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

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000266724

2018年 2月

碩士學位 論文

일반철도선로 안정성 향상을 위한 전철설비의 특성에 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

黃 煐 現

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

일반철도선로 안정성 향상을 위한 전철설비의 특성에 관한 연구

A Study on Characteristics of Load breaking switch for improving the Reliability of Catenary

2018年 2月 24日

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

電氣技術融合工學科

黃 煐 現

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

일반철도선로 안정성 향상을 위한 전철설비의 특성에 관한 연구

指導敎授 崔 孝 祥

이 論文을 工學碩士學位 申請論文으로 提出함

2017年 10月

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

電氣技術融合工學科

黃 煐 現

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

黃 煐 現의 碩士學位 論文을 認准함

委員長　朝鮮大學校　敎授　조 금 배　(印)

委　員　朝鮮大學校　敎授　최 연 옥　(印)

委　員　朝鮮大學校　敎授　최 효 상　(印)

2017年 11月

朝鮮大學校 産業技術融合大學院

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

Ⅰ. 서 론 1

Ⅱ. 이론적 고찰 3

A. 전차선로 구성 3

B. 철도 급전방식 및 급전계통 5

1. 전기철도 급전방식 5

2. 급전계통의 분리기준 7

C. 구분장치 11

D. 단로기 종류 12

1. 단로기 개요 12

2. 단로기의 종류 12

3. 단로기 취급방법 13

4. 단로기 번호 부여 13

E. 부하개폐기 14

1. 부하개폐기의 구성 14

2. 부하개폐기의 설치방법 16

Ⅲ. 부하개폐기 사고사례 17

A. 부하개폐기 설치현황 17

B. 부하개폐기 고장현황 19

1. 절연불량 20

2. 제어불량 21

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 문제점 분석 및 대책 22
1. 문제점 분석 22
2. 대책 22

Ⅳ. 결 론 26

참 고 문 헌 27

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Tables

Table 2-1 Sectioning Device ····· 11
Table 2-2 Installation status of PDS ····· 17
Table 4-1 A table of comparison between an existing PDS and FHV-B2-25 ····· 23

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

List of Figures

Fig. 2-1 Basic configuration of a catenary system ····· 3
Fig. 2-2 Catenary system ····· 4
Fig. 2-3 Power supply schematic of Railway System ····· 6
Fig. 2-4 Separation for directions/lines ····· 7
Fig. 2-5 Separation between main tracks ····· 8
Fig. 2-6 Side track separation from the main track ····· 9
Fig. 2-7 Train depot separation from the main track ····· 10
Fig. 2-8 Disconnection Switch ····· 15
Fig. 2-9 Control department and RTU ····· 15
Fig. 2-10 Product conditions of SINWOO ····· 17
Fig. 2-11 Product conditions of AREVA ····· 18
Fig. 2-12 Product conditions of SCHNEIDER/MERLIN GERIN ····· 18
Fig. 3-1 Disorder status of PDS ····· 19
Fig. 3-2 Five different cases of disorder ····· 20
Fig. 3-3 Five different cases of disorder ····· 21
Fig. 4-1 FHV-B2-25 ····· 24
Fig. 4-2 Conditions of installed FHV-B2-25 ····· 24
Fig. 4-3 Cases of improvement ····· 25

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

A Study on Characteristics of Load breaking switch for improving the Reliability of Catenary

Young Hyun Hwang
Advisor : Prof. Hyo Sang Choi, Ph.D.
Department of Electrical Technology Convergence Engineering
Graduate School of Chosun University

These days, the cautions and worries about safety has emerged as a major interest in the whole society, and it definitely includes the field of the rail way system which a few millions of people are using a day. Among various systems that the railway system consists of, the electric power facilities that supplies trains with electricity play a vital role for retaining the stable rail service. Therefore, it is very demanding to develop the techniques to maintain and repair the facilities by correctly predicting their residual life. These techniques should be based on the analysis of the effects from the factors of regional and seasonal circumstances in Korea, and the current state of the rail way maintenance and material supply state, to propose the better direction to improve safety and develop the method of maintenance and repair of the rail way system.

This research aims to investigate the components of the railway system and the role of PDS(power disconnecting switch), which is one of the most vital facilities in the railway system, examining its general characteristics. Then, it will analyze the main causes of the malfunction in PDS, proposing possible measures to prevent the breakdowns and disorders from it.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서론

철도는 경제, 기술, 사사회상의 관점에서 50여 개의 종류로 분류되어지며 기술상의 동력방식의 분류에 따라 전기철도(Electric railway), 증기철도(Steam railway), 내연기철도(Internal combustion railway)로 나뉘어진다. 이처럼 전기철도는 철도의 종류중의 하나로써 주동력을 전기로 사용하여 운행하는 열차를 말하며 이런 전기철도와 기존의 철도가 결합함으로써 새로운 형태의 전기철도를 이루는데 이것을 전철화(전기철도화)라고 한다[1].

전기철도는 친환경적이면서 유효하게 에너지를 사용할 수 있으며 대중교통의 수단으로서 신속성, 안정성, 편의성 등 여러 가지 이점을 지니고 있어 교통문제를 해결하는데 최선의 대안으로 대두되고 있다. 여러 이점으로 전기철도는 전 세계적으로 지중화 및 고속화에 비중을 두어 고속철도 개발에 많은 투자가 시행되고 있다[2].

우리나라에서는 서울-동대구간의 경부고속 1단계 고속화 시행으로 2004년 4월 처음으로 300km가 넘는 한국형 고속철도가 시행되어졌고 2010년 11월에는 2단계 고속화로 동대구-부산간이, 2015년 4월2일에는 호남철도 1단계 고속화로 오송-광주송정간이 개통되었다[3].

300km가 넘는 고속철도의 기반이 된 철도시스템은 전차선로, 노반, 궤도, 신호, 전력, 역사, 차량, 환경 등 다양한 기술이 복합되어 있다. 이 중에서 전차선로 설비는 부하인 차량에 전기를 공급하는 설비로서 철도시스템에서만 적용되어지고 있으며 재료적, 기계적, 전기적 특성향상을 통해 속도향상에 관한 다양한 연구가 수행되어지고 있다[4].

