

도시철도역사의 저압선로 및 기기에서의 지락사고 방지 방안에 관한 검토

A Study on ground fault at low voltage line and apparatus in urban railway station

민경윤*
Min, Kyung-Yun

김진호**
Kin, Jin-Ho

한학수***
Han, Hag-Su

ABSTRACT

In the station of the railway and the subway various illumination equipment and a general power equipment for a passenger convenience, the signal equipment and the communication equipment which is necessary to the train operation provided. At the all of like this equipment from the electric room which is established in each station by changing from high voltage to low voltage and it supplies from the illumination transformer, the power transformer and the signal transformer. If it supplies to the equipment from the high voltage to the low voltage, it must be established to contact protection device in between the high voltage coil and the low voltage coil. Also it must do the grounding faulting device at the low voltage lines, the earthing devices at apparatus for the protection of an electric shock and an electric fire by the electric relation law.

Compared the related regulations between the facilities which require protective functions such as grounding fault or earthing in public utilities like subway stations, and the facilities which do not require line earthing or protective functions such as electricity supplied for signalling the train. Also, will describe a countermeasure for the accident from a grounding fault.

1. 서론

철도, 지하철 등의 역사에는 승객 이용 편의를 위한 각종 조명설비와 환기, 펌프, 에스컬레이터 등의 일반 동력설비, 열차운영에 필요한 통신설비, 신호설비가 시설되어 있다.

이러한 설비의 전원은 각 역사마다에 설치된 전기실에서 고압의 전기를 저압으로 변성하며 조명용변압기, 동력용변압기, 신호용변압기 등에 공급한다.

고압으로부터 저압의 전기공급을 위하여서는 변압기에 고·저압 혼촉 방지와 전압선로 및 기기에서의 지락에 의한 감전과 화재방지를 위하여 관련법과 규정에 의하여 지락 차단 장치와 접지 시설을 하여야 한다.

본 연구에서는 도시철도 역사와 같이 다중 이용 시설에서의 지락 검지와 접지 등의 보호시설을 설치하여야 하는 설비와 열차운영에 필요한 전원을 공급하는 신호용 전원과 같이 이러한 보호설비를 시설하지 않아야 하는 것에 대하여 관련법과 비교 검토하고 지락에 의한 장애 방지 방안 등에 대하여 기술하고자 한다.

* 서울지하철공사, 정회원

** 서울지하철공사, 비회원

*** 서울지하철공사, 정회원

2. 본 론

2.1 접지의 필요성

2.1.1 계통 접지

전력계통의 필요한곳에 전로의 한곳을 접지하는 것을 말하며, 전력계통의 안정도 확보나 고장의 검출 등을 위하여 시행한다.

전기설비기술기준에서 전로는 수용장소의 인입구, 고압 또는 특별고압과 저압의 혼축에 의한 위험의 방지 시설, 전로의 중성점 접지 등 일부 필요한 경우를 제외하고는 “전로를 대지로부터 절연 하여야 한다.”로 되어 있으며, 전로라 함은 배전선로 및 기기에 전류가 흐르고 있는 부분을 말한다.

2.1.2 기기 접지

전기기기의 절연이 어떤 원인에 의해 저하하면 내부의 충전부분에서 외부의 노출 비 충전 금속 부분으로 전기가 누출된다. 이것이 누전이며 지락이다.

접지는 전기기기의 일부를 대지에 접속하는 것으로 어스(Earth)라고도 한다. 이는 기기의 전위를 대지와 동일한 전위로 유지하고 또 대지를 전기회로의 일부로서 이용하기 위해서이다.

2.1.3 지락 검출용 접지

전로의 1점에서 지락이 생긴 경우, 누전차단기나 이와 동 기능의 릴레이가 확실하게 동작하기 위해서는 충분한 지락 전류가 흘러야 하며, 이를 확보하기 위하여 전원 변압기의 2차측을 접지하고 있으며 이것을 지락 검출용 접지라 한다.

