

# 제1장 철도신호

# 제1장 철도의 변천과 현황

1. 철도산업 발전 전망
2. 철도의 발전 연혁
3. 철도 현황

## 철도산업 전망

- 철도는 친환경적이며, 에너지 이용 효율이 우수한 안전하고 쾌적한 교통 수단이므로 우리나라는 물론 세계 각국에서도 교통 정책이 도로 위주에서 철도로 급속하게 전환되고 있어 전망이 밝음

- 철도는

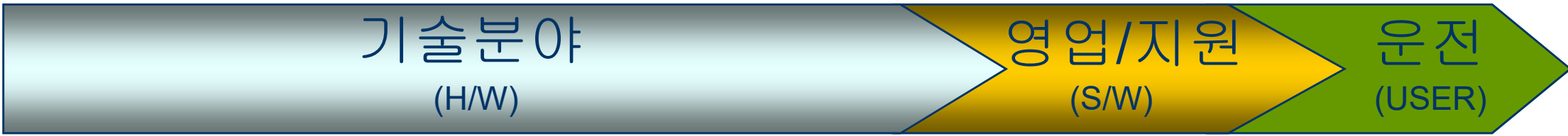
구 분	승용차	화물자동차
탄소배출량	1/6	1/14
에너지소비량	1/8	1/13

- 철도  
여객 또는 화물을 안전하고 신속하게 목적지까지 수송

# 철도의 구성

열차 안전 운행 확보

철도는 시스템이다





## 철도의 발전 연혁

- = 1945. 08. 15 **해방**
- = 1945. 09. 11 **남북철도 운행중지**
- = 1948. 08. 15 **대한민국 정부수립 (교통부 발족)**
- = 1949. 5. 3 **영암, 함백, 영월선**
- = 1963. 09. 01 **철도청 발족 (2004. 12. 31일 폐지)**
- = 1965. 09. 18 **경인선 (영등포~인천) 복선개통**
- = 1967. 08. 31 **증기기관차(Steam Locomotive) 운행중지, DL시대 개막**
- = 1973. 06. 20 **산업선 (청량리~제천) 전철화**
- = 1974. 6. 20 **태백선 (제천~고한) 전철화**
- = 1974. 08. 15 **수도권 전철 및 서울지하철 1호선 개통 : 일반철도 및 지하철 시대**
- = 1975. 01. 27 **수도권 CTC 개통**
- = 1980. **서울지하철 2호선 개통**
- = 1985. **서울지하철 3,4호선 및 부산지하철 1호선 개통**
- = 1989. 12. 01 **고속전철 실무작업단 발족(철도청) => 한국고속철도건설공단**
- = 1995. 11 **서울지하철 5호선, 1996.10 : 7호선, 1996. 11: 8호선, 2000. 8 : 6호선 개통**
- = 1999. **부산지하철 2호선 및 대구, 인천지하철 개통**
- = 2004. 01. 01 **한국철도시설공단 발족**

## 철도의 발전 연혁

- = 2004. 04. 01 **경부고속철도 개통** : 일반철도, 지하철 및 고속철도 시대  
(일본:1970, 프랑스:1980, 독일:1990, 스페인:2000 세계에서 5번째)
- = 2004. 04 **광주지하철 개통**
- = 2004. 12. 31 **철도청 폐지**
- = 2005. 01. 01 **한국철도공사 발족**
- = 2006. 03 **대전지하철 개통**
- = 2007. 03 **공항철도 1단계 (공항철도 주, 인천국제공항-김포공항 40.3km) 개통**
- = 2008. 6.20 **인천공항 IAT 경전철 (STARLINE 1.2KM) 개통** : 일반철도, 지하철, 고속철도 및  
**경전철시대**
- = 2009. 7. 24 **서울지하철 9호선 (서울시 메트로9호선 주, 개화동~논현동 25.5km )**
- = 2010. 6 **용인경전철 (용인경전철 주, 18.4km)**
- = 2010. 12 **경부고속철도 (동대구~부산) 2단계**
- = 2010. 12 **공항철도 2단계 (김포공항~서울역 20.7km) 통**
- = 2010. 12 **부산3호선(반송선) 경전철 (미남-안평 12.7km)**
- = 2010. **분당선 (선능-왕십리 6.6km)**

## 철도의 발전 연혁

- = 2011. 07 신분당선 (신분당선 주, 강남-정자 18.5km)
- = 2011. 분당선 (죽전-기흥 5.7km)
- = 2011. 여주선 (성남-여주 53.8km)
- = 2011. 부산신항만철도 (한림정-부산신항만 41.7km)
- = 2011 전라선 (익산-신리 34.4km)
- = 2011. 의정부 **경전철** (의정부경전철 주 10.5km)
- = 2011. 4 김해 **경전철** (부산~김해 경전철 주, 사상~김해 신명 23.9km)
  
- = 2012. 서울7호선 (부평-온수 10.2km)
- = 2012. 부산2호선 (양산-북정 3.3km)
- = 2012. 소사선 (소사-원시 23.1km)
- = 2012. 경전선 (임성리-보성 79.5km)

## 철도의 발전 연혁

- = 2013. 자기부상열차 개통예정 : 일반철도, 지하철, 고속철도 경전철 및 자기부상열차 시대
- = 2013. 분당선 (기흥-수원 10.2km)
- = 2013. 부산1호선 (신평-다대포 8.0km)
- = 2013. 김포 경전철
  
- = 2014. 동해선 (포항-삼척 171.3km)
- = 2014. 서원주-강릉 (원주-강릉 120km)
- = 2014. 대구3호선 경전철 (칠곡-범물 24km )
- = 2014. 인천2호선 경전철 (공촌-인천대공원 29.3km)
- = 2014. 광명 경전철 및 우이-신설 경전철
  
- = 2015. 분당선 (오리-수원 18.2km)
- = 2015. 수인선 (수원-인천 52.8km)

## 철도의 발전 연혁

- = 2015년 이후 소사-대곡간, 부전-마산간, 여주-문경간, 김천-진주간,
- = 철도기술 및 자재 외국(중국, 동남아, 아프리카 등) 수출
- = 대륙횡단철도 (북한철도 포함)  
TSR (러시아횡단) TCR (중국횡단) TMGR (몽골횡단) TMR (만주횡단)

## 주요 외국 철도 개통 년대

1825년	영국	1848년	스페인
1829년	미국 (사우스캐롤라이나 철도)	1853년	인도
1832년	프랑스	1854년	아르헨티나
1834년	벨기에	1860년	터키
1835년	독일 (1879년 베를린 노면전차 시운전)	1863년	런던 (최초 지하철 개통, 메트로폴리탄)
1837년	오스트리아	1872년	일본 (영국기술, 자재)
1838년	러시아, 호주	1877년	중국
1839년	이탈리아, 네덜란드	1892년	필리핀
1842년	폴란드	1899년 9월18일	한국 (경인선 노량진~제물포간)개통 (일본기술, 자재)
1844년	스위스		

### 3. 철도 현황

#### 가. 철도의 종별

구 분	주 요 특 징
고속철도	-시속 200Km 이상의 속도로 달리는 열차
일반철도	-일반적으로 간선 또는 지선을 운행하는 열차
중량전철	-도시철도의 원활한 소통을 위해 도시교통 전역에서 건설·운영하는 궤도에 의한 교통수단
리니어 지하철	-차상하부에 리니어 모터를 장착하여 열차의 추진력을 리니어 모터로부터 얻는 지하철을 말한다. -리니어모터를 추진시스템으로하는 대표적인 철도시스템은 리니어지하철과 자기부상열차 그리고 리니어경량전철 및 소형전철 등이 있다.
AGT	-AGT(Automated Guideway Transit:자동안내궤조식철도)는 고가 등의 전용궤도를 고무타이어 또는 철제 차륜을 가진 경량차량이 안내레일을 따라 무인으로 운영하는 시스템을 말하며 버스와 지하철의 중간정도의 수송능력을 가짐
모노레일	-철도와 버스의 중간정도의 수송수요를 담당하는 교통기관으로 차량이 궤도 위를 따라가는 과좌식과 궤도하부에 차량이 매달려 안내·운행되는 현수식으로 구분된다.
바이모달 저상굴절차량	-바이모달 트램은 도로의 유연성과 철도의 정시성을 갖고 전용궤도, 일반도로는 물론이고 이들 혼합형 노선에서도 동시에 달릴 수 있다. 이용자 밀도는 버스와 경량전철의 중간 짬 되고 자동운전과 정거장 접근성, 정위치 정차, 곡선 추종성, 승객의 접근성, 환경성, 경제성에서 우수한 교통시스템이라 할 수 있다.

## 철도의 종별

구 분	주 요 특 징
노면전철	-노면전철은 경량전철의 일종으로 도로상에 부설된 궤도를 주행하는 전철로 트램(Tram), 트램웨이(Tramway), 노면경량전철(Street Light Rail Transit), 슈퍼트램(Super Tram)등으로 불린다.
도시형 자기부상철도	-우리나라에서 개발된 도시형 자기부상철도는 경량전철형 시스템으로, 버스와 지하철 중간 정도의 수송능력으로 대도시 및 중소도시의 도시철도 수단이 될 수 있다.
소형전철시스템	-소형전철시스템은 노선거리 1~10Km, 수송능력은 시간 당 · 방향 당 3,000~6,000명 정도로 경량철과 버스의 중간 규모이며 경량전철보다 규모가 작은 독자적인 궤도시스템을 갖고 자동으로 운행되는 시스템이다.
가이드웨이버스	-기존 노선버스에 간단한 기계식 안내 장치를 부착, 전용 궤도를 가이드 레일의 안내를 따라 주행하는 것이 가이드웨이 버스다. -AGT, 모노레일보다는 수송력이 낮고 일반버스보다는 높은 교통수단의 중간 형태에 해당한다.