철도시스템을 구성하는 여러 시스템 중 열차에 전력을 공급하는 전력설비는 안정적으로 철도를 운행하는데 있어 중요한 부분을 차지하고 있으며 이를 위하여 전력설비의 신뢰성 있는 성능을 확보하고 유지시켜야 한다. 13년간 약 5억만명 이상이 이용한 KTX(Korea Train Express)의 철도시스템은 설비의 노후화로 인한 사고에 노출되고 있어 사전에 설비의 잔여 수명을 예측하고 유지보수 하는 기술이 매우 중요하다[5].

이에 따라 국내의 계절적 특징, 지역적인 환경, 전차선로 유지보수 점검 주기

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

등의 요소들을 파악하고 이러한 요소들이 전차선로 설비에 어떠한 영향을 주는지에 대한 문제점들을 분석하여 유지보수 방법 개선방향과 안정성 향상의 방안들이 제시되어져야 한다[6].

본 연구에서 전차선로의 구성과 급전계통 및 전기철도 시스템에서의 중요한 설비 중 하나인 부하개폐기의 역할과 부하개폐기의 전반적인 특성을 살펴보고, 주요 고장현황의 원인을 분석하여 부하개폐기로 인한 장애, 고장 예방을 위한 개선책을 제시하고자 한다[7-10].

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 고찰

A. 전차선로 구성

전차선로 구성은 그림 2-1과 같이 급전선로, 가공전차선로, 귀선로, 기기설비, 보호설비로 구분할 수 있으며 그림 2-2는 현재 전기철도에서 주로 사용하고 있는 커티너리 조가방식의 전차선로를 나타내고 있다.

전차선로의 기본 구성은 집전장치인 팬터그래프를 통하여 부하인 열차에 전기를 공급하는 전차선, 전차선과 전류를 부담하며 전차선을 지지하는 조가선, 전차선과 조가선을 연결하여 일정한 높이를 맞추고 전기적으로 균압을 하는 드로퍼 그리고 이를 지지하는 지지물과 전차선의 등장력을 주는 장력조정장치와 전차선에 전기를 공급해주는 급전선으로 이루어져 있다.

Fig. 2-1 Basic configuration of a catenary system

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

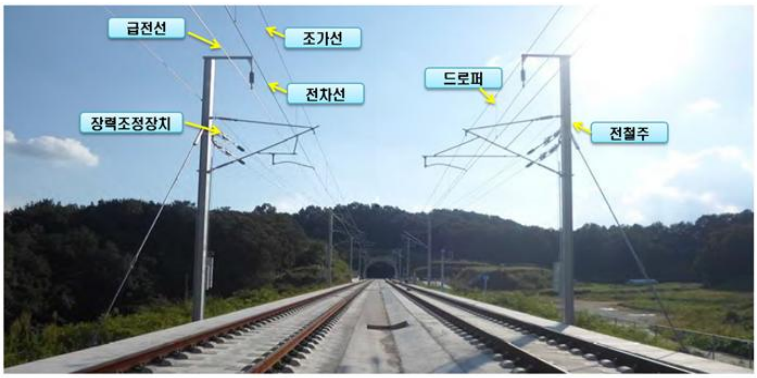


Fig. 2-2 Catenary system

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 철도 급전방식 및 급전계통

1. 전기철도 급전방식

전기철도에 적용하는 급전방식은 일반적으로 교류방식과 직류방식으로 나눌 수 있으며, 교류방식은 상별, 전압별, 주파수별로 분류하며 직류방식은 전압별로 분류된다.

1) 교류방식

사용전압은 단상 50 Hz 20 kV, 50 Hz 25 kV, 60 Hz 25 kV이다. 현재 우리나라는 60 Hz 25 kV를 사용 중이다. 교류방식의 특징은 대용량으로 중거리 수송 및 장거리 수송에 유리하며 에너지 이용률이 높다. 사고 시 선택차단이 용이하며 전식의 우려 또한 없다. 하지만 통신 유도장해 대책이 필요하고 급전전압이 높아 고가의 절연비가 사용된다. 또, 전원의 불평형이 발생한다.

2) 직류방식

직류의 사용전압은 600, 750, 1500, 3000 V 이며 현재 우리나라는 1500 V를 사용 중이다. 직류방식의 특징은 전압이 낮아 절연계급을 낮출 수 있고 통신 유도장해가 없다. 또한 경량 단거리 수송에 유리하다. 하지만 정류장치가 필요하므로 고가의 건설비가 사용되며 운전전류가 크기 때문에 누설전류에 대한 전식대책이 필요하다. 또, 사고 시 선택차단이 어려우며, 보호방식이 복잡하다.

전기철도는 외부로부터 전기에너지를 받아 열차에 공급하고 열차는 그 에너지를 기계에너지로 전환시켜 동력을 공급한다. 그림 2-3과 같이 철도에서는 동력원을 전달하기 위해 변전소를 건설하여 외부로부터 전력을 공급받아 3상 전력을 단상으로 변성하여 전차선에 공급한다.

급전계통은 변전소(SS)로부터 전압강하, 급전거리, 보수, 사고시의 구분 등을 고려하여 적당한 구간으로 전차선로를 나누어 급전 및 단전이 가능하도록 한 전기적인 계통구성이다. 이러한 급전계통은 급전시간의 확보, 급전방법, 열차의 운전계통 등을 예상하여 사고발생 시에도 열차운행을 원활히 할 수 있도록 전차선

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

을 구분장치나 에어섹션 등으로 구분하여 각 구간마다 단독으로 급전과 단전이 가능하도록 구성할 필요가 있다. 이는 유지보수 작업을 하거나 사고발생 시 사고 구간을 구분하여 필요한 보수 작업을 효율적으로 할 수 있도록 하기 위해서이다.

