다. 낙뢰 서지가 신호기계실 건물에는 전원설비, 신호설비 및 통신설비 등이 시설 되어 있는 설비들은 접지와 연결되어 있으며 이러한 건물에 낙뢰 서지는 전원설비, 신호설비 및 통신설비의 접지선 등에 의해 발생하며, 지상 및 건물공간에서는 방사에 의해 전파되는 등, 복합적인 형태로 전달되는 사례가 대다수이다. 또한 피뢰침 등의 낙뢰가 발생 시 서지전류가 인하 도선을 타고 접지 극으로 전파될 시 다음과 같은 과전압이 발생하게 된다.[5]

Table 2 낙뢰에 의한 과전압 발생

저항결합	자계결합	정전용량결합
		

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

낙뢰에 의한 과전압 발생은 모든 설비의 일부분 또는 전체에 손상을 발생시키거나 전기·전자설비 등 다양한 설비들에게도 손상 또는 오동작을 일으킨다. 따라서 낙뢰 및 서지 전압, 전류 등에 의한 피해를 최소화하기 위해 다양한 방법들이 제시되고 있지만, 낙뢰대책 방안들을 건축물이나 철도신호설비들에 적용하기 위해서는 보다 효율적이며, 경제적인 낙뢰보호대책 방안을 모색하기 위해 건축물의 구조, 내용물, 기능 등의 다양한 건축물의 특성, 지역의 낙뢰 특성 및 여러 환경적인 조건 등을 바탕으로 다양한 요인들을 종합적으로 검토해야 할 것이다.

3. 신호설비의 피해 방지대책

철도신호설비는 전원공급장치, 신호제어설비, 통신설비 3가지로 구성되어 있으며, 안전운행의 중요한 역할을 담당하고 있는 건널목은 열차 충돌 방지에 목적을 두고 있다. Fig 6~ Fig 8은 2008년부터 2013년도까지 전기기술단 신호제어처 및 한전낙뢰감시네트워크 자료를 참조한 국내의 철도신호설비 낙뢰 피해현황 통계 자료 및 경북본부 낙뢰 피해 사례, 2010년부터 2012년도까지 월별 낙뢰 분포 자료를 바탕으로 낙뢰 사고 방지를 위한 대책이 시급한 실정이다.[6]

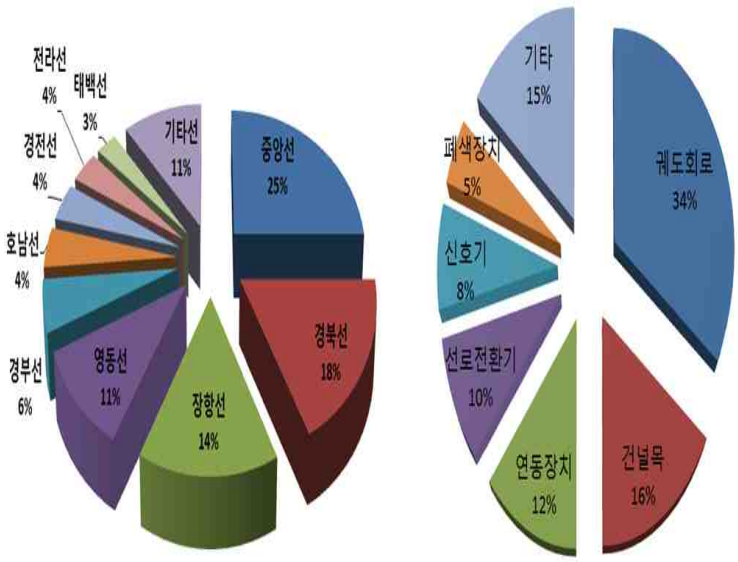


Fig. 6 설비 낙뢰 피해 설비 및 지역 현황

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

경북본부 낙뢰 피해 현황(2010~2012)

년도	피해 개소	피 해 장 치								비고
		연동장치	선로전환기	신호기	궤도회로	건널목	폐색장치	전원장치	기타	
계	393	49	4	28	152	100	8	24	28	
2010	71	19	-	1	22	9	4	5	11	
2011	176	14	-	14	68	63	2	7	8	
2012	146	16	4	13	62	28	2	12	9	

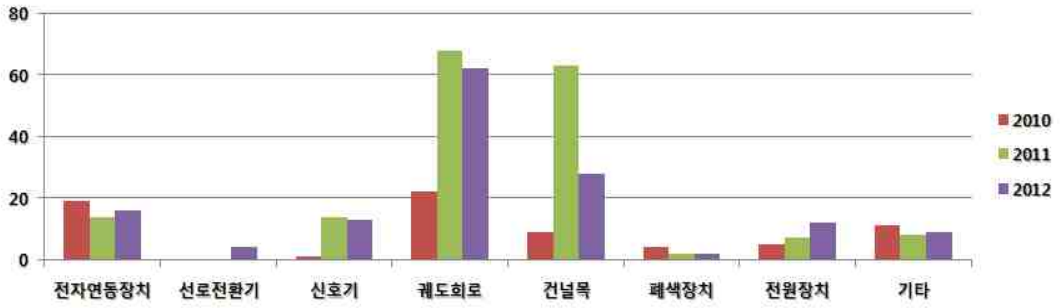
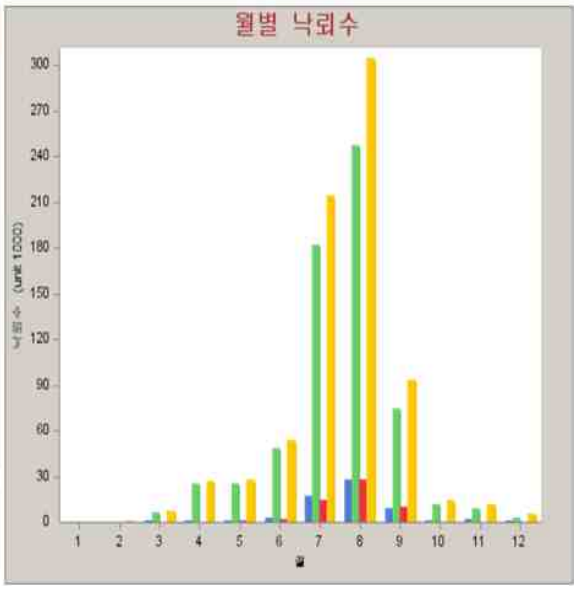


Fig. 7 경북본부 낙뢰 피해 현황

월별 낙뢰 분포(2010~2012)

월	정극성 [회]	부극성 [회]	운간 [회]	합계 [회]	비율 [%]
1월	226	588	46	860	0.11
2월	140	935	39	1,114	0.15
3월	1,023	6,307	60	7,390	0.96
4월	1,567	25,131	854	27,552	3.60
5월	1,862	25,815	1,080	28,757	3.75
6월	3,851	48,350	2,302	54,503	7.11
7월	17,005	182,801	14,627	214,433	27.99
8월	28,777	247,530	28,817	305,124	39.82
9월	9,698	74,144	10,055	93,897	12.25
10월	1,826	12,209	572	14,607	1.91
11월	2,008	9,912	648	12,568	1.64
12월	1,247	3,900	244	5,391	0.70
TOTAL	69,230	637,622	59,344	766,196	100



: 정극성 : 운간
: 부극성 : 합계

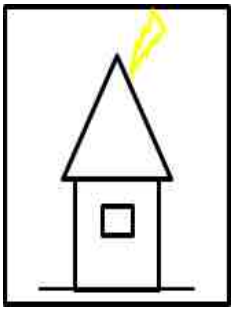
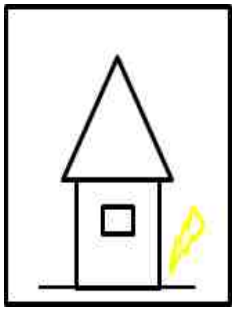
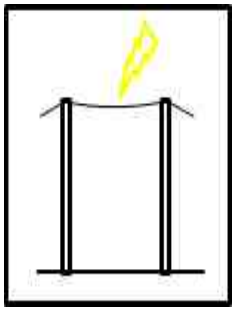
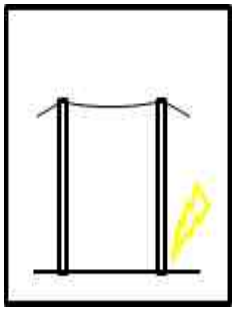
Fig. 8 월별 낙뢰 분포

