

대분류 / 19  
전기·전자

중분류 / 01  
전기

소분류 / 10  
철도신호제어

세분류 / 02  
철도신호제어시공

학습모듈 / 07

# 07 전원설비 시공

LM1901100207\_14V1

# 철도신호제어시공 학습모듈

01. 신호제어시공계획 수립



02. 시공 품질 관리



03. 자재 수급 관리



04. 전선로 시공



05. 현장신호설비 시공



06. 연동장치 시공



07. 전원설비 시공



08. 열차제어장치 시공



09. 열차집중제어장치 시공



10. 안전설비 시공



11. 운행선 절체



12. 시공결과 검사

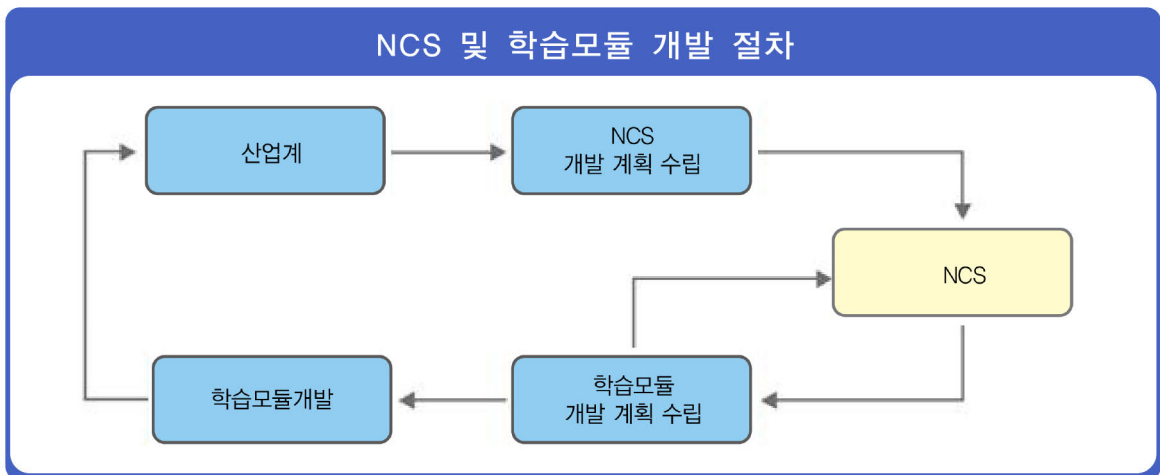


# NCS 학습모듈의 이해

※ 본 학습모듈은 「NCS 국가직무능력표준」 사이트(<http://www.ncs.go.kr>) 에서 확인 및 다운로드 할 수 있습니다.

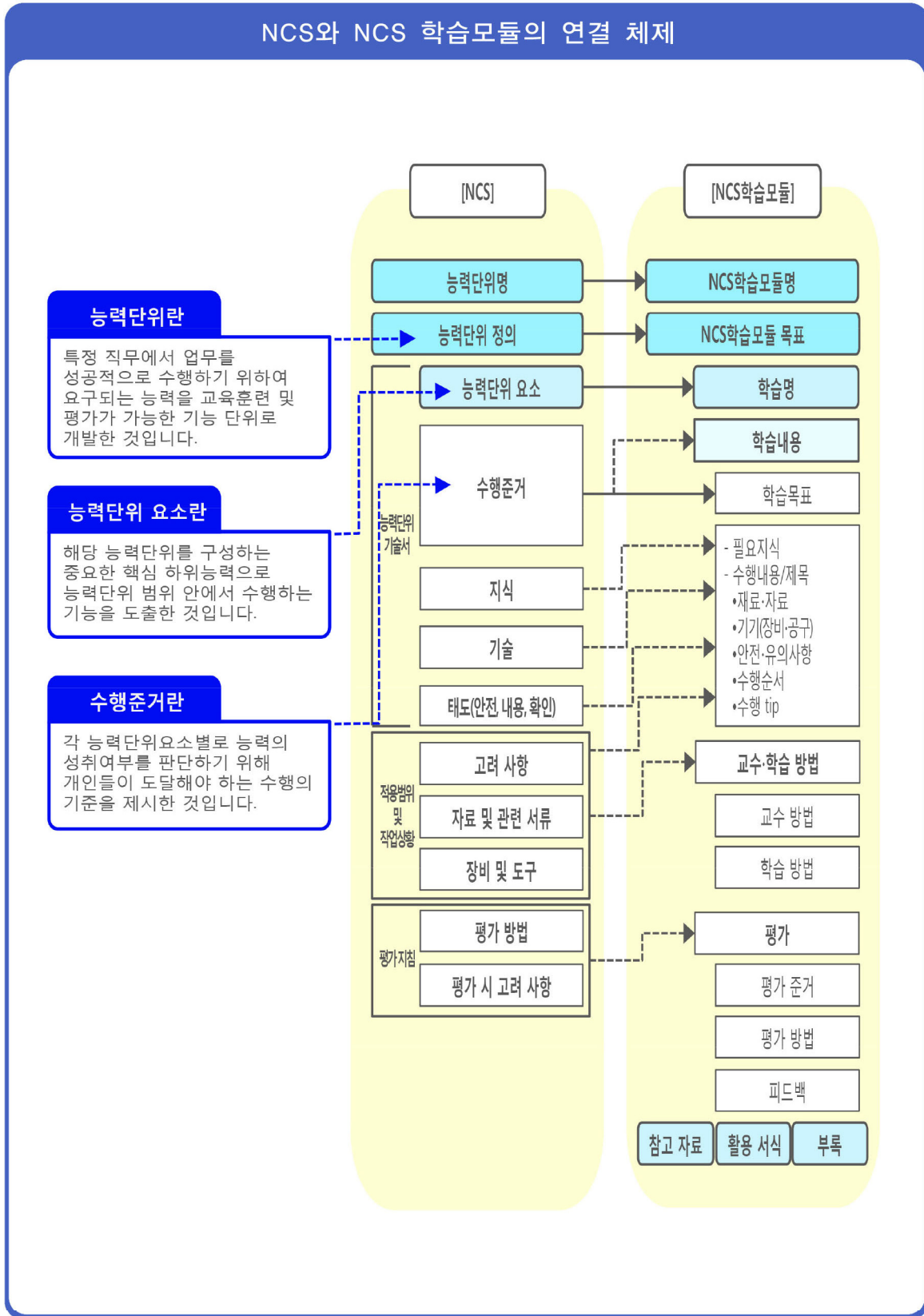
## (1) NCS 학습모듈이란?

- 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 능력(지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미합니다.
- 국가직무능력표준(이하 NCS)이 현장의 ‘직무 요구서’라고 한다면, NCS 학습모듈은 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성한 ‘교수·학습 자료’입니다. NCS 학습모듈은 구체적인 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세하게 제시하고 있습니다.



- NCS 학습모듈은 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.
  - 첫째, NCS 학습모듈은 산업계에서 요구하는 직무능력을 교육훈련 현장에 활용할 수 있도록 성취목표와 학습의 방향을 명확히 제시하는 가이드라인의 역할을 합니다.
  - 둘째, NCS 학습모듈은 특성화고, 마이스터고, 전문대학, 4년제 대학교의 교육기관 및 훈련기관, 직장교육기관 등에서 표준교재로 활용할 수 있으며 교육과정 개편 시에도 유용하게 참고할 수 있습니다.

- NCS와 NCS 학습모듈 간의 연결 체제를 살펴보면 아래 그림과 같습니다.



## (2) NCS 학습모듈의 체계

- NCS 학습모듈은 1.학습모듈의 위치, 2.학습모듈의 개요, 3.학습모듈의 내용 체계, 4.참고 자료, 5.활용 서식/부록 으로 구성되어 있습니다.

### 1. NCS 학습모듈의 위치

- NCS 학습모듈의 위치는 NCS 분류 체계에서 해당 학습모듈이 어디에 위치하는지를 한 눈에 볼 수 있도록 그림으로 제시한 것입니다.

예시 : 이·미용 서비스 분야 중 네일미용 세분류

### NCS-학습모듈의 위치

대분류	이용 · 숙박 · 여행 · 오락 · 스포츠
중분류	이 · 미용
소분류	아미용 서비스

세분류	능력단위	학습모듈명
헤어미용		
피부미용		
메이크업		
네일미용	네일 기본 관리	네일 기본관리
이용	네일 랩	네일 랩
	네일 팁	네일 팁
	젤 네일	젤 네일
	아크릴릭 네일	아크릴 네일
	평면 네일아트	평면 네일아트
	융합 네일아트	융합 네일아트
	네일 샵 운영관리	네일샵 운영관리

**학습모듈은**  
 NCS 능력단위 1개당 1개의 학습모듈 개발을 원칙으로 합니다. 그러나 필요에 따라 고용 단위 및 교과단위를 고려하여 능력단위 몇 개를 묶어서 1개의 학습모듈로 개발할 수 있으며, NCS 능력단위 1개를 여러 개의 학습모듈로 나누어 개발할 수도 있습니다.

## 2. NCS 학습모듈의 개요

### 구성

- NCS 학습모듈 개요는 학습모듈이 포함하고 있는 내용을 개략적으로 설명한 것으로서 **학습모듈의 목표**, **선수 학습**, **학습모듈의 내용 체계**, **핵심 용어** 로 구성되어 있습니다.

<b>학습모듈의 목표</b>	해당 NCS 능력단위의 정의를 토대로 학습목표를 작성한 것입니다.
<b>선수 학습</b>	해당 학습모듈에 대한 효과적인 교수·학습을 위하여 사전에 이수해야 하는 학습모듈, 학습 내용, 관련 교과목 등을 기술한 것입니다.
<b>학습모듈의 내용 체계</b>	해당 NCS 능력단위요소가 학습모듈에서 구조화된 방식을 제시한 것입니다.
<b>핵심 용어</b>	해당 학습모듈의 학습 내용, 수행 내용, 설비·기자재 등 가운데 핵심적인 용어를 제시한 것입니다.

### 활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈

#### 네일 기본관리 학습모듈의 개요

**학습모듈의 목표**  
고객의 네일 보호와 미적 요구 충족을 위하여 효과적인 네일 관리로 프리에지 형태 만들기, 큐티클 정리하기, 컬러링하기, 보습제 도포하기, 마무리를 할 수 있다.

**선수학습**  
네일숍 위생서비스(LM1201010401\_14v2)

**학습모듈의 내용체계**

학습	학습내용	NCS 능력단위요소		
		코드번호	요소명칭	수준
1. 프리에지 형태 만들기	1-1. 네일 파일에 대한 이해와 활용	1201010403_12v2.1	프리에지 모양 만들기	3
	1-2. 프리에지 형태 파일링			
2. 큐티클 정리하기	2-1. 네일 기본관리 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.2	큐티클 정리하기	3
	2-2. 큐티클 관리			
3. 컬러링하기	3-1. 컬러링 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.3	컬러링	3
	3-2. 컬러링 방법 선정과 작업			
	3-3. 컬러링 작업			
4. 보습제 도포하기	4-1. 보습제 선정과 도포	1201010403_14v2.4	보습제 바르기	2
	4-2. 각질제거			
5. 네일 기본관리 마무리하기	5-1. 유분기 제거	1201010403_14v2.5	마무리하기	3
	5-2. 네일 기본관리 마무리와 정리			

**핵심 용어**  
프리에지, 니퍼, 푸셔, 폴리시, 네일 파일, 스퀘어형, 스퀘어 오프형, 라운드형, 오발형, 포인트형

**학습모듈의 목표는**

학습자가 해당 학습모듈을 통해 성취해야 할 목표를 제시한 것으로, 교수자는 학습자가 학습모듈의 전체적인 내용흐름을 파악할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

**선수학습은**

교수자나 학습자가 해당 모듈을 교수 또는 학습하기 이전에 이수해야 할 학습내용, 교과목, 핵심 단어 등을 표기한 것입니다. 따라서 교수자는 학습자가 개별 학습, 자기 주도 학습, 방과 후 활동 등 다양한 방법을 통해 이수할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

**핵심 용어는**

학습모듈을 통해 학습되고 평가되어야 할 주요 용어입니다. 또한 당해 모듈 또는 타 모듈에서도 핵심 용어를 사용하여 학습내용을 구성할 수 있으며, 「NCS 국가 직무능력표준」 사이트(www.ncs.go.kr)에서 색인(찾아보기) 중 하나로 이용할 수 있습니다.

### 3. NCS 학습모듈의 내용 체계

#### 구성

- NCS 학습모듈의 내용은 크게 **학습**, **학습 내용**, **교수·학습 방법**, **평가** 로 구성되어 있습니다.

<b>학습</b>	해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시한 것입니다. 학습은 크게 학습 내용, 교수·학습 방법, 평가로 구성되며 해당 NCS 능력단위의 능력단위 요소별 지식, 기술, 태도 등을 토대로 학습 내용을 제시한 것입니다.
<b>학습 내용</b>	학습 내용은 학습 목표, 필요 지식, 수행 내용으로 구성하였으며, 수행 내용은 재료·자료, 기기(장비·공구), 안전·유의 사항, 수행 순서, 수행 tip으로 구성된 것입니다. 학습모듈의 학습 내용은 업무의 표준화된 프로세스에 기반을 두고 실제 산업현장에서 이루어지는 업무활동을 다양한 방식으로 반영한 것입니다.
<b>교수·학습 방법</b>	학습 목표를 성취하기 위한 교수자와 학습자 간, 학습자와 학습자 간의 상호 작용이 활발하게 일어날 수 있도록 교수자의 활동 및 교수 전략, 학습자의 활동을 제시한 것입니다.
<b>평가</b>	평가는 해당 학습모듈의 학습 정도를 확인할 수 있는 평가 준거, 평가 방법, 평가 결과의 피드백 방법을 제시한 것입니다.

#### 활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈의 내용

학습 1	프리에지 형태 만들기(LM1201010403_14v2.1)
학습 2	큐티클 정리하기(LM1201010403_14v2.2)
<b>학습 3</b>	<b>컬러링하기(LM1201010403_14v2.3)</b>
학습 4	보습제 도포하기(LM1201010403_14v2.4)
학습 5	네일 기본관리 마무리하기(LM1201010403_14v2.5)

**학습은**  
해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시하였습니다. 학습은 일반교과의 '대단원'에 해당되며, 모듈을 구성하는 가장 큰 단위가 됩니다. 또한 완성된 직무를 수행하기 위한 가장 기본적인 단위로 사용할 수 있습니다.

**학습내용은**  
요소 별 수행준거를 기준으로 제시하였습니다. 일반교과의 '중단원'에 해당합니다.

**학습목표는**  
모듈 내의 학습내용을 이수했을 때 학습자가 보여줄 수 있는 행동수준을 의미합니다. 따라서 일반 수업시간의 과목목표로 활용될 수 있습니다.

#### 3-1. 컬러링 매뉴얼 이해

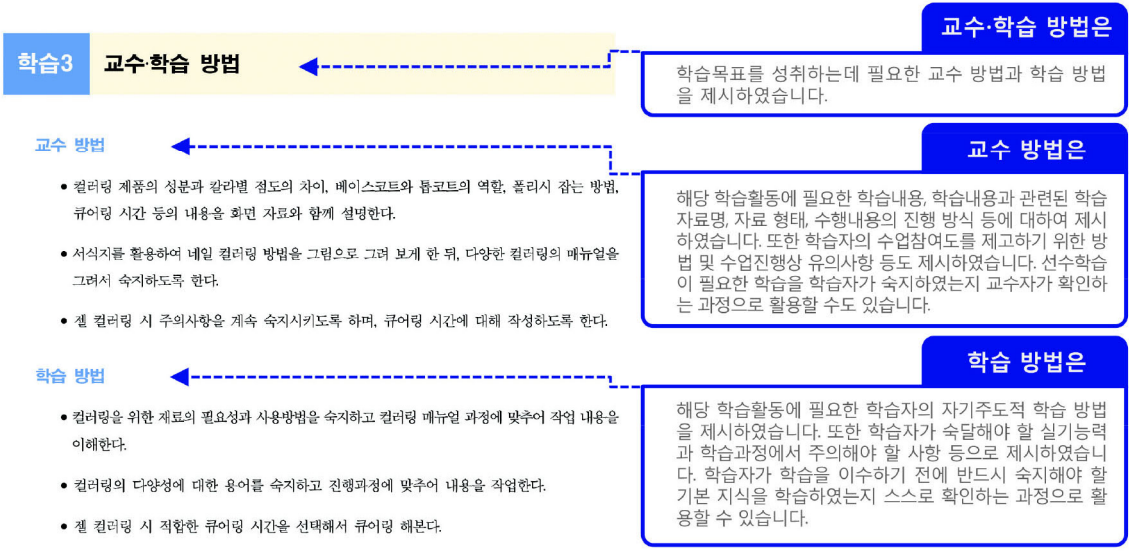
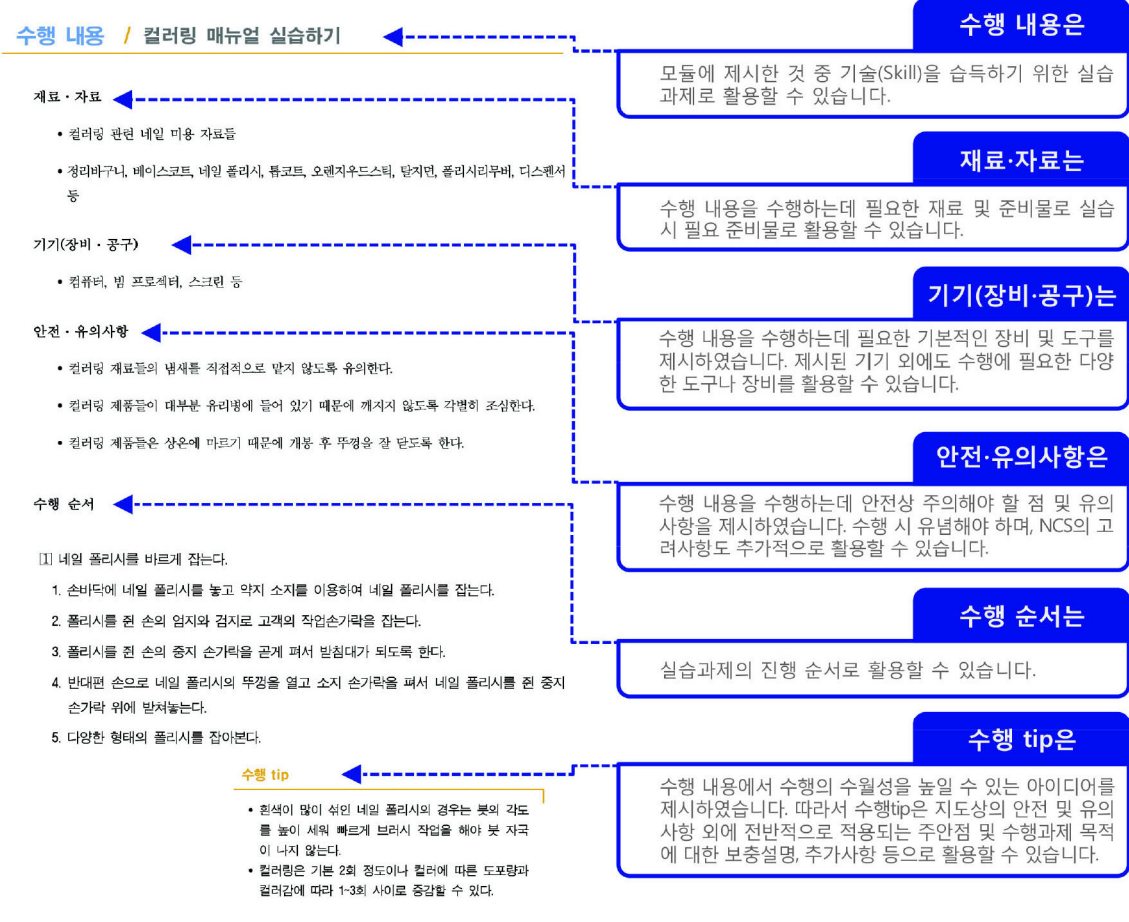
<b>학습목표</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 침착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.</li> <li>작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.</li> <li>작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.</li> </ul>
-------------	--

**필요지식은**  
해당 NCS의 지식을 토대로 해당 학습에 대한 이해와 성과를 높이기 위해 알아야 할 주요 지식을 제시하였습니다. 필요지식은 수행에 꼭 필요한 핵심 내용을 위주로 제시하여 교수자의 역할이 매우 중요하며, 이후 수행순서 내용과 연계하여 교수·학습으로 진행할 수 있습니다.

#### 필요 지식 /

##### □ 컬러링 매뉴얼

컬러링 작업 전, 이세튼 또는 네일 폴리시 리무버를 사용하여 손톱표면과 큐티클 주변, 손톱 밑 부분까지 깨끗하게 유분기를 제거해야 한다. 컬러링의 순서는 Base coating 1회 → Polishing 2회 → 컬러수정 → Top coating 1회 → 최종수정의 순서로 한다. 베이스코트는 착색을 방지하고 발림성 향상을 위해 가장 먼저 도포하며 컬러링의 마지막에 컬러의 유지와 광택을 위해 톱코트를 도포한다. 네일 보강제(Nail Strengthner)를 바를 시에는 베이스코트를 도포하기 전에 사용한다.



### 학습3 평가

#### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
컬러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칠착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
컬러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 칠착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 피드백

1. 작업장 평가
  - 작업 결과물을 확인하여 수정사항을 제시하고 수정 부분을 인지하도록 한다.

#### 평가는

해당 NCS 능력단위 평가방법과 평가 시 고려 사항을 준용하여 작성하였습니다. 교수자 및 학습자가 평가항목 별 성취수준을 확인하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 준거는

학습자가 해당 학습을 어느 정도 성취하였는지를 평가하기 위한 기준을 제시하고 있습니다. 학습목표와 연계하여 단위수업 시간에 평가항목 별 성취수준을 평가하는데 활용할 수 있습니다.

#### 평가 방법은

NCS 능력단위의 평가방법을 준용하였으며, 평가 준거에 따른 평가방법을 2개 이상 제시하였습니다. 평가방법으로는 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례연구, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등이 있으며, NCS의 능력단위 요소 별 수행 수준을 평가하는데 가장 적절한 방법을 선정하여 활용할 수 있습니다.

#### 피드백은

평가 후에 학습자들에게 평가 결과를 피드백하여 부족한 부분을 알려주고, 학습 결과가 미진한 경우, 해당 부분을 다시 학습하여 학습목표를 달성하는 데 활용할 수 있습니다.

## 4. 참고 자료

### 참고자료

- 김미원(2011). 『Nail Study』. 서울: 사)한국네일저서서비스협회.
- 민방경(2015). 『미용사(네일)평가』. 서울: 예문사.
- 박은주(2014). 『네일미용』. 서울: 정담미디어.

#### 참고자료는


해당 학습모듈의 필요지식에 대한 출처와 인용한 참고자료 및 사이트를 제시하였습니다.

## 5. 활용 서식/부록

### 활용서식

#### 프리페이지 형태 실습지

##### 1. 프리페이지 형태의 이해

모양	이름	특징
	스퀘어 네일 (Square nail)	- 강한 느낌의 사각형태 - 네일의 양끝 모서리 부분이 90° 사각의 형태이다. - 발톱의 형태 활용 - 내인성 발톱의 보정시에 적용

#### 활용서식은

평가 서식, 실습시트 등 교수학습 시 활용 가능한 다양한 서식들로 구성하였습니다. 과제 진행에서 평가에 이르기까지 필요한 서식을 해당 학습모듈의 특성에 맞춰 개발하거나 기존의 양식을 활용하여 제시하였습니다.

### 부록

#### 네일 기본관리 도구와 재료 목록

목록	비고	준비
위생가운	흰색	작업자 착용
위생 마스크	흰색	작업자 착용
보호안경	투명한 렌즈 (안경으로 대체 가능)	작업자 착용
재료정리함	재질, 색상 무관	작업대

#### 부록은

활용서식 이외에 교수학습과정에서 참고할 수 있는 자료가 있는 경우 제시하였습니다.

## [NCS-학습모듈의 위치]

대분류	전기 · 전자	
중분류	전기	
소분류	철도신호제어	

### 세분류

철도신호제어  
설계 · 감리  
철도신호제어  
시공  
철도신호제어  
시설물  
유지 · 보수

능력단위	학습모듈명
신호제어시공계획 수립	신호제어시공계획 수립
시공 품질 관리	시공 품질 관리
자재 수급 관리	자재 수급 관리
전선로 시공	전선로 시공
현장신호설비시공	현장신호설비시공
연동장치 시공	연동장치 시공
전원설비 시공	전원설비 시공
열차제어장치 시공	열차제어장치 시공
열차집중제어장치 시공	열차집중제어장치 시공
안전설비 시공	안전설비 시공
운행선 절체	운행선 절체
시공결과 검사	시공결과 검사

---

# 차 례

---

학습모듈의 개요	1
<b>학습 1. 배전설비 시공하기</b>	
1-1. 배전전원 구성	3
1-2. 변압기의 종류 및 용량 산출	10
1-3. NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출	15
1-4. 신호기기의 보호	23
• 교수·학습 방법	32
• 평가	33
<b>학습 2. 무정전전원장치 시공하기</b>	
2-1. UPS 동작원리 및 설치	35
2-2. 케이블 결선 및 결상검지장치 설치	45
2-3. 축전지 결선 및 충·방전	50
• 교수·학습 방법	57
• 평가	58
<b>학습 3. 직류전원장치 시공하기</b>	
3-1. 정류기 원리 및 설치	60
3-2. 축전지 원리 및 설치	70
• 교수·학습 방법	81
• 평가	82
<b>학습 4. 접지 시공하기</b>	
4-1. 접지설치 기준	84

4-2. 접지설비 시공	90
4-3. 접지저항 측정 및 관리	97
• 교수·학습 방법	102
• 평가	103

참고 자료	105
-------	-----

# 전원설비 시공<sup>1)</sup> 학습모듈의 개요

## 학습모듈의 목표

전원설비 시공은 철도설계편람 및 지침, 설계서에 따라 배전설비 시공, 무정전전원장치 시공, 직류전원장치 시공, 접지 시공을 수행하는 능력을 배양할 수 있다.

## 선수학습

철도신호제어시공, 철도설계편람 및 지침, 공사설계서, 철도신호공학, 전기기기 및 이론

## 학습모듈의 내용 체계

학습	학습 내용	NCS 능력단위 요소		
		코드번호	요소 명칭	수준
1. 배전설비 시공하기	1-1. 배전전원 구성	1901100207_14V1.1	배전설비 시공하기	3
	1-2. 변압기의 종류 및 용량 산출			
	1-3. NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출			
	1-4. 신호기기의 보호			
2. 무정전전원장치 시공하기	2-1. UPS 동작원리 및 설치	1901100207_14V1.2	무정전전원장치 시공하기	3
	2-2. 케이블 결선 및 결상검지장치 설치			
	2-3. 축전지 결선 및 충·방전			
3. 직류전원장치 시공하기	3-1. 정류기 원리 및 설치	1901100207_14V1.3	직류전원장치 시공하기	3
	3-2. 축전지 원리 및 설치			
4. 접지 시공하기	4-1. 접지설치 기준	1901100207_14V1.4	접지 시공하기	2
	4-2. 접지설비 시공			
	4-3. 접지저항 측정 및 관리			

## 핵심 용어

배전선로, 변압기, 퓨즈, 보안기, NFB, 무정전전원장치, 정류기, 축전지, 접지설비, 접지저항

1) 하단 본 학습모듈에 인용된 시각적 자료의 경우 저작권은 각 출처(한국철도시설공단 등)에 있음.



## 학습 1

# 배전설비 시공하기 (LM1901100207\_14V1.1)

학습 2	무정전전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.2)
학습 3	직류전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.3)
학습 4	접지 시공하기(LM1901100207_14V1.4)

## 1-1. 배전전원 구성

### 학습 목표

- 철도 배전선로와 한전 배전선로의 2중 수전으로 NET1(철도전원), NET2(한전전원)을 효율적으로 시공할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 철도 신호전원설비

철도의 신호전원설비는 정상적인 열차 운영을 위하여 24시간 연속 공급된다. 전기실의 신호용 변압기로부터 받은 전원(상용, 예비의 2중계)은 신호전원실 내의 무정전전원장치, 신호용 변압기, 정류기, 축전기 등으로 구성된 신호전원설비를 동작하게 하여 발생한 전원으로 신호설비의 모든 기기를 동작하게 된다. 특히, 오늘날의 신호설비는 전원설비 없이 동작이 불가능하기 때문에 신호설비에서 차지하는 비중이 매우 높다.

#### 1. 일반사항

##### (1) 개요

신호설비의 전원장치는 정전이 될 경우에도 정상적인 열차운행을 위해 상용과 예비전원으로 2중계 구성을 원칙으로 한다. 전원이 정상일 경우에는 철도 고압배전선로에서 수전하는 전원을 상용전원으로 사용하고, 정전이나 장애가 발생될 경우에는 자동절체기에 의해 한전전원인 예비전원으로 절체 되도록 하며, 상용전원이 복구되면 다시 상용전원으로 환원되는 구조로 한다.

##### (2) 신호전원 수전

신호용 전원의 수전은 이중화(상용, 예비) 이상으로 구성한다.

##### (가) 상용전원장치

신호용 전원공급은 계통의 안정성과 전원잡음 및 전압변동률 등을 감안하여 철도

고압배전선로에서 수전하는 전원을 사용하며, 무정전 전원을 원칙으로 하고 교류 단상 220V, 직류 24V를 표준으로 한다. 이 전원이 정상동작 시 사용하는 전원이다.

(나) 예비전원장치

- 1) 수전계통을 이중화 이상으로 할 수 없거나 신호전용 배전선로를 상용으로 할 수 없는 경우에는 예비전원장치를 설비하며, 예비전원장치는 축전지와 그에 의한 변환장치로 한다.
- 2) 축전지의 정전보상시간은 사령실 설비용의 경우 3시간, 고속철도 2시간, 일반철도 1시간을 적용하고 건널목설비는 10시간 방전율로 적용한다.