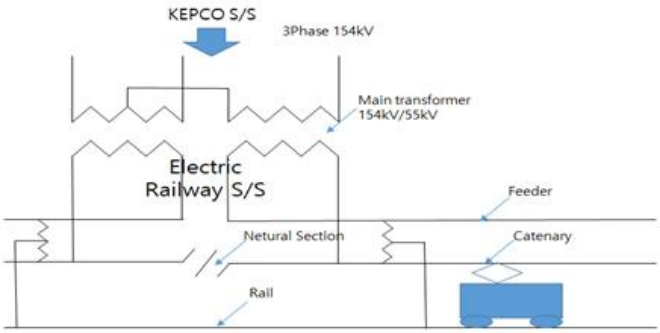


Fig. 2-3 Power supply schematic of a railway system

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 급전계통의 분리기준

1) 급전별 분리

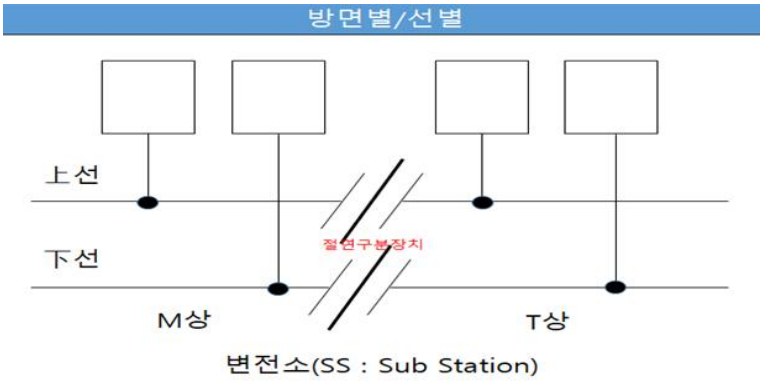


Fig. 2-4 Separation for directions/lines

위 그림 2-4는 급전별 분리를 나타내고 방면별(상/하선)로, 선별(M상/T상)로 분리시켰다. 이는 방면별, 전압위상별, 상/하선 별로 구분하여 인접의 변전소와의 상호 계통운전을 원칙으로 구분하여 운용한다.

이와같이 급전계통을 분리여 사용 이유는 사고 시 사고가 발생되지 않는 다른 계통에 영향을 미치지 않게 하여 열차를 원활히 운행시키기 위한 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2) 본선간의 분리

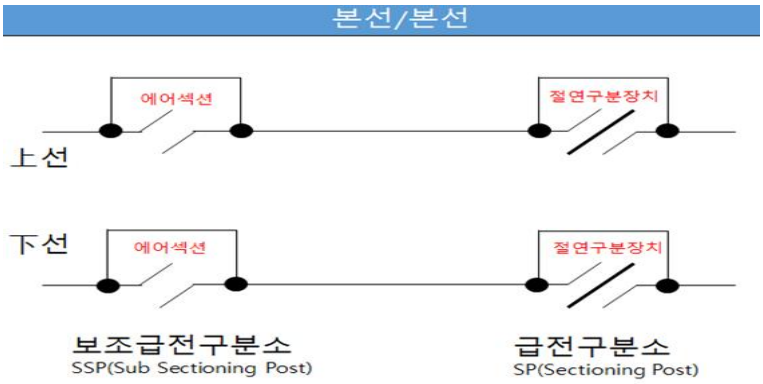


Fig. 2-5 Separation between main tracks

위 그림 2-5와 같이 본선간의 분리는 급전구분소(SP:Sectioning Post) 및 보조급전구분소(SSP:Sub Sectioning Post)를 두어 동일계통의 급전구간에 사고가 발생하면 그 구간을 구분하여 급전이 가능하도록 하는 것이다.

운행거리가 긴 7km 이상의 터널내에서는 사고복구에 상당한 시간이 소요되므로 터널 양 끝에 단로기를 설치하여 사고구간을 단축할 수 있으며 구분소간에 비상용 에어섹션(EAS:Emergency Air Section)을 설치하여 필요한 경우 접속선 및 균압장치를 풀어 에어섹션(AS:Air Section)을 구성하여 구분한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3) 본선과 측선의 분리

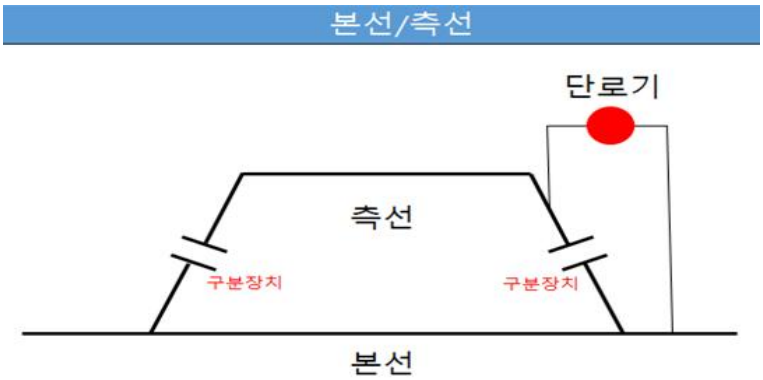


Fig. 2-6 Side track separation from the main track

위 그림 2-6과 같이 본선과 측선의 구분은 주요 역구내에서의 선로고장이나 열차사고 발생 등으로 상·하선 중 한 선이 사용할 수 없을 때 사용가능 한 선으로 열차를 운전하는 단선 운전이 필요하거나 측선에서의 사고 발생 시 본선과 분리함으로 본선에 지장을 주지 않고 열차 운행을 할 수 있도록 하는 방식이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

4) 본선과 차량기지간 분리

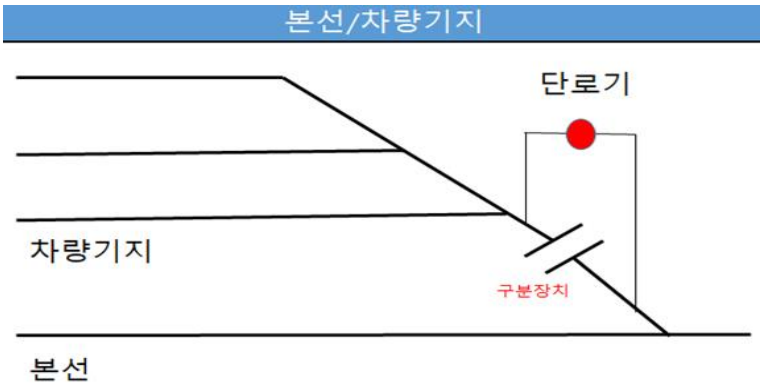


Fig. 2-7 Train depot separation from the main track

위 그림2-7과 같이 본선과 차량기지간의 분리는 차량기지 안에는 많은 열차가 정비를 위해 대기를 하고 있으며 정비하는 차량에 의해 발생하는 장애가 잦아 본선에서 운행 중인 열차에 전기를 공급하는데 많은 영향을 끼치게 된다. 또는 본선에서의 장애가 차량기지에서 시행하는 차량정비에 지장을 주기 때문에 본선으로부터 분리하여 별도의 급전을 시행한다.

