

대분류 / 19  
전기·전자

중분류 / 01  
전기

소분류 / 10  
철도신호제어

세분류 / 02  
철도신호제어시공

학습모듈 / 08

08

# 열차제어장치 시공

LM1901100208\_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

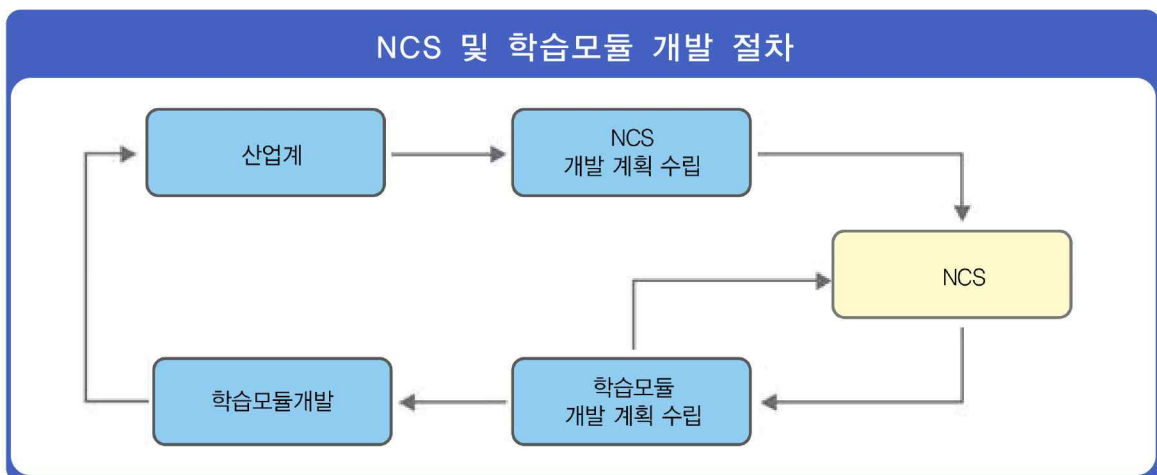


# NCS 학습모듈의 이해

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

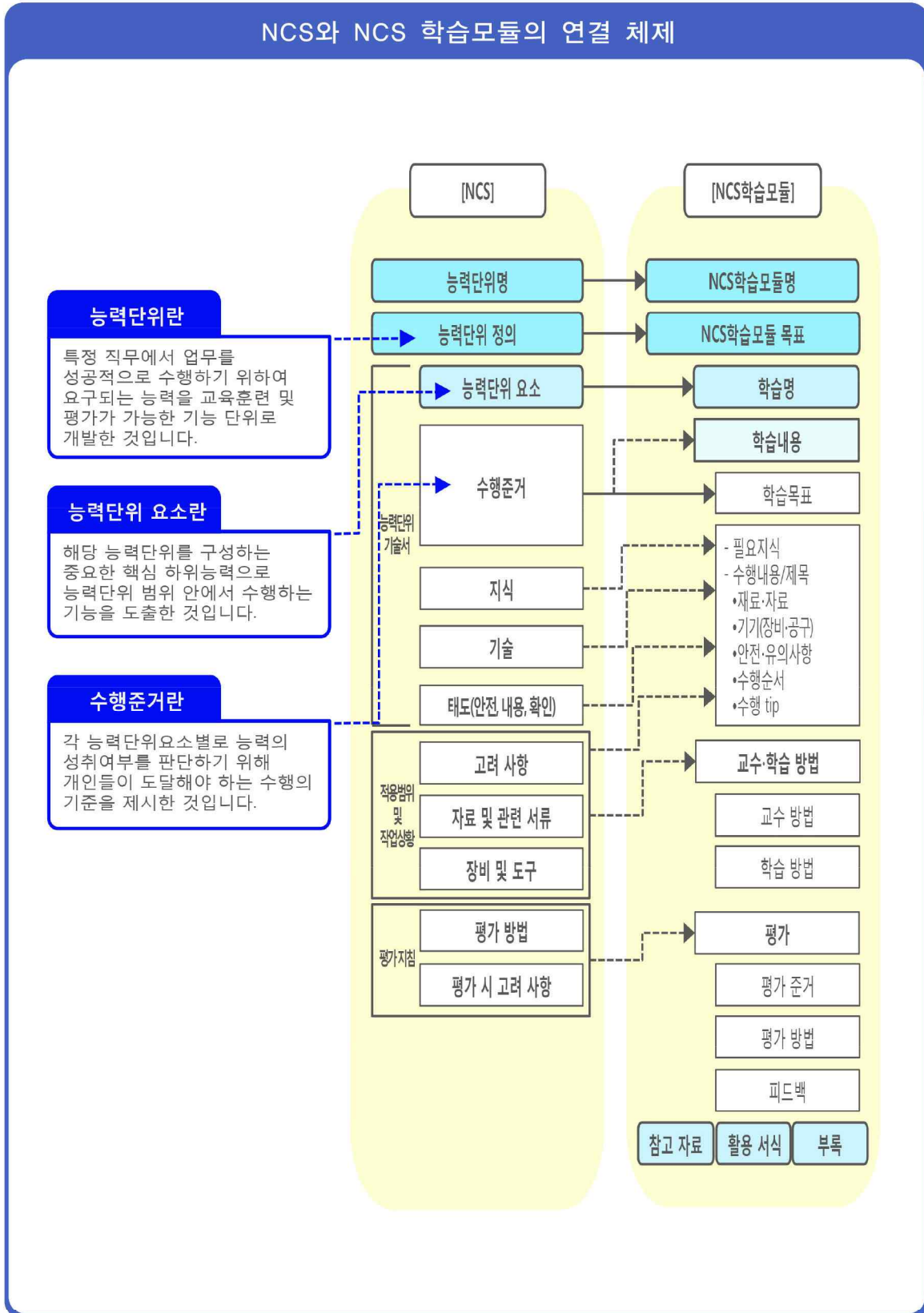
## (1) NCS 학습모듈이란?

- 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 구체적 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	네일 샵 위생 서비스	네일샵 위생서비스
피부미용	네일 화장품 제거	네일 화장품 제거
메이크업	네일 기본 관리	네일 기본관리
네일미용	네일 랩	네일 랩
이용	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. 젤 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, 플리시, 네일 파일, 스웨이형, 스웨이 오프형, 리운드형, 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 구성한 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 활용할 수 있습니다.

#### 3-1. 컬러링 매뉴얼 이해

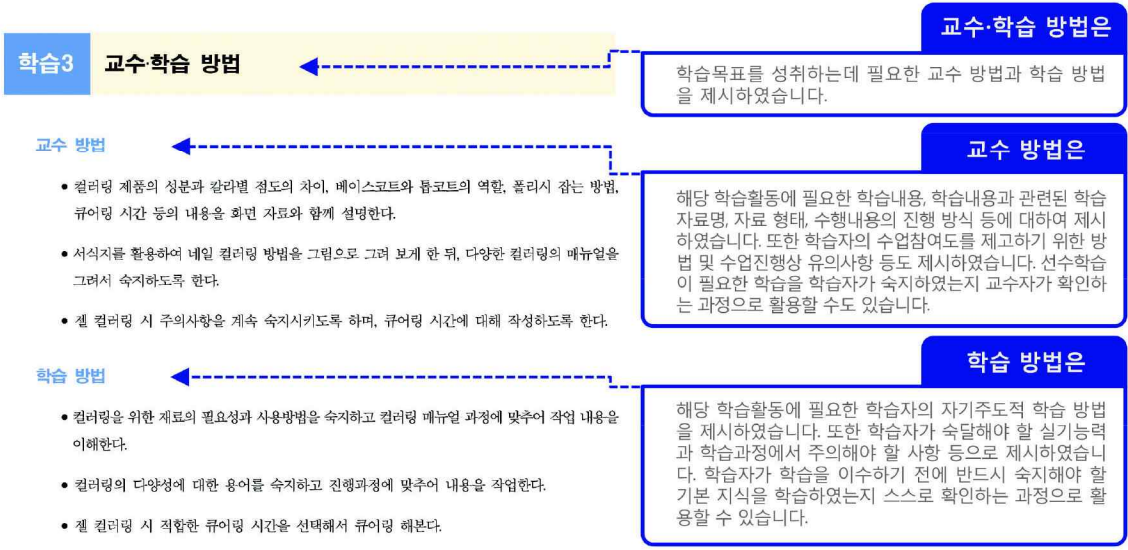
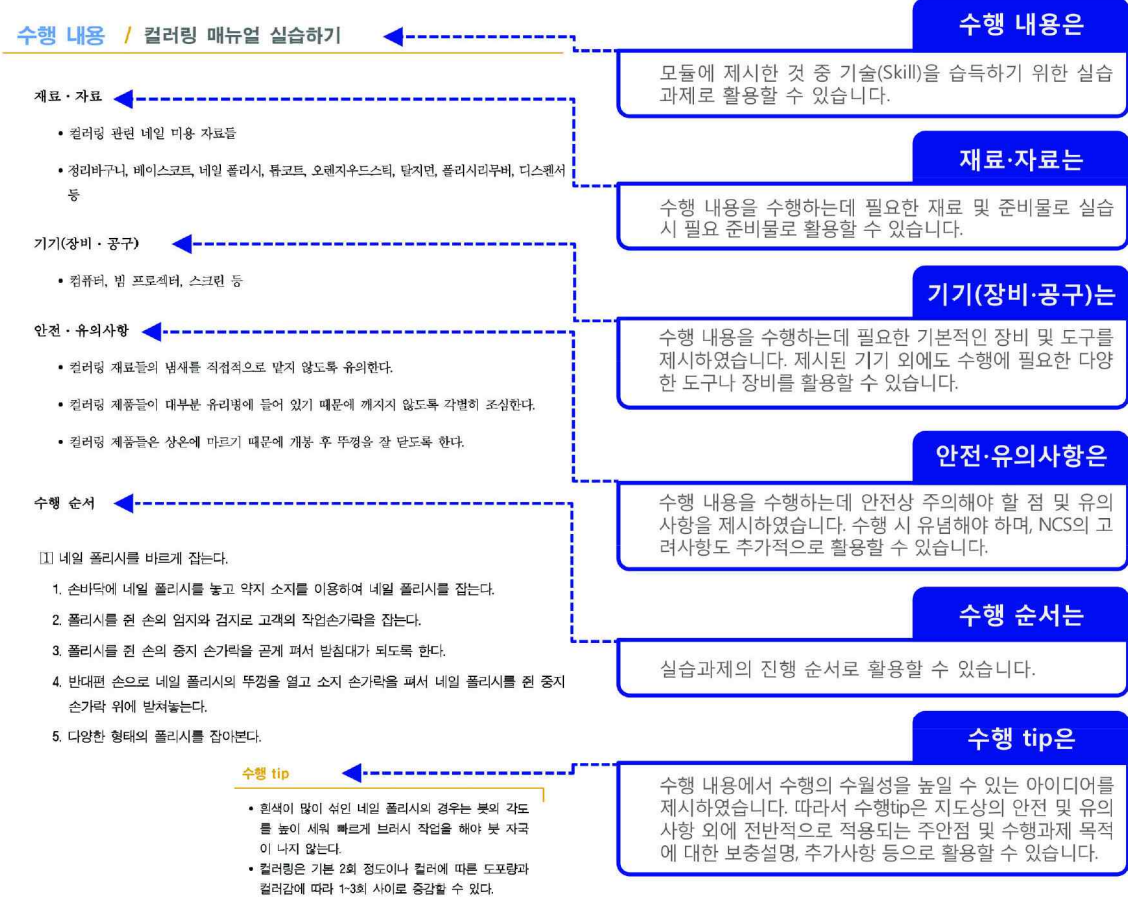
- 학습목표**
- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 침착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.
  - 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.
  - 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.

#### 필요 지식 /

##### □ 컬러링 매뉴얼

컬러링 작업 전, 이세론 또는 네일 폴리시 리무버를 사용하여 손톱표면과 큐티클을 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.

**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.



### 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
칼러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 질착을 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 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
칼러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 질착을 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 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

#### 피드백

- 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
재용관리함	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
학습 1. 열차자동제어(ATC)장치 시공하기	
1-1. ATC 선로변 설비	3
1-2. 열차검지장치	9
1-3. ATC 정보처리장치	14
1-4. 속도코드조건 작성	20
1-5. ATC 수신기 작동 원리	28
• 교수·학습 방법	51
• 평가	52
학습 2. 열차자동방호(ATP)장치 시공하기	
2-1. 선로변 제어유닛 기능	54
2-2. 발리스의 기능	58
2-3. 선로변 설비 시공	66
2-4. 주변설비와의 인터페이스	78
• 교수·학습 방법	86
• 평가	87
학습 3. 열차자동운전(ATO)장치 시공하기	
3-1. 열차정보송신장치 기능	89
3-2. 열차정보송신장치 유닛의 기능	93
3-3. 자동운전기능 검사	96
3-4. 출입문 개폐 기능 검사	99

• 교수·학습 방법	106
• 평가	107
<b>학습 4. 열차자동정지(ATS)장치 시공하기</b>	
4-1. ATS 제어거리 산출	109
4-2. ATS 지상장치 설치 및 결선	117
4-3. ATS 지상자 주파수 및 Q측정	123
• 교수·학습 방법	130
• 평가	131
<b>학습 5. 열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기</b>	
5-1. 선로변 무선장치 기능	133
5-2. 선로변 트랜스폰더 기능	140
5-3. 통신시스템의 이해	142
5-4. 열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한	144
• 교수·학습 방법	153
• 평가	154
<b>참고 자료</b>	<b>156</b>
<b>부    록</b>	<b>157</b>

# 열차제어장치 시공<sup>1)</sup> 학습모듈의 개요

## 학습모듈의 목표

열차제어장치 시공은 설계편람 및 지침, 설계서에 따라 열차 상호 보호 및 정시운행에 필요한 열차자동제어장치 시공하기, 열차자동방호장치 시공하기, 열차자동운전장치 시공하기, 열차자동 정지장치 시공하기, 열차무선제어장치 시공하기 등을 수행할 수 있다.

## 선수학습

한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(제4편 KR S 신호제어(Signaling Control)편 KR S-07010 열차제어장치일반사항 및 KR S-07030 열차자동제어장치(ATC), 공사시방서, 철도신호공학, 데이터 전송 일반 이론, 디지털 공학의 일반 이론, 컴퓨터장치 일반 이론

## 학습모듈의 내용 체계

학습	학습내용	NCS 능력단위 요소		수준
		코드번호	요소 명칭	
1. 열차자동 제어(ATC)장치 시공하기	1-1. ATC 선로변 설비	LM1901100208_14V1.1	열차자동제어(ATC) 장치 시공하기	4
	1-2. 열차검지장치			
	1-3. ATC 정보처리장치			
	1-4. 속도코드조건을 작성			
	1-5. ATC 수신기 작동 원리			
2. 열차자동방호(ATP)장치 시공하기	2-1. 선로변 제어유닛 기능	LM1901100208_14V1.2	열차자동방호(ATP) 장치 시공하기	4
	2-2. 발리스의 기능			
	2-3. 선로변 설비 시공			
	2-4. 주변설비와의 인터페이스			
3. 열차자동운전(ATO)장치 시공하기	3-1. 열차정보송신장치 기능	LM1901100208_14V1.3	열차자동운전(ATO) 장치 시공하기	4
	3-2. 열차정보송신장치 유닛의 기능			
	3-3. 자동운전기능 검사			
	3-4. 출입문 개폐 기능 검사			

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

학습	학습내용	NCS 능력단위 요소		수준
		코드번호	요소 명칭	
4. 열차자동 정지(ATS)장치 시공하기	4-1. ATS 제어거리 산출	LM1901100208_ 14V1.4	열차자동정지(ATS) 장치 시공하기	3
	4-2. ATS 지상장치 설치 및 결선			
	4-3. ATS 지상자 주파수 및 Q측정			
5. 열차무선제어시스템 (CBTC/KRTCS) 시공하기	5-1. 선로변 무선장치 기능	LM1901100208_ 14V1.5	열차무선제어시스템 (CBTC/KRTCS) 시공하기	5
	5-2. 선로변 트랜스폰더 기능			
	5-3. 통신시스템의 이해			
	5-4. 열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한			

## 핵심 용어

열차자동제어(ATC)장치, 열차자동방호(ATP)장치, 열차자동운전(ATO)장치, 열차자동정지(ATS)장치, 열차무선제어(CBTC)장치, 속도코드, 선로변제어유닛(LEU), 정보전송장치(Balise), 지상자, 트랜스폰더, 선로변 무선장치(AP), 열차검지(TD), 바이털(Vital)

## 학습 1

# 열차자동제어장치(ATC) 시공하기 (LM1901100208\_14V1.1)

학습 2	열차자동방호(ATP)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.2)
학습 3	열차자동운전(ATO)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.3)
학습 4	열차자동정지(ATS)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.4)
학습 5	열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기(LM1901100208_14V1.5)

## 1-1. ATC 선로변설비

**학습 목표** • ATC 선로변 설비를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 열차자동제어(ATC)장치 개요

##### 1. 용어의 정의

###### (1) ATC (Automatic Train Control)

열차자동제어장치는 설치위치에 따라 크게 지상에 설치되는 ATC지상설비들과 그에 대응하여 작동하게 되는 차상의 ATC차상장치들로 구성되어있다. 열차자동제어장치에 대하여 기능적으로 정의 하면 ‘지상에서는 제어할 열차의 운행진로상태와 앞선 열차의 위치를 감지한 정보 등 선로의 제반조건에 따른 정보코드를 AF궤도회로 등을 통하여 연속적으로 차상에 전송하고, 차상에서는 전송받은 정보를 기반으로 열차이동에 대한 제어 및 열차의 안전성 확인과 열차운영 명령을 자동으로 실행하는 장치’ 라고 할 수 있다. 또 하부시스템으로 열차자동보호장치(ATP), 열차자동운전장치(ATO), 열차자동감시장치(ATS)의 기능을 갖는다.

###### (2) ATP(Automatic Train Protection)

ATC 장치에서 안전에 직결되는 바이털신호를 처리하는 핵심장치로 Fail-Safe원칙에 의하여 작동하는 부속장치 또는 부속기능을 의미한다. ATP 장치의 궁극적인 작용은 운행하는 열차에서 나타나게 된다. 바이털신호에 해당하는 것은 허용된 열차속도, 현재의 속도, 출입문의 개폐의 허용(Enable신호), 비상제동(EB) 등이 있는데, ATP장치는 이

러한 바이털 신호를 ATO장치 또는 MMI(Man Machine Interface)에 제공하고 열차에 대한 ATO장치 또는 기관사의 Operation이 이를 위배할 경우 즉각적으로 “경고” 또는 “비상제동” 등의 보호조치를 취하는 기능을 수행함으로써 열차를 보호한다.

‘학습 2 열차방호장치(ATP) 시공하기’ 에서 다루는 ATP장치는 유럽열차제어시스템(ERTMS/ETCS) Level 1에 근거한 시스템에 대한 것으로 본 학습에서의 ATP와는 구분하여 학습하여야 한다. 일반철도 및 고속철도에서의 ATP는 유럽열차제어시스템 Level 1을 표현하는 것이고, 도시철도에서의 ATP는 ATC시스템의 부속시스템으로서 ATP를 표현하고 있다.

### (3) ATS(Automatic Train Supervision)

열차자동감시장치는 실시간 열차의 운행을 감시하고, 사전에 정해진 열차운행 스케줄 또는 관제사에 의하여 진로를 설정하며 열차의 운행을 관리하는 장치이다. 현대의 도시철도에서 적용하는 신호시스템은 무인운전시스템으로 진화해 가는데 ATS의 기능이 이러한 중요한 역할을 담당한다. 실례로 부산4호선의 경우 차량기지에서 열차가 하루 운행을 위하여 기동(Wake-up)하고 자동으로 자기진단을 실시하며, 출발역에서 운행을 개시하여 최종 기지에 입고될 때까지 일련의 열차운영과정을 ATS의 감시와 지령에 의하여 운행되고 있다.

### (4) 열차검지(TD, Train Detection)

ATC시스템에서 열차를 검지하는 방법은 열차의 유무를 검지하고자하는 궤도 양쪽에 가청 주파수(AF, Audio Frequency)를 송신하고 반대편에서 이를 수신하는 장치를 설치하여 열차가 해당구간을 점유할 때는 차륜에 의하여 궤도 양단이 단락이어서 수신측에서 신호를 수신하지 못함으로써 이를 검지하는 원리를 이용하는 경우가 대부분이다. 이때 송신하는 AF에 변조주파수를 활용하여 열차에 필요한 ATC정보코드를 첨가하여 송신을 하고, 열차에서는 이 신호를 Pick-Up코일이라는 장치를 통하여 열차운행에 필요한 정보를 연속적으로 수신할 수 있게 된다.

고무차륜 등 레일이 존재하지 않는 시스템에서는 동축케이블을 궤도와 같이 부설하고 차량을 검지하는 방법도 있다.

### (5) 루프케이블

ATC시스템에서 필요한 불연속적인정보(열차가 루프케이블이 설치된 특정한 위치에서만 정보를 송수신함)를 송수신하기 위하여 선로변에 케이블로 설치한 안테나이다.

고속철도의 ATC시스템과 쓰임새는 다르나 도시철도의 ATC시스템에서는 TWC안테나와 유사한 동작 원리를 가진다.

## 2. ATC 장치의 구성과 기능

ATC 장치의 하부시스템으로는 안전에 관한 감시와 제어기능을 수행하는 열차자동보호

(ATP, Automatic Train Protection)장치, 열차자동운전을 담당하는 열차자동운전(ATO, Automatic Train Operation)장치 그리고 실시간으로 열차를 감시하고 진로를 설정하는 기능을 수행하는 열차자동감시(ATS, Automatic Train Supervision)장치로 이루어져 있다. 하지만 이러한 하부시스템이 모든 ATC 장치로 불리는 시스템에 모두 적용된 것은 아니다. 예를 들어 도시철도에 적용된 ATC 장치의 경우는 이러한 하부시스템을 분명하게 구축하여 유기적으로 작용하지만, 고속철도에서 ATC 장치는 ATP장치의 기능이 중심이며 ATO장치나 ATS장치를 포함하지 않는다. 아래의 그림은 자동운전이 가능한 ATC 장치에서 일반적으로 정의하고 있는 하부시스템의 기본적인 기능을 도식적으로 표현한 것이다.



[그림 1-1] ATC 부속장치의 기능(예시)

### 3. 본 학습에서의 ATC 장치

앞의 항에서 간단히 설명한 바와 같이 현업에서 ATC 장치를 바라보는 범위 및 내용에 대하여 고속철도분야와 도시철도분야에서 차이가 있다. 도시철도의 경우는 ATC 장치라 할지라도 도입 시기, 도입방법 그리고 제작회사에 따라 용어, 구현방법 및 시스템의 명칭 등에서 많은 차이가 있다. 따라서 본 학습에서는 모든 경우를 다룰 수 없기 때문에 고속철도의 ATC시스템을 중심으로 학습 내용을 기술하였다.

#### ② 고속철도 ACT장치의 선로변설비

열차의 속도가 200km/h를 초과하여 운행할 경우 지상의 신호기를 사람이 식별하여 운전취급을 하는 것이 불가능하며, 정지거리 또한 속도의 자승에 비례하여 늘어나는 문제점이 있다. 이러한 문제점의 해결과 열차운행의 안전 향상을 위하여 지상의 신호정보를 차상에 연속적으로 송신하여 열차를 제어하는 ATC 장치가 필요하게 되었다. 고속철도에 적용된 ATC 장치는 UM71C모델의 궤도회로를 활용한 TVM430시스템이 도입되었다.

하나의 단위 ATC 지상 장치는 한쪽으로 7.5km까지 제어할 수 있으므로 최대 15km 범위를 제어한다. 인접한 ATC 장치와는 서로 연결되어야 하며, 그 구성은 이중화하여야 한다.

### 1. 연속정보 전송장치(궤도회로)

ATC신호방식으로 운행하는 차량은 운행에 필요한 속도정보 등의 정보를 연속적으로 송신하고 차상장치는 이를 수신하여야 한다. 연속적으로 송신해야 할 정보는 궤도회로의 가청수파수를 반송파로 하여 변조를 통하여 차상장치에 전달하게 된다. 이때 전달되는 정보는 총 27bit(유효 21bit)의 메시지 구조로 448ms 주기로 연속해서 송신한다.

#### (1) ATC 장치의 연속정보의 효과

차상ATC 장치로 연속정보를 송신하는 것은 안전성의 향상과 운행효율(선로용량증대) 증대에 중요한 요소이다. 예를 들어 하나의 폐색구간을 운행하는 열차가 진로설정 상태나 앞선 열차의 위치 등으로 속도의 제한을 받는다고 할 때 어떠한 순간이든 속도의 제한요소가 해소되면 그 즉시 새로운 속도코드가 전송되고 열차의 운행 속도를 높일 수 있기 때문에 운행효율을 높일 수 있게 된다. 반대의 경우 극단적이 예이지만, 레일의 절손 등이 감지된다면 즉각적으로 새로운 ATC코드의 전송이 이루어지고 차상 ATC 장치는 감속 또는 비상제동을 체결함으로써 안전성을 확대할 수 있게 된다.

#### (2) 송신되는 정보의 내용

- (가) 실행속도(Ve): 폐색구간 진입속도를 정의한다.
- (나) 명령속도(Vc): 진입한 폐색의 끝에서 지켜야 할 속도를 결정한다.
- (다) 예고속도(Va): 다음 폐색의 끝에서 지켜야 할 속도정보를 제공한다.
- (라) 폐색구간의 길이를 표현하는 정보가 담긴다.
- (마) 열차가 운행 중인 선구 등에 관한 정보가 포함된다.

<표 1-1> 연속정보의 메시지 구성

bit 용도	시스템 주소	속도율	목표거리	경사도	에러감시
bit 크기	3bits	8bits	6bits	4bits	6bits

### 2. 불연속정보 전송장치(루프케이블)

ATC신호방식을 운용하는 구간에서 ATC지역 진출/진입 정보, 양방향운전을 위한 운행방향에 관한 정보, 차량 내 기밀장치 동작을 위한 터널 진출/진입 정보, 절대정지구간 정보 및 전차선 사구간 정보 등 열차운행에 필요한 정보를 안테나 역할을 하는 루프케이블을 통하여 차량에 전송한다. 불연속정보의 전송은 지상의 입장에서는 송신할 정보를 시간적으로 끊임없이 송신하지만, ATC 차상장치는 열차운행 중 루프케이블이 설치된 개소에서 순간

적으로 이루어지므로 운행하는 열차의 입장에서는 불연속적인 정보이다.

(1) 불연속정보 전송장치의 정보전송 내용

불연속정보전송루프(ITL)는 지상과 열차간의 불연속적인 정보전송로를 형성하며, 불연속정보전송루프에 의해 전송되는 정보는 다음과 같다.

(가) ATC제어구간/비ATC제어구간으로 부터의 진출/입 정보

(나) 열차운행방향 변경정보(상/하선 운행방향변경 등)

(다) 차량 내 기밀장치동작정보(터널 진출/입 정보)

(라) 절대정지제어 등의 정보

(마) 안전설비 제어정보

(바) 전차선 절연구간 정보

(사) 전차선 높이 변경구간 정보 등

(2) 불연속장치의 정보전송 방법

TVM430에서는 주파수변조를 이용한 BSP 메시지를 전송한다. 이 메시지는 88bit단위로 전송되는데 8bit(1byte)를 전송하기 위하여 1 Start bit, 1 Parity bit, 1 Stop bit의 신호를 포함하므로 11bit가 할당되고 5byte의 데이터와 하나의 메시지 단위를 구분하기 위하여 3개의 11bit가 할당되므로 88bit의 메시지 구조가 이루어진다. 따라서 하나의 루프에서 40bit의 데이터가 송신되고 두 개의 루프가 짝을 이루어 차상에 전달하므로 운전정보는 총 80bit를 사용한다.

(3) 불연속장치 설치규칙

(가) 루프의 길이는 4.5m와 7m로 하며, 선구의 최고속도가 230km/h를 초과할 때는 7m 루프를 설치해야 한다.

(나) 루프간의 간격은 20m 이상이어야 한다.

(다) 무절연 장치 개소와 침단에서 크로싱 끝부분까지는 설치할 수 없다.

(라) 하나의 루프로 정방향과 역방향 열차에 대한 정보 전송을 할 수 있다.

(마) 부분별 사용하는 회선의 종류는 아래와 같다.

1) 루프: 6mm<sup>2</sup> SCNV-S 케이블

2) 정합변성기(Tad125)와 접속함간: 2-pair 케이블

3) 접속함과 계전기실 단말랙간: ZCO3(최대 7km)

4) 계전기실 단말랙과 PEU간: 6-pair ZUT

(바) 루프와 정합변성기(Tad125)간의 회선은 28mm 외장(Sheath) 보호판이나 동등 이상의 규격품으로 보호하여야 한다.

### 3. 방호스위치

터널, 교량 및 역구내에서 비상사태가 발생할 경우, 보수자의 조작으로 정지신호를 전송하여 열차를 정지시킬 수 있는 스위치이다.

### 4. 지장물검지장치(Intrusion Detector)

철도를 횡단하는 고가차도나 낙석 또는 토사붕괴가 예상되는 지역에 설치되어 열차운행에 지장을 초래하는 물질의 침입을 검지하는 장치이다.

### 5. 차축온도검지장치(HBD, HOT Box Detector)

고속철도는 300km/h의 고속으로 운행하게 됨에 따라 열차의 차축베어링 등에서 과열이 발생할 여지가 있고 과열에 의해 열차안전운행에 위험요소가 따를 수 있다. 따라서 고속철도에서는 운행하는 열차의 차축의 온도를 검지하는 장치가 설치되어 있다.

선로변설비는 방수, 방습 구조로 하며, 부식이나 침식으로부터 잘 견디는 자재를 사용하고 무보수화를 고려한 설비로 한다.

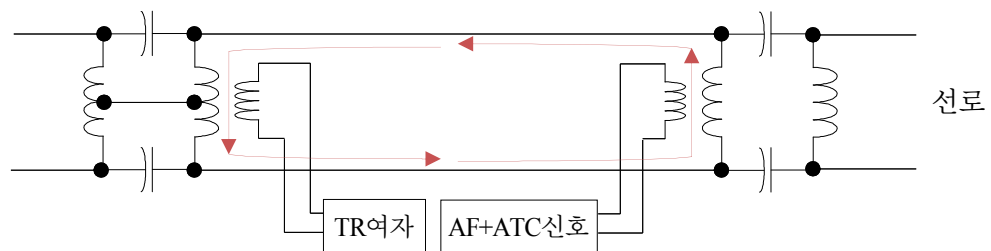
# 1-2. 열차검지장치

**학습 목표** • 열차검지장치를 시공할 수 있다.

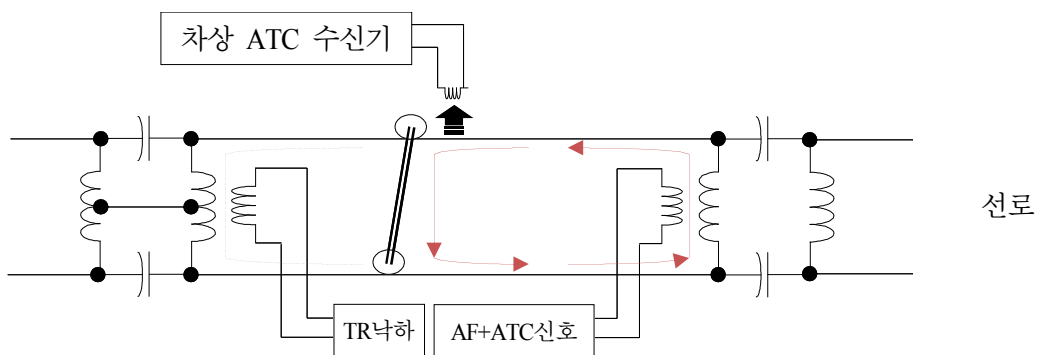
## 필요 지식 /

### ① 열차검지장치의 개요

열차검지는 궤도회로 내에 열차의 유·무를 검지하는 것으로, 일반적으로 자동신호구간에 있는 궤도회로와 동작원리가 같다. 그러므로 유절연식, 무절연식, 저주파궤도회로, AF궤도회로 등 원리적으로는 여러 방식으로 나눌 수도 있지만 신호정보(ATC 신호)의 전송으로도 사용하기 위해 병행이 가능한 형태로 구성한다. 예를 들면 [그림 1-2]와 같이 궤도 계전기(TR) 측으로부터 본다면 ATC 신호는 열차검지용의 신호전류로서 동작하지만, 일단 열차가 진입하여 계전기가 낙하한 후에는 ATC신호로서 동작하게 된다.



[그림 1-2] 열차가 없을 때의 궤도회로구성



[그림 1-3] 열차점유시의 회로구성

## ② 열차검지장치의 기능

열차검지장치의 기본기능은 열차를 검지하는 기능이다. ATC 장치에서 적용되는 열차검지 장치는 열차를 제어하는 핵심요소인 연속정보를 운행하는 열차에 전달하는 기능이 함께 이루어진다.

### 1. 열차검지기능

열차를 검지하는 기능은 사용하는 주파수만 다를 뿐 일반적인 AF궤도회로와 동일한 원리에 의하여 이루어진다. 고속철도에서 하나의 궤도회로 구간의 크기는 일반적으로 1.5km정도이나 고밀도로 열차운행이 필요하지 아니한 경우는 이 보다 길게 적용할 수 있다. 일반 철도의 AF궤도회로에 대한 자세한 사항은 학습모듈 “05.현장신호설비시공” 모듈의 “2. 궤도회로장치 시공하기” 의 내용을 참고하면 된다.

#### (1) 적용된 주파수

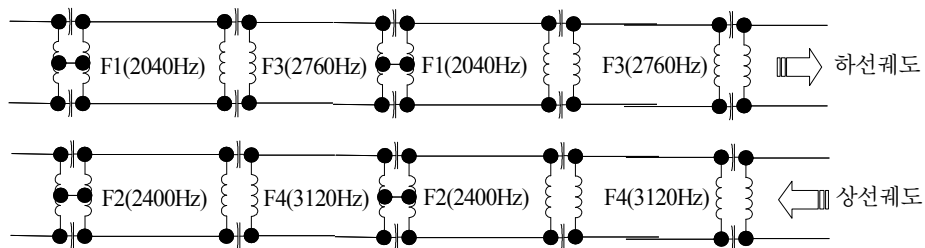
고속철도 열차검지장치에 적용된 주파수는 4가지(상선용 2개, 하선용2개)를 사용하였으며 2,040Hz에서부터 360Hz만큼 차이가 나는데 적용된 주파수는 아래 표와 같다.

<표 1-2> 고속철도에 적용된 주파수

표현	주파수(Hz)	용도	비고
F1	2,040	하선용	
F2	2,400	상선용	궤도회로의 열차검지기 능이 확실하도록 주파 수 편차가 큰 것을 동일 선로에 적용한다.
F3	2,760	하선용	
F4	3,120	상선용	

#### (2) 주파수 배열

주파수 사용은 인근 및 반대편 선로에 동일한 주파수가 사용되지 않도록 배열함으로써 궤도회로 간에 주파수 간섭이 배제될 수 있도록 하여야 한다. 아래의 그림은 궤도 회로에 적용된 주파수 배열의 간단한 예를 도식적으로 표현하였다.

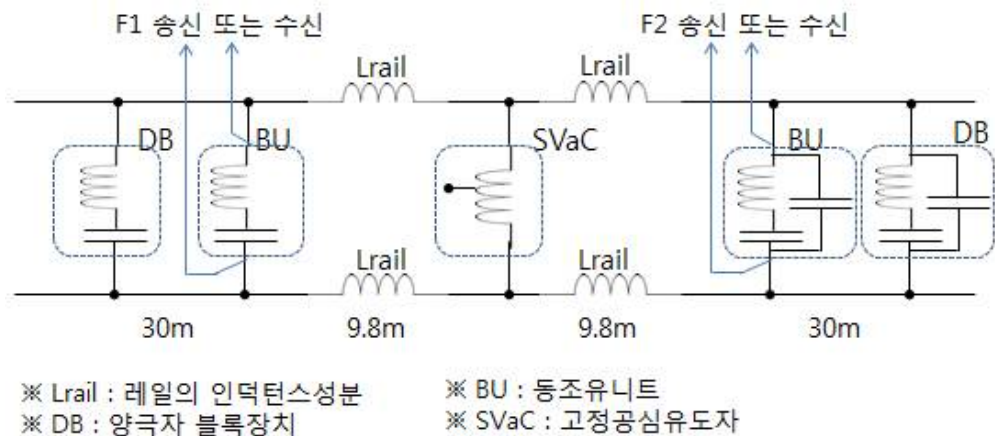


[그림 1-4] 간단한 주파수 배열의 예

## 2. 열차검지구역 구분

### (1) 무절연 궤도회로(JES)

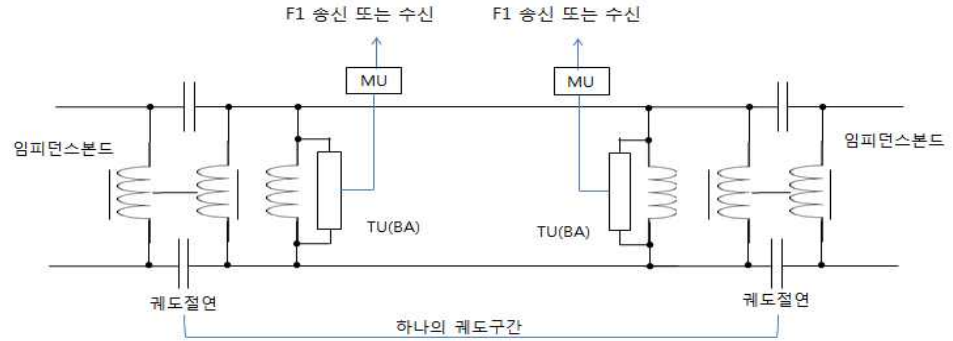
고속선에서 전기적 절연 조인트(JES)가 설치되는데, 이는 레일이 금속적으로 연속되어 있는 곳을 전기적(AF궤도회로)으로 분리하는 역할을 한다. 즉 레일이 금속적으로는 이웃하는 구간과 연결되어 있어도 특정 주파수에 대한 LC공진을 활용하여 궤도회로의 구성을 분리시키지만 전차선의 귀선전류는 레일을 통하여 계속 흐를 수 있도록 한다. 여기서, 귀선전류라는 것은 전기가 전원과 부하 및 폐회로가 구성되어야 공급될 수 있다는 관점에서 전차선(Supply Line)을 통하여 열차에 공급된 전기가 열차에서 모터나 조명 등과 같은 부하에 공급되어 에너지를 발생시키고 돌아가는 폐회로가 구성되어야 하는데 이때 돌아가는 전류를 귀선전류라 하고 이는 레일을 통하여 회수된다. 아래 [그림 1-5]는 고정공심유도자가 있는 전기적 절연 조인트의 설치도 예시를 보여주고 있다. 그림에서 Lrail은 궤도가 가지고 있는 인덕턴스성분을 표현하고 있는 것이다.



[그림 1-5] 고정공심자를 이용한 무절연궤도회로 설치 예

### (2) 유절연 궤도회로

유절연 궤도회로를 구성할 경우 큰 전차선 전류를 귀선시키기 위하여 임피던스 본드를 사용하여야 하며, 임피던스 본드는 궤도회로에 사용하는 모든 주파수에서 임피던스가  $20\Omega$  이상이 된다. [그림 1-6]은 임피던스 본드를 사용하는 유절연 궤도회로의 구성 예이다. 궤도절연을 사용하면 정확한 위치에서 인접한 궤도회로와 구분이 되는 장점이 있으나, 열차 운행에 따른 진동에 의하여 절연이 파괴되어 유지·보수성이 나빠지는 단점이 있다.



[그림 1-6] 임피던스본드를 사용하는 유절연 궤도회로

### 3. 연속정보 전송기능

궤도회로를 통하여 전송되는 연속정보는 시간적으로 매 448ms 마다 정의된 형식에 따라 열차운행정보를 연속적(운행하는 위치 관점)으로 전송하는 역할을 한다.

전송되는 메시지의 크기는 27bit이며 시스템주소, 속도율, 목표거리, 경사도와 전송메시지의 에러를 검출하기 위한 정보까지 5가지의 정보가 포함되어 있다.

#### (1) 시스템 주소

고속선 또는 일반선, 터널 구간 여부 등의 정보를 표현하기 위하여 3bit가 할당되어져 있다.

#### (2) 속도율 정보

256가지의 정보를 표현할 수 있도록 8bit가 할당되어 있으며 명령속도(Vc), 실행속도(Ve), 예고속도(Va)에 대한 정보가 합성되어 전송된다.

#### (3) 목표거리

6bit가 할당되어 있으며 차상장치에서 제동특성을 만들기 위해 사용된다. 6bit로 표현할 수 있는 최대 정보는 64가지의 표현이다. 그 표현 방법은 meter단위로 최소 50m에서부터 무한대 표현까지 64가지의 거리값 테이블을 사전에 정의하고 전송된 정보가 테이블의 어떤 값을 지칭하는가를 확인하여 거리값을 입력받는 방법으로 목표거리정보가 전송된다. 차상장치는 제동명령을 내리기 위한 제동특성을 계산하기 위해 사용되어진다.

#### (4) 경사도(구배, 철도용어로 구배라는 표현을 많이 사용함)

4bit가 할당되어 있으며 4bit로 표현될 수 있는 정보는 16가지이므로 사전에 정의된 16가지의 구배정보를 데이터형태로 차상장치에 저장하였다가 전송된 4bit의 정보가 지칭하는 값을 활용하는 방법으로 구배정보가 전송된다. 구배정보도 차상장치가 제동명령을 내리기 위한 제동특성을 계산하는 요소로 활용된다.

#### (5) 에러감시코드

CRC(Cyclic redundancy check)라고 하는 자기정정코드를 6bit가 할당되어 전송되어 진다. 자기정정코드는 통신 분야에서 많이 사용하는 에러 검출 방법으로서 송신부와 수신부가 사전에 약속된 방법에 의하여 CRC를 제외한 데이터를 연산을 한 결과 값을 CRC값으로 첨부하여 송신을 하면, 수신부는 CRC를 제외한 데이터를 약속된 방법으로 연산을 하여 얻어진 값과 통신에 의하여 수신된 CRC값을 비교하여 동일함을 확인함으로써 온전한 통신이 이루어졌음을 검증하는 방법이다.

# 1-3. ATC정보처리장치

**학습 목표** • ATC 정보처리장치를 시공할 수 있다.

## 필요 지식 / ATC 정보처리장치

### ① ATC 차상설비와 정보처리 유닛

ATC 장치의 차상장치의 구성은 수신안테나, 정보처리 유닛, 그리고 표시장치로 이루어져 있다.

#### 1. 차상장치의 구성

##### (1) 수신안테나

궤도회로 및 루프케이블로부터 열차제어정보(연속, 불연속정보)를 검출하여 차상논리장치로 전달하는 장치로서 전후동력차 하부(좌우측)에 각각 설치한다.

##### (2) 정보처리 유닛

차상의 수신안테나로부터 지상의 열차제어정보(연속, 불연속정보)를 전송받아 실제 운행속도와 허용속도를 비교 검토 후 브레이크제어 및 내부고장을 진단 기록한다. 열차의 속도는 차측단에 설치되어있는 속도검지기에서 출력되는 펄스(pulse)를 직류전압으로 변환하고 패턴(pattern)전압발생기에서 생성되는 직류전압과 비교하여 각 속도단계에 대응하는 출력을 내보낸다. 이 출력의 동작조건이 논리부에 보내져 신호계전기와 결합하여 제동체결 및 제동해방을 지시한다.