2. 신호장치별 전원구성

(1) 연동장치

동일 용량의 정전압 정류기 2조와 축전지를 부동충전식으로 구성하고, 전자연동장치 및 ATC 구간은 <표 1-1>과 같이 무정전전원장치를 설치한다.

<표 1-1> 연동장치의 전원구성

장치별	무정전 전원장치	배전반	정류기	축 전 지	
				UPS용	정류기
전기연동장치용	×	○	○	×	○
전자연동장치용	○	○	○	○	○

출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

(2) 궤도회로장치

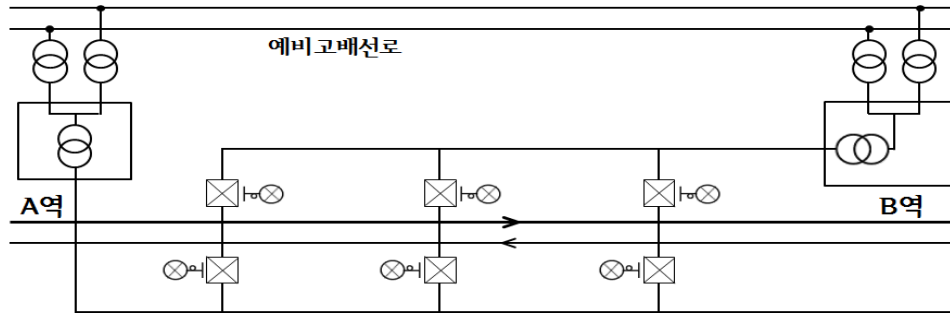
교류전원, 다만 ATC운전 구간의 AF궤도회로는 무정전전원장치를 설치하고 수전계통을 이중화할 수 없는 구간의 직류바이어스 궤도회로는 궤도정류기 (DC 2/4V) 및 축전지를 설치한다.

- (3) 선로전환기, 폐색장치: 교류전원
- (4) 신호기: 교류 50V 또는 직류 24V
- (5) 건널목안전설비: 정류기 및 축전지

2. 역간의 신호전원

1. 주요간선 또는 전동열차 운행구간에서 자동폐색신호기를 설치하는 경우

- (1) 양쪽 역의 신호전원 공급 장치에서 공급하고 열차 도착역의 전원을 주전원으로 하여 폐색신호기별로 자동절체 되도록 한다.
- (2) 2복선 이상에서의 폐색전원은 선별(상선, 하선 또는 1선, 2선, 3선) 구분하여 공급한다.

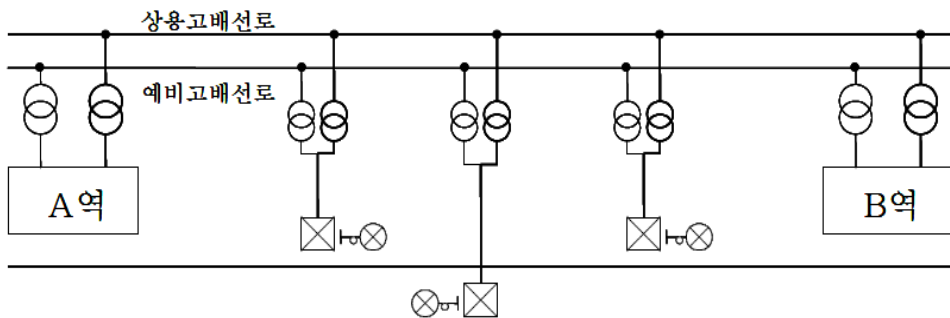


출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외  
 [그림 1-1] 역간 신호전원공급

## 2. 기타구간에서 자동폐색신호기를 설치하는 경우

### (1) 철도 고압배전선로 이중화 구간

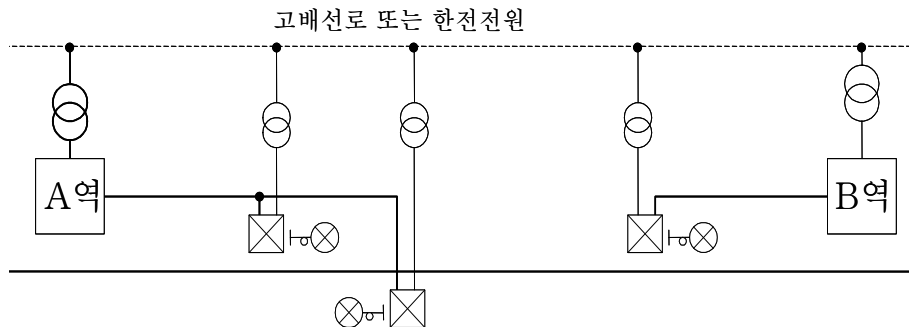
역간의 고압배전선로(상용 및 예비)에서 신호용 변압기(2대) 및 자동절체설비를 설치하여 AC 220V로 공급한다.



출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외  
 [그림 1-2] 고압배전선로 2중화 구간

### (2) 철도 고압배전선로 1회선 또는 한전전원 수전구간

인접역의 신호전원 공급 장치에서 저압을 공급하여 상용전원으로, 예비전원은 철도고압배전선 또는 한전전원을 수용하여 자동절체 되도록 구성한다.



출처 : 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외  
 [그림 1-3] 철도 고압배전선로 1회선 또는 한전전원 수전구간

(3) 폐색신호기를 설치하지 않는 기타

철도 고압배전선로 1회선 또는 한전전원 수전구간의 방식에 의하되 궤도회로만 설비하는 구간으로서 궤도정류기와 축전지를 설치하여 직류바이어스 궤도회로로 구성하는 경우에는 공급전원을 이중화로 구성하지 않을 수 있다.

(4) 고속선과 일반선이 만나는 구간의 폐색전원 공급

고속선기계실(IEC, InEC) 및 일반선 전원실에서 각각 1회선 폐색전원 AC 600V전원을 공급한다.

## 수행 내용 / 배전선로 시공하기

---

### 재료·자료

- 설계서 및 지침서, 전기설비 전원공급계통도, 신호설비 전원계통도

### 기기(장비·공구)

- 케이블 커터, 단자압착기, 테스터, 개인공구(펜치, 니퍼, 드라이버 등) 등

### 안전·유의 사항

- 한전전원과 철도전원의 정확한 구분에 유의
- 작업절차 준수로 안전사고 예방
- 전원공급에 따른 감전사고에 유의

### 수행 순서

① 철도 배전선로와 한전 배전선로의 2중 수전으로 NET1(철도전원), NET2(한전전원)을 효율적으로 시공한다.

#### 1. 철도전원 이해하기

한전에서 공급되는 전원은 154kV로 변전소를 거쳐 변환하여 전차선용으로 25,000V 공급되고, 일반용 전원은 변전실에서 6,600V로 변환하여 전기실로 공급된다. 전기실에서는 다시 3상 380V 또는 단상 220V로 변환하여 일반역 및 신호 계전기실 등 필요 개소에 공급한다.

##### (1) 신호용 배전선로 이해

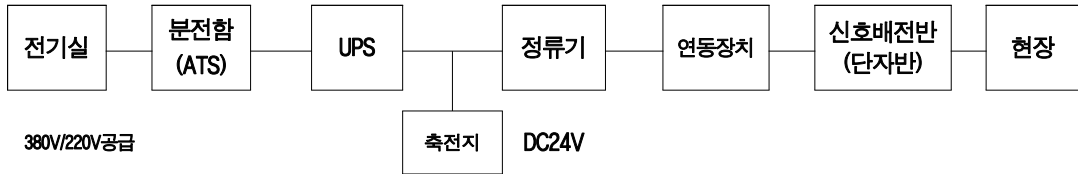
철도전원은 전기실에 있는 신호용 변압기를 통해 신호전원실 분전함까지 공급되는 전원(3상 380V 또는 단상 220V)으로서 상용과 예비계로 구성된다. 또 한전전원은 별도 직접 공급되어 예비계에 부착하여 절체스위치에 의해 동작되는 구조로 긴급 또는 비상시를 대비한다.

##### (2) 신호전원 흐름도 이해

(가) 전기실에서 신호 전원실까지 공급되는 전원은 상용과 예비의 2중계로 공급되며, 별도의 한전전원도 공급되어 분전함에 연결한다.

(나) 이 전원은 분전함 내 ATS(자동절체스위치)를 거쳐 UPS(무정전전원장치)를 동작한다.

(다) UPS 내의 정류된 전원으로 축전지 충전과 인버터를 통한 일반 AC용 전원으로 정류기를 동작하여 신호계전기실의 연동장치를 구동한다. 연동장치 구동으로 각 조건에 맞는 출력이 신호배전반의 단자반을 통하여 현장으로 나가게 되어 현장 신호설비(신호기, 선로전환기, 궤도회로, ATS장치 등)를 동작한다.



[그림 1-4] 신호전원 흐름도

주) 신호전원의 흐름도는 고속철도, 일반철도, 도시철도가 약간의 상이점이 있어 일반적 흐름도로 표기하였음

## 2. 배전선로 시공하기

### (1) 사전 협의

모선에서 전원공급계통이 가장 확실한 By-pass 전원을 확보하도록 전원공급계통도를 전기 분야와 협의한다.

### (2) 업무한계 설정

(가) 신호제어설비의 입력전원의 업무한계는 분전함 1차 측까지는 전기소관(단자함 접속포함)으로 하고, 분전함 이하는 신호소관으로 하며, 분전함은 신호분야에서 설치한다.

(나) 폐색구간의 신호기구함 및 건널목 경보장치용 전원은 기구함 인입선까지는 전기에서 관할하며, 기구함 내 전원 개폐기 이하 및 기구함과 기구함 간의 전원선은 신호에서 관리한다.

<표 1-2> 신호전원의 업무한계

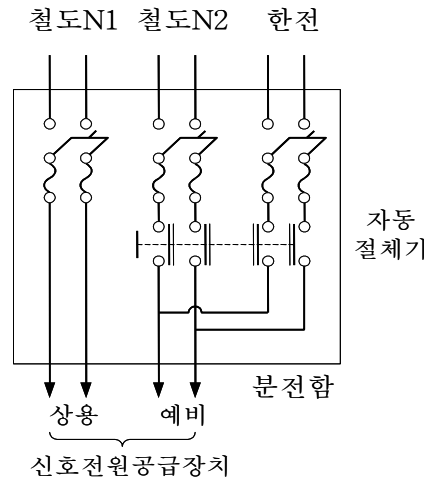
장치별	업무한계
신호 계전기실 (분전함은 신호용으로 사용하는 전용분전함을 말하며 시공은 전기소관으로 함)	
폐색구간 건널목보안장치 (분전함이 없는 경우)	

(3) 배전선로 시공

(가) 전기실내 신호용 변압기를 통한 철도전원(NET1) 상용(N1)과 예비(N2)용의 2회선과 한전전원(NET2)을 수전하여 3중화로 구성할 경우에는 [그림 1-5]와 같이 분전함에 자동 절체설비를 설치한다. 절체순서는 철도N1 → 철도N2 → 한전의 순서로 절체 되도록 하고, 복귀순서는 한전 → 철도 N1, 한전 → 철도N2로 복귀되도록 하며, 한전 → 철도N1을 우선한다.

(나) 전기실 전원이 분전함에 설치되면 NFB를 차단 후 자동절체기에 연결한다.

(다) 자동절체기 이후의 케이블은 현장 신호전원공급 장치(UPS 등)에 연결한다.



출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

[그림 1-5] 신호용 전원의 수전

**수행 tip**

- 신호용 전원은 상용과 예비의 2중계로 구성하여 안정적인 전원공급을 하여야 한다.
- 신호용 전원은 무정전 전원을 원칙으로 한다.

# 1-2. 변압기의 종류 및 용량 산출

## 학습 목표

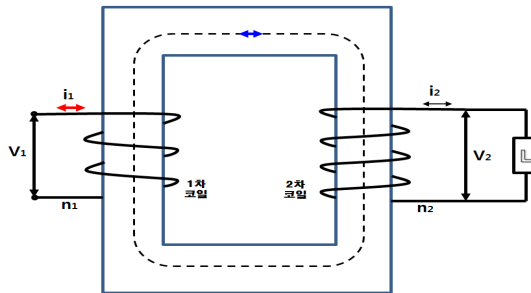
- 종류별, 용도별로 구분하여 변압기를 시공할 수 있다.
- 단위 용량에 의한 변압기 용량을 산출할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 변압기(Transformer)

전기 용어 사전에서의 변압기는 연속적인 운동 부분을 갖지 않고, 전자유도 작용에 의해서 전압을 변성하는 장치를 말하는데 이러한 전압의 변환은 동시에 전류의 변환을 의미하며, 필요한 값의 전류를 얻기 위해 변압기를 사용하는 경우도 있지만 대개의 경우는 전압의 변환이 목적이다. 전기는 교류와 직류로 나누어지지만 변압기는 교류전용이고 직류는 사용하지 않는다. 전력계통의 대부분에 교류가 이용되고, 직류는 전기철도 등 일부에만 이용되고 있는데, 그 이유는 교류에 변압기가 사용되고 있기 때문이다. 철도의 신호설비에서는 다양한 형태의 여러 종류의 변압기를 사용하고 있다.

#### 1. 변압기의 원리



[그림 1-6] 변압기의 기본회로

변압기 원리의 기본은 패러데이의 법칙과 렌츠의 법칙이다. 패러데이 법칙은 권선에 흐르는 전류와 자속의 양의 관계를, 렌츠의 법칙은 유기되는 기전력의 방향이 자속의 변화를 방해하는 자속을 발생하는 전류의 방향으로 결정된다는 것이다. [그림 1-6]과 같이 성층 철심에 권선 1차 측( $n_1$ )과 2차 측( $n_2$ )을 감고 1차에 전류를 흘리면 1차 권선에 흐르는 전류에 의해 1차 측 철심에 자속이 발생하고 그 자속은 철심을 통해 2차 권선을 쇄교한다. 2차 권선의 내부에 있는 철심에는 1차 권선에 의한 자속의 변화를 방해하는 방향으로 자속이 발생하고 이 자속에 의해 2차 권선에 기전력이 발생하여 전류가 흐르게 된다는 원

리이다. 그러나 이 때 발생한 전류는 잠시 후면 없어지게 된다. 이는 1차 측 권선에 의한 자기장 크기에 변화가 있어야만 전류가 유도 된다는 것을 설명하는 것으로 2차 측에 계속적인 전류가 발생하기 위해서는 자기장의 변화를 위해 1차 측에 교류를 흘려주어야 한다. 1차 전압에 대한 2차 전압은 권선 수에 비례한다. 즉,  $(v_1 / v_2) = (n_1 / n_2)$  위 관계가 성립하고 이를 변압비라고 한다.

## 2. 변압기의 종류

변압기의 종류로는 크게 유입식, 몰드식, 건식, 가스식 등이 있고, 전원의 상수에 따라 단상과 3상 변압기로 나뉘며, 철심의 구조에 따라 내철형, 외철형, 권철심형이 있다. 또 권선 하나로 1차와 2차를 공동으로 사용하는 단권변압기가 있는데, 이는 변압비가 2보다 작은 범위 내에서 승압 및 강압을 할 때 효율이 좋다.

## ② 신호용 배전반 및 변압기

신호용 배전반은 신호 전원실의 모든 입출력 전원을 수용하는 단자반 뿐만 아니라 현장 신호설비에 사용되는 신호용 변압기를 수용하고 있다. 이러한 변압기는 신호설비에 안정적인 전원공급 뿐만 아니라 현장에서 들어오는 서지 등을 감소하여 기기를 보호한다.

### 1. 신호용 배전반 특성

배전반의 보호스위치는 주회로 전자개폐기의 경우 부하전류가 설정전류의 130% 이상 초과되었을 때 2분 이내 자동으로 차단되며, 설정전류는 조정이 가능하다. 배전반의 상용전원이 정전되거나 93V 이하가 되면 0.1초 이내에 비상전원으로 자동 전환되고, 상용전원이 회복되어 93% 이상 전압이 상승되면 40초 후에 다시 상용전원으로 자동 전환된다. 배전반 공급전원이 정전일 경우와 85% 이하일 경우에는 경보가 발생되고 철도전원 또는 한전전원으로 구분한 사용전원 표시를 한다. 배전반에서 신호기에 공급되는 신호기 등압용 전원은 주,야간에 따라 등압을 조정할 수 있으며, 조작판에 표시가 나타난다. 축전지가 과방전일 때는 과방전 상태표시가 조작판에 점등되고 경보가 발생한다. 또 신호용 배전반은 신호계전기실에서 현장까지 연결되는 케이블의 접지저항이 20kΩ 이하일 경우에는 자동으로 접지표시가 되고 접지저항계가 저항치를 지시하며 동시에 경보가 발생한다.

### 2. 신호용 변압기의 용량

각 장치별로 공급되는 신호용 변압기의 용량은 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 50[kVA]를 기준으로 사용한다.

## 수행 내용 / 변압기 시공하기

### 재료·자료

- 신호전원실 도면, 신호용 배전반 도면, 신호설비 전원공급 계통도, 신호설비 결선도

### 기기(장비·공구)

- 케이블 커터, 압착 공구, 테스터, 개인 공구(펜치, 니퍼, 드라이버 등)

### 안전·유의 사항

- 무리한 작업으로 인한 안전사고에 유의
- 정확한 압착단자 압착 및 연결개소 확인철저
- 감전사고 주의

### 수행 순서

① 종류별, 용도별로 구분하여 변압기를 시공한다.

#### 1. 신호용 변압기의 용도별 종류 확인

신호용 변압기는 <표 1-3>과 같이 용도 및 종류별로 분류하여 사용한다.

<표 1-3> 신호전원 공급 장치의 변압기 구성

변압기 종류	용도	입력전압 [V]	출력전압 [V]
BTr(1, 2)	자동폐색용(상선, 하선)	AC 220	AC 600
PTr(1, 2)	전기선로전환기용(남쪽, 북쪽)		AC 220
TTr(1, 2)	궤도회로용(남쪽, 북쪽)		AC 220
STr(1, 2)	신호기용(남쪽, 북쪽)		AC 71~94
RTr	진로선별등용		AC 220
ITr	조작반표시등용		AC 24
LTr	건널목전원용		AC 220
UTr	시소계전기용		AC 24
ETr	원격제어용		AC 220
절연Tr	전자연동장치용		AC 220

출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

## 2. 신호용 변압기 관련 도면 확인

신호용 변압기 설치에 대한 도면을 확인한다. 신호 결선도에 의하여 해당 변압기의 종류를 확인하고 신호용 배전반 내부 도면으로 설치위치를 확인한다.

## 3. 변압기 시공

- (1) 신호용 배전반 내에 변압기를 시공할 때에는 반드시 남쪽과 북쪽을 구분하고 설비별, 상·하선별로 구분하여 설치한다.
- (2) 연결하는 케이블의 단말은 사이즈에 맞는 압착단자를 정확한 압착 공구를 이용하여 압착하여 연결한다.

## ② 단위 용량에 의한 변압기 용량을 산출한다.

### 1. 신호용 변압기의 용량 계산식 확인

변압기 용량 산출은 다음 식을 적용하여 계산한다.

$$LT \geq (E_1 \cdot i_1 \cdot N_1 + E_2 \cdot i_2 \cdot N_2 + \dots + E_n \cdot i_n \cdot N_n) \times 1.25[\text{KVA}]$$

- LT[kVA] : 변압기 용량 (단, 계산결과와 수치가 동일한 용량 또는 가장 가까운 상위 용량의 것으로 선택한다.)

-  $E_1 \sim E_n$ [V] : 부하로 되는 기기의 정격전압

-  $I_1 \sim i_n$ [A] : 부하로 되는 기기의 최대 계산전류(역률 감안)

-  $N_1 \sim N_n$  : 상기  $I_1 \sim i_n$ 에 대응하는 부하의 수량

### 2. 변압기 용량기준 및 산출

현재 사용 중인 설비에 대한 부하별 단위용량( $E_i$ [VA])은 <표 1-4>에 의하되, 현장 여건을 감안하여 필요 시 변압기 용량을 증가 또는 추가 설치한다.

- (1) 계산치에 1.25를 곱한 수치와 동일한 용량 또는 가장 가까운 상위용량을 택한다.
- (2) 진로 선별등 및 입환 신호기의 무유도등은 동시에 현시 가능한 수량으로 하고 신호등을 사용하지 않는 경우는 별도 산출한다.
- (3) 선로전환기의 운전부하는 가장 많은 선로전환기가 전환되는 2개의 진로에 해당 되는 수량으로 하되, 그 중에서 동시에 기동되는 선로전환기를 기동부하로 한다.
- (4) BTr 1개의 용량은 해당구간의 상·하선용 폐색신호기 모두를 대상으로 하고 2복선 이상의 경우 선별로 분리하는 것으로 한다.
- (5) STr, PTr, TTr 각 1개의 용량은 구내 전체부하를 기준으로 하여 산출하고 남부, 북부로 분리 설치한다.

<표 1-4> 변압기 용량의 산출기준

변압기	부 하	단위용량 [VA]	비 고	
신호기용 (STr)	신호기 3현시	25	LED(50[V], 12[W]) 기준	
	신호기 4현시	50		
	신호기 5현시	50		
	입환표지	25		
	입환신호기	50		
	진로선별등(등열식)	75		
	중계신호기	75		
	출발반응표지	25		
선로 전환기용 (PTr)	NS형	기동부하	990	기동전류: 4.5A(220V)
		운전부하	847	운전전류: 3.85A(220V)
		전열기부하	50	
	NS-AM형	기동부하	990	기동전류: 4.5A(220V)
		운전부하	935	운전전류: 4.25A(220V)
		전열기부하	50	
궤도회로용 (TTr)	직류바이어스 궤도회로	25		
	고전압임펄스 궤도회로	75		
	AF궤도회로	별도산출	별도전원장치 사용	
	상용주파수 궤도회로	500		
조작표시반용 (ITr)		최저용량 (1kVA) 적용	※전자연동장치는 제외	
진로선별등용 (문자형) (RTr)	■ 주신호기			
	- 전구형	250		
	- LED형	144		
	■ 입환표지(신호기)용			
	- LED형	48		
자동폐색용 (BTr)	폐색신호기 및 제어유닛	130	5현시 기준	
궤도회로기능 감시장치 (TLDS)	AF모듈	98		
선로변 제어유닛	LEU	63		
원격제어용 (ETr)		최저용량 (1kVA) 적용		
건널목용 (LTr)	건널목제어유닛, 경보등차단기	1개소 : 1kVA		
		2개소 : 3kVA		
		3개소 : 5kVA		
	장대형 차단기가 설치된 경우	개소당 : 3kVA		

출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

### 수행 tip

- 신호용 변압기의 설치 목적을 정확히 이해할 필요가 있다.
- 변압기 용량을 정확히 산출해야 설비의 안정을 확보할 수 있다.

# 1-3. NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출

## 학습 목표

- NFB와 퓨즈의 사용을 구분하여 설치할 수 있다.
- 회로의 사용 최대 전류치를 고려하여 NFB 용량을 산출할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① NFB와 퓨즈

NFB(No Fuse Breaker, 배선용차단기)와 퓨즈는 각기 과전류에 대하여 반응하여 회로를 차단한다. NFB는 트립전류 이상이 되면 자동으로 전원을 차단시키고, 과전류가 해소되면 다시 전원을 올려 사용할 수 있도록 되어 있지만, 퓨즈는 일정전류 이상이 되면 바로 끊어지는 형태로 교체를 해야 한다.

#### 1. 설치기준

- (1) 전원공급 계통에서 배선용차단기(NFB) 및 퓨즈의 삽입개소는 화재 및 케이블 용융과 손상방지에 필요한 장소로 하고 최소한의 개소로 한다.
- (2) 동일 회선에는 동일 용량의 것을 직렬로 삽입하지 않는다.
- (3) 트랜스, 정류기 등 전원기기의 2차 측에는 삽입하지 않는다. 다만, 전기연동장치 조작 판 등의 표시등 트랜스의 2차 측 회로 Bx측에는 삽입할 수 있다.
- (4) 회로의 한쪽선(B, Bx측)에 삽입한다. 다만, 다음의 경우에는 양 선에 설치한다.
  - (가) 고압용 소형 트랜스(선조 트랜스)의 1차 측 개폐
  - (나) 배전반의 전원분할회로
  - (다) 폐색신호기 및 건널목 기구함의 주 전원회로, 다만 선조 트랜스에서 단독 수전하는 경우에 한한다.
  - (라) 동결방지용 히터 회로
  - (마) 신호전원을 신호제어설비 이외에 공급하는 경우

#### 2. NFB와 퓨즈의 사용구분

- (1) NFB 사용개소  
퓨즈 사용개소 이외의 개소
- (2) 퓨즈의 사용개소
  - (가) 신호 전원표시등
  - (나) 점검 등의 일반회로(기기에 부착된 것은 해당 규격의 용량에 의한다.)

## ② NFB의 용량

### 1. 용량선정의 기준

- (1) 회로의 사용 최대 전류치가 개폐기 및 차단기 정격전류의 80%를 초과하지 않도록 한다.
- (2) 변압기 회로의 최대 전류치는 그 회로에 설치된 변압기 용량을 기준으로 한다.
- (3) 변압기가 설치되지 않은 회로의 최대 전류치는 사용 전선의 허용전류를 초과하지 않는 범위에서 그 회로의 최대부하를 적용한다.
- (4) 절체회로 작동에 따른 돌입전류에 의하여 차단되지 않도록 한다.
- (5) 북쪽으로 변압기를 분리 설치하는 STr, PTr, TTr, BTr의 2차 측 NFB 용량은 남, 북쪽 각각의 실제부하를 산출하여 설치한다.

### 2. 용량선정

<표 1-5>는 전선의 단면적에 따른 NFB 용량을 나타낸 것으로, 사용선의 제한은 전선의 종별과 단면적에 의한 온도시험결과로 외장이 용융되지 않는 한계와 단락회복 후에 재사용을 고려한 것이다.

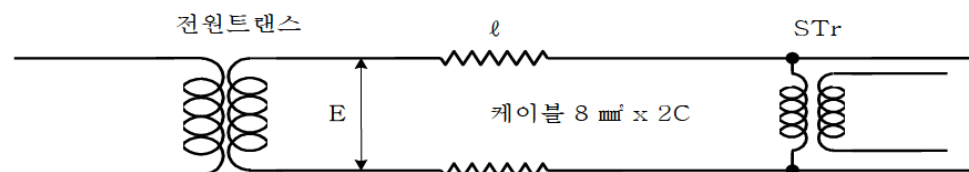
<표 1-5> 회로의 사용전류에 의한 분류

전선의 단면적[mm <sup>2</sup> ]	NFB 용량[A]	전선의 단면적[mm <sup>2</sup> ]	NFB 용량[A]
0.5	5	2.0	20 이하
0.75	10 이하	10.0	50 이하
1.25	15 이하	30.0	150 이하

출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

- (1) 회로의 최대 전류치가 NFB 정격전류의 80%를 초과하지 않는 것으로 하고 회로의 최대 전류치를 선 명찰 등에 표시한다.
- (2) NFB의 용량은 최소 5A로 한다.
- (3) 돌입전류에 의해 차단되지 않도록 신호기용 변압기(STr) 및 궤도회로용 변압기(TTr)의 1차측에 사용하는 NFB의 용량은 다음에 의한다.

(가) 신호기용 변압기(STr)



출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

[그림 1-7] 돌입전류 특성(트랜스 사용)

(나) TTr는 1.5kVA 15A, 3kVA 30A 각각 단독으로 한다. 다만, TTr의 사용 최대용량은 80% 이하로 한다.

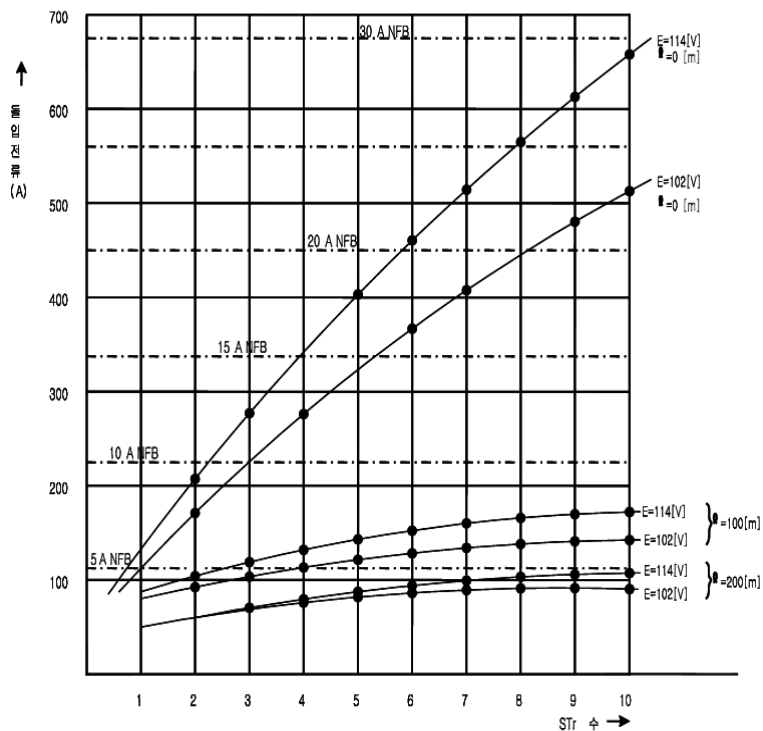
1) 돌입전류는 전원트랜스의 용량에 따르며 15kVA를 100%로 하면 <표 1-6>과 같이 트랜스의 종별에 따라 저감된다.