dCollection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 구분장치

급전계통을 구분하기 위해서는 구분장치가 설치되어야 한다. 구분장치는 가볍고 기계적 강도가 크고 전기적으로 충분한 절연성, 펜티그래프의 통과에 지장이 없을 것, 온도 변화에 따른 가선의 늘어짐과 장력을 방지하기 위한 적당한 간격으로 구분하는 등의 구비조건을 갖추어야 한다. 아래 표 2-1 과 같이 전기적 구분과 기계적 구분장치로 나뉜다. 구분장치는 방면별/선별, 본선/본선. 본선/측선, 본선/차량기지 등과 같이 급전계통을 구분하고 급전정지구간을 한정시켜 구분된 구간에 안정적인 열차운행을 확보하는데 목적을 둔다.

Table 2-1 Sectioning Device

구분	종별	사용장소
전기적 구분	에어섹션 (Air Section)	동상의 본선구분용
	절연구분장치 (Neutral Section)	이상구분
	비상용섹션	사고시 긴급복구용
기계적 구분	에어조인트 (Air Joint)	합성전차선 평행개소 구분

dCollection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

D. 단로기 종류

1. 단로기 개요

전차선로의 전기적 구분개소에서 전력을 급·단전시키며 무전압이나 무전류에 가까운 상태에서 안전하게 전로를 개폐하는 장치이다. 기기의 점검을 위해 회로를 일시 전원에서 끊기 위한 개폐기로서 부하전류는 개폐할 수 없다. 전력이 도통되는 동안 단로기가 open되면 고압회로에서는 스파크로 끝나지 않고 아크로 인해 그 부근 일대가 이온과 전자로 이루어져 도전성을 띄게 되면 단락으로 발전될 가능성이 있다.

2. 단로기의 종류

1) 일반철도

① [200대] 급전점(Feeder)가 서로 다른 상·하선 연결용 단로기.

② [300대] 급전점이 같은 역구내 상·하선 연결용 또는 본선용 단로기.

③ [400대] 급전구분소 및 전철변전소의 절연구분구간의 비상급전용 단로기.

④ [500대] 전철 변전소, 급전구분소 인출에 사용하는 전차선로 급전용 단로기.

⑤ [600대] 화물적하선 이외의 단로기.

⑥ [700대] 화물의 적재 및 화차작업을 위한 화물적하선 사용하는 단로기.

⑦ [800대] 차고 내에서 전기차 검수작업을 위한 기지내차고 단로기.

⑧ [900대] 전원절체용 단로기.

2) 고속철도

① [N000] 전차선로 절연구간 비상급전 단로기

가. 000은 ZCP 번호이며 N은 절연구간(Neutral section)의 약어이다.

② [000-000] 전차선로 구분용 단로기

③ [000-000] 전차선로 구분용 수동단로기

④ [000-000] 기지 내 동력단로기

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

⑤ [000-000] 기지내 차고 단로기

⑥ [000-000] ZCP 분할용 단로기

⑦ [LDS 0] SS, SP, PP 급전구분용 단로기

가. 0은 일련번호이며 LDS는 Line Disconnecting Switch의 약어이다.

3. 단로기 취급방법

단로기는 무부하 상태에서만 개폐취급이 가능하지만 전기관제사의 승인을 받은 후 부하차단이 가능한 부하개폐기 등은 부하상태에서도 취급할 수 있으며 단로기를 취급할 시에는 반드시 규정된 단로기 열쇠를 사용하고 단로기 투입 및 개폐를 시행한 후에는 반드시 열쇠를 제거하고 쇄정하여야 한다.

4. 단로기 번호 부여

일반철도 단로기 번호는 단로기 종류의 취급 용도에 따라 세 번째 번호를 부여하고 둘째자리 번호는 상선측은 60대, 하선측은 50대로 하고 첫 번째 번호는 역구내 및 역간별로 기점 기준에서 종점측의 방향의 차례로 부여한다. 단, 200대 단로기 둘째자리 번호는 0으로 부여한다.

고속철도 단로기 번호는 노선별로 ZCP 번호를 분류하며, 급전구분 위치까지 서울을 기점으로 차례대로 부여하고 ZCP번호는 상선은 짝수, 하선은 홀수로 부여하며 역구내 측선도 차례로 부여한다. 단로기 설치위치를 기준으로 단로기 번호를 양쪽 ZCP번호로 부여하여야 하고 CTC와 SCADA의 ZCP번호는 동일하게 부여한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

E. 부하개폐기

1. 부하개폐기의 구성

부하개폐기는 특고압 27.5kV 교류 급전선로 구분 등을 목적으로 설치하여 사용하며 개폐기 본체는 그림2-8과 같은 구조로 하우징, 개폐부, 구동부, 상태표지 등의 장치로 구성되며 제어함과 RTU는 그림2-9와 같이 전원장치, 축전지, 제어모듈, RTU, 터미널보드, 소프트웨어, 수동조작장치로 구성되어 있다.

① 하우징은 개폐부의 부속품의 절연을 위한 설비이다.

② 붓싱은 동관단자와 직접 연결할 수 있고 동력선을 연결을 위한 설비이다.

③ 개폐부는 개방 및 투입할 때 발생되는 아크를 소호하는 성능이 우수해야하며 옥외 사용에 문제가 없어야하며 외부로부터 절연이 이루어져야 한다.

④ 접속단자는 기계적 강도가 우수하고 전기적으로 우수한 도전력을 갖는 재질을 가져야 한다.

⑤ 개폐기에는 주상 및 지상에서 투입 및 개방 상태의 식별이 가능하도록 동작 상태 표시기가 설치되어야 한다.

⑥ 제어모듈은 전기적으로 조작 할 수 있는 기능을 갖는 설비이다.