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

철도레일 및 설비의 케이블에 의해서 발생하는 서지 전압의 측정은 신호제어 설비의 입·출력 설비 부분은 현장의 궤도에 부설된 궤도회로장치, 서로 전환기, 신호기 등과 케이블로 연결되어 있는 관계로 낙뢰가 발생하였을 때 서지에 노출되기 쉬운 구조로 되어 있다. 이러한 낙뢰서지를 방지하기 위한 서지 방호장치와 접지시스템은 신호시스템의 정상 동작을 위한 서지 유입 억제의 중요한 역할을 한다. 또한 AC 전원선과 접지, 신호장비 사이에 전위가 동일하지 않고 전위차가 존재하는 관계로, 큰 서지가 도래하였을 때 서지전류가 흐르는 통로로 제공되어 마이크로 전자장치로 이루어진 신호시스템이 서지에 의해 파손될 수 있고, 전원시스템과 신호시스템, 신호시스템과 연결된 통신 시스템, 전력시스템을 공동접지 시스템으로 구성하여, 등전위 상태로 만들어 줌으로서 큰 서지가 도래 하였을 때 서지전류가 흐르는 통로로 제공되지 않도록 함으로서 서지가 방호 될 수 있을 것으로 기대 된다. 철도신호설비는 선로변에 기구함 내 및 기기실 내의 높이가 낮은 장소에 설치되므로 전력설비 및 통신용 설비와 다르게 직격뢰에 의한 피해 확률은 거의 적기 때문에 직격뢰를 고려한 낙뢰피해 대책은 거의 실시되지 않는 것으로 조사되고 있다. 신호설비의 최대 낙뢰 피해의 주요 원인은 낙뢰와 함께 발생하는 레일과 통신 케이블에 유도 전압 즉 유도뢰에 의한 것으로 판단되며, 유도뢰에 의한 서지전압에 의해 설비를 파손시키는 결과를 초래한다. 신호 설비 주변의 대지 및 철탑 등의 구조물에 뇌격이 있을 시, 신호설비와 뇌격 점 사이에 발생하는 전위차에 의한 레일 및 케이블을 통한 설비에 서지전류가 유입하여 파손 시키는 역류뢰의 현상도 포함된다. 낙뢰발생 시 전자유도의 영향에 의해 발생하는 과전압이 주된 설비의 침입 경로로 신호나 통신기기 및 건물주변은 물론 광범위한 지역까지 영향을 미칠 수 있다. 따라서 낙뢰대책 방호시스템은 경제적 및 소용비용 대비 효과가 함께 동반되어야 한다.[7] 경제적이고 효율적인 낙뢰피해 대책 방안으로 보호 설비물의 기능, 내용물, 구조특성, 위치, 낙뢰 특성 및 환경적인 조건 등 다양한 종합적인 검토가 필요로 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 3 구조물 및 인입선 낙뢰 유형

	철도구조물	철도구조물 주변	인입선 설비	인입선 설비 주변
뇌격지점				
원인	철도 구조물에 직접 뇌격	철도 구조물 주변에 뇌격	인입선 설비에 직접뇌격	인입선 설비의 주변에 뇌격
유형	· 접촉 또는 보폭에 의한 전압 쇼크 · 물리적 손실 · 설비의 오작동 · 인명 손실 · 문화재 손실 · 공공서비스 손실 · 경제적 손실	· 물리적 손실 · 설비의 오작동 · 인명 손실 · 문화재 손실 · 공공서비스 손실 · 경제적 손실	접촉 또는 보폭에 의한 전압 쇼크 · 물리적 손실 · 설비의 오작동 · 인명 손실 · 문화재 손실 · 공공서비스 손실 · 경제적 손실	· 설비의 오작동 · 인명 손실 · 문화재 손실 · 공공서비스 손실 · 경제적 손실

통신설비가 서지전압에 의해 파손되거나 오동작 시 설비자체만의 문제가 아닌 사회 전반적으로 큰 영향을 미치게 되며 신호설비에 대한 신뢰성 높은 낙뢰 서지 전압의 대책이 절실히 필요한 실정이다. 일반적으로 철도신호설비의 서지 대책은 하나의 설비에 관한 대책의 중심이였지만 최근 신호 설비의 전원설비와 접지선, 신호설비의 통신설비, 원격감시신호선 설비 등의 복합적으로 접속되어 있는 시스템 면에서의 대책이 필요로 요구 된다. 낙뢰에 의한 서지대책을 실시하는 기본 설계를 나타낸 것으로서 낙뢰 및 설비에 관한 정보데이터의 구성이다. 낙뢰의 침입경로 및 낙뢰 서지 전압, 전류 값은 설비의 조사 및 해석을 통하여 추정할 수 있으며 설비간 결선에 관하여 설비 내뢰 성능을 파악하여 추정할 필요가 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

기본적인 대책으로서 낙뢰 서지 침입의 방지를 억제하고 설비의 등전위화 구성 및 시스템 대책으로 각종 대책이 있지만 설비의 대책 및 시스템 대책을 양방향으로 적용시킴으로서 확실한 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

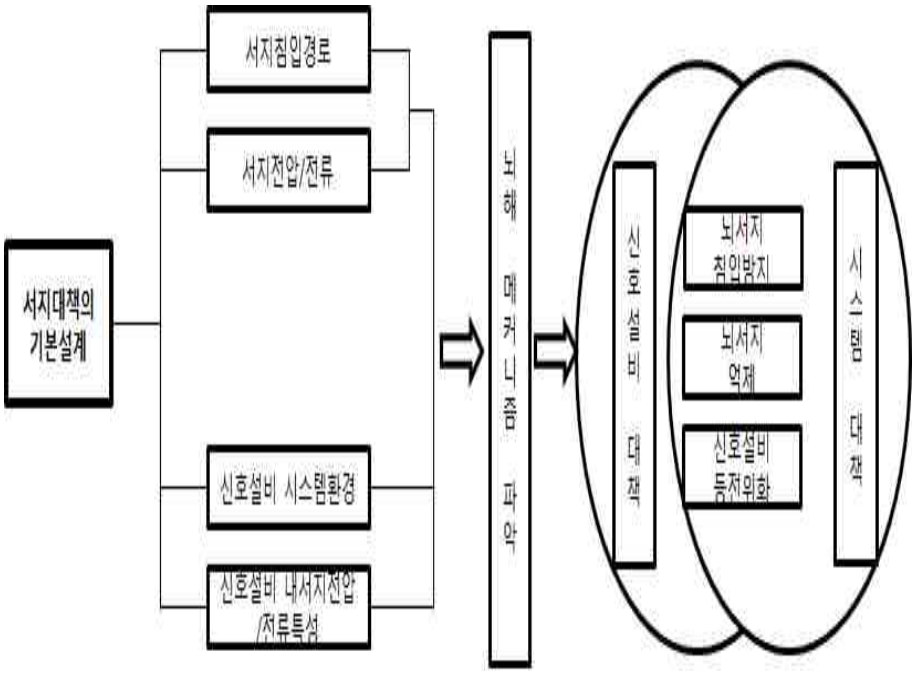


Fig. 9 서지대책의 기본 설계

Fig. 10은 낙뢰서지의 피보호영역의 피해를 인입구 측에서 대책을 구성하여 설비를 보호하고, 서지의 침입과 통과를 최소화 하도록 한다. 피 보호 대상물에 따라 보호영역은 다르며, 철도신호설비 및 기계실 등에 적용 할 수 있다. 기계실의 경우 전원설비 및 신호설비, 통신설비가 기계실 안에 설비가 설치되어 있기에 모든 인입구 측에서 뇌 서지의 침입과 통과를 보통 선간과 대지 사이의 서지 보안장치를 구성한 대책을 실시하여 뇌 서지의 침입과 통과를 방지한다. 신호기기 및 기기 내부 회로의 대응방식은 동일하며, 접속되는 외부에서의 전원설비 및 신호설비, 통신설비 등 모든 인입구 부근에서 서지 보안장치를 구성하여 침입방지를 위한 대책을 세울 수 있다.[8]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 10 피보호영역에 대한 서지침입 방지 대책

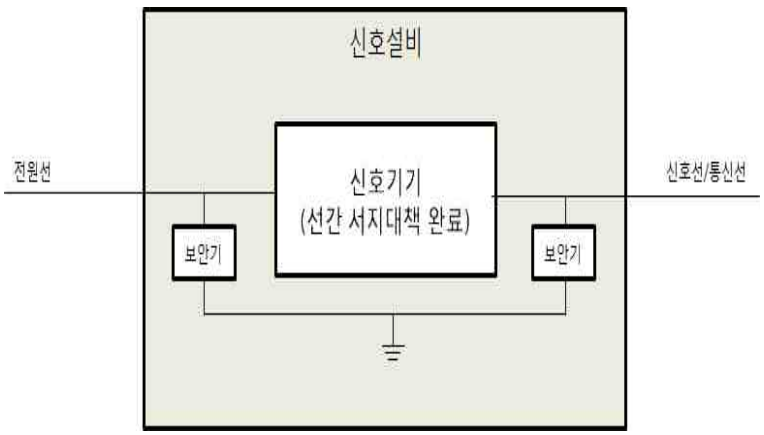


Fig. 11 신호설비의 등전위화 대책

낙뢰 서지 전압 억제의 주요 사항은 보호레벨 및 서지 전압 전류에 대한 서지 제한전압이 보호 영역내의 임펄스 특성보다 낮아지도록 하는 대책을 실시하는 것이다. 설비에 따라 서지 제한전압 및 과전압 상승률이 설비의 결함을 일으키는 경우가 대다수 이며 보안기 등의 대책부품으로 낙뢰에 의한 서지 전류 내량이 충분한 것으로 선정하여야 하며, 독립적으로 절연협조를 확보할 수 없는 경우, 복합회로에 의한 낙뢰대책을 실시하고 신호설비 자체의 내뢰 성을 강화하도록 하고, Fig. 11과 같은 등전위화(공통접지화)도 방지대책으로 뽑힌다.[9]

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅲ. 철도신호설비 방호시스템

1. 접지

1.1 접지극 구성

접지는 인체 감전사고 등의 전기사고 예방 및 각종 기기들의 원활한 동작을 위해 가장 기본적이며 핵심적인 설비이며 접지극의 접지저항을 최소화시키기 위한 물리적, 화학적 저감방법으로 나누어진다. 물리적 저감이란, 여러 개의 접지 극을 병렬 접속하여 접지저항을 감소시키며 접지봉을 깊게 매설할 수 있는 보링공법을 적용할 수 있다. 화학적 저감방법은 대지의 저항률을 감소시키기 위한 화학 저감제를 사용하는 방법으로 접지봉의 부식이 없고, 공해를 발생시키지 않으며, 접지저항 저감효과가 높을 필요가 있다.

또한, 접지봉을 병렬접속 시 건물 주변의 전위경도가 최소화 될 수 있도록 하고 신호기계실의 장치 및 설비들과의 거리를 짧은 거리에 위치하도록 해야 하며 시공의 안정성을 확보하도록 해야 한다.