<표 1-6> 전원트랜스별 돌입전류

전원트랜스[kVA]	트랜스 2개 일 때[%]	트랜스 3개 일 때[%]
1	55	50
3	80	60
5	95	95
10	100	100
15	100	100

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-09010 신호전원설비 외

2) 전원트랜스 15kVA일 때의 케이블 길이와 돌입전류 및 트랜스 개수의 관계



출처: 한국철도시설공단(2015), KR S-09010 신호전원설비 외

[그림 1-8] 15kVA 전원트랜스의 돌입전류 곡선

## 수행 내용 / 퓨즈용량 산출 및 설치하기

### 재료 · 자료

- 신호시스템 설계서, 신호설비 결선도, 신호설비 전원 공급계통도

### 기기(장비 · 공구)

- 개인공구(펜치, 니퍼, 드라이버 세트), 테스터

### 안전 · 유의 사항

- NFB와 퓨즈의 사용개소를 혼돈하지 말 것
- NFB, 퓨즈의 대용물품 사용금지

### 수행 순서

#### ① NFB와 퓨즈의 사용을 구분하여 설치한다.

##### 1. NFB의 설치위치 확인하기

신호계전기실 또는 기구함 내의 전원분할회로와 역구내 및 역간에서 폐색신호기, 건널목경보기 등을 단독 수전하는 경우의 기구함은 역간 신호전원에 의하되 역간 기구함에서 저압으로 수전하는 경우에는 그 기구함에 NFB를 삽입하고 건널목 기구함의 개소에는 삽입하지 않는다.

##### (1) AC 내부전원

(가) 웨도계전기(TR), 기타 계전기회로, 선로표시기회로 등은 전원 종별에 따라 NFB 용량에 적합하도록 삽입하고 TR회로를 루프하는 경우에도 NFB는 1개로 한다.

(나) STr 1차측 회로는 돌입전류를 고려하여 NFB로 분할한다.

(주) 이때 사용전선은 1.25mm<sup>2</sup>이므로 15A마다 분할하고 15A의 NFB 1개에 대해 STr는 3개까지 할 수 있다.

(다) 신호제어설비 이외에 공급하는 경우는 회로를 분할하고 별도로 NFB를 삽입한다.

(라) 부동충전식의 경우 정류기 전원회로에는 별도로 NFB를 삽입한다.

(마) 궤도회로 기능감시장치 등의 신호집중 감시장치의 전원은 다른 회로와 분할하여 삽입한다.

(2) AC 외부전원

(가) 케이블 8mm<sup>2</sup>를 사용할 경우에는 회선이 단락되어도 배전반의 NFB에서 차단되므로 배선반에는 삽입하지 않는다.

(주) AC 외부전원의 사용 최대 전류치가 40A(NFB 정격전류 50×0.8) 이상이 되는 경우에는 8mm<sup>2</sup> 케이블의 허용 전류치를 고려하여 50A의 부하마다 분할한다.

(나) 단면적 2.5mm<sup>2</sup> 이하의 케이블을 사용할 때에는 회선이 단락되어도 회선저항에 의해 배전반의 NFB에서 차단되지 않는 경우를 고려하여 배선반에 삽입한다.

(다) 다른 설비에 공급하기 위한 전원의 경우에는 배전반에서 설비별로 삽입한다.

(라) 동결방지용 난방회로는 불필요한 경우 차단하거나 난방부분의 절연 등을 고려하여 별도로 삽입한다.

(1) 모터 전원

케이블이 8mm<sup>2</sup> 이상인 경우에는 단락되었을 때 배전반의 NFB에서 차단되므로 배선반 기구함 등에는 삽입하지 않는다.

(2) 정류기 전원

(가) DC 내부전원은 용품규격에 따라 NFB를 분할하여 해당 회로에 사용하고 있는 최소 전원 종별에 따라 삽입한다.

(나) DC 외부전원은 정류기의 용량과 같은 용량의 NFB를 사용한다.

(다) 신호계전기실에서 부동충전식 전원을 사용하는 경우에는 축전지 출력측에 NFB를 삽입한다.

(라) 역구내 기구함은 점검 등에 한하여 퓨즈를 삽입한다.

2. 퓨즈 설치위치 확인하기

기본적으로 NFB 사용개소 이외에 설치한다.

(1) 한쪽 선에 퓨즈를 사용할 경우

신호 전원표시등, 점검 등의 일반회로의 한쪽 선(B, Bx측)에 설치한다.

(2) 양쪽 선에 퓨즈 사용 경우

(가) 배전반의 전원분할회로

(나) 고압용 소형 트랜스(선조트랜스)의 1차측 개폐

(다) 폐색신호기 및 건널목 기구함의 주 전원회로, 다만 선조 트랜스에서 단독 수전하는 경우에 한한다.

(라) 동결방지용 히터 회로

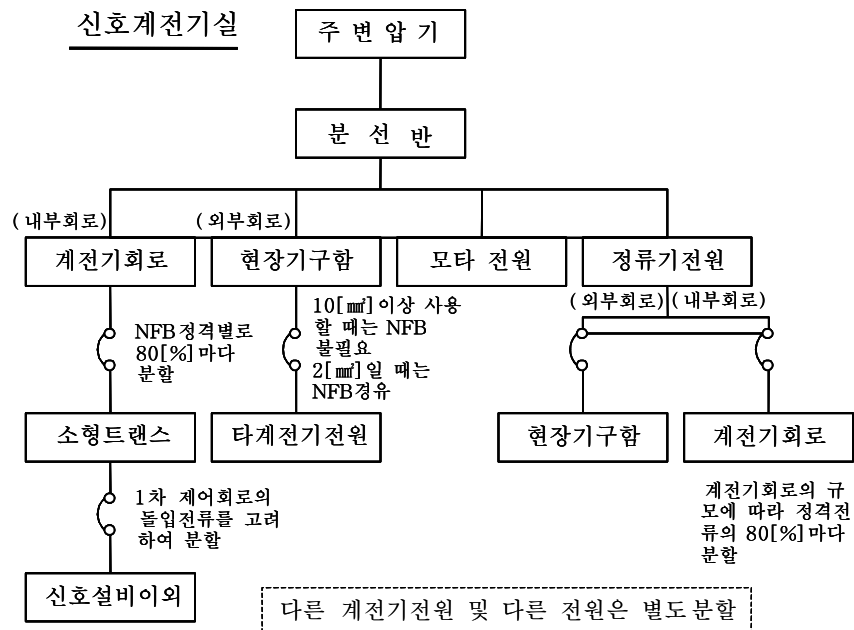
(마) 신호전원을 신호제어설비 이외에 공급하는 경우

### 3. NFB 및 퓨즈 설치하기

NFB 및 퓨즈의 설치개소는 [그림 1-9]와 [그림 1-10]과 같이 구분하여 설치한다.

#### (1) NFB 설치방법 및 설치개소

NFB는 한쪽 면에 집중하여 설치하며, 차단 시 화재발생 우려가 없는 불연성 재질을 사용한다. NFB의 설치개소는 [그림 1-9]와 같다.

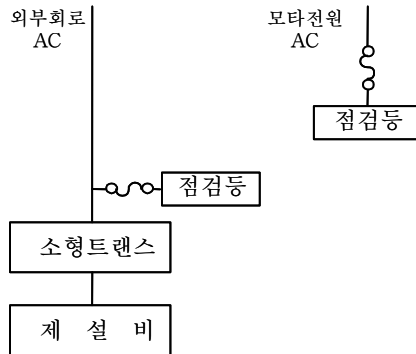


출처: 한국철도시설공단(2004),철도설계편람-신호편 외  
[그림 1-9] NFB 설치개소

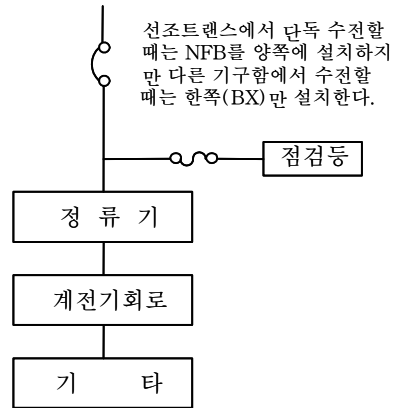
#### (2) 퓨즈 설치방법 및 설치개소

퓨즈는 재질, 형상 및 지지물 등이 안전하고 성능이 확실한 것을 사용하며, 퓨즈의 설치개소는 [그림 1-10]과 같다.

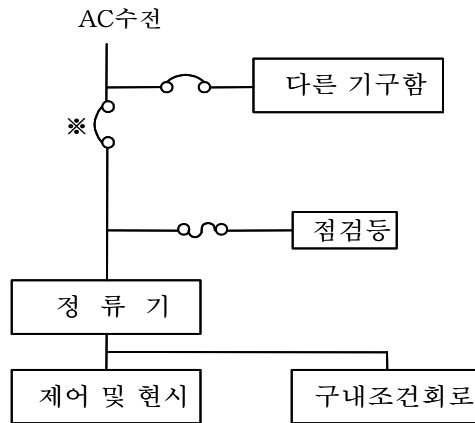
### 신호기구함(역구내)



### 신호기구함(역간)



### 건널목기구함



※ 선조트랜스를 설치할 경우 또는 저압배전에서 수전할 경우에는 회로의 양선에 NFB를 설치하지 만 다른 기구함에서 수전할 경우는 설치하지 않는다.

출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편 외  
[그림 1-10] 퓨즈 설치개소

② 회로의 사용 최대 전류치를 고려하여 NFB 용량을 산출한다.

#### 1. NFB 용량 산출하기

##### (1) 회로의 최대 전류치

(가) 회로의 최대 전류치는 NFB 정격전류의 80%를 초과하지 않는 것으로 한다.

(나) NFB의 용량은 회로 최대 전류치에 의하여 결정한다.

- 사용 예(흐르는 최대 사용전류가 10A인 경우)

NFB의 용량 (x)는  $10A \leq 0.8xA$ 로서 x는 12.5A 이상 되므로 이 경우는 이보다 큰 15A를 사용한다.

(다) NFB의 용량은 최소 5A로 한다.

(2) 선조트랜스 1차 측

선조트랜스의 1차 측 개폐기에는 고압 컷아웃 스위치를 사용하고 그 용량 선정은 <표 1-7>에 의한다.

<표 1-7> NFB 용량 선정

트랜스용량	1단		2단	
	33kV	66kV	33kV	66kV
1KVA-15KVA	5A	5A	5A	5A
20KVA-30KVA	10A	5A	10A	5A

출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편 외

2. 퓨즈 용량 산출하기

(1) 점검등 회로의 용량

(가) 점검등 회로 : 3A

(나) 기타 : 사용 최대 전류치는 정격전류의 80%를 초과하지 않도록 한다.

**수행 tip**

- NFB와 퓨즈의 정확한 사용개소를 파악해야 한다.
- 회로의 최대 전류치는 NFB, 퓨즈 정격전류의 80%를 초과하지 않도록 한다.

# 1-4. 신호기기의 보호

**학습 목표** • 내부기기 보호를 위해 역기전력 보안기를 설치할 수 있다.

## 필요 지식 /

### ① 서지방지기

#### 1. 서지방지기의 일반사항

##### (1) 개요

서지방지기란 과도전압과 노이즈를 감쇄시키는 장치로서 600[V] 이하의 전력선이나 전 화선, 데이터 네트워크, CCTV 회로, 케이블 TV 회로 및 전자장비에 연결된 전력선과 제어선에 나타나는 매우 짧은 순간의 위험한 과도전압을 감쇄시키도록 설계되어 있으며, 이 장치에는 적어도 하나 이상의 비선형 부품이 포함되어 있다.

서지방지기는 서지역제기 또는 서지보호기(KSC IEC 61643)라고도 하며, 영어로는 TVSS 또는 SPD라고 한다. 국제적으로는 SPD라 부르고(IEC) 있다.

##### (2) 목적

현재 철로 양쪽에 가공선 및 지중선을 포설하여 접지에 관련된 모든 부분을 등전위로 본딩하고 있는데, 이는 KSC IEC 61024(건축물 등의 뇌보호 시스템)의 요구 사항을 따 른 것으로서, 서지방지기에 대한 규격은 KS C IEC 61643(저압배전계통의 서지보호장 치)이다.

#### 2. 서지방지기의 종류 (신호분야와 관계된 부분만 요약)

##### (1) Port(단자) 수에 따른 분류

서지방지기를 포트(port)의 구성에 따라 분류하면 1-port SPD type과 2-port SPD type 이 있다.

##### (2) 서지전압억제 특성에 따른 분류

서지방지기를 서지전압억제 특성에 따라 분류하면 전압제한형과 전압스위칭형, 조합형 으로 나눌 수 있다.

##### (3) 보호대상에 따른 분류

###### (가) 전력용(전력설비 보호용)

이것은 한전이 공급하는 전력선을 통해 들어오는 서지에 대한 대책으로 전력계통

에서는 낙뢰에 의한 서지와 계통 절체 스위칭에 의한 서지가 발생한다. 이 서지로부터 우리의 설비를 보호하기 위해 설치하는 것이 전력설비 보호용 서지방지기이다.

#### (나) 제어설비용(신호 및 통신설비용)

서지방지에 대해 생각할 때 일반적으로 떠올리는 것이 전력설비 보호이므로, 신호 설비에 대해서는 별로 비중을 두지 않고 있다. 그러나 실제로 서지에 의해 발생하는 사고 및 고장의 빈도는 제어장비에서 발생하는 것이 훨씬 더 높다. 한번 사고가 발생할 때 장치에 나타나는 유형적인 손해는 전력계통 사고가 제어계통 사고에 비해 크게 보이지만, 시스템을 이용하는 사람들이 겪는 불편함을 감안한다면 제어계통 사고에 의한 손해도 결코 작다고 할 수 없다. 특히, 수백만 시민이 이용하는 철도 시스템에 있어서는 손해를 금액으로 환산할 수도 없을 정도이다. 서지로부터 제어관련 설비를 보호하기 위해 설치하는 것이 제어설비 보호용 서지방지기이다.

#### (4) 설치위치에 따른 분류

전력설비 보호용 서지방지기에 적용되는 것으로서 적용하는 규격에 따라 다소 차이는 있으나, 전력계통에서 서지방지기가 설치되는 위치를 크게 3단계로 나누고, 해당영역에 맞는 서지방지기를 적용하도록 한다.

### 3. 서지방지기의 구성요소

서지방지기를 구성하는 요소로는 크게 계통에 연결하기 위한 접속단자, 서지전압을 억제하는 전압억제 소자, 그리고 이것들을 지지하고 보호하는 외함으로 구분할 수 있다.

#### (1) 접속단자(Terminal)

서지방지기를 보호대상 계통에 접속할 때 물리적으로 연결되는 부분이다. 전력설비 보호용에는 대부분 나사(Screw)가 있어서 접속되는 전선을 견고하게 물어주게 되어 있다. 그러나 통신용에는 나사와 잭(RJ12, RJ45 등), BNC 등이 있다.

#### (2) 전압억제 소자(Voltage Suppression Components)

대표적인 것으로는 MOV와 Zener Diode, GDT가 있으며 전압에 대한 전류의 특성이 비선형을 나타낸다. 전압억제 특성에 따라 전압억제형과 전압스위칭형으로 나뉜다.

#### (3) 외함(Housing)

서지방지기가 모양을 유지하도록 구성부품을 지지하고 보호하는 것이다. 서지방지기가 고장 날 경우 외함에 불이 붙으면 그 사고가 계통에 널리 퍼질 수 있다. 그러므로 외함은 난연성 재질로 구성된다.

### 4. 서지방지기의 선정기준

서지방지기를 선정할 때 평가해야할 기준 사항으로는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 적용규격(Applied Standard)

서지방지기에 대한 우리나라의 규격은 KSC IEC 61643(저압배전계통의 서지보호장치)으로 2002년에 제정되어 2년 동안의 유예기간을 거쳐 2004년 9월부터 적용되고 있다.

(2) 공칭전압(Nominal Voltage)

서지방지기를 설치할 계통의 전압으로 서지방지기가 설치되어 있을 때 계통전압이 서지방지기의 정격전압보다 높으면 서지방지기가 계통전압을 억제하려 들면서 내부가 과열되어 금방 고장 나게 된다. 반대로 계통 전압이 서지방지기의 정격전압보다 많이 낮으면, 서지방지기가 서지로부터 계통을 보호할 수 없게 된다.

(3) 서지역제 모드(Mode)

서지방지기가 적용되는 보호구간을 말한다. 보통의 낙뢰 크기는 20[kV], 10[kA] 정도로, 신뢰성과 좀 더 구체적으로는 기대수명을 늘리기 위해서는 감당할 수 있는 전류용량을 키우면 서지방지기의 기대수명이 길어진다. 따라서 통계자료를 가지고 서지방지기의 수명을 정할 수 있는데, 제대로 만들어진 250[kA/phase] 서지방지기라면 낙뢰빈도가 높은 지역에서 25년 이상을 견딜 수 있다.

(4) 외함(Housing)

서지방지기의 구성요소를 둘러싸고 있는 외함의 재질 또한 중요한 사항이다. 서지방지기가 작동하는 과정에서 열화되면서 서지나 TOV에 의해 과열될 수 있다. 이때 외함에 불이 붙어 계통에 사고가 파급되면 곤란해지므로, 외함은 난연성 소재(철판 또는 난연성 수지(SLOVAMID 6FRC2) 등)로 만든다.

## 수행 내용 / 보안기 시공하기

---

### 재료·자료

- 보안기, 보안기 설치 관련 도면, 신호설비 결선도, 신호설비 전원 공급계통도

### 기기(장비·공구)

- 압착 공구, 개인공구(펜치, 니퍼, 드라이버 등), 테스터

### 안전·유의 사항

- 각 신호기기에 맞는 보안기 확인 철저
- 보안기 설치 후 설비의 지장유무 확인 철저
- 보안기 시공으로 인한 안전사고 주의

### 수행 순서

① 내부기기 보호를 위해 역기전력 보안기를 설치한다.

#### 1. 신호설비 유도대책 확인하기

##### (1) 적용개소 확인

(가) CTC장치(신호원격제어장치 포함): 전원회로, 제어회로, 통신회선

(나) 연동장치: 전원회로 및 제어회로

(다) 건널목안전설비: 전원회로, 통신회선

(라) 폐색장치: 전원회로 및 통신회선

(마) 직류궤도회로장치: 송수신부

(바) 기타 필요개소

##### (2) 신호용 접속단자 설치

(가) 외부로부터 유입되는 이상과도전압 현상에 의해 발생할 수 있는 신호설비의 피해를 방지하기 위하여 신호용 접속단자를 설치한다.

(나) 분선반 입출력 형태에 따른 신호용 접속단자의 사용구분은 다음의 <표 1-8>에 따라 설치하도록 한다.

<표 1-8> 신호용 접속단자 사용구분

분선반 입출력	사용전압	신호용 접속단자 규격	비고
주신호 중계신호기 신호등	AC40 ~ 80V	DC60V	
주신호 선별등(3진로용)	AC40 ~ 80V	DC60V	
입환신호기(표지) 신호등	AC40 ~ 80V	DC60V	
부신호, 입환신호선별등(다진로)	DC24V	DC24V	
선로전환기 KR, WR전원	DC24V	DC24V	
ATS 전원	DC24V	DC24V	

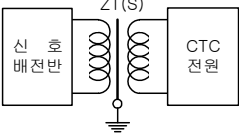
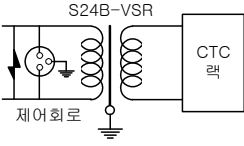
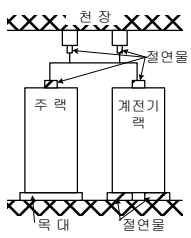
출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

## 2. 신호기기 보호대책 확인하기

### (1) CTC 및 RC 장치

CTC 및 RC 장치에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-9> CTC 및 RC 장치

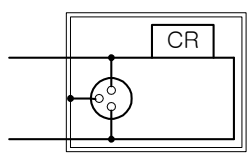
적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
CTC 전원 입력 측 회로	서지방호용 절연변압기		교류전원측에서 진입하는 뇌서지의 펄스파를 줄이고 CTC 장치 등의 피해를 방지하기 위하여 CTC 전원의 입력측에 절연변압기를 사용하고 접지한다.	다른 절연 변압기와 접지를 공용할 수 있다.
제어 및 표시회로	보안기 중계선류		제어회선 및 표시회로에서 CTC 랙에 진입하는 뇌서지를 줄이고 임피던스정합과 유도전압을 줄이기 위하여 보안기와 중계코일을 사용하며 별도로 접지한다.	
주 랙, 표시랙, 표시반, 열차집중 제어반	목대 등 절연물		건조물 등을 통해서 진입하는 뇌서지로 부터 CTC 장치 등을 보호하기 위하여 목대 등을 사용하여 건조물과 절연한다.	
배선		배선분리	각 장치간의 결합 배선은 가급적 분리한다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(2) ATS 장치

ATS 장치에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-10> ATS 장치

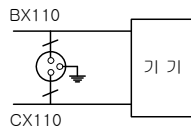
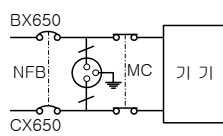
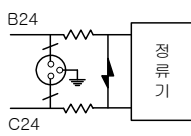
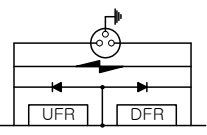
적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
ATS-S형 지상자 제어계전기	3극피뢰관		ATS-S형 지상자 제어계전기가 가공케이블에 의해 진입하는 뇌서지에 의해 파손되는 것을 방지하기 위하여 배선과 제어계전기 및 배선 간에 보안기를 설치한다. 이 경우 접지는 외함에 한다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(3) 폐색장치

폐색장치에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-11> 폐색장치

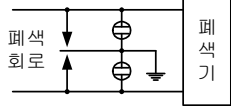
적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
교류입력측 회로	보안기 S-220		고압배선에서 선조변압기를 경유하여 진입하는 뇌서지에 의해 선조변압기, 정류기 등의 파손 및 전원 퓨즈의 용단을 방지하기 위하여 배선 간에 보안기를 사용한다. 또한 접지는 다음의 것을 제외 생략한다. 저압 전원으로 한전의 변압기와 절연변압기와의 거리가 가공으로 100m 이상일 경우 보안기를 접지한다.	
	보안기 S-600			
정류기 (ATS용) 출력측회로	보안기 S-24A형		가공케이블(일부 가공포함)에서 진입하는 뇌서지에 의한 피해 방지를 위하여 배선과 대지 및 배선 간에는 보안기를 설치한다. 다만, 일부 가공이라 함은 지중케이블의 일부가 100m 이상 가공으로 된 것을 말하며 교량 상이나 트로프에 수용한 경우는 포함되지 않는다.	
운전방향 계전기회로	보안기 S-24B형		방향리버 회로에 가공케이블 또는 가공전선을 사용한 경우는 FR의 피해를 방지하기 위하여 보안기를 사용하고 접지한다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(4) 폐색회선

폐색회선에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-12> 폐색회선

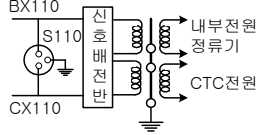
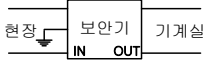
적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
폐색회로	S14P		보안기의 피뢰관에는 약전용을 사용하고 퓨즈는 사용하지 않는다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(5) 연동장치 및 CTC 장치

연동장치 및 CTC 장치에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-13> 연동장치 및 CTC 장치

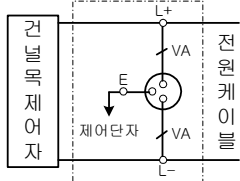
적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
교류입력측 회로	보안기 S-220		고압 배선로에서 선조변압기를 거쳐 진입하는 뇌서지파를 감소시켜 CTC 장치 등의 피해방지를 위해 보안기 및 절연변압기를 사용하고 각각 별개로 접지한다. 절연변압기의 입력측과 출력측의 리드선을 분리해야 한다.	
제어회로	HS0245 HS0605 HS2205		HS0245 (DC24V-용), HS0605 (AC60V-용), HS2205 (AC220V-용)중 사용회로에 적합한 보안기를 설치한다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(6) 건널목 제어자(정전압 전원부)

건널목 제어자에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-14> 건널목 제어자

적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
직류전원측 회로 (DC 24V)	보안기 S-220형		직류전원 케이블에서 침입하는 뇌서지에 의한 제어자의 파손을 방지하기 위하여 전원케이블과 기기 간에는 보안기를 설치한다. 접지는 제어자 보안단자에 접속하고 바리스타는 직류전원의 노이즈를 차단하기 위한 것이다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

(7) 궤도회로

궤도회로에 대한 기기 보호방법과 시공방법을 확인한다.

<표 1-15> 궤도회로

적용회로	사용기기	보호방법	시공방법	비고
궤도회로	T200, T300, T2500, ST0405		교류전철구간의 궤도회로 및 직류궤도회로의 송착전에는 필요시 궤도회로용 보안기를 설치한다.	

출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-12010 신호제어설비보호 외

3. 보안기 시공하기

(1) 사용배선

보안기의 배선(접지선 제외)은 비닐전선 2.5mm<sup>2</sup>를 사용한다. 다만, CTC 장치에 설비하는 보안기 및 중계코일에는 비닐실드선(0.75mm<sup>2</sup>)을 사용한다.

(2) 설치위치

(가) 보안기

1) S220형

- 가) 현장 신호기구함(자동절체반이 있는 경우) : 저판
- 나) 현장 신호기구함(자동절체반이 없는 경우) : 단자반 또는 기기취부반의 이면
- 다) 신호계전기실 내는 배선반 또는 그 부근
- 라) 건널목 제어자인 경우는 수용함의 저판

2) S-24A형

- 가) 신호계전기실 내는 배선반의 하부 또는 이면
- 나) 신호기구함 내는 단자반 또는 기기취부반 이면

3) S-24B형

- 가) 신호계전기실 내는 통신분선반 내 또는 그 부근에 설비한 보안기 취부판
- 나) 신호기구함 내는 단자반 또는 기기취부반의 하부

4) 궤도회로용

- 가) T200, T300, ST0405는 기계실랙 또는 기구함 내 하면
- 나) T2500은 착전측 궤도 내

5) 연동장치 제어회로용 (HS0245, HS0605, HS2205)

신호계전기실 분선반랙 전면 (블록단자설치 위치)

6) 폐색회선용(S14P)

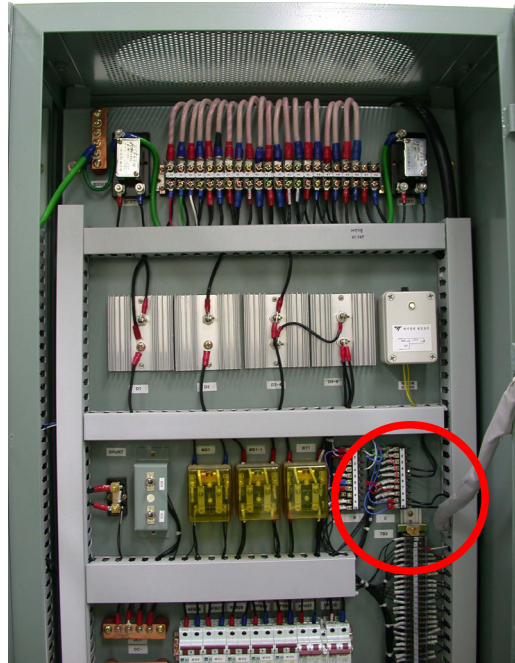
폐색제어랙 전면 또는 신호계전기실 분선반랙 전면(블록단자 우측)

(나) 서지방호용 절연변압기

신호계전기실 기기설치대

(다) 중계코일

통신분선반 내 또는 부근에 설치한 보안기(S-24B형)와 같이 설치한다.



출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편  
[그림 1-11] 역기전력에 의한 보안기 시공 사례

**수행 tip**

- 신호기기에 대한 서지보호대책을 확인하여야 한다.
- 보안기의 규격별 설치위치를 파악하고 있어야 한다.

## 학습 1 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 역간의 배전선로 구성에 대하여 설명한다.
- 신호용 전원의 수전방법에 대하여 설명한다.
- 신호용 변압기의 용도별 종류에 대하여 설명한다.
- 신호용 변압기의 용량기준을 설명하고 용량을 산출하도록 한다.
- NFB와 퓨즈에 대한 각각의 설치장소, 설치방법에 대하여 설명한다.
- NFB 및 퓨즈의 용량 산출에 대하여 설명한다.
- 여러 신호기기에 대한 서지 보호대책과 시공방법에 대하여 설명한다.
- 보안기의 규격별 사용개소에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- 역간의 배전선로 구성에 대하여 학습한다.
- 신호용 전원의 상용선과 예비선에 대한 수전방법에 대하여 학습한다.
- 신호용 변압기의 용도별 종류에 대하여 학습한다.
- 신호용 변압기의 용량기준을 학습하고 용량을 산출해 본다.
- NFB와 퓨즈에 대한 각각의 설치장소, 설치방법에 대하여 학습한다.
- NFB 및 퓨즈의 용량 산출에 대하여 학습하고 용량을 산출해 본다.
- 여러 신호기기에 대한 서지 보호대책과 시공방법에 대하여 학습한다.
- 보안기의 규격별 사용개소에 대하여 학습한다.

# 학습 1 평가

## 평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
배전전원 구성	- 철도 배전선로와 한전 배전선로의 2중 수전으로 철도 전원, 한전전원을 효율적으로 시공할 수 있다.			
변압기의 종류 및 용량 산출	- 종류별, 용도별로 구분하여 변압기를 시공할 수 있다.			
	- 단위 용량에 의한 변압기 용량을 산출할 수 있다.			
NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출	- NFB와 퓨즈의 사용을 구분하여 설치할 수 있다.			
	- 회로의 사용 최대 전류치를 고려하여 NFB 용량을 산출할 수 있다.			
신호기기의 보호	- 내부기기 보호를 위해 역기전력 보안기를 설치할 수 있다.			

