

KR S-07020

Rev.8, 22. December 2016

열차자동정지장치(ATS)

2016. 12.



한국철도시설공단

REVIEW CHART

개정 번호	개정 일자	개정사유 및 내용(근거번호)	작성자	검토자	승인자
0	2008.11.12	철도신호설비시설지침 제정 (국토부→공단 이관, 제정) (기준팀-2757호)	송광열 최진식	이시용 오준호	강창호
1	2010.02.10	철도신호설비시설지침 전면개정 (기준심사처-269호)	최종관 허상영	유승위 윤한훈	김영국
2	2011.03.21	철도신호설비시설지침 일부개정 (기준심사처-847호)	최종관 허상영	이현정 윤한훈	김병호
3	2011.12.01	철도신호제어설비설계지침 제정 (국토부 기준관리 체계 부합화) (설계기준처-373호)	최종관 허상영	석종근 오준호	김영우
4	2012.12.5	설계기준체계 전면개정 (설계기준처-3537호)	허상영	석종근 오준호	김영우
5	2013.06.9	전차선절연구간예고지상장치 고장 감시기능 주파수 송수신 방식 추가 (설계기준처-1810호)	허상영	석종근 오준호	김영우
6	2014.06.30	ATP구간 ATS지상자 미설치 등 (설계기준처-1862호)	빙군섭	김대원 김학렬	이동렬
7	2015.07.01	ATS지상자 경보지점 계산식 오류 정정(설계기준처-1839호)	빙군섭	김학렬	이동렬
8	2016.12.22	ATS지상자 제어거리 보완, 전차선 절연구간예고장치 케이블 접속방법 보완(설계기준처-3630호)	빙군섭	손병두 이광재	김영하



목 차

1. 용어의 정의	1
2. 적용 조건	1
3. 장치의 구성	1
4. 지상자의 설치	1
5. 공진주파수	2
6. 공진회로의 선택도	3
7. 제어계전기	3
8. 전차선절연구간 예고 지상장치	3
해설 1. 열차자동정지장치(ATS)	4
1. 개요	4
2. 점제어식 ATS-S S-1형	4
2.1 장치의 구성	5
2.2 동작원리	6
2.3 장치의 기능	7
2.4 장치의 성능	9
3. 연속제어식 ATS-S S-2형	10
3.1 개요	10
3.2 지상장치	11
4. 점제어식 지상자 설치위치 설정	12
4.1 지상자와 신호기와의 위치	12
4.2 지상자와 장내신호기와의 위치	13
4.3 지상자와 신호기와의 위치	13
4.4 지상자와 출발신호기와의 위치	14
4.5 지상자와 신호기간의 제어거리	15
4.6 속도조사식 동작 개요	16
4.7 운전제어곡선	19
4.8 전동차용 속도조사식 ATS	21
4.9 DL용 속도조사식 ATS	21
4.10 지상자 제어계전기	22

5. 지상자의 설치	22
5.1 설치위치	22
5.2 경부선 2복선 구간의 ATS장치	24
5.3 신호현시 체계를 변경하는 구간의 ATS장치	27
해설 2. 전차선절연구간예고장치	28
1. 개요	28
2. 설치의 기준	28
2.1 장치의 구성	28
2.2 장치의 기능	29
2.3 장치의 성능	29
RECORD HISTORY	37

1. 용어의 정의

- (1) 열차자동정지장치(ATS : Automatic Train Stop) : 열차가 허용된 신호 이상으로 운전할 경우 자동으로 정지시키는 장치
- (2) 점제어식(Intermittent Control) : 지상의 특정지점에서 정지신호에서만 동작하는 방식
- (3) 속도조사식 : 신호기 직하에서 그 신호기 현시에 따라 열차속도를 제어하는 방식
- (4) 공진주파수 : 회로에 포함되는 L과 C에 의해 정해지는 고유 주파수와 전원의 주파수가 일치함으로써 공진 현상을 일으켜 전류 또는 전압의 최대가 되는 주파수

2. 적용 조건

- (1) 정지신호에서만 작동하는 점제어식은 2현시, 3현시 신호현시구간 및 4현시 구간의 일반 열차와 전동차가 혼용 운영구간에 적용하여야 하며 3현시 KTX운행 구간에는 장내 및 출발 신호기 직하에 속도조사식을 설치하여야 한다.
- (2) 열차가 신호지시속도를 초과 또는 신호체계를 무시하고 운행할 경우 자동으로 열차를 정지 또는 감속토록 하기 위해 4, 5현시 구간에 ATS-S S-2형 속도조사식을 적용하여야 한다.

3. 장치의 구성

열차자동정지장치는 지상자에 의해 제어되는 것으로 하고 다음 각 호를 구비하여야 한다.

- (1) 점제어식(S-1형)은 정지신호를 현시하고 있을 때 공진회로를 구성하여야 한다.
- (2) 속도조사식(S-2형)은 신호기의 현시조건에 따라 지정된 공진회로를 구성하여야 한다.
단, 구내폐색신호기가 설치되어 있지 않는 5현시구간에서 장내신호기의 경계신호 현시에도 불구하고 주의신호 조건으로 공진회로를 구성할 수 있다.

4. 지상자의 설치

- (1) 점제어식 점제어식 지상자 설치거리는 해당신호기의 절연위치에서 바깥쪽으로 열차 제동거리의 1.2배 범위로 한다.
- (2) 출발경보용은 해당신호기의 절연위치에서 바깥쪽으로 15m이상으로 한다.
- (3) 속도조사식 지상자는 해당신호기의 절연위치에서 바깥쪽으로 15m이상으로 한다.
- (4) 유효장이 부족한 경우 전동차용은 해당신호기의 절연위치에서 바깥쪽으로 5m이상으로 할 수 있다.
- (5) 무절연궤도회로(AF궤도회로 등) 구간은 송신측 유니트 잠바선 설치 위치로부터 (1)~(4)항을 적용한다.
- (6) 레일 하부로 지나가는 리드선은 보호관을 설치한다.



- (7) 지상자 리드선은 절단 또는 중간 접속을 해서도 안 되며, 또 지상자 하부에 여분 리드선을 정리하지 말아야 한다.
- (8) 궤간중심으로부터 지상자 중심선과의 간격은 열차 진행방향으로 보아 다음 각 목과 같다.
 - ① 점제어식 : 좌측 300mm±10mm 이내
 - ② 속도조사식
 - 가. 전기동차 : 오른쪽 300mm±10mm이내
 - 나. 동 력 차 : 왼 쪽 300mm±10mm이내
- (9) 레일상면으로부터 지상자 상면까지의 높이는 점제어식은 50mm~80mm, 속도조사식은 20mm~50mm의 범위
- (10) 지상자 밑면과 자갈과의 간격 50mm 이상
- (11) 가드레일과의 간격 400mm 이상
- (12) 지상자만을 설치할 경우에는 리드선이 붙은 상태로 단락되지 않도록 처리한다.
- (13) 레일 이음매부에서 3분 이내의 침목을 피한다.
- (14) ATP시스템을 설치하는 구간에서는 ATS 지상자를 설치하지 않는 것을 원칙으로 하고 ATS 차량과 혼용 운전하는 구간에서는 그러하지 않는다.

5. 공진주파수

공진주파수의 검사는 지상자 시험기에 의하여 시행하며 공진주파수 범위는 다음 각 호와 같다.

- (1) 점제어식은 지상자 제어계전기의 접점을 개방한 상태에서 125kHz~131kHz 범위로 한다.
- (2) 차상속도조사식은 신호현시에 따라 다음과 같이 하며 주파수의 허용범위는±2kHz이내로 한다.

① 4 현시용

표 1. 공진주파수 및 속도제어

신 호 현 시		R0	R1	Y	YG	G
전기동차용	공진주파수(kHz)	130	122	106	98	
	ATS속도제어(km/h)	0	15	45	FREE	

주) 단, 114kHz 공진시 ATS 속도제어는 25km/h

② 5 현시용

표 2. 공진주파수 및 속도제어

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	

③ KTX 응동용(3현시 구간용)

표 3. 공진주파수 및 속도제어

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

6. 공진회로의 선택도

공진회로의 선택도(Q값)은 지상자 제어계전기 접점을 개방한 상태에서 다음 값을 유지한다.