Table 4 접지전극의 규격

종류	규 격	
동봉	외경 8mm이상, 길이 900mm 이상	접지봉은 14 × 164mm 이상의 리드단자 구비
동판	두께 0.7mm이상, 길이 900mm^{2}이상	
철봉	외경 12mm이상,길이 900mm이상, 아연도금	
철관	외경 25mm이상,길이 900mm이상, 아연도금	
매설 지선	단면적 14mm^{2}이상의 나연동선	

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1.2 독립접지 및 공용접지

철도신호설비에 있어서 접지설비는 열차의 안전운행에 있어 밀접한 관계가 있고, 신호설비 및 피뢰설비 등을 영전위가 되도록 대지와 전기적으로 결합시키는 독립 및 공용접지가 있다. 서지보호설비와 접지설비는 전기철도설비 계통에서 중요한 설비로 전원계통과 신호설비들의 접지기술은 현재까지 계속 적용되고 있다.

최근에는 공용접지방식으로 대부분 시공되고 있으나, 비전철화 구간 및 단선 구간에서는 독립접지방식이 사용되고 있다. 독립 접지는 변전소 울타리와 스위치 야드 접지 망 주변 도체와의 최단거리가 5m 이상이 되면 울타리의 접지는 별도로 독립시킨다. 독립접지구간의 건널목 제어유닛은 주변 기구함 간에 연접배선을 선호하며, 설비별 독립접지 배선방식으로 시공 시 순환전류에 의한 사고를 최소화하는 큰 장점이 있으며, 가공지선을 통해 뇌 전류의 유입을 최소화하기 위해 접지선과 가공지선을 분리하여 뇌 전류 유입을 방지하도록 한다. 따라서 신호기계실 접지의 경우 독립 접지는 신호기계실의 모든 접지가 연결되어 낙뢰사고 시, 접지선을 통한 내부로 유입되는 사고가 발생 한다. 따라서 신호설비, 통신설비 및 피뢰 접지 등은 전체 공통접지로 구성하여 설비를 보호하는 방안과 연접배선에 의한 순환전류 방지 방안을 검토하여야 한다.

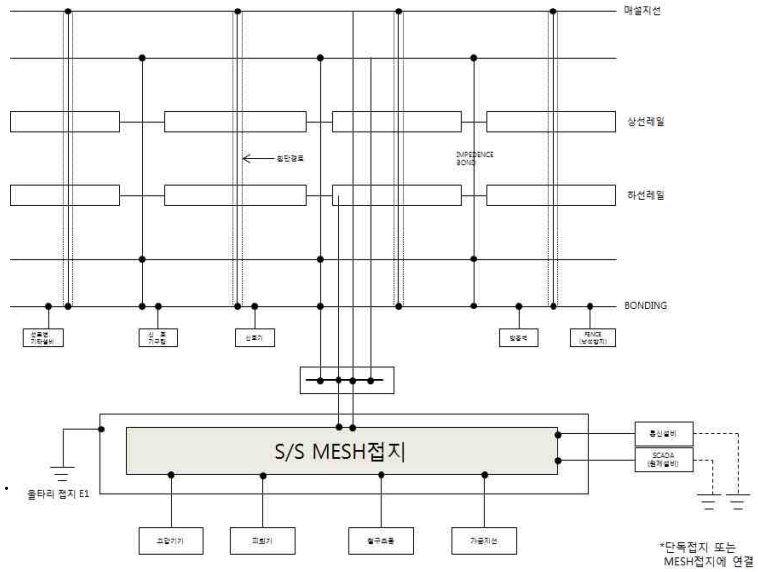
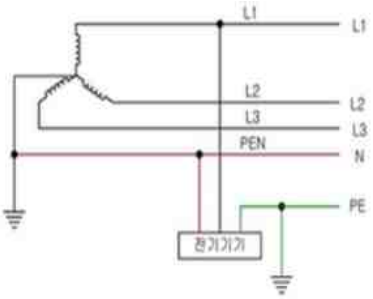
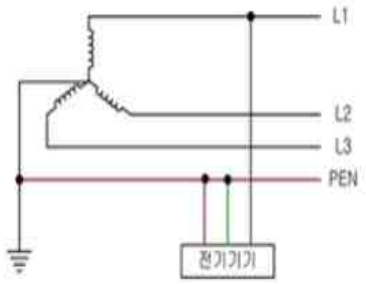


Fig. 12 공용접지방식 계통도

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 5 독립접지 및 공용접지 비교

구분	독립접지 (Isolation Grounding)	공용접지(Common Grounding)
회로도		
장점	·낙뢰 및 서지에 의한 손상 시 독립적으로 시스템을 보호	·장비 간 전위차 발생 방지 ·계통의 단순화로 높은 신뢰성 ·설비시공면에서의 경제적
단점	·시스템 상호간 충분한 이격거리를 확보 및 전기적 절연 필수 ·뇌전류 및 강한 서지전압 발생 시 전위차 발생	·접지 시스템의 사고 발생시 전체 설비 오동작 발생
구성방식	·통신, 보안, 피뢰용 등의 접지 저항을 달리함으로서 각각 분리된 시스템간의 충분한 이격거리를 두고 개별적 연결	·하나의 접지 시스템에 통신, 보안, 피뢰용 등의 접지를 공통 연결
접지설계	·시스템간의 완벽한 절연분리 ·접지저항은 시스템에 맞도록 시공 ·전기적인 회로 분석	·접지 저항은 기기특성 및 외부 환경을 고려 후 최대한 낮게 시공
사례	·한국과 일본	·미국과 유럽

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

최근 시공되고 있는 Fig.12와 같은 매설접지선을 이용한 공용접지방식은 고속선에 적용된 접지방식을 바탕으로 설계편람 및 시공지침이 작성되어 있어 1회선의 경우 상측에 매설접지선만 시공하며 2회선인 경우, 상측에 매설접지선과 하측 트러프내 절연접지선을 시공하도록 되어있다. 구간 중 반대측 (하선)에 통신설비 및 신호설비의 접지대상물이 있을 경우, 추가로 매설접지 접속함을 설치하여 접속하도록 하여야 하며, 신호설비의 결선된 접지단자함은 매설접지선이 있어야 하는 중요한 조건이 있다.

보호선은 뇌 전류 유입 시 매설접지선으로 방전경로가 구성되고 MESH형태로 되어 있지만, 기존선의 경우 매설접지선이 없는 하측 보호선에 뇌 전류가 유입될 경우 방전경로가 접지단자함에 연결된 신호설비가 된다. 따라서 가장 취약한 전자소자가 영향을 받게 되며 고속선은 매설접지선이 인출되어 공동관로내의 접지선과 연결되어 일정 간격으로 횡단 접속되지만, 기존선은 상측으로만 매설접지선이 접지단자함으로 인출되고 횡단접속은 고속선과 같은 안정화를 기대하고자 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 등전위본딩 시스템

2.1 등전위본딩 네트워크시스템

등전위본딩이란 신호설비의 건물의 금속도체들을 서로 연결하여 두 지점 간의 전위차가 있을 경우 인체 감전 및 신호설비 고장이 발생할 수 있으며, 방지대책으로 두 지점 간을 서로 연결하여 전위차를 동일하게 하는 기술이 등전위본딩이다. 일반적으로 선진국에서는 등전위본딩이 정착되어 있고 국내의 경우에는 관련 기술지침을 통한 신호기계실 신호설비 및 접지간의 전위차를 줄이기 위해 건물 내 전원장치 및 신호장치의 금속체 등을 한 곳에 집중시켜 등전위본딩을 시스템을 적용한다.

낙뢰보호시스템은 신호기계실의 건물의 수뢰부에 발생하는 낙뢰전류를 접지극에 흘려보내기 위한 인하도선과 대지에 방전할 수 있는 접지 극 구성의 중요한 외부 뇌보호시스템과 내부 신호설비들을 낙뢰 과전압으로부터 보호하는 내부뇌보호시스템으로 등전위본딩 및 보안기(SPD: Surge Protective Device) 등 낙뢰보호시스템과 밀접하게 관련된 기술들이다.

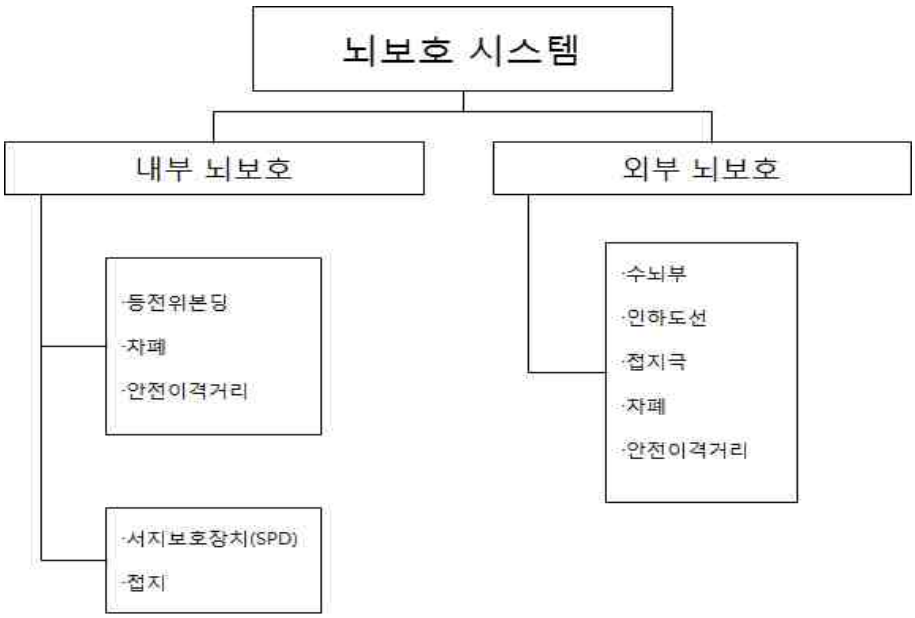


Fig. 13 뇌보호시스템

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

등전위본딩은 등전위를 형성하기 위해 도전성 도체를 전기적으로 연결하거나 전로를 형성시키기 위해 금속체 부분을 서로 접속하는 것이다. 신호설비의 건물에서 금속체를 접속하여 이상전압 발생 시 동일한 전위 및 [mV]의 오차의 범위로 접촉전압을 감소시켜 등전위화를 이루어 감전으로부터 인명사고 및 설비를 보호하는 목적과 과전압 및 섬락 발생의 억제 역할을 하기도 한다. 따라서, 등전위본딩은 전원공급장치, 신호제어설비 및 통신 선로 등에서 필수적인 요소이며 등전위를 형성하는 공통적인 목적이 있다.