## 나. 철도의 운영 현황

### 1) 고속철도 및 일반철도

구 분	노 선	연 장 (km)	역 수	구 간	신호설비	개통일(최초)
고속철도	경부선	230	2	광명-동대구	ATC	'04.4.1
일반철도	전국 81개선	3,399	639	전국	전기 ATC	1899년

## 2) 도시철도

구분	노선	연장	역수	구간	신호설비	개통일(최초)
합계	16	489.2	469			
서울 (8)	1호선	7.8	10	서울역~청량리	ATS	'74.08.15
	2호선	60.2	50	성수~성수	ATC	'80.10.31
	3호선	35.2	31	지축~수서	ATC	'85.07.12
	4호선	31.7	26	당고개~남태령	ATC	'85.04.20
	5호선	52.3	51	방화~상일, 마천	ATC/ATO	'95.11.15
	6호선	35.1	38	응암~봉화산	ATC/ATO	'00.08.07
	7호선	47.0	42	장암~온수	ATC/ATO	'96.10.11
	8호선	17.7	17	암사~모란	ATC/ATO	'96.11.23
부산 (3)	1호선	32.5	34	노포동~신평	ATC/ATO	'85.07.19
	2호선	38.0	39	호포~서면	ATC/ATO	'99.06.30
	3호선	18.3	17	대저~수영	ATC/ATO	'05.11.28
대구 (2)	1호선	28.3	30	대곡~안심	ATC/ATO/ATP	'97.11.26
	2호선	28.0	26	문양~사월	ATC/ATO/ATP	'05.10.18
인천	1호선	24.6	22	굴현~동막	ATC/ATO	'99.10.06
광주	1호선	12.0	14	녹동~상무	ATC/ATO	'04.04.28
대전	1호선	20.5	22	판암~반석	ATP/ATO	'06.03.16

### 3) 경전철

#### 가) 운영중인 사업(1개 사업)

사업장	연 장	차량시스템	차량제작사	사업형태	구조물공법	비 고
인천공항 IAT	1.2Km	고무차륜AGT	미쓰비시	재정사업	지하	

#### 나) 시공중인 사업(7개 사업)

사업장	연 장	차량시스템	차량제작사	사업형태	구조물공법	비 고
반송선	12.7Km	K-AGT	우진산전	재정사업	지하/고가	부산
김해 경전철	23.8Km	철제차륜AGT	현대로템	정부 고시사업	고가	정부시범사업
용인 경전철	18.5Km	LIM	봄바디아	정부 고시사업	고가	
의정부 경전철	10.5Km	고무차륜AGT	지멘스	정부 고시사업	고가	
우이-신설 경전철	10.7Km	철제차륜AGT	현대로템	민간제안	지하	
인천도시철도 2호선	24.0Km	철제차륜AGT	현대로템	재정사업	지하/고가	
대구지하철 3호선	23.8Km	모노레일	히다찌	재정사업	고가	

### 3) 경전철 및 신교통

#### 다) 추진중인 사업(16개 사업)

지역	사업명	차량시스템	사업형태	구조물공법	진행 현황
서울	신림선(15.2Km)	고무차륜 AGT	민간제안	지하	제3자공고 준비중
	동북선(12.3Km)	고무차륜 AGT	민간제안	지하	적격성 심사중
	면목선(9.1Km)	철제차륜AGT	민간제안	지하	적격성 심사중
	목동선(11.9Km)	고무차륜 AGT	민간제안	지하/고가	적격성 심사중
	서부선(12.1Km)	고무차륜 AGT	민간제안	지하	적격성 심사중
	송파~서울대공원(16.7Km)	자기부상	민간제안	지하/고가	사업제안서 제출
	송파~용산(20.0Km)	자기부상	민간제안	지하/고가	사업제안서 제출
인천	인천공항 자기부상 시범노선 (6.1Km)	자기부상	재정사업	고가	발주 준비중

### 3) 경전철 및 신교통

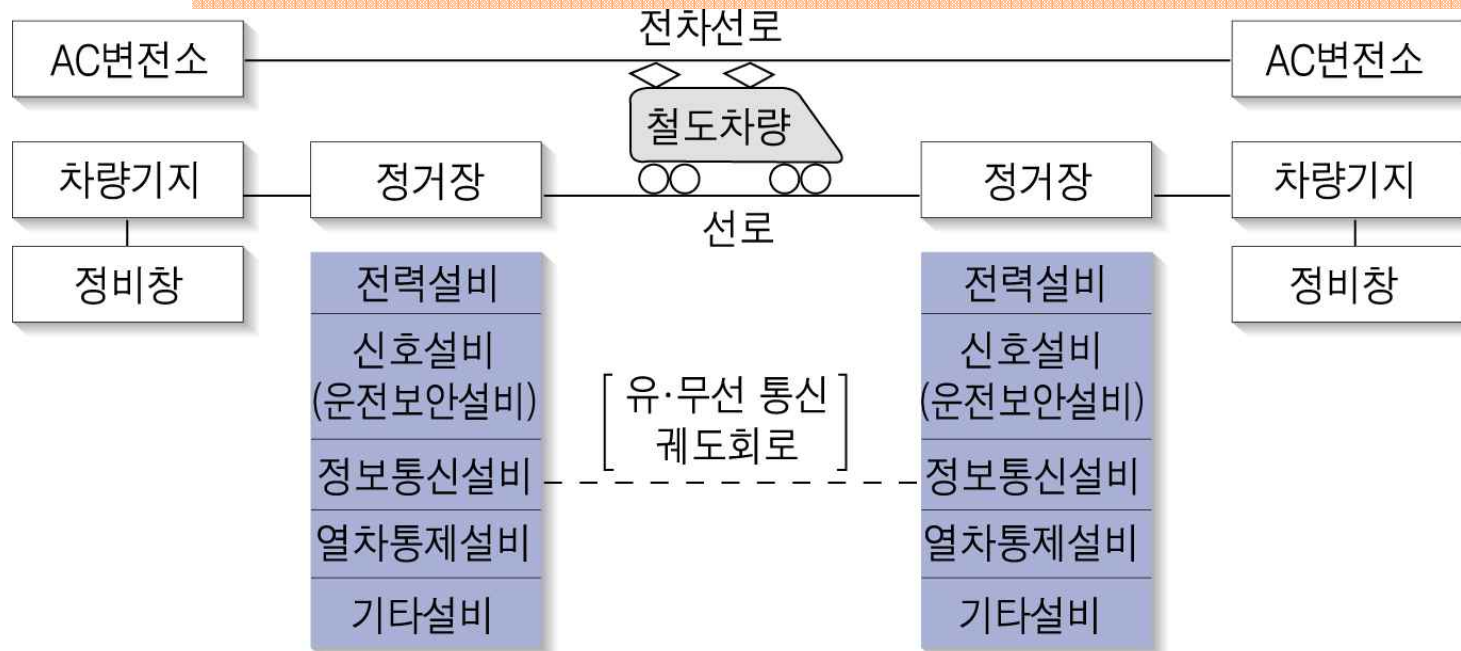
#### 다) 추진중인 사업(16개 사업)

지역	사업명	차량시스템	사업형태	구조물공법	진행현황
수도권	김포(25.0Km)	AGT	재정사업	고가/지하	발주 준비중
	광명(10.4Km)	고무차륜 AGT	민간제안	고가/지하	협상중
	수원(19.4Km)	고무차륜 AGT	민간제안	고가	기본계획 수립중
	고양(9.9Km)	모노레일	민간제안	고가	적격성 심사완료
중부권	천안(10.7Km)	고무차륜 AGT	민간제안	고가	기본계획 심의중
	대전지하철 2호선(23.0Km)	-	-	-	타당성 조사중
부산	초읍선(7.3Km)	고무차륜 AGT	민간제안	고가/지하	협상중(협상중단)
광주	광주지하철 2호선(22.1Km)	모노레일	재정사업	고가	도시철도 기본계획 재수립중

## 4. 철도시스템의 정의

- 역설비, 철도차량, 선로, 신호, 전력공급설비, 등이 시스템으로 운영되는 인프라로써 철도시스템의 5요소라함.
- 기술적으로는 토목, 건축, 기계, 전기, 전자, 컴퓨터, 정보통신공학 등이 다양하게 혼합
- 철도는 자동차, 선박, 항공기 등 다른 교통 수단과 비교하여 안전성, 신속성, 정시성, 친환경성, 대량수송성과 저비용성 및 도시내 또는 도시간에서의 접근성이 좋아 국가 기간 교통망으로써 중요한 역할을 담당하고 있음.

### 철도시스템의 구성



# 제2장 철도 신호의 개요

1. 신호의 기준
2. 철도신호설비의 역할
3. 철도신호설비의 안전성 기술
4. 철도신호설비의 변천과정
5. 열차운행 사례

## 1. 신호(信號)의 기준

**신호** : 미리 약속한 방법으로 의사를 통하는 방법 (관습, 과학적인 근거 등)

### 0. 관습

### 0. 신호용 색깔의 기준

- 광선을 프리즘(prism)에 통과시키면 빛의 굴절률의 차에 의해 분산되며 가시광선이라함.
- 파장이 길수록 직진성이 좋아 멀리서 잘보이며 짧을 수록 빛의 산란 현상에 의해 가시거리가 짧음.