## 평가 방법

- 서술형 시험

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
배전전원 구성	- 역간의 배전선로 구성방법 서술하기			
	- 신호용 전원의 수전방법 서술하기			
변압기의 종류 및 용량 산출	- 신호용 변압기의 종류별 서술하기			
NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출	- NFB와 퓨즈의 사용개소 구분법 서술하기			
신호기기의 보호	- 신호기기에 대한 서지보호대책 서술하기			
	- 보안기의 규격별 사용개소 서술하기			

• 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
변압기의 종류 및 용량 산출	- 적정 신호용 변압기의 용량 산출 계산하기			
NFB, 퓨즈의 용도 및 용량 산출	- NFB 적정용량 산출 계산하기			

## 피드백

### 1. 서술형 시험

- 배전전원 구성에 있어 역 간의 배전선로 구성과 신호용 전원의 수전방법에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통해 재평가할 수 있도록 피드백 한다.
- 신호용 변압기의 종류에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 이해도를 높여 재평가할 수 있도록 피드백 한다.
- NFB, 퓨즈의 사용개소 구분법에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가할 수 있도록 피드백 한다.
- 신호기기의 서지 보호대책과 보안기 규격별 사용개소에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가할 수 있도록 피드백 한다.

### 2. 작업장 평가

- 변압기 용량 산출에 있어 작업장의 적정 신호용 변압기 용량을 산출을 하도록 하고 평가하여 일정수준 이하일 경우 재설명을 통한 교육으로 능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.
- NFB 용량 산출에 있어 작업장의 적정 용량 산출을 계산토록 하고 평가하여 일정수준 이하일 경우 현장설명을 통한 교육으로 업무능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.

학습 1	배전설비 시공하기(LM1901100207_14V1.1)
<b>학습 2</b>	<b>무정전전원장치 시공하기 (LM1901100207_14V1.2)</b>
학습 3	직류전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.3)
학습 4	접지 시공하기(LM1901100207_14V1.4)

## 2-1. UPS 동작원리 및 설치

### 학습 목표

- 설계서 및 시방서에 따라 UPS 설치위치 환경을 검토할 수 있다.
- 액세스플로어 바닥에 케이블 인입구 및 앵커 홀을 천공할 수 있다.
- UPS 설치위치 바닥상면에 고무패드(9.6t 이상) 또는 베이클라이트(9.0t 이상) 등을 시공할 수 있다.
- ATS/AVR, UPS, 분전반을 정해진 순서대로 위치별로 설치할 수 있다.
- 입전에 따른 UPS 동작계통과정을 검증할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① UPS(무정전전원장치)

UPS(Uninterruptible Power Supply: 무정전전원장치)란 상용전원이 정전 시 축전지로부터 전원을 공급받아 인버터로 직류를 교류로 변환하여 전원이 차단되지 않도록 계속 공급할 수 있는 설비를 말한다.

#### 1. UPS의 필요성

전자연동장치, ATC 장치, CTC 장치 등 입력전원을 일정하게 안정시켜 소프트웨어 데이터를 보호하고 신호제어장치의 메모리 손상방지 및 연산오류를 방지하여 신호설비에 영향을 받지 않도록 하기 위하여 UPS의 설치가 필요하다.

#### (1) 일반사항

UPS 입력전원은 배전반을 통하여 이중계로 구성한다.

(가) UPS는 설비의 입력전원을 연속 공급하여야 하고, 절체 시 무순단 자동절체가 가능하다.

(나) 정전 시 UPS의 출력전압 변동범위는 정격전압의 10%이내로 유지한다.

(다) 고속철도 및 도시철도의 신호제어설비 전원공급은 UPS를 통하여 공급한다.

- (라) 열차집중제어장치(CTC) 전원은 기존 UPS 전원을 사용하는 것을 원칙으로 하며 용량부족 시 증설하는 것으로 한다.
- (마) UPS 고장발생 시 역 조작판에 고장상태를 표출하도록 한다.
- (바) UPS의 입력전원은 AC380V 또는 220V로 한다.
- (사) DC24V 등의 신호전원 필요시에는 UPS 내에서 변환하여 별도의 정류기 없이 공급하도록 한다(도시철도의 경우에는 UPS 전원을 통해 별도 정류기 동작).

## 2. UPS 구성

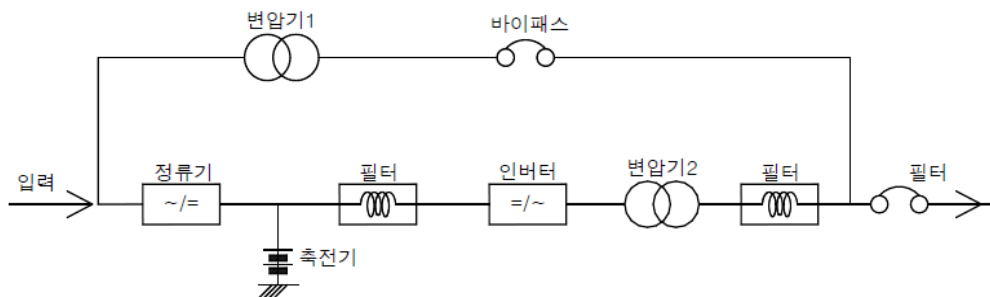
UPS는 [그림 2-1]의 구성도와 같이 1차 입력전원이 정류기를 거쳐 직류로 변환된 후 (컨버터라고도 함) 필터를 거쳐 인버터로 연결된다. 정류기 출력은 축전지와 연결하여 축전지를 설정된 전압까지 충전한다. 인버터를 통해 직류를 교류로 다시 변환시키고 변압기와 필터를 거쳐 부하에 연결된다.

### (1) 정상 시

입력측의 전원은 정류기 → 인버터 → 필터를 거쳐 부하에 전원을 공급한다.

### (2) 고장 시

UPS 입력전원은 차단되고 바이패스 회로를 통하여 전원을 부하에 공급한다.



출처: 한국철도시설공단(2015), KRS-09010 신호전원설비 외

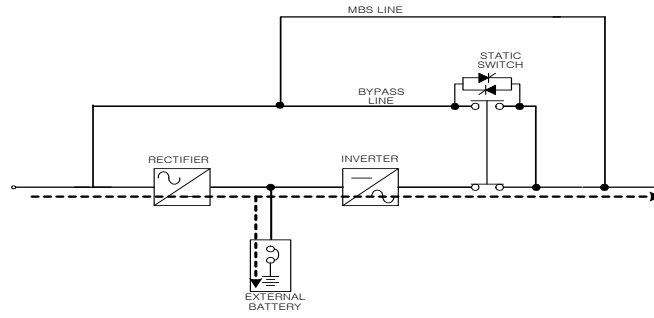
[그림 2-1] UPS의 구성도

## 3. UPS 특성

UPS에는 다음과 같은 운용상의 특성을 갖추어야 한다.

### (1) 정상상태

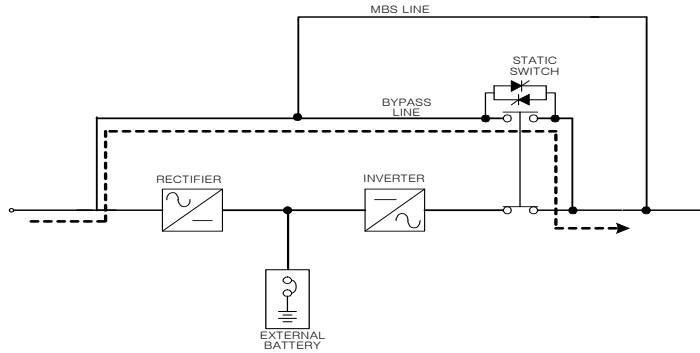
UPS는 인버터와 정류기에 상용 또는 예비전원을 수전하여 부하에 적합한 전원으로 공급 한다. 또 전원을 공급하면서 동시에 축전지를 부동충전하며, 정상운전 중 상용전원의 동기주파수 지정범위를 벗어나거나 입력위상과 바이패스 전원의 위상각이  $5^\circ$ 를 벗어나면 해당 표시등이 점등되고 부하용 전원에서 인버터로 전환한다.



[그림 2-2] UPS 정상상태 전원 흐름도

(2) 인버터 고장상태

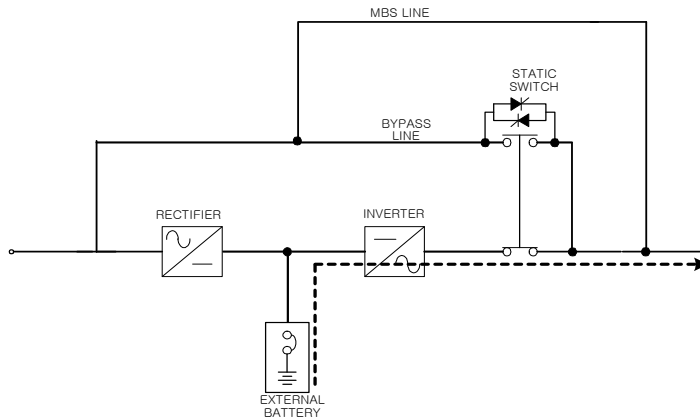
운전 상태에서 인버터가 내부온도가 65°C 이상이거나 고장이 발생할 경우 자동으로 인버터를 바이패스하고 경고등과 경보음이 작동된다. 이 때 사용하는 스위치를 스테이틱 스위치(Static Switch)라고 부른다.



[그림 2-3] UPS 인버터 고장상태 전원 흐름도

(3) 상용 또는 예비전원 정전상태

축전지의 직류전원이 인버터로 입력되어 부하에 전원을 공급하고 축전지의 방전시간 동안 정상적으로 전원을 공급하게 된다.



[그림 2-4] UPS 상용 또는 예비전원 정전상태 흐름도

#### (4) 상용전원 재공급 시

상용전원이 다시 공급되면 축전지를 통한 전원공급을 중지하고 평상 시 동작과 동일하게 부하에 전력을 공급하면서 방전된 축전지를 설정된 전압까지 부동충전을 하며, 전원의 흐름은 [그림 2-2]와 같이 정상상태로 된다.

### 4. UPS 용량산정

#### (1) 설계 및 고려사항

##### (가) 부하용량

UPS 부하 중 3상 부하가 있으면 UPS의 출력도 3상으로 해야 하며, 부하가 단상인 경우에도 UPS의 출력을 3상으로 해야 한다. 왜냐하면 부하가 단상인 경우에는 단상출력 UPS로 하여야 하지만, 바이패스 회로를 사용할 경우에는 용량에 따라 상용측의 부하 불평형이 너무 커지기 때문에 문제가 있어 UPS도 3상으로 하여 부하가 평형을 이루도록 3분할하여 접속시킨다.

$$1) \text{ 3상 부하 } P = \sqrt{3} \times E \times I \times (1/1,000) \text{ [kVA]}$$

$$2) \text{ 단상부하 } P = E \times I \times (1/1,000) \text{ [kVA]}$$

E : 선간전압 [V]

I : 정격전류 [A]

##### (나) 수용률

부하가 복수의 기기로서 구성되는 경우 부하특성상 동시에 운전되는 경우가 없는 중 대형부하의 경우는 수용률을 고려하여 적정용량을 산출한다.

(1) 설비용량이 100kVA이상 되는 부하는 부하의 운전특성을 검토하여 수용률 (80-100%)을 고려하여 적정용량을 산출한다.(100kVA 미만은 100% 적용)

(2) 통신용 부하는 수용률 100%를 적용한다.

##### (다) 고조파 전류의 영향

1) UPS의 경우 다른 전원기기와 달리 고조파전류에 의하여 출력전압 파형이 일그러지기 때문에 용량의 여유를 두고 설비를 계획한다.

2) 여유계수는 부하의 특성을 고려하여 3상 부하에서 1.2~1.4, 단상 부하에서 1.3~2.0의 여유를 고려하며, 저항부하, 리액터 부하 등 선형부하가 대부분인 경우는 여유계수를 작게, 비선형 부하인 정류부하가 많은 컴퓨터 응용기기 등은 여유계수를 크게 적용한다.

##### (라) 부하 불평형률

1) 3상 출력의 UPS에 단상부하와 3상부하가 혼용된 경우는 부하 불평형률이 가능한 20% 이내가 되도록 한다.

$$\text{부하 불평형률} = (\text{선전류 최대치} - \text{선전류 최소치}) / \text{선전류} \times 100\%$$

2) 이때의 UPS 소요용량 산출을 위한 부하용량은 최대수용 상(Phase) 부하용량의 3배 용량이 된다.

(마) 기동 돌입전류

- 1) 부하 기동 시의 돌입전류를 포함한 피크전류와 계속 시간이 UPS 과부하 내량 허용치 이내로 한다.
- 2) 순차 기동할 경우에는 나중에 투입하는 부하의 기동전류에 의한 출력전압 변동이 먼저 투입된 부하의 허용치를 넘지 않아야 한다.

(바) 과도전압 변동

UPS 출력전압 변동은 부하급변량이 50%에서  $\pm 8\%$  정도이고, 컴퓨터 응용기기의 허용전압 변동률은 일반적으로  $\pm 10\%$  정도이므로 UPS 출력전압 변동을  $\pm 8\%$ 로 억제하기 위하여 부하 급변량이 UPS 정격용량의 50% 이내가 되도록 용량을 산정한다.

(사) 돌입전류의 제한

- 1) 기동 돌입전류의 억제는 UPS의 용량 결정에 중요한 사항이므로 기동 돌입전류가 큰 부하는 그 억제 대책을 검토한다.
- 2) 억제책으로는 부하의 순차투입으로 기동이 중첩되지 않도록 하는 방법, 상용 바이패스 라인에서의 기동 등 가능한 여러 가지 방법을 검토한다.

(아) 부하역률

- 1) 부하에 공급 가능한 유효전력의 최대치는 UPS 제작 시 설계된 출력 역률에 관계되므로 부하역률이 출력측 설계 역률보다 클 경우에는 이에 대한 UPS 용량증가를 검토한다.
- 2) 부하에 공급 가능한 유효전력의 최대치는
$$(kW) = \text{출력용량}(kVA) \times \text{출력정격 역률}(pF)$$
- 3) 부하역률 향상을 위한 전력용 콘덴서를 부착할 경우에는 UPS 제작사 기술자료를 검토하여 부착 위치를 결정한다.

(자) 장래 부하에 대한 설계

장래 부하에 대한 여유 용량은 특별한 경우를 제외하고는 시설 계획에 의거 Y+(2~3)년의 용량을 설계한다.

(차) 분산형 및 집중형 검토

- 1) UPS는 수전장치를 설치한 전력실에 집중형으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) 경제성, 배선공사의 난이도, 부하기기의 배치상태 등 집중형이 불리한 경우는 비교, 검토하여 분산형을 설치한다.

## (2) 소요용량의 결정

### (가) 정상용량

설계 및 고려 조건들을 종합 검토하여 아래의 정상용량으로 UPS의 소요용량을 산출하여 적용함을 원칙으로 한다.

$$P_r \geq \alpha\beta(P_k + P_t)$$

Pr : 무정전전원장치 소요용량(kVA)

$\alpha$  : 부하의 수용률

$\beta$  : 고조파 전류에 의한 여유계수

Pk : 부하용량 총합

Pt : 시설계획에 의한 차후 증설 부하

### (나) 과전류 용량을 고려한 용량

$$P_R \geq \frac{P_b + P_s}{\gamma}$$

Pr : 무정전전원장치 소요용량(kVA)

Pb : 부하용량총합(출력용량의 합)(kVA)

Ps : 최대 돌입용량(기동되는 부하의 정격용량을 제외한 순수 돌입용량)

$\gamma$  : 과부하 내량 계수(1.2~1.5)

### (다) 돌입전류를 고려한 용량

$$P_r \geq \frac{P_s}{0.5}$$

Ps : 최대 돌입용량(기동되는 부하의 정격용량을 제외한 순수 돌입용량)

### (라) 부하용량 100kVA 일 때 UPS 용량선정의 예

$$Pr \geq 0.9 \times 1.25(100 + 20) (\alpha=0.9, \beta=1.25, Pt=20kVA, Ps=25kVA) \approx 135[kVA]$$

$$Pr \geq (100 + 25)/(1.2\sim 1.5) \approx 83\sim 104[kVA]$$

$$Pr \geq 25/0.5 = 50[kVA]$$

상기 세 가지 조건을 만족하는 용량은 135kVA 이상이나 UPS의 용량 구조상 135kVA 이상에서는 150kVA를 선정하는 것이 좋다.

## 수행 내용 / UPS(무정전전원장치) 설치하기

### 재료·자료

- UPS 기기, 앵커볼트, 신호전원실 배치도, 전원 공급계통도

### 기기(장비·공구)

- 줄자, 천공용 드릴(해머용, 일반용), 스패너, 외함 조립공구, 테스터

### 안전·유의 사항

- 중량물 운반에 따른 안전사고 예방
- UPS 설치 시 유지·보수 공간 확보
- UPS 전원 연결 시 감전사고 주의

### 수행 순서

① 설계서 및 시방서에 따라 UPS 설치위치 환경을 검토한다.

#### 1. 설치위치 검토하기

##### (1) 신호전원실 검토

(가) 신호계전기실과 동일건물 내로 하고 불가피한 경우에는 계전기실 내에 신호 전원기기를 설치할 수 있다.

(나) 수해 우려개소, 습기가 많은 장소, 열차 또는 차량의 과주에 의해 피해를 받을 우려가 있는 개소는 피한다.

(다) 신호전원실의 바닥은 액세스플로어로 하며 절연이 잘되도록 한다.

##### (2) UPS 설치위치 검토

##### (가) 신호전원실이 있는 경우(일반철도)

인입구 맨홀을 기준으로 신호용 배전반과 변압기함을 설치한 이후 UPS 설치위치를 정한다.

##### (나) 신호전원실이 없는 경우(도시철도)

케이블 인입구와 분전함을 기준으로 정하되, 벽면에 설치된 분전함을 기준으로 벽면에 ATS/AVR를 설치하고 첫 번째 열에 UPS위치를 정한다. 계전기실 전체

를 기준으로 하면 기기랙 가장 뒷면 또는 측면에 위치하며, 축전지는 중량문제로 외함에 수용하거나 벽면에 걸쳐 거치대를 정한다.

② 액세스플로어 바닥에 케이블 인입구 및 앵커 홀을 천공한다.

1. 케이블 인입구 설치하기

(1) 인입구 확보

(가) 신호전원실 내의 분전함은 벽면에 있어 전원선을 인입하기 위하여 바닥까지 전선관 또는 케이블 덕트를 이용한다.

(나) 액세스플로어 바닥 아래에는 많은 기초가 되어 있어 그 사이로 UPS 전원 인입구까지 케이블트레이를 설치한다.

(다) 케이블 트레이는 바닥에 앵커볼트 처리하여 너트로 고정시킨다.

(라) 액세스플로어에 전원선이 인입할 수 있도록 적절한 크기의 구멍을 천공하고 케이블 손상방지를 위하여 고무 등으로 마감 처리를 한다.

(2) 앵커 홀 천공(UPS 고정위치가 콘크리트 기초인 경우)

(가) UPS 고정위치에 고정 볼트 위치를 표시한다.

(나) 해머드릴을 이용하여 앵커 Hole을 천공한다.

(다) 앵커볼트를 그 홀에 넣고 고정시킨다.

③ UPS 설치위치 바닥상면에 고무패드(9.6t 이상) 또는 베이클라이트판(9.0t 이상) 등을 시공한다.

1. UPS 바닥 설치하기

(1) UPS 설치위치 바닥 상면에 고무패드(9.6t 이상) 또는 베이클라이트판(9.0t 이상)을 시공하는 것은 절연을 하기 위한 목적이다.

(2) 고무패드를 설치할 경우에는 바닥면에 본드류를 도포하여 고무패드를 부착하되, UPS 고정볼트 구멍을 정확히 하여 외관상 미려하도록 한다.

(3) 베이클라이트판(9.0t 이상)을 시공할 경우에는 수평을 정확히 하여 흔들림이 없도록 해야 하며, 고정볼트 구멍을 정확히 천공해야 한다.

④ ATS/AVR, UPS, 분전반을 정해진 순서대로 위치별로 설치한다.

1. 전원장치 인입기기 설치하기

(1) ATS 설치 (도시철도용을 기준으로)

ATS(자동절체스위치)는 분전함 2차 측에 설치하는 것으로 벽면에 고정 설치하여

유지·보수가 용이하도록 한다. 이 ATS는 상용전원이 차단되면 예비전원으로 전환 시켜주는 역할을 하며, 상용전원이 복구되면 자동으로 환원된다.

## (2) AVR 설치 (도시철도용을 기준으로)

AVR(자동전압조정기)는 UPS의 이상 발생이나 점점 보수로 By Pass로 전환 시 입력 전 원의 불안정으로부터 신호설비에 공급하는 교류전원 전압의 변동을 자동적으로 조정하여 일정한 전압을 부하에 공급하는 장치로, UPS의 By Pass 입력전원에 부착한다. 또한 고장에 대비하여 내부 자동 By Pass회로와는 별도로 수동절체(M By Pass기능)가 가능하도록 전환스위치를 부착한다.

## 2. UPS 기기 설치하기

### (1) UPS 기기 설치

(가) UPS 기기를 설치할 장소의 바닥에 절연여부를 확인한다.

(나) 기기를 고정 볼트를 기준으로 올려놓고 너트를 이용하여 고정시킨다.

### (2) UPS 전원선 연결

인입구에서 케이블트레이를 거쳐 UPS 인입구까지 연결된 케이블을 UPS 입력단에 연결한다. 이때 케이블의 꺾임으로 인한 장애유발에 주의하도록 한다.

### (3) 분전반 설치

UPS 출력단에 신호설비 전원을 공급하기 위한 분전반으로 AC회로와 DC회로를 구분 하여 설치한다.

## ⑤ 입전에 따른 UPS 동작계통 과정을 검증한다.

### 1. UPS 기동하기

(1) AVR 패널의 AC 입력 차단기를 ON 한다.

(2) UPS의 AC 입력 차단기를 ON 한다.

(3) UPS By Pass 전원을 투입하고 출력 측의 입력 차단기를 ON하면 부하에 전원을 공급한다. 이때 출력 LED가 점등하면 미터로 측정하여 전압을 확인한다.

(4) UPS 축전지 DC 입력 차단기를 ON 한다.

(5) UPS 인버터 ON 버튼을 눌러 인버터를 기동시킨다.

(6) 인버터가 기동되면 By Pass에서 인버터로 자동 전환되어 LED가 점등되고 출력전압은 인버터를 통하여 공급된다.

### 2. UPS 정지하기

(1) 인버터 OFF 버튼을 누른다. 이때 인버터는 정지되면서 By Pass로 부하가 전환된다.

- (2) UPS 출력측의 입력 차단기를 OFF 한다.
- (3) UPS 축전지 DC 입력 차단기를 OFF 한다.
- (4) UPS By Pass 입력 차단기를 OFF 한다.
- (5) UPS 입력 차단기를 OFF 한다.
- (6) AVR 입력 차단기를 OFF 한다.

주의) UPS 내부 점검 시에는 DC 전압이 충전되어 있으므로 충분히 방전된 후에 점검한다.



[그림 2-5] UPS 및 AVR 설치

#### 수행 tip

- UPS의 설치목적과 동작원리를 이해하여야 한다.
- UPS 동작과 정지순서를 숙지하고 계통과정을 확인할 수 있어야 한다.

## 2-2. 케이블 결선 및 결상검지장치 설치

### 학습 목표

- 입전 전원케이블 결선, 분전반 부하측 제어케이블을 시공할 수 있다.
- 수전 입력측 각 상에 결상검지장치를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 케이블 결선 및 결상검지

전기실의 신호용 변압기에서 3상 380V 또는 단상 220V의 전원이 신호전원실 분전함에 공급되면 신호전원실 내에 있는 신호용 배전반과 UPS, 정류기, 축전지 등을 케이블로 연결하여야 한다. 전원장치 결선을 완료하고 현장 부하측과도 제어케이블로 연결하면 모든 신호설비를 동작하게 되는 것이다. 특히, 3상 전원이 공급되는 곳에서는 각 상간(R, S, T) 부하 불균형이 발생할 경우 신호설비 전원공급에 차질이 생길 수 있으므로 전원공급을 확인할 수 있는 결상검지설비를 할 수 있다.

#### 1. 케이블 결선

신호전원실 내의 케이블 결선에 대한 내용은 다음과 같다.

##### (1) 일반사항

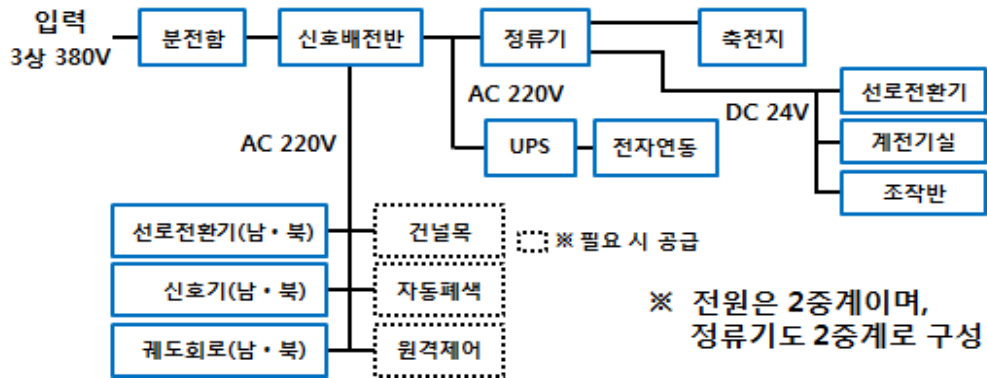
- (가) 사용되는 케이블은 설계도면에 명기된 사항이 없는 한 KS IEC제품으로 하고 용량에 맞는 케이블을 선정한다.
- (나) 케이블은 사전 결선계획을 수립하여 계통별로 분류 정리하며 중간접속이 없도록 한다.
- (다) 분전함에서 시작한 전원선은 벽면을 따라 시공한 전선관이나 액세스플로어 아래의 케이블트레이에 수용하고 미려하고 보기 좋게 묶어서 정리한다.
- (라) 케이블에는 선 명찰을 표시하여 확인이 용이하도록 한다.

##### (2) 케이블 결선

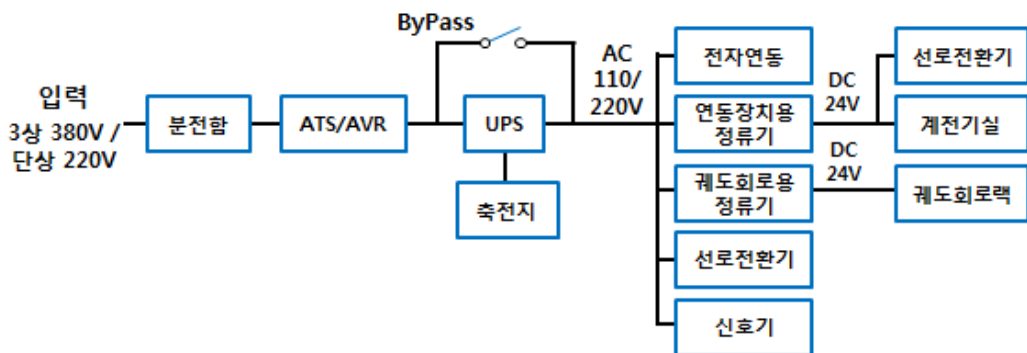
- (가) 각 케이블의 단말에는 압착공구를 이용한 압착단자를 사용한다.
- (나) 케이블 결선 이전에는 반드시 통전시험을 하여 케이블 선이 바뀌는 일이 없도록 한다.
- (다) 케이블 연결개소 종단에는 여유거리를 확보하여 향후 유지·보수에 대비한다.

### (3) 특이사항

일반철도에서의 UPS전원은 전자연동장치에만 사용하고, 고속철도와 도시철도에서는 모든 신호전원을 UPS에서 발생한 전원으로 사용한다.



[그림 2-6] 일반철도 전원 공급계통도(전자연동장치가 있는 경우)



[그림 2-7] 도시철도 전원 공급계통도

## 2. 결상검지

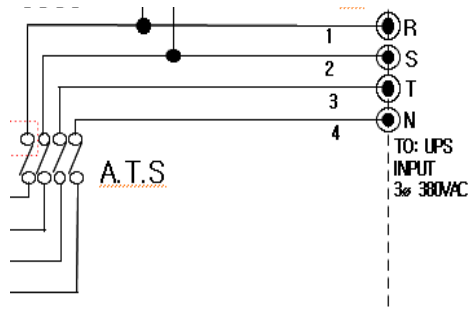
### (1) 결상검지의 목적

전기실로부터 공급된 3상 380V의 전원이 ATS(자동절체스위치)를 거쳐 UPS를 동작하게 되나, ATS의 불안정으로 인하여 UPS에 전원공급이 되지 않을 경우 축전지 전원으로 신호설비를 동작하다가 완전 방전 시에는 전체 신호설비가 동작하지 않아 열차운행을 할 수 없을 정도의 고장을 유발한다. 이러한 원인을 해소하기 위하여 ATS를 거친 공급전원 이상 시 정상적으로 공급이 되는지를 감시하는 경보회로를 설치하는 것이다.

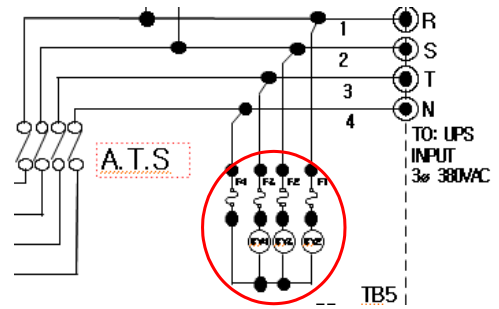
### (2) 결상검지의 개요

UPS의 입력측 3상 전원선에 경보회로를 구성하여 상용 입력전원이 들어오지 않으면 예비전원으로 자동 전환되는 기능을 하도록 한다. 입력 전원선 R, S, T선에 각 계전기를 설치, 전원 경보회로에 추가 연결하여 감시하는 기능으로, 이 제품은 현재 대구 지하철에 설치되어 있다.

