



전기철도 전력 / 통신 / 제어설비의 이해

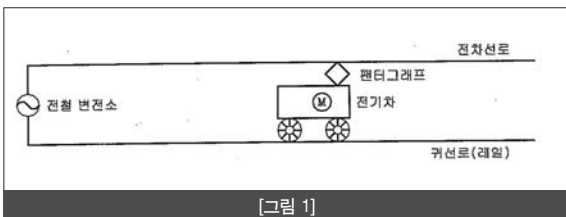
글 | 남태수 | 전기부 과장
 전화 3433-7435 E-mail : taesunam@hanmail.net
 글 | 정대민 | 전기부 사원
 전화 3433-7424 E-mail : jdm1209@ssyenc.com

1. 서론

철도(鐵道, Railway, Railroad)의 정의를 살펴보면 「철도란 궤도를 부설하고 그 위에 차량을 운전하여 여객과 화물을 운송하는 설비를 말한다(철도법 제2조)」 혹은 「레일 또는 일정한 안내 레일(Guideway)에 유도되어 여객, 화물 수송용의 차량을 운전하는 제반 설비를 말한다」라고 되어 있다.

즉, 철도는 일정한 교통 공간을 점유한 특정한 주행로 위를 전용의 차량이 유도되어 주행하는 육상 교통수단의 일종이며 철도를 동력 방식에 의하여 분류하면 증기철도(Steam Railway), 전기철도(Electric Railway), 내연기관 철도(Internal Combustion Railway)로 분류된다. 여기서 전기철도는 전기를 주동력으로 하여 열차가 운행되는 철도를 일컫는다.

전기철도란 전기를 동력원으로 하여 차량을 운전하는 철도를 말한다. 전기철도는 [그림 1]과 같이 전기차에 적당한 전력으로 변성하여 분배해 주는 전철 변전소와 전력을 전기차까지 공급하는 전차선로 및 전기차에 동력을 전달한 후 전철 변전소에 되돌려 보내는 귀선로로 구성되어 있다.



[그림 1]

철도의 전기운전 방식이란 선로상에 거의 같은 높이로 전차선을 가선하여 전동차 또는 전기 기관차의 팬터그래프(Pantograph)라고 하는 집전장치가 항상 전차선에 기계적으로 접촉되어 전기차 모터에 전기를 전해주는 동력전달방식이 일반적으로 사용되고 있다. 즉, 전기차의 부하설비가 되며 귀선으로 사용하고 있다. 위 기본 원리를 바탕으로 고속철도 운용에 필요한 전력설비, 통신설비, 신호제어설비에 대해 알아보자.

2. 본론

2-1. 고속철도 전력설비

1) 송전선로설비

(1) 목적 : 경부고속철도의 운전에 소요될 대용량의 전력을 공급하기 위한 전용선로 설비로서 한전변전소로부터 고속철도전철변전소까지의 전선로를 지칭하며 154,000V의 전용 2회선을 가공 또는 지중으로 건설

(2) 선로 구성

- ① 가공송전선로 : 강심 알루미늄연선, 철탑, 현수애자
- ② 지중송전선로 : CV케이블, 관로

2) 변전설비

(1) 목적 : 한전변전소로부터 받은 전기를 경부고속철도 서울~부산 구간의 전철변전소에서 고속철도차량에 필요한 전기로 바꾸어 전차선로를 이용하여 공급을 하며 배전설비 및 선로를 이용하여 터널조명 및 신호설비, 기지, 역 등에 필요한 전력을 공급

(2) 급전방식 구성

① AT급전방식

- 단권변압기 : 권수비가 1 : 1인 AT사용, 단권변압기 설치간격은 평균 10Km

② 설비개요

- 변전소(S/S, SubStation) : 170KV GIS, 주변압기, 72.5KV GIS, AT, 수전/급전측 배전반 등

- 급전구분소(SP, Section Post) : 72.5KV GIS, AT, 제어반 및 배전반 등

- 병렬급전소(PP, Paralled Post)