= 빨강색 : 파장(7500)이 길다 : **정지신호 (Red)** : 기본신호  
[직진성이 좋음 : 멀리서 확인 용이]

= 주황색 : **주의신호 (Yellow)** : 기본신호

= 노랑색 : 제외

= 초록색 : **진행신호 (Green)** : 기본신호

= 파랑색 : **예외적 진행신호 (Blue)** : 입환신호, 2복선(2선) 폐색신호

= 남 색 :

= 보라색 : 파장(3900)이 짧다 (빛의 퍼짐(산란) 현상으로 가시거리 짧음)

## 2. 철도신호설비 (철도신호보안장치, 철도신호제어시스템)의 역할

- 철도신호설비는 선로, 차량과 함께 철도 3대 안전설비 중의 하나.
- 운전관계 요원의 인위적인 잘못과 3대 안전설비 중의 하나가 정상 기능을 다하지 못할 경우 운전 장애나 사고 발생
- 신호설비의 역할
  - 열차 안전운행 확보
  - 열차운행 횟수 증가 (선로용량 증가)
    - = 열차 속도 향상
    - = 열차 운전시격 단축
  - 열차운용 효율 증대
  - 경영 합리화

### 3. 철도신호설비의 안전성 기술

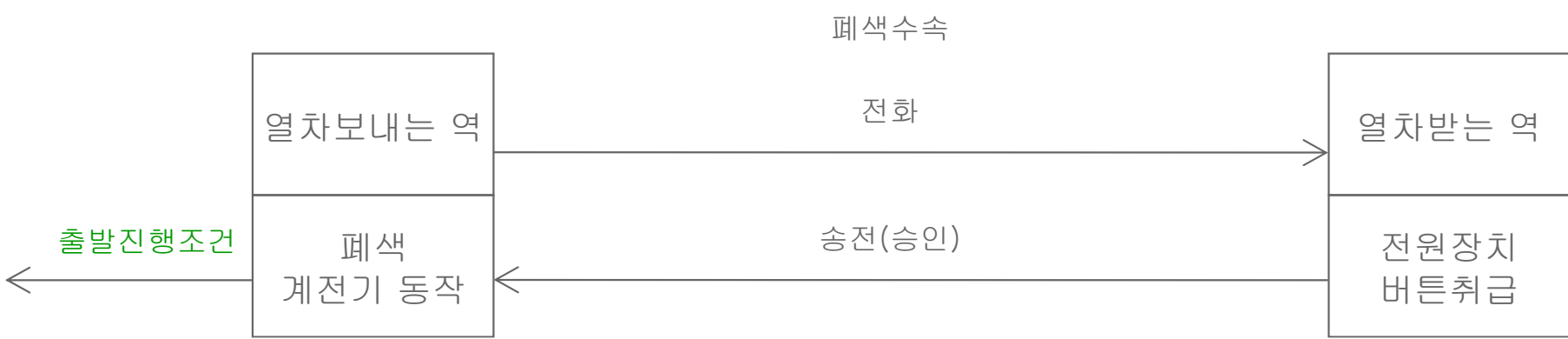
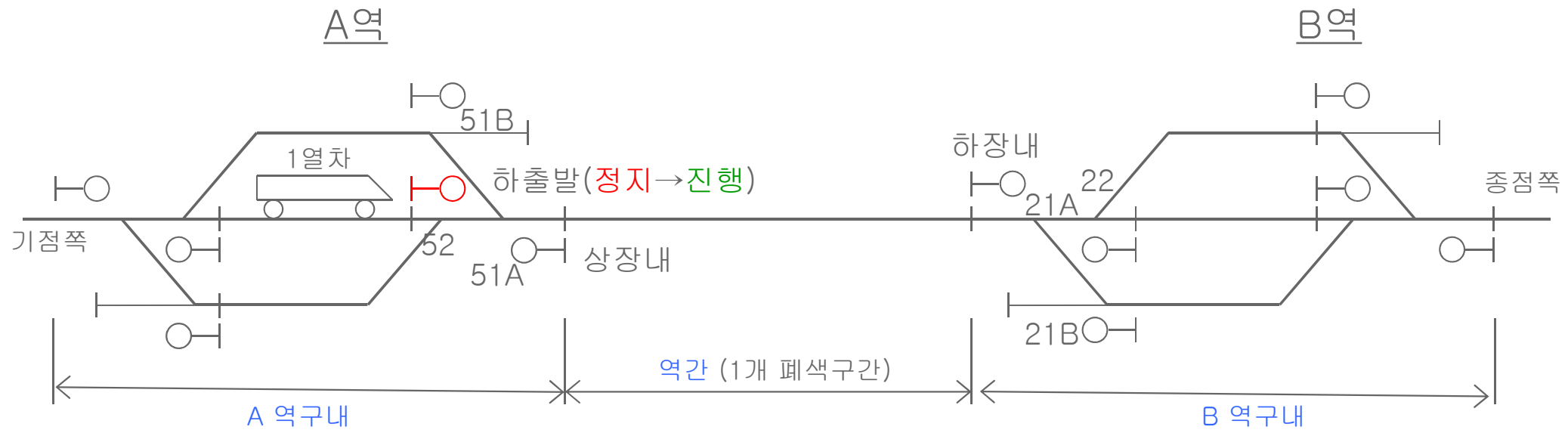
- **페일세이프(fail safe)** : 장치에 장애가 발생해도 안전측으로 동작하도록 하는 구성방법
- **위험측 고장의 저감** : 장치의 일부에 불안전측의 고장이 발생해도 직접 위험측의 출력이 되지 않도록 위험측 고장 발생의 확률을 저감시키는 방법
- **완벽한 검증(fuill proof)** : 사람이 개입하는 시스템에 있어서 사람이 실수하지 않도록 또는 잘못 조작하더라도 안전하게 되도록 하는 방법
- **고장 완화(fail soft)** : 시스템의 일부가 고장 난 경우 기능의 저하를 초래하더라도 전체 기능을 정지시키지 않는 방법
- **다중계화** : 동일 또는 동종의 기능을 다중으로 설비하여 신뢰성과 안전성을 향상시키는 방법
- **예비계(back up)**: 주기능의 후방에서 대기하며 주기능의 고장 시에 그 기능을 대행하는 방법
- **고장진단 · 회복** : 장치가 고장 난 경우 고장을 진단하고 가능한 한 신속하게 경보하거나 기능을 회복할 수 있게 하는 방법
- **안전여유** : 정격치 보다 낮은 값으로 사용하는 등 안전여유를 갖고 설계하여 사용하는 방법

## 4. 철도신호설비의 변천 과정

시 기	신호시대별	신호기	연동장치	폐색장치	열차검지
1899. 9.18	기계신호시대	완목식신호기	기계연동장치	통표폐색	-
1942	기계전기병행시대	색등식신호기	전기기연동장치	연동폐색	-
1955	전기신호시대	-"-	전기연동장치 (계전연동장치)	연동 또는 자동폐색	궤도회로
1991	전자신호시대	-"-	전자연동장치	-"-	-"-
1995	컴퓨터신호시대	필요 / 불필요	-"-	자동또는 차내폐색	-"-
2010 이후	무선을 이용한 신호시대(CBTC)	불필요	-"-	이동폐색	불필요