##### (3) 표시장치

현재의 열차속도 및 허용속도 등을 차상 운전실에 표시하여 기관사가 인지하도록 하는 장치로서, 표시는 후면 투광의 표시계로 하는데 각 속도는 3자리 숫자로 ‘최고제한속도’, ‘예고속도’, ‘실행속도’를 표시한다.

#### 2. 정보처리 유닛의 구성과 기능

TVM430모델의 경우 차상의 정보처리 유닛은 차상신호 유닛의 ATC Sub-Rack의 형태로 설치되어 있다.

##### (1) PIC

고장 시에도 완전한 정보 처리를 위하여 2중계로 구성된 PIC Sub-rack이 설치되어 있는데, 컴퓨터가 내장되어 있어 정보를 처리한다.

## (2) PIR

열차의 타 기기와 인터페이스를 위한 PIR Sub-rack장치가 전원장치를 포함하여 설치되어 있다. 이 또한 2중계로 구성되어 있어 한 쪽이 고장 났을 때 다른 한쪽으로 절체되어 정상적으로 출력이 이루어진다.

## ② ATC 지상설비

고속철도의 ATC정보처리는 경부선을 기준으로 TVM(Transmission voie-machine)장치의 430 모델이 적용되어 있다. 본 학습에서는 이 TVM430모델을 중심으로 설명되었다.

ATC 지상설비의 구성은 아래와 같은 5개의 주요장치로 구성되어있다.

### 1. 처리장치(BTR캐비닛)

ATC 처리장치 BTR(Baie de Traitement)는 궤도회로 송수신용 및 신호전송용 케이블로 연결되어 있고 인접의 ATC 장치, 연동장치와 서로 연결되어 있으며, 열차운전에 필요한 각종 정보를 수집하여 비교, 검증 후 조건에 맞는 열차제어속도정보를 생성한다.

ATC 신호전류는 속도에 대응하는 각 신호에 대하여 10~50Hz의 변조주파수를 할당하며, 이 주파수를 다시 반송파로 변주하여 고주파의 신호전류 형태로 전송하는데 처리장치의 기본적인 기능은 다음과 같다.

(가) 각 궤도회로로부터 열차유무 검지

(나) 연동장치로부터 전방진로의 선로조건, 분기기 개통방향 등 신호조건을 파악

(다) 각 폐색구간별로 조건에 맞는 속도정보 신호를 생성하여 전송

### 2. 입출력장치(BES캐비닛)

입출력 캐비닛(BES, Baie d'entrées-sorties)은 처리장치에서 처리된 열차제어정보(연속, 불연속정보)를 해당되는 각 궤도회로와 루프케이블로 전송하는 장치로 약 7.5km의 제어 범위를 가지며, 사용전원은 DC24V를 사용한다.

### 3. 궤도회로장치(열차검지/연속정보전송)

궤도회로를 적당한 간격으로 구분하여 전기적인 회로로 구성한 설비로서 송신기, 수신기, 궤도계전기, 매칭유닛, 동조유닛, 공심유도자, 보상용콘덴서, 접속함, 전원공급장치 등으로 구성되어 있으며, 열차운행에 필요한 속도정보 등 각종 정보를 차상으로 전송하고, 또한 열차검지 및 레일전손 검지를 연속정보전송원리에 의해 ATC 지상장치에 제공한다.

### 4. 불연속정보전송장치

정보전송장치로부터 수신된 불연속 정보를 선로에 따라 포설한 루프코일을 통하여 차상장치로 전송하는 장치로 전송내용은 다음과 같다.

- (가) ATC지역 진출/입 여부
- (나) 양방향 운전을 허용 하기 위한 운행방향 변경
- (다) 터널 진출/입 시 차량 내 기밀장치 동작
- (라) 절대정지구간 제어 및 전차선 사구간 정보 제공

## 5. 계전기 인터페이스

궤도회로부터 검지된 각종 정보를 ATC처리장치와 인터페이스 시키는 장치로서 각 기계실에 설치되며, 사용전원은 DC24V를 사용한다.

### ③ 지상 ATC정보처리(BTR)장치

#### 1. 주요 기능

ATC 장치가 정보를 처리함에 있어서 안전을 위해 보호되어야 할 데이터와 안전에 직접적 관계는 없으나 시스템운영에 필요한 데이터를 구분하여 처리한다.

##### (1) 데이터의 분류

###### (가) 안전 데이터(Protected 데이터)

열차운전에 직접적인 영향을 미치는 데이터로서 ‘바이탈 데이터(Vital 데이터)’라고도 한다. 이 데이터에서 에러의 검지는 그 데이터를 출력하는 장비 또는 그룹을 무력화시키고 새로운 데이터는 안전측으로 더 제한적인 값으로 된다. 안전 데이터는 일반적으로 이중화되어 사용된다.

###### (나) 기본 데이터(Essential 데이터)

시스템 운영에 필요한 데이터이며 ‘넌 바이탈 데이터(Non-vital 데이터)’라고도 한다. 이 데이터에서 에러가 발생할 경우는 유지·보수를 위한 경보 수준의 처리를 하게 될 때이다.

##### (2) 데이터의 입력

TVM 지상설비의 첫 번째 기능은 유입된 가공되지 않은 정보를 읽어서 해석하는 것이다. 이런 입력은 On-Off형 또는 디지털 데이터의 형태이다.

###### (가) On-Off형 입력

궤도신호는 On-Off형으로 입력을 받는데 설정속도를 결정하기 위해 필요한 정보를 제공한다. On-Off형 입력 중에서 궤도회로 상태, 탈선검지를 위한 정보는 안전 데이터로 처리되며, 전차선 전류 절환 등의 제어와 감시에 사용되는 입력은 기본데이터로 처리된다.

#### (나) 디지털 데이터의 입력

인접의 ATC 장치와 연결되어 입력되는 정보가 이에 해당된다. 센터(CO)와 관련이 있는 광범위한 정보를 포함하는데, 경계 폐색구간으로부터 전송되는 설정속도 및 열차의 방향과 같은 정보는 안전데이터로 처리되고, 기타 정보는 기본데이터로 처리된다.

### (3) 데이터의 출력

#### (가) 응답신호

입력된 데이터와 ATC 장치가 프로그램에 사전에 입력되어 가지고 있는 파라미터 데이터들에 근거하여 TVM430장치에 내장된 알고리즘에 따라 현장의 여건에 맞게 새로운 속도값 및 신호출력들을 발생한다. 궤도로 전송되는 안전데이터의 정보는 출력을 검사하여 만약 검사결과가 부정적일 때에는 출력이 즉각 차단된다.

#### (나) 궤도전송

궤도전송은 연속정보전송과 불연속정보전송의 두 가지 형태를 갖고 있다. 정보처리 장치의 가장 핵심적인 기능에 해당된다.

##### 1) 연속정보 전송

모든 연속한 궤도를 따라 궤도회로에 정보를 실어서 열차로 전송되는 정보이며 27bit의 정보를 매 448ms마다 전송을 한다. 전송되는 27bit에는 시스템 주소(3bit), 속도율(8bit), 목표거리(6bit), 경사도(4bit), 데이터에러검출용(CRC)(6bit)으로 이루어져 있다.

##### 2) 불연속정보 전송

궤도상의 특정지점에 루프코일을 통하여 열차로 전송되는 불연속정보의 전송은 열차운전에 필요한 특수한 신호처리를 위한 정보가 포함되며, TVM430에서는 주파수변조를 이용하고 BSP(Boucle à saut de phase, 위상편이루프)를 통하여 메시지를 전달한다. 메시지는 88bit단위로 전송한다.

#### (다) 인접 ATC센터로 송신

궤도전송 외에 인접한 ATC센터로 정보를 송신하게 되는데, 이들의 출력은 센터로부터의 입력과 대칭적으로 상대편 ATC센터에 필요한 정보를 전송한다. 인접한 ATC센터가 설정속도를 결정하기 위하여 필요한 정보를 제공하는 것이다.

## 2. ATC 정보처리장치 구성

지상설비 중에서 ATC정보처리장치는 처리장치(BTR)와 입출력장치(BES)를 말한다.

### (1) 처리(BTR)캐비닛의 구성

1개의 BTR은 최대 32개의 연속정보를 전송하고 12개의 폐색락을 처리할 수 있으며, 아래와 같은 서브랙 장치들로 구성되어 있다. 이 중에서 정보처리랙(PTR)이 ATC센터

의 두뇌에 해당하는 역할을 하며, 외형적으로는 동일하나 기능적으로 독립적인 이중구조로 되어 있다.

(가) 모델랙(RMD): 1 서브랙

(나) 전원장치(PAT): 1 서브랙

(다) 스위치랙(PAT): 1 서브랙

(라) 정보처리(PTR): 2 서브랙

(마) PVE랙: 1 서브랙

PTR의 주요 역할은 입력의 처리 및 신호와 속도값을 발생하는 것이다. 내부구조는 VME Bus를 기반으로 여러 PCB(Printed Circuit Board)로 구성되어 있다. 각 카드의 종류와 기능은 아래 표와 같다.

<표 1-3> PTR 카드의 종류와 기능

카드	기능
CUC1,2 (CPU카드)	1. 신호 알고리즘의 계산 2. 출력요소 생성 3. 감시장비의 운영 4. 이중 프로세서의 처리
CUC0 (CPU카드)	1. CUC1 및 CUC2의 처리결과 비교에 의한 모니터 2. 이중 프로세서의 운영 3. TVM430 클럭 4. 부호화된 단일 프로세서로의 처리
CSS (Safe Output Card)	1. PCAs에 의해 조정된 안전출력을 위한 24V 안전전원 공급
CKD (Dynamic Controller Cad)	1. PTR 운전의 안전감시
CCE (Slave Coupler Card)	1. 외부와 연결 제공 - PCAs - 인접 ATC센터 - MAE - 연동장치로의 연결

## (2) 입출력 (BES)캐비닛의 구성

BES 캐비닛에 실장 되는 랙은 아래와 같다.

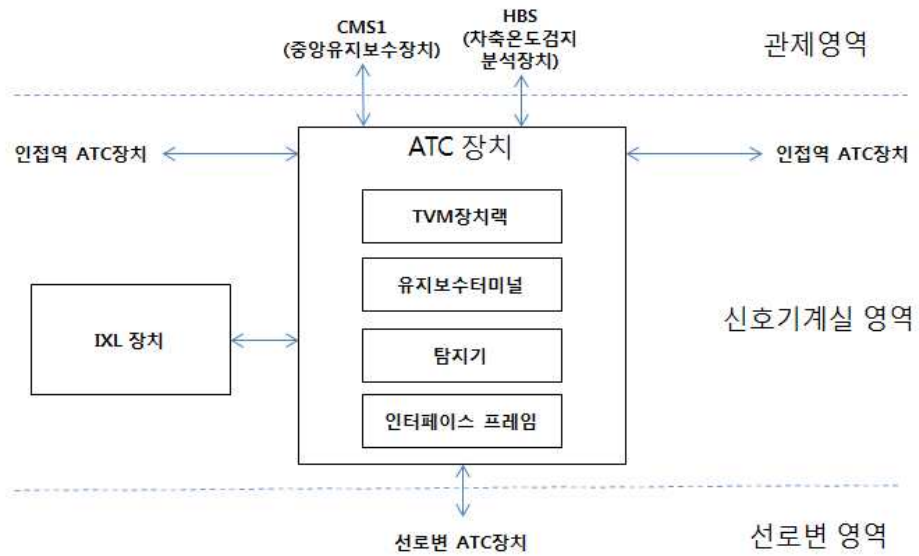
(가) 범용전송랙(PEU): 최대 4개의 서브랙 장착가능

(나) 폐색랙(PCA): 최대 4개의 서브랙 장착가능

(다) 소형폐색랙(DPPCA): 최대 4개의 서브랙 장착가능

### 3. ATC 정보처리장치 주변장치

단일의 ATC 장치는 외부적으로 인접한 역의 ATC 장치와 연결되고 연동장치 및 중앙유지·보수장치와도 연결되어 진다. 내부적으로는 유지보수터미널, 탐지기 및 인터페이스 프레임과 연계되어 작동된다. 아래그림은 ATC 장치의 구성과 외부 인터페이스에 대하여 도식적으로 설명한 그림이다.



[그림 1-7] ATC 장치의 구성과 외부 인터페이스

# 1-4. 속도코드조건 작성

**학습 목표** • 연동장치로부터 속도코드조건을 작성할 수 있다.

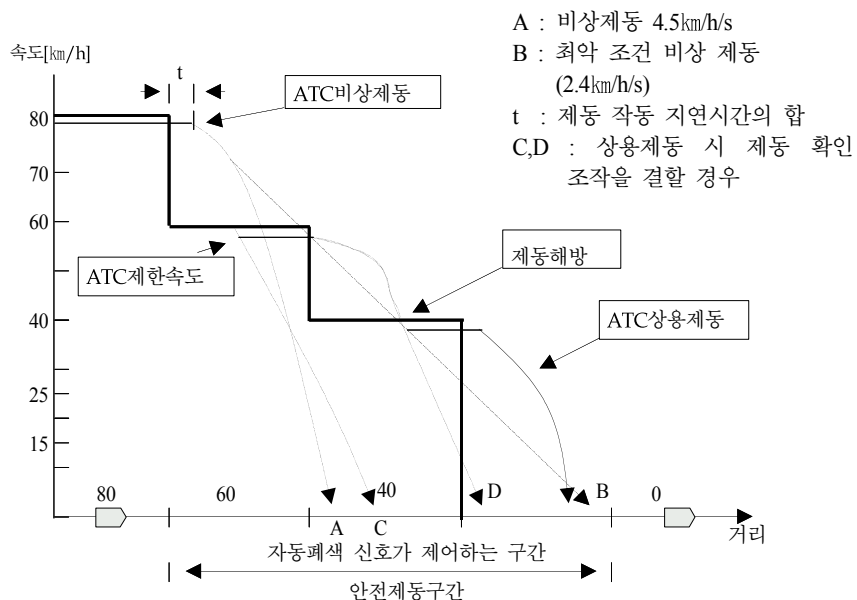
## 필요 지식 /

### ① ATC 운전 일반

ATC 장치의 탑재차량은 과속상황이 발생하면 즉시 상용제동이 작동된다. 동시에 비상제동을 요청하여 제동률이 2.4km/h/s 이상 되면 계속 상용제동으로 작동하며, 제동률이 그 이하이면 비상제동이 작동된다. [그림 1-8]의 A가 정상적인 비상제동곡선이다. 그러나 차량의 특성악화로 인한 제동률 저하를 고려하여 열차안전운행의 입장은 최악조건에서의 제동거리를 필요로 한다. 신호에서 요구하는 제동거리는 B와 같은 최악조건의 상황에서도 안전 제동거리가 보장되어야 한다.

#### 1. 일반적인 제동특성곡선

일반적인 ATC시스템의 제동특성곡선을 아래그림에 도식적으로 표현하여 설명하고 있다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)

[그림 1-8] 비상제동 운전곡선

일반적으로 운행 중인 열차가 제동을 시작하여 완전히 정차하는데 소요되는 이론상 제동 거리는 다음과 같은 공식으로 표현한다.

$$S = S_1 + S_2 + L$$

$$= \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{7.2\beta} + L$$

S : 제동거리[m]

S<sub>1</sub> : 공주거리[m]

S<sub>2</sub> : 실제제동거리[m]

T : 공주시간[초] -과속을 검지하고 실제 감속이 이루어지기 전까지의 모든 시간

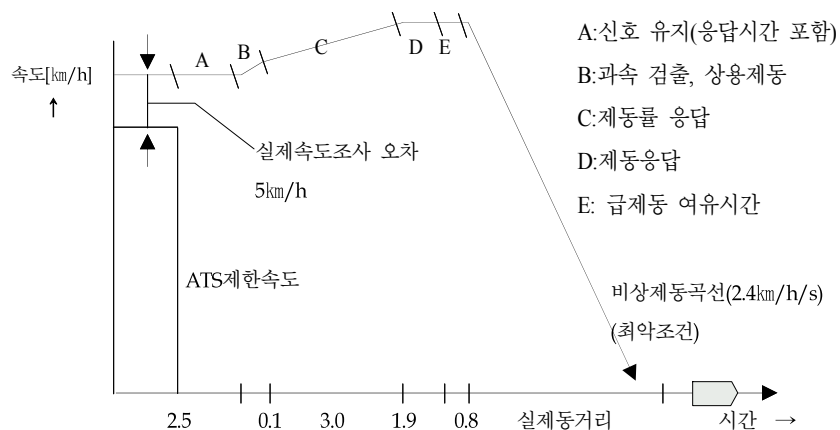
L : 제동여유거리[m]

β : 감속도[km/h/s], [1M/S/S = 3.6km/h/s]

감속도는 차량고유의 감속도와 구배저항, 주행저항, 곡선저항 등 열차운행의 물리적인 저항요소를 합한 것을 말한다.

## 2. ATC 운전특성곡선(일반)

자동폐색구간을 운행하는 열차는 해당 제어구간에 대하여 주어진 모든 속도에서 이 안전 제동거리와 충분한 여유거리를 가진 상태에서 주어진 운전시격으로 운행할 때 열차안전운행이 확보된다. 자동폐색구간의 신호현시체계는 선형열차와 충분한 안전제동거리를 확보 하면서 선로의 곡선, 구배, 정거장, 분기기 등의 속도제한을 받는다. [그림 1-9]는 ATC 열차가 속도제한구간을 통과할 때의 운전상황을 표시하고 있으며, 비상제동이 적용되는 상황을 자세하게 나타내고 있다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)

[그림 1-9] ATC 운전특성곡선

## ② 전송 데이터의 생성

### 1. 시스템 주소

열차가 주행하는 곳의 노선의 종류에 따라 결정되는 값이다.

### 2. 3조 속도의 계산

3조 속도는 명령속도( $V_c$ ), 실행속도( $V_e$ ), 예고속도( $V_a$ )를 표현한 것이며 이 속도의 계산과 열차로의 전송이 ATC속도코드의 생성의 핵심이 된다. 이러한 속도를 계산하기 위하여 전방의 열차의 유무, 작업에 의한 속도제한 사항의 유무, 선로상의 최고속도의 제한 및 선로 전환기의 개통의 방향과 쇄정상태 등 모든 여건이 고려된다.

#### (1) Downstream Zone의 결정

TVM430 소프트웨어는 열차의 운행방향 및 해당선로의 선로전환기의 개통방향에 따라 각 존의 다음 존을 결정한다. 만일, 다음 존이 결정되지 못할 때는  $V_c(n) = RRR$ ,  $V_e(n) = 0$ ,  $V_a(n) = 0$ 이 된다.

#### (2) $V_{cond}$ 값의 계산

zone<<n>>의 속도비는 주변 여건(선로전환기의 개통방향, 속도제한스위치 등)에 의해 정해진다. 모든 연산은 부울 대수에 의한 연산으로 결정되며 등식에서 하나의 조건이라도 충족하지 못하면 각 속도제어 단계에서 <<FALSE>>로 설정될 것이다. 이러한 연산에서 외부의 조건은 실행속도에 영향을 미치고 TVM430의 소프트웨어가 예고속도를 정하게 된다. 명령 RRR는 외부적인 조건 또는 소프트웨어로부터 발생된다. 부울리언 등식에 사용되는 변수 표현의 예를 들면, CRRRZ1432A는 14번역의 Zone 32A에 대한 적색신호(Red)제어에 대한 변수이며, C170E1432A는 14번역의 Zone 32A에 대한 실행속도 170E 제어에 대한 변수이다. 이처럼 특정 Zone에 대하여 어떠한 제어가 <<TRUE>>로 될지를 부울 등식의 형태로 연산을 처리함으로써 결정 된다. 연산을 처리하는 등식에 해당 존에 대한 파라미터와 외부의 요인들이 고려된다.

#### (3) $V_c$ , $V_e$ , $V_a$ 의 연산

Zone<<n>>에 대하여  $V_c$ ,  $V_e$ ,  $V_a$ 의 계산과정을 아래의 표에 정리하였다. 모든 과정의 연산은 비교대상과 계산결과 중에서 작은 값을 취하게 되는데, 이는 안전 측 동작의 원칙이 적용된 결과로 열차의 속도는 낮을수록 안전하기 때문이다.

<표 1-4> Vc, Ve, Va의 연산

Zone 위치	Downstream(정상방향)	연산처리
Zn이 폐색 끝인 경우	Zn+10이 정상방향이면	- Vc(n)은 Vond(n)와 Vc(n+1) 중 작은 값 - Ve(n)은 Vond(n)에 의한 Ve 및 Vc(n)에 의한 Ve 중 작은 값 - Va(n)은 Vc(n+1)
	Zn+10이 정상방향 아니면	- Vc(n)은 Vond(n)과 000 중 작은 값 - Ve(n)은 Vond(n)에 의한 Ve 및 000에 의한 Ve 중 작은 값 - Va(n)은 0
Zn이 폐색 끝이 아닌 경우	Zn+10이 정상방향이면	- Vc(n)은 Vond(n)과 Vc(n+1) 중 작은 값 - Ve(n)은 Vond(n)에 의한 Ve 및 Ve(n+1) 중 작은 값 - Va(n)은 Va(n+1)
	Zn+10이 정상방향 아니면	- Vc(n)은 RRR - Ve(n)은 0 - Va(n)은 0

### 3. 목표거리 및 구배

고속선의 정상적인 폐색구간의 길이는 1500m이다. 목표거리의 역방향으로 실제의 1500m로 표현될 키로정은 해당 선로의 상하구배에 따라 계산된다.

#### (1) 목표거리의 계산

계산할 Zone, 정지위치 및 Zone의 방향에 따라 계산될 목표 마커와의 사이에 있는 Zone들의 합산거리가 목표거리이다.

#### (2) 구배값의 산정

산정된 구배값은 궤도회로를 단위로 전송된다. 각 궤도의 구배값은 궤도진입위치의 높이와 정상방향 목표마커의 조인트에서의 높이차와 거리에 의하여 산정되어 전송된다. 하나의 폐색구간이 2개의 궤도회로로 나누어져 있는 경우를 예를 들면, 열차진행방향으로 첫 번째 궤도회로의 구배는

$$i_0 = \frac{h - hf}{d_1}$$

열차진행방향으로 두 번째 궤도회로의 구배는

$$i_1 = \frac{h_1 - hf}{d_2}$$

로 산정되어 전송된다. 여기서 h는 첫 번째 궤도 진입 시의 높이, hf는 정상방향 목표마커의 조인트위치에서의 높이, h<sub>1</sub>은 두 번째 궤도 진입 시의 높이 값이며, d<sub>1</sub>은 첫 번째 궤도진입위치에서 정상방향 목표마커의 조인트위치까지의 거리이고, d<sub>2</sub>는 두 번째 궤도진입위치에서 정상방향 목표마커의 조인트위치까지의 거리이다.

#### 4. CRC정보의 계산

전송될 유효정보(21bit)를 안전하게 수신할 수 있도록 6bit의 자기 정정 주기코드를 계산하여 유효정보와 함께 전송한다. 차상장치는 수신된 메시지의 유효정보 21bit에 대하여 동일한 방법에 의하여 계산 하고 계산된 결과와 지상 장치로부터 수신된 코드를 비교하여 동일한지 확인을 하는 방법으로, 수신된 정보의 무결점을 검증한다. 계산방법으로는 21bit의 유효정보를 표현하는 다항식을 다항식 생성기에 의한 나눗셈의 나머지 값이 코딩값(CRC 값)이다.

### ③ 파라메타 설정파일(Configuration file)

구성파일(DCO)은 각각의 TVM430설비에 따라 생성되는데 TVM430의 파라미터 설정과 수성을 나타낸다. 이는 CUC1 및 CUC2의 EPROM(Erasable and Programmable ROM, 소거 및 재기록이 가능한 Read Only Memory)에 저장되며, 연산장치가 연산을 하기 위하여 참조하게 된다. 구성파일은 설치단계에서 입력되며 실행단계에서는 절대 변동될 수 없는 고정값이다.

#### 1. Configuration Site Parameters

구성 사이트에 관한 파라미터로서 아래와 같은 내용들이 담겨있다.

- (1) TVM430 설비에 의해 관리될 수 있는 존 리스트
- (2) 경계 존 리스트
- (3) 인근 센터의 경계 존 리스트
- (4) 픽티브(가상) 존 리스트
- (5) 불연속정보 관련 리스트
- (6) 안전신호 입력에 관한 설정
- (7) 기본신호 입력에 관한 설정
- (8) 안전신호 출력에 관한 설정
- (9) 기본신호 출력에 관한 설정

#### 2. Function Site Parameters

기능에 관련된 파라미터로서 아래와 같은 내용들이 담겨있다.

- (1) 부울리언 식의 내용, 매크로 식이라고도 함.
- (2) 센터 존의 방향과 관련된 식
- (3) 인근센터 존 방향 및 선로전환기의 위치
- (4) 진로에 따른 마지막 폐색구간의 리스트
- (5) 해당 존에서 행선지에 까라 설정된 목표거리 값

- (6) 해당 존에서 행선지에 가까워 설정된 프로파일 값
- (7) 존 실행 속도의 부울리언식
- (8) 픽티브(가상) 존 방향 리스트
- (9) 픽티브(가상) 존 명령속도(Vc) 설정
- (10) 픽티브(가상) 존 실행속도(Ve) 설정
- (11) 픽티브(가상) 존 예고속도(Vc) 설정
- (12) 불연속정보 메시지 존재 조건
- (13) 안전신호 출력
- (14) 기본신호 출력
- (15) 전송시간지연 설정 조건

### 3. External Link Parameters

센터와 관련된 외부 링크의 파라미터이며, 내용은 아래와 같다.

- (1) 첫 번째~세 번째 접속센터의 송신 링크 정보
- (2) 첫 번째~세 번째 접속센터의 수신 링크 정보
- (3) SIAM(전산화된 유지·보수 지원시스템, LME)으로 보내는 데이터 프레임 링크 정보
- (4) MCKT(제어 및 전송모듈) 링크정보
- (5) 접속된 센터로 송신을 위한 안전정보의 리스트
- (6) 접속된 센터로 송신을 위한 기본정보의 리스트
- (7) SIAM으로 전송할 정보 리스트
- (8) MCKT로 전송할 정보 리스트

## ④ 속도시퀀스 작성

### 1. 정지 예고시퀀스와 관련 중복구간

보호지점의 형태와 필요한 중복구간의 거리에 따라 실행될 수 있는 두 가지 유형의 정지 예고시퀀스가 있는데, 하나는 정상정지 시퀀스이고 또 하나는 축소정지 시퀀스이다. 본선에서 그 규칙은 폐색구간분할, 지장물검지장치가 설치된 구간의 방호, 동작된 단로기의 트립에 대한 방호, 방호스위치에 의한 폐색구간의 방호를 위해 이용된 기본 시퀀스를 유지한다.

전철기 보호를 위하여 하나의 고유한 시퀀스(축소정지 시퀀스)가 운행시격과 보호표지 부설을 위해 수용 가능한 중복구간 거리로 조종하도록 만든다.

#### (1) 정상 정지시퀀스

300 - 300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 0 - (폐색구간 종단에서 강제하는 0)

(2) 축소(Reduced) 정지시퀀스

300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 90 - 0 - (폐색구간 종단에서 강제하는 0)

2. 속도제한 예고시퀀스와 중복구간

속도제한은 선로전환기 통과 중이나 사고의 경우, 선로작업 또는 악천후 등을 위해 실행 되는데, 이때 지령될 수 있는 각기의 속도제한에 해당하는 정상 속도제한 예고시퀀스가 있다.

(1) 정상 정지시퀀스 환경에서의 속도의 제한속도

300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 0 - (그 폐색구간 종단에서 강제하는 0)

(2) 분기궤도 전철기 통과에 필요한 정해진 제한속도

30E, 80E, 90E, 130E, 170E 및 이 속도에 해당하는 예고속도

(3) 안전관계 문제 또는 유지·보수 등에 따라 정해진 제한속도

90E, 110E, 130E, 170E, 230E, 270E와 해당하는 예고속도, 300V

(4) 지상신호의 인터페이스에 필요하여 정해진 제한속도

30E, 60E, 100E, 130E 및 이 속도에 해당하는 예고속도

(5) 시퀀스 적용의 예

30, 60 및 80kph 감속명령에 있어서, 축소된 중복구간을 가진 감속시퀀스는 축소된 중복구간을 가진 정지시퀀스와 정상 감속시퀀스간의 불일치를 피하는 것이 필요하다.

(가) 80kph 서행명령에서의 정상 속도제한시퀀스

300 - 300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 80 - 80E(해당구간)

(나) 80kph 서행명령에서의 중복에 의한 축소 속도제한시퀀스

300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 90(중복방호지점) - 80 - 80E(해당구간)

(다) 100kph 서행명령의 시퀀스

300 - 300 - 300(경고) - 270 - 230 - 170 - 100 - 100E(해당구간)

3. 중첩된 정지예고와 속도제한시퀀스

정상정지예고시퀀스 및 속도제한시퀀스가 중첩되는 중복구간을 위하여, 특별한 경우 노선 분할이나 운행시격 최적화 구성이 필요할 수 있다. 속도제한 60kph에서 정지예고와 중첩되는 구간에서의 속도제한 시퀀스를 예로 들면

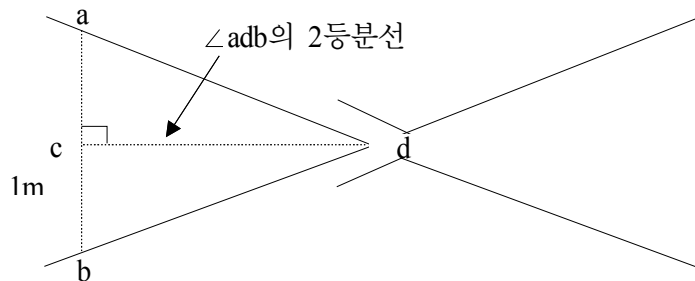
300V - 300V(경고) - 270 - 230 - 170 - 60 - 0 - 적색

으로 되는데, 속도제한 60이후에 60E가 실행되는 지점에서 정상정지예고시퀀스와 중첩이 되어 제한속도가 0이 됨을 알 수 있다.

#### 4. 분기선로상 전철기 통과 시 실행시퀀스

선로분기지점을 통과할 때 속도제한을 받는데 분기기의 종류에 따라 속도제한이 다르다. 8번, 10번, 12번 분기기(F8, F10, F12)의 경우는 30E로 속도제한을 받으며, 15번 분기기(F15)는 80E, 18번 분기기(F18)는 90E, 26번 분기기(F26)는 130E, 46번 분기기(F46)는 170E로 속도제한을 받는다. 하지만 분기선로상 제한된 통과속도가 통과할 장치의 실제 최고속도보다 더 높은 속도값인 경우에 제한을 받게 되며, 실제 최고속도가 더 낮으면 낮은 제한속도를 따르게 된다.

여기서 분기기의 번호는 짧을수록 급하게 분기되며 큰 번호일수록 완만하게 분기되는 정도를 표현하고 있다. [그림 1-1]과 같이 크로싱은 각도를 가지며 각도의 크기에 따라 크로싱 번호도 달라진다. 예를 들면, 그림과 같이 ab가 1m 되는 지점에서 cd간의 거리를 표시하는 것으로서 cd가 10m이라면 10번 크로싱, 15m라면 15번 크로싱이라고 한다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)

[그림 1-10] 크로싱 번호

#### 5. 곡선이나 급하구배 통과에 대한 실행시퀀스

곡선에 대한 속도제한은 선로조건 관련 곡률이 선로 최고속도로 운행할 수 없도록 제한을 받는 구간을 거쳐 열차가 통과할 경우 곡선에 따른 제한속도시퀀스로 제어된다. 또 구배에 대한 속도제한은 급한 하구배 선로를 열차가 통과할 때 안전을 확보하기 위하여 열차에게 지정된 제한속도로 급하구배에 따른 제한속도시퀀스로 제어된다.

# 1-5. ATC 수신기 작동원리

**학습 목표** • ATC의 작동을 위하여 수신기 기능을 확인할 수 있다.

## 필요 지식 / ATC 차상수신장치

### 1. ATC차상장치의 구성

#### (1) ATC수신기 장치

ATC연속정보 및 불연속정보를 지상의 궤도회로 및 루프케이블로부터 전송된 신호로 검출하여 차상의 정보처리유닛으로 전달하는 장치이다. 연속정보와 불연속정보는 별도의 수신안테나에 의하여 수신되어 정보처리유닛으로 전달된다.

#### (2) 논리처리장치(정보처리유닛)

속도조사기(TG, Taco Generator, 속도검지기라고도 함)로부터 검지된 매 순간의 실제 운행속도와 수신안테나를 통하여 전달받은 열차제어정보(연속, 불연속정보)의 허용속도를 비교·판단하여 제동장치로 제동명령을 출력한다. 열차속도 및 허용속도 등은 표시장치로 전달된다.

#### (3) 속도조사기

TG는 차축과 직결되어 있는 장치로서 열차속도에 상응하는 속도신호전압이 출력되어 이를 검지하여 운행하는 열차의 현재속도를 계산할 수 있도록 한다. 차상장치는 속도조사기에서 검출된 속도와 허용속도를 끊임없이 비교하여 허용속도를 초과하지 않도록 한다.

#### (4) 표시장치

차상의 표시장치는 2중화(Redundancy) 개념으로 구성되어 가용성이 높다. 안테나를 통해 수신된 연속정보 사용 시 차상ATC 장치는 속도 신호의 표시정보를 생성하고, 속도 코드에 일치하게 표시한다. 3개의 숫자로 된 속도코드는 3개의 일련된 표시기에 표시되며, 각 상황에 따라 [그림 1-11]과 같은 형태로 표시된다.



[그림 1-11] 차상장치의 표시패널

## 2. ATC수신기 작동원리

레일의 양단을 차축이 단락시키면서 진행하기 때문에 궤도회로부터 보내진 ATC신호는 송전단과 선두차축을 통하여 흐르게 된다. 그러므로 ATC신호는 선두차축 앞에 전자코일(Pick-up Coil)을 놓으면 ATC신호가 포함된 궤도상의 전류에 의하여 전자유도가 발생하게 될 것이다. 이 전자유도코일이 차상 ATC수신기이다.

### (1) N/P 연속정보 전송과 수신

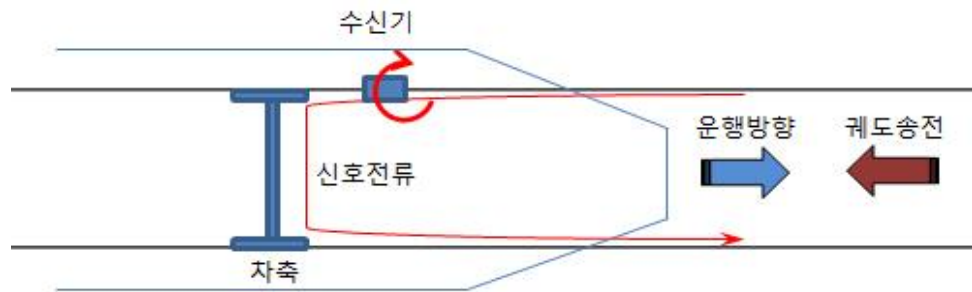
궤도에 흐르는 정보는 27개의 정보와 궤도회로를 표현하기 위한 1개의 정보를 포함하여 28개의 정보가 사인과 신호의 산술적 합으로 만들어진 신호전류로 변조된다.

궤도회로용 주파수(25.68Hz)와 27개의 초저주파(VLF, Very Low Frequency)가 0.88Hz부터 0.64Hz 간격으로 17.52Hz까지 27개의 정보를 표현하는 주파수가 합산되어 메시지 정보가 만들어지게 된다. <표 1-5>에서 초저주파(VLF) 주파수에 의하여 전달되는 정보를 작성하여 표로 제시하였다.

전송주기 동안에 주파수(i)가 존재한다면 bit no. (i) = 1, 반면에 주파수(i)가 존재하지 않는다면 bit no. (i) = 0을 의미하게 된다. 따라서 ATC수신기는 각 주파수에 대하여 복조(변조된 신호를 복원하는 것)하여 해당 주파수가 있고 없음에 의하여 수신된 27bit의 정보를 차상논리처리장치에 전달한다.

### (2) 전자유도수신기(Pick-coil)

전자유도수신기는 전자유도원리에 의하여 레일 → 선두차축 → 레일로 흐르는 전류변화에 의하여 전자유도 되는 신호를 수신하는 안테나의 역할을 하는 것이다. [그림 1-12]는 궤도를 운행하는 열차의 수신기가 신호전류에 의하여 전자 유도되어 ATC신호를 검출하는 내용을 도식적으로 표현하였다.



[그림 1-12] 신호전류에 의한 수신기의 전자유도

<표 1-5> VLF에 할당된 비트표

주파수(i)	비트 No. (i)	용도	비고
0.88	26	Network	3bit 할당
1.52	25	운영선구정보	
2.16	24		
2.80	23		
3.44	22		8bit 할당
4.08	21		
4.72	20	Speed Level	
5.36	19	속도정보전송	
6.00	18		
6.64	17		
7.28	16		6bit 할당
7.92	15		
8.56	14		
9.20	13	Target distance	
9.84	12	목표거리표현	
10.48	11		4bit 할당
11.12	10		
11.76	9		
12.40	8	Slope	
13.04	7	경사도표현	
13.68	6		
14.32	5		6bit 할당
14.96	4		
15.60	3	Coding	
16.24	2	에러검출용	
16.88	1		
17.52	0		

## 수행 내용 / 열차자동제어장치(ATC)

---

### 재료·자료

- 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)
- 고속철도 ATC 시방서
- 설계서

### 기기(장비·공구)

- 일반 공구류
- 멀티미터
- 압착기

### 안전·유의 사항

- 현장에서 작업 시 작업에 참여하는 모든 인원은 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다.
- 운행선에서의 작업인 경우 허용된 작업시간을 철저히 준수하여야 하며, 철도운행안전관리자의 지시에 따라야 한다.

### 수행 순서

#### ① ATC 선로변설비 시공하기

##### 1. 신호기주 시공하기

ATC구간에 신호기를 설치하는 경우는 시방서를 기준으로 시공을 실시한다.

##### 2. 신호표지 시공하기

###### (1) 허용표지(P) 시공하기

허용표지는 폐색구간 진입을 표시하는 폐색표지로서 설치기준은 다음과 같다.

가) 폐색표지 삼각형의 끝이 표지가 적용되는 궤도를 향하도록 설치하여야 하며, 레일면(R.L)으로 부터 3.15m 높이에 위치하도록 하여야 한다.

나) 토공 및 교량구간에 설치되는 폐색표지 크기는 830×830mm의 규격으로 설치하여야 한다.

다) 터널과 궤도 및 궤도 간에 설치되는 폐색표지 크기는 500×500mm의 규격으로 설치하여야 한다.

(가) 안내표지판 종류 알아보기

허용표지용 신호기주에는 기본적으로 다음과 같은 안내표지판이 설치되어야 한다.

- 1) 허용표지판(Permissive marker plate)
- 2) 표지명판(Identification marker plate)
- 3) km 표지판(Kilometer marker plate)

(나) 허용표지에 추가하여 부착할 수 있는 설비 알아보기

허용표지용 신호기주는 다음과 같은 설비를 추가로 부착할 수 있다.

- 1) 안전스위치판[Protective switch identification(triangle) plate]
- 2) 접속함(Dispatch Center)
- 3) 폐색구간 안전스위치(CPT)
- 4) 기초보호구역 안전스위치(TZEP)
- 5) 안전스위치 표지판[Protective switch marker(arrow) plate]

(2) 절대정지표지(NP) 설치하기

절대정지표지는 분기기구간과 같이 정지신호 시 절대적으로 정지되어야 하는 특정 보호구역 바로 앞에 설치되는 폐색표지로서 설치기준은 다음과 같다.

가) 폐색표지 삼각형의 끝이 표지가 적용되는 궤도를 향하도록 설치하여야 하며, 레일면(R.L)으로 부터 3.15m 높이에 위치하도록 하여야 한다.

나) 토공 및 교량구간에 설치되는 폐색표지 크기는 830×830mm의 규격으로 설치하여야 한다.

다) 터널과 궤도 및 궤도 간에 설치되는 폐색표지 크기는 500×500mm의 규격으로 설치하여야 한다.

(가) 안내표지판 종류 알아보기

절대정지표지용 신호기주에는 기본적으로 다음과 같은 안내표지판 및 장치가 설치되어야 한다. 절대정지표지에 부착되는 안내표지판은 다음과 같이 설치하여야 한다.

- 1) 절대정지표지판(Absolute stopping)(AM)
- 2) 표지명판(Identification marker plate)
- 3) km 표지판(Kilometer marker plate)
- 4) 입환신호등(백색등)
- 5) 입환신호등용 안전보호망
- 6) 입환신호등용 사다리

7) 신호기함(Signal light transformer box)

(나) 절대정지표지에 추가하여 부착할 수 있는 설비 시공하기

절대정지표지용 신호기주는 다음과 같은 설비를 추가로 부착할 수 있다.

- 1) 안전스위치판[Protective switch identification(triangle) plate]
- 2) 접속함(Dispatch Center)
- 3) 폐색구간 안전스위치(CPT)
- 4) 기초보호구역 안전스위치(TZEP)
- 5) 안전스위치 표지판[Protective switch marker(arrow) plate]

(3) 입환표지(SM) 시공하기

입환표지는 입환구역 시점에 설치되는 입환표지로서 설치기준은 다음과 같다.

- 가) 입환표지 삼각형의 끝이 표지가 적용되는 궤도를 향하도록 설치하여야 하며, 레일면(R.L.)으로부터 3.15m 높이에 위치하도록 하여야 한다.
- 나) 토공 및 교량구간에 설치되는 폐색표지 크기는 830×830mm의 규격으로 설치하여야 한다.
- 다) 터널과 궤도 및 궤도 간에 설치되는 폐색표지 크기는 500×500mm의 규격으로 설치하여야 한다.

(가) 안내표지판 종류 알아보기

입환표지용 신호기주에는 기본적으로 다음과 같은 안내표지판 및 장치가 설치되어야 한다.

- 1) 입환 표지명판(Identification shunting marker plate)
- 2) 입환 km 표지판(Kilometer shunting marker plate)
- 3) 입환신호등(백색등)
- 4) 입환신호등용 안전보호망
- 5) 입환신호등용 사다리
- 6) 신호기함(Signal light transformer box)

(나) 입환표지에 추가하여 부착할 수 있는 설비 시공하기

입환표지용 신호기주는 다음과 같은 설비를 추가로 부착할 수 있다.

- 가) 접속함(Dispatch Center)
- 나) 기초보호구역 안전스위치(TZEP)
- 다) 안전스위치 표지판[Protective switch marker(arrow) plate]

3. 신호기주에 설치되는 장비 시공하기

(1) 시공하기(일반사항)

(가) 신호기주에 안내표지류 등의 장비를 설치할 때 각 장비의 설치위치는 노반 및 궤도의 설치조건에 의해 변경될 수 있다.

- (나) 신호기주에 취부되는 모든 지지금구는 기계 가공 후 아연도금 처리하거나, 스테인리스 재질로 제작되어야 한다.
- (다) 신호기주에 설치되는 장비의 상세한 규격 및 치수는 설계도면에 나타난 규격을 기준으로 한다.