표 4. 공진주파수 및 선택도

구 분	공 진 주 파 수	Q
점 제어식	130kHz	50 ~ 190
속도조사식	각 공진주파수	70 이상

7. 제어계전기

- (1) 접점저항은 100mΩ 이하
- (2) 전원전압의 입력단자 전압은 점제어식은 DC10V±5% 또는 DC24V±10%, 속도조사식은 DC24V±10%이내로 한다.
- (3) 절연저항은 도체 부분과 대지 간 2MΩ이상(지상 장치와 케이블 포함)

8. 전차선절연구간예고 지상장치

- (1) 지상자는 속도조사식에 의하되 송신기의 출력주파수를 차상장치로 전송하여야 한다.
 - ① 송신기와 지상자 간격은 20m 이내로 설치한다.
 - ② 지상자 설치위치는 ATS지상자 설치와 동일하게 한다.
- (2) 고장표시반은 송신기 1, 2계의 운용, 동작상태 및 고장감시 기능을 가져야 한다.

해설 1. 열차자동정지장치(ATS)

1. 개요

열차자동정지장치(ATS : Automatic Train Stop) 지상신호방식의 악천후 등의 한계를 극복하고 개인차에 의한 오인과 조작 착오로 인한 사고를 미연에 방지하기 위하여 정해진 신호현시에 따른 속도 이상으로 운행할 경우 기관사에게 제동장치를 조작하도록 램프와 부저로 주의를 환기시키고 설정시간 이내에 제동조작을 하지 않으면 자동으로 열차를 안전하게 정지시키는데 그 목적이 있다.

지상신호방식의 열차운전은 신호현시조건에 따라 기관사의 조작에 의해 운전함으로써 악천후인 경우 안전운전을 확보하는데 어려움이 있고 기관사의 돌발적인 육체적 결함 등으로 신호 확인의 누락이나 착오 시 제한된 속도이상으로 운행 시 벨과 경보 등으로 기관사에게 주의를 환기시키고 열차를 정지시키기 위한 것이 열차자동정지장치이며, 지상신호 구간에서는 필수적으로 설치되어야 한다.

ATS장치는 차상장치와 지상장치로 구성되어 있으며 동력차 하부에 설치된 차상자가 궤도내에 설치되어 있는 지상자를 통과할 때 제한속도 정보를 차상자에서 감응하여 열차가 안전하게 운행이 되도록 하며 ATS장치의 기본조건은 열차를 정지신호가 현시된 신호기 앞에서 정지시켜야 한다.

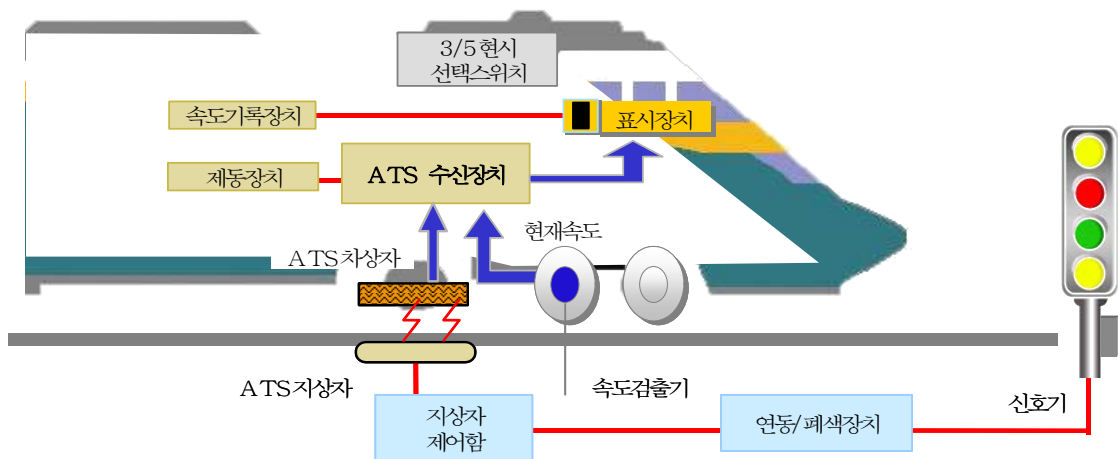


그림 1. ATS장치의 구성도

2. 점제어식 ATS-S S-1형

- (1) 정지신호에서만 작동하는 점제어식 ATS는 2현시, 3현시 및 4현시 구간의 전동열차와 일반열차가 병행 운행구간에 적용하여야 한다.
- (2) 점제어식 ATS는 정지신호 현시를 무시하고 계속 진행하는 열차를 정지시켜 주는 설비이다.

2.2 장치의 구성

- (1) 지상신호기의 현시에 따라 지상정보를 차상으로 보내주는 지상장치와 차상으로부터 정보를 수신하여 동작하는 차상장치로 구성되며 <그림 2>는 3현시 구간의 ATS 장치의 구성도를 나타낸 것으로 지상정보에 대한 ATS 수신기의 최고 응답속도는 170km/h 이다.
- (2) 지상장치는 경보지점의 레일 사이에 설치하여 그 지점을 통과하는 열차의 차상자와 공진회로로 결합되는 지상자와 이것을 신호현시에 따라 제어하는 지상자 제어계전기 및 케이블로 구성되어 있다.

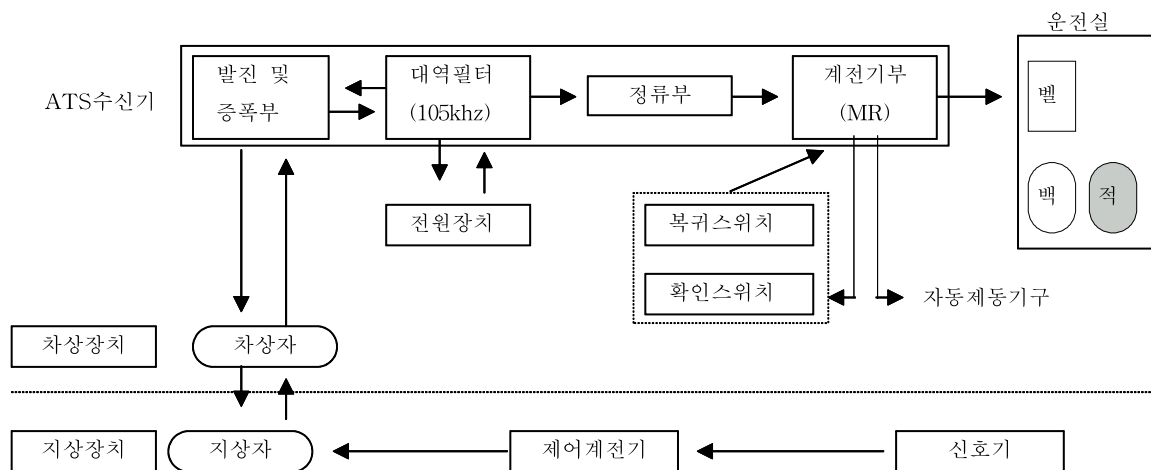


그림 2. 3현시 ATS장치의 구성도

- (3) 신호기와 지상자 제어계전기를 연결하는 제어용 케이블로서 F-CVV 2.5mm²×2C의 제어 케이블을 사용한다. 그림은 지상장치의 결선도를 나타낸 것이다.