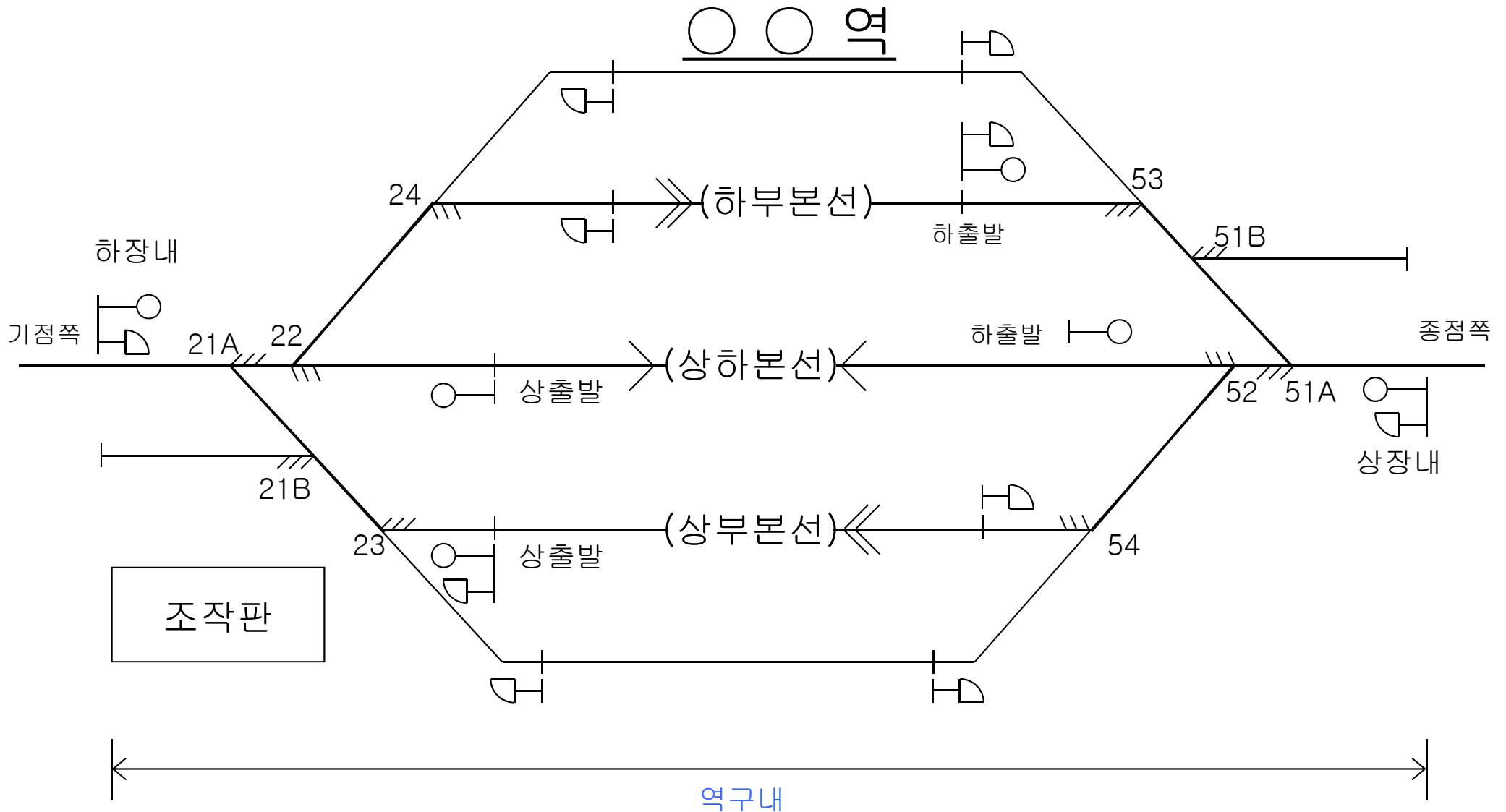
# 5. 열차운행 사례

## 가. 역간 운전 (비자동구간)





## 나. 역구내 운전 (본선:열차, 입환 : 차량)



# 제3장 철도신호설비의 종별

1. 신호기장치	기본설비	10. 열차자동제어장치(ATC)	열차제어 시스템 (차상신호)
2. 선로전환기장치		11. 열차자동방호장치(ATP)	
3. 궤도회로장치		12. 열차자동운전장치(ATO)	
4. 폐색장치		13. 열차자동감시장치(ATS)	
5. 연동장치		14. 이동폐색장치(MBS)	
6. 건널목보안장치	안전설비	15. 경부고속철도 열차제어시스템	
7. 열차자동정지장치(ATS)		16. 유럽열차제어시스템 (ERTMS/ETCS)	
8. 열차집중제어장치(CTC)	열차운행관리 시스템 (관제설비)	17. 무선을이용한열차제어시스템 (CBTC)	
9. 열차종합제어장치(TTC)			

## 1. 신호기 장치

- 열차의 진행 가부 또는 속도 등의 운전 조건을 기관사에게 색(color), 형상(shape), 음(sound) 또는 숫자로 제시하여 열차 안전 운행을 확보하는 장치.
  - 열차의 운행조건을 지시하는 신호(信號 : signal)
  - 종사원 상호간의 의사를 전달하는 전호(傳號 : sign)
  - 장소의 상태를 표시하는 표지(標識 : sign marker)로 분류함.

## 2. 선로전환기(전철기) 장치

- 열차 또는 차량이 하나의 선로에서 다른 선로로 변경해서 운행할 수 있도록 분기기를 전환하고 쇄정하는 장치.

완목식 신호기



색등식 다등형 신호기



차상신호장치 속도계



등열식(유도) 신호기



## 전기선로전환기 종류별 특성 비교

명 칭	NS형	NS-AM형	MJ81형	하이드로스타형	침목형
개발년도	1964	1990	1981	1980	1990
사용전원	AC105/220 단상	AC105/220 단상	AC220/380 3상	AC380 3상	AC220 단상 AC220/380 3상
동작전류	8.5A	8.5A	220V ; 4A 380V ; 1.5A	3.7A	2.5A
전 환 력	300kg	400kg	200~400kg	3,430~6,370kg	200~1000kg
전환시간	6초 이하	7초 이하	5초 이하	4~8초	4.4~5.5초
구동방식	콘덴서 기동형 4극	콘덴서 기동형 4극	모터 직접제어	비동기형	비동기형
클 러 치	마찰	전자	마찰	유압식	전자
동정[mm]	동작간 ; 185 쇄정간 ; 130~185	동작간 ; 185 쇄정간 ; 130~185	110 ~ 260	50~145	60 ~ 160
밀착 및 쇄정 검지기능	무	무	유	유	유
분 기 기	F8~F15	F8~F15	F18.5~F65	F8~F65	-
사용개소	국철, 지하철	국철, 지하철	고속철도1단계	고속철도2단계	부산지하철2호선

### 3. 궤도회로 장치

- 레일을 전기회로의 일부로 사용하여 궤도회로를 구성한 후 그 궤도회로 위에 열차의 유무를 검지하기 위한 장치.

#### 1. 사용 전원

- 직류궤도회로 : 비자동 비전철구간
- 고전압 임펄스 궤도회로 : 전철구간
- AF궤도회로 : 차상신호구간 : ATC구간

#### 2. 회로구성 방법

- 폐전로식 : 안전도 높음
- 개전로식 : 안전도 낮음

#### 3. 궤조절연 유무

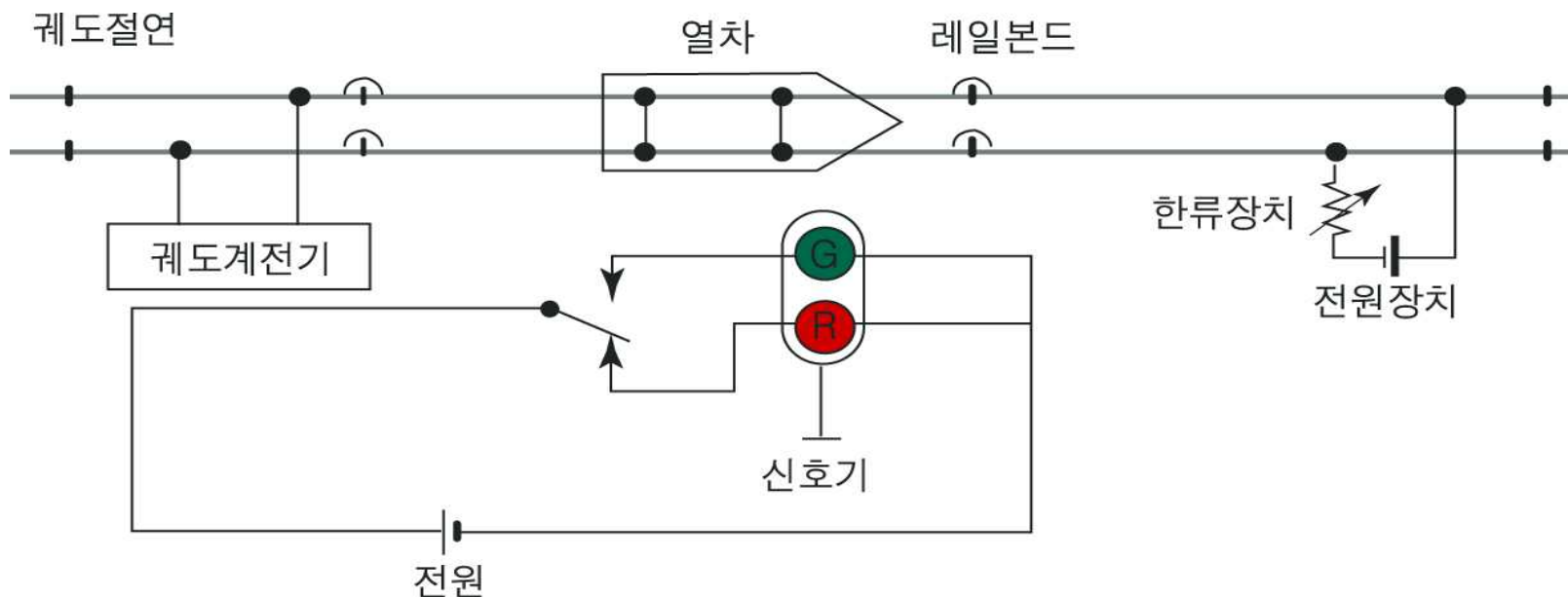
- 유절연 궤도회로 : 전류방식
- 무절연 궤도회로 : 주파수방식

#### 4. 궤조절연 설치

- 복궤조식 : 양쪽 레일에 절연 설치
- 단궤조식 : 한쪽 레일에 절연 설치

## 원리

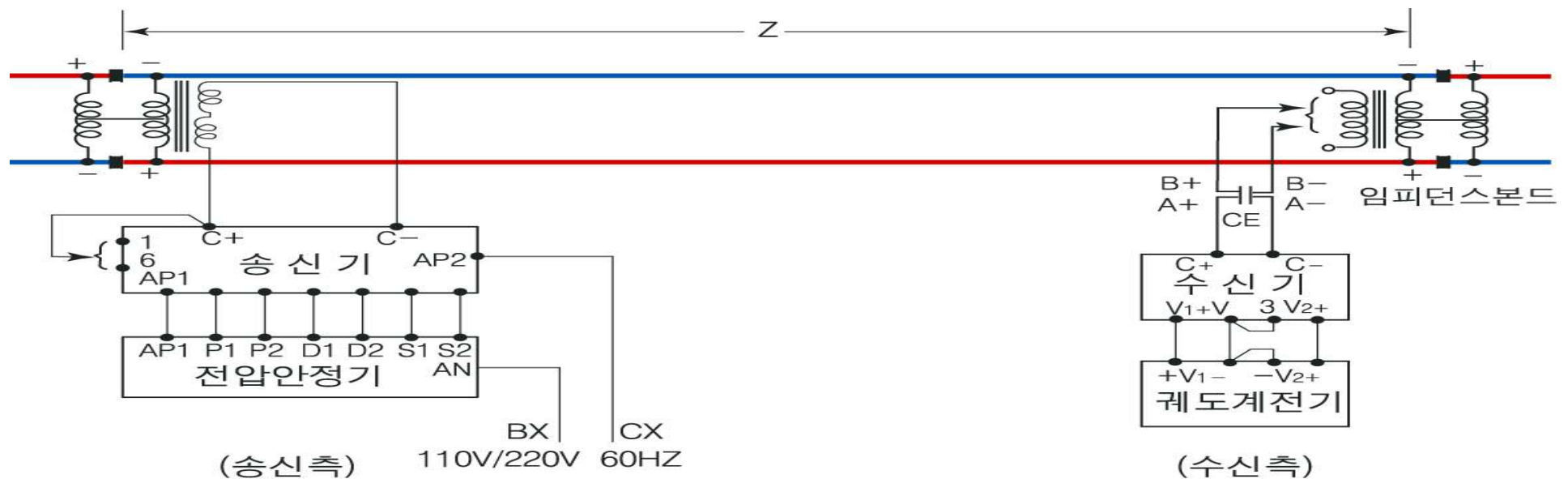
- 인접 궤도회로와 전기적으로 구분하기 위해 경계 부에 궤조절연을 설치함.
- 레일이음매 개소에 접속 저항을 적게 하기 위하여 **레일본드**로 접속한 다음 송전 측에는 전원장치를 설치하고 착전 측에는 궤도 계전기를 설치한후 점퍼선으로 레일과 연결하고 송전 점퍼선 -측에 설치한 저항자에 의해 단자전압 조정과 과전류를 제한하는전기회로를 구성함.