신호설비건물 내 각 신호장치 및 접지개소의 전위차를 최소화 하기 위한 모든 전원공급장치, 신호제어설비 및 통신선로, 건물 내 금속체 등을 한 지점에 등전위본딩을 집중 적용하는 네트워크 구성법 또한 대책의 하나로 강구되고 있다. 건물 내에는 다수의 설비 및 케이블 등이 다량으로 배치되어 있어 1개소에 집중시키기 곤란한 문제점을 주 접지단자를 2개소에 설치하여 상호 접속시켜 1개소의 일점으로 집중시키는 효과를 얻는 방법이다. 또한 신호설비시스템은 정보통신장치, 열차방호장치, 전자연동장치등 수가 매우 많기 때문에 보조단자를 추가로 설치하여 네트워크를 구성하는 방법도 포함된다.

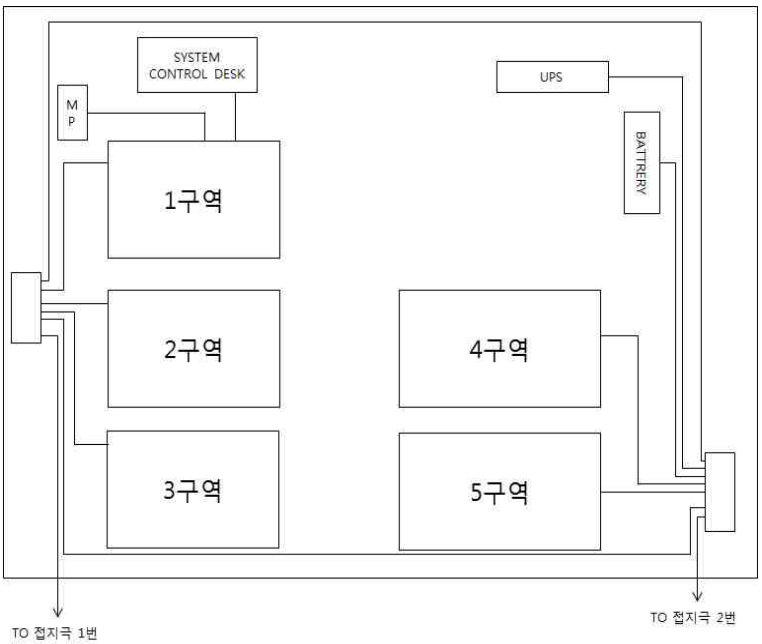


Fig. 14 신호설비의 등전위본딩 네트워크 구성법

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2.2 낙뢰보호용 등전위본딩

등전위본딩은 종류에 따라 피뢰설비를 대상으로 하는 낙뢰보호용 및 감전보호용으로 구분할 수 있다. 낙뢰보호용 등전위본딩은 낙뢰로 인한 과전압의 피해를 줄일 수 있는 완전한 방호대책은 절연, 본딩, 보안기 등을 하나로 조합한 것이다. 낙뢰보호시스템에서 외부 낙뢰보호시스템은 인하도선, 수뢰부, 접지극의 3개 요소로 구성되어 있으며, 인하도선에 뇌 전류가 흐를 시 불꽃방전을 방지하기 위해 이격거리를 확보하거나 등전위본딩을 실시한다. 외부 뇌보호시스템의 등전위화는 폭발·화재·인명사고의 발생을 감소시키기 위한 중요한 방법이다. 내부 낙뢰보호시스템에서는 SPD(보안기)에 의한 과전압을 방전하고 등전위본딩용 BUS(모선) 또는 Bar(바)를 설치하여야 하며, 낙뢰보호를 위한 등전위 확보가 목적이지만 과전압을 방지하기 위한 EMC분야의 통신설비에 설치하는 기능용 등전위본딩과 밀접하게 관련되며, 등전위본딩 네트워크 시스템 구축이 내부 낙뢰보호를 위한 하나의 수단이 된다.

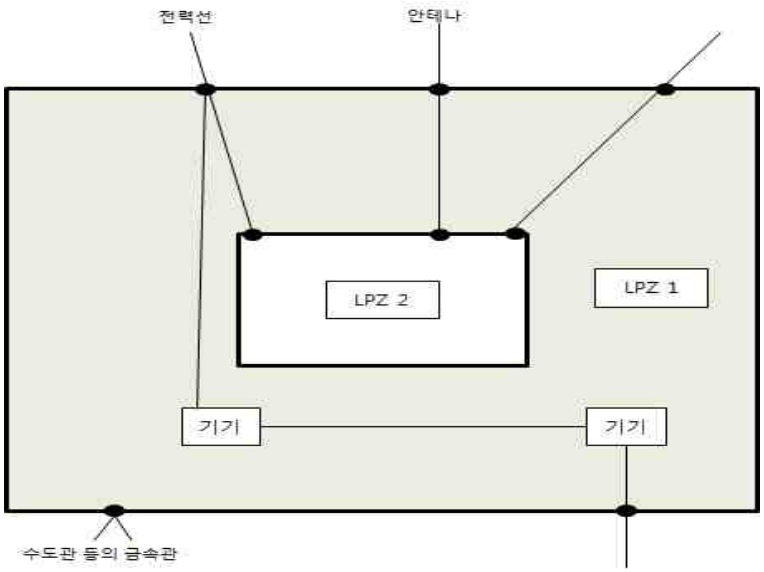


Fig. 15 외부 뇌보호의 등전위본딩

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2.3 감전보호용 등전위본딩

인체보호를 위한 감전보호용 등전위본딩은 감전방지를 위한 인체의 접촉전압을 영(0)으로 만들고, 임피던스를 저감하기 위해 설치한다. 절연파괴 등에 의한 누전이 발생하거나 누설전류에 의해 등전위본딩이 없는 경우 서로 다른 금속체를 동시에 접촉한 경우 높은 전압이 인가되어 심각한 인체 감전사고가 발생한다. 그러나 금속체의 등전위본딩 시, 서로 다른 금속체가 동시에 접촉하여도 전압이 인가되지 않으므로 인체 감전사고 피해를 줄일 수 있다.

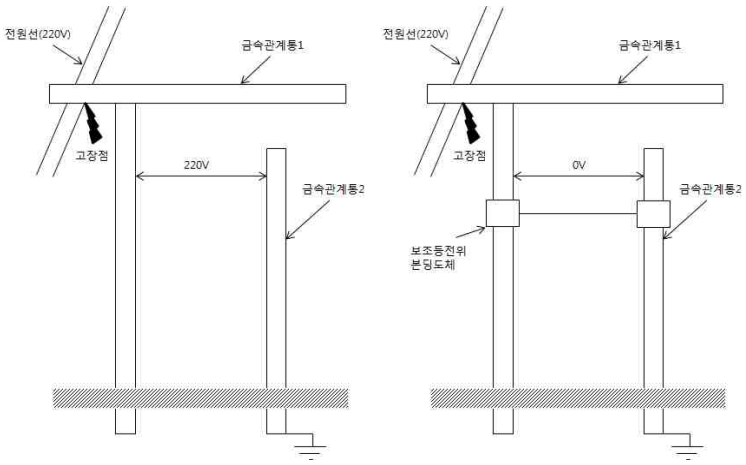


Fig. 16 등전위본딩의 설치 및 미설치 경우

2.3.1 주 등전위 본딩

각종 금속체를 본딩시켜 신호설비내의 바닥, 벽, 천장등에서 대지전위 및 근사한 전위값을 얻을 수 있어 고장발생 시 감전사고시에도 인체를 보호하고자 하는 목적이 있으며 한 건물에서 근처의 한 곳에만 전력공급점을 설치하게 되어있다. 도전성 부분을 상호 접속시켜 보호도체로 기기의 외함을 접속 시키며 기기 내 지락사고 시 사람이 서 있는 바닥면 및 벽면은 주 등전위본딩 범위에 있으므로 감전사고를 방지 할 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

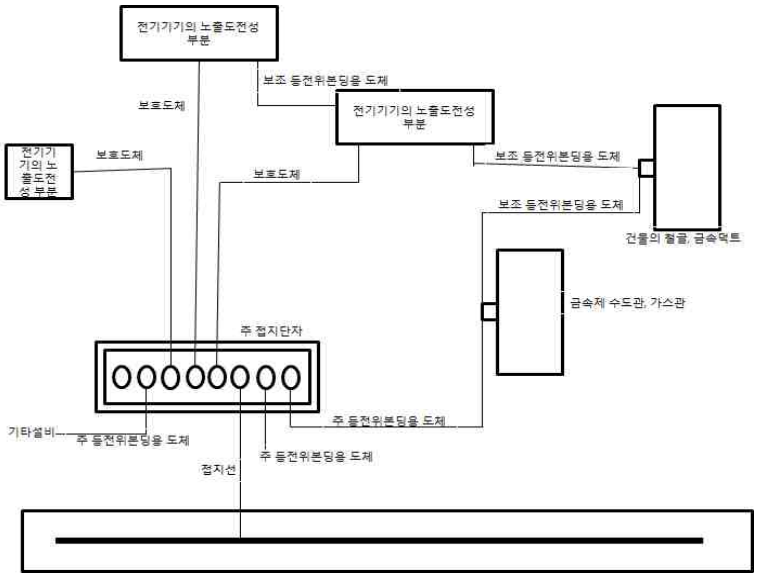


Fig. 17 등전위본딩의 구성(IEC규격)

2.3.2 보조 등전위 본딩

위험률이 높은 장소에서 적용되는 본딩 기술인 보조 등전위본딩(국부등전위본딩)은 계통 외 접촉 가능한 기기와 같은 도전체 부분을 보조 등전위본딩용 도체로 상호 접속함으로서 문제발생 시 보조 등전위본딩 내에서 접촉전압이 발생 하여도 최소값으로 억제하는 목적을 갖고 있다. 전형적인 보조 등전위본딩의 적용사례는 수영장, 또는 목욕탕, 농업 및 원예용 시설의 설비를 예로 들 수 있다.