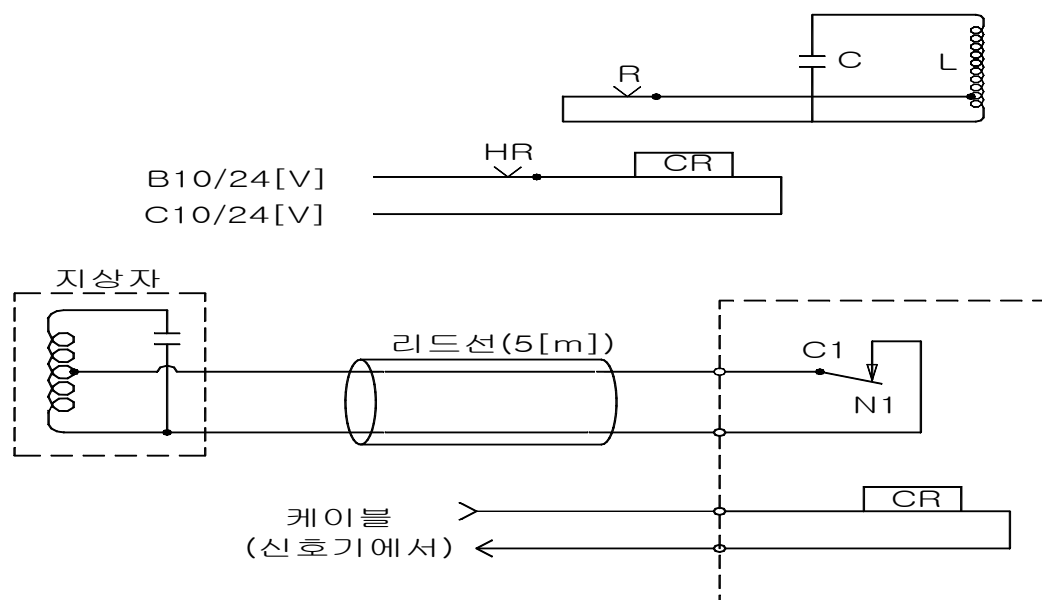


그림 3. 지상장치의 결선도



2.3 동작원리

정지신호에서만 동작하는 점제어식(지상장치 : ATS-S1, 차상장치 : 3현시) ATS는 3현시 신호로 운행되는 구간에서 정지신호가 현시된 신호기 앞에 열차를 정지시키는 설비이며 신호기의 위치와 동작과정은 다음과 같다.

열차가 진행 또는 주의신호를 현시하는 지점까지는 운전실에 설비한 백색등이 점등되어 정상운행이 가능하지만 해당 신호기가 정지현시일 때 열차가 지상자를 통과하면 적색등이 점등되고 벨이 울려서 기관사에게 경보를 전달한다.

이때 기관사가 5초 이내에 확인 조작을 하면 적색등은 소등, 벨은 정지되며 다시 백색등이 점등되지만 확인조작을 하지 않으면 5초가 지난 다음 비상제동이 동작하여 열차는 신호기 앞에서 정지하게 된다.

일단 비상제동이 동작하면 복귀조작을 한 다음 제동밸브에 의하여 천천히 정상상태로 복귀한다.

2.3.1 지상장치

(1) 지상자

지상자는 내부에 코일과 콘덴서로 이루어져 130kHz의 공진주파수를 갖는 LC회로를 구성하며 지상자에는 5m의 리드선이 연결되어 있어 지상자 제어계전기에 의해 이 끝을 단락 또는 개방함으로써 제어한다.

(2) 지상자 제어계전기

지상자 제어계전기는 소비전력 1W의 소형계전기로 정위(N2) 접점을 구비하고 여기에 지상자 리드선을 접속하여 제어한다.

신호기가 정지현시일 경우에는 지상자 제어계전기에 공급되는 전원이 끊어져 계전기가 낙하되고 지상자는 130kHz의 공진회로를 구성한다. 또, 신호기가 진행현시일 경우에는 계전기가 동작하여 지상자 코일의 일부가 단락되어 차상장치에 아무런 영향을 미치지 않게 된다.

2.3.2 차상장치

차상장치는 지상으로부터의 정보를 받는 차상자, 정보를 해석하여 경보기와 제동 장치의 회로를 제어하는 수신기, 운전실 내에 설치된 경보기, 표시기 및 확인 푸시버튼 등으로 구성되어 있다.

(1) 차상자

차상자는 차체 하부의 차량 중심으로부터 진행방향(기관차 정면)에 대하여 좌측으로 300m의 위치에 차상자 중심이 위치하도록 하고 레일면으로부터 높이가 130mm 범위에 취부하게 된다. 2조의 코일에 의하여 지상자로부터의 정보를 받아 수신기에 전달한다.

결합도의 조절은 조정판을 상하로 이동시켜서 할 수 있는데 조정판이 없으면 자속 분포가 많아져서 결합도가 커지고 조정판이 사이에 위치하면 자속분포가 변화하여 결합도가 변화하는 것을 이용한 것이다.

코일의 임피던스는 코일의 2차측을 개방하였을 때 $515 \pm 5 \mu\text{H}$ 이고 상호인덕턴스는 $1 \sim 2 \mu\text{H}$ 정도이다. 한쪽 코일에 $1\text{k}\Omega$ 의 순 저항을 접속하고 다른 한쪽은 100kHz , 100mA 의 전류를 흘렸을 때 저항 양단에는 $80 \pm 10\text{mV}$ 의 전압을 유기된다.

(2) 수신기

수신기는 운전실의 차상자와의 거리가 가까운 곳에 설치한다. 평상시에는 차상자와 조합하여 105kHz 의 상시 발진회로를 구성하고 있으나 차상자가 130kHz 의 공진회로를 구성하고 있는 지상자에 접근하면 주파수가 변화하므로 여파기(Filter)의 작용에 의하여 주계전기(MR : Master Relay)는 무어자되며 경보회로와 제어회로를 제어하게 된다.

(3) 경보기

경보기는 운전실 내에 설치되어 경보를 받았을 경우 수신기의 제어에 의하여 즉시 경보벨을 울리게 한다.

(4) 표시기

운전실 내에서 가장 잘 보이는 곳에 설치해야 하며 백색등과 적색등으로 표시하고 있다. 평상시에는 백색등으로서 장치가 정상적이라는 표시를 하고 있으나 정보를 수신하면 백색등은 소등되고 적색등이 점등된다.

(5) 확인푸시버튼 및 복귀스위치

이들은 모두 운전실 내의 손이 쉽게 닿는 곳에 설치되어 있으므로 경보가 발생하였을 때 또는 비상제동이 동작했을 때 기관사가 신속하게 취급하거나 원래의 상태로 복귀하는 것에 사용한다.

2.4 장치의 기능

2.4.1 동작 원리

ATS 차상자가 지상자에 접근하면 차상에 설치된 발진회로의 전송특성에 변화를 주어 발진주파수를 변화시키는 변주방식(주파수 변환 방식)이 사용되고 있다. 주파수 변주방식은 발진회로에 2차 회로를 결합시킬 경우에 발진주파수가 변화하는 인입 현상을 이용한 것으로 차상자를 필터회로와 조합시켜 2차회로 결합의 유무로 계전기가 동작하거나 낙하하도록 하고 있다.

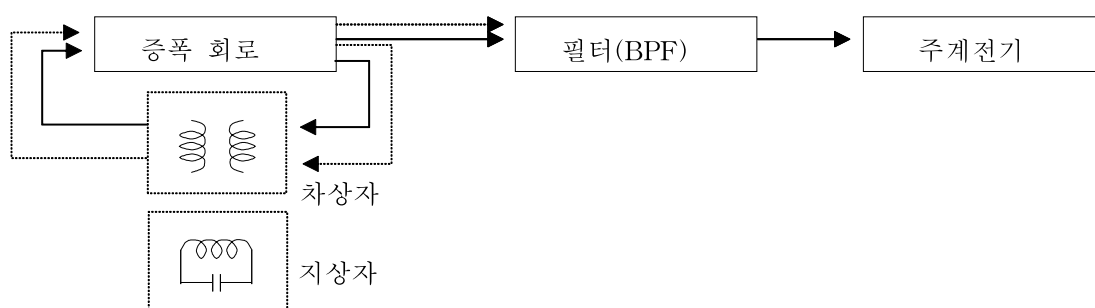


그림 4. ATS의 동작원리



즉, 평상시에는 수신기 내부의 증폭회로, 필터, 차상자 등을 조합한 회로의 특성이 105kHz의 발진조건을 만족하도록 되어 있어 이 주파수가 지속적인 발진을 하도록 되어 있다가 공진주파수 130kHz의 지상자가 차상자에 접근하였을 때 지상자와 차상자가 전기적으로 결합하여 차상자의 전송특성이 변하여 지상자의 공진주파수 130kHz를 만족시키는 상태로 된다. 이 현상은 원래 차상자의 1차코일에서 2차코일에 이르는 105kHz의 발진회로에 지상자가 결합함으로써 1차코일→지상자 코일→2차코일로 이루어지는 130kHz의 발진에 적합한 새로운 경로가 생긴다고 말할 수 있다.