궤도회로도의 원리

## 고전압 임펄스 궤도회로 (High Voltage Impulse Track Circuit)

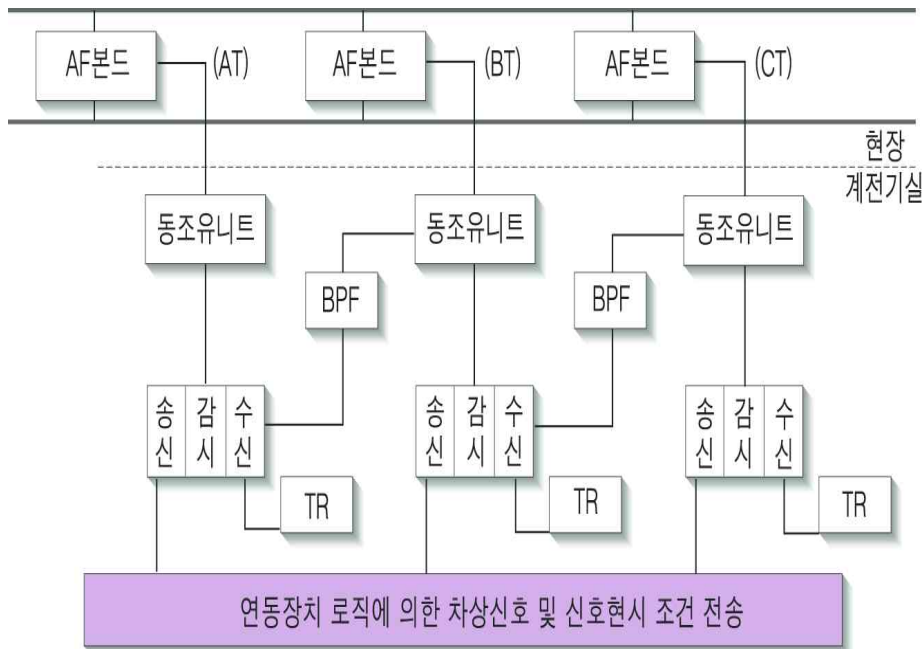
- 교류 25,000[V] 전철구간에 주로 사용하며. 복궤조 궤도회로에서 전차선 **귀선전류**는 레일을 통하여 변전소로 흘러 보내고 궤도회로용 신호전류는 임피던스본드에서 차단하여 궤도회로 기능을 하는 궤도회로임..
- 궤도회로의 소비전력이 50 ~ 60[VA] 정도로 적으며 우천시에도 자갈누설 저항의 변화가 적어 **안정성이 우수**하고 장애 발생시 **고장 지점 발견**이나 **부품의 교환 용이**.



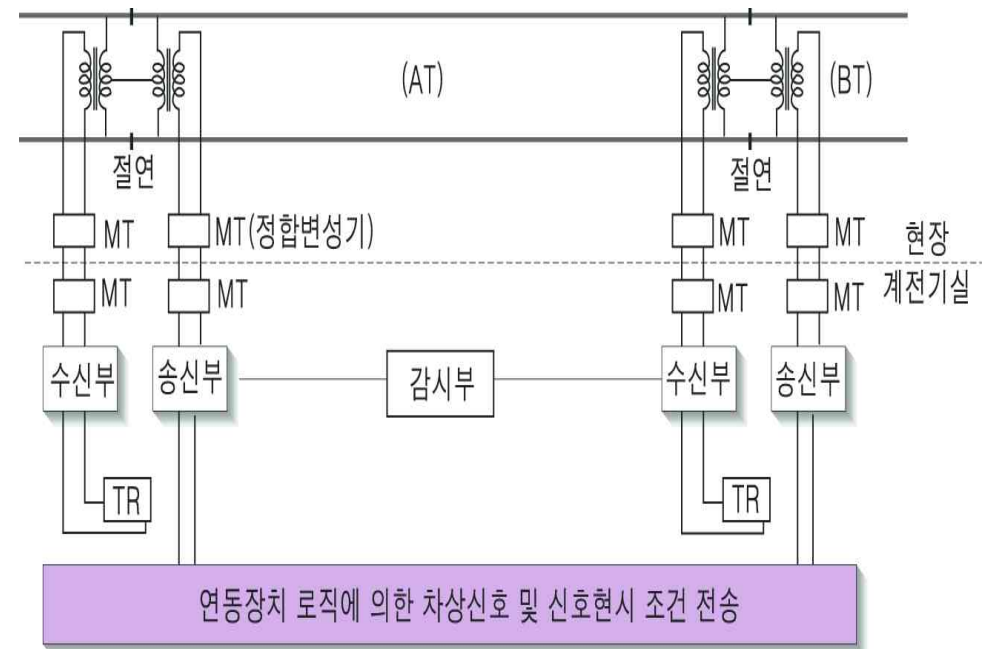
고전압 임펄스 궤도회로

## AF케도회로의 구성

- DC용 AF케도회로 ; DC 1,500[V] 전철구간에 사용.
- AC용 AF케도회로 ; AC 25,000[V] 전철구간의 케도회로에 사용.



DC용 AF케도회로 구성도



AC용 AF케도회로 구성도

## 4. 폐색장치

- **역간[역과역 사이]에서 열차 안전운행**을 위하여 설치한 장치를 말하며,
- 역간에 다수의 신호기 설치로 폐색구간을 분할하여 **선로용량을 증가**하는 설비를 **자동폐색장치(ABS:72%)**라 하며, 열차가 궤도회로를 이용하여 신호기를 자동제어함.

구 분	복선구간	단선구간
상용폐색 [평상시 사용]	연동, 자동, 차내	연동, 자동, 통표
대용폐색 [상용폐색 고장시 사용]	통신식	지도통신식, 지도식
폐색준용법 [상용 및 대용폐색 사용 불가시]	격시법, 전령법	지도격시법, 전령법

## 5. 연동장치

- 역 구내에서 열차 안전운행을 위해 신호기, 선로전환기 등의 장치 상호간에 기계 및 전기적 또는 소프트웨어 연동로직에 의해 연쇄 관계를 맺어 진로를 안전하게 확보하는 장치
    - 전기연동장치 : 역구내 신호기, 선로전환기 등의 연쇄관계를 계전기를 이용하여 동작되도록 한 장치 ( 236역, 45% )
    - 전자연동장치 : 역구내 신호기, 선로전환기 등의 연쇄관계를 마이크로 컴퓨터를 이용한 연동로직 회로로 구성한 장치 ( 262역, 50% )
    - 기기집중식장치 : 신호기기를 집중적으로 설치한 장치 ( 23역, 4% )
  
    - 기계연동장치 : 역구내 신호기, 선로전환기, 신호리버 등을 인력에 의해 수동으로 취급하고, 장치 상호간 연쇄관계를 기계적으로 맺은 장치 ( 5역, 1% )
- = 합 계 : 526 역
- = 원격제어역 수 : 제어역 : 63역    피제어역 : 84역    합계 147역

## 6. 건널목 보안 장치

- 철도와 도로가 평면 교차하는 개소에서 열차의 접근을 차량 운전자 및 보행자에게 알려 건널목에 진입하지 못하도록 하여 건널목 사고를 방지하는 안전설비임.

- 건널목 종별은 설비의 유·무에 따라 3종류로 분류함.

1. 제1종 건널목 : 차단기, 경보기 및 건널목 안전표지를 설치하고, 그 차단기를 주, 야간 계속 작동하며, 필요시 지정된 시간 동안 건널목 안내원이 근무하는 건널목(1346개소 93%)
2. 제2종 건널목 : 경보기와 건널목 교통안전표지 만을 설치하는 건널목 (18개소 1%)
3. 제3종 건널목 : 건널목 교통안전표지 만 설치하는 건널목 (85개소 6%)

## 7. 열차자동정지장치 (ATS:Automatic Train Stop)

- 열차자동 정지장치(ATS : Automatic Train Stop)는 기관사의 신체적인 결함 [졸음, 경련 등] 또는 안개, 눈, 비 등 악 기상 조건으로 정지 신호를 무시하고 운행 하거나,
  - 신호 현시에 따른 제한속도 보다 높은 속도로 운행할 경우 열차를 자동으로 정지 시키는 안전 설비임.
- = ATS는 정지 신호에서만 동작하는 점제어식과 제한속도 초과시 동작하는 속도조사식이 있으며, 설치개소 및 기능에 따라 차상장치와 지상장치로 구성되어 있음.