(2) 안내표지판 Type 시공하기

허용표지, 절대정지표지, 입환표지의 신호기주에는 다음과 같은 안내표지를 설치하여야 한다.

(가) 허용 및 절대정지 표지판 시공하기

- 1) 허용 및 절대정지 표지판은 폭 280mm, 높이 320mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지 재질의 표지판으로 설치하여야 한다.
- 2) P(허용) 및 NP(절대정지) 문자는 무광택 검은색 바탕에 반사되는 흰색으로 설치하여야 한다.

(나) 번호 표지판 시공하기

- 1) 번호 표지판은 폭 280mm, 높이 320mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지 재질의 표지판으로 설치하여야 한다.
- 2) 표지번호를 정의하는 흰색바탕에 검은색으로 반사되며, 문자는 크기에 관계없이 표지판의 가운데에 표시되도록 설치하여야 한다.

(다) km정 표지판 시공하기

- 1) km 표지판은 폭 280mm, 높이 160mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지 재질의 표지판으로 설치하여야 한다.
- 2) 표지의 킬로미터 지점을 표시하는 숫자는 흰색바탕에 붉은색으로 반사되며, 문자는 크기에 관계없이 표지판의 가운데에 표시되도록 설치하여야 한다.

(라) 안전스위치 명판 설치하기

- 1) 안전스위치 명판은 폭 280mm, 높이 320mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지 재질의 표지판으로 설치하여야 한다.
- 2) 보호스위치 심벌은 흰색바탕에 붉은색 삼각형이며 삼각형 안쪽은 검은색으로 구성된다.

(3) 접속함 시공하기

(가) 접속함(Dispatch Center)은 신호기계실 및 현장설비 간에 케이블을 연결시키기 위해 설치하여야 하며, 설치종류는 케이블 수량에 따라 다음과 같이 구분하여 설치한다.

- 접속함(800× 800× 250mm)
- 접속함(600× 600× 250mm)

(나) 접속함을 신호기주에 취부하기 위하여 접속함과 같이 공급되는 지지금구를 신호기주에 취부한 후 접속함을 지지금구에 설치하여야 한다.

(다) 접속함 및 지지금구는 스테인리스 볼트, 너트, 와셔를 이용하여 신호기주에 취부 하여야 하며, 풀림방지처리를 하여야 한다.

#### (4) 안전스위치 시공하기

가) 안전스위치는 폐색구간 및 기초보호구역의 열차진입 차단을 위하여 설치하며, 설비종류는 다음과 같이 구분하여 설치한다.

- 폐색구간 안전스위치(CPT)
- 기초보호구역 안전스위치(TZEP)

나) 안전스위치를 신호기주에 취부하기 위하여 안전스위치와 같이 공급되는 지지금구를 신호기주에 취부한 후 안전스위치를 지지금구에 설치하여야 한다.

다) 토공 및 교량에 안전스위치를 설치할 경우 빗물 등에 대해 안전스위치 오동작을 방지하기 위하여 안전스위치 침수방지보호갓을 설치하여야 한다.

라) 안전스위치, 지지금구 및 부속장치는 스테인리스, 볼트, 너트, 와셔를 이용하여 신호기주에 취부 하여야 하며, 풀림방지처리를 하여야 한다.

#### (가) 안전스위치판(Personnel Protective Switch plate) 설치하기

1) 안전스위치판은 폭 300mm, 높이 150mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지 재질의 표지판으로 설치하여야 하며, 폐색구간 안전스위치(CPT) 상부에 설치하여야 한다.

2) 안전스위치는 폐색구간에서 안전스위치에 의해 영향을 받는 지역에 방향 및 보호해야할 지역에 관한 작업자의 위치정보를 정확히 나타내도록 설치하여야 한다.

3) 안전스위치에 의해 보호를 받는 각 구역은 해당되는 안전스위치와 같은 번호로 명시되어야 한다.

#### (나) 기초보호구역 안전스위치판(Elementary Protective Zone plate) 설치하기

1) 기초보호구역 안전스위치판은 폭 300mm, 높이 250mm의 불투명 유리강화 폴리에스터 수지판으로 설치하여야 하며, 기초보호구역 안전스위치(TZEP) 상부에 설치하여야 한다.

2) 기초보호구역 안전스위치는 기초보호구역에서 안전스위치에 의해 영향을 받는 지역에 방향 및 보호해야할 지역에 관한 작업자의 위치정보를 정확히 나타내도록 설치하여야 한다.

3) 기초보호구역 안전스위치에 의해 보호를 받는 각 구역은 해당되는 안전스위치와 같은 번호로 명시되어야 한다.

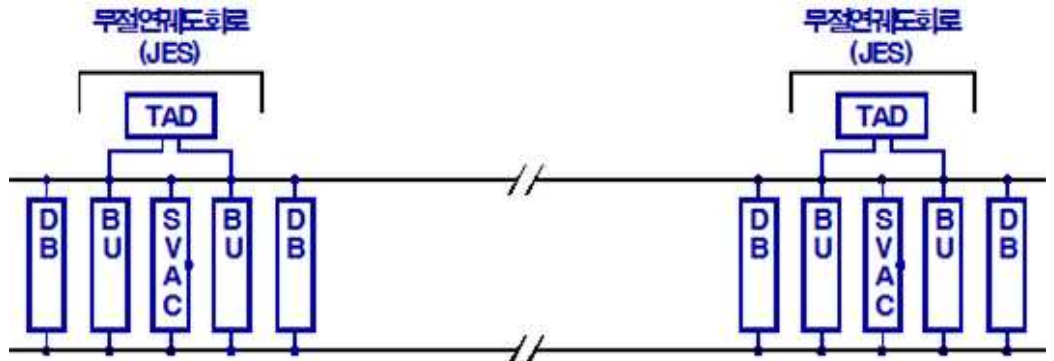
② 열차검지장치 시공하기

1. 무절연 궤도회로(JES) 시공하기

(1) 시공하기(일반사항)

(가) 무절연 궤도회로는 매칭유닛(TAD), 자기유도차(SVA.C), 동조유닛(BU)로 구성되어 동조회로를 구성한다.

(나) 동조회로는 “전기적인 분리 이음매(JES)” 라고 하며, 구성도는 다음과 같다.



출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서  
[그림 1-13] 무절연궤도회로 장치구성

(다) 무절연궤도회로 설치길이는 일반적으로  $19.20 \pm 0.10\text{m}$ 로 설치하여야 하며, SVA.C와 BU 사이의 거리는 9.60m로 설치하여야 한다. 단, 콘크리트 궤도의 특성에 따라 설치길이는 변경될 수 있으며, 콘크리트 궤도특성시험 결과에 따라 설치길이를 조정하여야 한다.

(라) 무절연 궤도회로는 다음과 같은 서로 다른 4개의 주파수를 사용한다.

- Track 1 : V1F1 = 2040Hz      V1F2 = 2760Hz
- Track 2 : V2F1 = 2400Hz      V2F2 = 3120Hz

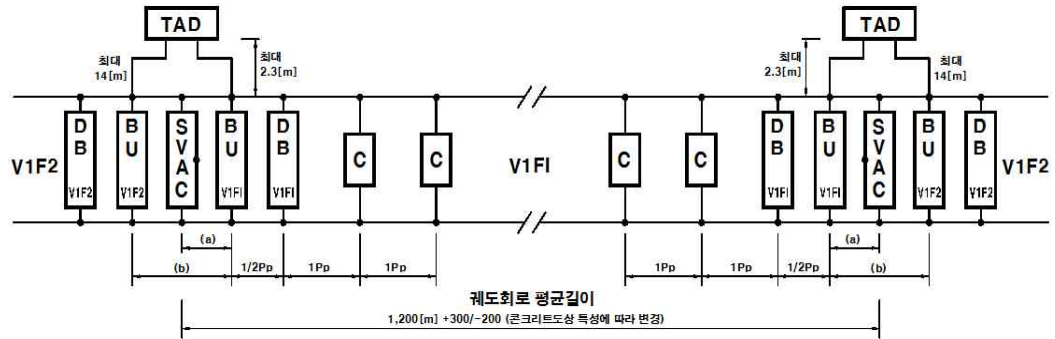
(마) 하나의 JES에서 양쪽 인접궤도로 주파수 방출이 금지되도록 설치하여야 하며, 궤도회로 최대길이는 1,500m로 제한하여 설치하여야 한다.

(바) 궤도회로 주파수 분할에 따른 주파수의 혼선을 방지하기 위해서, 무절연 궤도회로는 인접 궤도회로 주파수에 동조된 2개의 블로킹유닛(DB) 사이에 설치하여야 한다.

(사) 자기유도에 의한 각 궤도회로마다 감쇠를 보상하기 위해 보상용콘덴서를 궤간에 설치하여야 하며, 열차풍, 진동 등에 영향을 받아 이탈이 발생되지 않도록 설치하여야 한다.

(아) 보상콘덴서 시공의 typical pitch(Pp)는 궤도회로 주파수 종류에 의해 정의되며, 4개의 사용주파수에 대해서, 보상용콘덴서의 시공 간격 및 수량은 궤도회로의 거리에 의해서 결정되고, 이에 따른 무절연 궤도회로의 설치기준은

다음과 같다.



출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-14] 무절연궤도회로 장치간 이격거리

## (2) 무절연 궤도회로(JES)의 구성 알아보기

무절연 궤도회로(JES)의 구성은 다음과 같이 구성하여 설치해야 한다.

(가) 자기유도자(SVAC)

(나) 동조유닛(BU)

(다) 매칭유닛(TAD)

(라) 블로킹 유닛(DB)

## (3) 선로변 장비 시공하기

- 1) 궤간에 설치되는 각종 궤도회로 설비들은 주행 중 탈락된 열차부품 및 기타 요인으로부터 보호될 수 있도록 설비보호용 장비를 설치하여야 한다.
- 2) 열차진동에 의해 장비의 이탈을 방지하기 위하여 풀림방지너트를 사용하여야 한다.

### (가) 자기유도자(SVAC) 시공하기

- 1) 자기 유도자(SVAC)는 보호함 내에 내장되며, 보호함 측면에는 인덕터 출력 연결을 위한 2개의 연결단자와 상부에는 중앙 탭 연결을 위한 1개의 연결단자로 구성된다.
- 2) 사용되는 4개의 주파수에 대하여 해당되는 자기유도자(SVAC)를 설치하여야 한다.
- 3) 자기유도자는 콘크리트 궤간 중심에 견고히 설치하여야 하고, 운행하는 열차로부터 장비의 파손을 방지하기 위하여 보호대를 자기유도자 양쪽에 설치하여야 한다.
- 4) 자기유도자는 각 끝단에 압착단자를 사용하여 750NE 트위스트 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 한다.
- 5) 자기유도자의 중앙 탭은 각 끝단에 압착단자를 사용하여 1개의 케이블로 접

속함(DC)의 등전위 바(접지 부스바)에 연결하여야 한다.

(나) 동조유닛(BU) 시공하기

- 1) 동조유닛(BU)은 보호함내에 내장되며, 보호함 측면에는 동조유닛(BU) 레일 간 상호접속을 위한 2개의 연결단자가 있다.
- 2) 동조유닛(BU)은 신호정보 송/수신용으로 사용되며, 사용되는 주파수 4가지에 대하여 각각 해당되는 동조유닛(BU)을 설치하여야 한다.
- 3) 동조유닛(BU)은 콘크리트 궤간 중심에 견고히 설치하여야 하고, 운행하는 열차로부터의 장비의 파손을 방지하기 위하여 보호대를 동조유닛 양쪽에 설치하여야 한다.
- 4) 동조유닛(BU)은 각 끝단에 압착단자를 사용하여 750NE 트위스트 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 점퍼 핀으로 연결하여야 한다.
- 5) 선로변 70mm<sup>2</sup> 케이블의 위치는 JES의 최적의 동조를 얻기 위해 철저하게 검사하고, 감독자 및 감리자에게 승인을 받아야 한다.

(다) 매칭유닛(TAD) 시공하기

- 1) 매칭 유닛(TAD)은 보호함 내에 내장되며, 이 보호함은 터미널 블록으로 연결되는 구조로 되어 있다. 박스 후면에는 선로변 지지대에 매칭유닛을 고정하기 위해 2개의 Hole이 있다.
- 2) 4가지 주파수에 대하여 해당되는 매칭유닛(TAD)를 설치하여야 한다.
- 3) 매칭유닛(TAD)은 자기유도자(SVA.C) 위치의 궤도 바깥쪽으로 2.3m 지점에 설치하여야 하고, 최대길이 14m 케이블을 사용하여 동조유닛(BU)와 연결하여야 한다.
- 4) 매칭유닛(TAD)의 명판은 TAD용 지지대에 부착하여야 하며, 매칭유닛(TAD)은 ZPFU 1mm<sup>2</sup>×2P 케이블로 접속함(DC)과 연결하여야 한다.

(라) 블로킹유닛(DB) 시공하기

- 1) 블로킹유닛(DB)은 보호함 내에 내장되며, 보호함 양측 면에는 블로킹유닛(DB)과 레일 간 연결을 위한 2개의 연결단자가 있다.
- 2) 4가지 주파수에 대하여 해당되는 블로킹유닛(DB)을 설치하여야 한다.
- 3) 블로킹유닛(DB)은 콘크리트 궤간 중심에 견고히 설치하여야 하고, 운행하는 열차로부터의 장비의 파손을 방지하기 위하여 보호대를 블로킹유닛 양쪽에 설치하여야 한다.
- 4) 블로킹유닛(DB)의 각 끝단에 압착단자를 이용하여 750NE 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 한다.
- 5) 각 블로킹유닛(DB)은 동조유닛 양 끝단에 설치하여야 하고, 동조유닛과의 이격거리는 Track 1은 30m, Track 2는 40m로 설치하여야 한다. 단, 시스템 자재 사양 및 콘크리트 궤도도상 특성에 따라 이격거리가 변경될 수 있음

며, 장비설치 시 시스템공급사와 이격거리를 협의하여 설치하여야 한다.

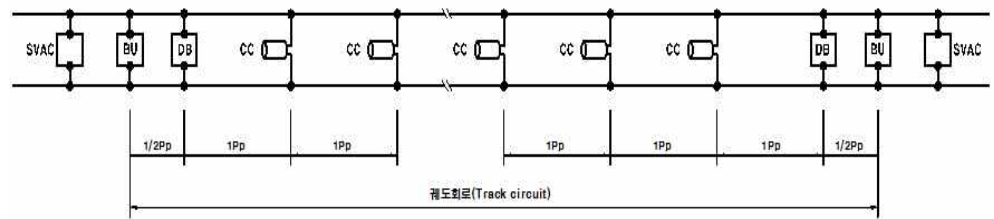
(마) 보상콘덴서(C) 설치하기

1) 보상콘덴서는 궤도회로의 임피던스 보상을 위하여 궤도회로 사이에 설치하여야 하며, 설치 간격은 이론적인 보상거리 1Pp는 다음과 같으며, 콘크리트 궤도조건에 따라 선로정수의 변경으로 인한 변경사항은 시공 시 고려하여 설치하여야 한다.

- F1 주파수(2,040Hz, 2,400Hz) ≃ 60m

- F2 주파수(2,760Hz, 3,120Hz) ≃ 80m

2) 보상콘덴서의 설치오차는 ±1.2m으로 설치하여야 하며, 보상콘덴서의 용량은 22μF로 한다.



출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

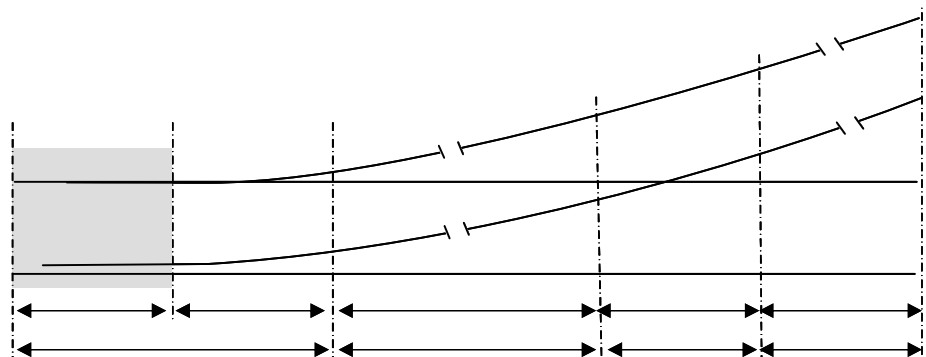
[그림 1-15] 보상콘덴서의 설치위치 개념도

3) 보상콘덴서는 열차진동 및 풍압에 의해 이탈이 발생되지 않도록 콘덴서 위치를 침목 쪽으로 조정하여 새들로 단단히 고정하고, 콘덴서와 새들 사이에 고무판을 삽입하여 설치하도록 하여야 한다.

4) 콘덴서의 설치방향은 열차풍압에 의해 이탈이 발생되지 않도록 열차진행방향과 직각이 되도록 설치하여야 한다.

2. 분기부 궤도회로장치 설치

분기부 구간의 보상콘덴서, 블로킹유닛 등의 궤도회로보상장치는 다음과 같이 설치하여야 한다.



출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-16] 분기부에서 보상콘덴서 설치위치

- (가) Section a: 아주 낮은 각도의 분기의 특별한 경우, 보상 성분의 시공은 point 연결로부터 5m 이하가 되어서는 안 된다.
- (나) Section b: 주 레일들의 2개의 낮은 레일저부(stem)에 케이블 끝단과 연결 시 보상성분을 위해 적정규격의 점퍼핀으로 연결하여야 한다.
  - 보상콘덴서(C): 도체의 끝단을 자르고 벗긴 후 콘덴서 연결 케이블(SCNV 7.42mm<sup>2</sup>)의 커넥터 (열수축 튜브로 콘덴서연결 보호)를 사용하여 설치하여야 한다.
  - 블로킹유닛(DB) : 케이블 양 끝단에 압착단자를 사용하여 설치하고, DB의 탭에 2개의 70mm<sup>2</sup> 케이블로 연결하여야 한다.
- (다) Section c : 레일 플랜지를 뚫고 삽입해서 연결되는 보상장치는 관련 궤도회로의 송수신이 연결되는 궤도에 시공하여야 한다.
- (라) Section d : 캐드웰딩 공정으로 보상 성분을 움직이는 플러그 베드에 연결하여야 한다.
- (마) Section e : Section c와 동일

## 2. 유절연궤도회로(JIC) 시공하기

### (1) 유절연궤도회로 시공하기(일반사항)

유절연 궤도회로의 설치개소는 다음과 같이 설치하여야 한다.

- (가) 2개의 궤도회로가 인접할 때
- (나) 주파수 V1F1 또는 V1F2가 주파수 V2F1 또는 V2F2와 인접할 때
- (다) 역구간에서 JES의 길이를 감소시킬 때
- (라) AF 궤도회로와 일반철도 궤도회로가 인접할 때
- (마) 궤도회로가 설치되지 않는 궤도부분과 인접할 때
- (바) 궤도회로가 분기궤도와 인접할 때

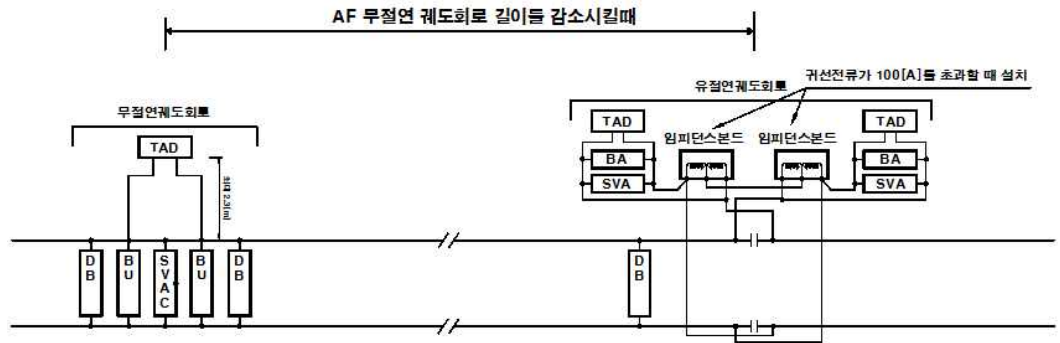
### (2) 유절연 궤도회로의 구성 알아보기

#### (가) 2개의 궤도회로가 인접할 때(JIC-1) 구성 알아보기

2개의 궤도회로가 인접할 때 유절연 궤도회로(JIC)는 다음과 같이 구성하여 설치하여야 하며, 각 레일에 귀선전류가 100[A]를 초과할 때 임피던스분드(CI 430A)를 궤도회로의 인접된 종단 부분에 설치하여야 한다.

- 가) 자기유도자(SVA)
- 나) 동조유닛(BA)
- 다) 매칭유닛(TAD)

라) 임피던스본드(CI 430A)



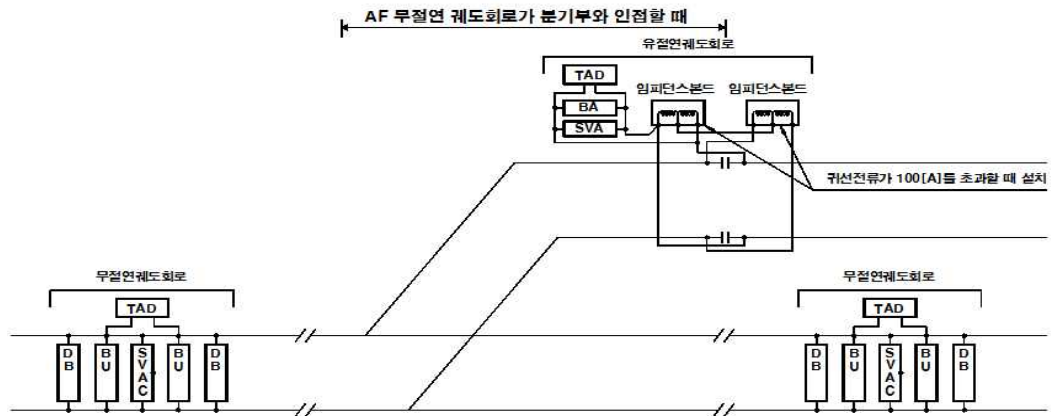
출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-17] 유절연궤도회로의 구성

(나) 궤도회로가 분기부와 인접할 때(JIC-2) 시공하기

궤도회로가 분기부와 인접할 때 궤도회로 끝단에 다음과 같은 장비로 구성되어 설치해야 하며, 각 레일에 귀선전류가 100A를 초과할 때 임피던스본드(CI 430A)를 궤도회로의 인접된 종단 부분에 설치하여야 한다.

- 1) 자기유도자(SVA)
- 2) 동조유닛(BA)
- 3) 매칭유닛(TAD)
- 4) 임피던스본드(CI 430A)



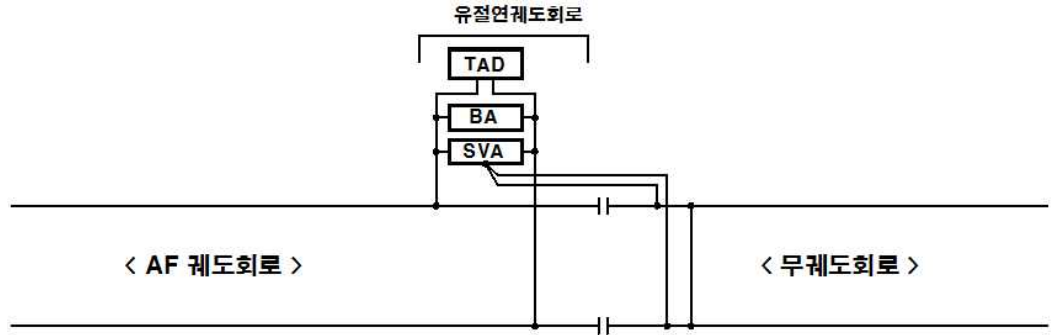
출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-18] 분기부에서의 유절연구성

(다) 궤도회로가 무궤도회로(궤도종단)와 인접할 때(JIC-3) 시공하기

궤도회로가 무궤도회로와 인접할 때 궤도회로 끝단에 다음과 같은 장비로 구성되어 설치해야 한다.

- 1) 자기유도자(SVA)
- 2) 동조유닛(BA)
- 3) 매칭유닛(TAD)



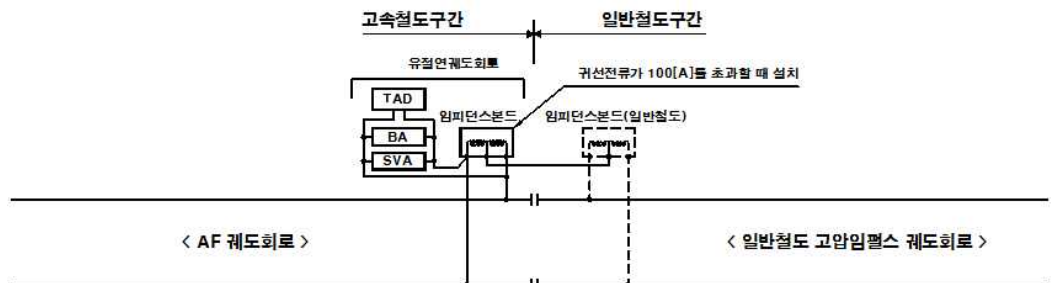
출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-19] 궤도회로 종단에서의 유절연궤도회로

(라) 궤도회로가 일반철도 궤도회로와 인접할 때(JIC-4) 시공하기

궤도회로가 일반철도 궤도회로와 인접할 때 궤도회로 끝단에 다음과 같은 장비로 구성하여 설치하여야 하며, 각 레일에 귀선전류가 100A를 초과할 때 임피던스본드(CI 430A)를 궤도회로의 인접된 종단 부분에 설치하여야 한다.

- 1) 자기유도자(SVA)
- 2) 동조유닛(BA)
- 3) 매칭유닛(TAD)
- 4) 임피던스본드(CI 430A)



출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-20] 일반철도와 인접한 유절연 궤도회로

(3) 선로변 장비 시공하기

(가) 자기유도자(SVA) 시공하기

- 1) 자기유도자(SVA)는 보호함 내에 내장되며, 보호함 측면에는 인덕터 출력 연결을 위한 2개의 연결단자와 상부에는 중앙 탭 연결을 위한 1개의 연결단자가 있다.
- 2) 사용되는 4개의 주파수에 대하여 해당되는 자기유도자(SVA)를 설치하여야 한다.
- 3) 자기유도자(SVA)는 선로변에 지지금구를 설치하여 동조유닛(BA)과 동일지지금구에 함께 맞대어 설치하여야 하며, 인접한 레일 내측과 자기유도자 내측의 거리는 2.30m로 하여야 한다.

- 4) 자기유도자(SVA)는 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 하며, 각 케이블은 자기유도자의 측면에 압착단자를 사용하여 설치하여야 하고, 레일에 연결하여야 한다.
- 5) 레일에 케이블을 점퍼핀으로 연결하는 시공은 귀선전류를 고려하여 특별 취급을 하여 설치하여야 한다.
- 6) 70mm<sup>2</sup> 케이블의 위치는 감리자의 승인을 받아 설치하여 열차와의 성능시험 시 지상/차상 정보전송에 대한 오류가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(나) 동조유닛(BA) 시공하기

- 1) 동조유닛(BA)은 보호함 내에 내장되며, 보호함 측면에는 유도자 출력연결을 위한 2개의 연결단자가 있다.
- 2) 동조유닛(BA)은 신호정보 송/수신용으로 사용하며, 사용되는 주파수 4가지에 대하여 해당되는 동조유닛을 설치하여야 한다.
- 3) 동조유닛(BA)은 선로변에 지지금구를 설치하여 자기유도자(SVA)와 동일지지금구에 함께 맞대어 설치하여야 하며, 인접한 레일 내측과 자기유도자 내측의 거리는 2.30m로 하여야 한다.

(다) 매칭유닛(TAD)

- 1) 매칭 유닛(TAD)은 보호함내에 내장되며, 이 보호함은 터미널 블록으로 연결되는 구조로 되어 있으며, 박스 후면에는 선로변 지지대에 매칭유닛 고정하기 위해 2개의 Hole이 있다.
- 2) 4가지 주파수에 대하여 해당되는 매칭유닛(TAD)을 설치하여야 한다.
- 3) 매칭유닛(TAD)은 가장 가까운 레일의 내 측면으로부터 선로변 지지대에 부착한 박스 안쪽까지 2.3m로 설치하여야 하며, 매칭유닛(TAD)의 박스는 자기유도자로 부터 약 0.8m 위치에 평행하게 설치하여야 한다. 이것들은 최대 2m단위길이 2개의 SCNV 7.42mm<sup>2</sup> 케이블을 사용하여 BA와 연결되어야 한다.
- 4) 매칭유닛(TAD)의 명판은 TAD용 지지대에 부착하여야 하며, 매칭유닛(TAD)은 ZPFU 1mm<sup>2</sup>×2P 케이블로 접속함(DC)과 연결하여야 한다.

(라) 임피던스본드(CI 430A) 시공하기

- 1) 임피던스본드(CI 430A)는 2개의 권선을 보호하도록 주철제함으로 구성되어 있으며, 2개의 권선은 귀선전류용 1차권선과 궤도계전기용 2차 권선으로 구성된다.
- 2) 터미널에 연결하는 2차 권선에 접근되도록 4개의 볼트에 의해 고정되는 뚜껑으로 설치되어 있다.
- 3) 임피던스본드는 앞면에 3개의 외부 연결부가 있으며, 상부에 있는 2개의 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 하며, 아래쪽 중앙부분에는 귀선용 케이블을 연결하여야 한다.

- 4) 임피던스본드는 2개의 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 하며, 임피던스본드 측의 끝단은 압착단자를 이용하여 연결하고, 레일에는 적정 규격의 점퍼핀으로 연결하여야 한다.
- 5) 70mm<sup>2</sup> 케이블의 위치는 감리자의 승인을 받아 설치하여 열차와의 성능시험 시 지상/차상 정보전송에 대한 오류가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 6) 임피던스본드는 2개의 70mm<sup>2</sup> 케이블로 자기유도자의 중앙 탭에 연결하여야 하며, 임피던스본드 측의 끝단과 자기유도자 측에는 압착단자를 이용하여 연결하여야 한다.

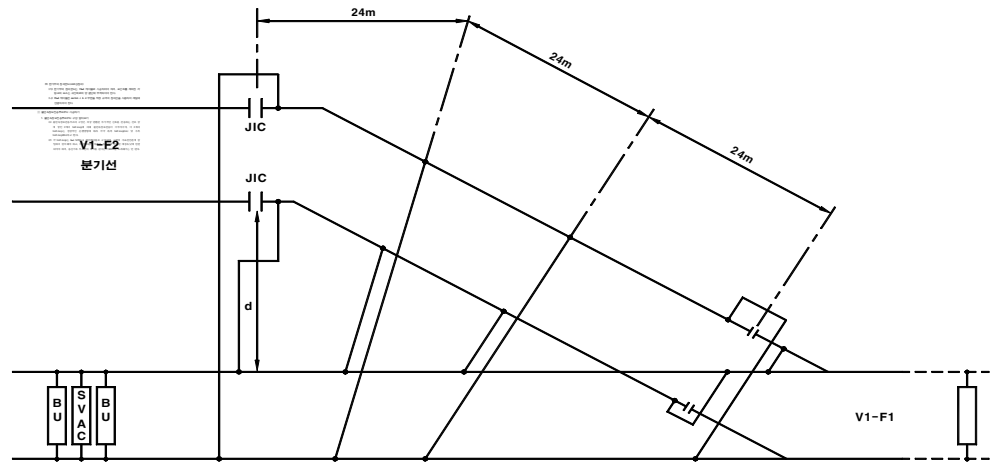
(마) 블로킹유닛(DB) 시공하기

- 1) 블로킹유닛(DB)은 보호함 내에 내장되며, 보호함 양측 면에는 블로킹유닛(DB)과 레일 간 연결을 위한 2개의 연결단자가 있다.
- 2) 4가지 주파수에 대하여 해당되는 블로킹유닛(DB)을 설치하여야 한다.
- 3) 블로킹유닛(DB)은 콘크리트 궤간 중심에 설치하여야 하고, 운행하는 열차로부터의 장비 파손을 방지하기 위하여 보호대를 블로킹유닛 양쪽에 설치하여야 한다.
- 4) 블로킹유닛(DB)의 각 끝단에 압착단자를 이용하여 750NE 70mm<sup>2</sup> 케이블로 레일에 연결하여야 한다.
- 5) 각 블로킹유닛(DB)은 동조유닛 양 끝단에 설치하여야 하고, 동조유닛과의 이격거리는 Track 1은 30m, Track 2는 40m로 설치하여야 한다. 단, 시스템 자재 사양 및 콘크리트 궤도도상 특성에 따라 이격거리가 변경될 수 있으며, 장비설치 시 시스템공급사와 이격거리를 협의하여 설치하여야 한다.

(4) 분기부의 점퍼본드(공선점퍼) 시공하기

- 1) 궤도회로 주파수는 높은 궤도 임피던스 값을 가지며, 이에 따라 분기부와 크로싱은 점퍼본드를 사용하여 “병렬” 로 연결시켜야 한다.
- 2) 분기부에서 점퍼본드의 간격은 24m 이하가 되도록 설치하여야 하며, 1개소의 점퍼본드에 소요되는 케이블의 총 길이는 16m를 초과하면 안 된다. 부득이 초과 시는 도체의 굵기를 2배로 하여야 한다.
- 3) 분기부의 길이는 가동 크로싱부로 부터 180m로 제한하며, 주어진 궤도회로에 몇 개의 분기부 및 크로싱이 존재하다면 분기부들의 총길이는 180m보다 길어서는 안 된다.
- 4) 마지막 링크는 유절연 궤도회로(JIC) 종단 분기부의 근접한 위치에 설치하여야 하며, 절연부 연결에 가까운 점퍼본드는 정보 송신에 공백을 피하도록 특별한 방법으로 시공하여야 한다.
- 5) 유절연 궤도회로는 차량접촉 한계를 넘어서 최소 1m에 설치되어야 하며,

만약 시공이 어렵다면 2개의 근접레일의 바깥쪽 거리는 정보 전송 혼선이 없도록 1m이상이 되도록 설치되어야 한다.





출처: 한국철도시설공단 호남고속철도구간 공사시방서

[그림 1-22] 불연속정보전송루프의 구성

(3) 불연속정보전송루프의 길이는 일반적으로 4.5m 및 7m로 되며, 다음과 같은 기준으로 구분하여 설치하여야 한다.

- 루프코일 7m: 230km/h 이상 시 설치
- 루프코일 4.5m : 230km/h 이하 시 설치

## 2. 불연속정보전송루프(ITL) 시공하기

### (1) 장애요소를 고려한 위치선정하기

불연속정보전송루프(ITL)는 다음과 같은 위치에 설치되어서는 안 된다.

- 1) 전기적인 절연개소(JES)
- 2) 궤도회로장비(SVAC, BU, DB, C25 $\mu$ F, CI)가 선로(용접 또는 삽입)에 연결된 곳으로부터 2m 이내
- 3) 분기기 침단으로부터 1m 이내
- 4) 분기기 내 연속된 두 불연속정보전송루프(ITL)의 중심 간의 거리는 항상 20m를 넘어야 한다.

### (2) 선로상의 설치 유형

불연속정보전송루프(ITL)는 궤도위치 및 상선과 하선의 열차진행 방향을 고려하여 설치하여야 한다.

## 3. 매칭유닛(TAD125) 시공하기

가) 매칭유닛(TAD125)은 불연속정보전송루프(ITL)에 정보전송 및 사용전원을 공급하기 위한 용도로 사용되어진다.

나) 매칭유닛(TAD125)은 스테인리스 볼트와 너트, 와셔 및 스프링 와셔를 사용해서 선로변 지지대에 부착하여야 하며, 일반선로 또는 건넘선 선로의 내측으로부터 2.30m 또는 5.70m 사이에, 2개의 half-loop 끝의 맞은편에 설치하여야 한다.

다) 매칭유닛(TAD125)의 명판은 TAD용 지지대에 부착하여야 하며, 매칭유닛(TAD)은 ZPFU 1mm $\times$ 2P 케이블로 접속함(DC)과 연결하여야 한다.

(1) 매칭유닛(TAD125)의 단자 연결하기

매칭유닛(TAD125)상에서 루프를 구성하는 전선들은 전류가 흐르도록 연결되어 있어야 한다.

(가) 좌측 루프는 LL+ 단자로부터 LL- 단자로

(나) 우측 루프는 RL+ 단자로부터 RL- 단자로

(2) 매칭유닛(TAD125)의 시계방향으로 연결

연결케이블을 SG와 SD+ 및 -단자에 연결하여야 한다.

4 설치위치검측하기

1. 장비의 위치표시하기

(1) 위치표시하기(일반사항)

케이블포설 및 선로 장비를 설치하기 전에 수행하는 배치계획과 표시는 감리자, 시공자, 그리고 공단감독자와 공동으로 수행하는 작업이다. 궤도회로는 최종 확정 위치에 설치하여야 하고, 각종 신호기주들은 부착되는 위치표지와 동일한 위치에 선로를 따라 설치하여야 한다.

모든 신호장비는 선로를 따라 선로변 공간에 설치되고, 전차선 기주와 함께 정렬 되어야 한다. 표지기주는 표지판 위치를 정의하고 현장에 따라 공단에 의해 사전에 준비된 “위치 보고서”에 따라 설치되어야 한다.

(2) 측량하기 및 표시하기

(가) 설치를 위한 측량 및 표시 대상 알아보기

- 1) 접속함(DC, CB)
- 2) 신호기주
- 3) 궤도회로
- 4) 차축온도검지기
- 5) 불연속정보전송 루프
- 6) ATS 지상자
- 7) SVP MM, 임피던스분드 등

(나) 사용할 측량장비 알아보기

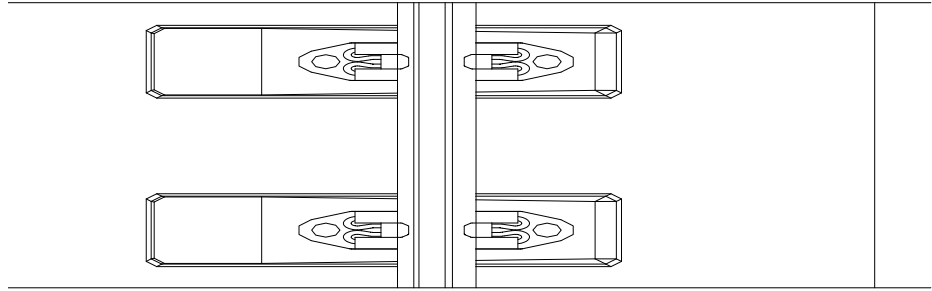
- 1) 거리 측정장비
- 2) 지워지지 않는 표시용 펜
- 3) 줄자, 스크레이퍼, 빗자루 등

(다) 표시 수행하기

- 1) 신호기주에 접속함(DC, CB) 설치 위치 표시하기

접속함은 신호표지 지지대로 사용되는 4.5m 신호기주 또는 2.5m 신호기주에 설치한다. 기주에 설치된 장비의 선로측면과 레일내측 간의 거리는 최소 2.3m 이상이어야 한다.

접속함의 번호와 기주높이는 지워지지 않는 펜으로 선로 바깥 측 침목에 표시한다. 정확한 설치 위치는 레일 외측에 펜으로 표시하며, 기주 중심선과 레일간의 거리를 함께 표시한다.



만일, 거리가 정확하게 반영되지 않았다면 BU(2)를 이동하여 궤도회로 요구 조건  $L1 + L2 \pm 0.1m$ 를 충족하는 위치를 정하고 BU(3)을 설치하여야 한다. SVAC 위치를 다시 계산하여 결정하여야 한다.

SVAC 위치는 펜으로 침목 내측에 표시한다.

13mm 레일 인서트를 설치하기 위한 구멍을 뚫는 레일위치에 S표시(SVAC)를 한다.

화살표는 레일에 구멍을 뚫는 방향을 나타낸다.

10P(drilling)는 Hole과 침목 가장자리의 거리를 나타낸다.

SVAC 설치위치에 궤도회로 번호를 레일 외측에 지워지지 않는 펜으로 표시한다.

침목 내측에 BU 위치를 펜으로 표시하는데 이는 13mm 레일 인서트를 설치하기 위한 구멍을 뚫는 위치에 표시하며 10P는 Hole과 침목외측 가장자리의 거리를 나타낸다.

두 침목간 간격 18cm 사이에 구멍을 뚫는다( $6+18+6=30cm$ ).

#### 5) 축소검지기(DBC) 설치

HBD는 JES와 관련 있다.

SVAC 가 설치되는 인근 침목에 검지기의 위치를 잡고 침목 외측에 펜으로 표시한다.

- DBC 위치

#### 6) 블로킹유닛(DB) 설치

- 침목 내측에 DB 위치를 지워지지 않는 펜으로 표시한다.

- 13mm 레일 인서트를 설치하기 위한 구멍을 뚫는 위치에 표시한다.

화살표는 레일에 구멍을 뚫는 방향을 나타낸다.

10P는 Hole과 침목외측 가장자리의 거리를 나타낸다.

두 침목간 간격 18cm 사이에 구멍을 뚫는다( $6+18+6=30cm$ ).

#### 7) 보상콘텐서 설치

- 침목 내측에 보상콘텐서 위치를 지워지지 않는 펜으로 표한다.

- 7mm 레일 인서트를 설치하기 위한 구멍을 뚫는 위치에 표시한다.

화살표는 레일에 구멍을 뚫는 방향을 나타낸다.

두 침목간 간격 18cm 사이에 구멍을 뚫는다( $6+18+6=30cm$ ).

#### 8) 무절연 궤도회로(JIC) 설치

레일 외측에 다음 사항을 펜으로 표시를 한다.

- 절연체 위치 표시

- 무절연 궤도회로(JIC) 표시

- 궤도회로 번호(SVA나 BA 위치에)

침목 외측에 다음 사항을 펜으로 표시한다.

- JIC 위치 표시
- 레일 인서트 Hole의 위치
- 화살표는 레일에 구멍을 뚫는 방향을 나타낸다.

두 침목간 간격 18cm 사이에 구멍을 뚫는다( $6+18+6=30\text{cm}$ ).

9) 불연속정보전송 루프(ITL) 설치

불연속정보전송루프(ITL)에 설치되는 위치의 침목 외측에 펜으로 표시한다.

- 불연속 정보전송 장치(ITL)의 위치

화살표는 half-loop 배선방향을 나타낸다.

10) ATS 지상자 설치

ATS 지상자가 설치되는 위치의 침목 외측에 펜으로 표시한다.

#### 수행 tip

- 표준공사시방서를 활용하여 전반적으로 숙독하는 것이 학습에 큰 도움이 될 것이다.