3) 전차선로설비

(1) 목적 : 경부고속철도 서울~부산 간의 고속철도 노선에 전주를 건식하여 고속열차의 펜타그래프에서 전기를 집전할 수 있도록 전차선을 가선하여 고속열차의 주행을 위한 전기를 공급

(2) 시스템 구성

- ① 전차선 : 홈파진(Grooved) 경동 150mm
- ② 경간 및 편위 : 최대경간 63m, 편위 0.2m
- ③ 전차선 높이 : 지지점에서 5.08m ± 1cm
- ④ 흐름방지장치, 드롭퍼, 균압선 및 자동장력조정장치



[그림 2]



[그림 3]

4) 원격제어설비

(SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition)

(1) 목적 : 경부고속철도 서울~부산 간의 고속철도차량 및 부대설비에 전력을 공급하는 설비를 원격지에서 감시제어하고, 이들 설비에 대한 자료를 수집, 분석, 관리하기 위한 System으로서 고속철도 전력 운전용 장치

(2) 시스템 구성 : SCADA System은 첨단 컴퓨터 시스템으로써, 고도의 신뢰성, 안전성, 신속성이 요구됨

- ① System의 이중화
- ② 자기고장 진단기능
- ③ 전력계통의 자동 절체 기능
- ④ System의 표준화(광범위한 호환성)
- ⑤ 통신회선의 이중화



[그림 4]

5) 배전선로설비

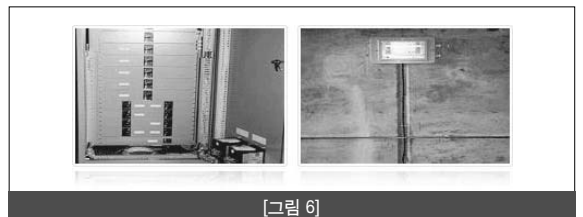
(1) 목적 : 경부고속철도 서울~부산 간의 고속철도용 변전소로부터 전기를 공급 받아 열차운행과 관련된 신호설비, 통신설비 및 터널설비 등에 필요한 전압으로 바꾸어 공급하는 설비

(2) 시스템 구성

- ① 수전용 변압기 : 154KV/22KV(3권선) 3상 3000/4000KVA(본 공사 제외)
- ② 급전전기 방식 : 3상 3선 22KV-△-Y
- ③ 배전방식 : 22KV CV CABLE 60mm/1C × 3가닥
- ④ 선로 포설방법 : 노반양측에 부설되는 케이블 트라후 내 수용
- ⑤ 급전방안 : 정상시 급전구분소까지 전원공급을 하고 비상시 연장급전
- ⑥ 전력공급의 신뢰도를 높이기 위하여 병행 2회선 방식으로 구성



[그림 5]



[그림 6]

2-2. 철도 통신설비

1) 통신선로설비

(1) 케이블 트라후

① 고속철도 선로연변에 설치하여 전력, 제어 및 통신용 케이블을 수용하는 설비



- ② 토공용인 CT-G형, 교량용인 CT-B형, 터널용인 CT-T형 3종
- ③ 선로양쪽 포설 총 624km
- (2) 통신 케이블
 - ① 광케이블 : 624 km × 2조
 - ② 동케이블 : 312 km × 1조