지상자가 차상자와 결합하는 초기에는 105kHz 및 130kHz 2개의 주파수 발진이 동시에 이루어지지만 결합이 증가하면 105kHz의 발진조건이 변화하여 130kHz로 발진하게 된다. 이 발진은 <그림 4>의 점선 화살표와 같은 경로로 전송되며 105kHz로 설계되어 있는 필터에 의해 차단되어 후단으로는 전송되지 않기 때문에 주 계전기가 무역자로 되어 접점이 낙하하게 된다.

ATS를 설비한 차량은 평상시 백색등이 점등되어 있으나 열차가 경보지점에 이르면 주계전기가 낙하하고 경보기가 동작하여 기관사에게 경보를 알린다. 이때 경보기가 동작하면 백색등은 소등되고 적색등이 점등되어 자동으로 제동회로를 동작시켜 5초 동안 시간을 계산한다.

기관사가 5초 이내에 제동핸들을 제동위치에 놓고 확인단추를 눌러 원상복귀를 하는 확인취급을 하지 않으면 비상제동이 체결되어 열차를 정지시키게 된다. 비상제동이 체결되면 제동핸들을 비상위치에 놓고 복귀스위치를 조작하여 장치를 원상으로 되돌려야 하는데 제동핸들을 비상위치에 놓고 열차가 정지한 후가 아니면 원상복귀되지 않는다.

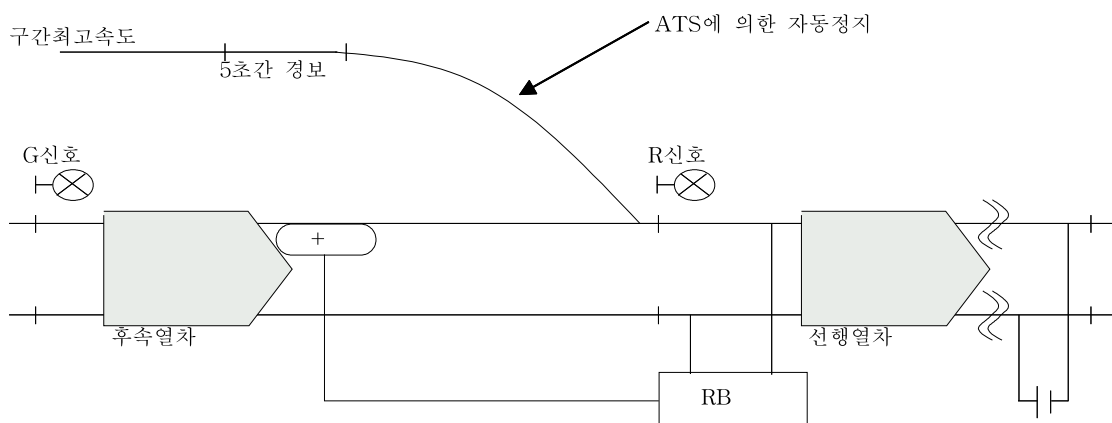
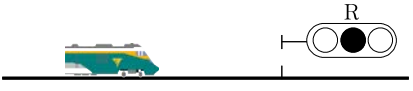

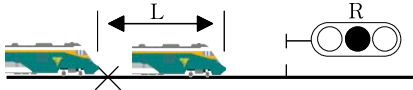
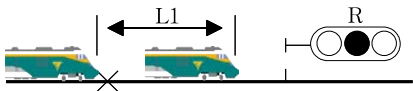
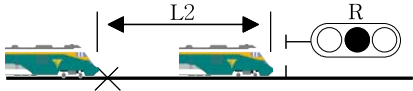


그림 5. 3현시 ATS의 동작구조

2.4.2 3현시 ATS장치의 동작과정

표 1. 점제어 ATS 동작과정

상	황	표	시
정상시		<ul style="list-style-type: none"> 백색등 점등 기관사에 의한 정상운행 	
열차가 경보상태에 지상자(X표시) 위를 통과할 때		<ul style="list-style-type: none"> 백색등 소등, 적색등 점등, 벨 울림 확인조작 할 때까지 5초간 계속 	
경보후 5초 이내에 기관사가 제동핸들을 제동위치에 놓고 확인스위치를 눌렀을 때 ATS는 무출력	 L = 소정의 조작을 하는 시간에 상당한 거리	<ul style="list-style-type: none"> 벨 울림 정지, 적색등 소등 백색등 점등 	
경보 후 5초 이상 경과하였을 때	 L1 = 경보 후 5초 이상 경과 후 주행한 거리	<ul style="list-style-type: none"> 자동으로 비상제동 체결 	
열차정지 후 제동핸들을 비상제동위치에 놓고 복귀스위치를 조작하였을 때	 L2 = 비상제동거리	<ul style="list-style-type: none"> 자동으로 비상제동이 풀리고 벨울림 정지 진방신호기 진행현시 시 열차운행 가능 	

2.5 장치의 성능

표 2. 지상장치의 성능

구 분	성 능	비 고
공진주파수	130kHz	
Q(선택도)	170±20(S-1)	
제어케이블	5m	
지상자 제어계전기	DC 10V, 0.12A, 접점수 N2	



표 3. 차상장치의 성능

구 분	성 능	비 고
열차운동 최고속도	170km/h	
전원전압	DC 18V	
수신기 소비전력	7W	
발진주파수	105kHz	
변주주파수	130kHz	
응동시간	11ms	
차량 좌우 진동한계	좌우 50mm(직선부) 좌우 110mm(곡선부)	
차상자 결함도	80±10MV	
비상제동 여유시간	약 5Sec	
차상자 접속함~수신기 사이	5~10m의 4심 차폐케이블로 접속	

3. 연속제어식 ATS-S S-2형

3.1 개요

- (1) 열차가 신호지시속도를 초과 또는 신호체계를 무시하고 운행할 경우 자동으로 열차를 정지 또는 감속토록 하기 위해 4, 5현시 구간에 ATS-S S-2형 속도조사식을 설계하여야 한다.
- (2) 신호현시별 제한속도 및 지상자 공진주파수는 다음의 표와 같고, ATS-S S-2형의 전기적 성능은 표와 같다.

표 4. ATS의 전기적 성능

종 류	공칭주파수[kHz]		공칭주파수에 대한 Q		비 고
	개 방	콘덴사부가	개 방	콘덴사부가	
점 제어식	130±0.5	-	170±20		표준온도는 20℃로 한다.
속도조사식	130±0.5	122±1.0 114±1.0 106±1.0 98±1.0	+ 40 150 - 20	+ 40 140 - 20	

- 주1) 지상자는 수밀성과 온도의 변화 및 차량진동 기타의 변화에도 각부의 변화를 가져와서는 안 된다.
- 주2) 지상자를 약 60℃ 온수 중에 약 3시간 이상 침적시킨 후 약 1시간 대기 중에 방치하고 다시 60℃ 이상의 온수 중에 침적시켜 2시간이상 경과 후 물과 도체부분과의 직류 500V 절연저항계를 사용 100MΩ 이상의 절연저항을 갖고 교류 1,000V, 60Hz 전압을 1분간 가압하여도 이상이 없어야 한다.
- 주3) 표준온도에서 지상자의 케이블 선단을 단락 또는 10Ω의 순저항으로 접속시켰을 때 측정회로로서 공진주파수 200kHz 이내에 Q가 5이상의 공진점이 없어야 한다.