2.3.3 무접지용 국부등전위본딩

간접접촉보호 수단인 무접지용 국부등전위본딩은 전원설비계통을 자동 차단하는 방법에 의하여 보호가 불가피한 경우, 절연된 대지로부터 구성한 구역을 접촉 가능하도록 노출 도전성설비 및 계통 외 건물 내 도전성 부분에 등전위본딩을 실시하여 위험성이 높은 접촉전압 발생에 대한 방지에 목적을 둔다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

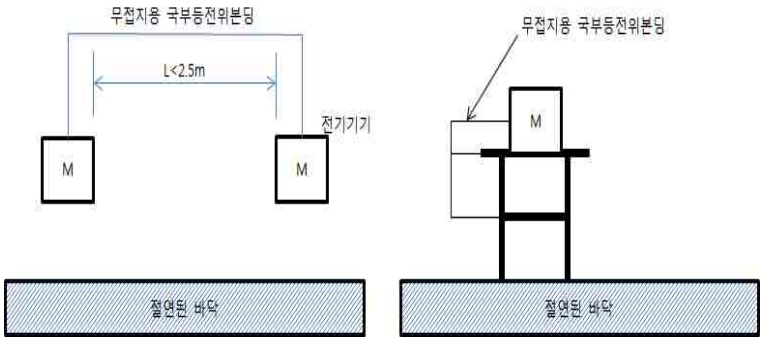


Fig. 18 무접지용 국부전위본딩

2.3.4 기능용 등전위본딩시스템

신호설비 및 통신설비는 상호 연결된 기기 간에 잔류하는 전류 및 전압에 의해 오동작 될 수 있으며, 개폐 서지, 상용주파수에 의한 접지간의 전위차, 낙뢰서지, 정전기 방전, 전자계에 의한 접지에 의한 과도현상 등의 원인을 들 수가 있다.

기기 및 설비들은 신호설비 건물 내·외부 및 접속에 의한 접지라인을 갖는 신호설비 및 통신설비, 신호설비 내부에서의 직류 전력 공급망, LAN, 화재경보시스템 및 침입경보시스템 등의 기능용 등전위본딩 시스템의 적용 사례가 있다.

등전위본딩은 건물 내 바닥 및 확장플로어의 일부에 설치되는 수도관, 케이블차폐 및 케이블덕트 또는 MESH와 같은 금속체를 이용하여 구현할 수 있으며 신호설비 건물의 철골, 철근도 유용하게 사용되지만 철근의 경우, 철근 상호간 용접이 견고하게 접속되어 있어야 한다.

등전위본딩을 구성하는 법으로는 1점에 집중시키는 STAR형 및 다점으로 분산시켜 구성하는 MESH형이 있다. STAR형의 경우 1점에 신호기기를 모두 집중시켜 등전위화를 시키며, MESH형의 경우 상호간 접속을 통한 면적에 의해 등전위화를 시킨 것이다. 기본계의 STAR형 본딩과 MESH형 구조체와 절연시킨 것으로 건축물과 접지대상 기기를 완전히 절연하여 절연계 1점접지로 집중시킨 접지로서 보수점검이 용이하며 외부의 잡음 영향을 받기 어려우며, 직류전원의 기기에 적합한 '아이솔레이트 접지'라 한다. 공용계의 STAR형 본딩과 MESH형 본딩은 등전위화가 간편하며 외부의 잡음 등에 취약한 단점이 있으며 복잡한 접지계를 구성한 '안티그레이티드 접지'라 한다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

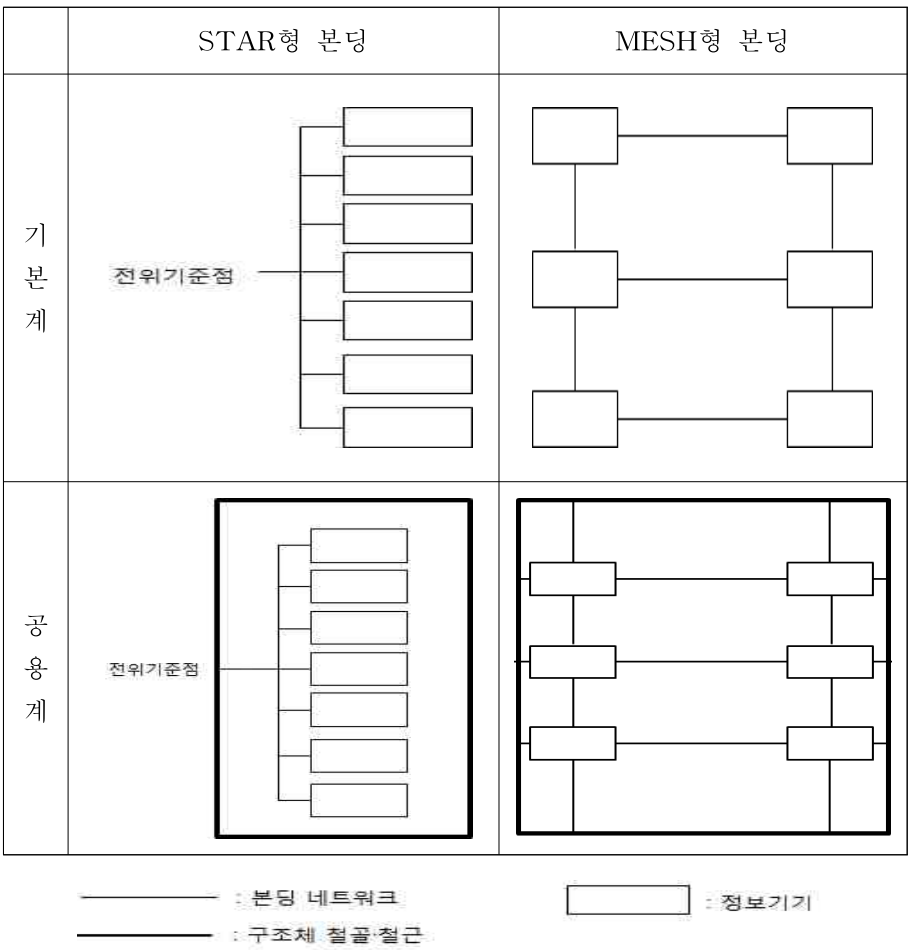


Fig. 19 STAR형 본딩 및 MESH형 본딩 네트워크

2.4 본딩용도체의 선정과 시공방법

이종금속 부식에 관한 내식성 및 뇌 전류의 전기 및 전자기적, 기계적 영향으로 도체가 손상을 받지 않아야 하는 등의 조건으로 본딩용 도체를 선정하여야 한다. 각 배관들을 BAR(바)에 연결을 위해 재료의 종류가 배관의 금속과 다르다면 부식의 문제점이 발생하게 되어 가스배관 부식의 경우 큰 사고를 초래 할 수 있으므로 철저한 검토가 요구되는 사항이다. 또한 Galvanic(갈바닉) 부식은 두 가지 금속이 가지고 있는 고유의 전위차로 인한 어느 한쪽이 부식이 진행되는 현상을 말하며, 금속의 종류에 따라 차이가 발생하게 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

따라서 본딩 및 접지극의 재료 선정 시 금속의 부식원리를 고려한 재료선정은 중요한 사항이며, 등전위본딩 시공법은 본딩 도체를 이용한 직접 시공법과 전원선 및 신호선을 직접 본딩 시 단락사고의 위험방지를 위해 보안기(SPD)를 사용하여 낙뢰에 의한 과전압 등을 보안기(SPD)가 단락 상태로 등전위화 될 수 있다.