경보회로 구성 전

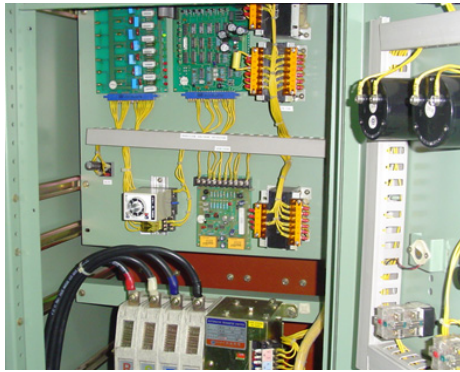


경보회로 구성 후

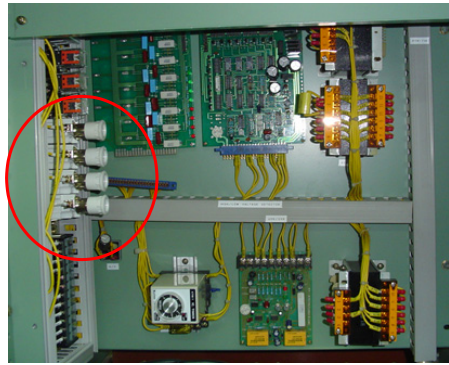


[그림 2-8] 결상검지회로 구성 전후 비교

경보회로 구성 전



경보회로 구성 후



[그림 2-9] 결상검지회로 설치 전후 비교

## 수행 내용 / 케이블 결선 및 결상장치 설치하기

### 재료·자료

- UPS 기기 배선도, 신호전원실 도면, 신호설비 전원 공급계통도\

### 기기(장비·공구)

- 케이블 커터, 압착기기(유압식 및 핸드용), 압착단자, 절연테이프, 개인공구(뿔지 외), 테스터

### 안전·유의 사항

- 무리한 작업으로 인한 안전사고에 유의
- 압착단자 압착 시 규격에 맞는 압착공구 사용
- 감전사고 주의

### 수행 순서

① 입전 전원케이블 결선, 분전반 부하측 제어케이블을 시공한다.

#### 1. 전원케이블 결선하기

##### (1) 신호전원실 전원케이블 결선

(가) 분전함 2차측부터 신호배전반의 분선반 단자 간에 전원선을 연결한다.

(나) AC용 전원을 사용하는 개소의 각 절연변압기의 단자와 분선반 단자 간의 케이블을도면에 의하여 접속한다. 이때 사용하는 압착단자는 정확히 압착을 하고 케이블 피복개소의 마감처리를 테이프로 감아 매끈하게 한다.

(다) 분전함 전원을 투입하여 각 기기에 공급되는 전원이 맞는지 확인한다.

##### (2) UPS용 전원케이블 결선

(가) 분전함 2차측부터 ATS(지동절체스위치)의 상용과 예비를 각각 연결하는 것으로 케이블 굵기와 길이를 정한다.

(나) 케이블의 단말처리를 실시하되 압착단자가 필요한 개소는 정확한 규격의 압착단자를 사용하여 압착을 하도록 한다.

(다) 케이블 연결 시에는 분전함의 전원스위치를 OFF한 후 작업을 하며, 케이블

과 기기간의 접속을 정확히 한다. 이때 단말처리를 위하여 피복을 벗긴 경우에는 절연테이프 또는 비닐테이프로 마감처리를 매끈하게 한다.

(라) 이후 AVR와 UPS 입력과 출력측에도 동일하게 작업을 시행한다.

(마) 작업이 완료 된 후에는 전원을 공급시켜 정상여부를 확인한다.

(2) 분전반 부하측 제어케이블 결선

(가) 분전반은 신호전원실 내에 공급되는 전원과 부하측에서 들어오는 제어케이블과의 연결개소로 AC용과 DC용을 구분한다.

(나) 도면에 의하여 각 회로별 제어케이블의 가닥수를 확인하고 단자반에 정해진 위치에 압착단자를 이용하여 접속한다(최근에는 압착단자가 없는 와고 형태를 이용하는 경우가 늘고 있다).

(다) 제어케이블 결선이 완료되면 도통시험을 한 후 전원을 투입하여 정상여부를 확인한다.

② 수전 입력측 각 상에 결상검지장치를 시공한다.

1. 결상검지장치 설치하기

(1) 회로 검토

ATS를 통과하는 3상 전원선에 연결하여 검지가 가능한지 판단한다.

(2) 검지장치 설치

ATS 패널에 계전기 3개를 T, R, S상과 N선에 연결하고 이를 경보회로에 연결한다.

(3) 결상검지장치 검사

ATS의 각 상별 접점 또는 회선을 인위적으로 차단하여 경보 작동여부를 확인한다.

**수행 tip**

- 케이블 결선 시 도면에 의하여 정확히 시공한다.
- 결상검지장치에 대하여 이해가 필요하다.

## 2-3. 축전지 결선 및 충·방전

### 학습 목표

- 축전지 거치대 조립 및 개별 축전지를 연결할 수 있다.
- 축전지 충전 및 방전 교호시험을 할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 축전기 선정 및 결선

##### 1. UPS용 축전지 선정

- (1) UPS용 축전지의 선정은 신뢰성과 경제성 및 설치장소 등을 종합적으로 고려하여 결정한다. 높은 신뢰성이 요구되는 대형 UPS 등에서는 고율 방전용 니켈-수소 축전지가 사용되고, 컴퓨터실 등에 설치되는 소형 UPS에서는 가스발생이 없는 밀폐형 축전지를 사용한다.
- (2) 축전지 기술의 발전에 따라 최근에는 리튬-이온 축전지나 리튬-폴리머를 이용하기도 한다.
- (3) 축전지는 친환경적 축전지를 설치한다.
- (4) 축전지 용량은 UPS의 출력용량과 정전 유지시간을 감안하여 결정하게 되는데, CTC 장치는 3시간 이상, 고속철도는 2시간 이상, 일반철도는 1시간으로 한다.

<표 2-1> 축전지 종류 비교

축전지종류	기전압	용량	메모리효과	가격	수명	장, 단점
연축전지	2V	-	거의 없음	-	길다	가장 많이 사용
Ni-Cd	1.2V	3	있음	3	300~500회	장기사용 검증됨
Ni-MH	1.2V	4	많이 사라짐	4	300~500회	검지회로 필요
리튬-이온	3.7V	5	거의 없음	5	500회	온도특성 좋음
리튬-폴리머	3.7V	5	거의 없음	5	500회	저온에서 약함

주) 번호가 낮을수록 용량이 적고, 가격이 저렴함

##### 2. 축전지 설치

###### (1) 일반사항

- (가) 연동장치용 연축전지는 신호기기와는 분리하여 설치한다.
- (나) 연축전지는 다른 기기와 동일 기구함 내에 설치하지 않아야 한다. 다만, 바이어스 레도정류기(DC 2/4V)용의 경우는 최 하단에 설치한다.

- (다) 축전지는 고무판 또는 목재 받침대 위에 극판이 잘 보이도록 설치한다.
- (라) 인화성 가스가 발생할 우려가 있으므로 불꽃을 일으키는 스위치, 퓨즈 등과는 이격시켜 설치하며, 완전 밀폐된 곳은 피한다.
- (마) 밀폐형 연축전지는 충전되어 시판됨으로 단자의 단락에 주의한다.
- (바) 설치장소는 서늘하고 통풍이 잘되며 건조한 곳으로 온도는 20~25°C가 최적이다.

(2) 설치형태

- (가) 캐비닛 속에 수용하는 형태로 내부에 ㄱ형강을 사용하여 받침대를 제작하고 축전지를 수용한다.
- (나) 주로 축전지 용량이 소형이고 밀폐형인 경우 캐비닛 내부에 수용한다.
- (다) 용량이 대형인 경우에는 노출 형태로 설치하는데, 주로 2단 이상으로 ㄱ형강을 이용하여 계단형태로 설치하여 축전지 점검이 용이하도록 한다.



캐비닛 수용(Ni-MH) 예



거치대 수용(Ni-Cd) 예

[그림 2-10] 축전지 설치형태

3. 축전지 결선

(1) 일반사항

- (가) 축전지 상호 간의 연결은 연결용 커넥터와 볼트 너트로 연결하며, 정류기 단자와의 연결은 터미널을 사용한다.

- (나) 각 단자는 이중 볼트로 조임하고 청결을 유지하여 접촉저항이 없도록 한다.

(2) 결선형태

- (가) 축전지 결선은 직렬법과 병렬법, 그리고 직병렬법이 있다.

- (나) 축전지 직렬법은 축전지를 직렬로 연결하는 형태로 전압을 높이는데 사용한다.

(1.2V Ni-Cd 축전지 184셀을 직렬로 연결하면 220.8V가 된다).

- (다) 축전지 병렬법은 축전지를 병렬로 연결하는 형태로 용량을 늘리는 것으로 사용한다.

(Ni-Cd 축전지 1셀의 용량 1.2V 10AH 10개를 병렬로 할 경우 1.2V 100AH가 된다).

(라) 축전지 직병렬법은 전압과 용량을 동시에 늘리는데 사용한다.

(마) 축전지를 병렬로 늘려 용량을 증가할 경우 각 셀 간의 불균형으로 인한 축전지의 손상을 우려하여 제조업체에서는 필요 용량의 사용을 권유하고 있다.

## ② 축전기 충전법

### 1. 축전지 충전법

#### (1) 초 충전

초 충전은 축전지를 최초로 설치할 때 규정된 시간동안 정해진 전류로 충전하는 것으로 처음으로 축전지를 활성화하는 것이다.

#### (2) 정전류 충전

정전류 충전법은 축전지를 충전 시작부터 끝날 때까지 일정한 전류로 충전하는 방법으로 '보통충전' 이라고 한다. 충전량은 공칭용량의 140%로 하며 충전전류는 5시간을 전류를 표준으로 하고 충전 시 셀 당 초기에 약 1.35V, 말기에 약 1.75V이다.

#### (3) 정전압 충전

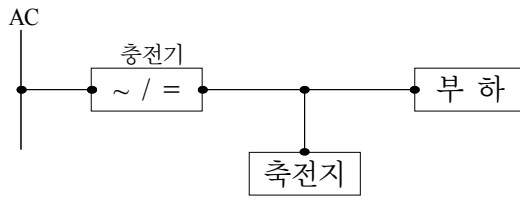
정전압 충전법은 축전지에 일정한 전압을 유지하여 충전하는 방법으로, 충전 초기에는 큰 전류가 흐르고 종기에 가까울수록 전류는 감소하며 전압의 기준은 기종에 따라 다르다.

#### (4) 정전압정전류 충전

정전압정전류 충전법은 자동충전장치에서 널리 이용되는 방법으로, 충전에서 최대 충전전류를 제한하여 충전기의 부하특성에 의하여 일정전류로 충전한다. 충전이 진행됨에 따라 축전지의 전압이 설정된 전압까지 상승하게 되면 정전압 충전 특성에 따라 충전 전류가 급속히 감소한다. 충전에 필요한 전압은 기종에 따라 다르며, 1.55~1.70V/Cell이다. 충전 초기의 최대전류는 용량의 1/10(10시간율=0.10)을 표준으로 한다.

#### (5) 부동충전 및 균등충전

부동충전은 상용전원이 정전되었을 때 부하에 전력을 공급하기 위한 최적의 충전상태를 유지하기 위한 충전을 말하며, 균등충전은 여러 개의 축전지간 자기방전과 부분 방전 등으로 충전상태가 균일하지 못한 경우 실시하는 충전을 말한다. [그림 2-11]은 부동충전 방식을 표현한 것이다.



출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 2-11] 부동충전 방식

## 수행 내용 / 축전지 설치 및 충·방전 시험하기

---

### 재료·자료

- 축전지, UPS 기기 사용설명서, 신호설비 전원 공급계통도, 앵글 또는 ㄱ형강, 볼트너트

### 기기(장비·공구)

- 스패너, 테스터, 개인공구(펜치 외), 쇄톱, 단자압착기

### 안전·유의 사항

- 축전지 단자 간 단락 금지
- 축전지 무게를 감안하고 유지·보수를 용이하게 하기 위한 받침대 설치
- 감전 사고에 유의

### 수행 순서

#### ① 축전지 거치대 조립 및 개별 축전지를 연결한다.

##### 1. 축전지 거치대 조립하기

###### (1) 조립 전 확인

- (가) 축전지의 종류와 용량, 수량을 확인한다.
- (나) 거치대를 노출형으로 할 것인지 캐비닛형으로 할 것인지 판단한다.
- (다) 축전지 설치 도면을 확인한다.

###### (2) 거치대 조립

- (가) 축전지 도면에 따라 ㄱ형강 또는 앵글을 길이에 맞게 자르고 볼트 구멍을 확인한다.
- (나) 축전지 전조 높이를 감안하여 계단형으로 조립한다.
- (다) 고정용 볼트, 너트를 제대로 조립하여 축전지를 올려놓았을 때 흔들림이 없도록 하고 받침부분에는 고무패킹 등을 사용하여 파손되지 않도록 한다.
- (라) 캐비닛형의 경우 내부에 형광등, NFB, 콘센트를 설치하고 축전지 입출력전원 연결단자를 만들어 케이블이 통과할 수 있는 여유 공간을 만든다.

- (마) 알칼리 축전지인 니켈-수소 및 리튬-이온 축전지를 적용할 경우에는 축전지의 과충전 및 과방전등이 발생되지 않도록 축전지셀 감시시스템(BMS)을 설치할 수 있는 공간을 확보한다.

## 2. 개별 축전지 연결하기

### (1) 연결 전 확인

- (가) 축전지의 종류와 용량, 수량을 확인한다.
- (나) 축전지 연결 도면을 확인한다.
- (다) 축전지 수량을 직병렬법을 이용하여 출력전압과 용량을 결정한다.

### (2) 축전지 연결

- (가) 축전지 단자 상호 간의 연결은 연결용 커넥터와 볼트 너트로 연결한다.
- (나) UPS정류기 출력 단자와의 연결은 터미널을 사용한다.
- (다) 설계도면에 의하여 정확히 연결되었는지 확인한다.

## ② 축전지 충전 및 방전 교호시험을 한다.

### 1. 축전지 충전하기

#### (1) 충전 전 확인

- (가) 축전지의 종류가 어떤 것인지 확인한다.
- (나) 축전지의 형태가 무보수 밀폐형 여부를 판단한다.
- (다) 축전지에 전해액이 필요한 경우 제조하여 전조에 넣는다.

#### (2) 축전지 충전

- (가) 연축전지의 경우에는 처음 사용 시 초 충전을 실시한다.(초 충전법에 따름)
- (나) 알칼리 축전지의 경우에도 초 충전을 실시한다.
- (다) 무보수 밀폐형 축전지의 경우는 충전을 하지 않는다.(제조 시 충전됨)
- (라) 초 충전이 끝난 축전지는 부하와 병렬로 연결하여 부동충전을 실시하고 이후 3개월에 한 번씩 균등충전을 실시하여 장기간 동안 방전되지 않은 축전지의 전지 간 충전전압의 불균형을 해소할 수 있다.

### 2. 충방전 교호 시험하기

#### (1) 방전시험(밀폐형 연축전지를 기준으로)

- (가) 주위온도는 -15°C에서 +50°C 사이에 방전한다.
- (나) 방전종지전압은 다음과 같으며 방전이 끝나면 다시 충전을 실시한다.
  - 1) 10시간 방전율로 방전할 때 셀당 1.80V

- 2) 5시간 방전율로 방전할 때 셀당 1.75V
- 3) 1시간 방전율로 방전할 때 셀당 1.65V
- 4) 30분 방전율로 방전할 때 셀당 1.60V이다.

(2) 충방전 교호시험(밀폐형 연축전지를 기준으로)

- (가) 충전은 반드시 정전압 정류기를 사용하며 충전전압은 부동사용 시 셀당 2.25~2.30[V], 교호 충방전 시는 2.40~2.45[V]로 충전한다.
- (나) 방전은 정류기 전원을 공급하지 않은 상태에서 부하를 걸어 축전지 전원을 사용하는 것이다. 따라서 방지종지전압까지 방전을 실시한다.
- (다) 충방전 교호시험은 축전지의 충전과 방전을 번갈아하여 수명을 판단하는 것으로 충방전 횟수를 기준으로 축전지 수명은 약 500회이나 부동충전의 수명은 3~5년으로 짧다.

**수행 tip**

- 축전지의 결선형태인 직렬법, 병렬법, 직병렬법에 대하여 알아야 한다.
- 축전지의 충전법에 대하여 이해하여야 한다.

## 학습 2 교수·학습 방법

### 교수 방법

- UPS 동작원리와 특성에 대하여 설명한다.
- UPS의 기동순서와 정지순서에 대하여 현장에서 동작시연 후 회로와 함께 설명한다.
- 전원케이블 결선에 있어 신호전원실 전원 공급계통도에 대하여 설명한다.
- 결상검지장치 회로에 대하여 목적과 회로구성법에 대하여 설명한다.
- 축전지 결선방법 3가지(직렬법, 병렬법, 직병렬법)에 대하여 설명한다.
- 축전지 충전법 종류에 대하여 설명한다.
- 축전지 충·방전 시험에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- UPS 동작원리와 특성에 대하여 학습한다.
- UPS의 기동순서와 정지순서에 대하여 현장에서 실습하면서 학습한다.
- 신호전원실 전원 공급계통도에 대하여 도면을 보고 설명서를 작성해 본다.
- 결상검지장치 회로에 대하여 목적과 회로구성법에 대하여 학습한다.
- 축전지 결선방법 3가지(직렬법, 병렬법, 직병렬법)에 대하여 학습한다.
- 축전지 충전법 종류에 대하여 기술하고 학습한다.
- 축전지 충·방전 시험을 실시하여 보고 측정해 본다.

## 학습 2 평가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
UPS 동작원리 및 설치	- 설계서 및 시방서에 따라 UPS 설치위치 환경을 검토할 수 있다.			
	- 액세스플로어 바닥에 케이블 인입구 및 앵커 홀을 천공할 수 있다.			
	- UPS 설치위치 바닥상면에 고무패드(9.6t 이상) 또는 베이클라이트판(9.0t 이상) 등을 시공할 수 있다.			
	- ATS/AVR, UPS, 분전반을 정해진 순서대로 위치별로 설치할 수 있다.			
케이블 결선 및 결상검지장치 설치	- 입전에 따른 UPS 동작계통 과정을 검증할 수 있다.			
	- 입전 전원케이블 결선, 분전반 부하측 제어케이블을 시공할 수 있다.			
축전지 결선 및 충·방전	- 수전 입력측 각 상에 결상검지장치를 시공할 수 있다.			
	- 축전지 거치대 조립 및 개별 축전지를 연결할 수 있다.			
	- 축전지 충전 및 방전 교호시험을 할 수 있다.			

### 평가 방법

- 서술형 시험

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
UPS 동작원리 및 설치	- UPS 동작원리와 특성에 대하여 서술하기			
케이블 결선 및 결상검지장치설치	- 결상검지장치 목적과 회로구성법 서술하기			
축전지 결선 및 충·방전	- 축전지 결선방법 종류 서술하기			
	- 축전지 충전법 종류에 대하여 서술하기			

• 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
UPS 동작원리 및 설치	- 작업장의 UPS의 동작과 정지하기에 대한 평가하기			
케이블 결선 및 결상검지장치설치	- 결상검지장치 회로의 이해정도에 대하여 평가하기			
축전지 결선 및 충·방전	- 축전지 충·방전 시험 및 측정에 대하여 평가하기			

피드백

<p>1. 서술형 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UPS 동작원리 설치에 있어 동작원리 및 특성에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통해 재평가할 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 케이블 결선 및 결상검지장치 설치에 있어 결상검지장치에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통해 재평가할 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 축전지 결선 및 충·방전에 대하여 결선방법 종류와 충전법 종류에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통해 재평가할 수 있도록 피드백 한다.</li> </ul> <p>2. 작업장 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UPS 동작원리 설치에 있어 작업장의 UPS 동작과 정지하기를 실습을 통하여 평가하여 일정수준 이하일 경우 개인지도를 통하여 능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 케이블 결선 및 결상검지장치 설치에 있어 결선된 결상상검지장치에 대한 이해정도를 설명하게 하여 평가를 함으로써 일정수준 이하일 경우 현장학습을 통하여 학습이 될 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 축전지 충·방전에 대하여 작업장의 축전지를 충·방전 실시 및 측정을 하게 한 후 평가를 하여 일정수준 이하일 경우 개인지도를 통하여 능력향상이 될 수 있도록 피드백 한다.</li> </ul>
--

학습 1	배전설비 시공하기(LM1901100207_14V1.1)
학습 2	무정전전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.2)
<b>학습 3</b>	<b>직류전원장치 시공하기 (LM1901100207_14V1.3)</b>
학습 4	접지 시공하기(LM1901100207_14V1.4)

## 3-1. 정류기 원리 및 설치

### 학습 목표

- 종류별, 용도별 신호용 정류기를 시공할 수 있다.
- 계전기 및 카드류 수량에 의거 정류기 정격전류를 산출할 수 있다.
- 여유부하를 고려하여 정류기 용량을 산출할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 정류기(Rectifier)

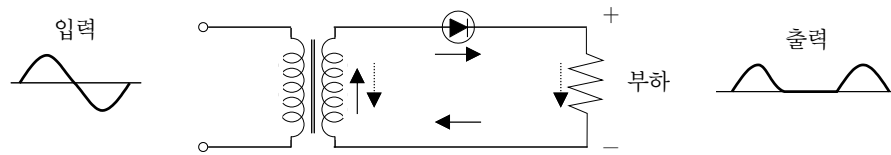
교류전류를 직류전류로 변환하기 위한 기기를 말한다.

##### 1. 정류회로

정류기는 교류를 직류로 변환하기 위한 기기로 한쪽 방향으로만 전류를 흘리는 다이오드를 구성하며, 정류회로에는 반파 정류회로와 전파 정류회로가 있다. 단상 반파 정류회로는 몇 가지 결점이 있다. 이 때문에 특별히 소전력의 경우를 제외하고는 일반적으로 단상 브리지회로나 3상 전원에서는 3상 브리지회로가 사용된다. 정류 소자를 사이리스터 같은 제어 가능한 소자로 하고 전류가 흘러나오는 시점을 바꾸어 주면 출력의 크기를 제어할 수 있다.

##### (1) 단상 반파 정류회로

단상 교류를 입력하여 출력으로 (+)반파만 얻는 회로이다. 즉, 다이오드 등의 정류소자를 사용하여 교류의 (+) 또는 (-)의 반주기 동안만 도통되도록 하여 부하에 반파의 직류가 인가되도록 하는 회로이다. 반파 정류회로는 회로가 간단하지만 순수한 직류에 비하여 맥동분이 크며 전원전압의 이용률이 떨어진다. 또 출력에 포함된 맥동성분의 주파수는 전원주파수와 같으며, 전원트랜스의 2차 측에 한쪽 방향으로만 전류가 흐르므로 철심이 직류자화에 의해 포화되는 단점이 있다.

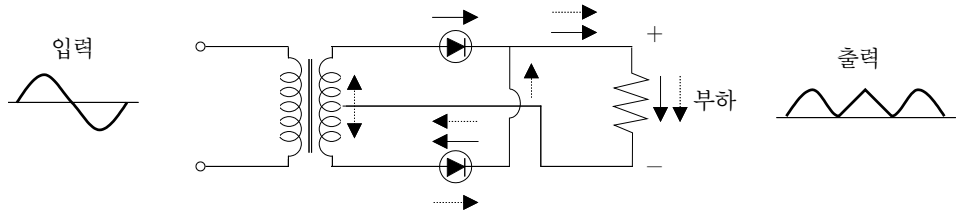


출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-1] 단상 반파 정류회로

### (2) 단상 전파 정류회로

단상 전파 정류회로는 반파 정류회로 2개를 병렬로 접속시킨 것으로 교류전원의 전파, 즉 (+), (-)의 양파를 모두 출력시키는 정류회로로서, 반파 정류회로에 비하여 출력전압이 2배가 된다. 전파 정류회로는 부하에 걸리는 전압이 반파 정류회로의 경우보다 2배로 커지게 되어 전원전압의 이용률이 향상되고 전원트랜스의 직류자화도 없어진다. 출력에 포함된 맥동성분의 주파수는 전원 주파수의 2배로 증가하게 되어 반파 정류회로보다 출력에 포함된 맥동성분이 적게 된다.

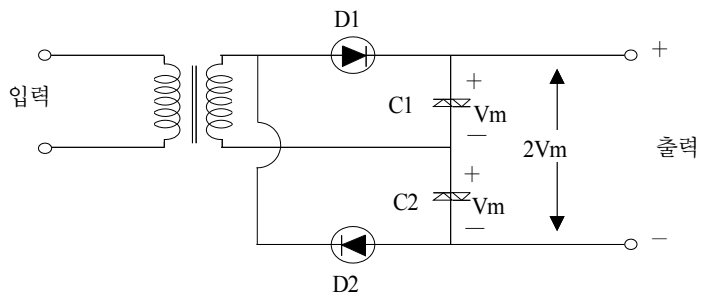


출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-2] 단상 전파 정류회로

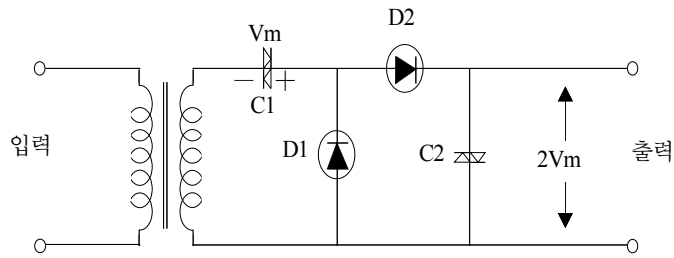
### (3) 배전압 정류회로

승압용 전원트랜스를 사용하지 않고 출력으로 직류의 고전압을 얻는 정류방식으로 교류 전원전압의 (+), (-) 각 반파마다 다른 정류기로 정류하여 생긴 직류전압을 직렬로 합성하여 부하에서 큰 전압을 얻는 정류회로이다. 배전압 정류회로는 승압 트랜스가 필요하지 않고 높은 전압이 얻어지나 대전류는 흘릴 수 없다. 또 전압변동률이 다소 나쁘고 맥동 주파수는 전원 주파수 전파 정류형의 2배이다.



출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-3] 전파 배전압 정류회로

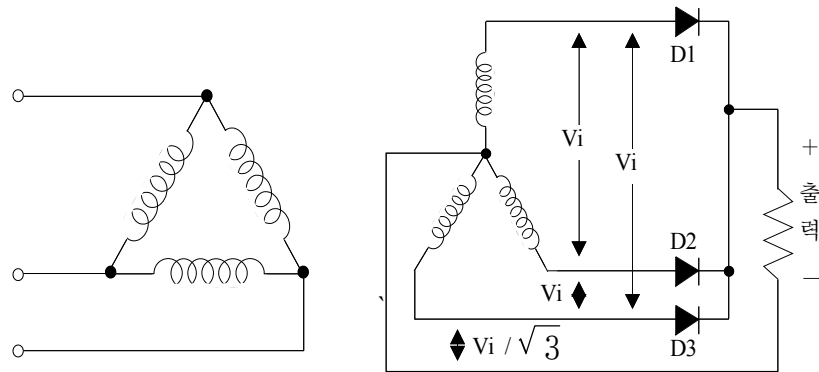


출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-4] 반파 배전압 정류회로

#### (4) 3상 반파 정류회로

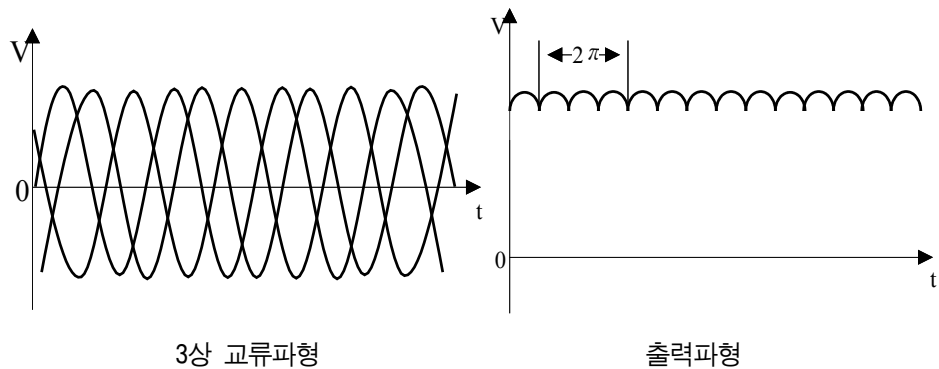
3상 반파 정류회로는 단상 반파 정류회로 3개를 병렬로 연결한 구조로서, 각 다이오드에 각각  $120^\circ$  위상차인 전압이 가해져 부하에서 각 상의 전압이 합성되어 인가된다. 전원 트랜스의 2차 측의 중심점에 부하의 (-)측을 접속시켜야 하므로 Y- $\Delta$ ,  $\Delta$ , - $\Delta$ 의 것은 부적당하여 사용하지 않고 Y-Y,  $\Delta$ -Y의 구조를 사용한다.



출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-5] 3상 반파 정류회로

3상 반파 정류회로에서 부하에 걸리는 전압은 매순간 대칭 3상 전원 중 가장 높은 전압을 가지는 상으로 결정되며, 그 상에 연결되는 다이오드만이 일정기간 켜지게 된다. 즉, 부하에서 [그림 3-6]과 같은 출력파형이 인가하게 된다.