2.2 도시철도 역사 전원 공급 계통

2.2.1 전원 공급 계통

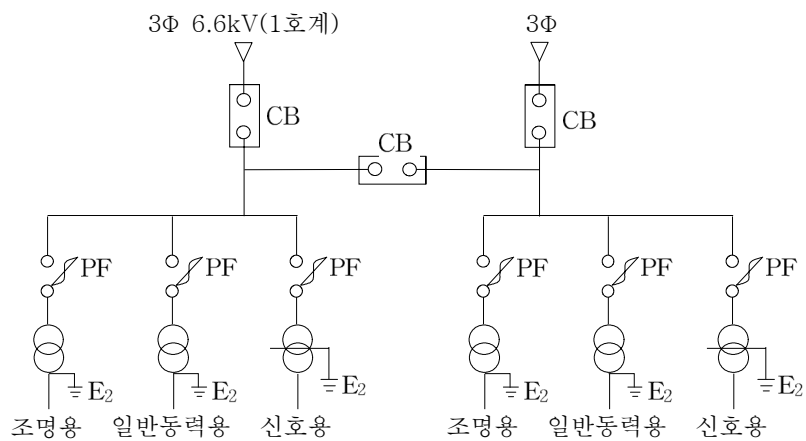


그림1. 전원 공급 계통(도시철도 전기실)

2.2.2 전원 공급 계통 구성 방법

변전소로부터 3상 6.6kV의 고압전원을 2중계(1, 2호계)로 하여 각 역사마다의 전기실로 공급하

며, 전기실에서 변압기에 의하여 고압의 전기를 저압으로 변성하여 배전반에서 각각의 부하설비(조명, 동력, 신호, 통신 등)에 저압의 전원을 공급하며, 신호설비용 전원은 배전반을 거치지 않고 직접 신호 기계실로 전원을 공급한다.

2.2.3 변압기별 용도

- 조명용
승강장, 대합실, 광고 등의 조명 및 통신기계실 등의 전원 공급
- 일반 동력용
소화전펌프, 스프링클러펌프, 배수펌프, 급수펌프, 일반용 환기, 에스컬레이터, 엘리베이터 등의 전원 공급
- 신호용
신호기계실의 전원 공급

2.3 도시철도 역사의 저압선로 및 기기 접지 시설 검토

2.3.1 저압선로 및 기기의 지락에 의한 장애 발생(감전, 화재)

저압선로 및 기기의 절연 불량, 피복 손상, 노후화 등으로 부하에 흐르는 전류가 정상적인 회로를 이탈하여 저압회로 중성점(변압기 2중 접지선)으로 귀로한다.

이를 누설전류에 의한 누전이라 하며, 귀로 도중 사람이 접촉할 경우 감전사고 우려가 있고, 누설전류의 귀로 부근에 가연물질 등이 있을 경우 누전으로 인한 화재사고 발생 우려가 있다.

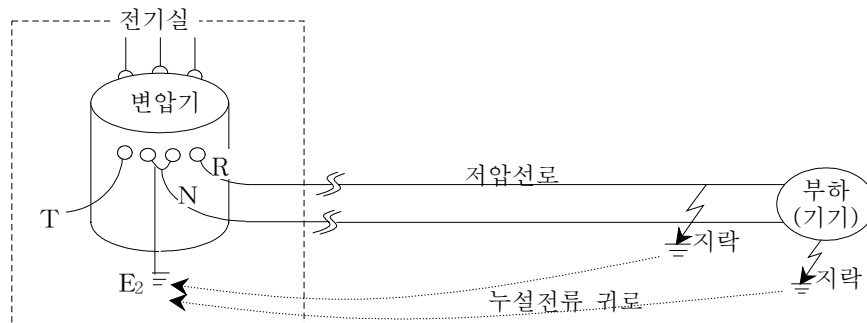


그림2. 누설전류 흐름도

2.3.2 접지 시설에 대한 관련법 및 규정

가) 제2종 접지 시설(원칙적으로 중성점 접지)

- 고압 또는 특별고압과 저압의 혼축에 의한 위험 방지 목적으로 시설한다.
- 관련법규

「전기설비기술기준 제26조, 내선규정 140-5

① 고압전로 또는 특별고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기의 저압측에 제2종 접지 공사를 하여야 한다.

다만, 저압전로의 사용전압이 300V 이하인 경우에는 그 접지공사를 변압기의 중성점에 하기 어려울 때에는 저압측의 1단자에 시행할 수 있다.

② 접지공사를 변압기 시설 장소마다 시행하여야 한다.」

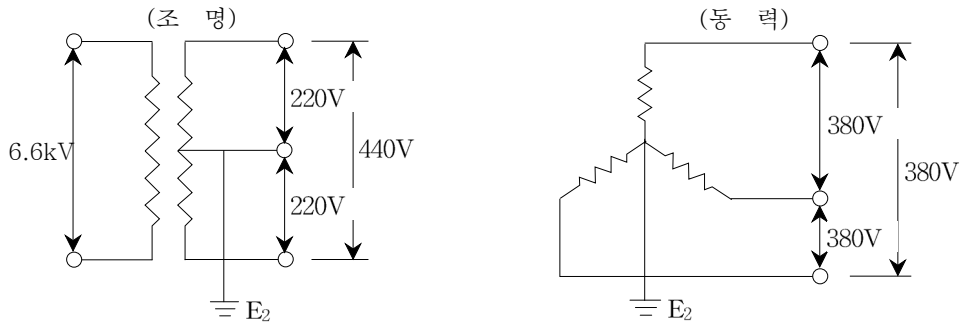


그림3. 제2종 접지 결선(예)