⑦ RTU(Remote Terminal Unit)은 부하개폐기의 상태 감시와 조작을 상위 사령 설비에 보고하거나 위로부터 전달된 제어명령을 수행하는 장치이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Fig. 2-8 Disconnection Switch

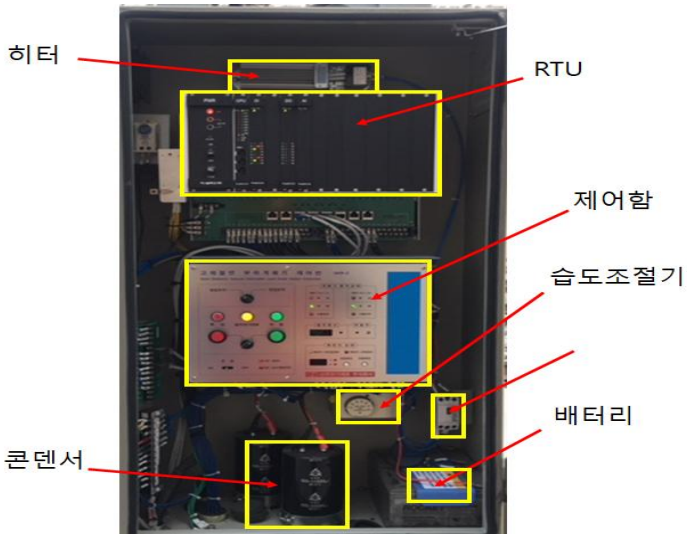


Fig. 2-9 Control department and RTU

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 부하개폐기 설치방법

전차선로에서는 급전계통을 나누고 사고 시 전기를 차단하거나 공급하기 위한 장치인 부하개폐기가 설치되어있다.

개폐기는 상하선별, 운전계통별, 전압위상별, 방향별로 구분하여 설치하고 정거장구내 측선은 필요에 따라 본선으로부터 분리하여야 한다. 화물적화장과 차량을 점검, 정비하는 선로는 선마다 구분개폐기로 구분하고 되도록 전차선로주나 전용주에 모아서 설치하도록 한다. 전용부지에 지표상 5m 이상에 설치하며 사람이나 동물 등에게 위험이 없도록 설치해야 한다. 그 주위에 울타리를 설치할 경우에는 위험주의표를 게시하고 울타리로부터 충전부분까지의 거리가 5m 이상이 되는 곳에 설치해야 한다. 개폐장치에는 무부하상태에서만 조작 가능한 수동단로기(DS:Disconnecting switch)와 원격제어나 수동조작을 할 수 있는 동력단로기(PDS:Power Disconnecting switch) 두 종류로 구분하여 설치한다. 동력 단로기는 본선로의 에어섹션개소와 절연구분 장치개소, 절연 변성기 설치개소 등에서 전차선로 전주나 부득이한 경우에는 단로기 전용 단독주에 설치해야 한다. 수동단로기는 무부하시 레버조작을 수동으로 할 수 있도록 전차선 전주 또는 전용주에 설치하며 필요에 따라 원격제어로 가능한 구조로 설치할 수 있다. 개폐기를 설치할 경우 구조물 또는 다른 가압부분 등과의 안전 이격거리 확보에 유의하여야 하며 개폐기를 조작할 때는 감전의 위험이 없도록 발판지지대를 설치하여 조작자가 올라가서 레버를 조작하도록 한다. 개폐기를 조작한 후에는 안전확보를 위해 개폐기 기기장치, 지지철물 및 조작 반판대를 매설접지회로에 결선하여 접지회로를 구성하고 개폐기 조작레버에 쇄정장치를 설치하여 아무나 조작할 수 없도록 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

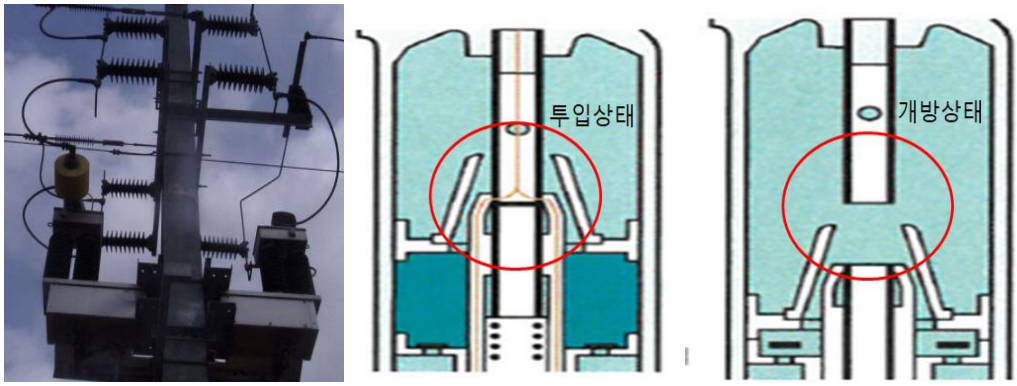
Ⅲ. 부하개폐기 사고사례

A. 부하개폐기 설치현황

현재 설치수량 6개사 681대 설치가 되어있고 제조사별 설치현황은 아래 표2-2와 같으며 그림2-10, 그림2-11, 그림2-12 는 각 제조사별 제품사진과 동작사진이다. (국산520조, 외산161조)

Table 2-2 Installation status of PDS(Power Disconnectiong Switch)

구분	AREVA		ABB		MERLIN GERIN		신우전기		슈나이더	
규격	2P	1P	2P	1P	2P	1P	2P	1P	2P	1P
고속	8	-	-	-	51	50	157	87	19	8
일반	8	9	2	4	2	-	58	218	-	-
소계	16	9	2	4	53	50	215	305	19	8
총계	25		6		103		520		27	