3.2 지상장치

지상자의 표준설치상태에서의 열차운동 최고속도는 170km/H이고 열차주행 중의 횡 방향 동요는 50mm 이내 이다. 지상자의 내부 공심코일(약 300μH)과 콘덴서(약 0.005μF)의 직렬 공진회로로 구성되어 있다.

3.2.1 공진주파수와 선택도

지상자의 공진주파수는 다음과 같이 구한다.

$$\therefore \text{지상자의 공진주파수 } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad (1)$$

단, 차상속도조사식은 신호현시에 따라 위 표와 같으며 공진회로의 선택도(Q값)는 지상자 제어계전기 접점을 개방한 상태에서 전기적 성능의 표와 같다.

지상자의 공진주파수에서 선택도 Q는 다음 식으로 구한다.

$$Q = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{f_0}{f_2 - f_1} \quad (2)$$

Q는 <그림 6>에서 공진시 최대전류 I_{max}의 몇 [%]에 있는 가 또한 그때의 주파수 폭(B = F₂ - F₁ = F₀/Q)은 어느 위치인가를 아는 것이다. 따라서 공진 시의 $1/\sqrt{2} = 0.707$ 배에서 Q값의 양부를 결정하는 기준으로 하고 있다.

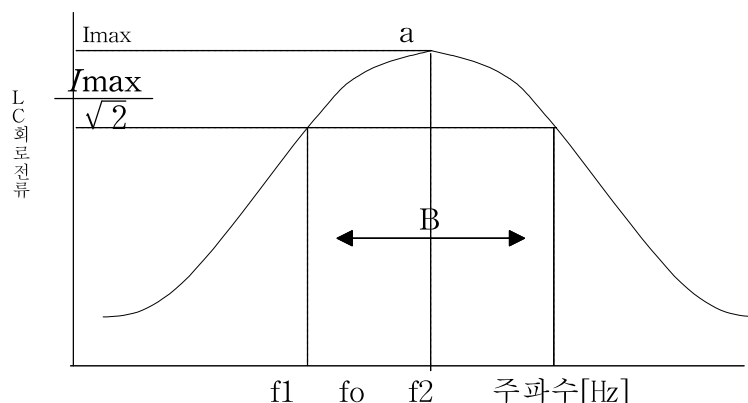


그림 6. 지상자의 Q(선택도)

그 이유는 공진 시에 리액턴스($\omega L = 1/\omega C$)가 0에 근사하게 되고 저항분이 같게 되는 때는 공진임피던스 $Z = \sqrt{r^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$ 로 되고 여기에서 ($\omega L - 1/\omega C = r$)로 되기 때문에 $Z = \sqrt{r^2 + r^2} = \sqrt{2}r$ 로 된다. 따라서 Q는 저항 R과 불가분의 관계가 있으므로 지상자의 리드선을 적당한 길이로 하여야 하며 접속하여 사용하여서는 안 된다.



4. 점제어식 지상자 설치위치 설정

4.1 지상자와 신호기와의 위치

4.1.1 장내 및 폐색신호기

3, 4, 5현시 구간에 있어서 점제어식 지상자의 설치위치는 해당신호기의 1.2ℓ 를 넘지 않아야 하며 지상자의 제어는 해당신호기 바깥쪽에 설치된 신호기 현시조건으로 지상자를 제어하는 것으로 하되 지상자를 제어하는 신호기의 바깥쪽 20m 이상에 설치하여야 한다.

4.1.2 출발신호기에서 ℓ 이 도착선 유효장 이상인 경우

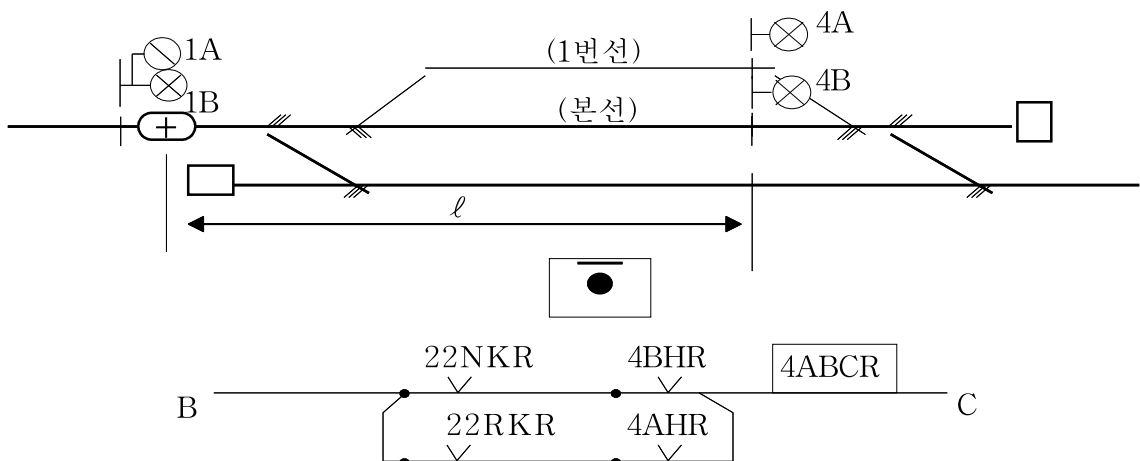


그림 7. 출발신호기에서 ℓ 이 도착선 유효장 이상인 경우

주) 출발 ATS를 장내신호기 직하에 설치하여 장내신호 제어조건으로 제어계전기를 동작시킬 경우 해당 진로 외에는 동작하지 않도록 한다.

4.1.3 지상자와 중계신호기와의 위치

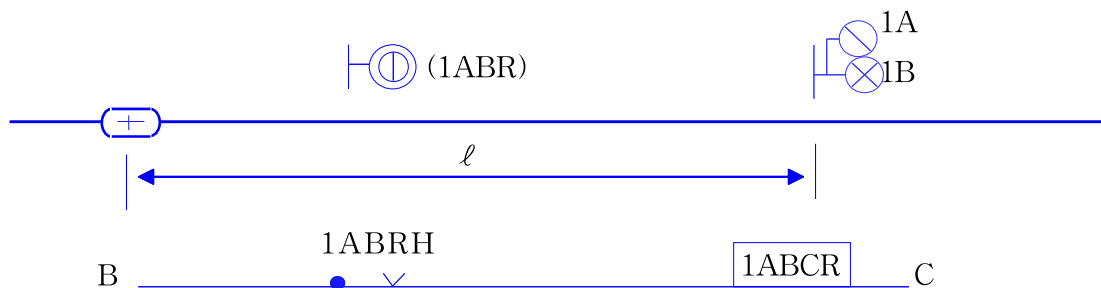


그림 8. 이 중계신호기까지의 거리 이상인 경우

주) 중계신호기에 지상자를 설비하기 위하여 ℓ 의 제어거리를 단축하여서는 안된다.