## 학습 1 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 일반적인 자동열차제어장치의 구성과 개념에 대하여 설명한다.
- 고속철도에서의 ATC 장치의 개념에 대하여 설명하고, 본 학습이 고속철도에서의 열차자동제어 장치를 중심으로 진행됨을 설명한다.
- 열차검지장치의 기능에 대하여 설명한다.
- 무절연 열차검지장치의 구성과 기능에 대하여 설명한다.
- 유절연 열차검지장치의 구성에 대하여 설명한다.
- ATC연속정보가 열차에 전달되는 과정과 기본적인 원리를 설명한다.
- ATC연속정보의 전달내용과 기능에 대하여 설명한다.
- 불연속정보가 열차에 전달되는 과정과 기본적인 원리를 설명한다.
- 불연속정보의 전달내용과 기능에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- 일반적인 자동열차제어장치의 구성과 개념에 대하여 학습한다.
- 고속철도에서의 ATC 장치의 개념에 대하여 설명하고, 본 학습이 고속철도에서의 열차자동제어 장치를 중심으로 진행됨을 학습한다.
- 열차검지장치의 기능에 대하여 학습한다.
- 무절연 열차검지장치의 구성과 기능에 대하여 학습한다.
- 유절연 열차검지장치의 구성에 대하여 학습한다.
- ATC연속정보가 열차에 전달되는 과정과 기본적인 원리를 학습한다.
- ATC연속정보의 전달내용과 기능에 대하여 학습한다.
- 불연속정보가 열차에 전달되는 과정과 기본적인 원리를 학습한다.
- 불연속정보의 전달내용과 기능에 대하여 학습한다.

# 학습 1 평가

## 평가 준거

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

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATC 선로변 설비	- ATC 선로변 설비를 시공할 수 있다.			
열차검지장치	- 열차검지장치를 시공할 수 있다.			
ATC 정보처리 장치	- ATC 정보처리장치를 시공할 수 있다.			
속도코드조건 작성	- 연동장치로부터 속도코드조건을 작성할 수 있다.			
ATC수신기 작동원리	- ATC의 작동을 위하여 수신기 기능을 확인 할 수 있다.			

## 평가 방법

- 모의작업환경을 만들어 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATC 선로변 설비	- ATC 선로변 설비를 시공할 수 있다.			
열차검지장치	- 열차검지장치를 시공할 수 있다.			

• 서술형 시험

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATC 정보처리 장치	- ATC 정보처리장치를 시공할 수 있다.			
속도코드조건 작성	- 연동장치로부터 속도코드조건을 작성할 수 있다.			
ATC수신기 작동원리	- ATC의 작동을 위하여 수신기 기능을 확인 할 수 있다.			

## 피드백

### 1. 작업장 평가

- 모의현장을 만들어 피평가자가 수행한 과정과 결과를 평가하고 수행의 절차 및 결과에 대하여 피평가자에게 피드백한다. 평가결과가 부족한 부분이 있으면 표준공사 시방서를 숙독하며 작업장에서 실습을 재현하여 보충 학습이 이루어 질 수 있도록 피드백한다.

### 2. 서술형 평가

- 장치의 원리에 대한 이해도 및 작업방법에 대한 정확한 숙지여부를 평가한다. 평가결과에 따라 부족한 부분에 대하여는 보충학습이 이루어 질 수 있도록 피드백한다.

학습 1	열차자동제어장치(ATC) 시공하기(LM1901100208_14V1.1)
<b>학습 2</b>	<b>열차자동방호(ATP)장치 시공하기 (LM1901100208_14V1.2)</b>
학습 3	열차자동운전(ATO)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.3)
학습 4	열차자동정지(ATS)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.4)
학습 5	열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기 (LM1901100208_14V1.5)

## 2-1. 선로변제어유닛 기능

**학습 목표** • 선로변제어유닛의 기능을 이해할 수 있다.

### 필요 지식 / 선로변제어유닛(LEU)

#### ① 선로변제어유닛(LEU) 개요

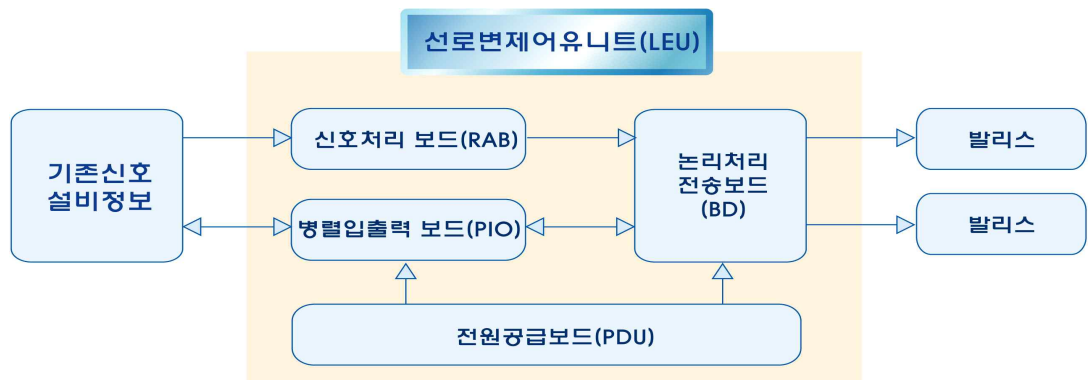
선로변 제어유닛(LEU, Line side Electronic Unit)은 신호설비의 상태를 검지하여 조건에 맞는 텔레그램을 정보전송장치인 발리스(Balise)로 전송하는 장치를 말한다.

선로변 제어유닛은 ETCS Level 1 시스템의 지상설비로서 장내/출발신호기 및 폐색신호기의 신호현시 상태 정보를 전송하여 안전한 열차의 운행에 기여하며, 역 구내 및 역간 폐색구간에서 기존설비인 연동장치 및 자동폐색 장치와 인터페이스 되어 신호기 현시 조건을 입력 받아 신호기 현시 조건과 일치하는 텔레그램을 정보전송장치인 발리스로 전송한다.

#### ② 선로변제어유닛(LEU)의 구성

##### 1. 비교논리 구조

선로변제어유닛은 신호처리보드, 논리처리전송보드, 병렬입출력보드, 전원공급보드로 구성한다. 각 보드들은 안전 측 동작개념을 바탕으로 표준사양에 맞게 비교 논리구조(2 out of 2)로 설계되어 있다. 현장의 조건과 신호 현시 조건에 따라 재구성이 가능하도록 보드별로 구성된다. [그림 2-1]은 선로변제어유닛의 보드 구성에 대한 개념을 표현하고 있다.



## 2. 선로변제어유닛(LEU) 보드별 산출 기준

간선철도 고속화와 관련하여 설치한 경춘선에서 시 사용 목적별로 표준화되어 신호처리보드, 논리처리 보드로 구성한다. 각 보드들은 안전 측 동작개념을 1 조(2 out of 2)로 설계하였다.

RAB보드는 신호기의 진로현시에 따라 2개의 RAB보 음과 같이 4~5개의 LEU보드들이 사용된다.

- 신호처리 보드(RAB): 1~2개
- 논리처리전송 보드(BD): 1개
- 병렬 입출력 보드(PIO): 1개
- 전원공급 보드(PDU): 1개

### ③ 선로변제어유닛(LEU) 기능

선로변제어유닛은 CENELEC 규정에서 정의하는 SIL4의 램 저장, 선택, 전송 및 시스템 무결성 확보를 위한 인터의 현시상태 정보 수신 및 기존 설비와의 인터페이스

텔레그램 선택의 주요 기능은 다음과 같다.

- 신호현시 상태정보 수신(Interface 'S' )
- 비교논리구조(2 out of 2) 에 의한 신호현시 상태정보 비교(1차 비교)
- 전송될 텔레그램의 신뢰성 확보를 위해 선택된 텔레그램의 비교(2차 비교)
- SRS 2.3.0 표준안에서 정의된 텔레그램 선택

## 2. 텔레그램 전송 기능

선로변제어유닛(LEU)은 비교논리구조의 시스템을 통해 두 개의 채널로 독립적인 텔레그램을 전송할 수 있으며, 발리스의 에러 분리 검출도 가능하다. 발리스와의 전송을 위한 인터페이스는 FFFIS 인터페이스 'C' 규정에 따라 텔레그램이 전송된다. 텔레그램 전송의 주요기능은 다음과 같다.

- FFFIS Interface 'C' 규정에 따른 논리적, 전기적 인터페이스
- 비교논리구조(2 out of 2)의 시스템을 통해 두 개의 채널로 텔레그램 전송

## 3. 신호설비 정보 수신 기능

차내신호시스템에서 필수적인 지상 관련 정보는 신호설비정보를 기반으로 생성된다. 그러므로 선로변제어유닛은 신호현시 상태정보와 지상 안전설비 정보를 수신하며, 또한 선로변제어유닛과 연결된 신호설비에 영향을 미치지 않도록 한다. 신호현시에 적용되는 신호기의 전기적 특성, 접점 수 및 현장조건을 고려하여 수신기능이 설계되며, 현장설비와 물리적 인터페이스가 용이하도록 설계된다.

신호설비 정보수신의 주요기능은 다음과 같다.

- 기존 설비에 영향이 없는 무결성
- Vital 한 신호현시상태 정보 입력
- 다양한 신호설비의 정보 수용
- 신호처리보드의 유연한 확장성(최대 12개의 신호정보 입력기능)

## 4. 안전측 동작 기능

선로변제어유닛(LEU)의 자체 진단에 의한 에러 처리와 안전 측 동작 기능은 시스템 무결성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라, 신뢰성 및 가용성, 그리고 유지→보수성을 향상시킬 수 있다. 시스템 자체에서 발생 가능한 에러의 종류를 정의하고, 에러의 검출방법과 안전측 처리방안에 대해 정의한다. <표 2-1>에서 선로변제어유닛의 안전 측 동작에 관한 주요

기능에 대하여 설명하고 있다.

<표 2-1> 선로변제어유닛의 안전측 동작 주요 기능

구분	기능 정의	기능 적용
에러 정의	장치 내 각 기능 에러 정의 장치별 에러 정의 유효한 데이터와 무효한 데이터 정의 바이털 에러와 넌 바이털 에러 정의	위험 요소의 정의 기능사양서를 통한 에러 정의 예측 가능한 데이터의 정의 위험 가중치에 따르는 정의
에러 검출	발리스 분리 고장 검출 에러 검출 회로 내장 신호현시정보 불일치 검출 선택된 텔레그램 검출 무효한 데이터의 검출 바이털 에러 검출	비교논리구조(2 out of 2) 텔레그램 비교 장치 내 유효 데이터 저장 장치 내 바이털 데이터 저장 발리스 ID 검출, 비교
안전 측 동작	텔레그램 전송 중지 Default 텔레그램 차내로 전송 셋다운 시행	각 장치별 Fail-safe 출력 Default 텔레그램 전송 지상, 차내 간 에러 처리 기능 설계 비교논리구조(2 out of 2)에서 불일치 발생 경우 셋다운 시행

## 5. 텔레그램 저장 기능

텔레그램 저장은 생성된 현장 데이터 중 선로변제어유닛(LEU) 데이터를 노트북 또는 휴대용 단말장치로 선로변제어유닛에 다운로드하여 저장한다. 모든 입력 신호들은 신호처리보드로 부터 논리처리전송보드로 전송되고, 각 발리스 그룹에 필요한 많은 텔레그램들이 결정된다. 그 논리처리전송보드에 저장되는 많은 텔레그램 중 특별한 목적을 가지는 텔레그램만이 사용된다.

전송되는 텔레그램은 열차의 운행 프로파일의 기본 데이터로 사용되며, 필요한 텔레그램의 수는 열차의 운영 상황에 따라 달라진다.

텔레그램 저장의 주요 기능은 다음과 같다.

- 현장 프로그래밍이 가능한 노트북 및 휴대용 단말장치(TPG)를 사용
- 안전한 저장기능을 위한 에러검출가능
- 보안성을 위한 암호화된 사용자 로그인
- 표준안에 기반을 둔 바이너리파일 저장
- 장문(1023), 단문(341)의 텔레그램 선택가능
- 완전한 비교논리구조(2 out of 2) 시스템 구성을 위한 채널별 텔레그램 저장

## 2-2. 발리스의 기능

**학습 목표** • 열차방호장치의 발리스 기능을 이해할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 발리스의 정의 및 종류

발리스(Balise)는 궤도상에 설치되는 지상자로 가변정보 또는 선로속도나 구배 등 고정정보를 차상으로 전송하는 장치를 말한다.

발리스의 종류는 2가지가 있는데 하나는 가변정보전송장치(CBC, Compact Balise Controlled)와 다른 하나는 고정정보전송장치(CBF, Compact Balise Fixed)이다.

##### 1. 가변정보전송장치(CBC, Compact Balise Controlled)

가변정보전송장치는 열차자동방호장치(ATP)설비 구간에서 신호현시 조건에 의해 제어되는 정보를 제공하는 정보 전송 장치이다.

##### 2. 고정정보전송장치(CBF, Compact Balise Fixed)

고정정보전송장치는 열차자동방호장치(ATP)설비 구간에서 선로조건 등의 변화지 않는 고정된 정보를 제공하는 정보 전송 장치이다.

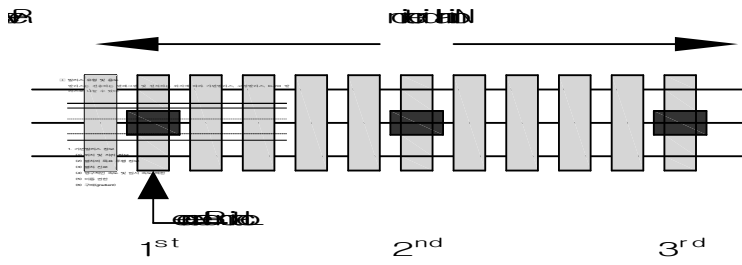
#### ② 발리스 개요

발리스는 차내 서브시스템에 텔레그램을 보내는 전송장치로서 정보를 단방향(Up-link)으로 전송하는 지상장치이다. 고정 발리스는 항상 발리스 자체에 저장되어 있는 텔레그램을 송신하고, 가변 발리스는 지상 신호기에서 현재 신호기 현시를 검지하는 선로변 제어유닛(LEU)으로부터 텔레그램을 수신한다. 만일, 발리스로부터의 케이블이 손상되었을 경우에는 디폴트(default) 텔레그램을 전송한다.

#### ③ 발리스 그룹

발리스는 하나 또는 여러 개(1~8개)의 발리스로 구성된 발리스 그룹으로 정의된다. 각각의 발리스에는 그룹에서의 발리스의 상대 위치를 나타내는 발리스 내부 번호(1~8), 그룹 내의 발리스 번호 및 발리스 그룹 확인자 등의 정보가 저장된다. 또 각각의 발리스 그룹

의 정상 운행 방향은 내부 발리스 번호가 증가하는 방향으로 정의된다.



(7) 링크 중인 데이터

(8) 기타 정보

## 2. 고정발리스 정보

(1) 국가값

(2) 전차선 정보

(3) 고정 장애물

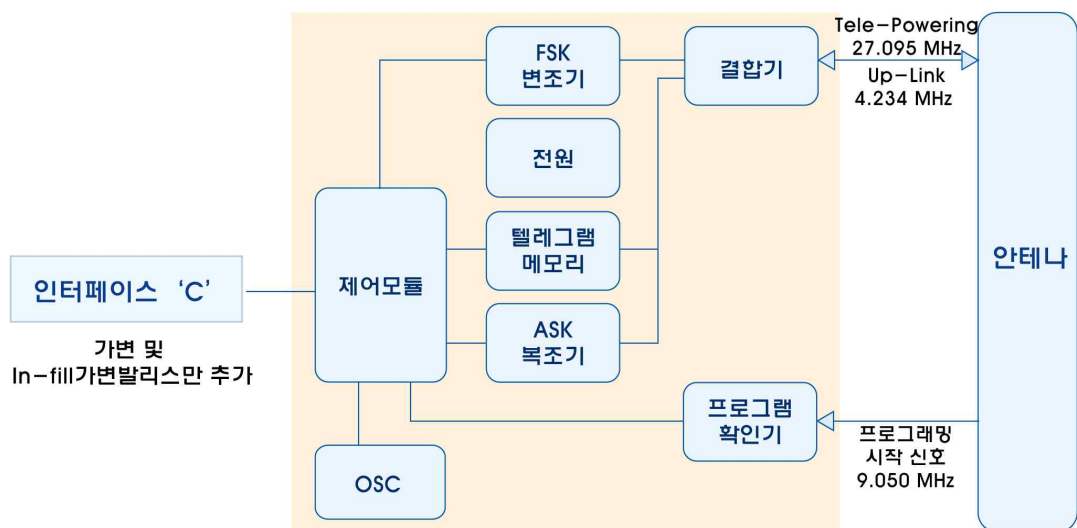
(4) 최대 안전 속도에 영향을 미칠 수 있는 열차 상태 변화

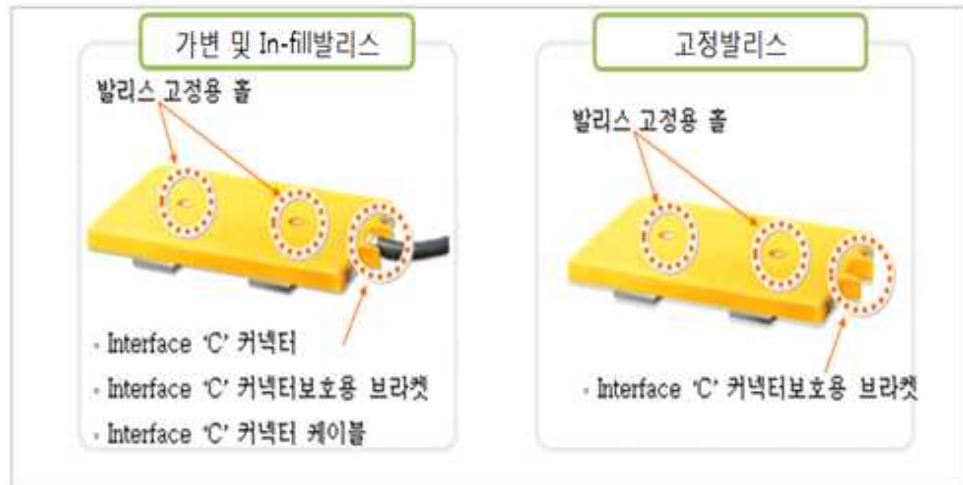
(5) 기타 정보

## 5 발리스 구성 및 사양

### 1. 발리스 구성

발리스는 하드웨어적인 구성에 따라서 가변발리스 및 고정발리스로 나뉜다. 발리스는 선로변제어유닛(LEU)으로부터 수신된 텔레그램 또는 내부 텔레그램 메모리에 저장된 데이터를 기준으로 생성된 텔레그램을 차내로 전송한다.





출처: ATP교육자료(대아티아이(주))  
 [그림 2-4] 발리스 형태

## 2. 발리스 사양

### (1) 기계적 사양

발리스는 CENELEC 규정에서 정의하는 안전성을 확보하기 위해 밀폐형 구조로 설계되어 환경적 요인에 대한 보호기능을 강화한다.

### (2) 전기적 사양

발리스는 기본적으로 SRS 2.3.0 의 표준화된 전기 및 통신 규격을 만족하는 기기이다. 아래는 발리스의 Interface 'A' (A1: 무전원 응동, A4: 차내 장치로의 데이터 전송, A5: 발리스 텔레그램 저장) 와 Interface 'C' (C1: 데이터전송, C4: Interface C1 의 차단, C6 : 전원공급)의 전기적 사양에 대한 설명이다.

## ⑥ 발리스 기능

발리스는 SRS 2.3.0에서 규정한 기본 기능인 텔레그램 수집, 저장, 전송 및 에러처리, 무전원 응동이라는 기본 기능을 통해 차내 장치에 위치 정보와 궤도 및 신호 정보를 제공한다.

### 1. 텔레그램 종류 및 수집, 저장, 전송 기능

발리스는 SRS 2.3.0을 따르는 가변, 고정, 기본 텔레그램에 대한 수집, 저장, 전송 기능을 가지고 있으며, 가변발리스는 LEU로부터 수집한 가변 텔레그램과 자체 저장하고 있던 기본 텔레그램을 전송하고, 고정발리스는 고정 텔레그램을 차내 장치로 전송한다.

<표 2-3> 텔레그램의 종류

구 분	내 용
가변 텔레그램	신호현시에 따라 선로변제어유닛(LEU)으로부터 Interface 'C'를 통하여 가변발리스 및 In-fill 발리스로 전송되는 텔레그램
고정 텔레그램	고정발리스에 저장되는 곡선, 구배, 영구속도제한 등의 고정 텔레그램
기본 텔레그램	가변발리스 및 In-fill 발리스에 저장되는 고정 텔레그램

<표 2-4> 텔레그램 수집, 저장, 전송 기능

구 분	내 용
텔레그램 수집 - 가변발리스 - In-fill 발리스	- 지속적인 가변 텔레그램의 수집 - 전송된 데이터의 검증을 통하여 정확한 가변 텔레그램을 저장
텔레그램 저장 - 가변발리스 - 고정발리스 - In-fill 발리스	- 기본 텔레그램을 가변발리스에 저장 - 고정 텔레그램을 고정발리스에 저장 - 발리스 시험기를 이용하여 생성된 텔레그램을 Interface 'A'를 이용하여 발리스 내부에 저장
텔레그램 전송 - 가변발리스 - In-fill 발리스	- 차내 장치로부터의 전자기파에 의하여 응동 - 가변, 기본 및 고정 텔레그램을 Interface 'A'를 이용하여 차내 장치로 반복 전송

## 2. 데이터 처리 기능

발리스의 데이터 처리 기능은 SRS 2.3.0을 만족하고, 선로변제어유닛(LEU)으로부터 텔레그램을 수집하여 열차에 전송하며, 전송된 지상정보에 따라 이동권한 데이터의 매개변수를 결정하도록 돕는 역할을 한다.

- (1) 데이터 처리 기능의 입력정보는 주로 진로정보, 엔지니어링 데이터로 구성한다.
- (2) 출력으로 주어지는 발리스의 메시지는 선로형상, 링크정보, 이동권한 데이터, 시스템 데이터로 구성
- (3) 데이터 처리 기능에 따라 차내신호시스템의 신호구간의 시작과 종료를 알리는 데이터를 수집 및 저장하였다가 이를 차내 장치로 송신한다.

<표 2-5> 데이터 처리 기능

구 분	내 용
시작, 종료 정보	- 운영구간의 시작과 종료
링크정보	- 링크 거리 - 링크된 발리스그룹 ID - 링크된 발리스 방향 - 발리스그룹 미 발견시의 반응정보
이동권한 데이터	- 신호등에 따른 속도정보 - 이동권한 거리 - 이동권한 끝에서의 속도 - 위험지역에 대한 정보
선로형상	- 다음 구배 변경까지의 거리 - 구배 값
시스템 데이터	- 진입 시 모드 - 모드 변환거리 - 모드변환 시 속도 - 운전자 모드변환 인식거리

### 3. 에러 처리 기능

발리스의 에러 처리 기능은 시스템의 무결성을 확보하여 주는 기능으로서 시스템의 신뢰성, 가용성 및 유지·보수성을 향상시킨다.

에러 발생 → 인터페이스 'C' 전송중단 → 기본 텔레그램 선택 → 차내 장치로 전송

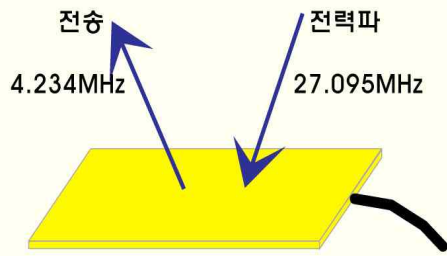
<표 2-6> 에러 처리 기능

구 분	에러의 종류	에러 판단 및 대처방안
텔레그램 수집	텔레그램 수집불능	- Interface 'C'를 통해서 수집된 데이터의 신호레벨이 허용치보다 낮거나 초과 - 기본 텔레그램을 차내 장치로 전송 - 선로변제어유닛은 발리스와의 연결 상태 확인 - 발리스로부터 30초 동안 응답이 없을 경우 Interface 'C'를 통한 가변 텔레그램 전송중지 - 발리스는 기본 텔레그램을 차내장치로 전송

### 4. 무전원 응동 기능

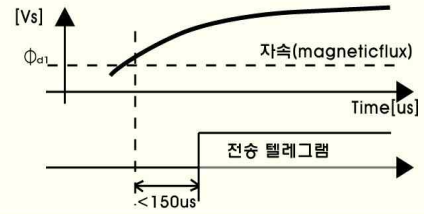
발리스는 외부로부터 전원을 공급 받지 않는 무전원 기기이며, 차내 장치로부터 응동에 필요한 전자기파(High Frequency Magnetic Field)를 받아 발리스가 활성화 되어 텔레그램을 전송한다. 발리스는 SRS 2.3.0을 만족하며, 300km/h 이하의 속도에서 1,023 bit의 텔레그램 전송이 가능하다.

### 무전원 응용



### 응동조건

- 자속이  $\Phi_{d1}$  을 넘어설때 응동시작
- 응동시작 후 150us 이내 텔레그램 전송시작



- (2) 열차이동 거리, 속도, 완해속도 등 열차의 이동권한 전송(이동권한: 패킷 12번)  
 해당 신호기가 정지일 때 인필정보전송장치는 해당 신호기까지 열차운행이 가능하도록 모든 현시에서 완해속도 적용
- (3) 측선이동에 따른 이동권한 축소 보상(재위치 정보: 패킷 16번)  
 측선 이동에 따른 이동권한 축소를 보상하기 위한 이동권한 전송으로 초기 목표지점까지 이동이 가능하도록 함
- (4) 이동권한 내 존재하는 열차운행 허용속도(속도제한정보: 패킷 27번)
  - (가) 차종별 제한속도 구분: 고속과 저속열차로 구분하여 속도제한을 적용하며, 기본은 저속열차 기준을 적용
  - (나) 역구내 진입 예고속도 표출: 폐색2호주에서 장내 진로 중 가장 제한적인 속도정보 전송
  - (다) 곡선 시/종점 입력 구분: 곡선개소 시점은 곡선표지, 종점은 실제 종점위치를 입력 기준으로 적용
- (5) 전방 운행 선로의 지리적 정보를 아이콘(ICON)으로 표현(아이콘정보: 패킷44:6번)
  - (가) 터널, 교량 아이콘: 20m 이상의 구조물에서만 아이콘을 표출
  - (나) 역사 아이콘: 상하 본선 출발신호기 사이의 거리를 역사 길이로 입력
- (6) 열차의 운행 진로상의 전방에 존재하는 정보(선로조건: 패킷 68번)
  - (가) 절연구간: 해당 구간 운행속도 기준 11초 이상 거리에서 동작정보를 제공하고 타행표지에서 전원차단
  - (나) 터널기밀장치: 해당구간 운행속도 기준 10초 이상 거리에서 동작정보 제공
- (7) 차상 MMI 텍스트 메시지(패킷 72번)  
 지장물 검지, 고장 검지 시 차상 MMI에서 <Intrusion Detector(Rock or Car)> 메시지 표출

## 2-3. 선로변 설비 시공

**학습 목표** • 선로변 설비를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 선로변 설비 기본사항

1. 선로변 제어유닛(LEU)은 신호설비의 상태를 검지하여 조건에 맞는 텔레그램을 정보전송 장치인 발리스(Balise)로 전송하는 장치를 말한다.
2. 역구내의 선로변제어유닛은 장내신호기, 출발신호기, 구내 폐색신호기의 신호제어 정보를 송신하는 각 선로변 제어유닛을 신호기계실에 집중 설치하며, 폐색구간에서는 폐색신호기의 신호제어 정보를 송신하는 선로변 제어유닛을 폐색신호기와 근접한 곳에 설치한다.
3. 발리스(Balise)는 궤도상에 설치되는 지상자로 가변정보 또는 선로속도나 구배 등과 같은 고정정보를 차상으로 전송하는 장치를 말한다.

#### ② 발리스(정보전송장치)의 설치

##### 1. 발리스의 설치 위치

- (1) 발리스의 설치 위치는 발리스 전송시스템의 설계 시 정확한 위치가 명확하게 제시되어야 한다.
- (2) 선로의 특정한 환경에 따라 발리스들의 배치가 허용되지 않는 경우들이 있을 수 있으므로 선로변 금속물, 현장 요구사항 및 안전성 규제 등을 검토하여 설치위치를 선정하여야 한다.
- (3) 선로전환기들과 레일이음매 가까이에 위치한 발리스들로부터의 혼선(Cross-Talk)의 위험이 있으므로 설치위치를 정확히 하여야 한다.

##### 2. 발리스의 설치 조건

- (1) 가변정보전송장치는 궤도절연에서 17m이상 이격하고 고정정보전송장치는 신호기 방향으로 3m이상 이격하여 설치하여야 한다. 단, 무절연 AF궤도회로구간에서는 TU에서 13.8m 전방에 가변정보전송장치를 설치한다.

- (2) 열차진행방향에서 가변정보전송장치, 고정정보전송장치 순으로 설치하여야 한다.
- (3) 연속된 두 개의 정보전송장치는 3m이상 거리를 두고 설치하여야 한다.
- (4) 침목을 중심으로 가로방향으로 설치하는 것이 표준이며, 선로조건에 따라 세로방향으로 설치 할 수 있다.
- (5) 발리스에 텔레그램을 입력하기 위한 단자가 있는 경우 발리스에 습기가 유입되지 않도록 플러그로 단자를 봉인하여야 한다.
- (6) 정보전송장치와 선로변제어유닛간의 케이블 접속은 케이블헤드 등을 설치하여 접속하여야한다.
- (7) 인필 정보전송장치 설치는 다음에 의한다.
  - (가) 장내신호기용
    - 구내폐색신호기가 있는 경우: 궤도절연 위치에서 300m지점
    - 구내폐색신호기가 없는 경우: 폐색신호기 1호주 내방 50m지점
  - (나) 출발신호기용
    - 승강장이 있는 경우: 승강장 끝 부분
    - 열차정지표지가 있는 경우: 열차정지표지 위치
    - 열차정지 표지가 없는 경우: 주 가변정보전송장치로부터 후방 50m 떨어진 위치
  - (다) 역방향 운전설비를 설비한 구간의 역방향 장내신호기는 궤도절연 위치에서 1,200m 지점
- (8) ATP/ATS의 연계구간의 운전모드 전환을 위한 정보전송장치 설치지에는 예고용과 전환용 정보전송장치 사이에는 ATS 지상자가 없는 개소에 설치하여야 한다.

### ③ 발리스의 취부 위치

1. 정보전송장치 중심에서 ATS지상자 중심까지 간격 1.2m 이상
2. 인접선로에서 통과하는 차량의 안테나 중심에서 정보전송장치 중심과 간격 3m(선로전환기 내 1.4m) 이상
3. 선로전환기내 설치는 피하기(단. 설치지 2호 적용)
4. 레일이음매와의 간격 1m이상
5. 금속 물체와 정보전송장치 중심의 간격은 가로 410mm, 세로 315mm, 아래위 각 210mm 이상

#### ④ 발리스 설치 세부 요건

발리스는 에어갭을 통한 전송에 관하여 방향에 의존적이지 않기 때문에 가능한 한 가로방향으로 장착하며 세로방향으로도 장착할 수 있다. 발리스의 보호케이블 덮개는 레일의 바깥쪽으로 향하게 한다.

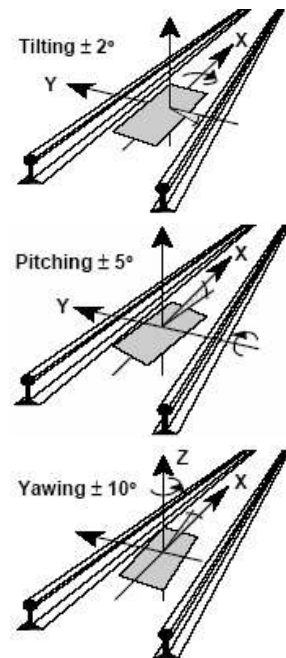
침목의 취부 표면은 평편해야 한다. 표면이 평편하지 않으면 취부 시 발리스가 구부러질 위험성이 있으며, 발리스의 고장 원인이 될 수 있다. 만약, 취부 표면이 고르지 않다면 발리스를 취부하기 전에 표면을 부드럽게 하는 것이 필요하다.

##### 1. 각도 편차

조 건	값	설 명
발리스의 Z 기준 축들과 선로 중심축 간의 최대 측면편위	$\pm 15\text{mm}$	일반적인 적용에 대한 허용오차
선로 곡선반경이 $\approx 1000\text{m}$ 이며 최대 노선속도가 $\approx 180\text{ km/h}$ 일 경우 선로의 중심축에서 부터의 측면 편위	$\pm 40\text{mm}$	선로의 레이아웃이 일반적인 적용 허용 오차를 고려할 수 없을 때만 사용되는 허용오차
선로 곡선반경이 $\approx 1000\text{m}$ 이며 최대 노선속도는 $\approx 180\text{km/h}$ 이고 발리스가 40 mm 더 높게 설치될 경우 선로의 중심축에서 부터 측면편위	$\pm 80\text{mm}$	선로의 레이아웃이 일반적인 적용 허용 오차를 고려할 수 없을 때만 사용되는 허용오차

X축에 대한 발리스 상하 흔들림(틸팅)

$\pm 2^\circ$

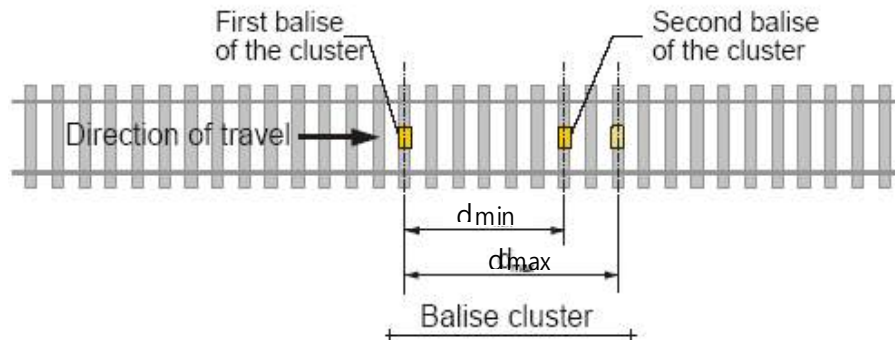


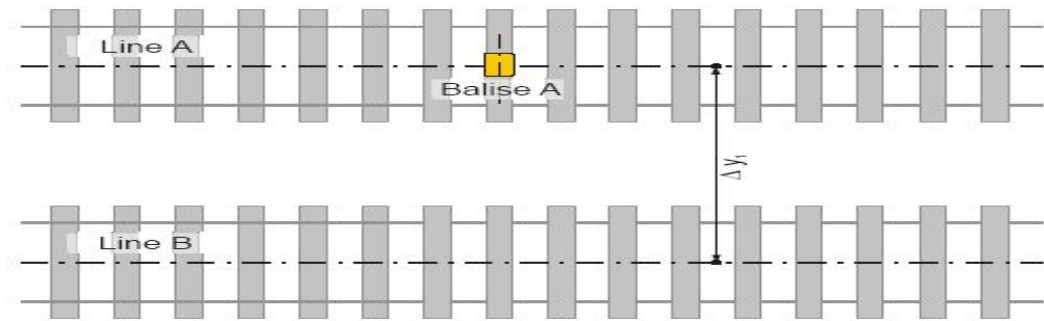
발리스 그룹으로 불린다. 발리스 그룹 내 최소 및 최대 간격이 발리스들 사이에 준수 되어야 하며, 이웃 발리스 그룹들의 마지막 발리스와 첫 번째 발리스 사이의 최소 간격은 준수 되어야 한다.

발리스 그룹들에 대한 최소 간격은 일반적으로, 또한 발리스 그룹들 사이의 간격을 제한 하는 조건으로도 사용된다. 발리스 그룹 내 발리스들의 간격은 다음과 같다.

<표 2-8> 발리스들 사이의 허용 간격

구분	값	조건(선로속도)
같은 발리스 그룹 내 발리스들 사이의 간격	$d_{min} = 2.3m$ $d_{max} = 12.0m$	160km/h까지
	$d_{min} = 3.0m$ $d_{max} = 12.0m$	160~300km/h
	$d_{min} = 5.0m$ $d_{max} = 12.0m$	300~500km/h





출처: ATP교육자료(대아티아이(주))  
 [그림 2-7] 발리스의 병렬선로까지의 거리

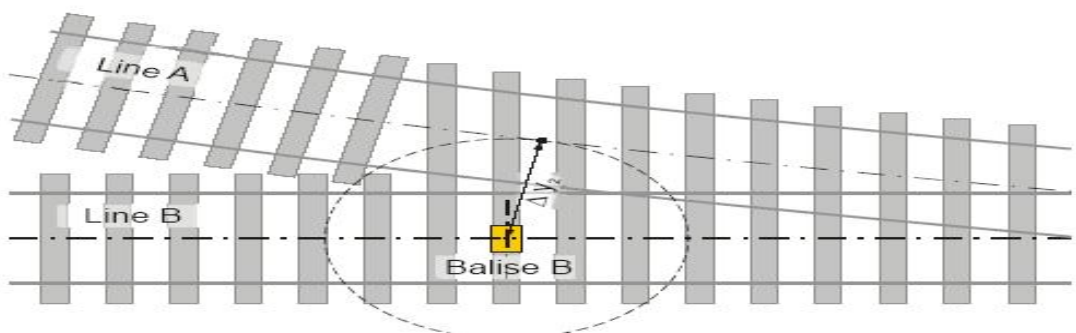
(2) 분기부 내의 발리스와 안테나

(가) 이격거리

분기부를 통과하는 차량의 안테나와 인접 궤도 발리스 간의 거리는 최소 1.4m 이상이어야 한다.

(나) 발리스 배치

발리스와 안테나 사이의 거리를 산출하기 위하여 선로전환기를 통과하는 모든 차량 상의 안테나의 위치를 파악하는 것이 필요하다. 따라서 이러한 차량들의 정확히 어느 부분에 안테나를 배치할 것인지에 대한 요구사항을 설정할 때 분기기 내에 발리스들을 배치하는 것은 피하는 것이 바람직하다. 최대 안테나 편위는 300mm 이하가 되어야 한다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))  
 [그림 2-8] 분기기 내의 발리스와 안테나의 최소 거리

#### 4. 발리스 설치지 제한 사항

##### (1) 분기기 내

(가) 분기기 내에 발리스를 위치시키는 것은 피해야 한다. 분기기 내 금속부분들이 전송 시 교란을 가져올 수 있기 때문이다. 선로에서 발리스의 최대 측면 편위과 관련된 요구사항을 충족시키는 것은 어려울 수도 있다.

(나) 안테나의 최대 측면 편위를 고려하며 인접한 선로 상에 있는 발리스와 안테나간의 최소거리를 유지하는 것 또한 어려울 수도 있다.

##### (2) 최소 곡선 변경

발리스는 300m보다 작은 반경의 커브에서 설치될 수 없다. 작은 반경의 커브에서 발리스가 설치되어야 하는 경우에, 유로발리스 차내장비가 그 발리스를 안전하게 읽을 수 있는지 점검 되어야 한다.

##### (3) 기존 ATS 지상자와 외부 발리스

기존 ATS 지상자에서 최소한 3m 이상 이격되어야 한다.

##### (4) 레일이음매

레일이음매에서는 선로의 변형(Strain)과 이동이 가장 큰 문제로서, 발리스는 레일의 기계적인 변형에 의해 손상될 수 있다. 따라서 발리스는 중심으로부터 레일이음매로 1m 이상 이격시켜 설치해야 한다.

#### 5. 발리스 설치 높이

발리스의 설치 높이는 비금속 공간을 준수하여 레일 상부 높이 아래 93mm~193mm의 제한된 간격 내에 설치한다.

#### ⑤ 선로변제어유닛(LEU) 설치 일반

역구내의 선로변제어유닛은 신호기계실에 집중 설치하며, 폐색구간에는 폐색신호기와 근접한 곳에 설치한다.

##### 1. 케이블의 연결

발리스 장치와 신호현시 조건, 그리고 전원과 연결되는 케이블을 선로변제어유닛의 터미널블록으로 연결해야 하며, 터미널블록에서 나오는 전선은 선로변제어유닛의 하단에 있는 케이블 인입구를 통해 선로변제어유닛으로 인입되도록 하고 각 PCB 전면의 커넥터로 연결되도록 전선관로를 설치하여야 한다.

## 2. 케이블의 선택

신호기와 선로변제어유닛간의 거리에 따라 제어케이블의 선종을 결정하여야 한다.

## 3. 공간의 확보

선로변제어유닛에는 낙뢰보호장비와 구성변경의 경우(예: PCB 추가)를 위해 추가적인 터미널블록 모듈을 설치하기 위한 충분한 공간이 있어야 한다.

## 4. 신호현시 검지 방법

신호기의 현시상태 등의 정보를 전송하기 위하여 설치한 선로변제어유닛 내부의 검지보드는 다음과 같은 방식이 있다.

### (1) 계전기 접점 검지방식(Dry Contact)

연동장치 또는 폐색장치로부터 실제 의도된 신호를 사용한다는 의미를 갖으며 신호기의 단선 및 단심 등의 고장상황에 제한을 받지 않는 장점이 있으며, 현재는 새로 시공되는 열차자동방호장치(ATP)이 대부분 이 방식을 적용한다.

### (2) 신호등 전류검지 방식

실제로 신호현시에 사용되는 전류를 검지하여 정보를 송출하는 방법으로 다소 고장률이 높으며, 신호기의 단심이나 케이블이 절손 등의 상황에 종속되어 연동장치나 폐색장치가 실질적으로 허용한 운행정보와 다른 제어출력이 발생되는 단점이 있다.

## 5. 외함

(1) 실내용은 19인치 표준랙을 사용하여야 한다.

(2) 실외용의 제어유닛 취부볼트 간격은 가로 580mm, 세로 400mm로 한다.

## 6. 설치 기초

(1) 토공구간 : 콘크리트(W710×D510×H950)

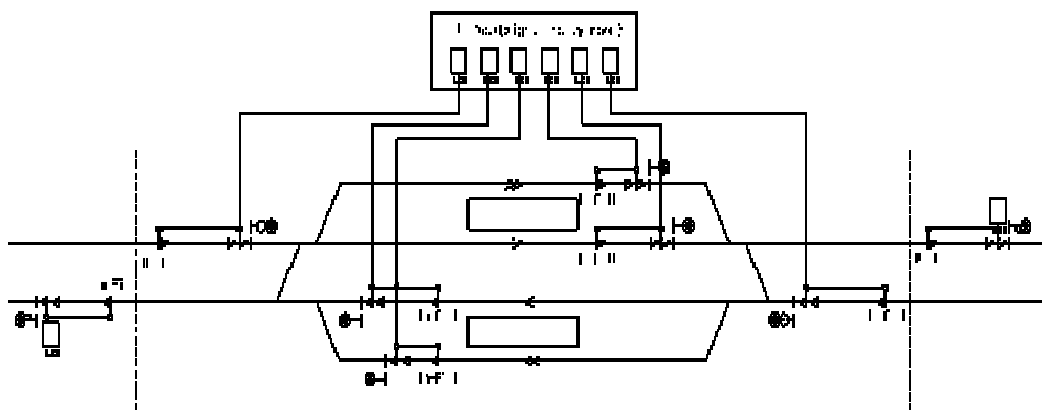
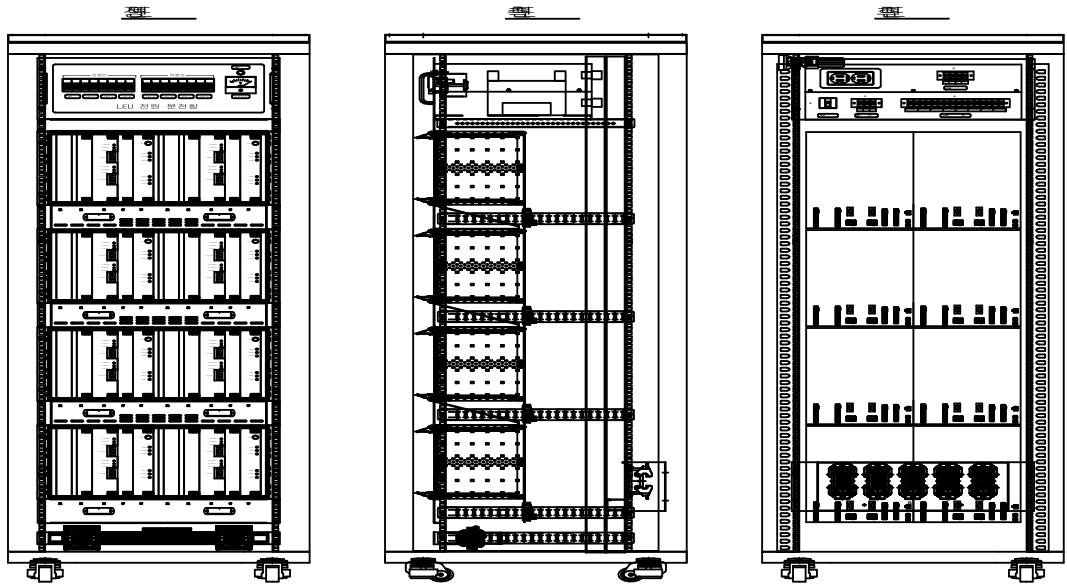
(2) 교량 및 터널구간 : 철재(W720×D520×H300)

## ⑥ 선로변제어유닛(LEU) 설치별 유형

### 1. 역 구내의 LEU 설치

다수의 신호기가 밀접하게 위치하고 있는 역 구내의 경우, 신호계전기실에 선로변제어유닛(실내용) 랙을 설치하여 LEU간 정보 교환과 중앙 진단 기능을 수행한다. LEU 랙은 보편화된 19" 표준랙에 집중화하여 신호계전기실에 설치한다. [그림 2-9]는 기계실에 설치하는 LEU랙의 외형도이다.