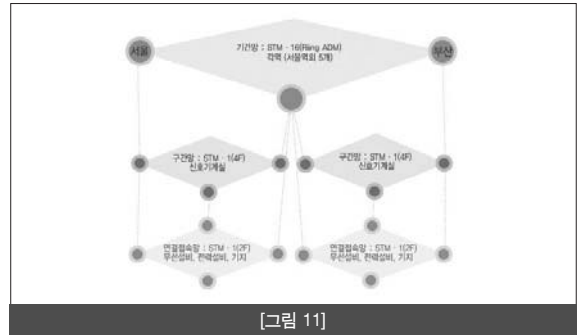
2) 역무용 통신설비

〈표 1〉 역무용 통신설비

설비구분	특징
여객안내 설비	<ul style="list-style-type: none"> • KTX 출발도착 안내 • 열차 행선 안내 • 개집표 열차 안내
사령전화설비	<ul style="list-style-type: none"> • 종합사령실과 지역사령실 간, 각 분야별 현장 간 업무지령 직통전화 • 일제 호출, 그룹 호출, 개별 호출
교환 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 음성, 데이터, FAX 통신 제공 • DID, DOD • 전화번호 자동안내
CCTV 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 승강장 여객 안전감시 • 무인 변전설비 감시
여행정보 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 여행, 관광에 필요한 열차관광 안내정보 설비 • 무인 변전설비 감시 • 여객유치 효율 극대화를 위한 설비
전기시계 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 고속철도 종합사령실, 운영사무소, 대합실, 기타 역사 주변 시설에 통일된 표준시각 제공

3) 전송망 설비

- (1) 개요 : 고속철도 열차운행 및 유지보수를 위해 필요한 음성, 데이터, 영상 등 각종 정보를 역, 기지 및 각종 기계실 간에 상호 전송하기 위한 디지털 광통신망 시스템
- (2) 특징
 - ① 고속철도 노선을 따라 선로변 양측에 공동 관로를 설치하고 그 관로 안에 전력, 제어, 통신케이블을 포설(308km)
 - ② 전송망설비용 광케이블을 공동 관로 내에 포설(370km)



[그림 11]

4) 열차무선설비

〈표 2〉 열차무선설비

구분	기능	주요장치
중앙제어센터	<ul style="list-style-type: none"> 1. 중계기지국 제어 및 통제 2. 무전기 위치 등록 및 통화연결 3. 시스템 동작상태 감시 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 지역제어기 2. 무선교환기 3. 전파세력비교기 4. 원격감시제어기 5. 운용탁 위치 : 남서울역사
중계기지국	<ul style="list-style-type: none"> 1. 고속철도 전 구간을 무선통화가능 지역으로 확보하여 통화로 제공 2. 무전기에서 수신된 신호 중앙 제어장치로 전송 3. 중앙제어장치로부터 수신된 신호를 무선기로 전달 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 무전기 : 6대 2. 안테나 및 철타 : 1식 설치개소 : 36개소
터널설비	<ul style="list-style-type: none"> 난청지역인 터널 내의 무선통신 1. 터널 벽면 5m 높이에 방사 케이블 설치 2. 일정한 전파 세기를 확보하기 위하여 500m 간격으로 양방향 증폭기 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 1. 방사케이블 2. 양방향 증폭기
무선 송수신기	<ul style="list-style-type: none"> KTX용 무선송수신기 1. 고속열차의 운전실에 설치하여 종합사령실 및 역간 음성통신 2. 차량에 설치된 컴퓨터에 보내는 고장 정보를 사령실 등 필요 개소에 전달용 무선송수신기 - 역 및 보수 센터 등에 설치되어 열차 및 유지 보수자의 무선통화에 사용 휴대용 무선 송수신기 - 유지보수용 차량에 장착되거나 유지 보수자가 휴대하는 무선기로 보수 센터와 유선 보수 간의 무선통화에 사용 	

5) 역무 자동화 설비

(1) 고속철도 및 일반철도 구간

- ① 고속철도 이용 시 사용하는 승차권의 생산 및 개·집표 업무를 자동으로 처리하는 설비
- ② 승차권을 생산하는 창구형 단말기와 여객이 직접 승차권을 구입하는 자동발매기 및 승차권을 자동으로 개·집표하는 자동개집표기를 고속철도 정차역(17역)에 설치되었으며, 일반철도구간에는 창구용 단말기만 설치 운용



[그림 12]

(2) 일반철도용(수도권 전철 구간)