## 열차운행관리시스템

### 8. 열차집중제어장치 (CTC:Centralized Traffic Control)

0. 종합관제실의 관제사가 CTC권역 내의 모든 열차운행 상황 및 신호설비의 작동상태를 실시간으로 집중감시하고 운행 진로상의 신호기와 선로전환기를 원격제어 하면서 열차의 운전 정리를 효율적으로 할 수 있는 장치. [영업:3,399Km, 설치:1,927Km, 설치율:56.7%]

- 효과

1. 운전 정리의 신속,정확화
2. 열차운행 상황에 관한 정보 수집의 자동화
3. 선로용량 증대 및 안전도 향상
4. 보수의 성력화
5. 경영 합리화

### 9. 열차종합제어장치 (TTC:Total Traffic Control)

- CTC시스템 외에 전철·전력관리 시스템, 기계설비 및 차량 운용관리 시스템 등 다른 서버 시스템 과도 연계된 대규모 장치.

## 열차제어 시스템

### 10. 열차자동제어장치 (ATC:Automatic Train Control )

- 열차가 현재 점유하고 있는 궤도회로로부터 속도 정보를 수신 받아 그 구간을 운행할 수 있는 최대 허용속도(지시속도, 지정속도)를 인지하여 열차의 실제 운행속도가 허용속도보다 빠르면 허용속도 이하로 속도를 자동으로 감속시키는 장치.

### 11. 열차자동방호장치 (ATP:Automatic Train Protection)

- 열차 검지, 선행 열차와 후속 열차 사이의 거리 유지, 진로 연동 및 속도 제한 등을 통해 안전한 열차운행을 유지하며 폐색 구간 경계 지점에 설치한 발리스를 통하여 열차간 운행 정보를 상호 교환하여 최소 제동거리를 확보함으로써 운전시각 단축, 선로용량 증대 및 열차 추돌사고 등으로 부터 보호하는 설비.

## ATC와 ATP의 비교

- **ATC** ; 연속적인 차상신호의 운전정보제공과 차상신호를 감시하는 기능
- **ATP** ; 불연속적인 정보를 교환하는 특징

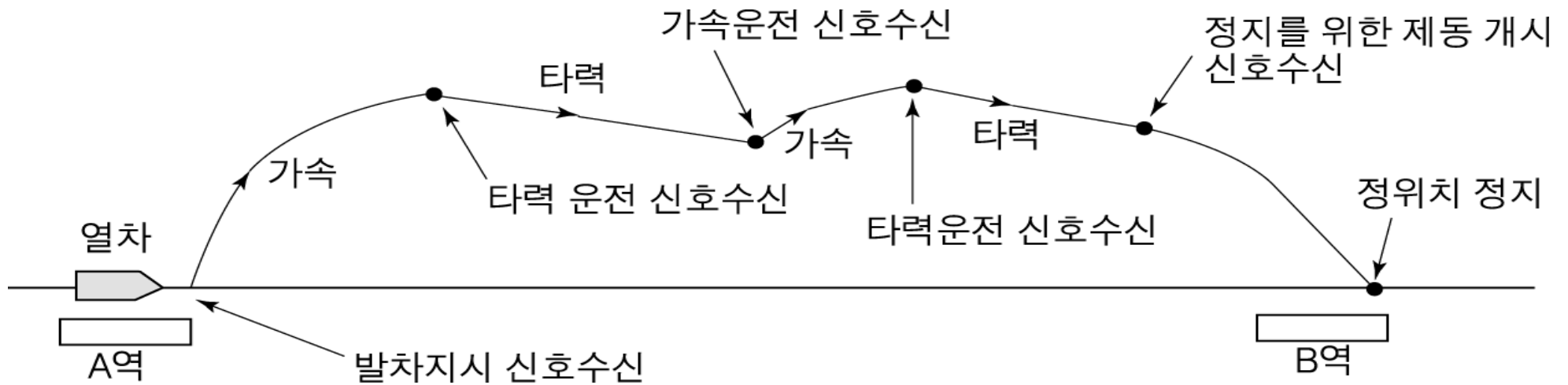
구분	열차자동제어장치(ATC)	열차자동방호장치(ATP)
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·연속적인 차상신호 제공으로 안전성과 신뢰성 확보</li> <li>·운전속도 향상과 운전시각 단축으로 선로용량 증대</li> <li>·고속열차 차량에 별도의 신호설비를 설치하지 않고 ATC 방식에 의해 운행이 가능</li> <li>·운행선 구분정보에 의해 차상신호 속도 단계가 자동으로 변환</li> <li>·제동 목표 거리를 계산하여 운행되므로 안전성과 효율성 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·차량 등급이 다른 혼용 운전구간에 적합한 설비</li> <li>·제동목표 거리와 제동목표 속도를 계산하며 운행하므로 안전성과 신뢰성 확보</li> <li>·궤도회로 종류에 상관없이 사용이 가능하고 기존 설비 개량을 최소화할 수 있어 경제적임</li> <li>·연속적인 ATC 설비에 비하여 건설비가 저렴</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·ATC는 전체적인 신호설비를 개량하여야 하므로 건설비가 많이 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·지상정보를 수신할 수 있는 구간이 폐색신호기 설치위치로 한정된 점제어 방식으로 연속 제어방식에 비하여 운행효율 감소</li> <li>·지상설비가 현장에 산재되어 보수가 불편하고 장애 발생시 복구 시간이 지연</li> </ul>

## ATC와 ATP의 비교

## 열차제어 시스템

### 12. 열차자동운전장치 (ATO : Automatic Train Operation)

- 열차가 출발하여 다음 정거장에 정차할 때까지 가,감속 및 정속도 운행제어, 정거장 도착시 정위치 정차, 출입문 자동 개폐와 정차시간 제어 등을 자동으로 수행하는 장치.



ATO의 속도 제어곡선

### 13. 열차자동감시장치 (ATS:Automatic Train Supervision)

- 열차 상태 감시 및 열차 운영 패턴을 유지하기 위해 열차 운전 명령에 대한 적절한 통제를 실행하는 장치로 열차의 도착과 출발을 ATS에 의해 각각의 역에서 통제함.

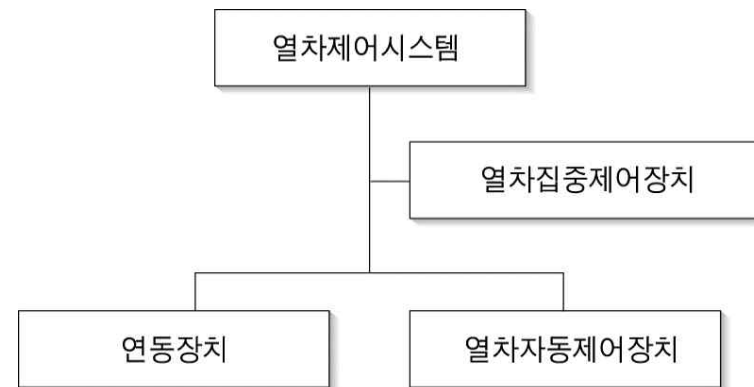
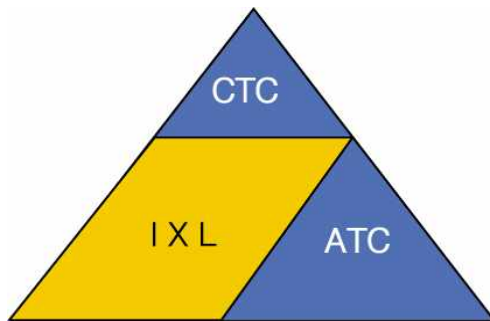
### 14. 이동폐색장치 (MBS:Moving Block System)

- 선행 열차와 후속 열차의 열차 간격을 폐색길이에 의존하지 않고 후속 열차의 제동 특성에 의해 열차의 간격을 유지하는 방식. 열차의 특성에 의해 폐색구간의 길이가 가변함.

## 15. 경부고속철도 열차제어시스템

- 열차가 고속으로 주행하게 되면서 신호기술체계도 근본적인 변화가 필요  
시속 300[km/h]에서 1초당 83.3[m]를 주행하는 고속열차 안에서 신호기를 기관사가 육안으로 식별하기는 불가능
- 효율적인 열차제어를 위해서 TVM430이라는 첨단 기술의 신호시스템이 개발. 이 시스템은 열차속도가 지정 속도를 초과하였을 때 자동제동과 운행 관련 정보를 실시간으로 제공

### 열차제어설비의 구성



## 16. 유럽형 열차제어시스템(ERTMS/ETCS)

### 가. 개요

- 유럽 연합 각국 철도에서는 서로 다른 열차제어시스템으로 인하여 인접 국가들 간의 연계 운행에 어려움이 많아 ETCS 즉 유럽 열차제어 시스템 개발을 위한 컨소시엄을 구성하여 ERTMS 차상신호 시스템을 개발하였음.
- 유럽연합과 국제철도 연맹의 지원하에 ERTMS의 개발은 급속도로 발전하고 있으며,
- 개발의 주 목적은 **기술적, 경제적, 상업적**인 면에 있으며, 기본적으로 유럽 각국의 신호시스템에서 **상호 호환성**, 신호기술 표준화에 의한 **단일 시장성**, 열차 운행상의 **안전성과 에너지 효율성**에 중점을 두고 진행됨.
- 독일은 프로토콜 이라는 프로그램을 개발하기로 하여 국제철도연맹의 후원으로 차상모듈 설계, 정보전송 방식, 차상에서의 주행거리 측정장치 과제를 수행함.
  - 1) Protocol : 정보교환을 위하여 사용되는 전달방식과 규칙
  - 2) UIC : Union Internationale des Chemins de for (국제철도연맹)

## 나. ERTMS 기본구조

### ● 유럽 열차관리 시스템 (ERTMS)

(ERTMS : European Railway Traffic Management System)