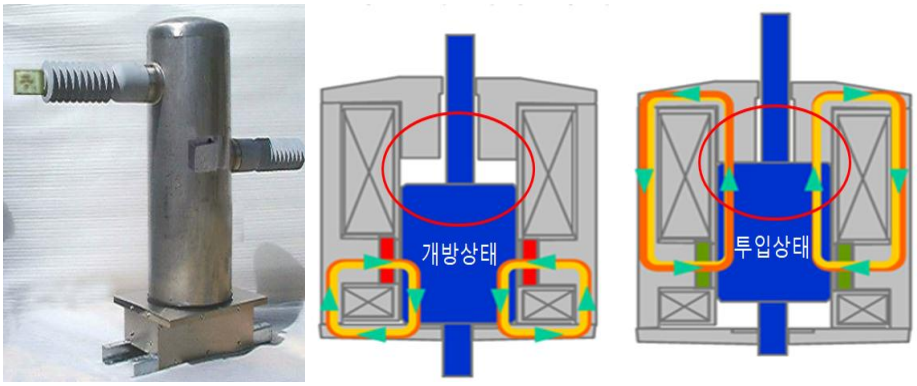


(a) SCHNEIDER/MERLIN GERIN (b) Close condition (c) Open condition

Fig. 2-10 Product conditions of SCHNEIDER/MERLIN GERIN

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(a) AREVA (b) Close condition (c) Open condition

Fig. 2-11 Product conditions of AREVA

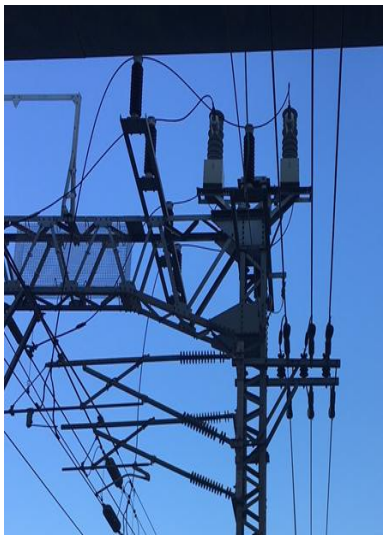


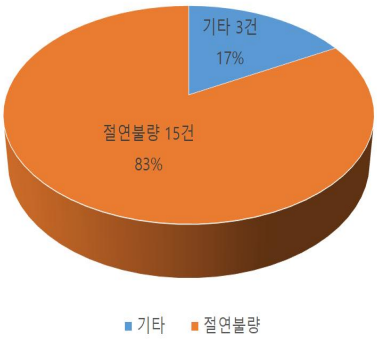
Fig. 2-12 Product of SINWOO

Collection @ chosun

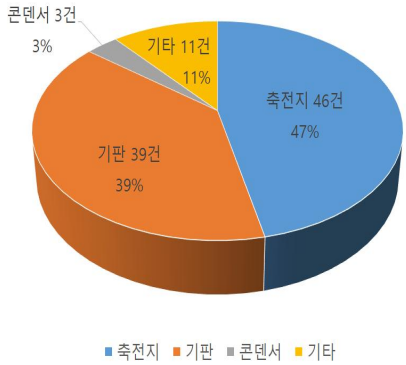
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

B. 부하개폐기 고장현황

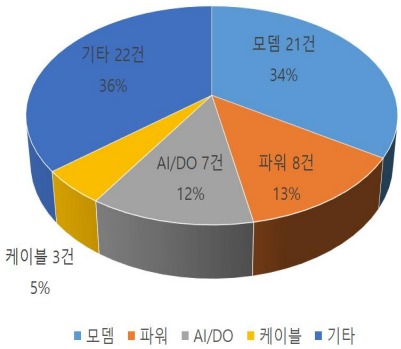
고속철도가 개통한 후 현재까지 장애현황을 분석한 결과 그림3-1와 같이 절연불량 15회, 제어불량 등 101회로 제어부 및 축전지로 인한 장애가 가장 많았으며 개폐기, 제어부, RTU 등 각 설비에서 여러 가지의 장애가 발생된 것으로 조사되었다. 그림3-2, 그림3-3은 개폐기 및 제어부 장애사례이며 제어부 취약요인으로는 축전기의 기능불량으로 인한 잦은교체와 제어부 기판소손, 콘덴서 부분에서의 장애현상이 많이 나타났다.



(a) Switch



(b) Control department



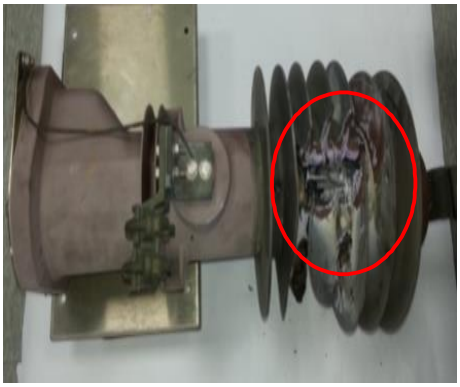
(c) RTU

Fig. 3-1 Disorder status of PDS

Collection @ chosun

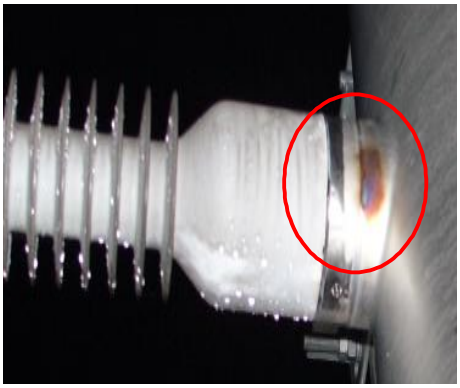
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 절연불량