- ① 수도권전철 이용 시 사용하는 전철승차권의 생산 및 개·집표를 자동 처리하는 설비
- ② 후불(신용)교통카드(7개)의 개집표 및 선불(직불)교통카드(1개)의 운임 충전, 개·집표 자동 처리
- ③ 수도권 전철역에 설치 운영(109역)



[그림 13]

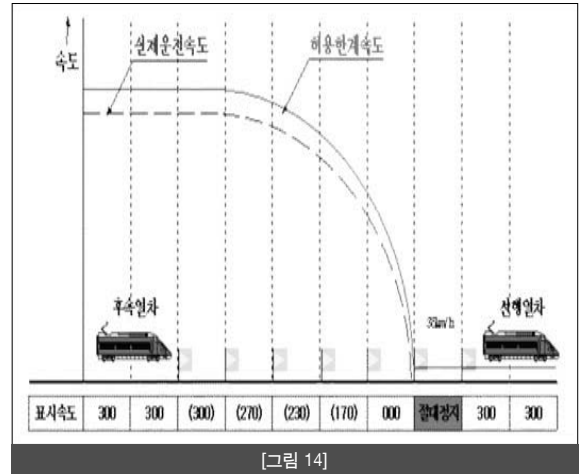
2-3. 신호제어 설비

1) 자동열차제어장치(ATC : Automatic Train Control)

(1) 특징

- ① 신호기 육안 식별이 불가능하여 고속철도에 차상신호방식(Cab Signalling) 채택
- ② 약 1.5km 간격으로 나누어진 궤도회로를 이용해 열차 위치를 검지
- ③ 허용속도 등 각종 정보를 지상제어장치로부터 레일을 통해 차량으로 전달

- ④ 현재 운행구간의 허용 - 속도를 운전석에 표시, 허용속도 이상으로 열차가 운행될 경우 열차속도를 자동으로 감속해 주는 장치
- ⑤ 10 ~ 15km 간격으로 신호기계실을 두어 선로변 장비들을 기계실에서 제어



[그림 14]

2) 열차집중제어장치(CTC : Centralized Traffic Control)

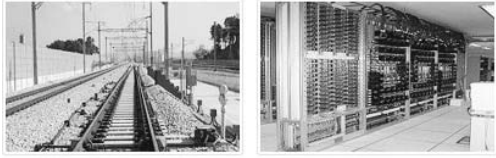
(1) 특징

- ① 전 구간의 열차 운행상황을 중앙사령실에서 집중감시하고 컴퓨터에 입력된 열차운행 스케줄에 따라 열차의 진로를 자동으로 원격 제어하는 열차운행관리시스템
- ② 전 구간의 열차운행을 일괄 집중 감시할 수 있는 대형 중앙 표시판넬과 열차운행을 원격 감시제어 할 수 있는 사령콘솔 및 신호시설 관리를 위한 보수자 콘솔로 구성

3) 연동장치(Interlocking)

(1) 특징

- ① 역 구내 등 분기부가 있는 곳에서 안전하게 진로를 구성해주며, 진로를 확인한 후 열차가 진행해도 좋다는 신호를 표시 해주는 시스템
- ② 전기/전자연동장치 있고, 안전도를 높이기 위해 정보처리 프로세서를 3중화
- ③ 최소한 2개 이상의 동일 정보를 받아야 처리하는 다수결처리 시스템 채택 전구간의 열차 운행상황을 중앙사령실에서 집중감시하고 컴퓨터에 입력된 열차운행 스케줄에 따라 열차의 진로를 자동으로 원격 제어하는 열차운행관리시스템



[그림 15]

4) 지능형 열차제어시스템(MBS : Moving Block System)