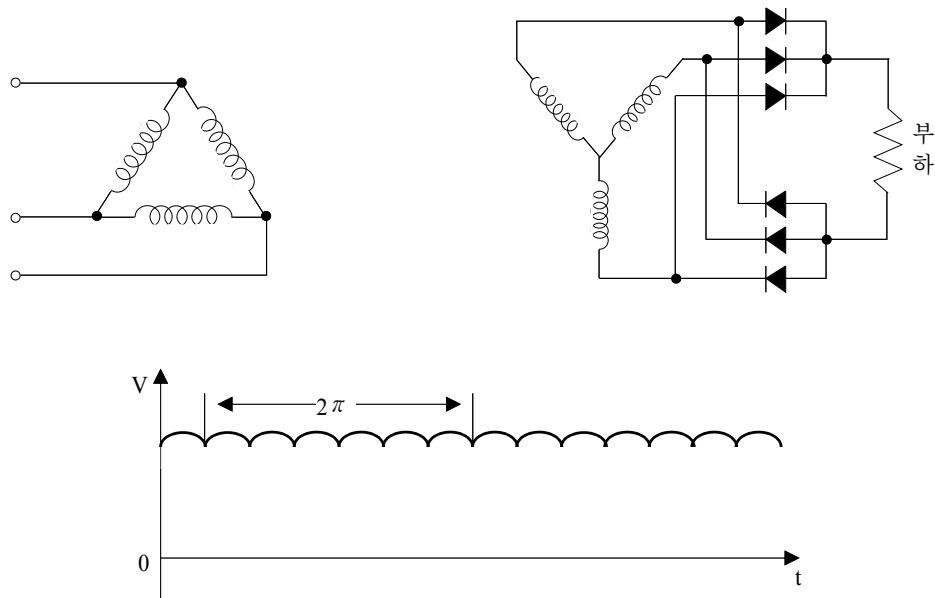
출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-6] 3상 교류파형 및 출력파형

3상 반파 정류회로는 각 다이오드에서  $120^\circ$  위상이 다른 전압에 가해지고 부하 정류 전류는 다이오드 1개의 3배 전류가 흐르며, 출력전압의 맥동성분의 기본 주파수는 전원 주파수의 3배이다. 또 직류분에 대한 맥동률과 전압 변동률 및 트랜스의 이용률이 좋은 장점이 있다.

#### (5) 3상 전파 정류회로

3상 전파 정류회로는 [그림 3-7]과 같이 3상 변압기의 2차 측에 다이오드 6개를 단상의 브리지 모양으로 접속한 것으로, 2개의 3상 반파 정류회로를 병렬로 연결한 구조이다. 이에 따라 다이오드 2개가 동시에 동작하여 부하와 직렬로 연결하게 된다. 정류 출력파형은 3상 반파정류의 경우보다 한층 맥동률이 적어져 약 4% 정도이고 효율과 변압기 이용률은 모두 약 95.5% 정도로 대단히 높은 값을 나타낸다. 정류출력 직류전압은 선간전압의 실효값의 약 1.2배 정도이다.



출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-7] 3상 전파 정류회로 및 출력파형

3상 전파 정류회로는 정류전류가 크고 전압변동률이 적으며 직류분에 대한 맥동분이 적어 맥동률이 좋고, 출력 정류전압의 맥동성분의 기본 주파수는 전원 주파수의 6배이다.

#### (6) 평활회로

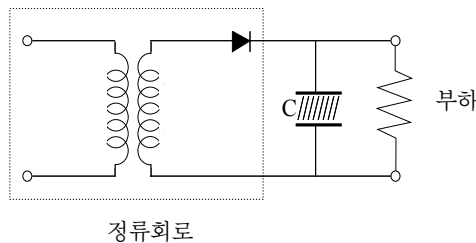
교류전압을 정류기만으로 정류할 경우 정류된 파형은 직류분 외에 맥동분이 많이 있어 이 맥동분을 제거하고 순수한 직류파형을 얻기 위하여 평활회로를 부가하여 사용한다. 그러나 평활회로를 사용해도 맥동성분을 완전히 제거하기는 불가능하여 실제의 사용에 허용될 수 있는 범위 내로 맥동성분이 제거되었느냐에 따라 출력의 품질에 대한 판단의 중요한 요소가 된다. 정류회로의 출력파형에 포함된 맥동 성분의 함유율을 맥동률이라고 한다. 또 교류를 정류하더라도 축전지와 같이 순수한 직류성분이 되지

않고 약간의 교류성분이 남게 되는데 이를 리플(ripple)이라고 한다. 정류된 직류 속에 어느 정도의 리플이 포함되어 있는가를 아래와 같이 표시하게 되며, 이 값이 적을수록 순수한 직류파형에 가깝다.

$$\text{맥동률} = \frac{\text{출력교류전압(맥동분)의 실효치}}{\text{출력직류전압의평균값}} \times 100[\%]$$

(7) 콘덴서 입력형 평활회로

부하에 병렬로 콘덴서를 넣은 간단한 평활회로로 교류의 (+)반과 때 정류기 출력전압이 증가하고 있는 동안은 콘덴서의 최대치 전압까지 충전된다. (-)반과 때는 다이오드는 동작하지 않으나 부하와 병렬인 콘덴서에 충전된 에너지가 부하에 방출되어 전압의 맥동을 방지하여 평활 역할을 한다.

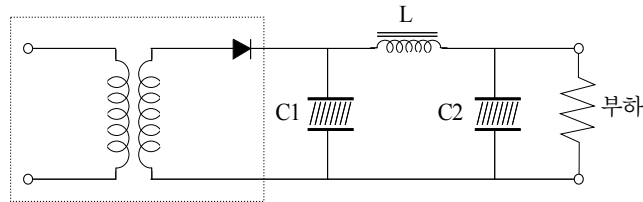


정류회로

출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-8] 콘덴서 입력형 평활회로

$\pi$ 형 여파기는 콘덴서 입력형 회로로서 [그림 3-9]와 같은 방식이다. 이 방식은 출력 전압을 교류전원전압의 피크치에 접근시킬 수 있고 맥동분도 대단히 작게 된다.



정류회로

출처: 한국철도시설공단, 철도설계편람-신호편(2004)

[그림 3-9]  $\pi$ 형 여파기

(+)반과 교류입력 때 정류전류가 흘러 C1, C2가 충전되고 (-)반과 교류입력일 때에는 C1, C2 충전전하가 부하를 통해 방전한다. 전원 측에서 부하를 보면 L은 부하와 직렬로 되어 교류에 대해서는 큰 임피던스를 갖고 있으며, 정류된 맥류전류 중 직류분은 초크 L을 통하여 부하에 흐르고 교류분은 초크의 고 임피던스로 저지되어 콘덴서에 흐르고 부하에는 흐르지 않는다. 즉, 평활회로는 저역 여파기라고 할 수 있다.

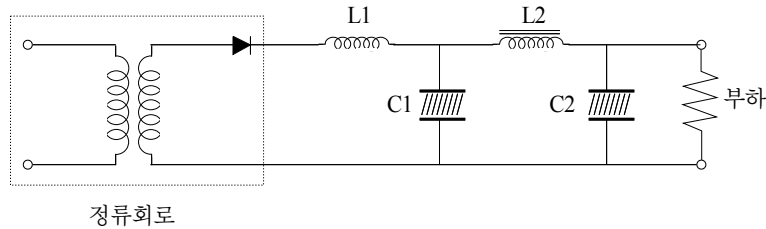
$$\text{맥동률} \pi = \sqrt{2} \frac{Xc1}{RL} \cdot \frac{Xc2}{XL}$$

(8) 초크 입력형 평활회로

초크 입력형 평활회로는 출력 측에 직렬로 초크코일을, 병렬로 콘덴서를 넣는 방식으

로, 이 방식은 정류전압이 L1에 걸리면 코일의 역기전력에 의하여 전압이 상승할 때는 전류는 감소하고, 정류전압이 저하하면 전류는 증가하여 정류관에 흐르는 전류는 충격 전류가 흐르지 않게 되고 부하에는 직류에 가까운 정류전압을 얻는다.

$$\text{맥동률 } r\pi = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{Xc1}{XL1} \cdot \frac{Xc2}{Xc2}$$



[그림 3-10] 쇼크 입력형 평활회로

## 2. 신호용 정류기

### (1) 전기적 특성

신호용 정류기는 부동 또는 균등충전 시 미리 정한 일정한 출력전압 범위를 벗어나지 않고 정전류 충전을 하는 특성을 가진다. 장시간 정전되었다가 수전 후 행하는 축전지의 충전 시에도 규정된 전류 이상의 과대전류가 흘러 정류기와 축전지에 무리를 주지 않도록 자동전압 및 전류에 대한 조정 회로가 내장되어 있다. 균등 및 부동충전의 자동동작은 조정된 일정한 전류로 균등충전을 계속하여 축전지의 단자전압이 균등충전 전압까지 상승되면 이때부터 전압은 상승하지 않고 충전전류가 서서히 감소된다. 즉, 축전지 용량의 10% 정도까지 감소되면 부동충전전압으로 자동 절체되어 부동충전을 계속한다. 신호용 정류기의 부하전압은 정격부하전류에는 충전상태에 관계없이 규정된 정전압을 유지하고 있다. 이 정류기는 정전 및 수전에 관계없이 자동 운전되며, 부하에는 전원이 연속적으로 공급된다. 또 규정된 정전압이 공급되고 시간이 경과하여 규정된 부하전압보다 축전지 전압이  $1.5 \pm 0.5V$  이하로 떨어지면 부하에는 축전지 전원이 부하에 직접 공급된다. 특히 정전이 계속되는 경우 축전지의 방전종지전압까지 축전지 전압은 계속 부하에 공급되며, 설정된 방전종지전압 이하가 되면 전원이 차단된다. 신호용 정류기는 <표 3-1>과 같은 전기적 특성을 가지고 있다.

<표 3-1> 신호용 정류기의 전기적 특성

항 목	형 별	S0405	S2410(A) S2420(B) S2450(C) S24100(D) S24200(E)
	입력전압	AC 220V +10, -30	
정격출력전압	2/4V	12/24V	
출력전류	5A	10, 20, 50, 100, 200A	
출력전압변동률	±1%이내		
응답 복구시간	100ms이내		
맥동전압	5mV이하	50mV이하	
과부하 수하특성	120%이내		
균등충전전압(CELL당)	2.4V	2.4V	
부동충전전압(CELL당)	2.2V	2.17V	
자동충전기능	무	유	
부하전압 상태		정격전압의 4.2% 이하	
종합효율	50%이상	50(A, B) 기타 : 60%이상	

출처:한국철도시설공단(2015), KRS-09010 신호전원설비 외

(2) 성능시험방법

출력전압 변동률 시험은 정격부하로 입력전압 최소 때의 출력전압( $V_e$ )과 입력전압 최대 때의 출력전압( $V_f$ )을 측정하고 다음과 같이 계산한다.

$$\text{출력전압 변동률} = \frac{V_f - V_e}{V_f} \times 100 = 1.0\% \text{ 이내}$$

또 맥동전압 시험은 입출력전압과 전류를 정격치로 유지하고 출력단자에서 맥동전압을 측정한다. 효율시험은 입력전압을 규정치로 유지하고 출력측을 조정하여 출력전압과 전류를 정격치로 놓았을 때 효율은 다음 식에 의하여 산출하며, 교류전력은 효율계로 측정한다.

$$\text{효율} = \frac{\text{직류전력(출력)}}{\text{교류전력(입력)}} \times 100$$

## 수행 내용 / 정류기 설치하기

### 재료·자료

- 정류기, 거치대 또는 정류기 외함, 신호전원실 배치도 전원공급 계통도

### 기기(장비·공구)

- 케이블커터, 줄자, 천공용 드릴(햄머용, 일반용), 스패너, 외함 조립공구, 테스타

### 안전·유의 사항

- 작업수행 준수로 안전사고 예방
- 입출력 전원 연결 시 감전사고 유의

### 수행 순서

#### ① 종류별, 용도별 신호용 정류기를 시공한다.

##### 1. 신호용 정류기 시공하기

###### (1) 정류기 선정

###### (가) 정전압형 정류기

일반철도용으로 정전압형 정류기(24V) 2대의 정류기로 구성한다. 이 정류기는 축전지에 병렬로 연결하여 부동, 균등충전을 하고 부하에는 안정된 전압 24V를 공급하며, 자동운전 시는 1호기가 동작하고 1호기 입력 OFF 시에는 2호기가 동작하며, 1호기 저전압(22V) 또는 고전압(30V)일 때도 2호기로 자동 절체되어 전원을 공급한다. 충전전압은 축전지에 따라 전면에 있는 조정자로 조정한다.

###### (나) 모듈형 고주파 스위칭 정류기

최근 도시철도용으로 사용되는 것으로 고주파 스위칭 기술을 이용하여 정류모듈의 소형경량화를 실현하여 부하분담이 가능하도록 한 병렬운전 기술로, 여러 모듈의 병렬사용이 가능한데 전체 부하용량을 여러 개의 모듈이 나누어 분담하며, 부하용량보다 모듈 수에 여유를 주어 사용하면 어느 한 모듈의 고장 시에도 계속 안정적으로 운전가능 하도록 되어 있다. 제어 모듈에서 시스템의 자동충전은 물론 전압 조정까지 할 수 있다.



[그림 3-11] 모듈형 고주파 스위칭 정류기

## (2) 정류기 시공

### (가) 위치 선정

신호전원실 배치도에 따라 정류기 위치를 선정한다.

### (나) 정류기 거치대 또는 외함 고정

거치대는 조립하고 앵커볼트를 이용하여 고정하거나, 외함에 바퀴가 있는 경우에는 움직이지 않도록 고정한다.

### (다) 정류기 설치 및 결선

정류기를 거치대 또는 외함에 수용하고 고정한다. 이후 정류기 입력과 출력단자의 도면에 따라 입출력 케이블 결선을 수행한다.

## ② 계전기 및 카드류 수량에 의거 정류기 정격전류를 산출한다.

### 1. 정격전류 산출을 위한 수량 산출하기

#### (1) 전기연동장치 수량 산출

전기연동장치의 계전기 및 카드류, 그리고 기타 기기의 산출 수량은 다음과 같다.

(가) 최다, 최대 진로 설정 시 진로조사 및 진로선별회로의 동작계전기 수

(나) 전철쇄정계전기 수

(다) 전철제어계전기 수(실내 WR 및 현장 전철제어계전기)

(라) 전철표시계전기 수

(마) 동작반응계전기(NKPR, TPR, HPR, LMPR 등 일반적으로  $NKPR > RKPR$ 이므로 NKPR를 적용) 수

(바) 폐색제어회로용 계전기 또는 전자카드류 등

(사) ATS용 계전기의 수

(아) 기타 상시 동작하는 계전기와 집중감시기기 및 건널목제어계전기 수 등

(2) 전자연동장치 수량 산출

전자연동장치의 계전기 및 카드류, 그리고 기타 기기의 산출 수량은 다음과 같다.

(가) 선로전환기내부 전철제어계전기 수

(나) 전철표시계전기 수

(다) 동작반응계전기(NKPR, TPR, HPR, LMPR 등) 수

(라) 폐색제어회로용 계전기 또는 전자카드류 등

(마) ATS용 계전기의 수

(바) 기타 상시 작동하는 계전기와 집중감시기기 및 건널목제어계전기 수 등

2. 정격전류 계산식 적용하기

정류기 정격전류의 적용용량 계산식은 다음과 같다.

$$RfA \geq (i_1 \cdot N_1 + i_2 \cdot N_2 + \dots + i_n \cdot N_n) \times 1.25$$

RfA : 정류기의 용량, 단 계산결과와 수치와 같은 용량 또는 가장 가까운 상위 용량의 것을 택한다.

$i_1 \sim i_n$  : 부하의 정격전류

$N_1 \sim N_n$  : 상기  $i_1 \sim i_n$ 에 대응하는 부하의 수

③ 여유부하를 고려하여 정류기 용량을 산출한다.

1. 정류기 용량 산출하기

(1) 정류기 용량의 종류 확인

(가) 24V용 : 20A, 50A, 100A, 200A

(나) 60V용 : 30A, 50A, 100A, 200A

(2) 정류기 용량 산출

(가) 정류기 용량 산출 시 위의 정격전류 용량식에서는 약 25%의 여유율을 두고 있는데, 보통의 여유율은 1.2~1.5 이내에서 정한다.

(나) 용량을 산출하였을 때 정류기 종류에 맞는 것으로 선정한다. 예를 들어, 정류기 계산식으로 산출한 용량이 24V용 21A가 나올 경우 50A 용량을 선정한다.

**수행 tip**

- 정류회로에 대한 기본적인 지식을 숙지해야 한다.
- 신호용 정류기에 대한 용량 산출을 할 줄 알아야 한다.

## 3-2. 축전지 원리 및 설치

### 학습 목표

- 구조 및 환경을 고려하여 연축전지, 알칼리축전지, 니켈-수소축전지를 시공할 수 있다.
- 축전지의 액고검지기 및 환수축매전을 시공할 수 있다.
- 초 충전, 정전류정전압 충전, 부동, 균등, 충전방식을 검증할 수 있다.
- 축전지의 방전종지전압과 정전보상시간의 충족여부를 판단할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 축전지

화학에너지를 전기적 에너지로 변화시키는 것을 방전이라 하고, 전기적인 에너지를 화학 에너지로 변환시키는 것을 충전이라 하며, 충전과 방전을 되풀이하는 전지를 축전지라고 한다.

##### 1. 용어정의

###### (1) 개로전압과 정격전압

개로전압은 양단자간에 외부회로를 구성하지 않은 상태의 양단자간 전압을 말하며 정격전압은 전지에 표시되는 전압으로 연축전지는 2V, 니켈카드뮴 축전지는 1.2V 이다.

###### (2) 종지전압

종지전압은 전지의 시험에서 방전을 종료하는 한도를 가리키는 전압을 말하며 실 용상의 사용한도에 해당한다.

###### (3) 정격용량

용량이라 함은 규정된 전류 및 주위온도 하에서 방전하여 종지전압이 도달할 때까지 전지에서 뽑아낼 수 있는 전기량을 말한다. 단위로 [Ah]로 나타내고 정격용량은 전지의 용량을 대표하는 기준치로서 전지에 표시되어 있는 용량을 가리킨다.

###### (4) 방전율

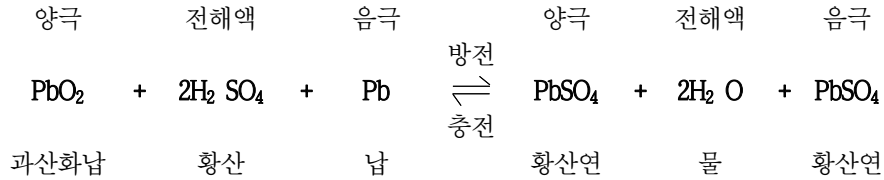
방전율에는 전류율과 시간율이 있으며, 일반적으로 시간율로 나타낸다. 방전시간율은 방전전류를 시간율(hr)로 나타낸다.

##### 2. 충전방전 화학식

###### (1) 연축전지

연축전지는 양극판을 이산화납( $PbO_2$ ), 음극판을 납( $Pb$ ), 전해액을 황산( $H_2SO_4$ )으로

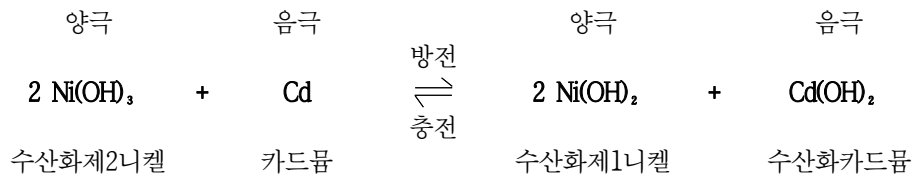
사용 하고 있으며, 황산 속의 음극판에서 발생한 전자가 양극판으로 이동하려 하고 여기에 양극판과 음극판에 회로를 구성시켜 부하측에 연결하면 전기의 흐름이 생긴다. 충전 화학식은 다음과 같다.



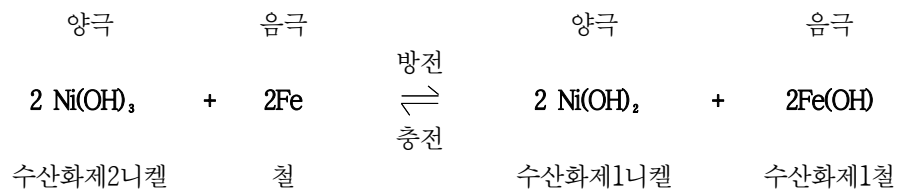
(2) 알칼리 축전지

충전 시에는 양극활성물질인 수산화니켈  $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$ 은 고급산화물  $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 이 되고 음극판의 활성물질은 수산화카드뮴  $[\text{Cd}(\text{OH})_2]$ 에 금속상태인 카드뮴 (Cd)로 환원된다. 방전 시에는 양극활물질은 저급 수산화니켈  $[\text{Ni}(\text{OH})_2]$ 로 환원하고 음극활물질은 수산화카드뮴  $[\text{Cd}(\text{OH})_2]$ 으로 산화된다. 충전 화학식은 다음과 같다.

(가) 니켈 - 카드뮴 전지(웅그넬형)



(나) 철 - 니켈형(에디슨형)



2. 축전지 종류별 특징

(1) 무보수 밀폐형 연축전지

(가) 무보수성

충전 시 축전지 내부에서 발생한 가스가 극판에 흡수되어 전해액으로 환원되므로 전해액의 감소가 거의 없어 증류수 보충이나 점검이 필요 없다.

(나) 안전성

과충전이나 충전조작의 잘못에 의해 가스가 발생하여 전조의 폭발위험이 있으나 이에 대비 안전밸브가 설치되어 있다.

(다) 설치 용이

사무실, 기기내부, 캐비닛식으로 설치가 가능하여 별도의 축전지실이 필요 없다.

(라) 경제성

특수한 연-칼슘 합금으로 된 극판을 사용함으로 자기방전량이 적고 내식성이 좋으며, 정상적인 부동충전 시 가스흡수가 확실하므로 일상적인 축전지 취급에서 전해액의 고갈로 인한 용량 감소가 적다. 내부저항이 적어 급충·방전 특성이 양호하며 대전류 방전에 적합하다.

(마) 수명

교호 충·방전 수명은 약 500회, 부동 수명은 약 3~5년으로 수명이 짧다.

(2) 알칼리 축전지

(가) 부동충전에 적합

부동전압은 셀당 1.40~1.55V로 충전 가능하며 방전전압은 1.20~1.25V 부동 충전에 적합하다. 물의 분해에 의한 가스 발생이 거의 없어 액의 감소는 극히 적다. 액 보충 횟수도 아주 적다.

(나) 온도 특성

고온 45℃까지 극판 온도가 상승하여도 사용할 수 있으며 저온에서는 특히 우수하여 -15℃에서도 급방전이 충분하고 -30℃에도 방전이 가능하다.

(다) 자기방전이 극히 적음

1년간 방치하여도 견딜 수 있는 용량을 보유하고 있다.

(라) 전기적 강도가 큼

과충전, 과방전, 역충전에 대한 저항력이 있어 열화 되지 않으며, 극판만곡 등의 현상이 없다.

(마) 수명과 기타

부동충전으로 사용 시에는 10~25년 정도이며, 부식성이 없고 설치가 용이하며 보수가 쉽다.

3. 주요 축전지의 총방전 전압

주요 축전지의 총방전 전압은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 축전지 총방전 전압

구분	연축전지(V)	무보수밀폐형(V)	니켈-카드뮴(V)	
공 칭 전 압	2.0	2.0	1.2	
부동충전전압	2.15~2.17	2.3~2.35	1.40~1.42	
균등충전전압	2.25~2.4	2.35~2.4	고율	1.55~1.65
			초고율	1.52~1.57

출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편 외

#### 4. 축전지 방전특성과 온도

##### (1) 방전단자 전압 및 방전특성

충전된 축전지를 어떤 일정한 전류로 방전시키면 단자전압이 다음 식으로 변화한다.

$$V = E - (IR + Vp)$$

여기서, V : 단자전압, E : 기전력, I : 방전전류, R : 축전지 내부저항 Vp : 분극전압

축전지의 방전단자전압은 축전지 내부의 저항에 의한 전압강하와 극판의 분극작용에 의해 전압이 강하한다. 축전지의 방전성능은 축전지의 내부저항의 대소에 따라 결정된다. 또 축전지를 구성하는 극판의 두께, 활물질의 분극특성, 극판의 간격, 전해액의 농도, 성분, 온도 등에 의해 방전특성은 변화한다.

##### (2) 최대 방전전류

활물질과 극판 등 작용물질의 반응성에만 제한되지 않고 접촉도체의 전도부의 온도상승에 따라 전조와 카바 등의 열 변형 및 용단에 의해 제한을 받으며, 이 값은 축전지의 형식에 따라 다르다.

##### (3) 단락전류

축전지를 외부회로와 단락시키면 대단히 큰 단락전류가 흐른다. 단락전류는 각 형식의 축전지 내부저항과 극판 방전의 분극성에 따라 달라진다. 단락전류는 온도에 따라 다르며 실제의 단락전류는 외부회로의 도선 등의 영향에 의해 적어지게 된다.

##### (4) 온도

축전지 성능에 영향을 주는 요인으로 충전 시의 전해액의 적정온도는 20~25℃이다. 일반적으로 셀 속에 있는 전해액은 충전하는 동안 온도가 점차 상승하지만 45℃ 이상의 과도한 고온상태는 축전지 수명에 영향을 미친다. 축전지는 50℃ 이내의 온도에서 사용하는 것이 극판의 손상과 용량의 손실이 없는 사용조건이다.

#### 5. 축전지 용량 산정법

##### (1) 용량산정 필요조건

- (가) 방전지속시간
- (나) 방전전류
- (다) 최저 축전지온도
- (라) 허용 최저축전지전압
- (마) 보수율

##### (2) 축전지 용량 산출

필요한 축전지의 용량은 일반적으로 일본 축전지 공업회 규격(SBA6001)을 기준으로 하며, 실제 축전지의 용량 산출법에 의하면 다음 식에 의하거나 또는 축전지의 표준

특성 그래프의 환산용량 산간계수(K)를 찾아 공식에 의해서 계산한다.

$$C = \frac{1}{L} \{ K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1}) \}$$

여기서, C : 25℃에서의 정격방전을 환산용량(AH),

L : 보수율(일반적으로 0.8),

K : 방전시간,

T: 축전지의 최저온도 및 허용최저전압에 의해서 결정되는 용량환산시간,

I : 방전전류[A]

## 수행 내용 / 축전지 설치하기

### 재료·자료

- 축전지 및 전해액, 축전지 거치대 또는 외함, 신호전원실 배치도, 전원 공급계통도

### 기기(장비·공구)

- 압착단자 및 압착공구, 스패너, 비중계, 깔때기, 테스터

### 안전·유의 사항

- 작업사항 준수로 안전사고 예방
- 축전지 단자간 단락 금지 및 감전사고 유의
- 비중 측정 및 전해액 처리 시 몸에 닿지 않도록 주의

### 수행 순서

① 구조 및 환경을 고려하여 연축전지, 알칼리축전지, 니켈-수소축전지를 시공한다.

#### 1. 구조 및 환경 고려하기

##### (1) 축전지 종류 결정

신뢰성과 경제성 및 설치장소 등을 고려하여 축전지의 종류를 결정한다.

##### (2) 신호장치별 축전지 종별 결정

<표 3-3> 장치별 축전지의 종별

장치별	축전지종별	비고
연동장치	연축전지 또는 니켈카드뮴	
무정전전원공급 장치용	니켈 카드뮴	고율 또는 초고율

출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편 외

##### (3) 축전지 용량 결정

축전지 용량은 UPS의 출력용량과 정전 유지시간을 감안하여 결정한다.

## 2. 축전지 시공하기

### (1) 연축전지

주로 연동장치용 또는 대형 UPS의 축전지로 사용한다. 별도의 축전지실을 갖추어야 하고 초충전과 비충정을 실시한다. 다양한 크기가 있어 용량을 맞추기가 쉽다. 최근에는 대부분 무보수밀폐형으로 사용하여 별도의 초충전이나 축전지실을 확보하지 않아도 된다. 단자간은 연결용 커넥터를 이용하여 시공한다.

### (2) 알칼리축전지

알칼리축전지는 니켈-카드뮴, 니켈-수소, 리튬-이온 축전지 등이 있다. 별도의 축전지실은 필요 없으나 주로 캐비닛함 내에 수용한다. 니켈-카드뮴은 UPS용으로 가장 오랫동안 사용하여 성능이 검증된 제품이나 메모리 효과 등으로 현재 니켈-수소나 리튬-이온 등으로 바뀌었으며, 최근에는 리튬-폴리머를 사용하기도 한다.

### (3) 축전지 셀 감시장치(BMX) 설치

니켈-수소 및 리튬-이온 축전지는 과충전에 따른 폭발의 위험과 과방전으로부터 축전지 수명보호를 위하여 축전지 셀 감시 장치를 반드시 설치한다.

## ② 축전지의 액고검지기 및 환수축매전을 시공한다.

### 1. 사전 지식 확인하기

#### (1) 액고검지기

전류가 흐르지 않는 성질을 갖는 증류수의 비전도성 및 전류가 흐르는 성질을 갖는 전해액의 전도성을 이용하여, 축전지 내로 증류수를 유입하여 전해액의 높이가 일정위치에 도달하면 이를 감지하여 증류수의 공급을 제어하도록 함을 특징으로 하는 축전지 전해액 높이 감지방식으로 전해액이 일정수준 이하로 저하되었을 경우를 감지하는 경보 신호 장치로서, 램프 및 부저에 연동시켜 전해액 보충을 경보하는 검지기를 말한다. 다른 용어로는 감액경보장치를 말한다.