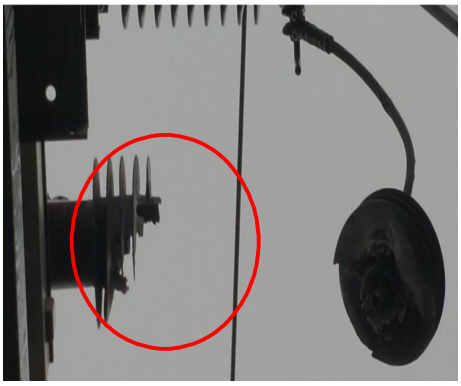
(a) A case of insulator breakdown

(b) A case of insulator breakdown



(c) A case of insulator breakdown

(d) A case of insulator breakdown



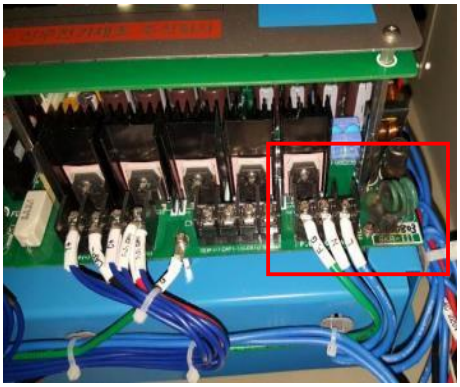
(e) A case of insulator breakdown

Fig. 3-2 Cases of disorder

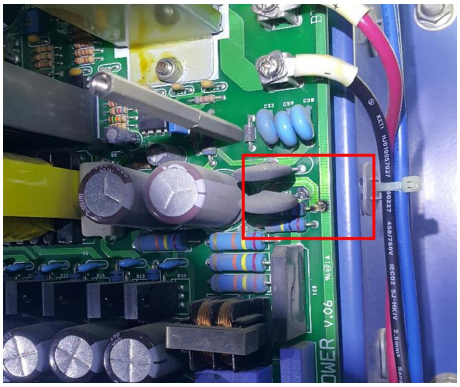
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

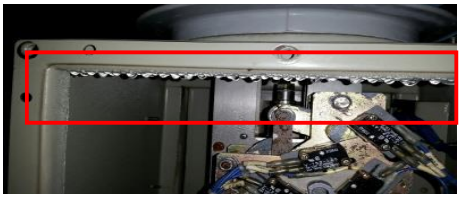
2. 제어불량



(a) Caused by the high temperature



(b) Caused by the high temperature



(c) Caused by the dew condensation

(d) Caused by the dew condensation

Fig. 3-3 Cases of disorder

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

C. 문제점 분석 및 대책

1. 문제점 분석

부하개폐기의 기술기준에 부적합한 시공, 설비의 노후화, 열화현상 그리고 낙뢰나 조류둥지 산란 시기의 비에 젖은 나뭇가지로 인한 차단기 동작 등과 같은 내·외부적 요인들이 개폐기 절연불량을 일으키거나 제어반이나 RTU 설비에 영향을 주어 제어함 기판이나 전자기기 등의 소손을 일으켰다.

개폐기의 불량은 절연불량 진단이 어렵고 절연파괴 시에 부하개폐기를 전체적으로 교체가 필요하여 유지보수의 어려움이 있다.

제어함과 RTU의 불량은 개방상태로 현시되어 있는 개폐기가 실제로는 투입되어있는 오류를 발생시켰고 콘덴서 불량으로 인한 축전지의 기능불량은 잦은 축전지 교체와 개폐기 동작전압의 부족으로 인하여 개폐기의 제어를 불가능하게 하였다. 이런 설비들의 불량은 원격제어에 지장을 주며 제어명령 없이 임의로 개방되거나 투입되는 등 설비의 신뢰성을 떨어뜨렸다.

2. 대책

1)절연불량

부하개폐기의 절연불량은 노후화 따른 장애가 많기 때문에 내용연수(10년)이 경과한 구간의 개량 및 성능 확인 점검을 강화시키고 현재 주로 설치되어 있는 밀폐형 부하개폐기는 절연불량 진단이 어렵고 절연파괴 시 전체 교체가 필요하고 전자기기 등 고장이 빈번하게 발생하는 문제점을 개선시키기 위해 그림4-1의 단로기형 부하개폐기를 설치하여 시범운행 하고 있고 표4-1은 기존 부하개폐기와 단로기형 부하개폐기의 비교표이다.. 그림4-2는 개방 및 투입상태를 보여주는 단로기형 부하개폐기의 설치 사진이며 부산철도차량정비단에서 501호(70회 이상), 가야차량기지 802호(150회 이상) 운행하였고 개방, 투입 시험 및 기능상태 양호하며 기간 중 5회의 낙뢰 등으로 인한 트립이 있었으나 제어부의 고장은 없었다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Table 4-1 A table of comparison between an existing PDS and FHV-B2-25

구분	단로기형		밀폐형	
	슈나이더	KRCS C221	제조사 'D'	제조사 'R'
정격전압 (Rated voltage)	27.5kV	27.5kV	31.5kV	27.5kV
정격전류 (Rated current)	1,250A	1250A	2,000A	2,000A
정격 절연전압 (Rated insulation voltage)	48(27.5$\sqrt{3}$) kV	30kV	52(3상)kV	52kV
정격 뇌충격전압 (Rated impulse voltage)	250kA (1.2×50μs)	250kA (1.2×50μs)	250kA (1.2×50μs)	250kA (1.2×50μs)
정격 단시간전류 (Raged shor-time withstand current)	20 kA/1초	12.5 kA/1초	20 kA/1초	31.5 kA/1초
상용주파내전압 (Power frequency withstand voltage)	95 kV/1분	95 kV/1분	95 kV/1분	95 kV/1분

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

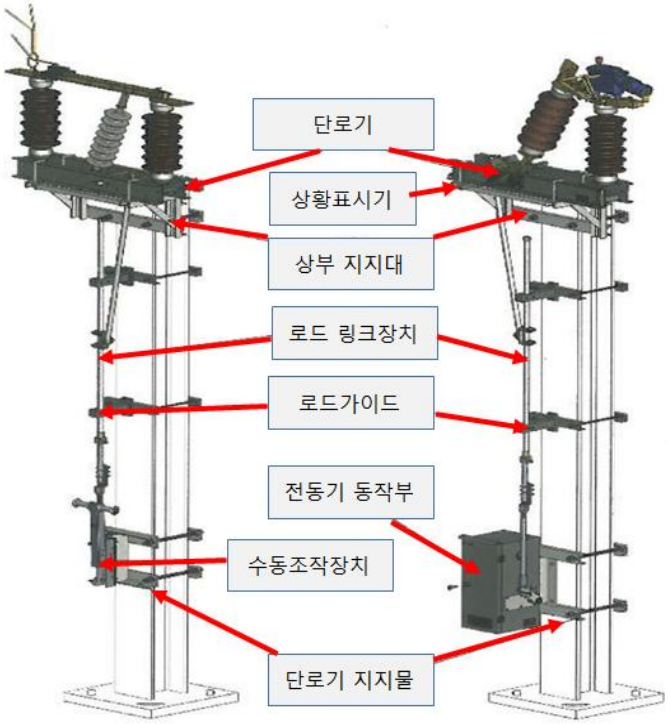
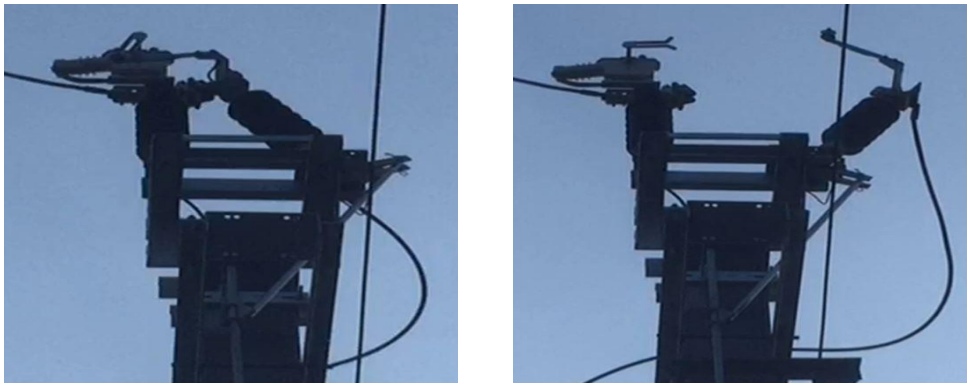