= 열차 운행의 안전을 필수 조건으로 하는

**ETCS** : 유럽형 열차제어시스템 (안전성 담당)

= 무선 정보전송 방식인

**GSM-R** : 철도분야 무선시스템 (통신 담당)

= 운영을 목적으로 하는

**ETML** : 유럽형 교통관리시스템 (운영 담당)

- ETCS : European Train Control System

- GSMR : Global System Mobile for Railway

- ETML : European Traffic Management Layer

## 다. 정의

- 유럽 열차수송관리시스템인 ERTMS/ ETCS는 각국마다 다른 열차제어시스템의 호환성을 위하여 기능별 차이점은 정보를 무선장치와 발리스를 통해 수신하는 방법과 데이터의 양을 표준화

1) ERTMS : European Rail Traffic Management System(유럽 열차수송관리시스템)

2) ETCS : European Train Control System(유럽 열차제어시스템)

구 분	운전명령(신호)	폐색장치	열차검지	정보전송 매체
Level 1	지상신호	고정폐색	궤도회로	발리스(지상자)
Level 2	지상/차내신호	고정폐색	궤도회로	무선통신
Level 3	차내신호	이동폐색	무선통신	무선통신

ERTMS/ETCS 단계별 기능 특성

## 17. 무선을 이용한 열차제어시스템 (CBTC:Communication Based Train Control)

- 통신기술을 이용한 새로운 열차제어방식에 대한 개발 및 적용이 철도선진국을 중심으로 활발하게 이루어지고 있으며,
- 이 결과 궤도회로에 의존하지 않고 무선통신을 이용한 CBTC시스템을 개발하거나 개발중에 있고 이를 이용해 이동폐색(MBS)시스템을 구현하고 있다.
- CBTC시스템 특성
  - 이동폐색시스템의 구축
  - 지상장치와 열차간의 무선을 이용한 인터페이스
  - 궤도회로를 사용하지 않음
  - 타코미터, 발리스, 유도루프, RF기술 등 다양한 열차위치 확인방식 사용
  - 기존 열차제어시스템과 쉽게 병행운전 가능
  - 지상 신호설비들의 감소에 따른 유지보수 절감

# 제4장 지상신호방식과 차상신호 방식

1. 지상신호방식
2. 차상신호방식
3. 지상 및 차상신호방식 장·단점

# 1. 지상신호방식

● 지상에 설치된 신호기의 현시 상태에 따라 열차운행.

- 2위식

= 정지, 진행 : 비자동 구간의 출발 또는 엄호, 유도, 입환신호기.

= 주의, 진행 : 원방신호기

- 3위식

= 3현시 : 정지

= 4현시 : 정지

정지

= 5현시 : 정지

	주의(45)	
	주의(45)	감속(65)
경계(25)	주의(45)	
경계(25)	주의(65)	감속(105)

진행 (기본신호)

진행(수도권 구간)

진행(서울지하철 1호선)

진행(Free)

제한신호

## 완목식, 색등식 및 등열식 신호기

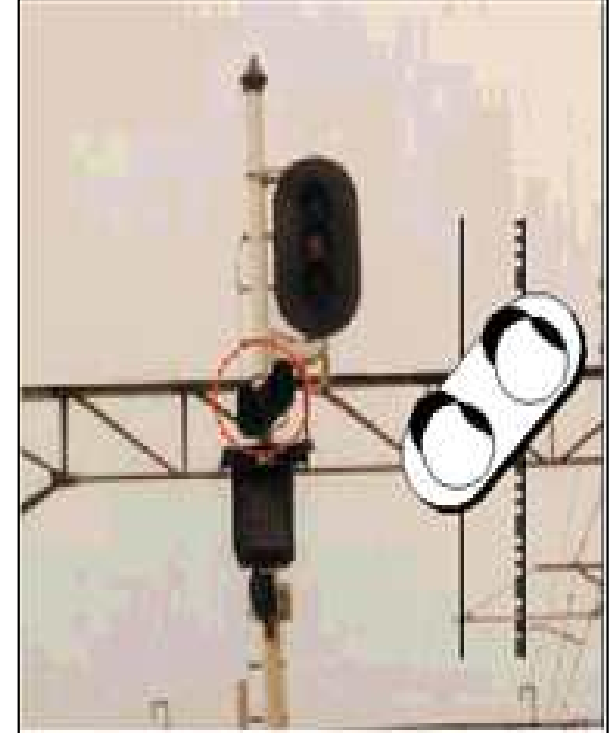
- **완목식 신호기** : 완목의 **위치·형태·색깔**에 따라 신호를 현시하며 주간에는 완목이 수평일 때 정지, 45도일때 진행을 나타내며 야간에는 신호기등(燈)의 색깔에 따라 신호현시.
- **색등식 신호기** : 신호기등의 색깔에 따라 신호현시.
- **등열식 신호기** : 신호기등의 배치 위치에 따라 신호현시.