4.2 지상자와 장내신호기와의 위치

4.2.1 장내신호기 직하

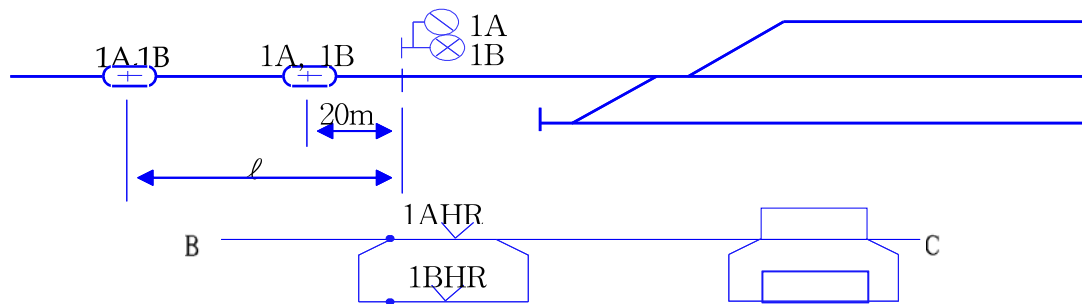


그림 9. 장내신호기 직하

4.2.2 출발신호기용 지상자가 장내신호기의 바깥쪽이 될 경우

(1) 50m 이하일 경우

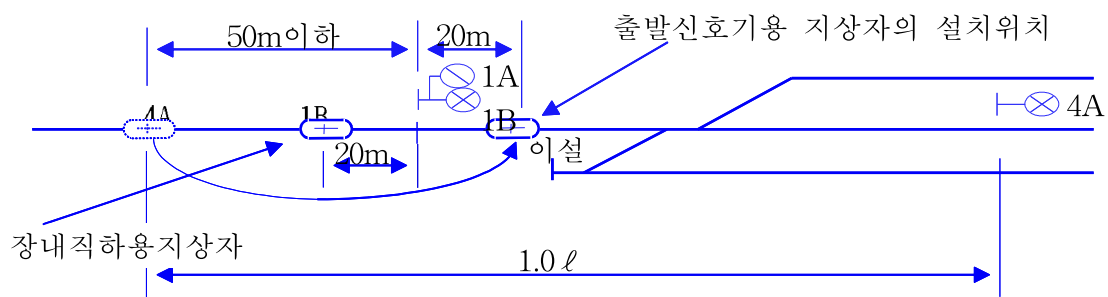


그림 10. 출발신호기용 지상자가 장내신호기의 바깥쪽이 될 경우

주) 장내직하가 있을 경우에는 출발신호기용 지상자는 1.0ℓ 이하일 때도 있다.

(2) 50m 이상일 경우

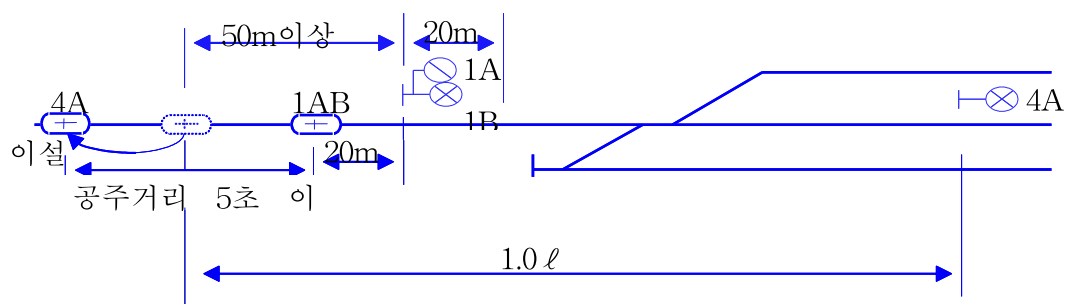


그림 11. 50m 이상일 경우

주) 장내직하 지상자가 있을 경우는 출발신호기용 지상자는 1.2ℓ 이상이 되는 경우도 있다.

4.3 지상자와 신호기와의 위치

출발신호기용 지상자가 장내신호기의 바깥쪽까지 ℓ 를 필요로 할 경우 장내신호기 안 쪽 20m 이내에 설치할 수 있다.



4.3.1 50m 이하일 경우

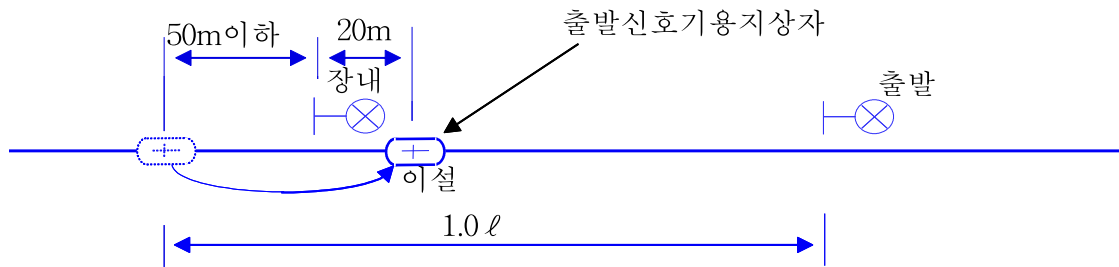


그림 12. 지상자와 신호기와의 위치(50m 이하)

4.3.2 50m 이상일 경우

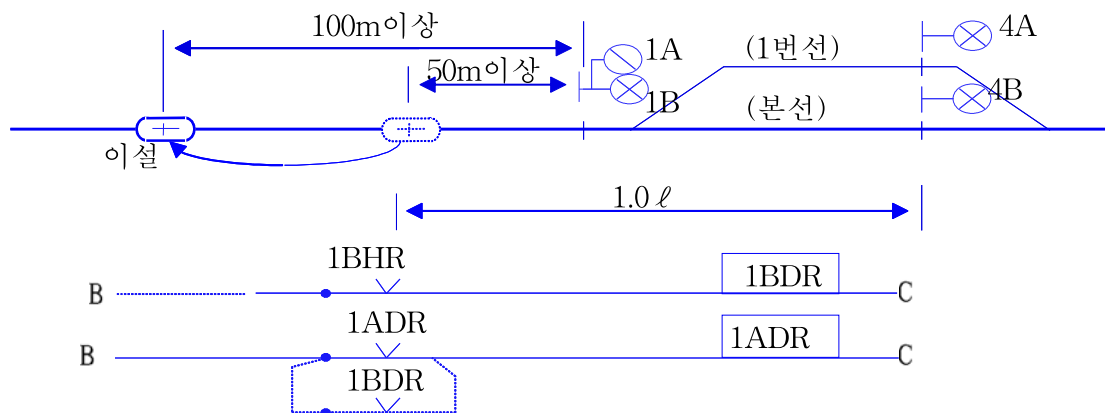


그림 13. 지상자와 신호기와의 위치

주) 1A DR의 정위접점은 1번선을 통과하는 열차가 있을 경우

4.4 지상자와 출발신호기와의 위치

4.4.1 출발신호기 직하

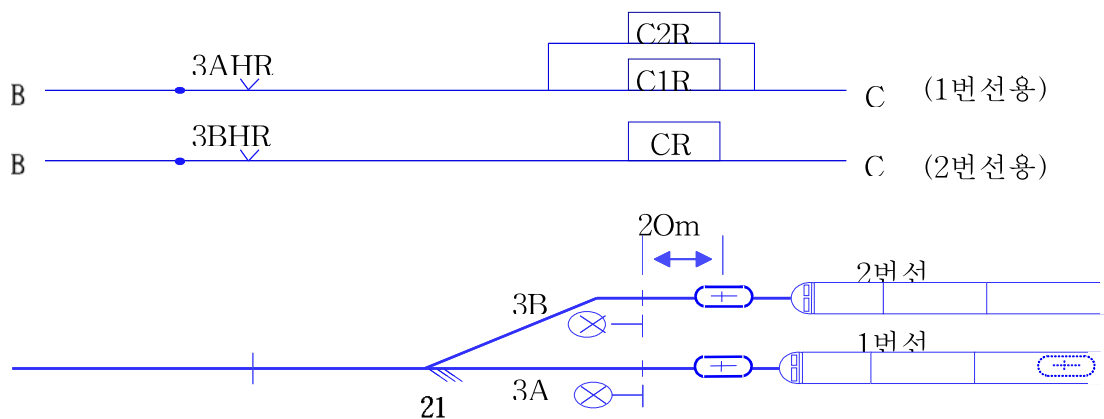


그림 14. 지상자와 출발신호기와의 위치(출발신호기 직하)