나) 저압전로의 중성점 등의 접지 시설

- 저압전로에 시설된 보호 장치의 동작을 확실하게 하기 위하여 접지 시설을 하며, 저압회로에서 전류가 정상회로를 벗어나 흐르는 누설전류 등에 의한 누전을 감지 차단하기 위하여 누전차단기 등을 설치한다.
- 관련법규
「전기설비기술기준 제30조, 내선규정 140-10
① 전로의 보호 장치의 확실한 동작의 확보, 이상전압의 억제 및 대지전압의 저하를 위하여 특히 필요한 경우에 전로의 중성점에 접지 공사를 한다.
② 저압전로의 사용전압이 300V 이하의 경우에 전로의 중성점에 접지 공사를 하기 어려울 때에 전로의 1단자에 접지 공사를 시행한다.」
- 저압전로의 예
 - 1차측이 저압인 절연변압기의 2차측 저압전로
 - 혼촉 방지판이 있는 변압기의 2차측 저압전로
(이 경우 혼촉 방지판에 제2종 접지 공사를 시행한다)

2.3.3 접지 시설 제외 설비

가) 도시철도

- 도시철도 분야의 제2종 접지 또는 저압전로의 중성점 접지 시설을 하지 않는 설비는 신호용 전원을 공급하는 설비(신호용 변압기 2차측)이다.
- 신호용 전원의 2차측을 접지하는 경우 저압전로나 신호기기가 누설전류에 의하여 누전되는 경우에 열차 신호 계통에 지장을 줄 우려가 비접지로 하였을 경우보다 높기 때문이다.

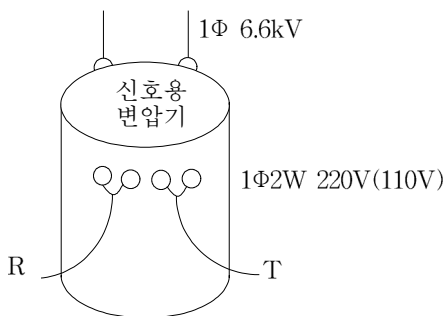


그림4. 신호용 변압기 저압측 비 접지도

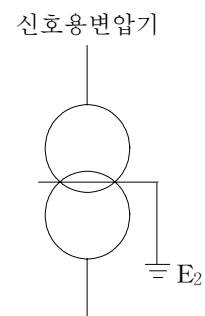


그림5. 고·저압 혼촉 방지판 변압기 단선결선도

나) 기타 분야

선박, 항공기 등에 시설되는 전원의 선로에는 접지 시설을 하지 않는다.

이 경우에 감전사고의 우려는 저압선로 접지시에 비하여 2배 높으나 누전에 의한 화재사고를 줄이기 위하여 비 접지로 한다.

(선박, 항공기 등의 전기설비는 전기설비 관련 법규의 규제를 받지 않는다. - 전기사업법 제 2조)

2.4 지락(누설전류)에 의한 장애 방지

2.4.1 누전차단기 등의 설치

사람이 쉽게 접촉될 우려가 있는 장소에 시설하는 사용전압이 60V를 초과하는 저압의 금속제 외함을 가지는 기계기구에 전기를 공급하는 전로에 지기(地氣)가 발생 하였을 때 자동적으로 전로를 차단하는 누전차단기 등을 설치한다.(전기설비기술기준 제45조, 내선규정 151-1)

2.4.2 누전경보기의 설치(누전차단기 등의 설치 제외)

비상용 조명장치, 철도용 신호장치, 기타 이들의 정지(停止)가 공공의 안전 확보에 지장을 초래할 우려가 있는 기계기구에 전기를 공급하는 전로에는 누전차단기 설치 대신 이를 기술원 감시소에 경보하는 누전경보장치를 설치하는 것이 바람직하다.(전기설비기술기준 제45조, 내선규정 151-1)

또한 연면적 500㎡ 이상으로 여객의 승강 또는 대기에 이용되는 건축물로서 차량의 정거장 또는 선박 혹은 항공기의 발착장에는 누전경보기를 설치한다.(내선규정 190-1)

이는 전로를 차단하는 경우 누전에 의한 피해보다 클 경우로서 회로차단으로 위험한 상태에 이르는 전로에 누전차단기를 설치하는 것이 부적당함을 뜻한다.