선로변제어유닛은 역구내 신호계전기실에 설치된 전자연동장치와 연결되며, 전자연동장치의 신호 제어 조건은 LEU와 인터페이스 하여 지상신호기의 정보를 차내로 전송한다. [그림 2-10]은 역 구내에 설치되는 발리스와 기계실에 집중화된 LEU의 개념을 표현한 것이다.

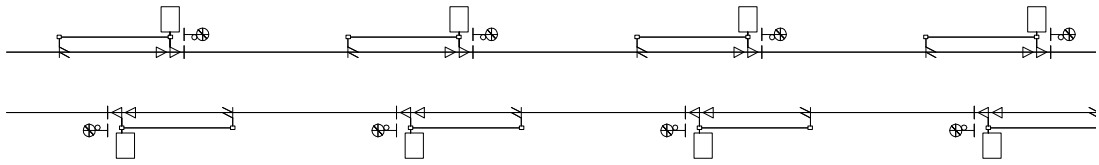


출처: ATP교육자료(대아티아이(주))  
[그림 2-10] 실내용 선로변제어유닛 배치 개념도

## 2. 역간에 설치되는 LEU

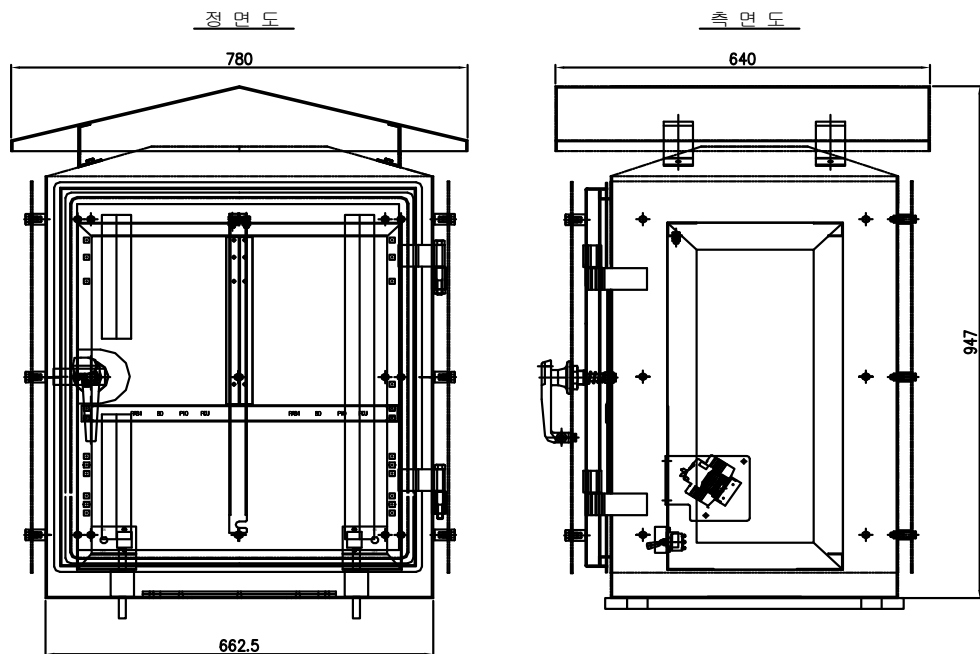
폐색구간에서의 LEU는 현장 설치 여건 및 유지 보수 편의성을 고려하여 폐색제어유닛과 최대한 근접하여 설치하고 현장 조건이 불합리한 경우에 최대 10m 이내에 설치한다. 그림 2-11은 역과 역사이의 자동폐색구간에서의 LEU 배치에 관한 개념도이다.

터널구간 내 상/하선 신호기의 폐색신호장치가 동일한 대피공간에 설치된다. 신호기 회로를 통해 신호기 현시 제어조건을 LEU 및 폐색신호기에 전달하며, LEU에서는 현시정보에 대응하는 텔레그램을 가변발리스로 전송한다. [그림 2-12]는 실외용 LEU가 수납되어 설치되는 함체의 외형도이다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-11] 정거장간 폐색구간 선로변제어유닛 배치 개념도



## 7 기타 부속설비

### 1. 전선로 설비

LEU는 폐색제어유닛 근처에 위치함으로써 신호 케이블들의 연결이 용이하게 유지 될 수 있다. 다른 장치에 연결되는 케이블들은 개별 케이블 선을 사용하여 LEU 외함 진출입 시 분리되어야 한다. LEU와 폐색제어유닛 및 신호계전기실 연동장치 랙은 일반 전선로 공사와 동일하게 시행하며, 현장 여건에 따라 보호관로 설비를 설치한다.

지상설비 인터페이스 케이블 사양은 <표 2-9>와 같이 적용된다. 그러나 설계 및 시공 전에 KRS규격을 확인하여 규격의 변동에 대응하여야 한다.

<표 2-9> 역 구내 케이블 사양

LEU 인터페이스 케이블	인터페이스 상대장치	역구내 케이블 사양
신호기 현시 정보	연동장치 계전기랙	F-CVV-S 1.5 mm <sup>2</sup> × 30C
신 호 케이블	LEU 고장 정보	TLDS/AF 궤도회로장치
	LEU Coupling	랙 내부 LEU와 현장 LEU간
전원 케이블	전원실 전원배전반	F-CV 6 mm <sup>2</sup> × 2C
접지 케이블	접지 단자함	F-GV 50 mm <sup>2</sup> × 1C
발리스 케이블	발리스	0.5km 이하 : 0.6mm <sup>2</sup> × 4C 0.5~1.2km 이하 : 1.5 mm <sup>2</sup> × 4C 1.2~2km 이하 : 1.8 mm <sup>2</sup> × 4C (단, 가변발리스와 In-fill발리스 간은 2C 사용)

<표 2-10> 폐색구간 케이블 사양

LEU 인터페이스 케이블	인터페이스 상대장치	폐색구간 케이블 사양	
		일반 폐색구간	터널 구간
신호 케이블	신호기 현시 정보 (LEU 고장 정보)	자동폐색 제어유닛 (AF궤도 회로장치포함)	F-CVV-S 1.5 mm <sup>2</sup> × 15C    HFCCO-S 1.5 mm <sup>2</sup> × 15
	LEU Coupling	현장 LEU(전후방)	F-CVV-S 1.5 mm <sup>2</sup> × 10C    HFCCO-S 1.5 mm <sup>2</sup> × 10C
전원 케이블	자동폐색제어유닛	F-CV 2.5 mm <sup>2</sup> × 2C	HFCO 2.5 mm <sup>2</sup> × 2C
접지 케이블	접지 단자함	F-GV 50 mm <sup>2</sup> × 1C	F-GV 50 mm <sup>2</sup> × 1C
발리스 케이블	발리스	0.5km 이하 : 0.6mm <sup>2</sup> × 4C 0.5~1.2km 이하 : 1.5 mm <sup>2</sup> × 4C 1.2~2km 이하 : 1.8 mm <sup>2</sup> × 4C (단, 가변발리스와 In-fill발리스 간은 2C 사용)	

(1) 전원케이블

일반적으로 LEU는 연동 또는 분리된 별도의 전원장치로부터 전원을 공급받는 분산형 독립 시스템이다. 케이블의 길이는 수용해야 할 거리에 따라 다르다. 현장에 설치되는 LEU는 폐색제어유닛 근처에 위치하여 케이블의 연결은 짧게 유지될 수 있다. LEU에 사용되는 전원케이블은 부하의 용도와 선종별 도체저항에 의해 결정하였으며 현재의 IEC규격을 적용하여 사용하도록 하였다.

(2) 신호 인터페이스 케이블

전자연동장치의 계전기랙에는 실내용 LEU에 신호 현시 정보를 전달하기 위한 인터페이스용 반응계전기부가 설치된다. 실내용 LEU는 반응계전기부와 결선되며, 실외용 LEU는 신호 현시 정보를 수신하기 위해 자동폐색제어유닛(ABS)과 결선된다.

(3) 발리스 케이블

가변발리스를 BD로 연결하는 케이블은 특별한 유형의 케이블로, 개별 주파수 별 임피던스와 관련하여 매우 엄격한 기준들을 만족시켜야 한다. 4선의 경우 연선 쌍 이거나 차폐를 가진 성형 쿼드 유형이다. 발리스의 위치에 따라 발리스 케이블은 2선이나 4선으로 이루어진다. 차별화를 위한 또 다른 변수는 발리스 케이블이 수용해야 하는 길이이며, 이로 인해 다른 단면적이 요구되기도 한다. 만약 2개의 발리스가 하나의 BD에서 나오면, 즉 2개의 근접하게 위치한 진출 신호에 대하여 4선 케이블이 발리스 연결함에 사용될 수 있다. 단일 발리스는 발리스 접속(연결) 케이블로 연결된다. 차폐 장치는 LEU측 접지에 연결되어야 한다.

#### (4) 발리스 접속(연결) 케이블

발리스 접속(연결) 케이블은 발리스를 연결함에 연결하기 위해 가변발리스와 함께 제공되거나, 또는 LEU가 멀지 않은 곳에 위치하고 있는 경우에는 BD에 직접 연결될 수도 있다.

### 2. 시설물의 접지

#### (1) 개요

현장 및 신호계전기실에 설치되는 LEU의 접지 및 서지 보호 방법을 검토하여 시스템의 안정성을 유지하고 관련 설비와의 노이즈 방지 등을 강구하도록 하여야 한다.

#### (2) 케이블 유형에 따른 접지방식

<표 2-11>에는 케이블 유형별 접지방식을 설명하고 있다.

<표 2-11> 케이블 유형별 접지방식

케이블 유형	접지 방법
신호 인터페이스 케이블	-유도 보호 및 방서용 외장을 4mm <sup>2</sup> Cu 선의 한 끝에 접지한다. -벗겨진 반대 모서리의 외장을 절연한다.
발리스 케이블	-래미네이트를 입힌 피복과 4mm <sup>2</sup> Cu 선의 출력 케이블의 copper drain 선을 각각 접지하고, 발리스 접속(연결) 케이블 차폐장치를 통해 연결한다.
커플링 케이블	-유도 방지 장치와 6mm <sup>2</sup> Cu 선을 갖춘 출력 측의 외장을 접지한다.

#### (3) 신호계전기실 LEU 랙 접지방식

신호계전기실에 설치되는 LEU는 집중화된 랙에 LEU들 전체를 LEU랙 접지단자에 접속하고 이 랙의 접지단자에서 F-GV 전선으로 접속하여 전력 측에서 시공하여 제공된 신호계전기실내 접지단자함에 직접 연결한다.

#### (4) 현장 LEU 외함 접지방식

현장에 설치되는 LEU는 전력분야에서 설치한 접지단자함(매 250m마다 설치됨)에 F-GV 전선으로 직접 접속하여 구성한다. LEU 외함 내부에 설치되는 장치들 (LEU 보드 등)은 외장을 이용하여 직접 접촉되고 보호된다. 이 외장의 접지를 통해 장애 보호의 수단으로 간접 접촉을 방지한다.

## 2-4. 주변 설비와 인터페이스

### 학습 목표

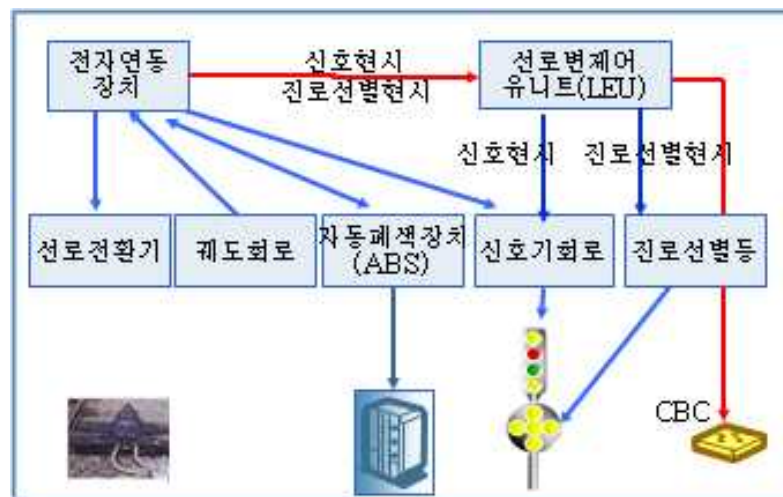
- 폐색신호 현시, 인접 신호기 자체 신호현시표시 등에 필요한 신호부호전송기 성능을 확인할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 기존 주변 설비들과의 인터페이스 구성

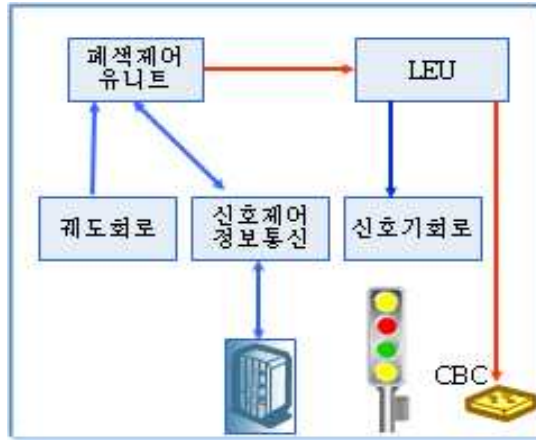
열차자동방호장치(ATP) 구간의 지상 신호설비는 자동폐색장치(ABS), 연동장치, 지장물검지장치, LDTS 등으로 구성되어 있다. [그림 2-13]은 연동장치와의 인터페이스가 이루어질 때의 개념도며, [그림 2-14]는 폐색장치와 인터페이스가 이루어지 때의 개념을 도식화 한 것이다.

열차자동방호장치(ATP)와의 직접 연계 되는 설비는 전자연동장치, 자동폐색장치(ABS), 건널목 지장물검지장치이며, 이런 장치들과 인터페이스 시 기존 설비의 추가 및 변경을 최소화 한다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-13] 연동장치 인터페이스 개념도



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-14] 폐색제어장치 인터페이스 개념도

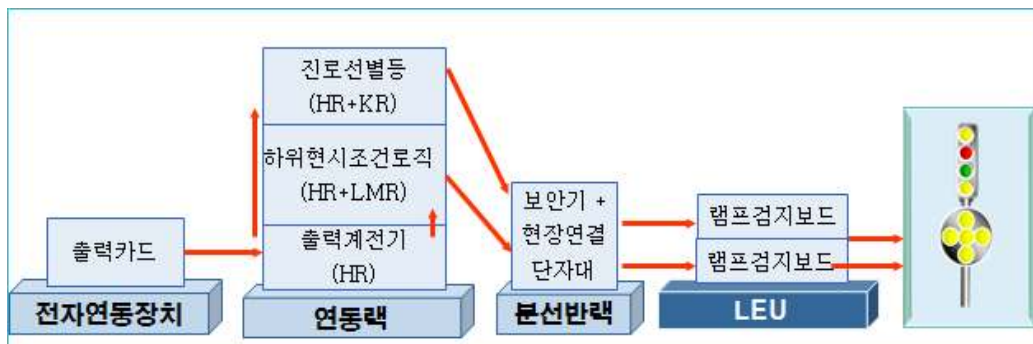
## ② 신호현시 인터페이스

선로변제어유닛(LEU)의 신호기 입력 방식은 신호기 직접 입력과 신호기 현시 접점 입력의 두 가지 방식으로 데이터를 입력 처리한다.

## ③ 전자연동장치와의 인터페이스

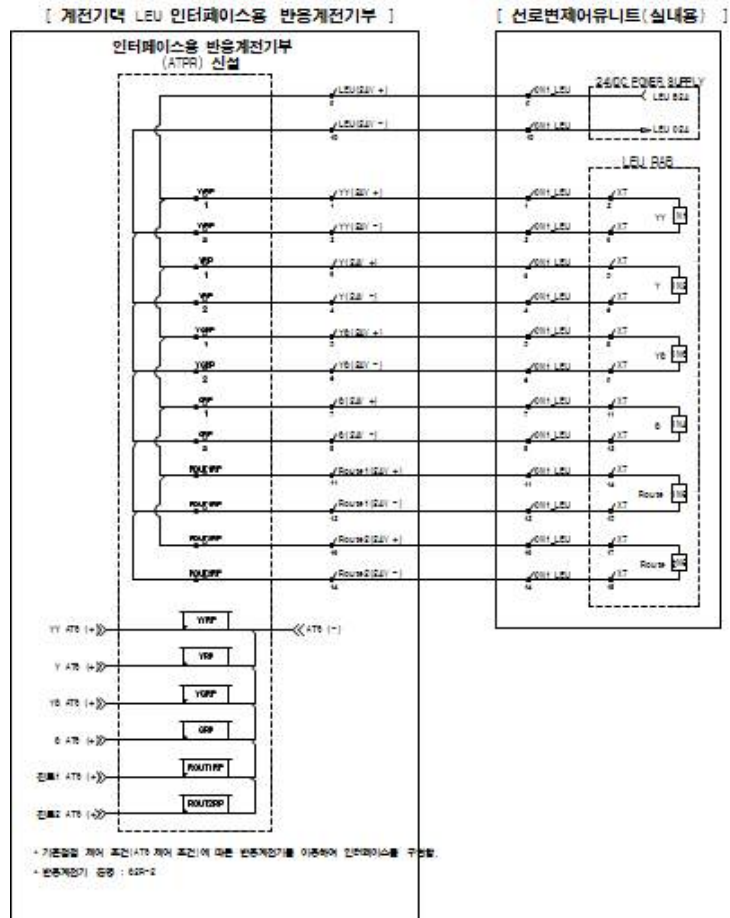
전자연동장치의 신호 현시 출력조건은 신호 출력계전기를 제어하고 신호기의 현시 여부를 검지하여 신호기를 현시하며, 해당 신호기의 동작에 이상 발생(단심)시 하위 신호로 현시되는 로직으로 구현되었다.

열차자동방호장치(ATP)에서 신호기의 현시 조건과 동일한 신호 조건을 차상 신호로 전송하여야 하므로 신호기 현시 출력의 최종단을 입력받아 선로변제어유닛(LEU)에서 동작여부를 판단한다. 이는 기존 장비인 전자연동장치의 변경이나 추가 없이 인터페이스를 구현함으로써 상호간 영향을 미치지 않도록 한다. [그림 2-15] 및 [그림 2-16]은 전자연동장치의 연계 개념과 결선의 사례를 보여주고 있다. 또 <표 2-12>, <표 2-13>은 입력정보의 논리표를 보여주고 있다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-15] 전자연동장치와의 연계 개념



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-16] 전자연동장치와의 인터페이스 결선

<표 2-12> 신호기 현시 정보(5현시) 논리표

RAB입력	신호현시				
	R	YY	Y	YG	G
RAB1 / IN1	OFF	ON	ON	ON	ON
RAB1 / IN2	OFF	OFF	ON	ON	ON
RAB1 / IN3	OFF	OFF	OFF	ON	ON
RAB1 / IN4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

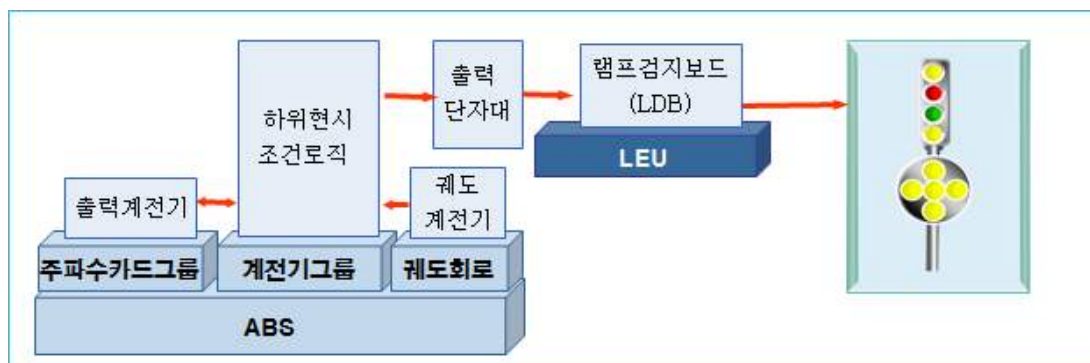
<표 2-13> 진로 현시 정보(7진로) 논리표

신호현시 RAB입력	1	2	3	4	5	6	7
RAB1 / IN5	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
RAB1 / IN6	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
RAB2 / IN1	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
RAB2 / IN2	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
RAB2 / IN3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
RAB2 / IN4	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
RAB2 / IN5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

#### 4] 자동폐색장치(ABS)와의 인터페이스

자동폐색장치(ABS)의 신호 현시 출력조건은 신호 출력계전기를 제어하고 신호기의 현시 여부를 검지하여 신호기를 현시하며, 해당 신호기의 동작에 이상 발생(단심)시 하위 신호로 현시되는 로직으로 구현되었다.

열차자동방호장치(ATP)는 신호기의 현시조건과 동일한 신호 조건을 차상 신호로 전송하여야 하므로 신호기 현시를 출력하는 출력 단자대의 출력단에서 선로변제어유닛(LEU)으로 입력받아 현시 조건을 검사한다. 이는 기존 장비인 자동폐색장치의 변경이나 추가를 최소화한 인터페이스 구현으로서 상호간 영향을 미치지 않도록 한다. [그림 2-17]은 전류검지 방식을 적용한 LEU와 자동폐색장치의 인터페이스 사례를 개념적으로 보여주고 있다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-17] 자동폐색장치(ABS)와의 인터페이스 개념도

⑤ 기타 건널목 지장물검지장치와의 인터페이스

건널목에서의 열차 제어 조건으로 지장물 검지 제어장치의 비상 정지 기능 구현 구간이 존재한다.

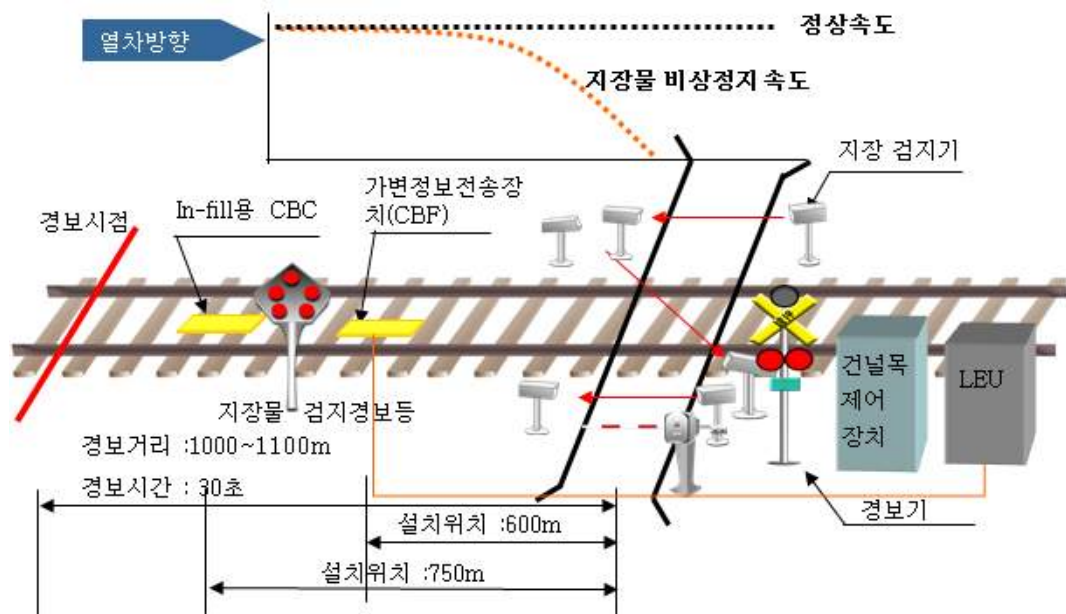
지장물 검지 비상정지는 건널목 경보 구간 내 열차 진입으로 건널목 경보 개시 이후 지장물 제어장치가 건널목 내 지장물 검지 시 열차의 기관사에게 건널목 내 지장물 존재 유무를 확인시키는 지장물 비상경보등과 연동으로 동작하여 열차가 비상 정지 기능을 구현하도록 되어있다.

건널목 지장물 제어 장치에서 경보 시점까지의 거리 및 지장물 검지 장치 동작 여부는 ERTMS/ETCS 패킷 65번 임시 속도 제한 코드를 차상으로 전송하여 차상에서 속도제한 처리를 하여 열차가 정지하도록 한다.

건널목 구간에서의 선로변제어유닛(LEU)은 건널목 지장물 검지 제어장치의 근방에 설치하여 지장물 검지 조건을 입력 받아 가변정보전송장치(CBC)를 제어한다.

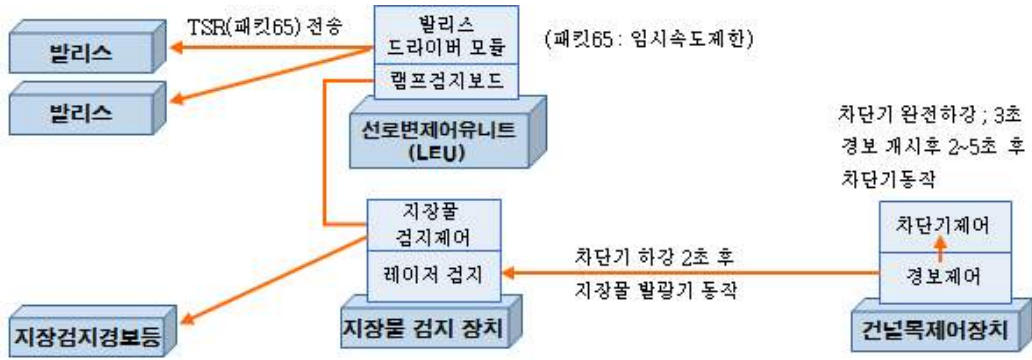
정보전송장치(발리스)의 설치 거리는 열차의 구간 최고 속도 시 20초전에 속도제한 정보를 받을 수 있는 거리를 계산하고 여유 거리를 더하여 정한다.

[그림 2-18]과 [그림 2-19]는 건널목제어장치와 LEU간의 인터페이스 구성과 열차에 정보를 전달하는 상황과 동작개념을 도식적으로 표현한 것이다.



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-18] 건널목 제어장치와 인터페이스 구성



출처: ATP교육자료(대아티아이(주))

[그림 2-19] 건널목 지장물 검지 시 동작 개념

## 수행 내용 / 열차자동방호장치(ATP) 시공하기

---

### 재료·자료

- 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)
- ATP 시방서
- 설계서

### 기기(장비·공구)

- TPG
- 노트북
- 케이블 단자 접속용 공구류
- 발리스 취부용 공구류

### 안전·유의 사항

- 운행선 작업 시 반드시 열차감시원이 있어야 하며, 차단작업인 경우 감독의 지휘아래 작업시간 및 작업의 범위, 그리고 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다.

### 수행 순서

#### ① LEU설치하기

1. LEU 설치위치 선정하기
2. LEU 설치 준비 작업하기
  - (1) 실내용 LEU 준비 작업하기
  - (2) 실외용 LEU 준비 작업하기
3. LEU 설치하기
4. 전원 및 제어선 연결하기
5. LEU 데이터 Down Load하기

## ② 발리스 설치하기

1. 발리스 설치위치 선정하기
2. 발리스 케이블 시공하기
3. 발리스 단자함 설치하기
4. 발리스 및 취부금구 조립 · 설치하기
5. 발리스 데이터 Down Load 하기

## ③ 시험하기

1. 인터페이스 시험하기
  - (1) 연동장치와 인터페이스 시험하기
  - (2) 폐색장치와 인터페이스 시험하기
2. 열차자동방호장치(ATP) 정적시험하기
  - (1) 신호현시 계열별 텔레그램 시험하기
  - (2) 열차 진로별 텔레그램 시험하기
3. 열차자동방호장치(ATP) 동적시험하기
  - (1) 시험 열차를 이용하여 신호현시별 정보가 차상에 정확히 전달하는지 시험하기
  - (2) 지상의 거리정보와 차상의 거리정보가 오차범위 이내인지 확인하기
  - (3) 운행모드가 변경되는 경계지역을 포함하여 전체적인 정상운행 시험하기

### 수행 tip

- 열차방호장치(ATP)의 지상과 차상이 상호작용이 일어나는 전체적인 동작을 이해하고 학습에 임하는 것이 도움이 됨.

## 학습 2 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 선로변제어유닛(LEU)에 대하여 설명한다.
- LEU의 기능에 대하여 설명한다.
- 발리스의 정의 및 종류에 대하여 설명한다.
- 발리스 그룹에 대하여 설명한다.
- 발리스 기능에 대하여 설명한다.
- 발리스의 설치위치 및 설치 조건에 대하여 설명한다.
- 선로변제어유닛 설치방법에 대하여 설명한다.
- 열차방호장치와 외부 인터페이스 관계를 설명한다.

### 학습 방법

- 선로변제어유닛(LEU)에 대하여 학습한다.
- LEU의 기능에 대하여 학습한다.
- 발리스의 정의 및 종류에 대하여 학습한다.
- 발리스 그룹에 대하여 학습한다.
- 발리스 기능에 대하여 학습한다.
- 발리스의 설치위치 및 설치 조건에 대하여 학습한다.
- 선로변제어유닛 설치방법에 대하여 학습한다.
- 열차방호장치와 외부 인터페이스 관계에 대하여 학습한다.

## 학습 2 평가

### 평가 준거

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

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
선로변 제어유닛 기능	- 선로변제어유닛의 구성에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 선로변제어유닛의 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
발리스의 기능	- 발리스의 종류 및 그룹에 대하여 설명할 수 있다.			
발리스의 내부 구성과 기능을 설명할 수 있다.	- 정보전송장치(발리스)를 시공할 수 있다.			
	- 선로변제어유닛(LEU)을 시공할 수 있다.			
발리스의 텔레그램을 확인할 수 있다	- 전자연동장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			
	- 자동폐색장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			
	- 신호현시별 선로변제어유닛(LEU)의 동작을 확인할 수 있다(LEU의 정적 시험하기).			
	- 신호현시별 발리스의 동작을 확인할 수 있다(발리스의 정적시험하기).			

### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
발리스의 기능	- 발리스의 텔레그램을 확인할 수 있다.			
선로변 설비 시공	- 정보전송장치(발리스)를 시공할 수 있다.			
	- 선로변제어유닛(LEU)을 시공할 수 있다.			
주변설비와의 인터페이스	- 신호현시별 선로변제어유닛(LEU)의 동작을 확인할 수 있다(LEU의 정적 시험하기).			
	- 신호현시별 발리스의 동작을 확인할 수 있다(발리스의 정적시험하기).			

• 구술평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
발리스의 기능	- 발리스의 종류 및 그룹에 대하여 설명할 수 있다.			
발리스의 내부구성과 기능을 설명할 수 있다	- 선로변제어유닛의 구성에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 선로변제어유닛의 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
주변설비와의 인터페이스	- 전자연동장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			
	- 자동폐색장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			

• 필답평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
발리스의 기능	- 발리스의 종류 및 그룹에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 발리스의 내부구성과 기능을 설명할 수 있다.			
선로변제어유닛 기능	- 선로변제어유닛의 구성에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 선로변제어유닛의 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
주변설비와의 인터페이스	- 전자연동장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			
	- 자동폐색장치와 인터페이스 구성을 설명할 수 있다.			

**피드백**

1. 작업장 평가
  - 작업장 평가를 원만히 진행하지 못한 경우는 설치방법에 대한 문서를 숙지하고 한 번 더 작업장 실습을 진행하도록 한다.
2. 구술 평가
  - 구술평가는 학습여건에 따라 필답평가로 대체할 수 있다. 구술평가에서 어려움을 겪는 학생은 이해 위주로 다시 한 번 동작과정 등에 대하여 학습을 한다.
3. 필답 평가
  - 필답평가는 학습여건에 따라 구술평가로 대체할 수 있다. 필답 평가에서 수준이상의 평가를 받지 못한 경우는 전체 열차방호장치(ATP)시스템의 구성도를 그려보도록 하고 선로변제어유닛(LEU), 정보전송장치(Balise)의 내부적 기능에 대하여 표기하도록 하여 전반적인 이해를 높이도록 한다.

학습 1	열차자동제어장치(ATC) 시공하기(LM1901100208_14V1.1)
학습 2	열차자동방호(ATP)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.2)
<b>학습 3</b>	<b>열차자동운전(ATO)장치 시공하기 (LM1901100208_14V1.3)</b>
학습 4	열차자동정지(ATS)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.4)
학습 5	열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기 (LM1901100208_14V1.5)

## 3-1. 열차정보송신장치의 기능

**학습 목표** • 열차정보송신장치를 설치할 수 있다.

### 필요 지식 / ATO장치에 대한 전반적 기능

#### ① 열차자동운전(ATO)장치의 개요

ATC 장치는 ATP장치, ATO장치, ATS장치의 부속장치로 이루어진다는 일반적인 개념에서 ATO장치를 설명을 하면 ATO장치는 반드시 ATP장치가 정상적으로 작동되어야만 작동이 가능하다. 이는 ATO장치가 ATP장치의 안전을 기반으로 사람의 운전취급을 대신하여 자동으로 실행하는 기본적인 개념을 갖고 있기 때문이다. 즉, 열차자동운전장치란 ATC 장치의 안전기반하에 열차가 정거장을 출발하여 다음 정거장에 정차할 때까지 가속, 감속 및 정거장에 도착할 때 정 위치에 정차하는 일을 자동적으로 수행하는 장치이다.

#### 1. 열차운전모드의 종류

열차가 운행하는 운전모드는 본선에서 4가지 운전모드와 기지(Yard)모드로 크게 5가지로 구분할 수 있는데, ‘무인운전모드’, ‘자동운전모드’, ‘수동운전모드’, ‘비상운전모드’, ‘기지모드’로 구분할 수 있다. <표 3-1>은 열차의 운전모드별로 특징을 설명하고 있다. 운행하는 열차의 종류 또는 노선에 따라 운전모드는 달라지거나 줄어들 수 있다.

<표 3-1> 열차의 운전모드

운전모드	기능	비고
무인운전	ATO장치 및 ATS(Automatic Train Supervision)장치에 의한 무인운전	ATP, ATO 기능에 ATS의 노선자동운영이 이루어지는 무인운전시스템에서 가능한 무인운전모드
자동운전(AUTO)	ATO장치에 의한 유인운전	출발스위치를 누름에 따라 출발, 주행, 역 정위치 정차 및 출입문 개·폐를 자동으로 수행
수동운전	ATP장치에 의한 유인운전	제한속도별 수동운전
비상운전	완전 수동운전	ATP/TD기능 차단
기지운전	기지 내 제한속도(일반적으로 25km/h)	시스템에 따라서 기지 내 운전도 무인 운전으로 운영될 수 있다.

## 2. ATO장치와 ATP장치의 역할

### (1) ATO 장치에 의한 열차제어

#### (가) 출발제어

본선 역에서의 열차출발은 Dwell Time이 종료되고, 전동차 및 PSD 출입문이 완전히 닫힌 후 자동 출발 한다.

#### (나) 역간 주행제어

차상 ATP 안테나가 지상의 신호 데이터를 수신하여 ATO 시스템에 의한 열차의 속도가 자동 가·감속 운행 된다.

#### (다) 정위치 정차

차상 ATO 안테나에 의한 정보수신에 의하여 Platform의 해당 정차지점에 열차가 정위치 정차(±30cm 이내)하는 것으로 한다.

#### (라) 출입문 자동개폐

열차가 Platform의 정위치에 완전히 정차하였을 때 신호기기실의 메시지에 의하여 차량 문을 자동 열고, ATO 운전절차에 의하여 자동 닫으며, 필요시 수동 개폐도 가능하다.

### (2) ATP장치에 의한 열차제어(수동모드)

ATP장치에 의한 기관사의 수동운전으로 지상에서 송신된 속도 데이터에 따른 수동가속, 수동감속운전을 수행 한다. 기관사의 수동운전이 속도 데이터와 ATP장치에 의하여 비교되고 초과 될 경우 자동감속이 이루어진다.

#### (가) 출발제어: 수동

#### (나) 역간주행제어: 수동가속, 수동감속(단, 제한속도 이하로 ATP에 의한 자동감속)

(다) 정위치 정차: 수동정차

(라) 출입문 개폐: 수동 개, 수동 폐 (단, ATP에 의한 허가된 문에 한하여)

(3) ATO장치와 ATP장치의 역할분담

<표3-2>를 보면 ATO장치가 작동 되기 위해서는 ATP장치의 감시 또는 허락에 의하여 ATO운전이 이루어짐을 알 수 있다. 따라서 ATO장치의 고장 시에는 ATP장치에 의하여 안전을 확보한 상태에서 수동운전이 가능하나, ATP장치의 고장 시에는 ATO장치가 작동될 수 없을 뿐만 아니라 안전한 수동운전도 불가능 하므로 완전 수동모드 즉, 비상운전모드에 의하여 기관사에 의한 책임운전만이 가능하다.

<표 3-2> ATO장치와 ATP장치의 역할

기능	ATP장치	ATO장치
출발제어	제한속도감시, 출입문 닫힘 감시 등	대기시간완료 등 판단 출발지령
역간주행제어	제한속도감시, 위배 시 비상제동	견인제어, 타행운전, 상용제동
정위치정차	제한속도감시, 위배 시 비상제동	제동프로파일에 의한 제동명령
출입문개폐	정위치정차, 출입문 열림 허락	정위치확인 및 출입무열림명령

② ATO 정보 송수신방식

1. 지·차상 정보송수신의 개요

지상의 신호시스템에서 운행하는 열차의 기관사에게 정보를 전달하는 방법으로는 빛(신호 등), 소리(폭음), 수신호 등과 같은 재래식 방법에서 기관사에게 정보를 전달하는 방법에서 현대에는 특정주파수에 응동하는 장치(ATS, Automatic Train Stop), AF궤도회로에 운행 시 필요한 정보를 실어 보내는 방법, 선로변을 따라서 설치된 신호방사를 위하여 누설케이블을 설치하고 열차운행에 필요한 정보를 방사하는 방법, 특정한 위치에 루프케이블을 설치하여 안테나로 활용하여 열차와 교신하는 방법(루프안테나) 또는 유전원 지상자를 활용하여 열차와 교신하는 방법, 모든 정보를 전 구간에 걸쳐서 무선의 라디오 주파수를 이용하는 방법(CBTC, Communication Based Train Control) 등 다양한 기술적 방법이 동원되고 있다. 여기서 ATP는 연속정보를, ATO장치는 일반적으로 불연속정보(운행하는 열차관제에서 지리적 불연속)를 활용하는데 역의 정위치정차가 이루어진 위치에 루프안테나를 통하여 ATO작동에 필요한 정보를 송신하고 열차의 상태정보를 지상에서 수신하는 것과 선로상의 특정 위치에 고정된 정보를 열차로 송신하는 방식을 사용하는 경우가 주를 이룬다.

(1) ATO장치를 위한 정보의 송수신

ATO장치를 위한 지상장치와 송수신은 방법은 시스템을 설계하고 제작한 제작사 별로

차이가 있지만 개념적으로는 가변정보와 고정정보로 구분할 수 있다.

(가) 가변정보

지상의 ATO부속장치로서 지상신호장치와 차상신호장치간의 통신 송수신장치로서 TWC(Track Wayside Communication)장치가 있다. TWC는 열차가 정위치 정차를 하면 지상에 설치된 루프안테나 또는 유전원 지상자와 차상의 ATO 안테나를 통하여 지상의 ATO정보를 차상으로, 차상의 차상정보를 지상으로 가변정보를 송수신한다.

(나) 고정정보

ATO동작을 위해 지상에서 고정정보를 차상장치에 전달하는 경우는 열차가 정위치 정차를 위해 필요한 위치적 정보를 제공하는 것이 일반적이며 무전원의 지상자를 시스템 설계상 정의된 특정위치에 설치한다. 고정정보를 전달하는 장치는 시스템제작사에 따라 다양한 방식의 장치가 활용되는데 ‘무전원지상자’, ‘비콘’, ‘발리스’, ‘마커’ 등 유사기능임에도 다양한 명칭이 사용된다. <표 3-3>은 ATO에서 지·차상 간 정보를 송수신하는 장치의 사례이다.

<표 3-3> ATO 정보전송의 사례

정보종류	장치종류	정보의 내용
지점정보	P0	유전원 지상자(차상~지상간 데이터 전송용)
	P1	무전원 지상자(TASC제1Pattern발생용), 240m직전
	P2	무전원 지상자(TASC제2Pattern발생용), 20m직전
	P3	무전원 지상자(전동방지 Brake제어용), 2m직전

## 3-2. 열차정보송신장치 유닛의 기능

**학습 목표** • 열차정보송신장치 유닛을 설치할 수 있다.

### 필요 지식 / 열차정보송수신 유닛의 기능

#### ① 열차정보송신장치 유닛

##### 1. 열차정보송신장치 개요

열차정보송신장치는 차량과 현장설비간의 양방향 통신을 하는 정보교환장치로 이 시스템은 차상설비와 현장설비의 2개의 시스템으로 분리된다. 차량과 현장설비의 정보 교환은 현장에서는 정거장의 특정한 위치에 지상 TWC(Track Wayside Communication) 루프코일을 설치하고, 차량에서는 차량의 하부에 루프안테나를 설치하여 무선으로 정보통신을 하는 장치이다.

무선으로 송수신된 정보는 각각 차상설비인 열차자동제어(ATC)장치, 열차자동운전(ATO)장치, 열차제어감시(TCMS : Train Control Monitor System)장치와 연결되어 열차운전을 제어하고, 현장설비 TWC 유닛이 신호기계실의 주컴퓨터와 연결되어 정보를 주고 송수신함으로써 열차자동운전에 필요한 각종 기능들을 수행한다.