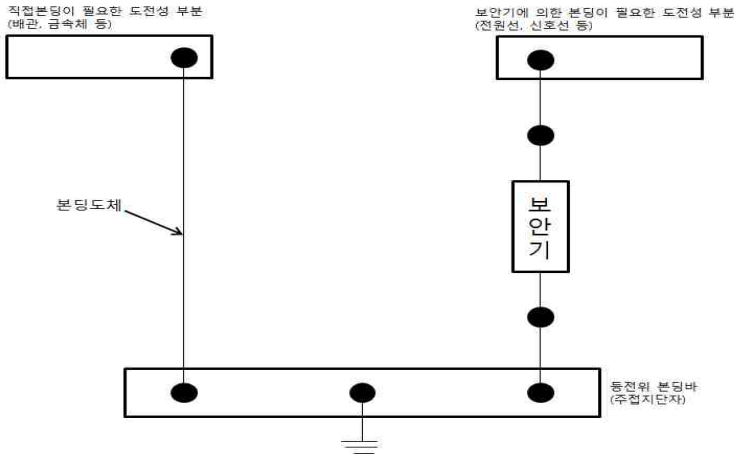


Fig. 20 등전위본딩법

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 서지보호장치

3.1 철도신호설비에서의 서지보호장치

철도신호설비는 일반 산업현장과는 다른 전자기환경에 따라 보호환경을 설정할 시 반드시 고려할 사항들이 있다. 철도의 궤도는 넓게 분포되어 있기에 직격뢰 및 유도뢰 등의 피해를 받을 확률이 높고, 교류 전차선이 궤도 위에 떨어질 경우 근처에 설치된 각종 전원, 신호 및 제어케이블 등에 과도전압이 유기 될 수 있다. 전기철도의 경우 접촉저항에 의한 팬터그래프 제어 시 큰 서지 또는 아크가 발생할 수 있으며, 대용량 전력변환 장치를 사용함에 따라 많은 고조파를 유출하거나 회생제동을 사용하는 경우 고조파에 의한 전압을 상승 시킬 수 있다. 철도신호설비에서 고조파 또는 펄스 신호를 포함한 노이즈로 작용 할 수 있는 문제가 발생한다. 따라서 신호 및 관련 전자기기들이 각종 서지 및 고조파 등의 노이즈, 낙뢰 등 각종 서지의 영향을 받을 수 있다. 서지보호장치의 특성은 보호설비의 중요도, 대상기기 종류 및 특성, 설치장소, 낙뢰 등과 같은 서지전압 및 방전전류의 크기, 전원의 설비 등에 따라 결정된다. 서지보호장치는 생존성, 보호성능, 양립성, 환경영향, 고조파 영향, 교류 전차선의 단선에 의한 혼촉 등의 기본적인 요구 성능들을 갖추어야 한다.

서지보호장치(SPD)는 외부의 이상전압(직격뢰, 유도뢰등) 억제 및 전기 기계, 기구의 절연보호, 뇌 서지를 대지로 방류시키고 속류를 차단에 설치 목적이 있다.

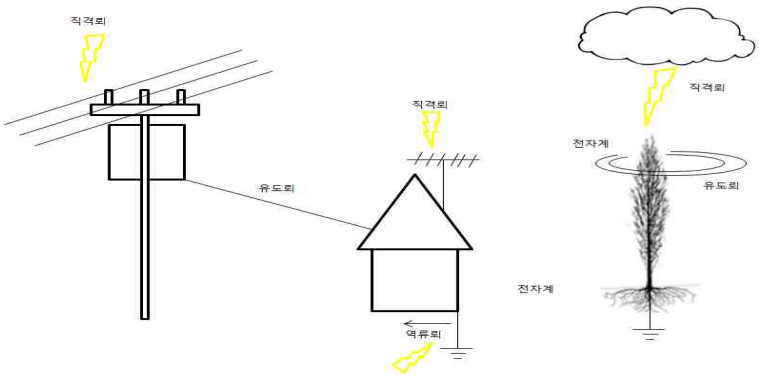


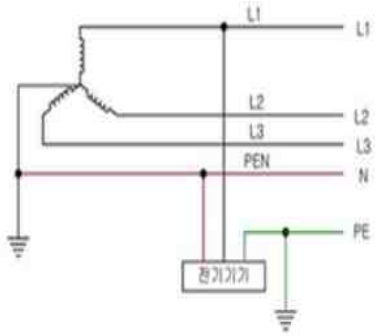
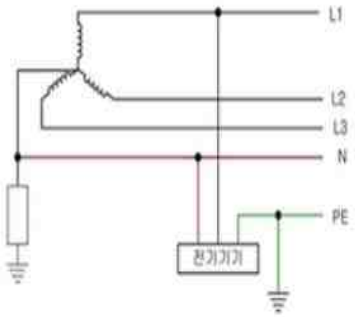
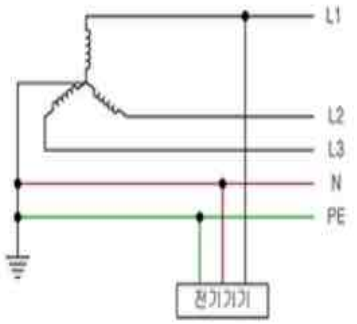
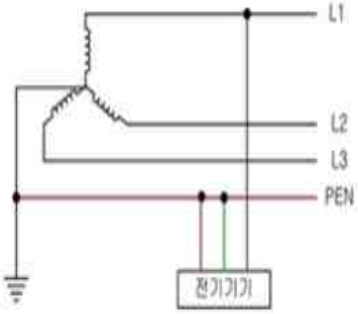
Fig. 21 외부의 이상전압 발생

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.2 전원회로의 접지방식

철도신호설비의 전원공급장치의 배전계통에 따라 전원회로의 접지방식은 직류·교류에 있어서 크게 TT방식, TN방식 및 IT방식의 3종류로 분류한다.

Table 6 전원회로의 접지방식

TT시스템	IT 시스템
	
·기기 자체에서 접지 사용.	·전원부를 비접지 및 임피던스를 통해 접지하는 경우.
TN-S시스템	TN-C시스템
	
·전원부는 접지되고 중선선 및 보호도체 분리 사용. ·보호도체를 접지도체로 사용.	·PEN 도체를 사용하며 중성선 및 보호도체를 겸용하며, 기기의 노출부분의 접지는 전원부의 접지 접속.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

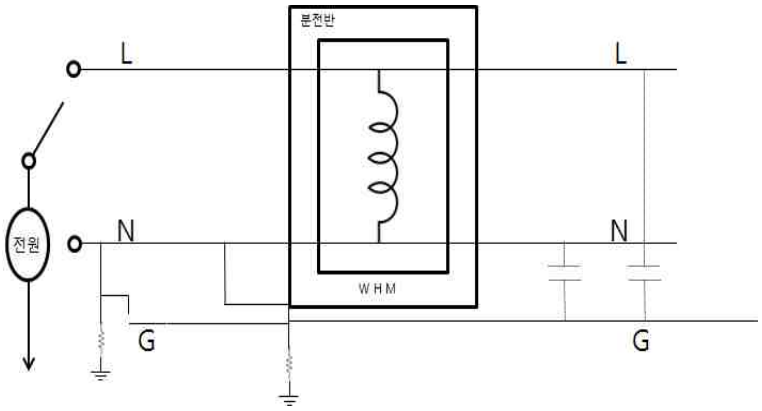


Fig. 22 측정계의 등가회로

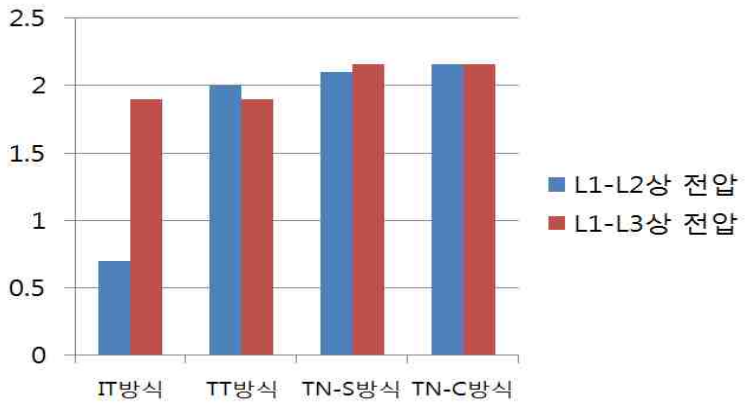


Fig. 23 L상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가

전원회로의 TT 접지방식은 전력량계 내부 인덕턴스로 인해 유도되는 L1과 L2 사이의 전압과 L1과 L3사이의 표류 정전용량에 의해 나타나는 L1과 L3사이의 전압만이 나타났다. TN-C 및 TN-S 또한 인가전압이 대부분 분전반을 거쳐 L1과 L3사이와 L1과 L2사이에 이행되는 것으로 나타났다. L1과 대지사이에 뇌 서지 전압을 인가한 경우 L1과 L3, L1과 L2사이로 인가되는 전압은 일정하게 나타난다. 다만 IT 방식에서는 L1과 L3사이의 정전용량과 L2와 L3사이의 정전용량에 의한 전류의 이동 경로가 분전반을 거쳐 L1과 L3로 인가되는 전압은 전력량계 내부 인덕턴스에 의해 유도되는 L1과 L2로 이행되는 전압과 L2와 L3사이의 전압의 합으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

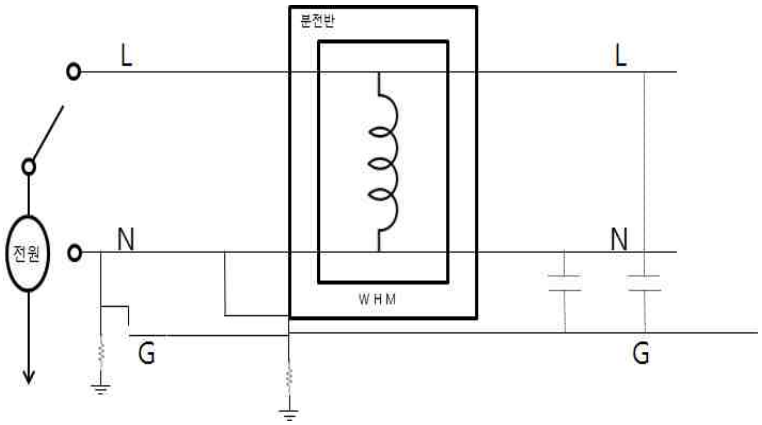


Fig. 24 측정계의 등가회로

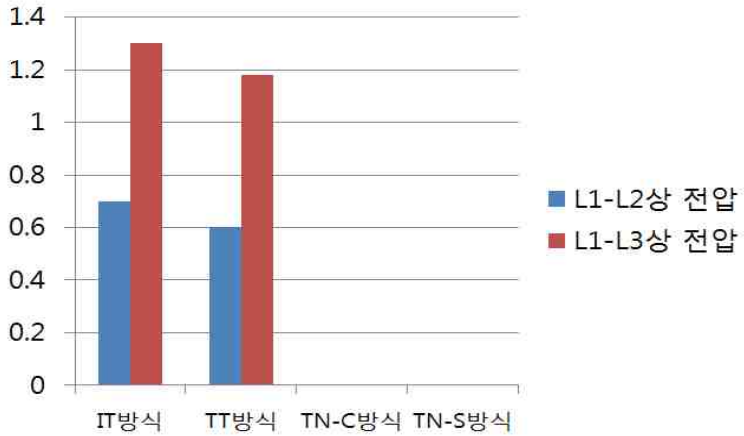


Fig. 25 N상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가

L2와 대지사이에 뇌 서지전압을 일정하게 인가하였을 경우, L1과 L2 사이, L1과 L3사이로 인가되는 전압은 전원방식에 따라 TN-C 및 TN-S방식에서는 중성선의 접지 및 접지선 G1, G2가 시설됨으로 대부분의 전류가 중성선 접지와 접지선측으로 흐르기 때문에 인가되는 전압은 나타나지 않는다. 그러나 IT 및 TT방식에서는 L1과 L3사이의 정전용량과 L2와 L3사이의 정전용량에 의해 L1과 L3로 인가되는 전압은 전력량계 내부 인덕턴스에 의해 유도되는 L1과 L2로 인가되는 전압과 L2와 L3사이에 인가되는 전압의 합으로 나타난다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