도시철도(지하철) 정거장의 경우 조명용 공급 전원을 회로별로 분리 공급 시행으로 일시에 정거장 조명 멸등을 방지한다.

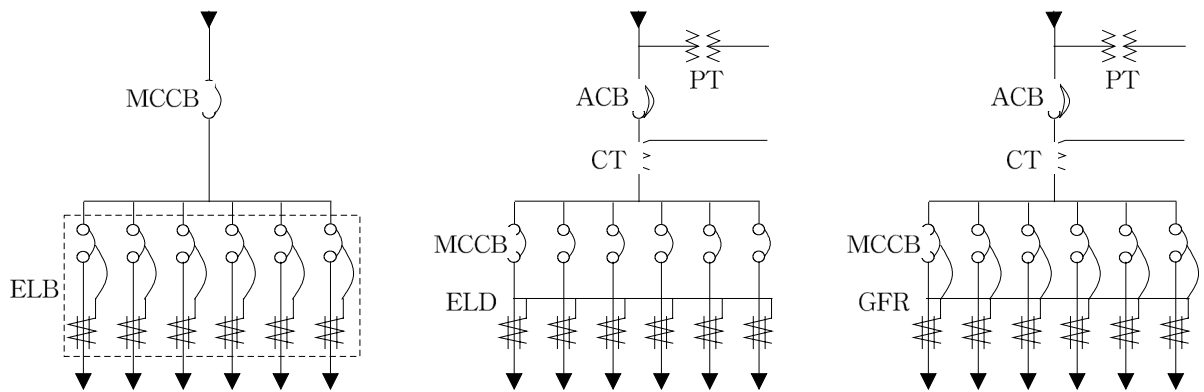


그림6. ELB, ELD, GFR 설치 결선도

2.4.3 금속관의 접지

사용전압이 400V 미만인 경우의 금속제 케이블트레이, 금속관 및 그 부속품 등은 제3종 접지를 시행한다.

이는 저압선로 지락에 의한 누설전류를 금속관을 통하여 접지선으로 흐르게 하여 사람의 접촉

에 의한 감전 사고를 방지하고자 제3종 접지를 시행한다.(전기설비기술기준 제204조, 제213-2조, 내선규정 410-16, 470-8)

2.4.4 누설전류 검지기 종류

- 누전차단기(ELB)
- 누전정보기(ELD)
- 지락검출장치(GFR)

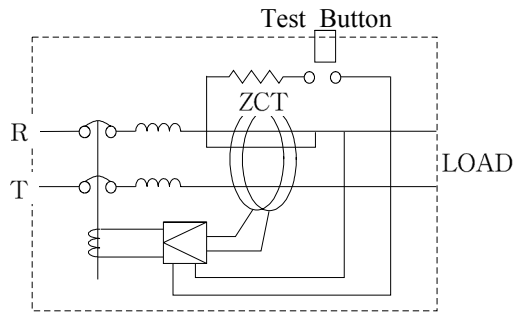


그림7. ELB 접속도

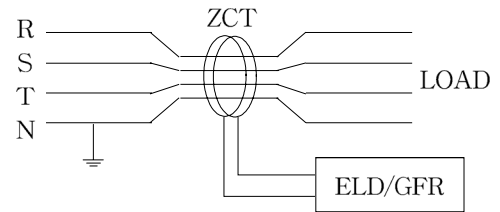


그림8. ELD, GFR 접속도

3. 결론

철도, 도시철도와 같이 많은 승객이 이용하는 역사 건축물에 공급되는 저압의 전기는 전기철도 관련법 및 시설규정과는 별도로 전기사업법, 전기설비기술기준, 내선규정 등의 전기관련 법규에 의하여 적합하게 시설되어야 하고, 역사 전기실에서 공급되는 저압의 전원은 저압선로 및 기기의 지락시 감전사고 및 화재사고를 방지함은 물론 다중이 이용하는 시설에 대한 정전으로 인한 정전 범위를 최소화하기 위하여 전기실 보호계전기와 협조가 되는 적합한 차단기 등을 적용하여야 함은 물론이고, 이와는 반대로 지락으로 차단되어서는 않되는 비상 조명용 회로 및 열차 운행에 필수적인 신호설비용 전원의 누전에 의한 사고를 방지하고자 혼촉 방지판 부착 변압기를 적용한 후 이에 제2종 접지를 시행하여 신호시스템의 안정과 고·저압 혼촉으로 인한 사고를 방지할 수 있도록 하여야 한다.

[참고문헌]

1. 전기사업법
2. 전기설비기술기준
3. 내선규정