##### 2. 장치의 구성

제작설계에 따라서 중계기로서 역할을 하는 TWC장치가 ATO 전송랙에 설치되어 선로변 루프코일(또는 유전원 지상자)과 연결되기도 하고 독립적으로 설치되기도 한다. 본 학습교재에서는 유전원 지상자와 TWC를 함께 설명한다. [그림 3-1]은 ATO장치에서의 열차정보송신장치 구성 사례를 보여주고 있다.

###### (1) ATO 전송랙

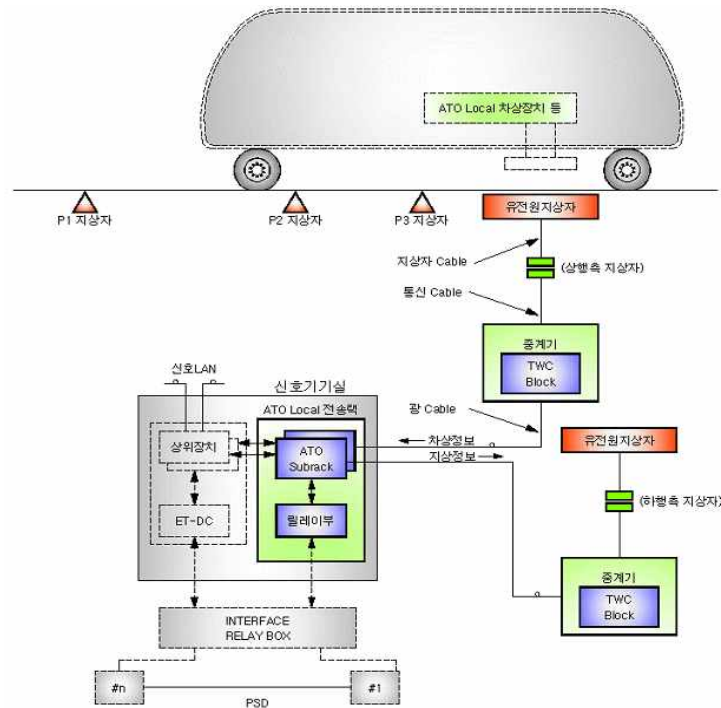
ATO Local 전송랙은 ATO Sub-rack과 릴레이부로 구성되며 ATO Local 역장치의 핵심이 되는 부분이다. ATO Sub-rack은 중계기와 광케이블로 접속된 지상-차상 간 전송회로 및 지상-차상 장치 간 전송 회로와 이를 제어하는 논리부로 구성되며 2중계로 구성된다.

###### (2) 중계기(TWC)

ATO 전송랙과 차상장치와의 정보수수의 중계 기능을 가진다. 일반적으로 ATO 전송랙과 광케이블로 접속되며, 유전원 지상자와 전기신호 전송으로 신호를 변환한다.

### (3) 유전원 지상자

차량이 정위치 정차 시 차량의 ATO 안테나와 결합하는 위치에 설치되어 정보의 송수신용 안테나 코일 및 차량위치(Short, Just, Over) 판정용 안테나 코일이 내장되어 있다. 유전원 지상자는 지상자 케이블에 의해 TWC에 접속되어 차량에 설비된 ATO Local 안테나와의 전자결합에 의해 정보 송수신을 실시하는 역할을 한다.



출처: 제작사 시스템 설명서(대아티아이(주))

[그림 3-1] 열차정보송신장치 구성예시

### 3. 열차정보송신장치의 기능

ATO시스템의 제작사에 따라 송수신정보 및 인터페이스 내용의 차이가 있으므로 시스템의 시공 등의 사업에 참여시에는 우선적으로 제작사의 설계서, 매뉴얼 등을 확인하여야 한다.

#### (1) 차상정보의 수신

ATO Local 차상장치로부터 수신하는 정보를 복조·복호 및 오류신호 검정을 실시하고, 정당한 정보를 선별하며 수신 정보에 따른 제어 출력을 실시한다.

#### (2) 지상정보의 송신

차상장치로부터 ATO Local 전송력에 입력된 정보를 소정의 전문 포맷으로 변환, 변조하고 중계기, 유전원 지상자를 경유하여 ATO 차상장치로 송신한다.

(3) 정차위치의 송신

ATO Local 차상장치로부터 송신되는 전력파를 유전원 지상자를 내장한 안테나 코일로 수신하고, 그 수신 상태로 차량위치(Short, Just, Over)의 판정을 실시하고, 차상장치에 시리얼 전송으로 출력함과 동시에 유전원 지상자에서 위치 정보를 ATO Local 차상장치로 송신한다.

(4) 도어 제어 정보의 입출력

(가) PSD 도어 개폐

차상장치에서의 도어 개폐 지령 또는 ATO Local 차상장치에서의 입력된 개폐신호를 도어의 제어지령으로서 PSD 제어장치로 출력한다.

(나) 열차 도어 개폐

차상장치로부터의 도어 개폐 지령 또는 PSD 제어장치에서 입력된 도어 지장신호를 제어 지령으로서 ATO Local 차상장치로 출력한다.

(5) 차상장치와의 입출력

차상장치와는 시리얼 전송에 의해 정보의 송수신을 실시한다.

(6) 고장검지

유전원 지상자를 포함한 장치내의 상태감시를 실시하여 이상 검출 시에는 고장 상태로 되어 자동적으로 대기계의 제어로 전환된다.

## 3-3. 자동운전기능 검사

**학습 목표** • 자동운전기능을 검사할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 열차자동운전장치 기능검사 개요

열차자동운전장치의 설치 및 시공 단계에서 수행하는 검사를 기술적인 관점에서 여러 가지 단계의 검사로 구분할 수 있다. 설치 전에 공장에서 수행할 수 있는 공장검사, 설치 후 전원 투입 전에 수행하는 여러 가지 시험, 전원을 투입하고 수행하는 단위모듈시험, 상호 작용이 일어나는 연관 장비와의 인터페이스 시험, 그리고 모든 관련 시스템이 정상적으로 기동된 상태에서 수행되는 종합시험이 있는데 종합시험은 정적시험과 동적시험으로 구분할 수 있다. 검사수행에 있어서 우선적으로 해야 할 일은 시스템제작사의 시험절차에 관한 매뉴얼을 충분히 학습하는 일이다. 이는 시스템제작사에 따라 각종 장비의 시험 및 검사의 방법이 다를 수밖에 없기 때문이다. 본 학습에서는 일반적인 검사의 개요를 설명하고 있다.

#### ② 단계별 검사의 진행

열차자동운전장치는 시스템이 개발될 때 기술적 콘셉트와 그 콘셉트가 반영된 설계, 그리고 설계의도에 따라 설치 및 시공되었는지를 확인하는 시험절차서가 만들어지게 된다. 따라서 시스템의 제작사에 따라 검사하는 방법이 다르다. 이러한 이유로 시공을 하고 검사를 함에 있어서 우선적으로 해야 할 일은 검사절차서에 대한 정확한 이해와 내용의 숙지가 필요하다. 아래의 내용은 다소 일반적인 개론의 수준으로 이해해야 한다.

##### 1. 공장검사의 진행

일반적으로 제작사에서 이루어지는 검사이며 계약서, 제안서, 그리고 제작 승인된 문서에 입각하여 차이가 없는지, 또한 현장 설치 운영상에 문제는 없는지를 확인하는 검사이다. 공장검사에서 합격된 제품에 대하여 현장에서 설치 및 시공할 수 있다.

##### 2. 설치 후 검사

###### (1) 전원 투입 전 이루어지는 검사

시공 후에 전원 또는 신호를 투입하여도 이상이 없을지에 관한 검사가 이루어져야 한

다. 확인 및 검사가 이루어지는 예는 아래와 같다.

(가) 설치위치의 확인

설계된 의도와 동일한 위치에 정확한 시설이 설치되었는지 확인한다. 때로는 올바른 규격의 제품이 설치되었는지 뿐만 아니라 제품의 일련번호까지 확인 해야만 되는 경우도 있다. 예를 들어 열차는 일정 거리마다 설치되는 마커의 경우 제품은 동일하나 각 각에는 고유의 ID를 가지고 이를 인식하는 경우가 있다.

(나) 시공 중 파손 여부의 확인

시공 중 전선의 손상, 고정 장치의 손상, 외함의 손상 등 다양한 문제가 발생할 수 있으므로 설비가 온전히 설치되었는지 확인한다.

(다) 도통시험

(가)항과 (나)항에 의하여 유관에 의한 검사 및 확인이 이루어지지만 경우에 따라 육안상 정상적으로 보일지라도 전기적으로 확인이 필요하다.

(라) 절연시험

(다)항과 동일한 사유로 시험 및 확인이 필요하다.

(마) 기타 정상적으로 시공이 이루어졌는지 확인이 필요한 사항

(2) 전원 투입 후 이루어지는 단위모듈 시험

전원 투입전 검사에 의하여 전원 또는 신호가 인가되어도 장비 자체 및 연관 장치에 잘 못된 영향을 주지 않는다는 확인이 된 후에 실시한다. 전원을 공급하는 장치 등 이 연관된 장치이다.

단위모듈 시험은 설치 시공된 단위장비의 모든 기능이 정상적으로 발휘되고 있는지 각 종 계측기 및 시험도구를 통하여 진행되며, 승인기관에 의하여 승인된 제작사의 시험절차에 따라야 한다. 승인기관은 계약 내용에 따라 다를 수 있으며 발주처, 감독대행기관, 감리, SE(System Engineering) 주관기관 등 사업마다 다를 수 있다.

(3) 인터페이스 시험

단위모듈시험이 완료되면 상호작용이 일어나는 관련 장치와 인터페이스 시험이 이루어지게 된다. 인터페이스 시험은 각각의 단위모듈시험이 모두 완료된 상태이어야 한다.

(4) 자동운전 기능검사

자동운전 기능검사는 크게 정적시험과 동적시험으로 구분될 수 있다.

열차자동운전장치의 기능검사가 수행되기 위하여 반드시 ATP장치의 기능이 정상적으로 작동되어야 가능하다. 이는 ATO의 기능이 ATP에 의한 안전이 확보되었다는 전제 하에서 작동하는 시스템이기 때문이다.

(가) 정적시험

지상의 모든 열차자동운전장치가 설치되고 단위모듈시험 및 인터페이스시험 등이

완료되면 각종 상황에 따라 차상으로 전달되는 정보가 정확한지 또한 차상에서 지상으로 전송되는 각종 정보에 대한 지상장치의 작동이 정확한지를 확인하는 과정이다.

(나) 동적시험

동적시험은 열차를 투입하여 지상장치와 차상장치가 정상적으로 작동하는지 여부를 확인하는 시험이다. 즉, 모든 정적시험이 완료되면 열차를 투입하여 지상장치와 차상장치가 연동되어 정확히 작동되는지 여부를 시험 및 검사하는 통합시험 단계가 진행된다.

## 3-4. 출입문 개폐 기능 검사

**학습 목표** • 개폐정보에 따른 출입문 개폐기능을 검사할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 출입문제어의 개요

열차의 출입문 열림은 매우 위험할 수 있는 작동이다. 예를 들어 달이는 열차의 출입문이 갑자기 열린다면 이는 인명의 손상을 유발할 수 있는 매우 중요한 문제의 발생이다. 따라서 열차 출입문의 작동은 상당히 복잡한 안전개념이 반영되어서 작동된다.

열차의 출입문을 제어하는 명령은 차상의 ATO에서 이루어진다. 그러나 실제적으로 출입문이 열리기까지는 지상장치와 확인과정 및 ATP장치에 의한 허용신호 등 순차적이면서도 상호 확인 및 감시의 기능에 의하여 작동된다.

#### ② 출입문제어의 제어과정

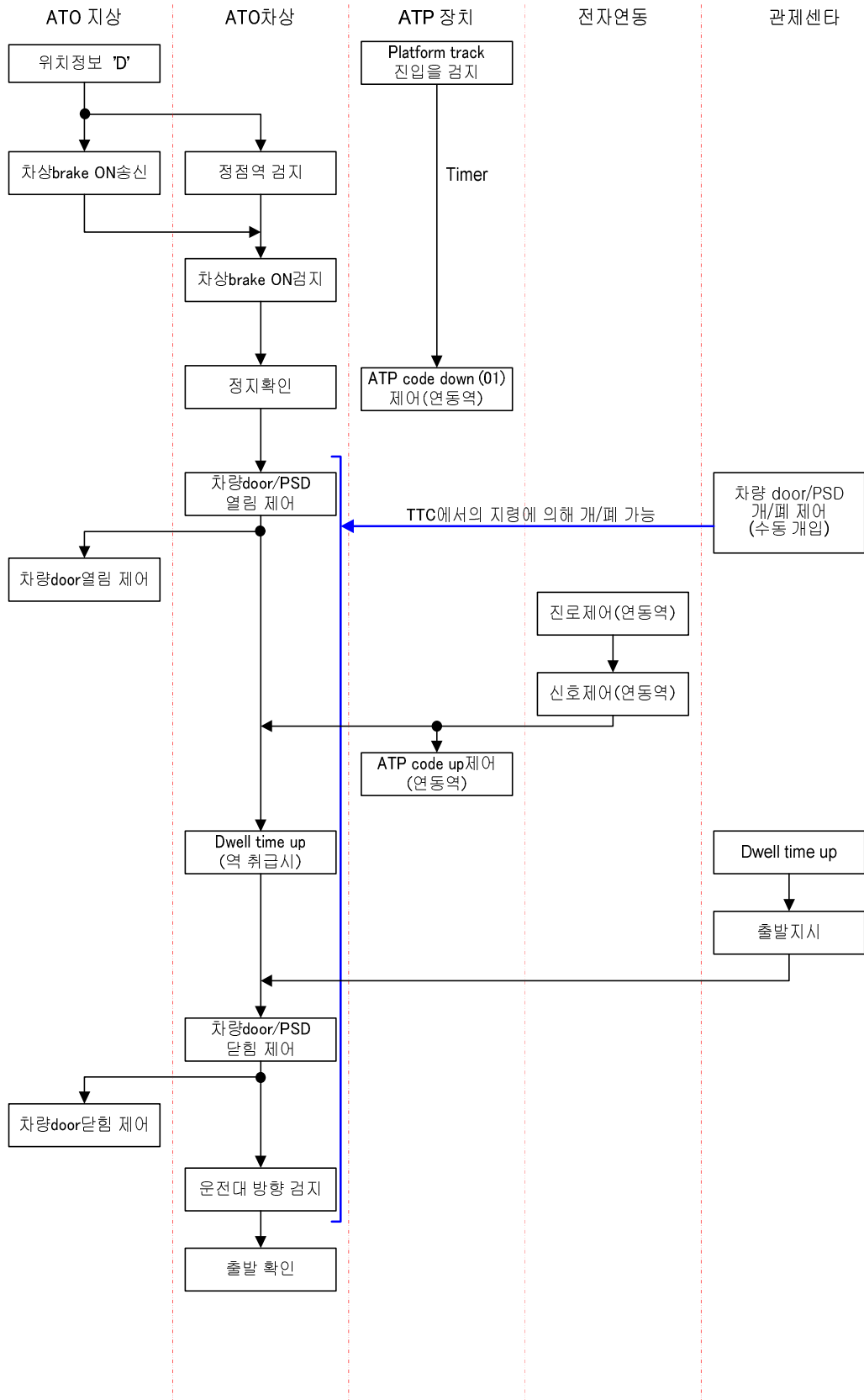
[그림 3-2]는 ATO시스템이 적용된 철도시스템에서의 출입문 제어과정을 하나의 사례로 표현하고 있다. 출입문제어에 따른 여러 시스템의 역할을 살펴보자.

##### 1. ATO 차상장치에서 출입문 제어

ATO 차상장치는 정위치 정차가 이루어지면 TWC안테나를 통하여 지상의 ATO장치와 통신이 이루어지며, 상호 통신에 의하여 출입문 메커니즘이 지상의 시스템과 연계하여 이루어진다. 또 지상에서 연속정보(일반적으로 AF레드회로를 통하여 수신)로 송신되는 ATP정보는 차상의 ATP장치(또는 ATC 장치)에 의하여 수신되고, 이 정보에는 출입문 열림에 관한 허용신호가 포함된다. 이에 따라 ATO 차상장치는 출입문제어에 차상의 ATP장치의 허용(Enable)신호가 필요하고 지상의 ATO장치를 통하여 상호감시하에 작동된다. 출입문이 열리기 위한 조건은 아래와 같다.

- (1) 위치정보 수신
- (2) 정위치 정차역의 확인
- (3) 제동체결 수신
- (4) 제동이 체결되었음을 확인(Holding Brake On)

(5) 열차가 정지되었음을 확인(Zero Speed Relay)



출처: 제작사 시스템 설명서(대아티아이(주))  
 [그림 3-2] 출입문 개폐과정

## 2. ATO 지상장치의 출입문제어

ATO지상장치는 TWC의 루프코일을 통하여 정차 역에 대한 위치정보를 송신하고 제동신호를 송신하면 차상의 ATO장치와 교신이 이루어짐에 따라 차량은 출입문 열림의 제어명령을 내릴 수 있는 조건이 된다.

## 3. ATP 장치의 출입문제어

ATP장치는 출입문 제어에 있어서 ATO에 의한 열차운행이든 기관사에 의한 수동운전이든 출입문에 대한 오취급을 방지하기 위한 정보를 승강장이 있는 홈에서만 송신을 하게 된다. 이때 송신되는 정보는 우측 또는 좌측문 열림 허용 신호로 구별되어 있다.

## 4. 관제센터의 출입문 제어

관제센터의 출입문에 관한 제어는 간접적으로 이루어지게 되는데, 시스템이 정상적인 경우는 출입문 열림에는 개입하지 않는다. 단지 시스템의 고장 등 특수한 경우나, 정지시간(Dwell time)의 변동을 위하여 출입문 제어에 영향을 주며, 정상적인 경우는 스케줄에 의한 출발지시명령만 이루어진다. 열차운행시각의 조정 등을 위하여 관제사가 수동적으로 개입하는 경우도 있다.

## 수행 내용 / 열차자동운전장치(ATO) 시공하기

### 재료·자료

- 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)
- 시스템제작사 또는 공급사 매뉴얼
- 시스템제작사 시험절차서

### 기기(장비·공구)

- 일반 공구류
- 시스템제작사 권장 공구 및 준비물

### 안전·유의 사항

- 현장에서 작업 시 작업에 참여하는 모든 인원은 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다.
- 운행선에서의 작업인 경우 허용된 작업시간을 철저히 준수하여야 하며, 철도운행안전관리자의 지시에 따라야 한다.

### 수행 순서

#### ① ATO 열차정보송신장치 시공하기

철도건설에 열차제어장치와 같이 전체적으로 유기적으로 작동되어야 하는 시스템의 경우, 시스템 제작사와 현장의 신호설비 설치 시공에 대한 사업자가 분리되는 경우가 일반적이며, 열차제어시스템의 현장설비의 극히 일부를 시공사에서 설치 및 시공을 하게 된다. 이 또한 시스템제작사의 설치 매뉴얼에 근거하여 시공하게 된다. 따라서 열차자동운전장치의 현장설비를 시공함에 있어서 우선적으로 파악해야 할 사항은 제작사의 설치 및 시공에 관한 매뉴얼이다.

##### 1. 설치 매뉴얼 확인하기

시스템제작사에 따라 수행방법이 달라지므로 관련 매뉴얼을 사전에 확보하여 내용을 검토하고 이해하여야 한다.

## 2. 설치 도면 확인하기

시공될 물량과 설계도면의 표기된 내용이 일치하는지 확인하여야 한다.

## 3. 현장 조사 및 확인하기

### (1) 장비반입 루트 확인하기

ATO장치를 시공하는 경우는 대부분 신규로 건설되는 철도노선이다. 새롭게 건설되는 건물에 반입되는 경우 별도의 임시장비 반입구를 활용하게 되는데, 궤도분야, 전기분야, 전차선분야 등과 함께 이루어지는 복합공정으로 임시반입구의 활용 가능 시점 등을 확인할 필요가 있다.

### (2) 케이블 루트 확인하기

실외의 경우는 케이블 트러프나 선반등을 활용하는데 케이블 포설의 여유 공간 등을 확인할 필요가 있다. 실내로 케이블이 인입되기 위한 루트도 확인하여야 한다.

### (3) 설치장소의 여건 확인하기

#### (가) 건축공정 확인하기

열차자동운전장치는 침단장비로써 실내건축이 마무리된 후에 반입 설치되어야 한다. 마무리가 되지 못한 건물에 설치될 경우 많은 분진이 전자장비 내부에 쌓여 고장의 원인이 되기도 하며, 신호설비는 열차운행안전에 중요한 역할을 하므로 이는 철도 안전에 위해하는 요소가 된다.

#### (나) 공급전원의 확인

설계상 요구된 전원의 종류와 용량이 준비되어 있는지 확인한다.

#### (다) 설치위치 확인 및 표시하기

장비가 반입되어 설치가 될 위치를 확인하고 표시를 한다. 현장 여건이 가능하다면 케이블 인입을 위한 준비 작업까지 한다.

## 4. 케이블 포설하기

전선로 시공은 학습모듈 전선로시공(LM1901100204-14v1)을 참조한다.

## 5. 장비 설치하기

### (1) 장비 설치 전 제작사 설치 매뉴얼 확인하기

### (2) 사전에 표시한 위치와 설계도면 확인하기

### (3) 장비 설치하기

## 6. 시공 후 정리하기

시공 후에는 안전에 중요하며 침단의 장비가 설치되어 있다는 점을 감안하여 분진이나 작업 잔여물들을 잘 정리하여 청결한 상태를 유지한다.

## ② ATO 열차정보송신장치 시험하기

### 1. 단위 장비 시험하기

#### (1) 전원 투입 전 시험하기

전원을 투입하기 전에 아래와 같은 점검을 수행하여 전원이나 외부의 신호를 인가할 시 문제가 발생하지 않도록 한다.

##### (가) 설치위치 확인하기

설계된 의도와 동일한 위치에 정확한 시설이 설치되었는지 확인한다. 때로는 올바른 규격의 제품이 설치되었는지 뿐만 아니라 제품의 일련번호까지 확인 해야만 되는 경우도 있다. 예를 들어 열차는 일정 거리마다 설치되는 마커의 경우 제품은 동일하나 각 각에는 고유의 ID를 가지고 이를 인식하는 경우가 있다.

##### (나) 시공 중 파손 여부 확인하기

시공 중 전선의 손상, 고정 장치의 손상, 외함의 손상 등 다양한 문제가 발생할 수 있으므로 설비가 온전히 설치되었는지 확인한다.

##### (다) 도통시험 수행하기

(가)항과 (나)항에 의하여 유관에 의한 검사 및 확인이 이루어지지만 경우에 따라 육안상 정상적으로 보일지라도 전기적으로 확인이 필요하다.

##### (라) 절연시험 수행하기

(다)항과 동일한 사유로 시험 및 확인이 필요하다.

##### (마) 기타 정상적으로 시공이 이루어졌는지 확인이 필요한 사항 점검하기

#### (2) 단위장비 기능 시험하기

기본적으로 시스템제작사의 단위장비 시험 절차서에 따라 시험 및 검사를 수행한다.

전원 투입전 검사에 의하여 전원 또는 신호가 인가되어도 장비 자체 및 연관 장치에 잘 못된 영향을 주지 않는다는 확인이 된 후에 실시한다.

단위모듈 시험은 설치 시공된 단위장비의 모든 기능이 정상적으로 발휘되고 있는지 각 종 계측기 및 시험도구를 통하여 진행되며, 승인기관에 의하여 승인된 제작사의 시험절차에 따라야 한다.

#### (3) 인터페이스 시험하기

단위모듈시험이 완료되면 상호작용이 일어나는 관련 장치와 인터페이스 시험이 이루어지게 된다. 인터페이스 시험은 각각의 단위모듈시험이 모두 완료된 상태이어야 한다.

#### (4) 자동운전 기능검사 수행하기

자동운전 기능검사는 크게 정적시험과 동적시험으로 구분될 수 있다.

열차자동운전장치의 기능검사가 수행되기 위하여 반드시 ATP장치의 기능이 정상적으로 작동되어야 가능하다.

(가) 정적시험 수행하기

시스템 제작사의 정적시험 절차서에 따라 수행한다.

(나) 동적시험

시스템 제작사의 동적시험 절차서에 따라 수행한다.

ATO에 의한 운행 시험과 함께 정위치 정차 시 진행되는 출입문 개폐에 관한 시험도 진행이 된다.

**수행 tip**

- 각종 시스템 시험은 발주처의 승인된 제작사양 및 절차서에 의하여 진행된다.
- 철도안전법에 의하여 규정된 각종 시험에 관하여는 설계단계에서 협의 및 조정되어야 할 사항이다. 시공 및 기능검사 단계에서 조정될 수 있는 사항은 아니다.

## 학습 3 교수·학습 방법

### 교수 방법

- ATO장치 개요에 대하여 설명한다.
- ATP장치와 ATO장치의 역할에 대하여 설명한다.
- ATO 정보 송수신방식에 대하여 설명한다.
- 열차정보송신장치 유닛의 기능에 대하여 설명한다.
- 단계별 검사 진행의 일반적 개념에 대하여 설명한다.
- ATO운전에서 출입문 개폐가 이루어지는 과정을 설명한다.

### 학습 방법

- ATO장치 개요에 대하여 학습한다.
- ATP장치와 ATO장치의 역할에 대하여 학습한다.
- ATO 정보 송수신방식에 대하여 학습한다.
- 열차정보송신장치 유닛의 기능에 대하여 학습한다.
- 단계별 검사 진행의 일반적 개념에 대하여 학습한다.
- ATO운전에서 출입문 개폐가 이루어지는 과정을 학습한다.

## 학습 3 평가

### 평가 준거

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

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차정보송신장치 기능	- 열차자동운전장치(ATO) 개요에 대해 설명할 수 있다.			
	- ATO 열차정보송신장치에 대하여 설명할 수 있다.			
	- ATO 열차정보송신장치를 설치할 수 있다.			
열차정보송신장치 유닛의 기능	- ATO 열차정보송신장치의 구성과 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
	- ATO 열차정보송신장치 유닛을 설치할 수 있다.			
자동운전기능 검사	- 단계별 검사진행에 대하여 설명할 수 있다.			
	- ATO 자동운전기능을 검사할 수 있다.			
출입문 개폐 기능 검사	- 출입문제어의 제어과정에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 출입문 개폐정보에 따른 출입문 개폐기능을 검사할 수 있다.			

### 평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차정보송신장치 기능	- ATO 열차정보송신장치를 설치할 수 있다.			
열차정보송신장치 유닛의 기능	- ATO 열차정보송신장치 유닛을 설치할 수 있다.			
자동운전기능 검사	- ATO 자동운전기능을 검사할 수 있다.			

• 구술 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차정보송신장치 기능	- 열차자동운전장치(ATO) 개요에 대해 설명할 수 있다.			
	- ATO 열차정보송신장치에 대하여 설명할 수 있다.			
열차정보송신장치 유닛의 기능	- ATO 열차정보송신장치의 구성과 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
자동운전기능 검사	- 단계별 검사진행에 대하여 설명할 수 있다.			
출입문 개폐 기능 검사	- 출입문제어의 제어과정에 대하여 설명할 수 있다.			

• 필답 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차정보송신장치 기능	- 열차자동운전장치(ATO) 개요에 대해 설명할 수 있다.			
	- ATO 열차정보송신장치에 대하여 설명할 수 있다.			
열차정보송신장치 유닛의 기능	- ATO 열차정보송신장치의 구성과 기능에 대하여 설명할 수 있다.			
자동운전기능 검사	- 단계별 검사진행에 대하여 설명할 수 있다.			
출입문 개폐 기능 검사	- 출입문제어의 제어과정에 대하여 설명할 수 있다.			

## 피드백

1. 작업장 평가

- 실습이나 평가를 위한 ATO관련 종합적인 작업장을 구축하기가 어려운 경우 단위장비에 대한 설비를 갖추고 실습 또는 평가를 진행하도록 한다. 평가를 원만히 진행하지 못한 경우는 설치방법에 대한 문서를 숙지한 후 작업장 실습을 다시 진행하도록 한다.

2. 구술 평가

- 구술평가는 학습여건에 따라 필답평가로 대체할 수 있다. 구술평가에서 어려움을 겪는 학생은 이해 위주로 다시 한 번 동작과정 등에 대하여 학습을 한다.

3. 필답 평가

- 필답평가는 학습여건에 따라 구술평가로 대체할 수 있다. 필답 평가에서 수준이상의 평가를 받지 못한 경우는 ATO 기능이 있는 노선의 ATP 시스템과 ATS를 포함하는 전체 구성도를 그리게 하고 각 부속 설비의 기능을 기술하게 함으로써 시스템 전반적인 이해를 높이도록 한다.

학습 1	열차자동제어장치(ATC) 시공하기(LM1901100208_14V1.1)
학습 2	열차자동방호(ATP)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.2)
학습 3	열차자동운전(ATO)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.3)
<b>학습 4</b>	<b>열차자동정지(ATS)장치 시공하기 (LM1901100208_14V1.4)</b>
학습 5	열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기(LM1901100208_14V1.5)

## 4-1. ATS 제어거리 산출

### 학습 목표

- 차량종별, 중계신호기 등을 고려하여 열차자동정지장치 설치위치를 선정할 수 있다.
- 점제어식 열차자동정지장치의 제어거리를 산출할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 열차자동정지(ATS)장치 개요

##### 1. 열차자동정지장치(ATS, Automatic Train Stop)의 정의

열차가 허용된 신호 이상으로 운전할 경우 자동으로 정지시키는 장치이다. 기관사가 지상의 신호를 관측하며 운행하는 지상신호방식에 있어서 악천후에 의한 신호관측의 한계나 오인과 조차의 착오로 인한 사고를 방지하기 위한 목적으로 신호현시에 따른 허용된 속도 이상으로 운행할 경우 기관사에게 경보를 제공하고, 설정된 시간 내에 적절한 제동조작이 이루어지지 않으면 자동으로 비상제동이 체결되어 열차를 안전하게 정차시키도록 되어 있다.

##### 2. ATS장치의 종류

###### (1) 점제어식 ATS (ATS-S S-1형)

특정지점에서 정지신호에서만 동작하는 방식의 ATS장치이다. 특정 위치에 정지신호를 현시하고 있을 때 공진회로가 구성되도록 한다. 점제어식이라는 표현은 연속제어식이라는 표현과 대별되는 용어로서 운행하는 열차에 대하여 연속적으로 감시 또는 제어를 하는 것이 아니라 특정지점에서 만이 열차를 제어하므로 점제어식이라고 한다.

정지신호에서만 작동하는 점제어식 ATS는 2현시, 3현시 및 4현시 구간의 전동열차와 일반열차가 병행 운행구간에 적용되며, 주로 일반열차가 정지신호 현시를 무시하고 진

행하면 열차를 정지시켜주는 설비이다.

(2) 속도조사식 ATS

신호기 직하에서 그 신호기 현시에 따라 응답되는 주파수를 다르게 함으로써 차상장치는 이를 감지하고 열차의 운행속도와 비교하여 허용된 속도 이하로 운행하도록 제어하는 방식의 ATS장치이다.

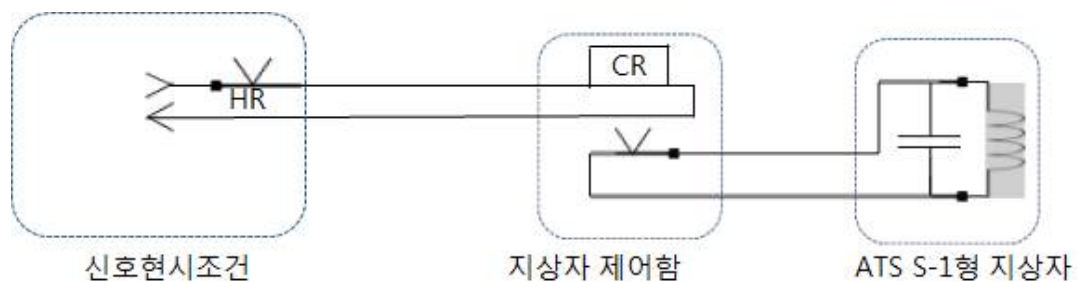
② 점제어식 ATS 동작과정

ATS 지상장치의 동작은 신호현시조건에 따라 지상자의 공진주파수를 다르게 함으로써 차상장치가 해당 주파수에 응답하도록 하는 역할을 한다. ATS의 동작과정을 이해하기 위하여 점제어식 ATS(AT S-1형)를 기준으로 설명하고 속도 조사식은 공진주파수를 달리하는 복합의 회로가 존재하는 것으로 이해하면 된다.

1. 점제어식 지상장치의 동작

(1) 점제어식 지상자의 결선

[그림 4-1]은 ATS S-1형 지상자가 동작되도록 작성한 기본적인 결선도의 예시이다. 그림에서 HR 계전기는 열차가 진행할 수 있는 조건의 신호현시가 될 때 여자 되는 계전기의 명칭을 국내에서는 통상 HR로 표현한다. 국내에 공급되는 ATS지상장치는 지상자와 제어함이 세트로 공급되는데, 이 때 제어함에 들어 있는 소형 계전기의 명칭이 CR 계전기이며 지상자의 공진주파수를 제어하도록 회로가 구성되어 있다. 특히, 점제어식의 경우는 공진주파수를 무력화시키는 역할을 한다.



[그림 4-1] ATS S-1형 결선도

(2) 점제어식 지상자의 기본적인 동작

CR계전기가 낙하되어 있거나 케이블을 연결하지 아니한 상태의 지상자 공진주파수는 130kHz가 되도록 제작되어져 있다. 이런 상태로 열차의 차상장치와 만나서 주파수 응답을 하게 되면, 차상장치는 기본 105kHz로 발진을 하여 차상의 1차 코일에 공급하고 2차 코일에 유기되어 105kHz 대역의 주파수를 통과(BPF, Band Pass Filter)시켜 그 신호로 주계전기를 여자 시키던 신호가 130kHz로 변주가 발생되도록 차상의 2차 측에

전달된다. 이 변주된 130kHz의 주파수는 결국 105kHz BPF를 통과하지 못하고 차단됨으로써 주계전기가 낙하하고 열차를 정지시키는 작용을 한다.

### (3) 신호가 진행을 현시했을 때의 동작

진행이 현시되었을 때 열차를 정지시키지 않고 진행시키기 지상자의 동작을 위하여 우선 연동장치 또는 폐색장치에서 신호가 현시되는 조건(HR 계전기 여자접점)을 받아서 현장에 있는 ATS 지상자 제어함(CR Box)의 CR 계전기가 여자 되도록 결선을 한다. CR 계전기의 여자접점은 지상자의 LC공진회로를 단락시켜 공진회로를 무력화시킴으로써 차상장치가 지상에 의한 주파수 응답이 일어나지 않게 함으로써 열차가 정지하지 않고 진행할 수 있도록 한다.

### (4) 지상장치의 성능

(가) 공진주파수: 130kHz

(나) 선택도(Q):  $170 \pm 20$

(다) 지상자 케이블의 길이: 5m

(라) 제어계전기(CR) : DC 10V, 0.12A, 접점 수 N2

## 2. 점제어식 차상장치의 동작

### (1) 차상장치의 구성

#### (가) 차상자

차상자는 차체 하부의 차량 중심으로부터 진행방향(기관차 정면)에 대하여 좌측으로 300mm의 위치에 차상자 중심이 위치하도록 하고 레일면으로부터 높이가 130mm 범위에 취부하게 된다. 2조의 코일과 지상자의 상호작용을 수신기에 전달한다.

결합도는 조정판을 상하로 이동시켜서 조정할 수 있는데, 조정판이 없으면 자속 분포가 많아져서 결합도가 커지고 조정판이 사이에 위치하면 자속분포가 변화하여 결합도가 변화하는 것을 이용한 것이다.

#### (나) 수신기

평상시에는 차상자와 조합하여 105kHz의 상시 발진회로를 구성하고 있으나, 차상자가 130kHz의 공진회로를 구성하고 있는 지상자에 접근하면 주파수가 변화하므로 BPF의 작용에 의하여 주계전기(MR, Master Relay)는 무여자되며 경보회로와 제어회로를 제어하게 된다.

#### (다) 경보기

경보기는 운전실 내에 설치되어 주계전기가 낙하되면(정지신호의 수신) 경보가 울린다.

(라) 표시기

평상시에는 백색등으로서 장치가 정상적이라는 표시를 하고 있으나 주계전기가 낙하되면(정지신호의 수신) 백색등은 소등되고 적색등이 점등된다.

(마) 확인푸시버튼 및 복귀스위치

경보가 발생하였을 때 또는 비상제동이 동작했을 때 기관사가 신속하게 취급하거나 원래의 상태로 복귀하는 것에 사용한다.

(2) 차상장치 동작과정

열차가 공진주파수 130kHz의 지상자를 만나게 되면 차상 ATS장치의 주계전기가 낙하하고 경보기가 동작하여 기관사에게 경보를 알린다. 이때 차상의 ATS 표시등은 평상시 점등되어 있던 백색등은 소등되고 적색등이 점등된다. 경보가 울리고 기관사가 5초 이내에 제동핸들을 제동위치에 놓고 확인단추를 눌러 원상복귀를 하는 확인취급을 하지 않으면 비상제동이 체결되어 열차를 정지시키게 된다. ATS에 의하여 비상제동이 체결되면 열차는 정지하여야만 하는데, 제동핸들을 비상위치에 놓고 열차가 정지한 후가 아니면 원상 복귀되지 않는다.

(3) 차상장치 성능

(가) 최고 응동속도: 170km/h

(나) 발진주파수: 105kHz

(다) 변주주파수: 130kHz

(라) 응동시간: 11ms

(마) 좌우 진동한계: 직선부 50mm, 곡선부 110mm

(바) 차상자 결합도:  $80 \pm 10\text{mV}$

(사) 비상제동 대기시간: 약 5초

③ 속도조사식 ATS (ATS-S S-2형)

1. 속도조사식 ATS 개요

열차가 신호지시속도를 초과 또는 신호체계를 무시하고 운행할 경우 자동으로 열차를 정지 또는 감속하도록 하기 위해 4, 5현시 구간에 ATS-S S-2형 속도 조사식을 설치한다. 지상자의 표준설치상태에서의 열차응동 최고속도는 170km/H이고 열차주행 중의 횡 방향 동요는 50mm이내이다. 지상자의 내부 공심코일(약 300  $\mu\text{H}$ )과 콘덴서(약 0.005 $\mu\text{F}$ )의 직렬 공진회로로 구성되어 있다.

## 2. 지상자의 전기적 성능

### (1) 점제어식과 속도조사식 ATS의 차이

두 방식 모두 기본적인 원리는 유사하며, 공진주파수 및 선택도 등 전기적 차이는 아래 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> ATS의 전기적 성능

종류	신호현시	공칭주파수[kHz]	공칭주파수에 대한 Q	비 고
점제어식	R0	130±0.5	170±20	표준온도는 20°C로 한다.
	R0	130±0.5	150+40/-20	
	R1	122±1.0	140+40/-20	
속도조사식	YY	114±1.0	140+40/-20	
	Y	106±1.0	140+40/-20	
	G/YG(Free)	98±1.0	140+40/-20	

### (2) 지상자가 갖추어야 할 전기적 성능

#### (가) 안정성

지상자는 수밀성과 온도의 변화 및 차량진동, 기타의 변화에도 각부의 변화를 가져와서는 안 된다.

#### (나) 환경시험의 조건

지상자를 약 60°C 온수 중에 약 3시간 이상 침적시킨 후 약 1시간 대기 중에 방치하고 다시 60°C 이상의 온수 중에 침적시켜 2시간이상 경과 후 물과 도체부분과의 직류 500V 절연저항계를 사용 100MΩ 이상의 절연저항을 가지고 교류 1,000V, 60Hz 전압을 1분간 가압하여도 이상이 없어야 한다.

#### (다) 결함시의 안전성 시험

표준온도에서 지상자의 케이블 선단을 단락 또는 10Ω의 순저항으로 접속시켰을 때 측정회로로서 공진주파수 200kHz 이내에 Q가 5이상의 공진점이 없어야 한다.

## ④ 제어거리의 산출

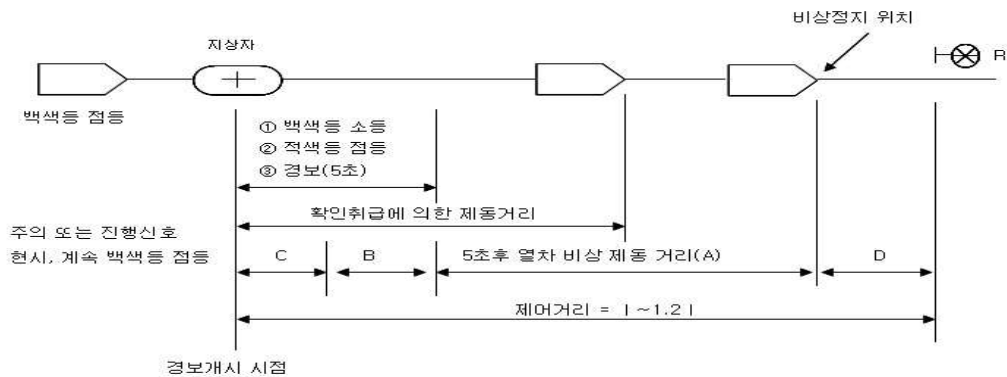
### 1. 거리산출의 기본사항

지상자의 경보개시지점에 설치하는데, 신호기로부터 경보개시지점까지의 거리(L)는 계산식에 의해서 산출할 수 있다. 신호기와 지상자간의 거리 산출은 해당 구간의 최고속도로 지

상자를 통과한 후 기관사가 적절한 운전취급을 하지 않고 비상제동이 걸리기 전까지 이동 거리(B+C)와 해당 구간의 최고속도에서 비상제동이 체결되어 열차가 정지되기까지의 이동 거리(A), 그리고 20%의 여유거리를 더하여 산출된다. 지상자와 신호기간의 거리가 짧을 경우에는 정차해야 할 신호기를 통과하게 되어 사고가 발생할 우려가 있으며, 또 너무 긴 경우에는 앞서서 정차하게 되므로 적절한 여유거리를 두는 것이다.

아래의 [그림 4-2]는 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)에서 제시하고 있는 열차자동정지장치의 제어거리에 대하여 설명한 것이다. 그림에서의 각 거리표기는

- A: 비상제동거리[m]
  - B: 경보가 울리기 시작하여 비상제동이 작용하기까지의 주행거리[m]
  - C: 차상자가 지상자 위를 통과하여 경보가 울릴 때까지 주행거리[m]
  - D: 여유거리(지상자 통과 후 열차가 정지할 때까지 주행거리(A+B+C)의 20%)[m]
- 를 나타내고 있다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)  
[그림 4-2] 지상자에 의한 정지거리

## 2. 비상제동 거리의 산출(A)

열차의 종류, 즉 전동차, 일반 여객열차, 그리고 화물열차가 비상제동이 체결되었을 때 나타나는 감속력(제동특성)이 동일하지 않다. 따라서 열차의 종류 및 차량편성에 따라 비상제동거리를 산출하는 계산식이 다르다. 기술이 발전하여 더 높은 감속력의 열차가 운행될 수 있으나 안전을 위하여 가장 낮은 수준의 경우에도 안전을 확보할 수 있는 설계가 이루어지므로 시공단계에서는 산출된 거리에 따라 정확히 시공을 해야 만 한다.