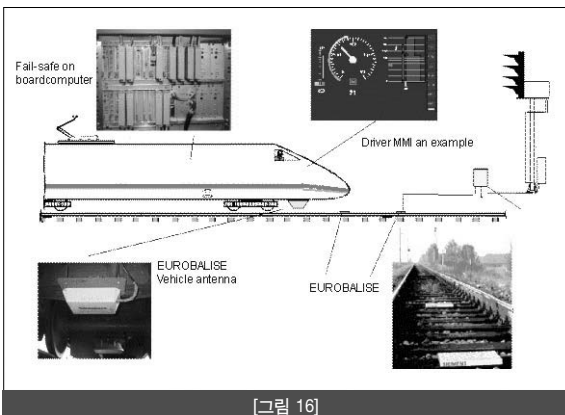
(1) 특징

- ① 무선통신(RF)을 이용하여 열차의 위치를 감지
 - ② 차량 스스로 선행열차의 위치에 따라 자동으로 속도 조절 : 이동 속도 향상과 수송용량 증대
 - ③ 지상의 제어장치가 열차로부터 현재의 위치와 속도를 주기적으로 수집하여 선행열차와 속도 제한 지점까지의 거리를 열차로 전송
 - ④ 차상의 제어장치가 열차성능에 맞는 최적의 속도 제어하는 시스템
- ※ 분당선에 시범구축 중에 있음

5) 차상신호(ATP) 시스템

(1) 특징

- ① 열차자동정지장치(ATS)의 취약점인 전자과장애, 고장발생 및 운동속도의 한계점에 대한 문제를 해결
- ② 고속, 고밀도 운전에 적합하고 안전성 및 신뢰성을 확보
- ③ 제동거리를 자동으로 연산하여 제어할 수 있는 설비
- ④ 기존의 지상신호방식의 경우보다 열차간 거리를 획기적으로 줄일 수 있어 선로이용 효율 증대, 상, 하행 양방향 운전이 가능하므로 열차 운행효율 향상

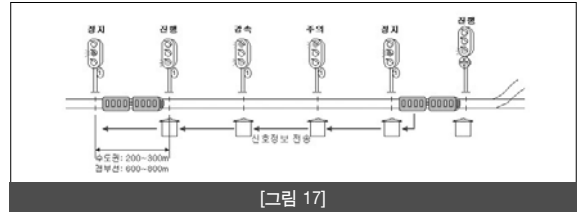


[그림 16]

6) 폐색장치(ABS)

(1) 특징

- ① 역 구간을 여러 개의 궤도회로로 나눔
- ② 운행하는 열차에 의하여 자동으로 신호를 현시, 하나의 역간에 여러 열차를 안전하게 운행할 수 있도록 하는 장치



[그림 17]

7) 자동열차정지장치(ATS)

(1) 특징

- ① 기관사가 악천후(질은 안개, 눈보라) 또는 졸음 등으로 신호를 무시하거나 정해진 속도를 초과하여 운전할 경우 5초간 경보 후 자동으로 열차를 정지



[그림 18]

8) 안전설비

(1) 특징

- ① 선로 번의 열차 안전운행 지장요소를 사전에 검지하여 접근하는 열차를 서행 또는 정지시켜 안전운행을 확보토록 한 설비

9) 기상감시설비

(1) 특징

- ① 약 20km 간격으로 설치하여 강우량, 풍속 및 적설량을 측정



[그림 19]

10) 지장을 검지장치

(1) 특징

- ① 낙석, 토사붕괴, 자동차 추락 등의 우려가 있는 개소에 설치

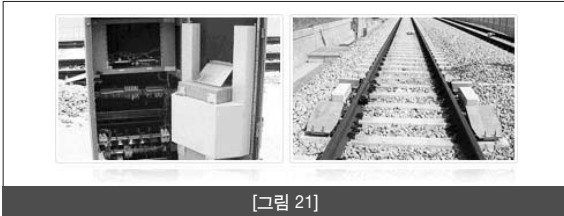


[그림 20]

11) 차축온도 감지장치

(1) 특징

- ① 약 30km 간격으로 설치하여 운행 중인 열차의 차축 베어링 온도를 적외선 감지기로 측정



[그림 21]