완목식 신호기



색등식 다등형 신호기

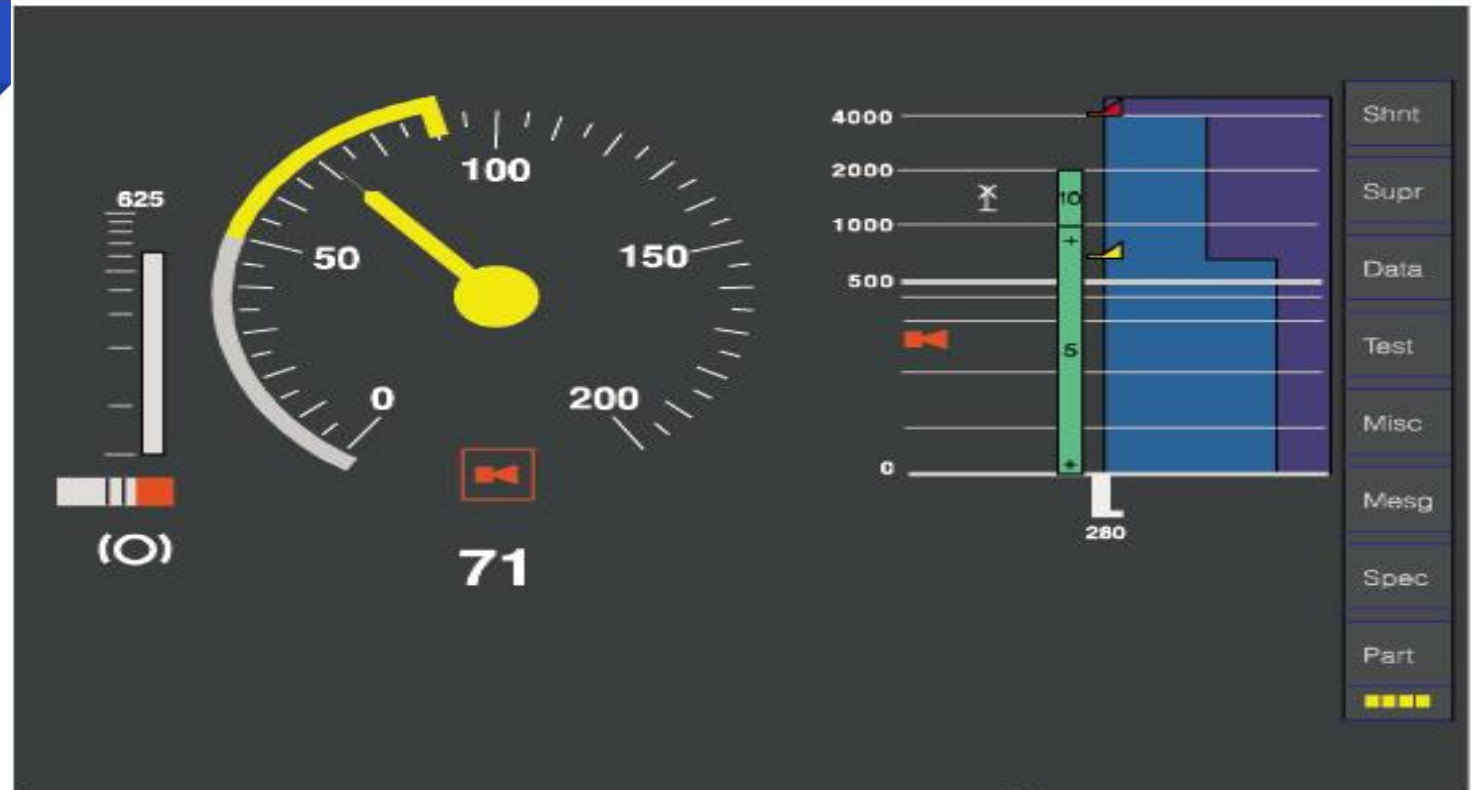


등열식(유도) 신호기

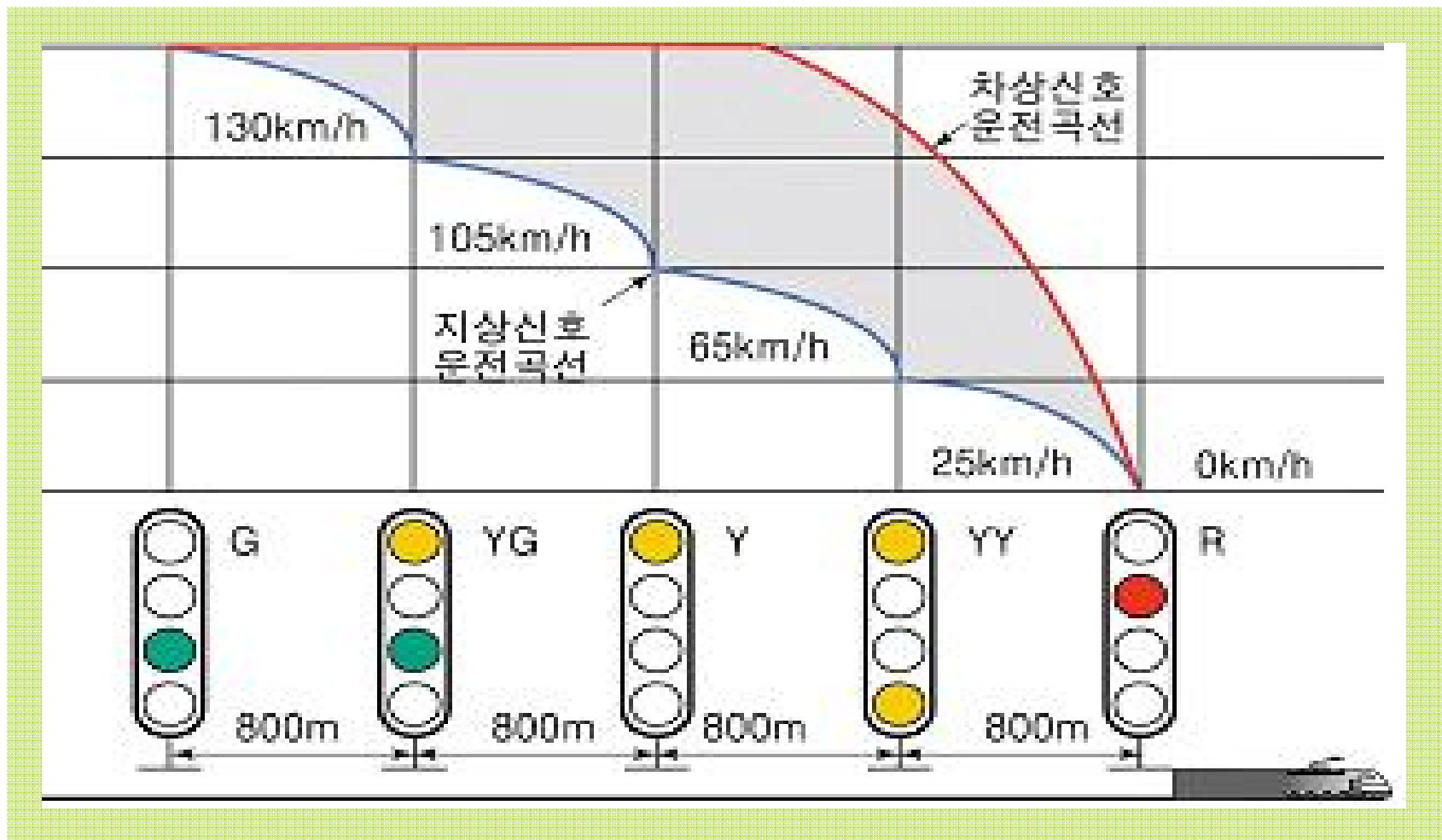
## 2. 차상(차내)신호방식

- 차내 운전실에 설치된 계기판에 표출되는 지시(지정, 허용) 속도에 따라 열차운행.

### 차상신호장치 속도계



# 신호 패턴의 비교



지상 및 차상신호의 속도패턴 비교

### 3. 지상 및 차상신호의 장단점 비교

구 분	지상신호방식	차상신호방식
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설비 저렴.</li> <li>• 저속으로 운행되는 구간에 적합.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열차 최고 및 표정속도 향상 가능.</li> <li>• 지상신호방식에 비해 운전시각 단축 용이.</li> <li>• 기후조건에 관계없이 안전운행 가능.</li> <li>• ATS/ABS 방식에 비해 안전성과 신뢰성이 높음.</li> <li>• 열차운행제어의 자동화 실현 가능.</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 눈, 비, 안개 등 악 기상 조건시 감속 운행 불가피.</li> <li>• 표정속도 향상 및 운전 격 단축이 차상신호방식에 비해 불리.</li> <li>• 차상신호방식에 비해 안전성과 신뢰성 저하.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지상신호방식에 비해 건설비 고가.</li> <li>• 열차운행빈도가 낮고, 저속으로 운행되는 구간에서는 투자비에 비해 실효성이 낮음.</li> </ul>

# 제5장 고정폐색과 이동폐색

1. 고정폐색과 이동폐색의 개요
2. 폐색방식현황

## 1. 고정폐색과 이동폐색의 개요

### - 고정폐색방식(연동 및 자동폐색)

폐색구간을 역과역 사이 또는 폐색신호기와 신호기 사이를 고정적으로 설정하여 열차를 운행하는 방법.

= 지상의 신호 현시(ATP)에 따라 열차 운행

= Distance To Go(DTG) 방식

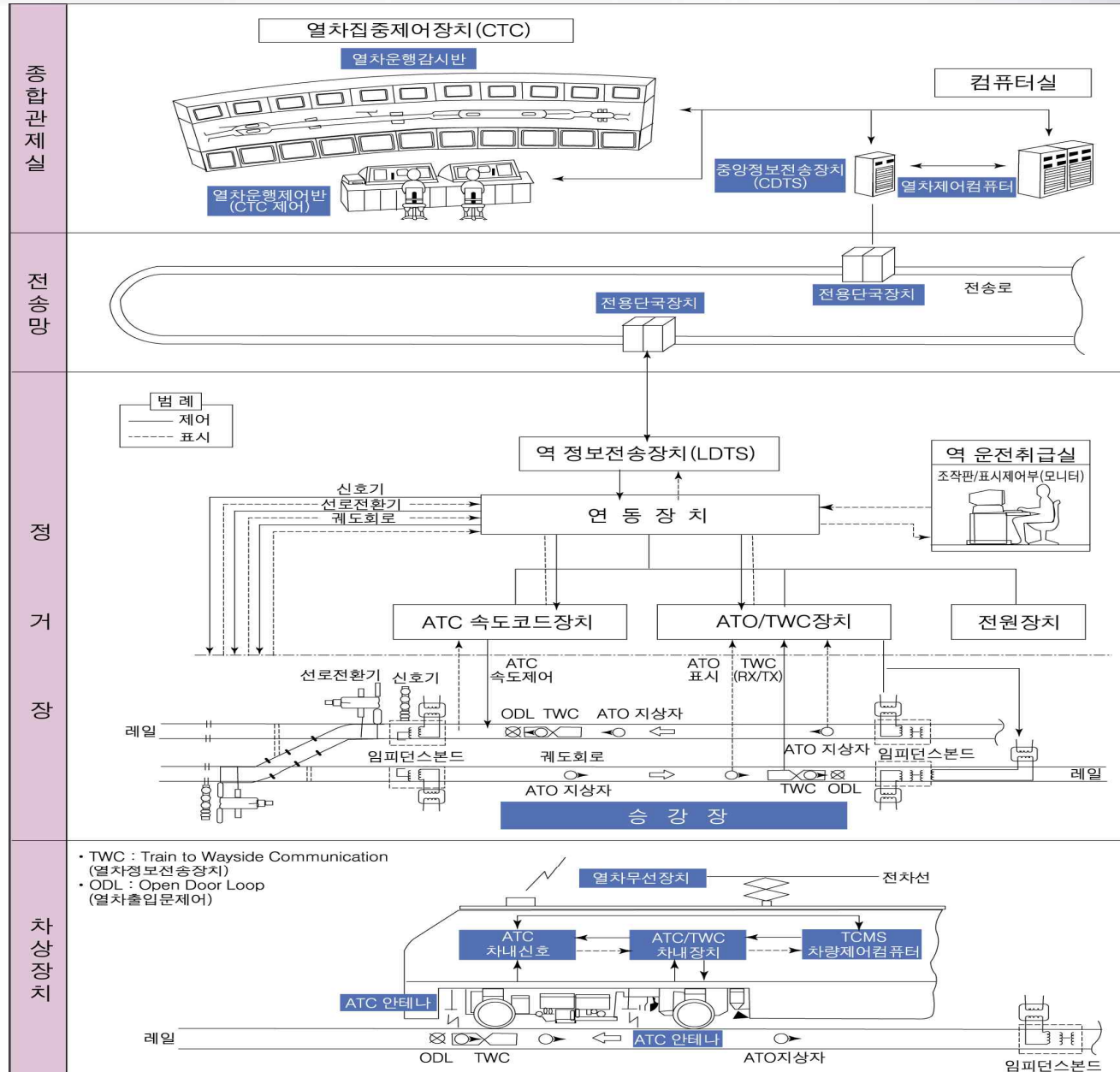
열차간격 유지를 위하여 선행 열차와의 안전거리를 지상 ATP에서 변수(목표거리, 최고 속도선로정수 구배, 거리, 곡선반경 등)와 임시 속도제한, overlap를 실시간 연산하여 권고 속도와 정해진 목표 거리를 열차로 전송하는 방식으로 고정폐색을 기반으로 하며, 선행 열차와 간격에 따라 고정폐색의 목표거리를 ATP에서 연산하고 관리하며 감시하는 열차운행 제어방식임

### - 이동폐색방식(MBS:Moving Block System)

선행열차와 후속열차 사이를 폐색구간으로 설정하여 열차를 운행하는 방법.

## 2. 폐색방식 현황

구분	지상신호 (ABS)	차상신호방식(ATC)			개통년도 (년)	비고
		FB	DTG	MB		
경부고속철도			○		2004	
일반철도	○	○			1899~현재	
서울지하철 1호선	○	-	-	-	1974	
서울지하철 3,4호선	-	○	-	-	1985	
서울지하철 5,7,8호선	-	○	-	-	1996	
서울지하철 6호선	-	○	-	-	2000	
부산지하철 1호선	-	○	-	-	1985	
대구지하철 1호선	-	○	-	-	1997	
부산지하철 2호선	-	-	○	-	1999	
인천지하철 1호선	-	-	○	-	1999	
광주지하철 1호선			○		2004	
대전지하철 1호선			○		2006	



신호제어 시스템의 개념도