4.4.2 열차의 제어를 받을 경우의 방호

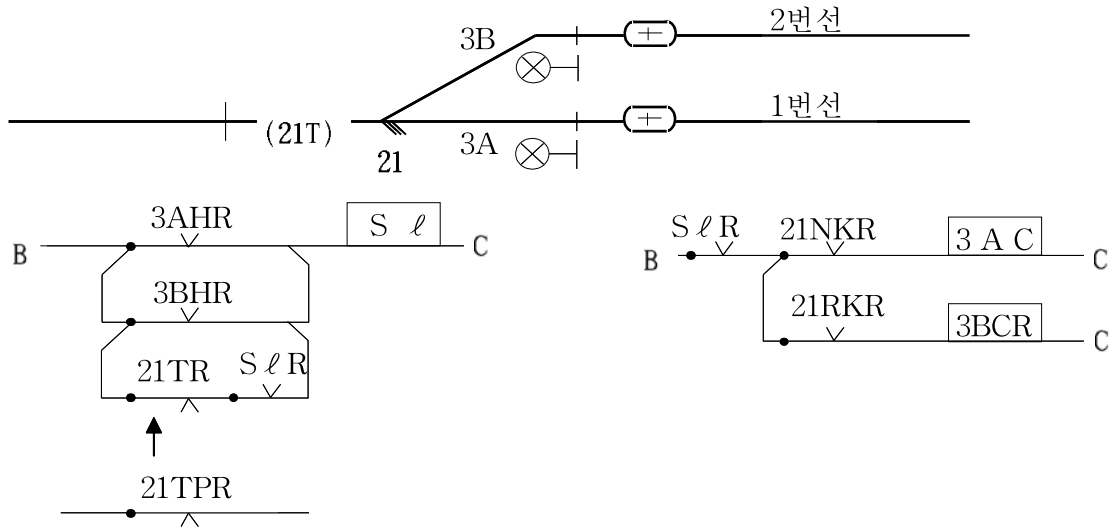


그림 15. 지상자와 출발신호기의 위치(방호구간)

주) 필요에 따라 TPR 접점을 사용한다.

4.5 지상자와 신호기간의 제어거리

지상자의 경보개시지점에 설치하는데 신호기로부터 경보개시지점(ℓ)은 계산식에 의해서 산출되며 설치지점은 $\ell \sim 1.2\ell$ 의 범위로 한다.

또 지상자와 신호기간의 거리가 짧을 경우에는 정차해야 할 신호기를 통과하게 되어 사고가 발생할 우려가 있으며 또 너무 긴 경우에는 앞서서 정차하게 된다.

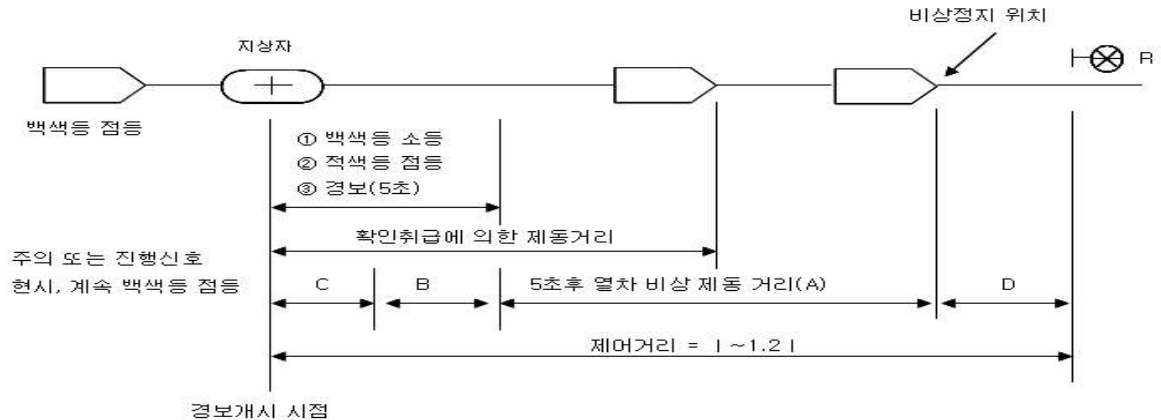


그림 16. ATS에 의한 열차 정지

주1) 신호기와 지상자간의 거리

지상자 통과 후 비상제동이 걸리기 전까지 운행거리 + 비상제동거리 + 여유거리

주2) A : 비상제동거리[m]

B : 경보가 울리기 시작하여 비상제동이 작용하기까지의 주행거리[m]

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

D : 여유거리 = $(A+B+C) \times 0.2m$



표 5. ATS 지상자 경보지점 계산식

종별	ℓ 의 계산식[m]	정리(A+B+C)
전동차	$\left(\frac{V^2}{20} \times 0.7 + \frac{V}{3.6} \right) + 5 \times \frac{V}{3.6} + \frac{V}{3.6}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> A B C </div>	$\frac{0.7V^2}{20} + \frac{7V}{3.6}$
여객	$\left(\frac{V^2}{20} + 2 \times \frac{V}{3.6} \right) + 5 \times \frac{V}{3.6} + \frac{V}{3.6}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> A B C </div>	$\frac{V^2}{20} + \frac{8V}{3.6}$
화물	$\left(\frac{V^2}{15} + 5 \times \frac{V}{3.6} \right) + 5 \times \frac{V}{3.6} + \frac{V}{3.6}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> A B C </div>	$\frac{V^2}{15} + \frac{11V}{3.6}$

여기서, 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]

4.6 속도조사식 동작 개요

속도조사식 ATS의 작동개요는 전동차용(4현시)과 DL용(5현시)으로 분류한다.

4.6.1 장치의 구성

열차의 속도를 조사하여 신호기가 지시하는 제한속도 이상으로 열차가 운행하는지를 판단하고 제한속도를 일정시간 초과하는 열차에 대하여 ATS가 동작하는 차상속도 조사방식(지상장치 : ATS-S2형, 차상장치 : 4, 5현시 겸용 사용 가능)의 구성은 <그림 17>과 같다.

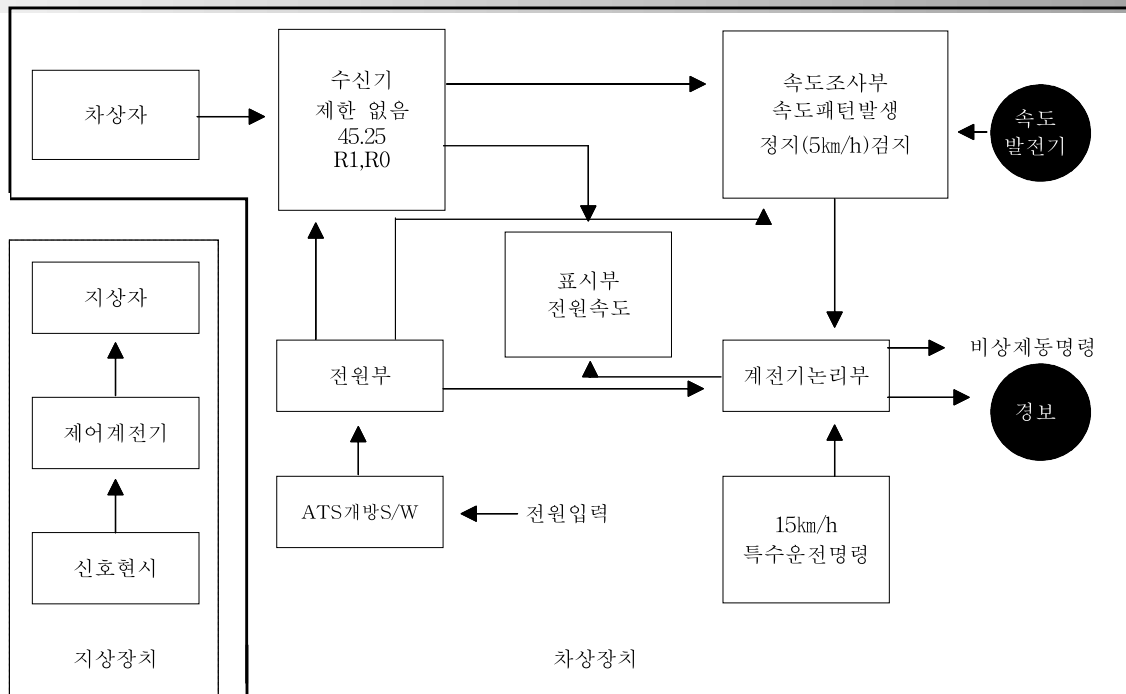


그림 17. 속도조사식 ATS의 구성

4.6.2 지상장치

지상장치는 경보지점의 궤도 사이에 설치되어 그 지점을 통과하는 열차에 정보를 보내는 지상자와 이것을 신호기의 현시에 따라 제어하는 지상자 제어계전기 및 케이블로 구성되어 있다.