### (1) 전동차 비상제동 거리의 산출

해당 폐색구간의 전동차의 최고 속도를  $V_{km/h}$ 라고 했을 때, 최고속도에서 비상제동이

체결되어 정지하는데 이동되는 거리  $A_m$ 는 아래의 식에 의하여 산출된다.

$$A = \frac{V^2}{20} \times 0.7 + \frac{V}{3.6}$$

(2) 여객열차의 비상제동 거리의 산출

해당 폐색구간의 여객열차의 최고 속도를  $V[\text{km/h}]$ 라고 했을 때, 최고속도에서 비상제동이 체결되어 정지하는데 이동되는 거리  $A[\text{m}]$ 는 아래의 식에 의하여 산출된다. 이 수식에서 보면 최고속도가 동일하다면 여객열차의 비상제동 시 정지거리가 전동차 보다 더 많이 필요함을 알 수 있다.

$$A = \frac{V^2}{20} \times 2 + \frac{V}{3.6}$$

(3) 화물열차의 비상제동 거리의 산출

해당 폐색구간의 여객열차의 최고 속도를  $V[\text{km/h}]$ 라고 했을 때, 최고속도에서 비상제동이 체결되어 정지하는데 이동되는 거리  $A[\text{m}]$ 는 아래의 식에 의하여 산출된다. 이 수식에서 보면 최고속도가 동일하다면 화물열차의 비상제동 시 정지거리가 여객열차보다도 훨씬 더 많이 필요함을 알 수 있다. 이러한 사유로 동일한 구간에 대하여 화물열차에 대한 허용최고속도는 여객열차의 허용최고속도보다 낮게 책정된다.

$$A = \frac{V^2}{15} \times 5 + \frac{V}{3.6}$$

3. 대기시간의 이동거리의 산출(B)

지상자재의 하여 차상장치가 응답을 시작하면 기관사의 인지를 위해 경보가 발생되는데, 이 경보가 발생되고 5초가 지나도 기관사의 적절한 제동 조작이 이루어지지 않으면 비상제동이 체결된다. 즉, 차상장치가 기관사의 취급을 대기하는 5초 동안 열차가 최고속도일 때 이동하는 거리이다. 이는 차량의 특성과는 무관하며 단지 차량의 최고속도에 따라 산출되므로 모든 차종이 동일한 계산식에 의하여 대기시간동안 이동거리  $B[\text{m}]$ 가 산출된다. 이 수식에서 숫자 5는 대기시간을 나타내며  $V[\text{km/h}]$ 는 최고 시속이다.

$$B = 5 \times \frac{V}{3.6}$$

4. 응답시간의 이동거리의 산출(C)

열차가 지상자를 통과하여 차상장치가 응답을 하고 기관사의 인지를 위해 경보가 발생될 때까지의 소요시간에 이동되는 거리 $[m]$ 이다. 아래의 수식을 보면 응답 시간은 열차의 종류에 관계없이 1초로 산정하므로 열차의 종류에 관계없이 최고시속  $V[\text{km/h}]$ 에 따라 이동거리 $[m]$  C가 산정 된다.

$$C = \frac{V}{3.6}$$

### 5. 여유거리의 산출(C)

여유거리는 위에서 계산된 값의 합(A+B+C)의 20%로 한다.

$$D = (A + B + C) \cdot 0.2$$

### 6. 차종별 제어거리의 산출(L)

앞에서 산출된 비상제동시의 정지거리(A), 대기시간동안의 이동거리(B), 지상자 위치로부터 차상장치가 응답하여 경보가 울릴 때까지 이동한 거리(C) 그리고 안전을 위하여 설정된 여유거리를 더하여 제어거리를 차종별로 산출할 수 있다. 수식에서 적용된 기호의 의미와 적용된 단위는 아래와 같다.

l: 신호기에서 경보지점까지의 거리[m]

V: 폐색구간 운행속도의 최대값 [km/h]

A: 비상제동거리 [m]

B: 경보가 울리기 시작하여 비상제동이 작용하기까지의 주행거리[m]

C: 차상자가 지상자 위를 통과하여 경보가 울릴 때까지 주행거리[m]

#### (1) 전동차의 제어거리 산출

$$\text{전동차 제어거리[m]} \quad l = \frac{0.7V^2}{20} + \frac{7V}{3.6}$$

#### (2) 여객열차의 제어거리 산출

$$\text{여객열차 제어거리[m]} \quad l = \frac{V^2}{20} + \frac{8V}{3.6}$$

#### (3) 화물열차의 제어거리 산출

$$\text{화물열차 제어거리[m]} \quad l = \frac{V^2}{15} + \frac{11V}{3.6}$$

## 4-2. ATS 지상장치 설치 및 결선

### 학습 목표

- ATS 지상장치를 설치할 수 있다.
- 신호현시별 제한속도에 맞게 결선할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 지상자의 설치 기본사항

##### 1. 점제어식 지상자 설치 위치

점제어식 지상자의 설치거리는 신호기 바깥쪽으로 부터 열차 제동거리의 1.2배 범위로 한다. 참고로 신호기 바깥쪽(외방)이라는 것은 신호기에 의하여 안전을 확인 또는 제어하지 않는 지역으로 기관사(열차)가 열차 진행하는 방향으로 신호현시를 바라볼 수 있는 영역이며, 신호기가 안전을 확인하는 영역 즉 기관사(열차)가 신호현시를 보고 신호기를 지나서 들어서는 영역을 신호기 안쪽(내방)이라고 표현한다. 신호기 안쪽(내방)과 바깥쪽(외방)의 표현은 현장에서 자주 혼동을 유발하므로 잘 숙지할 필요가 있다.

##### 2. 속도조사식 지상자 설치 위치

속도조사식 지상자는 신호기의 바깥쪽 20m를 기준으로 하고 출발신호기를 소정의 위치에 설치할 수 없어 그 위치에 열차정지표지를 설비할 때에는 열차정지 표지의 안쪽 20m 위치에 설치한다.

##### 3. 설치의 기본사항

(1) 레일 하부로 지나가는 리드선은 보호관을 설치한다.

##### (2) 지상자 리드선의 연결

지상자 리드선은 절단 또는 중간 접속을 해서도 안 되며, 또 지상자 하부에 여분 리드선을 정리하지 말아야 한다.

##### (3) 레일상의 지상자 설치위치

궤간중심으로부터 지상자 중심선과의 간격은 열차 진행방향으로 보아 다음 각 목과 같다.

(가) 점제어식: 좌측 300mm±10mm 이내

(나) 속도조사식

전기동차용: 오른쪽 300mm±10mm이내

동력차용: 왼쪽 300mm±10mm이내

(4) 지상자 설치 높이

(가) 레일상면으로부터

지상자 상면까지의 높이는 점제어식은 50mm~80mm, 속도조사식은 20mm~50mm의 범위 이내 이어야 한다.

(나) 지상자 밑면과 자갈과의 간격은 50mm 이상 확보되어야 한다.

(5) 가드레일과의 간격은 400mm 이상 확보되어야 한다.

(6) 지상자만을 설치할 경우에는 리드선이 붙은 상태로 단락되지 않도록 처리한다.

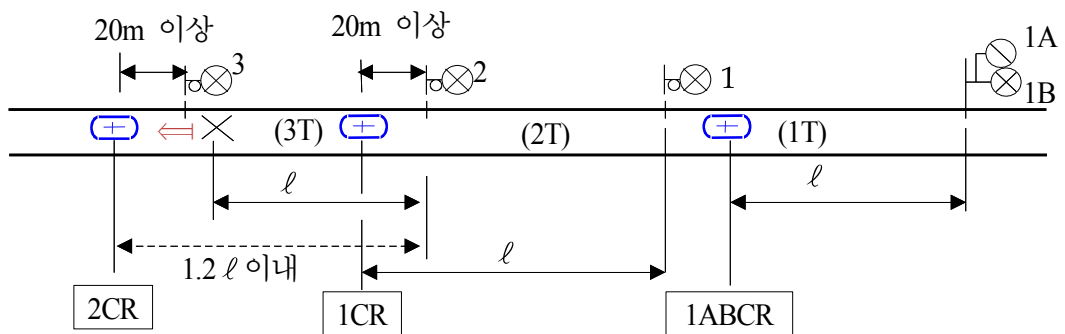
(7) 레일 이음매부에서 3분 이내의 침목을 피하여 설치되어야 한다.

② 점제어식 지상자 설치위치 및 결선

1. 장내신호기 및 폐색신호기에 대한 ATS지상자

(1) 설치위치 선정

아래 그림 4-3에서 2호 폐색신호기의 지상자가 3호 폐색신호기에 근접한 경우 2호 폐색신호기의 지상자를 3호 폐색신호기의 바깥쪽 20m 이상의 위치에 두고, 3호 폐색신호기의 조건에 의하여 제어할 수 있다. 다만, 2호 폐색신호기와 지상자의 위치는 ATS의 제어거리  $l$ 의 1.2배를 넘지 않아야 한다.



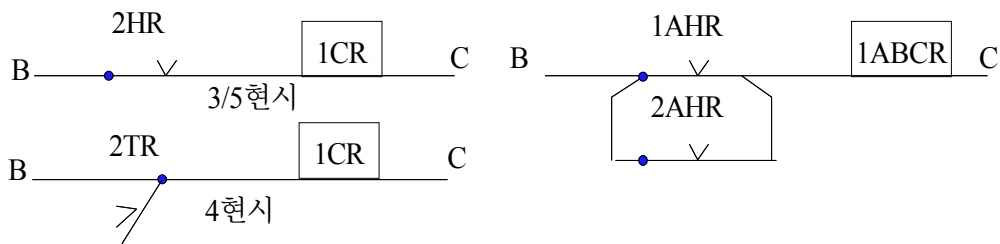
출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조

[그림 4-3] 신호기 간섭 시 지상자 설치위치

(2) ATS 지상자 결선 예시

[그림 4-4]에서 우측의 회로는 단일 본선에 1A와 2B장내신호기가 설치된 개소의 지상자 제어계전기 제어를 위한 결선을 표현한 것으로 두 신호기 중에 어느 하나라도 현시가 되어 열차가 진입할 수 있게 되면 CR를 여자 시키고 지상자에 의한 열차정지를 해제하게 된다.

[그림 4-4]의 좌측 회로는 1번 폐색신호 및 2번 폐색신호에 대한 지상자가 제어계전기를 동작시키는 예시를 보여주고 있다. 여기서 HR는 신호가 현시되기 위하여 여자 되는 계전기이고 TR은 궤도 계전기를 나타내며, 유극궤도회로에서 90도 조건을 사용하고 있는 그림이다. 유극궤도에서 전방의 궤도에 열차가 없는 상태에서 해당의 궤도에 열차가 없으면 90도로 여자 되고, 전방에 열차가 있는 상태에서 해당궤도에 열차가 없으면 45도, 그리고 해당궤도에 열차가 있으면 전방궤도의 상태와 관계없이 0도인 상태가 된다.

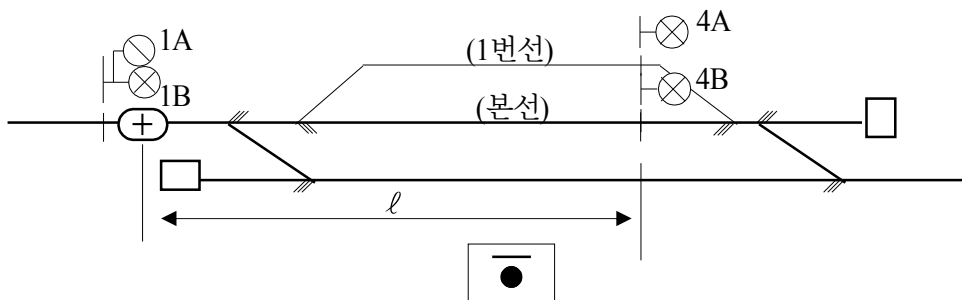


출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
 [그림 4-4] 장내신호 및 폐색신호의 ATS 결선도(예시)

## 2. 출발신호기에서 제어거리 1이 도착선 유효장 이상인 경우

### (1) 설치위치 선정

출발신호기에서 제어거리 1이 도착선 유효장 이상인 경우에 출발 ATS를 장내신호기 직하에 설치하여 장내신호 제어조건으로 제어계전기를 동작시킬 경우 해당 진로 외에는 동작하지 않도록 한다.

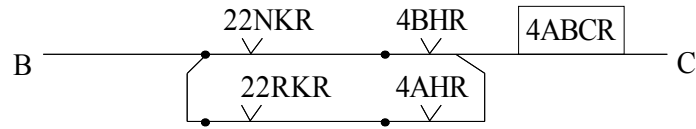


출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
 [그림 4-5] 출발신호기에서 1이 도착선 유효장 이상인 경우

### (2) ATS 지상자 결선 예시

출발 ATS를 장내신호 제어조건으로 제어계전기를 동작시킬 경우 해당 진로 외에는 동

작하지 않도록 하기 위하여 [그림 4-6]과 같이 결선할 수 있다. 그림에서 22NKR는 22호 선로전환기가 정위로 되어 있음을 표시하는 계전기이며, 22RKR는 22호 선로전환기가 반위로 되어 있음을 표시하는 계전기이다.

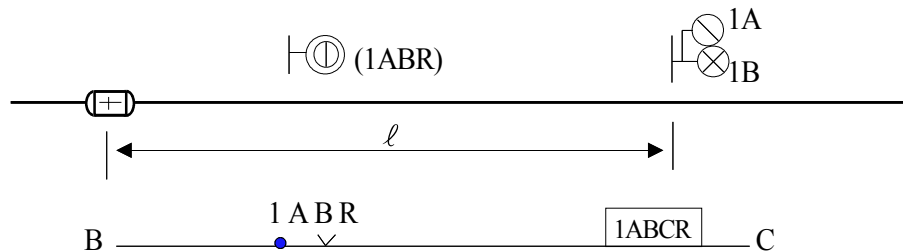


출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
[그림 4-6] 장내신호 및 폐색신호의 ATS 결선도(예시)

### 3. 중계신호기가 있는 경우의 결선

#### (1) 제어거리 1이 중계신호기까지의 거리 이상인 경우

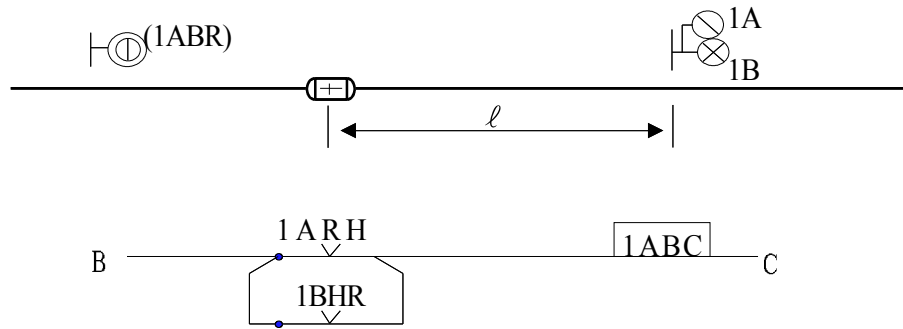
중계신호기에 지상자를 설비하기 위하여 1의 제어거리를 단축하여서는 안 되며 중계신호기 현시조건을 사용한 결선의 사례이다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
[그림 4-7] 1이 중계신호기까지의 거리 이상인 경우 결선(예시)

#### (2) 제어거리 1이 중계신호기까지의 거리 보다 짧은 경우

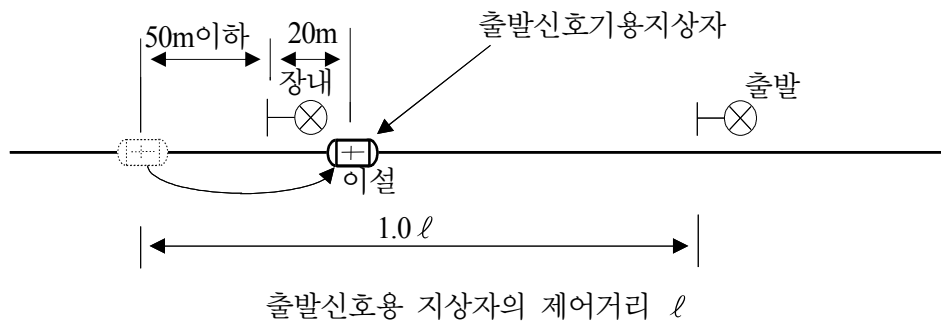
중계신호기에 지상자를 설비하기 위하여 1의 제어거리가 짧은 경우에는 장내신호기 현시조건을 사용하며 지상자의 위치가 중계신호기에 근접해 있을 경우에는 중계신호기에 의해 제어할 수 있다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
 [그림 4-8] 1이 중계신호기까지의 거리 이하일 경우 결선(예시)

#### 4. 장내 바깥 50m이하의 출발신호용 지상자 설치위치

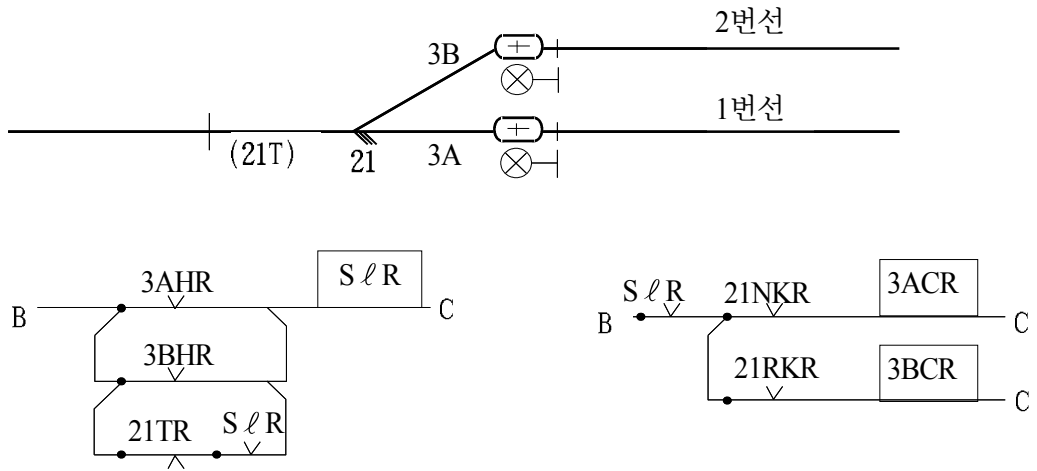
출발신호기용 지상자의 제어거리 1이 장내신호기의 바깥쪽 50m이하인 경우 장내신호기 안 쪽 20m 이내에 설치할 수 있다. 이때는 출발신호기로부터 지상자까지의 거리가 1이하로 될 수 있다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
 [그림 4-9] 출발용 지상자의 설치위치

#### 5. 주행열차에 대한 방호결선

출발신호 등에서 주행하는 열차에 의하여 지상자의 제어 영향을 받아서 정상적인 ATS 작동에 방해받을 수 있다. [그림4-10]은 이런 경우 정상적인 작동을 위하여 방호하는 결선의 예이다.



출처: 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) 참조  
 [그림 4-10] 주행열차에 대한 방호결선(예시)

## 4-3. ATS 지상자 주파수 및 Q측정

**학습 목표** • ATS 지상자 Q 측정을 할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 지상자의 공진 주파수

공진주파수의 검사는 지상자 시험기에 의하여 시행하며, 공진주파수 범위와 선택도(Q) 값의 범위는 “한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) KR S-07020 열차자동정지장치(ATS)”에 규정되어 있다.

##### 1. 점제어식 지상자의 공진주파수 및 Q값

###### (1) 공진주파수

점제어식은 지상자 제어계전기의 접점을 개방한 상태에서 125kHz~131kHz 범위로 한다.

###### (2) 선택도(Q)

지상자 제어케이블 개방 시 선택도 Q는  $170 \pm 20$  범위이내이어야 한다.

##### 2. 속도조사식의 공진주파수 및 Q값

###### (1) 공진주파수

차상속도조사식은 신호현시에 따라 공진되는 주파수가 달라지며, 이때의 주파수의 허용범위는  $\pm 2\text{kHz}$ 이내이어야 한다. “한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편) KR S-07020 열차자동정지장치(ATS)” 문서의 또 다른 표현은 표준온도 20°C에서의 성능기준은  $\pm 1\text{kHz}$  이내로 되어 있으므로 참고할 필요가 있다.

###### (가) 4현시용

<표 4-2> 4현시용 지상자의 주파수

신호 현시	R0	R1	Y	YG	G
공진주파수(kHz)	130	122	106	98	
전기동차용					
ATS속도제어(km/h)	0	15	45	FREE	

(나) 5 현시용

<표 4-3> 5현시용 지상자의 주파수

신 호 현 시	R	YY	Y	YG	G	
동력차용	공진주파수(kHz)	130	122	114	106	98
	ATS속도제어(km/h)	0	25	65	105	FREE
전기동차용	공진주파수(kHz)	130	114	106		98
	ATS속도제어(km/h)	0	25	45		FREE
전기동차용 (경춘선)	공진주파수(kHz)	130	114	90		98
	ATS속도제어(km/h)	0	25	65		FREE

(다) KTX 응동용(3현시 구간용)

<표 4-4> KTX 응동용(3현시 구간용) 지상자의 주파수

신호현시	R	Y	G	
KTX용	공진주파수(kHz)	130		FREE
	ATS속도제어(km/h)	0		FREE

② 선택도(Q)

1. 선택도(Q)의 산출

지상자의 공진주파수( $f_0$ )는 지상자의 인덕턴스와 콘덴서의 커패시턴스를  $L, C$  라고 할 때 다음과 같이 구한다.

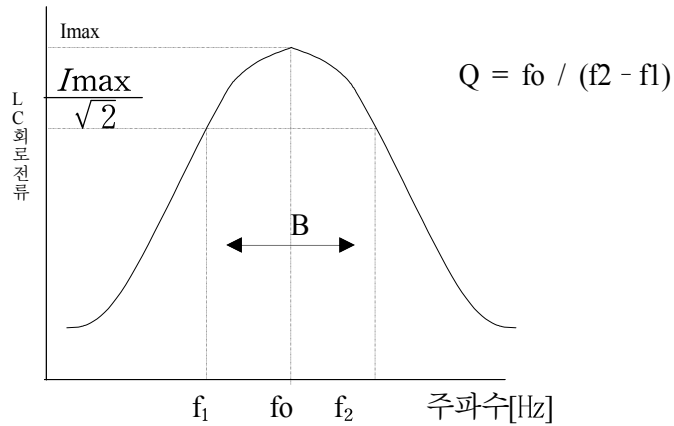
$$\text{지상자의 공진주파수 } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

지상자의 공진주파수에서 선택도 Q는 주파수 폭( $f_2 - f_1$ )을  $B$  라고 하고  $\omega = 2\pi f_0$  이므로 다음 식으로 구한다.

$$\text{선택도 } Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{2\pi f_0 L}{r} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{f_0}{B}$$

여기서  $r$  는 회로의 저항성분 값이고,  $f_2, f_1$ 는 공진이 일어날 때의 전류값, 즉 최대 전류값 또는 공진 시의  $1/\sqrt{2}$ 배 (≒ 0.707배) 되는 지점의 주파수이다. 수식에서 알 수 있듯이 두 주파수의 폭이 좁을수록 저항이 작아지면 선택도  $Q$ 값은 높아진다는 것을 알 수 있다. 따라서 어려운 수식을 동원하지 않더라도 저항성분을 가지는 지상자의 케이블의 길이를 변경할 경우 선택도가 달라지므로 시공 시에는 공장에서 제작된 케이블을 그대로 사용하여야 하며, 연장하거나 하는 변화를 주어서는 안 된다.

[그림 4-11]은 지상자의 선택도와  $f_2, f_1$  주파수에 대하여 도식적으로 설명하고 있다.



[그림 4-11] 지상자의 선택도

## 수행 내용 / 열차자동정지장치(ATS) 시공하기

---

### 재료 · 자료

- 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)
- 고속철도 ATC 시방서
- 설계서 및 시방서

### 기기(장비 · 공구)

- Q측정기
- 지상자 설치공구
- 케이블 설치공구
- 줄자, 위치표시용 스프레이

### 안전 · 유의 사항

- 현장에서 작업 시 작업에 참여하는 모든 인원은 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다.
- 운행선에서의 작업인 경우 허용된 작업시간을 철저히 준수하여야 하며, 철도운행안전관리자의 지시에 따라야 한다.

### 수행 순서

#### ① 점제어식 열차자동정지장치의 제어거리 산출하기

##### 1. 지상장치 기능 파악하기

- (1) ATS 지상장치의 동작은 신호현시조건에 따라 지상자의 공진주파수를 다르게 함으로써 지상장치가 해당 주파수에 응답 하도록 하는 역할을 한다.
- (2) CR계전기가 낙하되어 있거나 케이블을 연결하지 아니한 상태의 지상자 공진주파수는 130kHz가 되도록 제작되어져 있다.

## 2. 차상장치 동작과정 파악하기

- (1) 평상시 차상장치는 기본 105kHz로 발진을 하여 차상의 1차 코일에 공급하고 2차 코일에 유기되어 105kHz의 주파수발진이 일어나고 있다.
- (2) 기본으로 발진된 주파수(105kHz)는 해당주파수 영역 만 통과시키는 필터(BPF, Band Pass Filter)를 통과하여 그 신호로 주계전기를 여자 시킨다.
- (3) 이런 상태로 열차의 정지현시에 따르는 지상자와 만나서 주파수 응답을 하게 되면, 130kHz로 변주된 주파수의 발진이 발생하게 된다.
- (4) 변주된 130kHz의 주파수는 결국 105kHz BPF를 통과하지 못하고 차단됨으로써 주계전기가 낙하하고 열차에 알람과 표시램프가 작동한다.
- (5) 경보가 발생하고 5초 동안 기관사의 적절한 제동취급이 이루어지지 않으면 열차는 비상제동이 체결되고 열차는 정지한다.

## 3. 제어거리 산출하기

### (1) 제어거리 산출을 위한 파라미터 값 산출하기

#### (가) 비상제동거리(A) 산출하기

##### 1) 전동차 비상제동거리 산출하기

$$A = \frac{V^2}{20} \times 0.7 + \frac{V}{3.6}$$

##### 2) 여객열차 비상제동거리 산출하기

$$A = \frac{V^2}{20} \times 2 + \frac{V}{3.6}$$

##### 3) 화물열차 비상제동거리 산출하기

$$A = \frac{V^2}{15} \times 5 + \frac{V}{3.6}$$

#### (나) 대기시간 5초간 이동한 거리(B) 산출하기

노선의 최고 속도에서 이동한 거리로 산출한다.

$$B = 5 \times \frac{V}{3.6}$$

#### (다) 지상 및 차상장치의 응답시간 동안 이동한 거리(C) 산출하기

응답시간은 차종에 관계없이 1초로 산정하여 산출한다.

$$C = \frac{V}{3.6}$$

#### (라) 여유거리(D) 산출하기

여유거리는 위에서 계산된 A+B+C값의 20%를 여유거리로 한다.

$$D = (A + B + C) \cdot 0.2$$

(2) 제어거리 산출하기

(가) 전동차 제어거리 산출하기

$$l = \frac{0.7V^2}{20} + \frac{7V}{3.6}$$

(나) 여객열차 제어거리 산출하기

$$l = \frac{V^2}{20} + \frac{8V}{3.6}$$

(다) 화물열차제어거리 산출하기

$$l = \frac{V^2}{15} + \frac{11V}{3.6}$$

② 지상장치 설치하기

1. 지상자의 설치위치 파악하기

- (1) 설계도와 시방서에 상충되는 부분이 있는지 검토하기
- (2) 설계도에 표기된 위치에 마킹하기
- (3) 현장설치위치가 특이사항에 해당되는지 살펴보기

2. 제어계전기함(CR Box) 설치 및 케이블 포설하기

3. 지상자의 제어회로 결선하기

- (1) 결선도 준비 및 정확성 확인하기
- (2) 올바른 공구 및 부품을 활용하여 결선하기

4. 지상자 설치하기

- (1) 레일 하부로 지나가는 리드선은 보호관을 설치한다.
- (2) 지상자 리드선을 연결한다.  
지상자 리드선은 절단 또는 중간 접속을 해서도 안 되며, 또한 지상자 하부에 여분 리드선을 정리하지 말아야 한다.
- (3) 레일상 좌우 위치에 맞게 설치한다.  
궤간중심으로부터 지상자 중심선과의 간격은 열차 진행방향으로 보아 다음 각 항목과 같이 설치한다.  
(가) 점제어식은 좌측  $300\text{mm} \pm 10\text{mm}$  이내에 설치한다.

- (나) 속도조사식은 전기동차용은 오른쪽  $300\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 이내에 설치하고, 동력차용은 왼쪽  $300\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 이내에 설치한다.
- (4) 레일상의 지상자 높이를 규정에 맞게 설치한다.
  - (가) 레일상면으로부터 지상자 상면까지의 높이는 점제어식은  $50\text{mm} \sim 80\text{mm}$ , 속도조사식은  $20\text{mm} \sim 50\text{mm}$ 의 범위이내에 들도록 설치한다.
  - (나) 지상자 밑면과 자갈과의 간격은  $50\text{mm}$  이상 되도록 설치한다.
- (5) 가드레일과의 간격은  $400\text{mm}$  이상 확보되도록 설치한다.
- (6) 지상자만을 설치할 경우에는 리드선이 붙은 상태로 단락되지 않도록 처리한다.
- (7) 레일 이음매부에서 3분 이내의 침목을 피하여 설치한다.

### ③ 선택도 및 주파수 측정하기

1. Q 측정기 등 필요 공구를 준비한다.
  - (1) AT스지상자 시험기는 배터리로 동작하므로 전원을 충전하여 준비한다.
  - (2) 측정 전 자기진단을 실시한다.
  - (3) 측정기용 차상자를 지상자의 중심에 올려놓는다. 이때 차상자의 화살표는 열차의 진행방향과 일치되도록 한다.
2. 측정하고자하는 현시조건을 기다리거나, 신호취급에 의하여 측정할 수 있는 상태를 만든다.
3. 현시조건에 따른 선택도 측정하고 기록한다.
4. 측정하여 기록한 선택도가 규정된 오차범위에 있는지 확인한다.

#### 수행 tip

- 지상장치에 대한 설치는 궤도 등의 실습장 환경을 구축하여 실시할 수 있다.
- 제어함에 제어전원을 신호현시별로 인가하면 주파수 응답의 Q값을 측정할 수 있다.

## 학습 4 교수·학습 방법

### 교수 방법

- 제어계전기를 포함하는 지상장치의 기능에 대하여 설명한다.
- 차상장치가 지상장치를 만나서 작동하는 원리를 설명한다.
- 열차자동정지장치(ATS)의 지상장치에서 차상장치까지 동작되는 과정을 설명한다.
- 제어거리 산출하는 방법에 대하여 설명한다.
- 선택도의 기준이 되는 두 개의 주파수와 공진주파수에 대하여 설명하고, 저항값이 선택도에 미치는 영향에 대하여 설명한다.
- 여러 가지 경우의 지상자 설치위치 및 결선방법에 대하여 설명한다.
- 점제어식 및 속도조사식에서 사용되는 공진주파수에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- 제어계전기를 포함하는 지상장치의 기능에 대하여 학습한다.
- 차상장치가 지상장치를 만나서 작동하는 원리를 이해 위주로 학습한다.
- 열차자동정지(ATS)장치의 지상장치에서 차상장치까지 동작되는 과정을 학습한다.
- 제어거리 산출하는 방법에 대하여 수식적으로 이해하며 학습한다.
- 선택도의 기준이 되는 두 개의 주파수와 공진주파수에 대하여 설명하고, 저항값이 선택도에 미치는 영향에 대하여 이해할 수 있도록 간단히 그림을 그리며 학습한다.
- 여러 가지 경우의 지상자 설치위치 및 결선방법에 대하여 학습한다.
- 점제어식 및 속도조사식에서 사용되는 공진주파수에 대하여 학습한다.

## 학습 4 평가

### 평가 준거

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

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATS 제어거리 산출	- 점제어식 지상장치의 동작에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 차상장치를 포함하여 점제어식 ATS의 동작과정을 설명할 수 있다.			
	- 전동차, 여객 및 화물 열차의 비상제동거리를 산출할 수 있다.			
	- 점제어식에서 차종별 제어거리를 산출할 수 있다.			
ATS 지상장치 설치 및 결선	- 열차자동정지장치 설치 위치를 선정할 수 있다.			
	- ATS 지상장치를 설치할 수 있다.			
	- 신호현시별 제한속도에 맞게 결선할 수 있다.			
ATS 지상자 주파수 및 Q측정	- ATS지상자 의 Q값의 의미를 설명할 수 있다.			
	- 지상자의 Q값을 측정할 수 있다.			

### 평가 방법

- 구술 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATS 제어거리 산출	- 점제어식 지상장치의 동작에 대하여 설명할 수 있다.			
	- 차상장치를 포함하여 점제어식 ATS의 동작과정을 설명할 수 있다.			

• 필답 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATS 제어거리 산출	- 전동차, 여객 및 화물 열차의 비상제동거리를 산출할 수 있다.			
	- 점제어식에서 차종별 제어거리를 산출할 수 있다.			
ATS 지상장치 설치 및 결선	- 열차자동정지장치 설치 위치를 선정할 수 있다.			

• 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
ATS 지상장치 설치 및 결선	- ATS 지상장치를 설치할 수 있다.			
	- 신호현시별 제한속도에 맞게 결선할 수 있다.			
ATS 지상자 주파수 및 Q측정	- ATS지상자 의 Q값의 의미를 설명할 수 있다.			
	- 지상자의 Q값을 측정할 수 있다.			

**피 드 백**

<p>1. 구술 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구술평가에서 어려움을 겪는 학생은 이해 위주로 다시 한 번 동작과정 등에 대하여 학습한다.</li> </ul> <p>2. 필답 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 필답 평가에서 수준이상의 평가를 받지 못한 경우는 관계되는 수식의 전개과정을 정독하고 노트에 정리하며 그래프 등을 직접 그려보도록 한다.</li> </ul> <p>3. 작업장 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업장 평가를 원만히 진행하지 못한 경우는 설치방법에 대한 문서를 숙지하고 한 번 더 작업장 실습을 진행하도록 한다.</li> </ul>
--

학습 1	열차자동제어장치(ATC) 시공하기(LM1901100208_14V1.1)
학습 2	열차자동방호(ATP)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.2)
학습 3	열차자동운전(ATO)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.3)
학습 4	열차자동정지(ATS)장치 시공하기(LM1901100208_14V1.4)

## 학습 5 열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기(LM1901100208\_14V1.5)

### 5-1. 선로변무선장치기능

**학습 목표** • 선로변 무선장치를 시공 할 수 있다.

#### 필요 지식 / 선로변 무선장치(AP)

##### ① CBTC장치의 개요

무선기반열차제어(CBTC, Communication Based Train Control)시스템 열차에서 연산하여 지상으로 전송한 열차위치정보를 기초로 하여 지상장치(지상ATP)에서 선행열차와 후속열차 간 안전간격을 제어하고, 차상장치(차상ATP/차상ATO)에서 열차속도감시와 제어를 한다. 또 전자연동장치(EI) 및 자동열차감시(ATS, Automatic Train Supervision)장치와 상호 연계하여 작동한다. 열차제어시스템은 이러한 기능을 컴퓨터 및 소프트웨어로 구현하여 열차를 안전하게 운행·관리하는 장치이다.

##### 1. CBTC시스템의 정의

CBTC(Communication Based Train Control) 시스템이란 무선통신을 기반으로 열차를 제어하는 시스템으로, IEEE 1474.1에서 규정하는 최소 요구조건을 만족한다.

- (1) 궤도회로 없이도 높은 수준의 정밀도로 열차의 위치를 확인한다.
- (2) 지리적으로 연속적인 차량과 선로변장치 상호간에 데이터 전달 네트워크가 가능하며 기존의 시스템보다 더 많은 제어와 상태 정보를 전달을 할 수 있다
- (3) 선로변과 열차수송의중요한프로세서를처리하기위해서는열차상태 제어정보와 끊임 없는 열차자동방호(ATP)장치가 제공되어야 한다. 특히 응용프로그램으로서 열차자동운전(ATO)장치와 열차자동감시(ATS)장치의 기능도 반드시 제공되어야 한다.

## 2. 한국형열차제어시스템(KRTCS)

한국형열차제어시스템(KRTCS)은 한국형으로 개발된 열차성능최고속도 150km/h 이하인 도시철도용 열차제어시스템의 구성, 기능 및 장치 간 정보전송을 대상으로 개발된 것이다. KRTCS 열차제어시스템은 열차검지용 궤도회로를 사용하지 않고 양방향무선통신기술을 적용하여 무인운전을 지원하며 열차 편성에 2중계로 구성되었다. KRTCS의 개발 대상인 장치 간 정보전송은 아래와 같이 제한된 범위에 대하여 개발 및 규격화 되었다.

- (1) 지상자동열차보호(WATP)장치와 차상자동열차보호(OATP)장치 사이의 정보전송
- (2) 지상자동열차보호(WATP)장치와 자동열차감시(ATS)장치 사이의 정보전송
- (3) 지상자동열차보호(WATP)장치와 전자연동(EIS)장치 사이의 정보전송
- (4) 지상자동열차보호(WATP)장치와 인접한 지상자동열차보호(WATP)장치 사이의 정보전송  
- 본선에 지상자동열차보호장치를 1식만 설치한 경우는 (4)항을 적용하지 않음.
- (5) 차상자동열차운전(WATO)장치와 자동열차감시(ATS)장치 사이의 정보전송
- (6) 차상자동열차운전(WATO)장치와 승강장스크린도어(PSD) 사이의 정보전송  
- 승강장스크린도어를 설치하지 않는 경우는 (6)항을 적용하지 않음.

## 3. KRTCS의 특징과 시스템 구성

### (1) KRTCS의 특징

한국형열차제어시스템은 기본적으로 CBTC의 일반적인 원칙을 준수하며, 아래와 같은 특징을 갖추어야한다.

- (가) 궤도회로 유무와 관계없이 열차위치를 높은 정밀도로 검지하고, 열차위치 정보의 오차를 보정하여 열차위치를 결정하여야한다.
- (나) 열차위치를 실시간으로 추적하여야하며, 열차이동을 승인하는 열차이동권한을 연속적으로 지령하여야한다.
- (다) 열차와 지상 사이의 정보전송은 신뢰할 수 있는 연속적인 양방향 무선통신을 적용하여야한다.
- (라) 열차 및 지상의 열차제어장치는 바이털(vital)기능을 처리하여야한다.

### (2) 지상장치의 구성

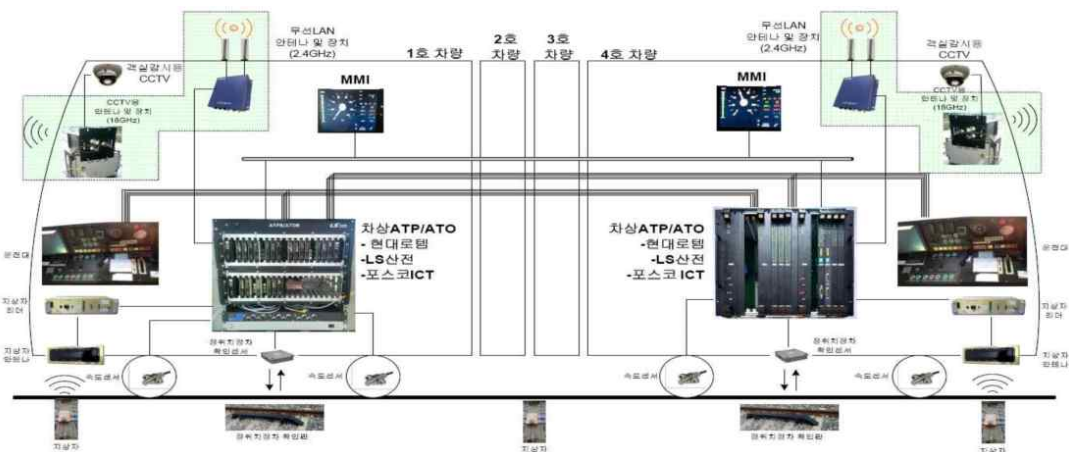
한국형으로 연구 개발된 무선기반열차제어시스템의 지상장치의 구성은 열차자동감시(ATS, Automatic Train Supervision)장치, 지상ATP장치, 전자연동장치 및 선로변무선(AP, Access Point)장치로 구성되어 이들 장비 간에는 광케이블에 의한 네트워크로 연결되어져 있다. [그림 5-1]은 한국형 무선기반열차제어시스템의 지상설비의 구성도이다.



출처: 무선통신기반 열차제어시스템 규격(대아티아이(주))  
 [그림 5-1] 무선기반열차제어 시스템의 지상설비

### (3) 차상장치의 구성

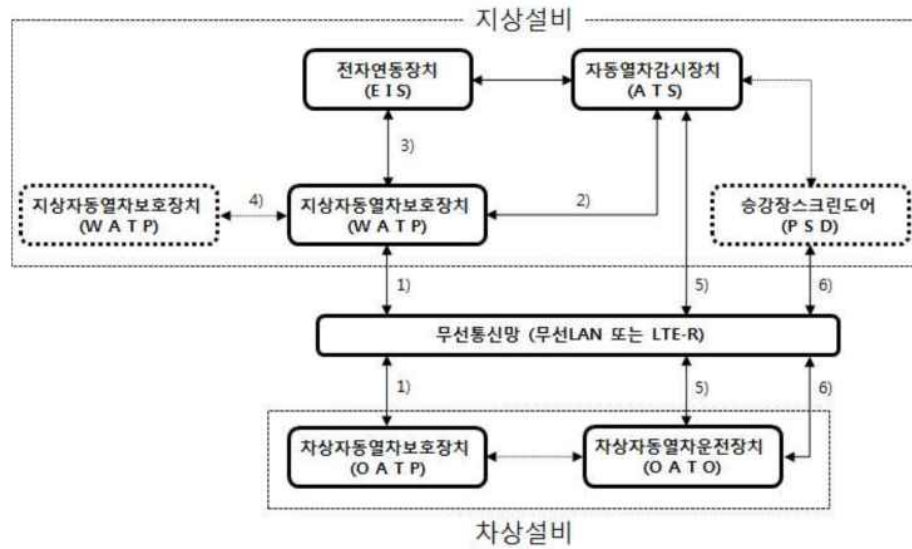
한국형 무선기반열차제어시스템의 차상장치는 차상ATP/ATO장치, 표시장치(MMI, Man Machine Interface), 열차제어시스템용 무선장치로 구성되어 있으며, 열차제어시스템용 무선장치는 지상의 선로변무선장치와 무선통신에 의하여 연결되어져 있다. [그림 5-2]는 한국형 무선기반열차제어시스템의 차상설비의 구성도이다.



출처: 무선통신기반 열차제어시스템 규격(대아티아이(주))  
 [그림 5-2] 무선기반열차제어 시스템의 지상설비

### (4) KRTCS 하부 시스템의 기능

Vital기능을 수행하는 하부 시스템에 의하여 안전을 확보하고 그 기반 하에 운용의 편의성 등을 확보하는 Non-Vital기능의 하부장비가 작동한다. [그림 5-3]에서 열차제어시스템 하부장치 간 정보의 전송을 도식적으로 표현한 것이다.