#### (2) 환수축매전

환수축매전은 Sealed Type 축전지에만 장착되며, 축전지 충전 중 내부에서 발생하는 산소, 수소 혼합가스를 고성능 촉매반응에 의해 수증기로 변환시켜 촉매장치 내벽에 의해 냉각 후 물로 다시 전지 내로 되돌려 보는 구조로, 이 물은 다시 전해액으로 환원되어 전해액의 감소가 거의 없다. 사용하는 촉매전은 5년 정도 사용한 후 교체한다.



## 2. 시공하기

### (1) 액고검지기

- (가) 100V에 2개 정도의 비율로 검출부를 부착한 축전지를 설치하며, 벤트형 축전지의 전해액이 일정치 이하로 감소되었을 때 경보를 올리도록 한다.
- (나) 감액경보장치(축전지 전해액 상·하한선 이탈 시 경보)의 검출부를 2셀로 설치한다. 단, 소형 실형 연속전지, 음극흡수식 실형 거치 연속전지 및 실형 니켈-카드뮴 축전지(음극 흡수식)를 사용하는 경우는 온도상승의 검출부를 설치한다.

### (2) 환수촉매전

- 촉매전은 축전지 마개 내에 장착하는 형태로 교체하여 사용한다.
- (가) 촉매전 뚜껑을 떼어내거나 열을 가하지 말고, 던지거나 충격을 가하지 말아야 한다.
  - (나) 균등, 회복충전 종기의 촉매전 표면온도 상승은 정상이어야 한다.
  - (다) 물기가 닿지 않도록 조심해야 한다.
  - (라) 미사용 시 또는 이동 시에는 나사부분이 아래로 가도록 하여 보관한다.

## ③ 초 충전, 정전류정전압 충전, 부동, 균등, 충전 방식을 검증한다.

### 1. 초 충전 하기

#### (1) 연속전지 초 충전

##### (가) 전해액 제조

철제용기를 사용하지 않고 도자기(항아리), 플라스틱 용기를 사용하며, 반드시 증류수에 황산을 서서히 주입하며 잘 저어서 냉각시킨다.

##### (나) 전해액 비중

- 1) 고정 연속전지인 경우  $1.215 \pm 0.005$ , 가변 연속전지인 경우  $1.240 \pm 0.005$ 이다.
- 2) 축전지에 전해액 주입 후 3시간 이상 지난 다음에 전해액이 액면 지시선보다 내려가면 다시 보충하여 준다.

##### 3) 초 충전

- 가) 충전개시 전 정류기와 축전지와의 극성을 확인한다.
- 나) 전해액 온도가 35℃ 이하이면 충전한다.
- 다) 축전지 충전전류는 정격용량의 1/10, 1/20의 전류로 한다.
- 라) 초 충전시간은 통상 72시간 정도 시행한다.
- 마) 충전이 되면 전압이 2.5V 이상, 비중이 1.215 정도로 변화한다.

바) 매시간 측정된 전해액의 비중과 전압이 3회 이상 일정한 상태에서 10시간 이상 계속 충전한다.

사) 초 충전 종료 1~2시간 전에 비중을 측정하여 규정치로 조정한다.

## (2) 알칼리축전지 초 충전

### (가) 전해액

- 1) 전해액은 순도의 수산화칼륨 용액이며 20%의 농도로 비중은 1.17~1.20을 표준(20°C)으로 하고 있지만 한랭지역에서는 1.24까지도 사용한다.
- 2) 전해액 중의 불순물은 자기방전이나 축전지 각 부분을 부식하는 원인이 되기 때문에 고순도를 유지해야 한다. 특히, 유산이 섞인 산성 물질을 넣었을 때는 전지를 파손하는 결과를 가져온다.
- 3) 수산화칼륨 수용액의 비중이 약 1.20일 때 약 -27°C가 빙점이다. 저 비중은 비중 1.16 이하가 되면 충전이 불가능하고 용량이 저하하며 1.30 이상이 되면 액의 저항이 증가하고 세퍼레이터의 내알칼리성도 나빠져 전지의 수명을 저하시킨다.

### (나) 초 충전

- 1) 비중 1.230의 전해액을 주입하여 5시간 동안을 전류로 2배의 과충전을 한다.
- 2) 2~3회 충·방전을 반복하면 소정의 용량으로 된다.
- 3) 전해액이 들어 있는 상태로 보급된 것은 완전방전 상태에서 2배의 과충전을 실시한다. 방전한 전지는 빨리 충전하는 것이 좋다.
- 4) 충전 시 전지온도 45°C 정도 되면 충전을 중지하고 40°C 이하가 될 때까지 기다렸다가 다시 충전을 계속한다. 충전 중 전지온도가 다시 상승하면 일시 중단하던가 약 1/2 정도로 전류를 줄여서 계속 충전한다.
- 5) 알칼리축전지의 충전량은 140% 정도의 전기량을 충전하는 것이 원칙이다. 정규충전으로 100% 방전된 축전지는 5시간을에 있어서 7시간 충전한다.
- 6) 충전 말기의 판단은 연축전지처럼 전해액 비중으로 판단이 불가능하고 가스가 처음 발생한 시점부터 충전전압이 변화하므로 그 후 50% 정도 더 속행한 이후가 충전이 완료된 것으로 본다.

## 2. 정전압정전류 충전하기

충전에서 최대 충전전류를 제한하여 충전기의 부하특성에 의하여 일정전류로 충전한다. 충전이 진행됨에 따라 축전지의 전압이 설정된 전압까지 상승하게 되면 정전압충전 특성에 따라 충전전류가 급속히 감소한다. 충전에 필요한 전압은 축전지의 기종에 따라 다르며 1.55~1.70[V/Cell]이다. 충전 초기의 최대전류는 용량의 1/10 (10시간을 =0.10)을 표준으로 한다.

### 3. 부동충전, 균등충전 하기

#### (1) 부동충전

이 충전법은 축전지를 정류기 및 부하에 병렬로 접속하여 정상 시에는 정류기가 부하를 부담하고 축전지에도 미소전류를 공급하며, 정전 시 등에는 축전지로부터 전류가 공급되게 하는 방식이다.

#### (2) 균등충전

축전지의 용량이 저하되었거나 각 단전시간에 전압이 불균형할 때 원상태로 회복시키기 위해서 시행하며, 충전시기는 6~12개월에 1회 정도, 균등충전전압은 1.50~1.55V로 충전한다. <표 3-4>는 축전지 종류별 부동, 균등충전 전압값을 나타낸 것이다.

<표 3-4> 축전지 셀당 전압

구 분	연축전지[V]	니켈-카드뮴 축전지[V]	무보수밀폐형[V]
방전중지전압	1.9	1.1	1.8
부동충전전압	2.15~2.17	1.47	2.30~2.35
균등충전전압	2.25~2.40	1.7	2.35~2.40

출처: 이만필(2015), 철도신호해설, 도서출판세화 외

### 4 축전지의 방전중지전압과 정전보상시간의 충족여부를 판단한다.

#### 1. 방전중지전압 계산하기

축전지를 방전을 계속하면 단자전압이 점차 저하하여 어느 시점에 오면 급격히 저하하는 곳이 존재하는데 이때의 전압을 방전중지전압이라고 한다. 방전중지전압 이하로 내려 면 유효한 전류를 사용할 수 없으며 그 이상 방전시키면 전극판의 부식현상이 발생하여 충전이 불가능하게 된다. 이렇게 축전지 수명보호를 위하여 방전을 중단해야 할 한계전압의 의미이기도 하다.

예) 신호설비 Ni-Cd 축전지 정상전압이 1.2V이므로  $184\text{셀} \times 1.2\text{V} = 220.8\text{V}$  가 되며, 방전중지전압은 셀당 1.1V이므로  $184\text{셀} \times 1.1\text{V} = 202.4\text{V}$ 가 된다.

즉, 이 전압 이하가 되면 축전지가 손상되므로 방전을 중단해야 한다.

#### 2. 정전보상시간 계산하기

정전보상시간에 따른 배터리 용량 계산식은 아래와 같다.

가정) UPS 300kVA, 정전보상시간 30분

(1) 축전지 방전전류

$$\frac{\text{UPS용량} \times \text{출력역률}}{\text{축전지수량} \times \text{축전지종지전압} \times \text{효율}} = \text{축전지 방전전류}$$

출력역률: 0.8, 축전지수량 :240개, 축전지 종지전압:2V이므로 1.75V, 효율 95%로

$$\frac{300,000 \times 0.8}{240 \times 1.75 \times 0.95} = 601.5$$

(2) 축전지 용량 산출

축전지 용량(Ah) = 축전지 방전전류 × 축전지 방전상수(K)

601.5 × 1.15 = 691.7 Ah 이므로 750Ah 240셀이 필요하다.

※ 축전지 방전상수(K)는 제조사가 정해준 값으로 정전보상시간이 30분이면 1.15이다.

(3) 정전보상시간 계산

축전지 방전상수(K) = 축전지 용량 ÷ 축전지 방전전류

K = 691.5 ÷ 601.5 = 1.15가 된다.

이 값을 제조사가 정해준 값으로 보면 정전보상시간이 30분이 된다.

※ 참고로 보통 (K)는 정전 시 10분 동작 0.7, 20분 0.92, 30분 1.15, 60분 1.77 정도로 계산하고 있다.

(4) 주의사항

(가) UPS 종류에 따라 셀 수가 다르므로 주의해야 한다.

(나) 축전지 제조사에 따라 K 상수값도 다르므로 계산 시 참고해야 한다.

**수행 tip**

- 축전지의 충방전 화학식을 통하여 원리를 이해하여야 한다.
- 축전지 용량을 산출을 할 수 있어야 한다.

## 학습 3 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 정류기 기본원리 및 특성에 대하여 설명한다.
- 신호용 정류기의 용량 산출방법에 대하여 신호설비 수에 따른 정격전류를 산출하여 설명한다.
- 신호용 정류기 시공과 케이블 연결에 대하여 현장 실습하며 설명한다.
- 축전지 원리 및 종류별 화학식에 대하여 설명한다.
- 축전지 충전 방법에 대하여 설명한다.
- 축전지 방전종지전압과 정전보상시간에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- 정류기 기본원리 및 특성에 대하여 학습한다.
- 신호용 정류기의 용량 산출에 대하여 신호설비 수에 따른 정격전류를 산출하여 학습한다.
- 신호용 정류기 시공을 해 보고 케이블 연결 후 동작여부를 시험한다.
- 축전지 원리 및 종류별 화학식에 대하여 학습한다.
- 축전지 충전 방법에 대하여 학습한다.
- 축전지 방전종지전압과 정전보상시간에 대하여 실제 산출해 보고 학습한다.

## 학습 3 평가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
정류기 원리 및 설치	- 종류별, 용도별 신호용 정류기를 시공할 수 있다.			
	- 계전기 및 카드류 수량에 의거 정류기 정격전류를 산출할 수 있다.			
	- 여유부하를 고려하여 정류기 용량을 산출할 수 있다.			
축전지 원리 및 설치	- 구조 및 환경을 고려하여 연축전지, 알칼리 축전지, 니켈-수소 축전지를 시공할 수 있다.			
	- 축전지의 액고검지기 및 환수축매전을 시공할 수 있다.			
	- 초 충전, 정전류정전압 충전, 부동, 균등, 충전 방식을 검증할 수 있다.			
	- 전지의 방전종지전압과 정전보상시간의 충족여부를 판단할 수 있다.			

### 평가 방법

- 서술형 시험

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
정류기 원리 및 설치	- 정류기 원리 및 특성에 대하여 서술하기			
	- 신호설비 수량에 따른 정격전류 산출 서술하기			
	- 정격전류를 이용한 정류기 용량 산출하기			
축전지 원리 및 설치	- 축전지 기본원리 및 충전 화학식 서술하기			
	- 축전지 부동충전과 균등충전에 대하여 서술하기			
	- 방전종지전압과 정전보상시간에 대하여 서술하기			

• 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
정류기 원리 및 설치	- 작업장의 신호설비 수를 산정하고 적정 정류기 용량을 산출하여 평가하기			
	- 정류기 시공 및 동작하기를 통한 평가하기			
축전지 원리 및 설치	- 작업장의 축전지에 대한 정전보상시간을 계산 하도록 하여 평가하기			

피드백

<p>1. 서술형 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정류기 원리 및 설치에 있어 원리 및 정격전류 산출, 정류기 용량 산출에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가할 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 축전지 원리 및 설치에 있어 원리 및 총방전 화학식과 충전방법, 방전종지전압과 정전보상 시간에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가할 수 있도록 피드백 한다.</li> </ul> <p>2. 작업장 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정류기 원리 및 설치에 있어 작업장의 신호설비 수를 계산하여 정류기 용량을 산출하도록 하여 평가하기와 정류기 시공 및 동작하기에 대한 실습평가를 하여 일정 수준 이하일 경우 개인지도를 통하여 업무능력이 향상되도록 피드백 한다.</li> <li>- 축전지 원리 및 설치에 있어 작업장 내의 축전지에 대한 정전보상시간을 계산하도록 하여 평가를 실시하고 일정수준 이하일 경우 개인지도를 통해 능력이 향상되도록 피드백 한다.</li> </ul>
--

학습 1	배전설비 시공하기(LM1901100207_14V1.1)
학습 2	무정전전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.2)
학습 3	직류전원장치 시공하기(LM1901100207_14V1.3)

## 학습 4

# 접지 시공하기 (LM1901100207\_14V1.4)

## 4-1. 접지 설치기준

### 학습 목표

- 부대설비의 낙뢰, 서지, 노이즈에 대한 보호대책 및 접지계획서를 수립할 수 있다.
- 신호기주, 신호기구류, 함체 외함, 기기랙, 건물목보안장치, 전원장치 등에 적합한 접지장치를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 접지

접지란 기본적으로 대지에 전기회로나 전기기기의 일부를 전기적 단자로 연결하여 기기의 전위를 대지의 전위와 같은 0으로 유지하는 것을 말하며, 일반적으로 어스라고도 하는데 유럽에서는 Earthing, 북미에서는 Grounding이라고 한다. 즉, 지구는 거대한 도체이며 전위가 0이다. 전위차에 의하여 전류가 흐르는데 전기기기를 접지하게 되면 이론상으로 전위가 0이 되어 사람이 닿아도 감전이 되지 않는다. 따라서 접지를 하는 목적이 안전을 위하여 하는 것도 있고 대지를 회로의 일부로서 이용하기 위한 접지도 있다.

#### 1. 용어정의

##### (1) 접지선

접지되는 설비와 접지전극을 연결하는 선을 말한다.

##### (2) 접지전극

접지를 위해 대지에 전기적 단자를 설치한다. 접지에서 이 단자의 역할을 하는 것을 말하며, 보통 지중에 매설하는 도체를 말한다.

##### (3) 접지전류

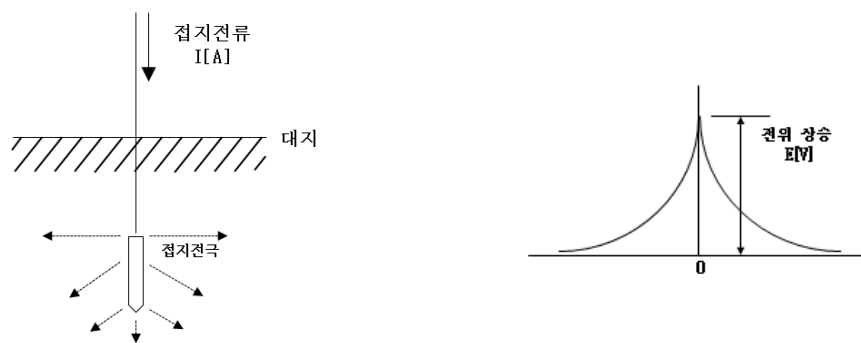
접지되어 있는 설비로부터 접지선, 접지전극을 거쳐 대지로 흘러 들어가는 전류를 말한다.

#### (4) 접지저항

접지에서 대지와와의 접속 불량을 나타내는 지표를 말하며, 접지저항이 낮을수록 대지와의 접속이 좋음을 나타낸다.

### 2. 접지저항

[그림 4-1]처럼 접지전극에 접지전류(I)가 유입되면 접지전극의 전위는 접지전류가 흐르기 전에 비하여 E(V)만큼의 전위상승이 일어나는데, 이때 E/(I)를 접지저항이라고 한다. 접지전극은 대지의 토양과 접촉하는데 토양은 흙입자, 물, 공기로 이루어져 있으며, 전기전극은 금속으로 된 전극으로 여기에 존재하는 전기저항이 접지저항이다.



출처: 이만필(2015), 철도신호해설, 도서출판세화 외

[그림 4-1] 접지저항

#### (1) 접지저항에 영향을 주는 인자

- (가) 접지선과 접지전극의 도체인자
- (나) 접지전극의 표면과 이것에 접하는 토양 사이의 접촉저항
- (다) 접지전극 주위의 토양성분의 저항, 즉 대지저항이라 하며 가장 영향이 크다.

#### (2) 대지저항률

접지저항의 값은 접지의 형상, 크기 및 설치 깊이와 토질에 의해 결정되는데 중요한 결정요소는 흙의 저항률이며, 이 대지 고유저항치는 측정조건에 따라 크게 변하므로 신중을 기해 측정하여야 한다. 흙의 저항률은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 흙의 저항률

흙의 종류	저항률[Ω · Cm]
소지의 흙	200~350
양토 · 점토	400~15,000
백악	6,000~40,000
모래	9,000~800,000
이암	5,000~50,000
모래 섞인 자갈	5,000~50,000
암석	100,000 이상

출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편

## ② 접지공사 및 신호설비 접지대상

### 1. 접지공사의 종류

접지공사의 종류 및 접지저항은 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 접지공사의 종류 및 접지저항

접지종별	접지저항	접지선의 굵기
제1종 접지	10( $\Omega$ ) 이하	직경 2.6mm 이상의 연동선, 600V 비닐연선 이상의 절연내력이 있는 것
제2종 접지	변압기의 고압측 또는 특별 고압 측의 전로의 1선 지락전류의 값으로 150을 나눈 값과 같은 ( $\Omega$ )	
제3종 접지	100( $\Omega$ ) 이하	직경 1.6mm 이상의 연동선
특별 제3종 접지	10( $\Omega$ ) 이하	

출처: 이만필(2015), 철도신호해설, 도서출판세화 외

### 2. 신호설비 접지대상

신호설비 접지대상 시설물의 접지저항은 <표 4-3>과 같이 구분한다.

<표 4-3> 신호설비 접지대상물 및 접지저항

접지종별	접 지 대 상 시 설 물
제1종 접지	신호계전기실, CTC장치 컴퓨터실, 신호원격장치 건널목의 AC전원, 건널목제어 유닛, 폐색제어 유닛
제2종 접지	전철구간의 실외 설비로서 전원기기를 포함한 주요 신호기기 (신호기, 기구함, 접속함, 경보기, 차단기)
제3종 접지	비전철 구간의 실외설비 (신호기, 기구함, 접속함, 경보기, 차단기)

출처: 이만필(2015), 철도신호해설, 도서출판세화 외

## 수행 내용 / 설비별 접지장치 시공하기

### 재료·자료

- 접지설비 계획서, 접지봉, 접지 케이블류, 접지슬리브, 절연테이프, 보안기
- 접지저항 저감제(접지판매설시), 볼트너트, 평와셔, 스프링와셔

### 기기(장비·공구)

- 접지봉 매설 굴착 장비, 해머드릴, 접지슬리브, 압착공구, 접지저항계, 절연장갑

### 안전·유의 사항

- 접지봉 매설 시 안전사고 유의
- 규정에 맞는 접지시공으로 안전 확보
- 접지저항계 작동법 확인 철저

### 수행 순서

① 부대설비의 낙뢰, 서지, 노이즈에 대한 보호대책 및 접지계획서를 수립한다.

#### 1. 낙뢰, 서지, 노이즈에 대한 보호대책 수립하기

##### (1) 보호대책

(가) 전원 및 통신회선 입력단에 서지보호기를 설치한다.

(나) 계약자가 공급하는 기기에서 부대설비의 낙뢰, 서지, 노이즈의 보호대책 및 접지계획서를 제출하도록 한다.

(다) 직격뇌로부터 피해가 우려되는 시설물에는 피뢰설비를 설치한다.

(라) 서지보호기는 KSC IEC 61643(저압배전계통의 서지보호장치) 규격을 적용한다.

#### 2. 접지계획서 수립하기

##### (1) 계획수립

(가) 접지의 필요성과 접지종류, 그리고 필요예산을 사전 조사하여 결재를 받는다.

(나) 실제 접지할 곳의 현장조사와 가격조사를 통하여 설계서를 작성한다.

## (2) 시공계획 수립

### (가) 접지봉 설치계획(탄소 접지봉 설치 예)

설치장소에 접지봉을 연결하고 탄소접지스테이션(탄소탈+레미탈로 혼합 타설)을 만드는 계획을 작성한다.

### (나) 접지 단자함 설치

정해진 규격에 의하여 접지단자함 설치에 대한 계획을 작성한다.

### (다) 접지케이블 설치

접지케이블의 규격과 길이를 정하고 설치에 대한 세부계획을 수립한다.

### (라) 서지보호기 설치

해당 시설물에 맞는 서지보호기를 선정하고 설치에 대한 세부계획을 수립한다.

② 신호기주, 신호기구류, 함체 외함, 기기랙, 건널목보안장치, 전원장치 등에 적합한 접지장치를 시공한다.

## 1. 신호설비 접지대상 시설물 선정하기

접지대상 신호시설물은 다음과 같으며, 신호시설물과 유지·보수 작업자를 낙뢰, 지락 및 각종 유도로부터 보호하기 위해 접지설비를 하도록 한다.

### (1) 접지대상 시설물 선정

(가) 신호기주, 신호기구류(수지형 제외), 신호교, 신호기용 작업대, 사다리 및 신호기구함(접속함 포함)

(나) 표지류 (지상에 설치한 것은 제외)

(다) 건널목 경보기주, 경보등, 스피커, 방향표시등, 고장표시등, 조작기, 사다리, 건널목 차단기

(라) 연동장치

1) 전기 및 전자연동장치

2) 조작판

(마) 전철표지, 발조선로전환기, 전철리버, 추 붙은 선로전환기, 전철쌍동기

(바) 철관장치

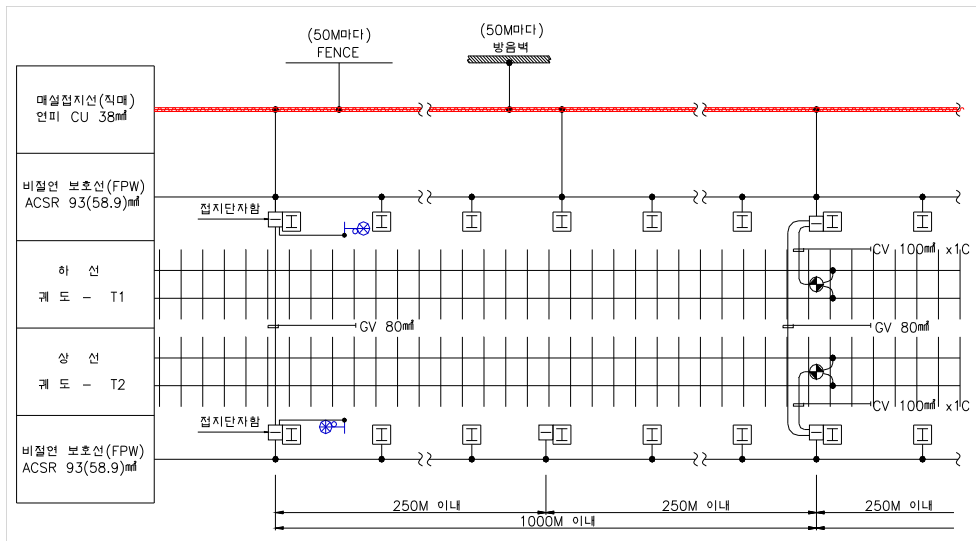
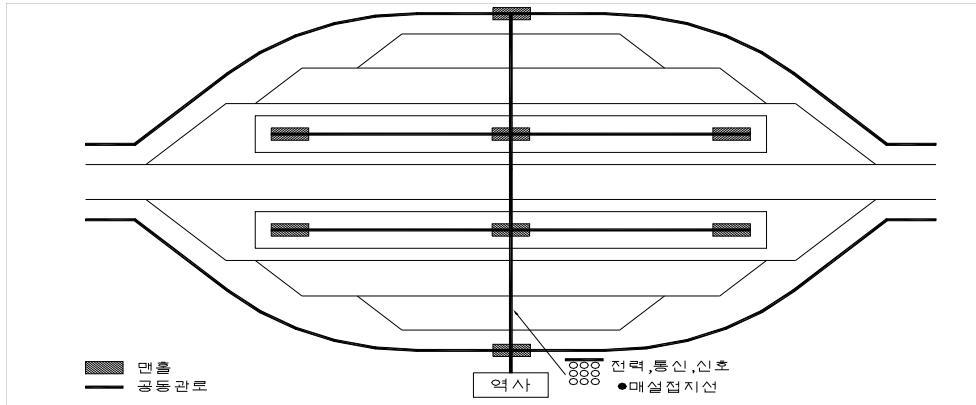
## 2. 신호설비 접지대상 시설물 접지 시공하기

### (1) 공용접지 활용

전력분야에 시공한 접지 단자함에 아래와 같은 접지선을 포설하여 역구내 및 역간 신호시설물을 같은 방법으로 접지한다.

(가) 일반 신호시설물: GV 38[mm]×1C

(나) 전차선 귀선용 임피던스 본드(B1-500): MLFC 100[mm]×1C



출처: 한국철도시설공단(2015), KRS 12010 신호제어설비보호

[그림 4-2] 역구내 및 역간 공용접지

(2) 단독접지 활용

(가) 신호계전기실, 열차집중제어장치 기기실, 건물목 AC전원

(나) 전철구간의 실외설비 및 전원기기를 포함한 주요 신호기기는 단독 접지한다.

수행 tip

- 접지공사의 종류와 접지저항 기준에 대하여 숙지하여야 한다.
- 신호설비에 대한 접지종별을 파악하고 있어야 한다.

## 4-2. 접지설비 시공

### 학습 목표

- 신호시설물에 F-G35mm<sup>2</sup>/MLFC80mm<sup>2</sup>/F-GV 10mm<sup>2</sup> 등 접지선을 포설할 수 있다.
- 접지자재(접지봉, 접지저감제, 나동선 등) 및 크레인 등의 장비를 가지고 접지공사를 할 수 있다.
- 관련 부서와 협의하여 공용접지를 활용할 수 있다.
- 특정된 장소, 환경에서는 신호 단독접지를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 단독접지

신호설비가 복합적으로 시설되는 경우 각 설비, 장치별로 각각의 접지를 하는 것을 단독 접지라고 한다. 단독접지를 할 때는 접지간의 상호 간섭을 줄이기 위하여 접지 사이를 최대한 이격하는 것이 필요하다.

##### 1. 단독접지의 장단점 비교

###### (1) 장점

- (가) 다른 설비에 문제가 발생한 경우 해당 접지부분만 절단하면 원인규명이 가능하다.
- (나) 접지전류에 의한 전위상승으로 다른 기기에 영향을 줄 우려가 없다.
- (다) 접지의 성능 악화나 손상 시에도 독립적으로 설비가 보호가 된다.

###### (2) 단점

- (가) 접지선과 접지봉 수가 증가되며 구조가 복잡하다.
- (나) 접지저항을 낮추기가 어렵다.
- (다) 접지시설이 복잡하여 공사비가 증가되며, 유지·보수가 불리하다.

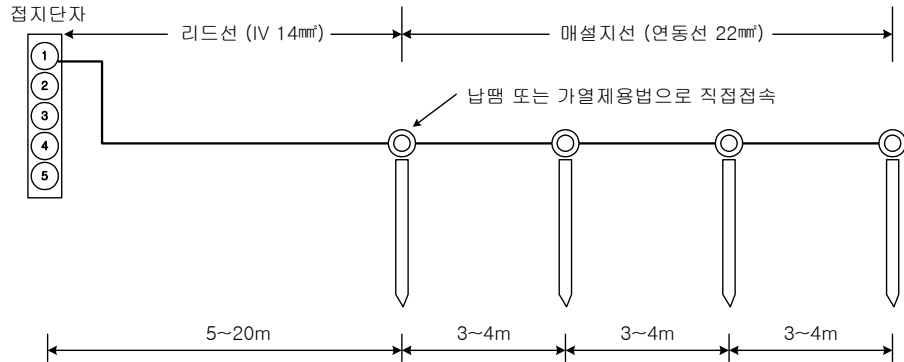
##### 2. 단독접지의 시공방법

###### (1) 접지극의 설치

- (가) 타입식 접지봉을 사용하며 지표면에서 750mm 이상 굴착 후 타입하여 접지극을 설치한다.
- (나) 제3종 접지공사의 접지극은 2개소 이상 접지 공용이 가능하며 다른 종별의 접지극은 공용해서는 안 된다.

(2) 접지선의 설치

(가) [그림 4-3]과 같이 접지동선(GV) 14mm<sup>2</sup>를 사용하며, 길이는 5~20m 범위로 한다.



출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편, 외  
[그림 4-3] 단독접지 시공방법

(나) 접지극간의 매설지선은 연동선 22mm<sup>2</sup> 이상을 사용하며 지표상 2m까지는 폴리에틸렌 16mm 전선관으로 보호한다.

(3) 접지저항 저감제 사용

접지극을 타입하여 소정의 접지저항치를 얻을 수 없는 경우 접지저항 저감제를 사용한다.

(4) 이격거리

- (가) 고압용 기기의 접지극과 신호용 접지극: 5m 이상
- (나) 특별고압 교류전철 지지물과 신호용 접지극: 5m 이상
- (다) 매설 케이블류와 신호용 접지극: 1m 이상
- (라) 건물의 구조물과 신호용 접지극: 1m 이상

② 공용접지

몇 개의 설비를 통합하여 공통의 접지전극에 연결하는 방식을 공용접지라고 한다. 터널구간이나 고가구간에 설치되는 신호시설물에 단독접지를 할 수 없는 여건일 때 공용접지를 검토한다.