12) 레일온도 감지장치

(1) 특징

- ① 곡선 또는 레일온도가 올라가기 쉬운 개소 등에 설치하여 레일의 온도를 측정

13) 터널 경보장치

(1) 특징

- ① 터널 내 작업자를 위해 열차가 터널에 접근하면 경보하는 설비



[그림 22]

14) 건널목 경보장치

(1) 특징

- ① 철도와 도로가 평면 교차하는 곳에 설치
- ② 통행자가 건널목 통과 일정시간(30초 기준)전에 열차의 접근을 알려 사고를 예방하는 안전설비

3. 결론

2004년 4월 1일 고속철도 개통은 우리나라 전기철도의 기술력과 운용능력을 전 세계에 과시하여 한국철도가 선진국 철도 대열에 들어선 계기가 되었으며, 2005년 12월2일 전라선 고속철도 차량 수주업체로 국내 철도차량 업체가 선정됨으로써 우리나라도 프랑

스, 독일, 일본에 세계에서 네 번째로 고속철도 차량을 생산하는 새로운 장을 열게 되었다. 이 쾌거는 1899년 9월 18일 노량진-제물포(33.2km)간에 증기기관차가 처음으로 운행된 이후 일제시대와 한국전쟁기, 60년대 이후 경제부흥기를 지나는 동안 도로위주의 교통정책에 밀려 철도시설 확충이 침체된 가운데 수송 분담율 저하 등으로 어려움을 겪고 있는 한국철도가 재도약할 수 있는 발판이 되고 있다.

놀라운 이 사실은 부산에서 파리·런던까지 전기철도 네트워크 시대가 개척될 날도 멀지 않았으며 전기철도 르네상스 시대가 곧 열릴 것이라는 희망의 메시지로 우리에게 성큼 다가왔다. 고속철도는 전기가 없으면 운행이 불가능한 시스템인 만큼 전기철도 노선 확장 전략과 지속적인 기술개발만이 철도경쟁개선으로 이어져 철도 르네상스를 열 수 있으며 국내 전기철도망을 철도영업거리 대비 80% 이상까지 조속히 끌어 올리는 것이 큰 관건이라고 할 수 있다.

또한 육로, 항공과의 경쟁에서 이기는 전략을 적극 발굴하여 수송 분담율을 최대한 높이고 철도의 장래를 결정짓는 저비용 고효율의 수송가치를 극대화 시킬 수 있도록 정부의 적극적인 지원과 철도 운용부서간의 노력이 필요하다.

전력은 전기철도의 에너지원이다. 시설과 차량이 아무리 훌륭하더라도 전력공급이 없으면 무용지물일 수밖에 없다. 한국철도에서 필요한 전력의 공급은 한국전력에 의존하고 있는 실정이나, 수송량 증가로 인한 열차속도의 향상, 운전시격(運轉時隔)의 단축 등으로, 아주 짧은 순간의 정전(停電)이나 전압변동이라도 열차운행에 막대한 피해를 주게 된다.

안전운행 확보를 위해서는 급전부가설비(給電附加設備)를 보완하여 양질의 전력을 중단없이 공급하여야 한다.

그러기 위해서는 전력 공급원의 2중계화(二重系化)로 전철 예비송전선로의 지속적인 확장과 신호용(信號用) 단독 고압배전선로(高壓配電線路)의 2중계 설비, 주요 역 구내(構內)의 예비발전기 등 각종 부가설비를 갖추으로써 철도전력의 신뢰도를 높이고 안전운행을 할 수 있다.

또한 안전운행에 있어 신호제어설비 및 통신설비의 발전이 필수적이라 하겠다. **S**

참고문헌

1. 한국철도시설공단 철도건설공법(http://www.kr.or.kr/sub02/sub02_07.html)
2. 한국 전기철도의 현황과 발전전략, 한봉석, 한국철도공사 전기기술단장
3. 최신 전기철도공학, 양병남, 성안당, 2003