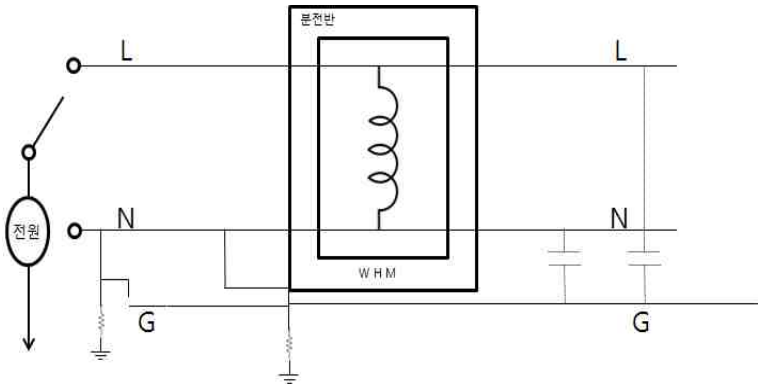


Fig. 26 측정계의 등가회로

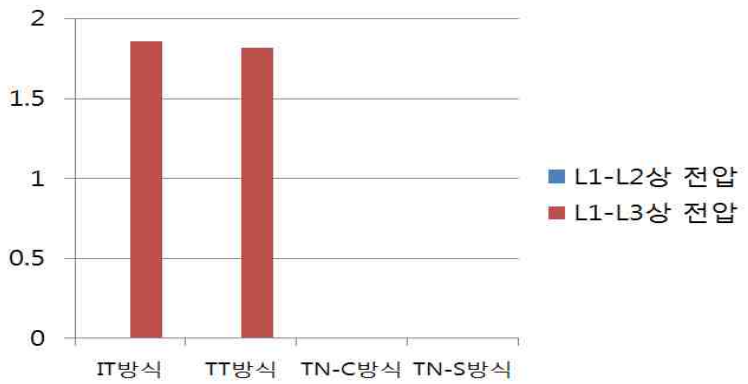


Fig. 27 N상과 대지사이의 뇌 서지 전압 인가

IT 및 TT방식의 L1과 L3 사이로 뇌 서지전압이 인가되는 것으로 나타났다. 전원방식에 따라 나타나는 뇌 서지전압을 분석·조사하였다. 그 결과 뇌 서지전압의 인가지점에 따라 각각 다른 방향으로 나타났고, 뇌 서지전압에 따라 전원공급방식 보호대책을 제안하였다. IT 및 TT방식의 경우 인가점과 뇌 서지전압이 수용가 측으로 이행되었고, L1-L3, L1-L2, L2-L3상에 각각 뇌 서지보호용 바리스터를 설치하고 뇌서지를 억제 할 수 있다. TN-C 및 TN-S방식은 L1과 대지사이에 뇌 서지전압 인가 시 이행전압이 나타났고 L1-L3와 L1-L2상에만 뇌 서지 보호용 바리스터를 설치하여 뇌서지를 억제 할 수 있다. 또한 유도 뢰에 의한 뇌 서지 보호측에서는 TN-C 및 TN-S방식이 효과적이다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.3 서지 보호 장치 설치기법에 따른 보호특성

3.3.1 독립접지

대부분의 설비는 전원을 공급받아 동작하도록 설계되어 있으며, 전원 측의 뇌서지가 가해졌을 때 전원측 서지 보호 장치의 접지 측과 설비 자체의 접지방식이 서지 보호효과에 미치는 영향을 알아본다. 서지 보호 장치와 설비가 독립적으로 접지되어 있는 경우, 전원 측에 침입하는 뇌 서지가 전자기기에 끼치는 영향을 조사하기 위한 회로도이다. 서지 보호 장치는 바리스터, 방전갭, 접지저항을 임의의 값으로 설정 하여 독립접지의 경우, 전원 측에 발생하는 뇌 서지에 대한 특성을 조사한다.

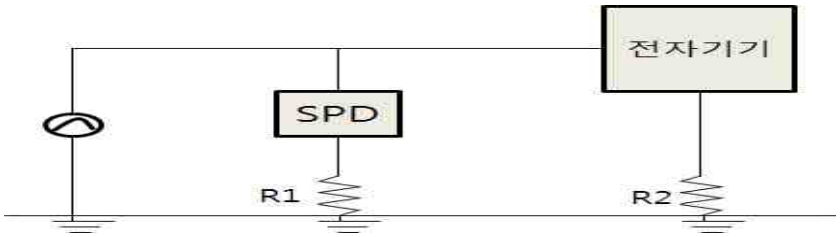


Fig. 28 독립접지 회로도

3.3.2 공통접지

서지 보호 장치와 전자기기가 공통접지 되어 있는 경우, 전원 측에 침입하는 뇌 서지가 전자기기에 미치는 영향을 알아본다. 서지 보호 장치는 바리스터, 방전갭, 접지저항을 임의의 값으로 설정하고, 접지리드선의 인덕턴스 및 접지저항을 임의의 값으로 설정하여 공통접지의 경우, 전원 측에 발생하는 뇌 서지에 대한 특성을 조사한다.

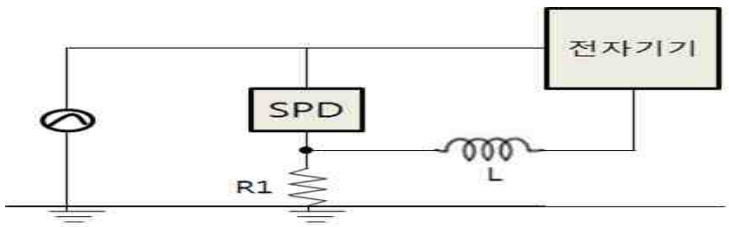


Fig. 29 공통접지 회로도

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3.3.3 피보호기측 공통접지

서지 보호 장치와 전자기기가 공통접지 되어 있는 경우, 전원 측에 침입하는 뇌 서지가 전자기기에 미치는 영향을 알아본다. 서지 보호 장치는 바리스터, 방전갭, 접지저항을 임의의 값으로 설정하고, 접지리드선의 인덕턴스 및 접지저항을 임의의 값으로 설정하여 공통접지의 경우, 전원 측에 발생하는 뇌 서지에 대한 특성을 조사한다.

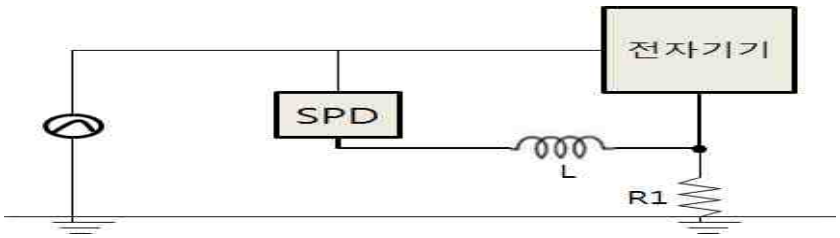


Fig. 30 피보호기측 공통접지 회로도

3.4 뇌 서지의 경로에 따른 서지 보호 장치의 보호특성

전원선용 서지 보호 장치 및 신호선용 서지 보호 장치의 접지방식은 그림과 같이 크게 독립접지법, 바이패스 어레스터법, 공통접지법으로 나눌 수 있다.

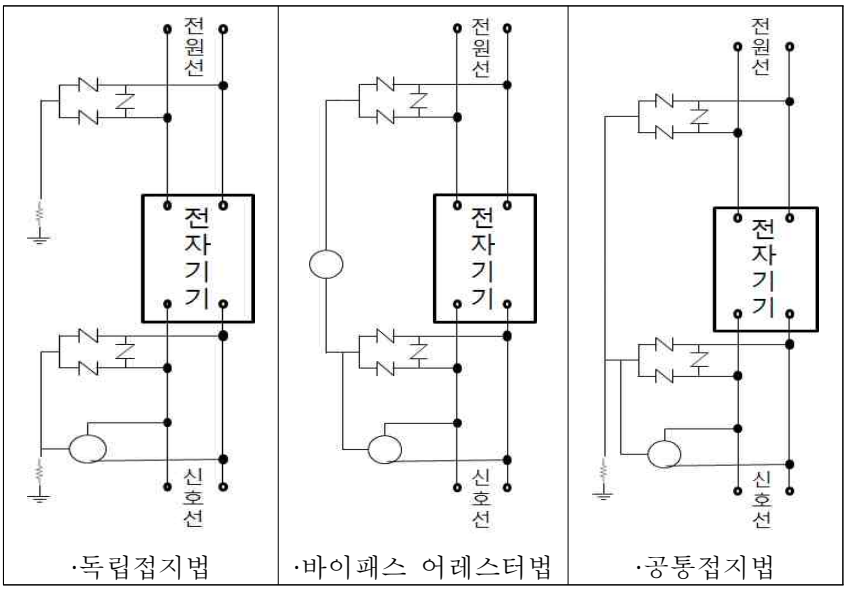


Fig. 31 전원선 및 신호선용 서지 보호 장치(1)

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

전원선용 서지 보호 장치와 신호선용 서지 보호 장치가 독립하여 접지된 경우 근접 시설하게 되어 상호간에 전위간섭을 유발한다. 전원선측 뇌 서지가 입사하여 전원선용 서지 보호 장치의 접지전위상승이 신호선용 서지 보호 장치의 접지 측으로 영향을 미치게 되며, 신호선측으로 뇌 서지가 침입했을 경우 신호선용 서지 보호 장치의 접지 전위 상승으로 전원선용 서지 보호 장치의 접지 측에 전위상승을 유발한다. 따라서 상호유도 전위상승을 위해 접지사이에 접지저항을 조합한다.