1. 공용접지의 장단점 비교

(1) 장점

(가) 여러 선비가 연결되어 등전위가 구성되어 접지전류 유입에도 설비 간 전위차가 발생하지 않는다.

- (나) 접지선과 접지봉 수를 줄일 수 있어 접지계통이 단순하다.
- (다) 공동 사용으로 접지저항을 낮추기가 용이하며 접지성능을 높일 수 있다.

(2) 단점

- (가) 특정 계통의 사고로 접지전류에 의한 전위상승이 다른 설비에 영향을 줄 수 있다.
- (나) 접지 성능의 약화나 손상 시 모든 설비에 영향을 미친다
- (다) 설비 간의 접지배선이 너무 길면 설비의 접지 간 전위차가 발생할 수 있다.

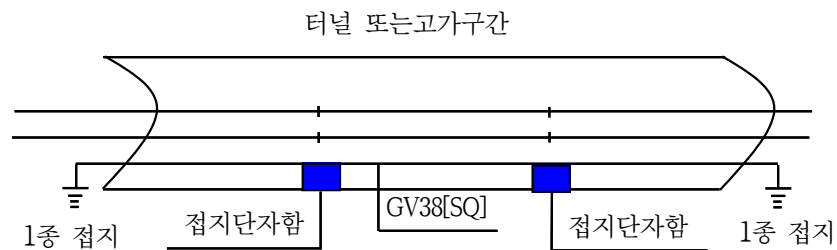
2. 공용접지의 시공방법

(1) 1종 접지 시공

터널구간이나 고가구간에 GV 38mm<sup>2</sup>의 접지케이블을 포설하여 양단에 1종 접지를 시공한다.

(2) 접지단자함 설치

신호시설물이 설치되는 장소에 접지단자함을 설치하여 신호시설물과 접지전선을 연결한다. 아래 [그림 4-4]는 터널 또는 고가구간의 공용접지선을 시공하는 방법을 나타낸 것이다.



출처: 한국철도시설공단(2004), 철도설계편람-신호편 외  
 [그림 4-4] 공용접지 시공방법

## 수행 내용 / 신호설비 접지 시공하기

### 재료 · 자료

- 접지설비 계획서, 접지봉, 접지 케이블류, 접지슬리브, 절연테이프
- 접지저항 저감제(접지판매설시), 볼트너트, 평와셔, 스프링와셔

### 기기(장비 · 공구)

- 접지봉 매설 굴착 장비, 해머드릴, 접지슬리브, 압착공구, 접지저항계, 절연장갑

### 안전 · 유의 사항

- 접지봉 매설 시 안전사고 유의
- 규정에 맞는 접지 시공으로 안전 확보
- 접지저항계 작동법 확인 철저

### 수행 순서

① 신호시설물에 F-G35mm<sup>2</sup>/MLFC 80mm<sup>2</sup>/F-GV 10mm<sup>2</sup> 등 접지선을 포설한다.

#### 1. 접지선 확인하기

##### (1) 공용접지에 사용하는 접지선

전력분야에 시공한 접지단자함에 아래와 같은 접지선을 포설하여 역구내 및 역간 신호시설물을 같은 방법으로 [그림 4-5]와 같이 접지한다.

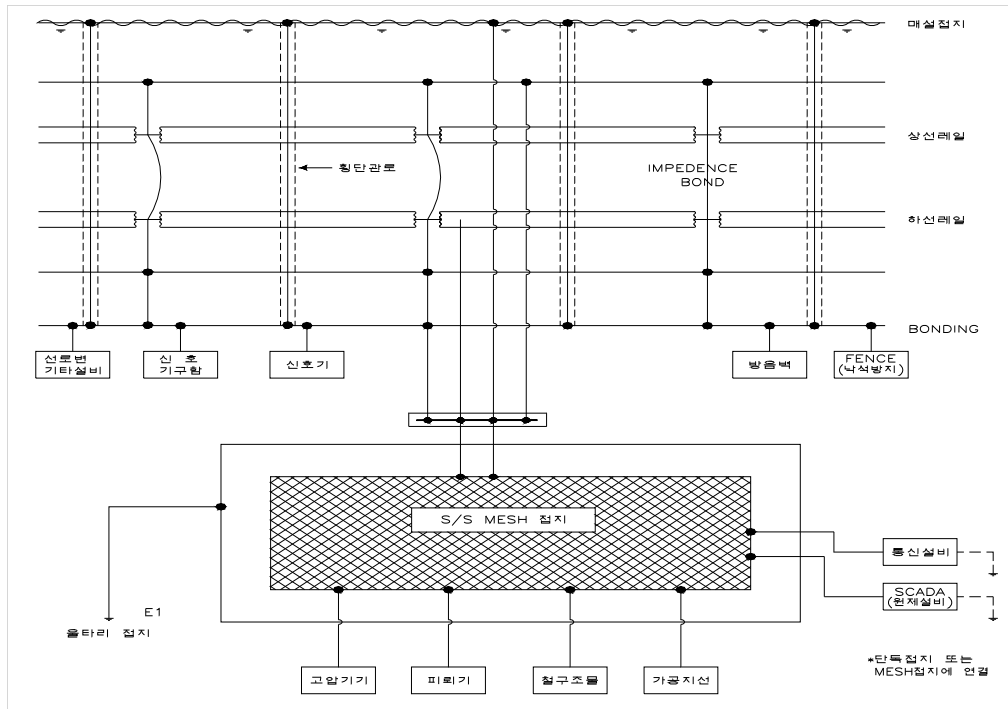
(가) 일반 신호시설물: F-GV 35mm<sup>2</sup>×1C

(나) 전차선 귀선용 임피던스 본드(B2-500): MLFC 80mm<sup>2</sup>×1C

일반적인 역구내 및 역간에 설치하는 공용접지 구성도는 [그림 4-5]와 같다.

##### (2) 보안기 접지선

접지동선(F-GV) 10mm<sup>2</sup>를 사용한다.



출처: 한국철도시설공단(2015), KRS12010 신호제어설비보호 외

[그림 4-5] 공용접지 방식의 구성도

② 접지자재(접지봉, 접지저감제, 니동선 등) 및 크레인 등의 장비를 가지고 접지공사를 시행한다.

### 1. 접지자재 종류 확인하기

#### (1) 접지봉

(가) 접지극은 접촉저항을 최소화하기 위하여 동봉을 사용한다.

(나) 제1,2종 접지공사: 지름 16mm, 1,800mm×4개 및 지름 14mm, 1,000mm×1개

(다) 제3종 접지공사: 지름 14mm 1,000mm×2개

#### (2) 접지저감제

접지극을 타입하여 소정의 접지저항을 얻을 수 없는 경우와 접지극을 3~4m (당초 타입한 접지봉의 길이만큼) 띄어 타입하여도 소정의 접지저항을 얻을 수 없는 경우에는 접지저항 저감제를 사용한다.

#### (3) 니동선

보통 메시접지를 할 때 사용하는 선으로 AS(Annealed Copper Standard Wires: 심선용 연동연선)는 옥내용 접지선에, HS(Hard drawn Copper Standard Wires: 외선 및 옥외케이블용 경동연선)는 옥외 및 전주용으로 사용한다.

## 2. 접지공사 시공하기

접지공사는 전기공작물 규정에 의하는 것 외에 다음과 같이 시공한다.

- (1) 접지공사를 시공할 때에는 사전에 각 계통간의 협의를 충분히 하고 기설 접지극, 매설케이블 등의 상황을 파악하여 필요에 따라 금속탐지기의 사용 또는 시험굴착 등에 따라 그 위치를 확인한 후에 시공한다.
- (2) 접지극은 특기한 바가 없는 한 동봉 또는 강봉으로 하고 직경 16mm, 길이 1,800mm 이상의 것을 사용한다.
- (3) 접지극은 가능한 한 습기가 있는 장소 또는 가스, 산성 등에 의해 부식의 우려가 없는 장소에 지표면보다 750mm이상 파서 타입하여야 하며, 접지극 2개 이상을 병렬로 매설할 때는 상호 간격을 2m 이상 이격한다.
- (4) 접지극의 타입 장소에는 접지종별, 접지극의 매설위치, 깊이, 매설 연월일을 명시한 접지매설표를 접지극 가까운 적당한 개소에 설치한다.
- (5) 접지극에 직접 접속하는 접지선은 GV 케이블을 사용한다.
- (6) 접지선은 지표상 2m까지는 PE 전선관으로 보호한다.
- (7) 제3종 접지공사의 접지극은 2개소 이상의 접지에 공용할 수 있다.
- (8) 서로 다른 종류의 접지극은 공용해서는 안 된다.
- (9) 고압용 기기 및 접지극과 신호용 접지와와의 이격거리는 5m 이상 이격한다.
- (10) 신호기기의 접지저항치는 특별히 지시 있는 것(뇌해 대책의 접지 등) 외에는 50Ω 이하로 한다.

③ 관련 부서와 협의하여 공용접지를 활용한다.

### 1. 공용접지 확인하기

#### (1) 시공주체(전력설비)

지중매설 접지선을 상선 측 1.1m 깊이로 매설하고 상하선 횡단 접속선 설치개소의 매설접지 단자함에 상호 간 횡단 접속선(F-GV 70mm<sup>2</sup>)을 시공하며, 접지망 구성은 역간 1,500m 이하로 횡단 접속선을 시공한다.

#### (2) 접속구간(토공구간/터널 및 토공구간/교량)

(가) 터널 및 교량입구 공통접지 단자함부터는 보조 접지용 절연전선(F-GV 35mm<sup>2</sup>)을 사용하여 연결한다.

(나) 터널 및 교량입구의 공통접지 단자함 상호 간(상하선) 연결은 접지용 절연전선(F-GV 70mm<sup>2</sup>)을 사용하여 연결한다.

(3) 축선이 많은 역구내

역구내를 하나로 포위하는 형태로 접지망을 구성한다.

2. 신호설비 공용접지 활용하기

(1) 접지대상 신호시설물

(가) 신호기주, 신호기구류(수지형 제외), 신호기용 작업대 및 사다리

(나) 접속함, 기구함 및 폐색제어유닛

(다) 전기연동장치 및 전자연동장치의 계전기랙, 궤도랙, 분선반랙, 폐색랙, LDTS

(라) 전원장치 등

(2) 공용접지 활용 방안

전력분야에 시공한 접지 단자함에 아래와 같은 접지선을 포설하여 역구내 및 역간 신호시설물을 같은 방법으로 접지하도록 한다(그림 4-5 참고).

④ 특정된 장소, 환경에서는 신호 단독접지를 시공한다.

1. 신호설비 단독접지 시공하기

(1) 접지대상 시설물

(가) 신호계전기실, 열차집중제어장치 기기실, 건널목 AC전원

(나) 전철구간의 실외설비 및 전원기기를 포함한 주요 신호기기

(2) 단독접지 시공 이유

2개 이상의 시스템 접지에서 한 쪽의 접지전극에 전류가 흘러도 다른 쪽의 접지전극에 전위상이 일어나지 않아 기기의 정상 동작이 가능하기 때문에 단독접지를 한다. 단독접지를 할 때에는 접지 상호 간의 접지 사이를 최대한 이격한다.

**수행 tip**

- 단독접지의 장단점과 시공방법을 알아야 한다.
- 공용접지의 장단점과 시공방법을 이해하여야 한다.

## 4-3. 접지저항 측정 및 관리

### 학습 목표

- 3점 전위차 측정법으로 접지저항을 측정할 수 있다.
- 접지시공도 및 접지저항 측정표를 작성할 수 있다.

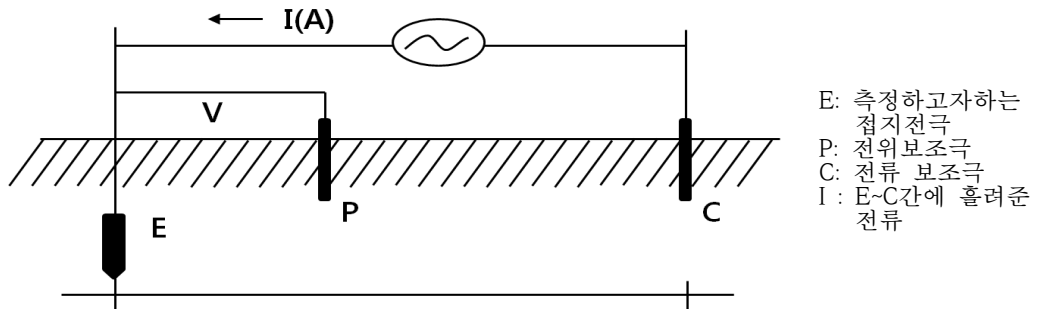
### 필요 지식 /

#### ① 접지저항 측정

접지저항 측정법에는 전위 강하법, 클램프 측정법이 있다.

##### 1. 전위 강하법

전위 강하법은 가장 일반적인 측정법이다. [그림 4-6]과 같이 E는 측정하고자 하는 접지전극이며 C, P는 측정용의 보조전극으로 E로부터 적당한 거리에 매설한다. E와 C 간에 전원을 이어서 대지에 전류를 흘리고 전위 보조극 P에 의해 E와 P 간의 전위차를 측정하는데, 대지에 흘린 전류를 I(A), E~P간의 전위차를 V(V)라 하여  $V/I(\Omega)$ 을 접지저항 측정값으로 한다.



[그림 4-6] 전위 강하법 구성

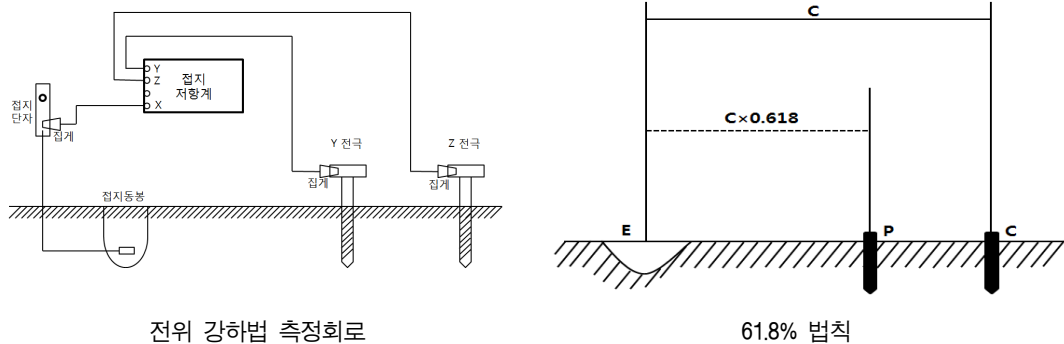
##### (1) 측정절차

- 가동 중인 시스템의 전원을 끄고 접지시스템을 분리하도록 한다.
- 2개의 탐침전극을 이용하여 측정하고자 하는 접지극으로부터 [그림 4-7]과 같이 일직선상으로 이격된 지점(Z점)에 고정으로 탐침 하나를 박는다.
- 다른 하나(Y점)를 일정한 간격으로 Z점을 향해 박아 나가며 측정한다.

##### (2) 61.8%의 법칙

이 측정법은 대지 비저항이 균일한 장소에서 사용할 수 있다. 전위 강하법을 이용하여

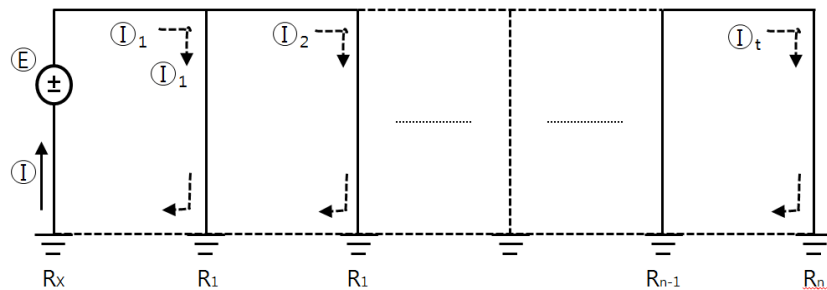
접지저항을 측정할 때 전류 보조극의 거리를 접지체로부터 C로 하고 전압보조극의 거리를 C의 61.8%로 하여 측정된 접지값을 측정값으로 결정하는 것이다.



전위 강하법 측정회로  
[그림 4-7] 접지저항 측정회로 및 61.8% 측정

## 2. 클램프 측정법

3점 전위차 측정법을 대체할 수 있는 측정법으로, 운전 중인 전기설비나 기계를 정지하지 않고 사용 상태에서 전류를 빠르고 확실하게 측정할 수 있는 측정법이다. 또 장비와 직접 접촉하지 않으면서 안전하며 측정절차가 매우 정확한 장점이 있어 설비점검이나 보수 시 사용하지만, 단독접지에는 사용할 수 없다는 단점이 있다.



[그림 4-8] 클램프 접지

### (1) 클램프 접지저항계의 구성 및 역할

- (가) 훅(HOOK CLAMP) 부분은 일반 전류측정용 훅 미터와 다르게 2개의 CT로 구성된다.
- (나) CT1은 접지회로에 전압을 인가하기 위한 변압기(CT코일이 1차, 접지회로 LOOP가 2차)의 역할을 하고, CT2는 접지 LOOP에 인가된 전압에 의해서 접지 LOOP에 흐르는 전류를 검출하는 역할을 한다.

### (2) 측정원리

- (가) 다중 접지된 접지회로는 [그림 4-8]처럼 측정하고자 하는 접지극과 여러 개의 접지 병렬회로가 형성되어 있는 형태의 회로가 된다.

(나) 측정하고자 하는 접지회로(접지저항 R) 이외 다수의 병렬접지회로의 합성저항을 구하면 미소한 값(r)이 되고, 이것을 등가회로로 그리면 R과 r이 직렬 접속된 하나의 LOOP회로가 된다.

(다) CT1에서 인가한 전압(V)에 의해서 접지 LOOP에 유도되는 전류를 I라고 하면, 등가회로의 전체의 전압분배는  $V = I(R + r)$ 이 되는데 여기서 " $R > r$ "이므로  $V = IR$ 로 볼 수 있다. I값은 CT2에 의해서 검출할 수 있고, V값은 클램프 접지저항계에서 인가한 전압으로 접지저항을 측정하고자 하는 접지극의 접지저항값은  $R = V/I$  식과 같이 된다.

## ② 접지저항 관리

신호설비의 접지저항 관리는 전기 관련법에 의거 고속철도 및 일반철도, 그리고 도시철도의 규정 및 관리지침에 의하여 관리하고 있다.

### 1. 관리기준

전철구간 공용접지를 원칙으로 하며 특별히 정한 것을 제외하고 다음과 같이 한다.

(1) 신호계전기실, 열차집중제어장치 컴퓨터실, 신호원격제어장치 및 건물목의 AC전원은  $10\Omega$ 이하로 한다.

(2) 실외설비로서 전원기기를 포함한 주요 신호기기는  $50\Omega$  이하로 한다.

(3) 신호설비에 사용하는 각종 기기별의 접지 저항치는 다음의 각 호 이하로 한다.

(가) 기계실 접지 :  $10\Omega$  이하

(나) 신호전원배전반 2차측 :  $10\Omega$  이하

(다) 제어함(Controller) :  $10\Omega$  이하

(라) 신호기 :  $50\Omega$  이하

(마) 접속함 :  $50\Omega$  이하

(4) 그 밖의 신호기기는  $100\Omega$  이하로 한다.

### 2. 점검주기

일반적으로 고속철도 및 일반철도, 도시철도 구간의 접지저항 측정주기는 연 1회 점검으로 하며, 공용접지 구간은 접지선의 단선유무 및 각종 단자접속 상태를 확인한다(서울지하철의 경우 반기점검으로 시행 중).

## 수행 내용 / 접지저항 측정하기

### 재료 · 자료

- 접지시공도, 접지관련 규정, 접지저항 측정표, 보조접지 전극, 리드선

### 기기(장비 · 공구)

- 접지저항계(클램프 미터, 전위차계), 필기도구

### 안전 · 유의 사항

- 접지저항 측정절차 준수
- 안전사고 주의

### 수행 순서

#### ① 3점 전위차 측정법으로 접지저항을 측정한다.

##### 1. 3점 전위차 측정하기

###### (1) 측정법

3점 전위차 측정법(3-Point Fall of Potential)은 2개의 측정 탐침전극을 이용하여, 측정하고자 하는 접지봉으로부터 일직선상으로 원거리로 이격된 지점(Z)에 고정으로 탐침 하나를 박아 놓고 다른 한(Y)점을 일정간격으로 (Z)점을 향해 박아 나가며 측정한다(그림 4-7 참고)

###### (2) 측정원리

측정하려는 접지시스템(X)과 원거리점(Z)에 고정된 측정전극(Z) 사이로 장비의 전류원에서 일정한 전류를 공급하고, 다른 한 개의 측정전극(Y)은 접지봉(X)과 측정전극(Z) 사이에서 일직선 등거리 간격으로 (Z)점을 향해 대지에 박아 접지봉(X)과 측정전극(Y) 사이의 전압강하를 측정하는 것이다.

#### ② 접지시공도 및 접지저항 측정표를 작성한다.

##### 1. 접지시공도 작성하기

###### (1) 접지시공도에 표기해야 할 내용

접지공사 시공 후 평면약도 상에 신호설비 접지명과 상호거리 및 위치표시와 설

치자, 감독자, 설치 연월일, 명칭, 저항치, 극수명시를 표시한다.

(가) CTC 기기랙, 배전반 및 통신회선

(나) 신호계전기실, 기기랙, 배전반 및 통신회선

(다) 역구내 및 역간의 신호기, 기구함, 접속함, 건널목보안설비 및 기타 시공개소

## (2) 접지봉 시설에 따른 시공도 작성요령

(가) 시공도는 상세도에 준하여 설계하되, 표시가 없는 부분에 대하여 너무 세밀하게 그리지 않는다. 때로는 시공 상의 모든 공정의 초기에 감리로부터 하나하나 확인하는 부분도 있으므로 시작할 때 너무 상세한 시공도를 그리면 이후의 모든 공정 시공에 따라 상세하게 다 그려야 되는 상황으로 가게 된다. 따라서 시공도의 초기 제출에 있어서는 원도를 그대로 제출하는 선에서 멈추는 게 좋다.

(나) 시공도=준공도라는 개념으로 정리하되, 배치를 사용하여 파일 정리를 해주면 이후의 도면 작업에 유리하다.

## 2. 접지저항 측정표 작성하기

### (1) 접지저항 측정표 양식

접지저항 측정표에는 [그림 4-9]와 같은 양식으로 측정표를 작성한다.

## 접지저항측정기록표

측정대상		측정장소			
접 지 명	날 짜	접지저항 기준치	접지저항 측정치	입회자	
				측정자	확인자
공통 접지		10			
공통 접지		10			

[그림 4-9] 접지저항 측정표 예

### (2) 작성법

(가) 측정대상과 측정 장소를 기록한다.

(나) 접지명과 날짜, 그리고 기준치를 기록한다.

(다) 접지저항을 측정하여 기록하고 측정자와 확인자를 기록한다.

### 수행 tip

- 접지저항 측정법을 이해하여야 한다.
- 접지시공도 작성법을 알아야 한다.

## 학습 4 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 접지에 대한 개요 및 접지공사의 종류와 기준에 대하여 설명한다.
- 신호설비에 대한 접지종별에 대하여 설명한다.
- 단독접지의 장단점과 시공방법에 대하여 설명한다.
- 공용접지의 장단점과 시공방법에 대하여 설명한다.
- 부대설비의 낙뢰, 서지에 대한 보호대책에 대하여 설명한다.
- 접지저항 측정법에 대하여 설명한다.
- 접지저항 측정기록표 작성법에 대하여 설명한다.
- 현장에서 시공된 접지봉을 확인시키고 접지시공도 작성에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- 접지의 이유와 접지공사의 종류, 그리고 그 기준에 대하여 학습한다.
- 신호설비에 대한 접지종별에 대하여 학습한다.
- 단독접지에 대한 이론적 설명을 조사하여 발표하고 그 시공법에 대하여 학습한다.
- 공용접지에 대한 이론적 설명을 조사하여 발표하고 그 시공법에 대하여 학습한다.
- 부대설비의 낙뢰, 서지에 대한 보호대책에 대하여 조사하고 학습한다.
- 접지저항 측정법에 대하여 이론을 학습 하고 실제 측정하여 본다.
- 현장에 설치된 접지봉을 확인하고 접지시공도를 작성해 본다.
- 접지저항 측정으로 접지저항 측정기록표를 작성해 본다.

## 학습 4 평가

### 평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
접지 설치기준	- 부대설비의 낙뢰, 서지, 노이즈에 대한 보호대책 및 접지계획서를 수립할 수 있다.			
	- 신호기주, 신호기구류, 함체 외함, 기기랙, 건물목 보안장치, 전원장치 등에 적합한 접지장치를 시공할 수 있다			
접지설비 시공	- 신호시설물에 F-G35mm <sup>2</sup> /MLFC80mm <sup>2</sup> /F-GV 10mm <sup>2</sup> 등 접지선을 포설할 수 있다.			
	- 접지자재(접지봉, 접지저감제, 나동선 등) 및 크레인 등의 장비를 가지고 접지공사를 할 수 있다.			
	- 관련 부서와 협의하여 공용접지를 활용할 수 있다.			
	- 특정된 장소, 환경에서는 신호 단독접지를 시공할 수 있다.			
접지저항 측정 및 관리	- 3점 전위차 측정법으로 접지저항을 측정할 수 있다.			
	- 접지시공도 및 접지저항 측정표를 작성할 수 있다.			

### 평가 방법

- 서술형 시험

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
접지 설치기준	- 접지의 종류 및 기준에 대하여 서술하기			
	- 신호설비에 대한 접지종별 서술하기			
접지설비 시공	- 단독접지와 공용접지의 장단점 서술하기			
	- 부대설비의 낙뢰, 서지의 보호대책 서술하기			
	- 신호분야 단독접지 시공하기에 대하여 서술하기			
접지저항 측정 및 관리	- 접지저항 측정법 중 3점 전위차 측정법 서술하기			
	- 접지시공도 작성법 서술하기			

• 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
접지 설치기준	- 작업장에서 접지기준에 대하여 질문하여 평가하기			
	- 작업장의 신호설비 중 택하여 접지종류 확인하기			
접지설비 시공	- 신호 단독접지 시공 작업순서 평가하기			
	- 낙뢰 보호대책에 대한 작업계획서 작성 평가하기			
접지저항 측정 및 관리	- 작업장에서 접지저항 측정하고 측정기록표를 작성하는 것에 대하여 평가하기			
	- 작업장의 접지시공도 작성에 대하여 평가하기			

## 피드백

<p>1. 서술형 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 접지 설치기준에 있어 접지의 종류 및 기준과 신호설비의 접지종류에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가를 할 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 접지설비 시공에 있어 단독, 공용접지에 대한 비교와 부대설비의 보호대책 등에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가를 할 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 접지저항 측정 및 관리에 있어 측정법과 접지시공도 작성에 대한 이론과 절차에 대하여 서술형으로 평가하여 일정수준 이하일 경우 보충학습을 통하여 재평가를 할 수 있도록 피드백 한다.</li> </ul> <p>2. 작업장 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 접지 설치기준에 있어 작업장에서 실제 작업개소에 대한 이론적 접지기준을 질문하여 평가하고 수준 이하일 경우 반복교육을 통하여 능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 접지설비 시공에 있어 작업장의 작업할 내용(단독접지)에 대하여 접지시공순서를 평가하고 부대설비 보호대책에 대한 작업계획서를 작성하게 하여 수준 이하일 경우 직접적인 지도로 업무능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.</li> <li>- 접지저항 측정 및 관리에 있어 실제 접지저항을 측정하게 하고 측정표를 작성 및 접지시공도를 작성하게 하여 평가하고, 수준 이하일 경우 직접적인 맨투맨 지도로 능력이 향상될 수 있도록 피드백 한다.</li> </ul>
--

# 참고자료



- 김영태(2003). 『신호제어시스템』. 테크미디어.
- 박재영 외(2013). 『철도신호공학』, 동일출판사.
- 서울특별시(1999). 『지하철공사(1999) 신호실무교재 I』.
- 이만필(2015). 『철도신호해설』, 도서출판 세화.
- 한국철도공사(201). 신호설비시공표준.
- 한국철도시설공단(2004). 철도설계편람(신호편).
- 허원(1998). 『쉽게 배우는 전기기기』. 동일출판사.
- 한국철도시설공단. KR S-12010(2015. 7. 1.) . 신호제어설비보호.
- 한국철도시설공단. KR S-09010(2015. 7. 1.) . 신호전원설비.
- <http://cafe.naver.com/invtups/184>
- <http://blog.daum.net/sswyj/21>
- <http://cafe.naver.com/power119/88226>



---

## NCS 학습모듈 개발진

---

### (대표 집필자)

김봉수(대림코퍼레이션)

### (집필진)

유근수(㈜한터기술)

엄기태(대아티아이㈜)

박경규(서울메트로)

이건수(신우이엔지㈜)

최종관(한국철도시설공단)

### (검토진)

김기확(가톨릭상지대학교)

이 규(코레일)

장봉익(대구도시철도공사)

송수호(신우이엔지㈜)

김성일(㈜경인기술)

### (연구기관)

황성수(한국직업능력개발원)

김인엽(한국직업능력개발원)

구본정(한국직업능력개발원)

유수진(한국직업능력개발원)

임아영(한국직업능력개발원)

※ 본 학습모듈은 「자격기본법 시행령」 제8조 국가직무능력표준의 활용에 의거하여 개발하였으며, 「저작권법」 제25조에 따라 관리됩니다.

※ 본 학습모듈은 <http://www.ncs.go.kr>에서 확인 및 다운로드할 수 있습니다.



[www.ncs.go.kr](http://www.ncs.go.kr)