Fig. 4-1 FHV-B2-25



(a) Close condition (b) Open condition

Fig. 4-2 Conditions of installed FHV-B2-25

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2)제어함 및 RTU 불량

부하개폐기는 옥외에 설치되어 있어 외부요인의 영향을 많이 받는다. 경부고속선 경주역 구내 낙뢰 시 서지보호기가 없는 제어반만 손상을 발생하였고 서지보호기가 있는 RTU 및 제어반은 손상 없이 정상기능을 유지했다. 그림4-3과 같이 외부영향으로부터 장애를 줄이기 위해 제어반 및 RTU 함에 서지보호기를 각각 설치하였고 온도영향을 많이 받는 제어반 내부 전자기기 보호기능 보완을 위해 냉각팬을 설치하여 장애를 예방하고자 한다.

(a) Installing a surge protector to a control department

(b) Installing a cooling fan

Fig. 4-3 Cases of improvement

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 결 론

우리나라는 경부고속철도 개통이후 10년이 넘는 시간을 거치면서 많은 설비의 내구연한이 도래해가면서 설비의 노후화가 진행되고 있다. 특히, 전차선로의 설비들은 옥외에 위치하고 있어 날씨나 온도와 같은 외부적인 환경에 영향을 많이 받는다. 안정정인 운행을 위해서는 내, 외부적인 영향으로부터 발생하는 전차선로 장애 및 사고 사례들을 파악하고 사고 및 고장의 원인을 줄여 나가야한다.

본 연구에서는 고속철도에서 사용하고 있는 부하개폐기에 관한 장애 및 사고 사례를 살펴보고 개선대책을 마련하고자 하는데 연구 목적을 갖는다.

부하개폐기는 전기의 투입, 개방이 이루어지기 때문에 동작의 확실성이 확보되어져야 한다. 25000V의 전압을 사용하고 있는 전기철도시스템에서의 각종 제어설비 및 RTU 설비들과 부하개폐기의 확실한 동작기능은 매우 중요하다.

기존의 내부적으로 열화현상에 의한 절연불량이나 외부적으로 낙뢰의 원인들로 발생하는 장애 뿐만 아니라 각 설비들의 결함의 원인들로 인해 발생하는 장애현상들을 통해 유지보수가 어려운 밀폐형 부하개폐기의 사용보다는 단로기형 부하개폐기로의 개량 설치하는 것과 제어함이나 RTU설비들의 환경적 영향으로부터 발생되는 장애의 원인을 줄이기 위해 서지보호기 및 냉각FAN의 설치의 방법들이 경제적이고 효율적인 유지보수방법으로 분석하였다.

본 논문에서 제안되였던 부하개폐기 각종 설비 개선방법을 통하여 각 문제점에 대한 해결 방법 등을 제시하였고 이는 부하개폐기 동작의 신뢰성을 향상시키고 전기철도 설계, 시공 및 전기 철도 급전계통 유지보수에 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 사고사례를 통해 그에 맞은 대책을 수립해나가는 과정은 한국의 특성에 맞는 철도시스템을 구축하는 과정이며 향후 철도산업이 발전하는 계기가 될 것으로 사료된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참 고 문 헌

[1] 한국전기철도기술협력회,“전기철도공학 이론 및 실기 제 9판”

[2] 김정훈, 홍재승, 조형준, “전차선로의 급전계통 해석을 통한 전기철도부하의 정, 동태 특성에 관한 연구”, Hongik faculty journal, vol. 10, NO.2 pp. 51-71, 1999

[3] 이중희, “경부고속철도 열차속도 향상에 따른 전철설비 시스템 변화분석에 대한 연구”, 학위논문(석사)-우송대학교:경영학과경영학전공(철도경영학코스)철도전기제어공학전공, 2014

[4] 오석용, “고속철도 성능향상을 위한 전차선로 설비 특성 측정에 관한 연구”, 학위논문(석사)-성균관대학교 일반대학원:전자전기컴퓨터공학과, 2011

[5] 강현일, “철도 전력설비 노후도 판정”, 전기전자재료, vol.27, NO.5, pp 15-19, 2014

[6] 노재형, “고속철도 전차선로 유지보수 개선방법에 관한 연구”, 학위논문(석사)-우송대학교 철도대학원 : 철도전기정보통신공학과 철도전기제어공학전공, 2011

[7] 윤응규, “전기철도 가공전차선로의 신뢰도 기반”, 학위논문(박사)-서울과학기술대학교 : 철도전기, 신호공학과, 2015

[8] 이근원, “전기철도시스템에서 피뢰기의 절연협조에 관한 연구”, 학위논문(석사)홍익대학교 대학원 : 전자정보통신공학과, 2012

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[9] 유기성, “전기철도 급전계통 구성의 최적화 방안 연구”, 학위논문(석사)-한양대학교 공학대학원 : 철도시스템 전공, 2014

[10] 한국철도공사, “급전제어세칙”

Collection @ chosun