출처: 무선통신기반 열차제어시스템 규격(대아티아이(주))  
 [그림 5-3] 열차제어시스템 하부장치 간 정보전송도

- (가) 열차자동감시(ATS, Automatic Train Supervision)장치: Non-Vital 기능 수행
  - 열차운행계획(time table)관리
  - 열차운행상태 감시(열차위치 실시간 추적)
  - 원격제어
- (나) 열차자동방호(ATP, Automatic Train Protection)장치: Vital기능(선행열차와 후속열차 간 안전간격 확보) 수행
  - 열차위치 실시간 추적
  - 열차이동권한 결정
  - 속도프로파일 작성
  - 열차속도감시 및 비상제동
  - 출입문 개폐명령
- (다) 열차자동운전(ATO, Automatic Train Operation)장치: Non-Vital 기능 수행
  - 열차속도제어
  - 정위치정차
  - 출입문개방명령 수행
  - 역 설비 및 차상장치와의 인터페이스
- (라) 전자연동장치: Vital기능(열차진로제어) 수행
  - 열차진로제어
  - 선로전환기, 신호기 제어

- (마) 열차무선장치: 지상과 차상에 무선데이터통신이 이루어지도록 하는 장비
  - 미디어컨버터에 의하여 광랜 신호를 전기 랜신호로 변환
  - 지상의 AP모듈과 차상의 SP모듈은 전기신호를 무선으로 송수신

#### 4. 기존시스템과 무선기반열차제어시스템의 차이

##### (1) ATC 및 ATP 에서의 안전거리

선행열차가 점유한 궤도회로에 후속열차가 진입하는 것을 금지하고 선행열차가 완전히 빠져나간 후에 진입이 가능하다.

##### (2) CBTC 시스템의 안전 확보

후속열차는 선행열차의 위치와 진행 상태에 따라 이동권한(MA, Movement Authority)을 부여받고 운행하며, 이동권한이 고정된 영역단위(고정폐색)가 아닌 가변되는 영역(이동폐색)으로 주어진다. 이러한 이동폐색 열차제어시스템은 선로의 운송능력(선로용량)이 높은 장점이 있다.

#### 5. 무선기반열차제어시스템(KRTCS)의 장점

무선을 기반으로 열차제어를 한다는 점과 고정된 구간의 제어영역 개념이 아닌 선행열차의 위치에 따라 제어영역이 이동하는 이동폐색의 개념은 여러 가지 장점을 가진다.

(1) 열차운행시간을 단축시켜 수송량의 증대를 가져온다.

(2) 기존시스템과 병렬운전이 가능하다.

시스템 개량 시 기존시스템을 운영(영업운전)하면서 동시에 개량이 가능하다. 20년 이상 운영한 도시철도 열차제어시스템의 성능개량사업에 좋은 기회가 될 전망이다.

## ② 선로변 무선장치

지상과 차상사이에 무선 데이터통신네트워크(Radio 데이터 Communication Network) 구성이 되는데 지상에는 고정국 개념의 AP용 안테나가 설치되고 차상에는 이동국 개념의 SA용 안테나가 설치되어 무선교신이 이루어진다.

### 1. 무선전송방식의 종류

전자파는 공중으로 퍼져 나가게 되므로 그 자체는 쉽게 원하지 않는 불특정 다수에게 적정한 안테나를 사용하여 수신될 수 있고, 변조방식을 알고 있으면 그 통신내역을 알아볼 수 있으며, 그 통신에 유해를 가할 수 있게 된다. 이러한 통신보안문제를 해결하기 위하여 대역확산(Spread Spectrum) 통신기술이 있으며, 이 방식에는 주파수도약방식(FHSS)과 직접확산방식(DSSS)이 있다.

(1) FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum): 주파수 도약방식

주파수 확산대역 방식의 일환으로 일정한 범위내의 주파수 대역에서 약속된 순서대로 주파수 채널을 변화시키면서 보안성을 유지하는 전송방식이다.

※ Hopping이란 FHSS전송법에서 주파수를 도약하여 데이터를 전송하고 있을 때의 주파수 범위

(2) DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum): 직접 확산 방식

주파수 확산대역 대역방식의 하나로 디지털 신호에 PN코드라는 빠른 변화율의 신호를 곱하여 전송하므로 수신하는 측에서 PN코드를 모르면 데이터를 수신할 수 없도록 하는 전송방식이다.

(3) FHSS와 DSSS 비교

<표 5-1> FHSS와 DSSS 비교

구 분	FHSS(주파수 도약방식)	DSSS(직접확산방식)
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유동적인 채널구조와 지속적으로 다른 주파수를 이용하므로 전송이 실패할 경우 다른 채널을 이용하므로 DSSS에 비해 안정적인 통신상태 유지</li> <li>· 해외 열차제어시스템에 검증된 방식</li> <li>· 원활한 로밍이 검증</li> <li>· 해킹으로부터 데이터보호</li> <li>· 보안도가 높다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상대적으로 주파수 도약방식에 비해 전송속도가 빠르다(1~11Mbps).</li> <li>· 국내외 신뢰성 있는 제품의 생산업체가 다수이므로 상대적으로 저가의 제품구입이 가능하다.</li> <li>· 전송속도가 높다.</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상대적으로 직접 확산방식에 비해 전송 속도에 제한이 있다 (1~2Mbps)</li> <li>· 제품가격이 고가.</li> <li>· 전송속도가 낮다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현장검증사례가 없다.</li> <li>· 로밍 입증사례가 없다.</li> <li>· 보안도가 낮다.</li> <li>· 고정채널로 간섭이 심할 경우 재전송 실패로 지속적인 통신 불능 상태가 될 확률이 크다.</li> </ul>

2. 선로변 무선장치의 내부구성

선로변 무선장치에는 다음과 같은 구성품으로 이루어진다.

(1) 미디어 컨버터

광케이블에 연결되어 ATS 및 ATP와 데이터교신을 위해 광으로 된 LAN을 전기적인 LAN으로 변환하며 RF무선 모듈과 연결되는 장치이다.

(2) 전원장치

선로변 무선장치 내부에서 사용될 전원을 공급하는 장치로 일반적으로 AC220V 전원을 받아 DC24V로 변환하며 외부로부터 노이즈 등을 차단하는 회로가 들어 있다.

(3) RF모듈

미디어컨버터와 연결되어 데이터를 무선으로 변환하여 송수신한다.

(4) 안테나

RF모듈과 연계되어 전파를 방사하고 받아들인다. 본선에 사용되는 안테나는 일반적으로 지향성안테나를 사용하며, 기지와 같이 넓은 영역을 관장할 때는 무지향성 안테나를 설치한다.

(5) 합체

합체는 실외에 설치되므로 일반적으로 방열구조의 합체를 많이 사용하고 낙뢰 등 노이즈를 잘 차단할 수 있도록 제작되며 피뢰기 및 접지를 설치한다.

3. 선로변 무선장치의 설치

선로변 무선장치의 설치위치는 운행하는 열차와 원활히 교신될 수 있는 범위로 하여야 하며, 선로의 구조(구배, 곡선, 터널교각 등)에 의한 음영지역(교신이 이루어지지 못하는 지역)이 발생되지 않도록 설계 및 설치하여야 한다. 또 인접한 선로변 무선장치와 무선교신 영역이 중첩되어서 하나의 선로변 무선장치가 고장 등의 상황에서도 전 구간에 무선교신의 끊김이 발생되지 않도록 하여야 한다. 이러한 모든 내용은 설계에 반영되어질 것이다.

시공 단계에서는 음영지역 발생여부에 대하여 확인하고 다른 무선장치, 예를 들어 일반 상용 LTE, Wifi 통신 및 기타 무선장치와의 간섭여부를 확인하여야 한다. 경우에 따라 설치 위치의 조정 등이 발생하기도 한다.

## 5-2. 선로변 트랜스폰더 기능

**학습 목표** • 선로변 트랜스폰더를 시공할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 열차위치의 검지

열차제어시스템에서 가장 중요한 것이 열차위치의 검지이다. 기존의 시스템은 궤도회로 또는 루프코일 또는 차축검지(Axle Counter)장치 등과 같은 방법으로 위치를 검지한다. 무선 기반 열차제어시스템은 다소 복잡한 과정을 통하여 열차 스스로 위치를 검지하고 이를 무선장치를 통하여 지상에 송신함으로써 지상에서 열차의 위치를 파악하는 방법이 적용된다.

#### 1. CBTC에서 열차검지를 위한 장치

##### (1) 지상 트랜스폰더

고유의 ID를 가지고 있으며 지상에 25m 간격으로 설치되어 차상 ATP가 계산한 위치 값의 오차를 보정하기 위하여 사용된다.

##### (2) 차상 속도센서(타코미터)

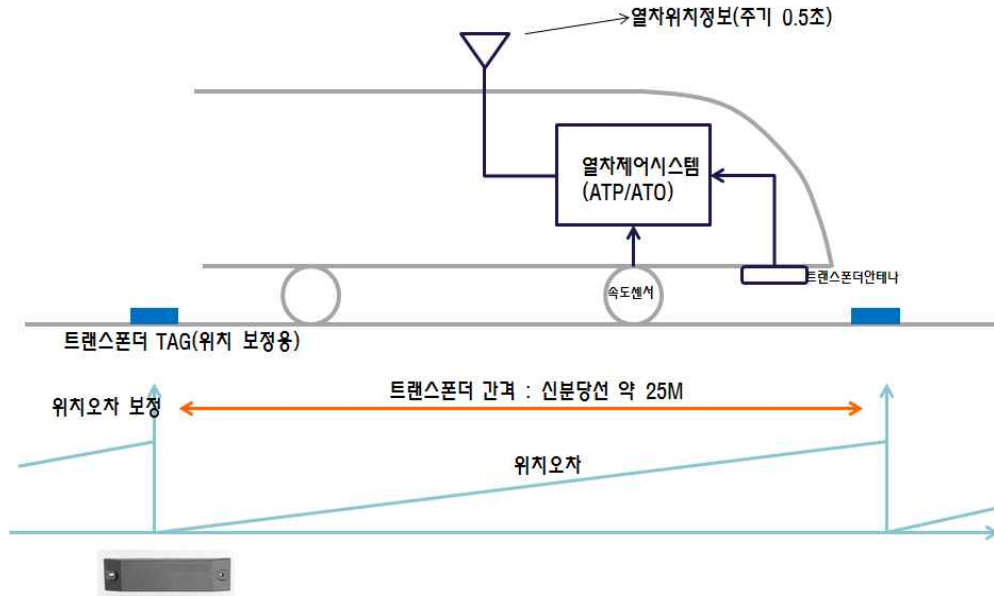
열차의 차축에 설치되어 차륜의 회전에 따라 펄스가 발생한다. 이 센서의 신호를 이용하여 위치와 속도를 계산하는 신호로 활용된다.

##### (3) 차상 트랜스폰더 안테나

고유의 ID를 가지고 있는 트랜스폰더 신호를 검출하여 ATP에 전달한다.

##### (4) 차상 ATP장치

타코미터 신호를 이용하여 이동거리를 계산하고, 트랜스폰더 안테나로부터 수신된 트랜스폰더 신호를 이용하여 오차를 보정한다. 계산된 열차위치는 매 500ms마다 지상의 ATP장치로 전송한다.



출처: KRTC 연구발표자료  
 [그림 5-4] CBTC의 열차위치검지

## ② 트랜스폰더의 설치

### 1. 설계도면 확인하기 및 설치위치에 마킹하기

설계도면을 확인하여 트랜스폰더의 수량을 파악하고 중복된 ID의 존재여부를 확인한다.

설계도면상 설치위치 거리를 측정하면서 설치할 장소에 스프레이로 마킹을 한다.

### 2. 트랜스폰더에 ID입력하기

트랜스폰더의 일련번호와 설치 장소, 그리고 부여 된 ID를 표로 만들어 관리한다.

각 트랜스폰더에 할당된 ID를 입력한다.

### 3. 트랜스폰더 설치를 위한 Base 제작

트랜스폰더가 선로상의 정확한 위치에 설치되어 안정적으로 기능이 발휘될 수 있도록 Base 프레임을 제작하여 트랜스폰더를 취부 한다.

### 4. 트랜스폰더 설치하기

Base에 취부 된 트랜스폰더를 도면에 표기된 위치와 실제로 선로에 마킹된 위치와 동일한 지 확인하며 설치한다.

## 5-3. 통신시스템의 이해

### 학습 목표

- 광네트워크시스템을 시공할 수 있다.
- 양방향 데이터통신시스템을 구현할 수 있다.

### 필요 지식 /

#### ① 철도용 무선 데이터 통신

철도에서 사용되는 무선데이터통신에는 아래와 같은 것들이 있다.

##### 1. TRS 무선

음성과 데이터가 혼합된 무선교신으로 안전과 직접적인 관련이 있는 신호분야에 적용된 사례는 거의 없다. 그러나 음성 무선통신과 소량의 제한적인 데이터통신에는 폭넓게 사용되고 있다.

##### 2. ISM Band의 무선 LAN활용

ISM(Industrial Scientific and Medical equipment) Band란 산업계 및 의료계의 공공목적을 위하여 사용이 허가된 무선주파수대역을 말하는 것으로 13.553~13.567MHz, 26.975~27.283MHz, 40.66~40.70MHz, 433.05~433.79MHz(1지역), 902~928MHz(2지역), 2.4~2.48GHz, 5.725~5.875GHz, 24~24.25GHz, 61~61.5GHz, 122~123GHz, 244~246GHz를 지정하고 있다.

최근까지 우리나라에서는 철도를 위한 무선주파수가 별도로 할당되지 못했다. 따라서 기존에 도입된 CBTC시스템(신분당선, 김해경전철 등)은 ISM Band의 2.4~2.48GHz 및 5.725~5.875GHz 대역이 CBTC로 사용되었다. ISM 대역은 많은 산업용 장비들이 사용하기 때문에 간섭을 억제하기 위하여 상당한 어려움이 따른다.

##### 3. GSM-R(Global system for mobile communications-railways)의 사용

GSM방식의 통신은 유럽 전역에서 사용될 수 있는 이동통신 표준으로 집단 특화 이동통신을 개발하였으며, 적용된 기술은 시분할다중접속(TDMA) 방식이 적용되었다. 이러한 GSM 방식의 통신에서 철도이동통신에 사용되는 GSM 방식의 무선시스템을 GSM-R라 한다.

유럽에서는 GSM-R방식의 무선통신을 이용하여 열차제어시스템이 개발되었는데 대표적인 것이 유럽표준열차제어시스템(ERTMS/ETCS)의 Level 2에서 적용되었다. 국내에서는 적용된 사례가 없다.

## ② LTE-R의 추진

차세대 철도전용 통합무선망으로 LTE-R 연구개발이 국내외에서 활발하게 진행 중이다. 스페인은 LTE-R 적용에 관한 연구 및 시험이 진행 중이며, 미국 캘리포니아 고속철도에서는 ETCS Level 2용으로 700MHz 대 주파수 확보를 추진 중에 있으며, 그 외 여러 나라에서 추진 중에 있다(한국형무선기반열차제어시스템 개발연구 발표자료 중에서).

### 1. 적용성

LTE기반 철도통신시스템 기능 요구사항 사양은 철도운영기관 간의 상호운용성 및 제조 규모의 경제를 용이하게 하기 위해 철도통신시스템이 반드시 준수해야하는 요구사항을 정의한다. 따라서 이 사양은 핵심 철도기능이 제공된다는 것을 보장하기 위해 기능요구사항을 정의한다.

#### (1) 필수 기능(Mandatory)

철도통신시스템에서 기본적으로 꼭 개발되어야 할 기능

#### (2) 선택 기능(Optional)

철도통신시스템에서 선택적으로 개발되어야 할 기능

### 2. 철도 LTE-R 서비스모델

LTE기반 철도통신시스템은 철도서비스와 이를 위한 통신망 서비스를 제공한다. 철도서비스로는 열차/신호제어서비스, 비상연락서비스, 화재감시/영상감시서비스 등을 제공하고, 통신망서비스에는 음성송수신, 데이터송수신, 영상송수신기능과 함께 철도특화 기능을 제공한다. 또 LTE기반 철도통신시스템에서 사용되는 디지털 무선장치는 차량 이동국장치, 휴대용 무선장치, 관제사 장치, M2M 무선장치로 분류된다.

## 5-4. 열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한

**학습 목표** • 열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한 연속설정 기능을 검증할 수 있다.

### 필요 지식 /

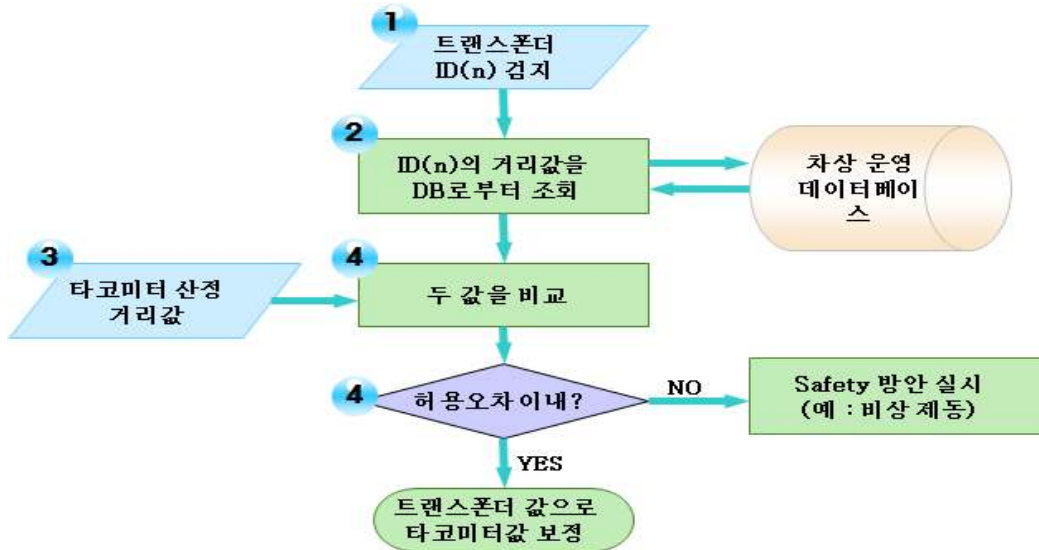
#### ① ATP장치의 기능

ATP장치의 기능은 열차위치의 검지, 열차정지위치(열차이동권한)를 전송하고 열차 운행에 대한 감시와 제어 등 열차의 안전과 관련된 Vital 기능을 수행하는 역할을 담당하며, 아래와 같은 상세기능이 있다.

##### 1. CBTC시스템의 자동열차방호(ATP) 기능

###### (1) 열차 위치, 속도, 방향 검지

열차의 위치는 기본적으로 타코미터로 부터 수신하는 거리값으로 결정하며, 일정 간격으로 설치되는 트랜스폰더에 의하여 위치 값에 대한 보정을 수행한다.



출처: KRTCS 연구발표자료

[그림 5-5] CBTC의 열차위치 오차보정

###### (2) 열차 안전거리 확보

열차는 기존의 궤도회로에 의존하지 않고 지상과 차상 간 양방향 통신에 기초하여 열차위치를 인식하는 방식으로 열차 간 안전거리를 확보하여 열차정지위치(열차이동권한)를 열차에 전송한다.

(3) 안전제동 및 과속보호

ATP 장치는 최대 허용속도와 비교하여 열차의 실제속도를 주기적으로 감시한다. 측정된 열차 속도가 사전에 지정한 값에 따른 최대 허용속도를 초과할 경우 ATP 장치에서 비상제동을 작동한다.

(4) 역 주행 방지

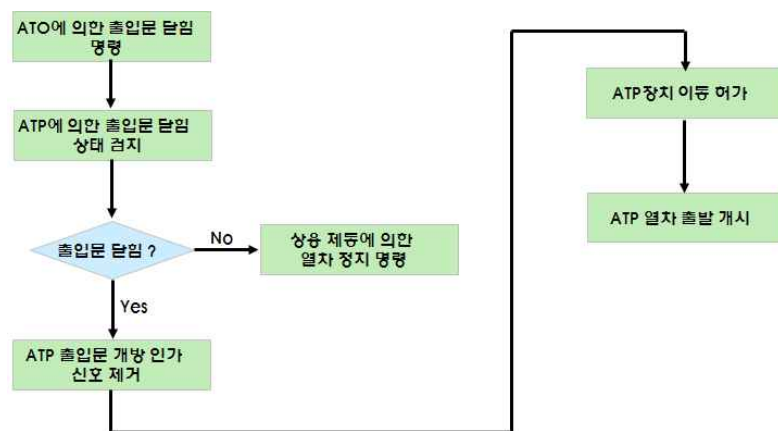
ATP 장치는 열차 진행방향의 역방향으로 50cm 이상 주행한 것이 감지되면 비상제동이 작동한다.

(5) 제로 속도 감지

ATP 장치는 속도 측정값이 0.125m/sec 이하이고, 견인장치에 Disable 명령이 내려지며, 상용제동이 체결될 경우 제로속도로 인지한다.

(6) 열차 출입문 개방 및 출발 연동

ATP 장치는 출입문 개방 및 열차의 출발 연동에 대한 안전 감시기능을 수행한다. [그림 5-6]은 출입문 제어와 열차운행의 상호연계에 관한 논리흐름을 표현한 것이다.



[그림 5-6] ATP장치의 출입문관련 기능

(7) 비상제동 및 진로연동

열차는 ATP가 부여한 제한 조건을 준수하지 않는 경우, ATP 장치는 안전제동을 위한 거리 내에서 열차에 비상제동을 체결하도록 한다.

진로와 선로전환기에 대한 연동은 열차의 충돌과 탈선을 방지하기 위하여 제공되는 기능으로, CBTC 시스템의 바이털 기능이다.

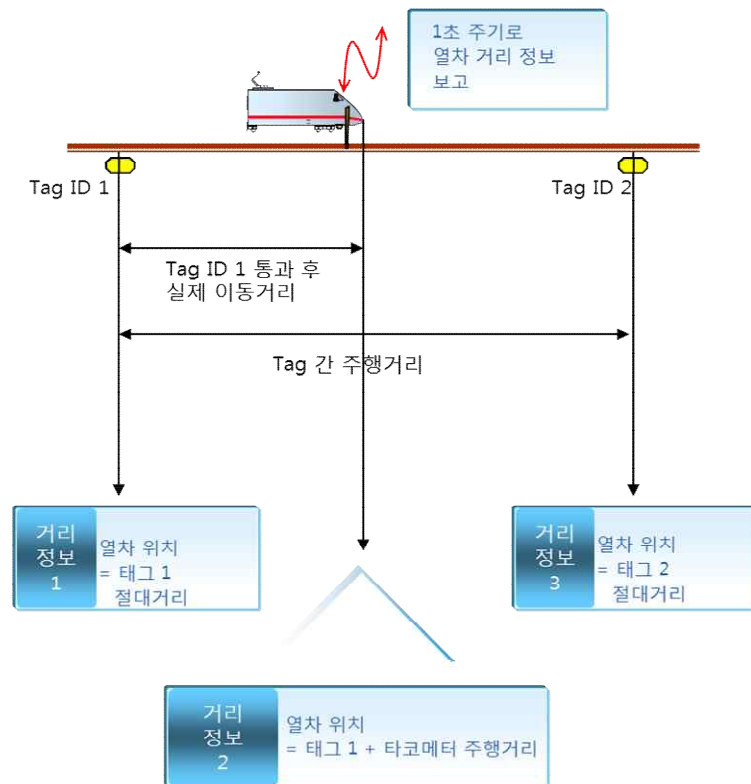
(8) 작업구간 보호 및 제한된 진로 보호

궤도/선로 유지·보수와 같은 작업을 위하여 ATS 장치에서 선로의 일정 구간에 대하여 작업구간 보호 구역 및 제한된 진로 방호 설정 기능이 있으며, 설정된 정보가 ATP 장치로 전달되면 ATP 장치는 트랙 및 선로전환기 폐쇄를 이용하여 제로 속도 구역을 지정한다.

ATP 장치는 폐쇄된 구간진로 상태를 ATS 장치에 보고하고, ATS 장치에서 보낸 개방 요구를 ATP 장치에서 수신하면 폐쇄된 구간을 해제한다.

## ② 열차의 실시간 검지

CBTC 시스템에서의 실시간 열차 위치 검지는 선로변에 설치되는 트랜스폰더 태그와 차량에 탑재되는 타코미터에 의해 실시간으로 계산된다. 차량은 이동하면서 절대 거리인 트랜스폰더 태그를 통해 절대 위치를 인지하고, 트랜스폰더 간 이동거리는 차량의 타코미터를 통해 이동하는 거리를 인지하여 지상으로 열차의 위치정보를 전송한다.

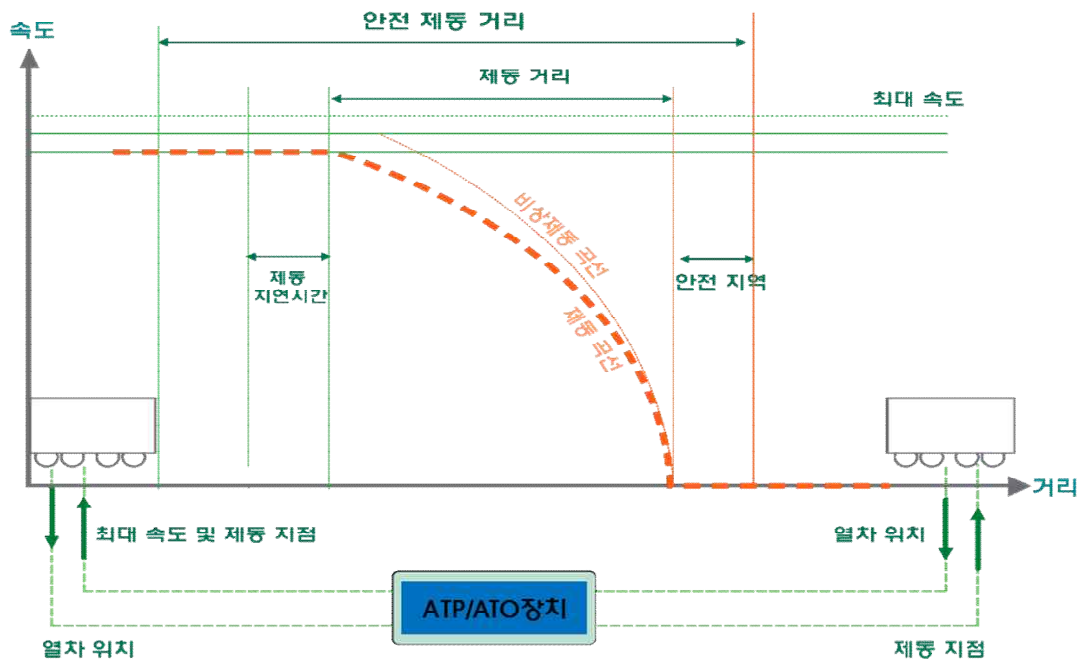


[그림 5-7] 실시간 열차위치검지

열차의 실시간 위치보고는 열차장에 상관없이 열차의 중앙 지점을 기준으로 실시한다. 열차 전두부 차상제어장치가 활성화되어있을 경우에는 마이너스 팩터를 적용하고, 열차 후두부 차상제어장치가 활성화되었을 경우에는 플러스 팩터를 적용하여 전/후두부 차상제어 장치 활성화 여부와 무관하게 동일한 위치 보고를 전송한다.

### ③ 열차이동권한

CBTC 시스템에서의 열차 이동권한은 실시간으로 보고되는 전방 열차의 위치를 파악하여 지상 제어장치에서 모든 열차의 이동권한을 생성한다. 열차의 이동권한은 차량의 동특성 데이터 및 선로변 지형정보 조건을 고려하여 생성되며, 열차별 이동권한은 실시간으로 차상제어장치로 무선통신장치를 통해 전송된다.



[그림 5-8] 열차이동권한

열차의 이동권한은 최대 안전거리(Safety Margin)를 고려하여 생성되며, 열차는 수신된 이동권한 데이터를 기반으로 실시간으로 열차의 제동 프로파일을 생성하여 운행하게 된다.

## 수행 내용 / 열차무선제어시스템(CBTC/KRTCS) 시공하기

### 재료·자료

- 한국철도시설공단 철도설계지침 및 편람(신호제어편)
- 시스템제작사 매뉴얼
- 설계서 및 시방서

### 기기(장비·공구)

- 트랜스폰더 ID 입력용 툴
- 케이블 설치공구
- 줄자, 위치표시용 스프레이

### 안전·유의 사항

- 현장에서 작업 시 작업에 참여하는 모든 인원은 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다.

### 수행 순서

#### ① 선로변 무선장치 설치하기

##### 1. AP함체의 설치위치 파악하기

- (1) 설계도와 시방서에 상충되는 부분이 있는지 검토하기
- (2) 설계도에 표기된 위치에 마킹하기
- (3) 현장설치위치가 특이사항에 해당되는지 살펴보기

##### 2. AP함체 설치하기

- AP함체의 설치높이는 레일면 레벨에서 1,000[mm] 높이 벽을 기준으로 한다.
- AP함체는 세트앵커(M12 × 75)를 사용하여 견고하게 고정한다.
- AP함체와 내벽과의 진동흡수를 위하여 방진고무판을 설치한다.
- AP함체는 방수형 구조로서 현장 케이블 작업등으로 방수가 저감되지 않도록 필요한 조치를 취한다.

- 접지단자에는 F-GV 16 mm<sup>2</sup> 를 압착단자에 취부 접속하고 각 접지선은 접지단자함까지 인출하여 견고하게 접속한다.

### 3. 안테나 취부대 설치하기

- 안테나 취부대는 설계도면에 명시된 위치에 설치한다.
- CBTC 안테나 취부대의 설치 높이는 레일면 레벨에서 3,470mm 높이 벽을 기준으로 한다.
- 안테나 취부대는 셋트앵커(M12 × 75)을 사용하여 견고하게 고정한다.
- 안테나 취부대는 내벽과의 진동흡수를 위하여 방진고무판을 설치한다.

## ② 트랜스폰더 설치하기

### 1. 트랜스폰더 설치위치 파악하기

- (1) 설계도와 시방서에 상충되는 부분이 있는지 검토하기
- (2) 설계도에 표기된 위치에 마킹하기
- (3) 현장설치위치가 특이사항에 해당되는지 살펴보기

### 2. 트랜스폰더 설치하기

- 선로전환기 구역에서 트랜스폰더 간 간격은 적어도 1.8m 이격시킨다.
- 트랜스폰더와 인접한 정위치정차 근접판까지의 거리는 최소 3.65m 이상으로 한다.
- 트랜스폰더와 인접 트랜스폰더간 거리는 25m로 한다.
- 트랜스폰더가 설치될 위치에 브래킷을 설치하고 앵커 홀을 취부 한다.
- 마킹된 부분에 앵커 천공 및 앵커 볼트를 설치한다.
- 다시 브래킷을 위치시키고 앵커 볼트로 브래킷을 고정한다.
- 브래킷 상부에 트랜스폰더를 볼트, 너트를 통해 체결한다.

## ③ CBTC시스템 시험하기

CBTC 시스템에서의 시험/시운전은 개별시험, 연동검사, ATC/ATO 기능시험, ATC 제동시험, ATO 무인운전시험, 정위치 정차 시험, 안내정보 시험, ATS 제어시험, ATC 운전시험, 열차 제동시험, 운전시격 시험, 시험운전, 영업운전 등으로 한다.

### 1. 열차이동권한 부여 검사

- 열차이동권한부여검사는 현장 및 신호기계실 설치완료, 개별기기 시험 및 조정을 완료하여 시스템공급자 및 시공자가 열차이동권한부여검사를 시행하여 열차운행을 개시하여도 안전상 아무런 지장이 없다고 판단될 때에 시공자 및 시스템 공급자, 감독자 협의 후 시행여부를 결정한다.

- 열차이동권한부여검사는 원칙적으로 분기구역을 포함한 선로상에서 승무원에 의한 수동 운전상 안전하게 지역제어장치가 분기부 운영을 허락할 수 있음을 검사하는 것이며, 실내-현장간 모든 센서의 정확성, 표시의 정확성, 제어의 정확성을 검사하고, 지역제어장치 자체의 제어 및 표시오류 여부와 안전상 설정된 규정논리에 적합한지 여부를 검사한다.
- 열차이동권한부여검사는 시험 시행 전 계획된 서식에 의한 기능, 상태, 현장을 체크하며, 그 결과는 기록·유지되어야 한다.

## 2. 사령장치 시험

- 사령장치 시험에서는 ATS 장비가 정확히 설치되었는지를 확인하며, 신호설비 공급사 장비와 중앙 제어실 내에 설치된 기타 장비 및 궤도측 제어 장비들 사이에 인터페이스가 정확히 이루어지는 가를 확인한다.

## 3. 차상장치 시험

- 차상 시험은 차상 장비가 정확히 설치되어 차상에서 차량을 정확히 작동시키는지 여부를 확인한다.
- 또 이 시험은 신호설비 공급사 장비와 열차 내에 설치된 각종 장비 간 인터페이스도 확인한다. 진단 소프트웨어를 차상장치 설치후 시험에 사용하여 명령의 무결성 여부와 신호설비 공급사 장비 및 인통선 인터페이스 사이의 입력 상태도 확인한다.
- 차상장치 시험은 차상 설비 장비의 정확한 설치여부 및 열차 내 다른 장비와의 접속 여부를 확인하는 정적시험과 이동 중인 차량에 대한 차상 제어장치의 장비 운용상태를 확인하는 동적시험으로 실시된다.

## 4. 지상장치 시험

- 지상장치 시험은 새로운 지상장치가 정확히 설치되었으며, 신호설비 공급사 장비와 기타 지상 및 궤도측에 설치된 장비 간 인터페이스가 정확한지를 확인한다.
- 현장에 설치된 모든 통신회선과 필수 제어/ 상태 회선의 연속성도 확인한다.
- 장비가 정확히 설치되어 차상에서 차량을 정확히 작동시키는지 여부를 확인한다.
- 무선 시스템의 정확한 설치 여부도 확인하며, 필수 제어/상태 회선에 대해 컨덕터 고립, 컨덕터와 접지 간 고립 등도 시험한다. 현장 설치된 배선 수 확인도 실시한다.

## 5. 데이터통신장치 시험

- 데이터 통신 시험은 지상에서 차상으로 연결되는 데이터 네트워크의 품질을 확인한다.
- 이 시험은 설치 시험 이후에 실시하며, ATC 시스템 현장 통합 시험과 ATC 시스템 시험 및 시운전이 시작되기 전에 완료되어야 한다.
- 무선 시스템 레이아웃 설계를 목적으로 초기 현장시험을 실시한다. 시험에는 기존 무선 환경 분석과 가이드웨이 경로 분석, 장애물 파악 등을 통해 적절한 보호 범위를 제공하고, 최적의 안테나 위치 지정을 위한 시험이 포함된다. 이 조사 결과는 신호설비 공급사에서 검토하여야 한다.

## 6. 종합 시험

- 시스템 기능시험 항목은 ATC 시스템 현장 통합시험과 ATC 시스템 시험 및 시운전으로 구성된다.
- ATC 시스템 현장 통합 시험은 시험 및 시운전에 앞서 실시하며, 장애를 진단하고 통합 시스템이나 그 부품들에 대한 기본 기능 (열차 추적, 선로전환기 감시, 선로전환기 운용, 서브시스템 간 데이터 통신 등)을 확인하여 시험 및 시운전 절차로 자연스럽게 전환할 수 있게 도와준다.
- 차량 가이드웨이 연결 통합 시험은 시스템 현장 통합 시험의 일환으로, 물리적인 가이드웨이 위치 요소와 ATS 서브시스템 내에 구현된 데이터베이스의 데이터 간 불일치 사항을 조기에 식별해 내는데 목적이 있다.
- ATC 시스템 시험 및 시운전은 다음과 같은 시험을 진행한다.
  - ATC 시스템이 현장에 정확히 구현되었는지 여부 확인
  - 통합된 시스템의 안전 시험 요건 확인
  - 시뮬레이션 환경을 통해 충분한 시험이 불가능한 ATC 시스템 요구 규격 확인
  - 최종 통합 시스템 내에서 다양한 시스템 운용 시나리오 데모
- ATC 시스템 시험 및 시운전 항목은 다음과 같다.
  - ATP 감시 시험 일체
  - ATO와 ATS 시스템 일체
  - 시스템 운용 시험
- 신호 시스템 통합 단계에서 수행되는 시험 및 시운전은 다음과 같이 구성된다.
  - 통신 시스템 효율 성능 시험
  - 차량 가이드웨이 연결 시험 및 시운전 시스템 모든 차량 시험
  - 모든 열차에 대한 차량 서브시스템 시험 및 시운전
  - 모든 지상 서브시스템 플랫폼에 대한 지상 서브시스템 시험 및 시운전
  - 모든 기능을 구현한 상태에서의 ATS에 대한 시험 및 시운전

## 수행 tip

- 이동국, 고정국 등 무선통신기반의 용어를 사전에 학습하고 수행하는 것이 도움이 될 것이다.
- CBTC시스템은 지상과 차상이 무선통신에 의한 인터페이스를 한다는 점이 특이하나, 열차제어시스템에서 존재하는 ATP(Automatic Train Protection) 기능, ATO(Automatic Train Operation)기능 그리고 ATS(Automatic Train Supervision)기능이 모두 존재한다.
- 열차의 위치를 검지하는 방법이 지상이 아닌 차상장치가 타코미터와 지상의 마커를 확인하면서 이루어지며 차상에서 검지한 열차위치가 지상으로 전달된다는 것을 이해할 필요가 있다.
- 지상설비는 운행하는 모든 차량의 관계와 지상설비의 안전 확보에 따라 차상시스템에 이동권한을 지속적으로 제공함으로써 안전한 열차운행이 가능하도록 한다.

## 학습 5 교수·학습 방법

### 교수 방법

- CBTC 시스템의 기본 이론에 대하여 설명한다.
- CBTC 시스템에서 열차위치 추적 이론에 대하여 설명한다.
- CBTC 시스템에서 이동권한에 대하여 설명한다.
- 선로변무선통신장치 설치 및 시공에 대하여 설명한다.
- 트랜스폰더 설치 및 시공에 대하여 설명한다.
- CBTC 시스템의 시험 및 시운전에 대하여 설명한다.

### 학습 방법

- CBTC 시스템의 기본 이론에 대하여 학습한다.
- CBTC 시스템에서 열차위치 추적 이론에 대하여 학습한다.
- CBTC 시스템에서 이동권한에 대하여 학습한다.
- 선로변무선통신장치 설치 및 시공에 대하여 학습한다.
- 트랜스폰더 설치 및 시공에 대하여 학습한다.
- CBTC 시스템의 시험 및 시운전에 대하여 학습한다.

## 학습 5 평가

### 평가 준거

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

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한	- CBTC 시스템에서 열차검지 방법에 대하여 설명할 수 있다			
	- CBTC 시스템에서 이동권한 설정에 대하여 설명할 수 있다			
통신시스템의 이해	- CBTC 시스템에서 무선통신 방식에 대하여 설명할 수 있다.			
선로변 무선장치	- 선로변 무선통신장치를 설치할 수 있다.			
선로변 트랜스폰더	- 트랜스폰더를 설치할 수 있다.			
선로변 무선장치 (수행하기)	- CBTC 시스템에 대한 시험 및 시운전을 설명할 수 있다			
	- CBTC 시스템에서 종합 시운전 항목에 대하여 설명할 수 있다.			

### 평가 방법

- 구술 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
열차위치 실시간 검지 및 열차이동권한	- CBTC 시스템에서 열차검지 방법에 대하여 설명할 수 있다			
	- CBTC 시스템에서 이동권한 설정에 대하여 설명할 수 있다			
통신시스템의 이해	- CBTC 시스템에서 무선통신 방식에 대하여 설명할 수 있다.			
선로변 무선장치 (수행하기)	- CBTC 시스템에 대한 시험 및 시운전을 설명할 수 있다			
	- CBTC 시스템에서 종합 시운전 항목에 대하여 설명할 수 있다.			

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
선로변 무선장치	- 선로변 무선통신장치를 설치할 수 있다.			
선로변 트랜스폰더	- 트랜스폰더를 설치할 수 있다.			

## 피드백

1. 구술 평가
  - 구술평가에서 어려움을 겪는 학생은 이해 위주로 다시 한 번 동작과정 등에 대하여 학습을 한다.
2. 작업장 평가
  - 작업장 평가를 원만히 진행하지 못한 경우는 설치방법에 대한 문서를 숙지하고 한 번 더 작업장 실습을 진행하도록 한다.



- 대아티아이. 부산4호선(반송선)신호시스템설명서.
- 박재영 · 홍원식 · 정병록(2009). 『철도신호공학』. 동일출판사.
- 한국철도시설공단(2012). 철도설계 지침 및 편람[신호제어편].
- 한국철도시설공단. <http://www.kr.or.kr>. 공개자료실.
- 한국철도시설공단(2012). 호남고속철도 오송~공주 간 신호설비 신설공사 공사시방서.
- KRS(Korean Railway Standards). 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 규격(안).
- KRS(Korean Railway Standards). 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 규격(안) 검토서.



## ① 약어 및 용어

Ass	서비스가능상태	Availability of service state
ATO	열차자동운행	Automatic Train Operation
ATP	열차자동방호	Automatic Train Protection
ATS	열차자동감시	Automatic Train Supervision
CBTC	통신기반열차제어	Communications Based Train Control
CCC	중앙관제실	Central Control Center
CENELEC	유럽 전기 표준화 위원회	Committee European de Normalisation Electrotechnique
CRC	순환중복검사	cyclic redundancy check
EI	전자연동장치	Electronic Interlocking
EOA	권한 종료	End of Authority
EOM	열차제어장치임무 종료	End of Mission
GOA	자동화 등급	Grade of Automation
IP	인터넷통신규약	Internet Protocol
LAN	근거리통신망	Local Area Network
LOA	권한 한계	Limit of Authority
LRTG	마지막으로 검지한 태그그룹	Last Reported Tag Group
LSB	최하위비트	Least Significant Bit
LTE-R	공공안전재난망주파수를사용하는철도전용무선통신망	Long Term Evolution-Railway
MA	이동권한	Movement Authority
MMI	운전대열차정보현시장치	Man Machine Interface
MRSP	열차길이를고려한열차제한속도프로파일	Most Restrictive Speed Profile
MSB	최상위비트	Most Significant Bit

MTBF	평균 무고장 시간	Mean Time between Failures
MTBSF	평균 운행장애 시간	Mean Time between Service Failures
MKBSF	평균 운행장애 킬로미터	Mean Kilometer between Service Failures
MTTR	평균 수리 시간	Mean Time to Repair
MTBHE	평균 무위험사건 시간	Mean Time between Hazard Events
OATO	열차내에설치된자동열차운전장치	Onboard Automatic Train Operation
OATP	열차내에설치된자동열차보호장치	Onboard Automatic Train Protection
PSD	승강장 스크린 도어	Platform Screen Doors
SIL4	안전 · 신뢰성 인증 Level 4	Safety Integrity Level 4
SOM	열차제어장치의임무 시작	Start of Mission
TCS	열차 제어 시스템	Train Control System
UDP	사용자데이터그램통신규약	User 데이터gram Protocol
WATP	지상에설치된자동열차보호장치	Wayside Automatic Train Protection
WCDMA	광대역 부호분할 다중접속	Wideband Code Division Multiple Access

---

## NCS 학습모듈 개발진

---

### (대표 집필자)

김봉수(대림코퍼레이션)

### (집필진)

유근수(㈜한터기술)

엄기태(대아티아이㈜)

박경규(서울메트로)

이건수(신우이엔지㈜)

최종관(한국철도시설공단)

### (검토진)

김기화(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)