전원선용 서지 보호 장치와 신호선용 서지 보호 장치의 접지방식은 독립접지법, 바이패스 어레스터법, 공통접지법으로 나눌 수 있다. 접지방식에 따른 협조특성을 평가하기 위해 측정계를 구성하고 저항은 서지 보호 장치의 접지저항을 나타낸다.

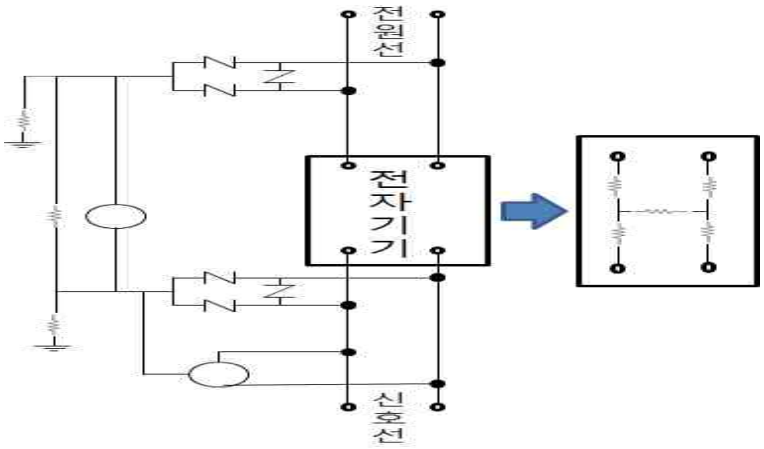


Fig. 32 전원선 및 신호선용 서지 보호 장치(2)

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 효율적인 철도신호설비 운용에 있어 통신설비, 신호설비 및 전원설비의 전자기기에 침입하는 뇌 서지를 차단 및 전자기기 단독보호를 위한 소자의 개발이나 특성에 좀 더 심층적인 연구가 필요하다고 판단된다. 따라서 신호설비의 이론적 고찰을 통하여 낙뢰로 인한 피해를 검토하고 방호시스템에 관한 연구를 진행하였다.

1. 접지극 구성을 통한 독립접지 및 공용접지를 비교 검토하였다.

2. 등전위본딩 네트워크시스템으로 낙뢰보호용 등전위본딩 및 감전보호용 등전위본딩 등, 본딩용도체의 선정과 시공방법들에 관하여 조사하였다.

3. 외부의 이상전압 억제 및 뇌 서지를 대지로 방류시키고 속류 차단의 설치 목적이 있는 서지 보호 장치(SPD) 설치기법에 따른 연구를 수행하였다.

낙뢰 방호 시스템은 고전압으로부터 서지를 억제하기 위한 전원 시스템의 중성선 접지방식을 적용하고, 직접적인 낙뢰에 의해 유도되는 손상을 최소화하는 회전구체 방법의 피뢰침을 적용한다. 접지시스템 개선을 위한 공동접지시스템을 도입하여 낮은 접지저항 및 임피던스 저항을 갖도록 시공·설계하여야 하며, 고전압을 인가하는 시험을 포함한 낙뢰 서지 시험 및 감수성 시험 등이 시행되어야 한다.

전원회로의 접지방식으로서 TT방식, TN방식 및 IT방식의 3종류로 분류하며 뇌 서지 전압에 따른 전원계통별 보호대책을 제안하였다. 서지 보호 보호 장치 설치기법에 따른 보호특성으로 독립 접지 및 공통접지, 피 보호 기측 공통접지, 뇌 서지의 경로에 따른 서지 보호 장치의 보호특성에 관하여 다양한 방호시스템 방안에 대하여 모색하였다.

뇌 서지로부터 철도신호설비의 효율적인 방호대책은 접지, 본딩, 서지보호장치 등을 하나로 조합한 것이며, 통합적인 방호시스템 구축을 위한 연구가 지속적으로 필요할 것으로 판단 된다.

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

【참고문헌】

[1] 서석철, 최규형 “지하철 차량기지에서의 등전위 본딩에 의한 신호시스템 낙뢰보호대책”

[2] 권유성 “일반 철도 구간의 KTX운행에 따른 철도시스템 계획과 구성”, ㈜대우엔지니어링 철도시스템사업부, 2009

[3] 이재복 “IEC 62305-4:구조물 내부의 전기전자시스템 뇌보호”, 한국전기연구원 전력연구단, 2005

[4] 박기범 “철도신호설비의 접지시스템 개선에 관한 연구”, 한국철도공사 철도연구원

[5] 전형구 “낙뢰 Surge 방호를 위한, 독립접지를 공통접지로 개선하는 효율적인 방법에 대한 연구

[6] “신호제어설비보호”, 한국철도시설공단, 2012

[7] “접지”, 한국철도시설공단, 2012

[8] 최규형 “철도신호설비용 낙뢰방호장치의 건설”, 한국철도기술연구원

[9] “비전철구간 신호설비 낙뢰피해 검증 및 예방대책”, 코레일, 2013

[10] 정용철 “저전압 전원용 서지보호장치 철도 규격의 개선방안”, 2002

[11] 이동문 “정보통신설비를 보호하는 SPD의 효과적인 설치기법”, 인하대학교, 2006

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

감사의 글

어느덧 짧지 않은 대학원 생활을 마무리하며 지난 시간들을 돌이켜보니 많은 아쉬움과 후회가 남습니다. 학업적 성취에 있어서의 아쉬움만이 아닌, 고마운 많은 분들께 감사의 마음을 제대로 전하지 못했기에 더욱 그러한 것 같습니다. 이 기회에 직·간접적으로 힘이 되고 방향을 잡아주셨던 많은 분들께 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

먼저 본 논문이 완성되기까지 세삼한 지도와 많은 격려로 이끌어 주신 조금배 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 논문 심사 과정에서 아낌없는 지도로 많은 가르침을 주신 이우선 교수님, 최효상교수님, 김남훈교수님께도 감사드리며 매 학기 마다 큰 열정으로 심도 있는 강의를 해주신 전기기술융합공학과 교수님들께도 감사드립니다.

지난 석사과정 시작부터 이수에 아낌없는 지원과 용기를 주신 한국철도공사 박채옥 소장님, 바쁜 업무에도 학업을 병행할 수 있도록 도와준 순천, 대전사무실 직원들과 대학원 기간 동안 많은 힘이 되어준 동료 대학원생들께도 고마움을 표합니다.

더불어 부족하지만 남편이라고 믿고 따라주며 응원해주는 마눌님 김현정, 항상 밝고 건강하게 잘 자라고 있는 큰딸 아연, 귀여운 애교로 생활에 활력을 주는 둘째 서윤이, 느즈막히 태어나 볼때마다 웃어주며 즐거움을 주는 막내 수현이와 기쁨을 같이 하고자 합니다.

마지막으로 오늘이 있기까지 많은 가르침과 도움을 주신 모든 분들게 진심으로 감사드리며 항상 건강하시고 행복하시기를 기원합니다.

2015년 7월

이 길 로 올림

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

저작물 이용 허락서

본인이 저작한 학위논문에 대하여 다음과 같은 방법 및 조건하에 대학교에 저작권을 위임 할 것을 서약합니다.

1. 인터넷 및 온라인 서비스와 아카이빙을 위하여 저작물의 내용을 변경하지 않는 편집상 혹은 포맷상의 변경을 통한 복제를 허락함
2. 저작물의 DB 구축과 인터넷을 포함한 정보통신망에 공개하여 논문 일부 또는 전부의 복제·배포 및 전송을 허락함
3. 저작물에 대한 이용 기간은 3년으로 하고 계약 종료 2개월 이내에 별도의 의사표시가 없는 경우 기간을 계속 연장함
4. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판 허락을 하였을 경우 1개월 이내에 소속 대학에 통보함
5. 배포, 전송된 학위논문은 이용자가 다시 복제 및 전송할 수 없으며 이용자가 연구 목적이 아닌 상업적 용도로 사용하는 것을 금함
6. 소속대학은 학위논문 위임 서약 이후 해당 저작물로 인한 타인의 권리 침해에 관하여 일체의 법적 책임을 지지 않을 것을 확인함
7. 소속대학의 협약기관 및 한국교육학술정보원에 논문 제공을 허락함

동의여부 : 동의(O) 조건부 동의( ) 반대( )

※ 조건부 동의 및 반대인 경우 사유 및 조건을 기재하여 주시기 바랍니다.

사유 :

조건 :

저작자 성명 : 이 길 로

주소 : 전라남도 순천시 해룡면 신대로 96 (연락처 : 010-6292-1099)

2015 년 6 월 26 일

이름 : 이 길 로 (인)

조선대학교 총장 귀하