(1) 지상자

지상자는 내부에 코일과 콘덴서로 구성되어 130kHz의 공진주파수를 갖는 LC회로를 형성하고 차상자와 대응하도록 열차진행방향으로 향하여 궤도 중심으로부터 오른쪽으로 300±10mm, 궤도면으로부터 50mm 아래쪽에 설치하고 지상자와 차상자 사이의 거리는 70~260mm가 되도록 한다.

(2) 지상자제어함

지상자제어함에는 소형 계전기와 신호현시조건에 맞는 콘덴서로 구성되어 있으며 여기에 지상자 리드선을 접속하여 제어한다. 정지신호를 현시하면 제어계전기의 공급전원이 차단되어 계전기가 모두 낙하하고 지상자는 130kHz의 공진회로를 구성하나 진행신호를 현시할 경우에는 4개의 계전기가 동작하여 지상자의 공진회로에 콘덴서가 부가되어 98kHz의 전자파를 방사할 수 있는 구조로 되어 있다.

4.6.3 차상장치

차상장치는 지상의 여러 주파수를 검지하는 차상자, 정보를 분석하여 경보기와 제동장치의 회로를 제어하는 수신기, 속도조사부, 계전기논리부, 운전실 내에 설치된 경보기, 표시기, 전원부 및 전동차의 실제속도를 감지하는 속도발전기 등으로 구성되어 있다.



차상자는 차체하부의 차량 중심으로부터 우측으로 300mm의 위치에 차상자 중심이 오도록 설치하고 지상자로부터 정보를 받아 수신기에 전달한다.

차상자 코일 상면의 금속편을 상하로 이동시킬 수 있는 구조로 된 조정판은 차상자 2개의 코일 결합도가 수신기에 최적의 상태가 되도록 조정하기 위하여 사용된다. 수신기는 차상자와 조합된 발진기, 기준 발진주파수에 대응하는 대역여파기, 각 신호 현시에 대응하는 대역여파기, 3초 한시계전기, 출발 및 기억차단계전기, 전원부 등으로 구성되어 있다. 차상자가 지상자 위를 통과할 때에 발진기는 지상자의 공진주파수와 결합되어 신호현시가 진행 또는 감속신호인 경우 78kHz로부터 98kHz로 변주한다. 이 때 신호현시에 대응하는 대역여파기의 출력이 순간적으로 끊어져 동작하고 있던 Pr 계전기가 낙하되고 동시에 지상자 위를 통과할 때는 G, YG 대역여파기 출력으로 FPR 계전기가 동작한다. 지상자 통과와 함께 발진주파수 78kHz로 되돌아오고 FPR 계전기는 자기유지접점을 통하여 자기유지된다. 주의신호의 경우 위와 같이 78kHz로부터 106kHz로 변주하고 이때까지 자기유지하고 있던 PR 계전기는 낙하되고 대신 45PR 계전기가 동작하여 자기유지한다.

R₀ 현시의 지상자를 통과할 때에는 발진주파수 78kHz로부터 130kHz로 변주하고 역행 계전기 전부가 낙하된다. 신호현시와 공진주파수 및 동작하는 계전기는 표와 같다.

표 11. 신호현시와 공진주파수

신호현시	G/YG(Free)	Y	YY	R1	R0
공진주파수 (kHz)	98	106	114	122	130
계전기	FPR 동작	45PR 동작	25PR 동작	OPR 동작	전 PR 동작

출발계전기 STR은 ATS 전원투입 시 45PR을 선택하기 위한 것으로 전원투입 시에는 역행계전기가 모두 낙하되어 R₀ 현시와 같은 상태에 있으므로 STR의 동작에 의하여 45PR을 동작시켜 최초의 지상자까지는 Y현시 상당의 제어를 하도록 한다. 또한 이 STR회로는 15km/h 운전 및 특수운전 조작에 있어서의 제어속도 설정에도 사용된다. 3초 한 타임머신계전기는 속도초과 시 3초 이내에 제동헨들을 조작할 필요가 있어 사용되는 타이머이다. <그림 18>은 4현시 ATS차상장치 속도조사부의 구성도를 나타낸 것이다.

KR S-07020



표 12. 차상장치의 성능

구 분	성 능	비 고
열차 최고속도	150km/h	
주파수 변주	5주파수	
신호현시와 주파수		
G(Free)	98kHz	
Y(45km/h)	106kHz	
YY(25km/h)	114kHz	
R ₁ (0km/h)	122kHz	
R ₀ (0km/h)	130kHz	
차상자와 지상자간의 거리	70~260mm	
차량 좌우 진동한계	70mm이하	
차상자 결합도	80±10MV	
4심 실드케이블 길이	7.5±2.5m	
응동하는 지상자 특징	각 공진주파수±1kHz	
선택도(Q)	70 이상	
동작온도	-10~40℃	

4.7 운전제어곡선

- (1) 제동핸들을 운전상태의 위치에 놓으면 백색 표시등이 점등되고 Y신호의 정보를 기억한다.
- (2) 진행 또는 감속신호를 현시한 경우에는 신호기 내 진입시 속도조사를 받지 않는다.
- (3) 제한속도 이하의 운전하는 경우에는 ATS는 출력되지 않는다.
- (4) 주의 또는 경계신호를 현시한 경우에 제한속도를 초과하여 운전할 경우에는 3초 이내에 제한속도 이하로 감속하여야 하며 제동핸들을 조작하지 않을 때에는 3초 후에 비상제동이 자동으로 작동한다.

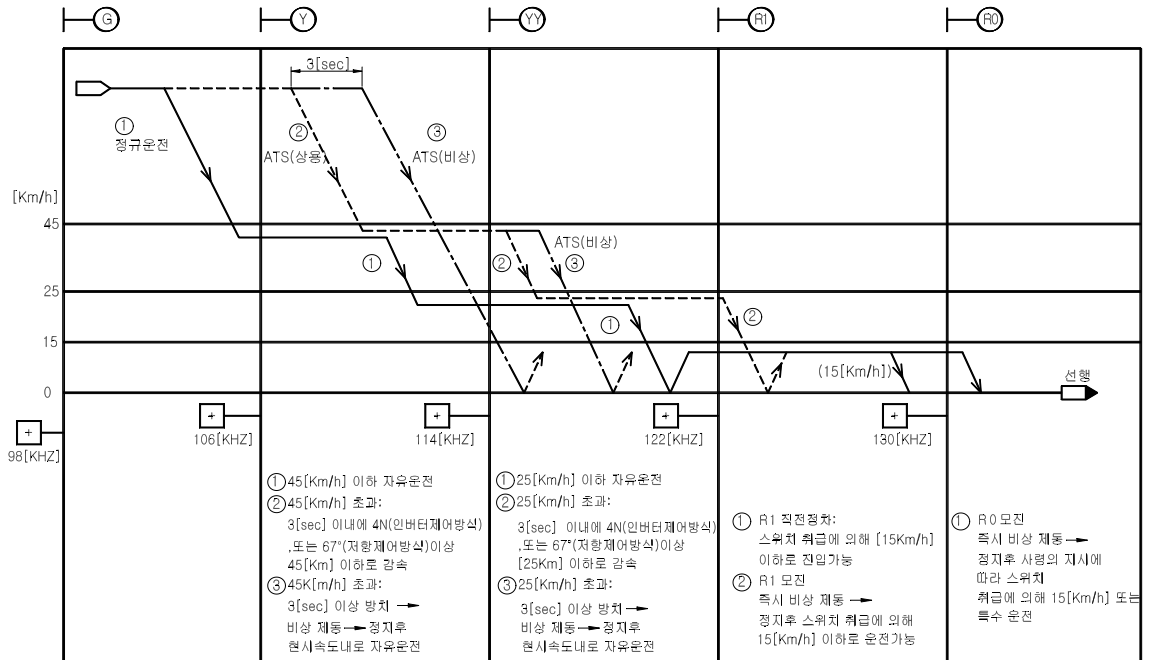


그림 19. 4현시 ATS 운전제어곡선

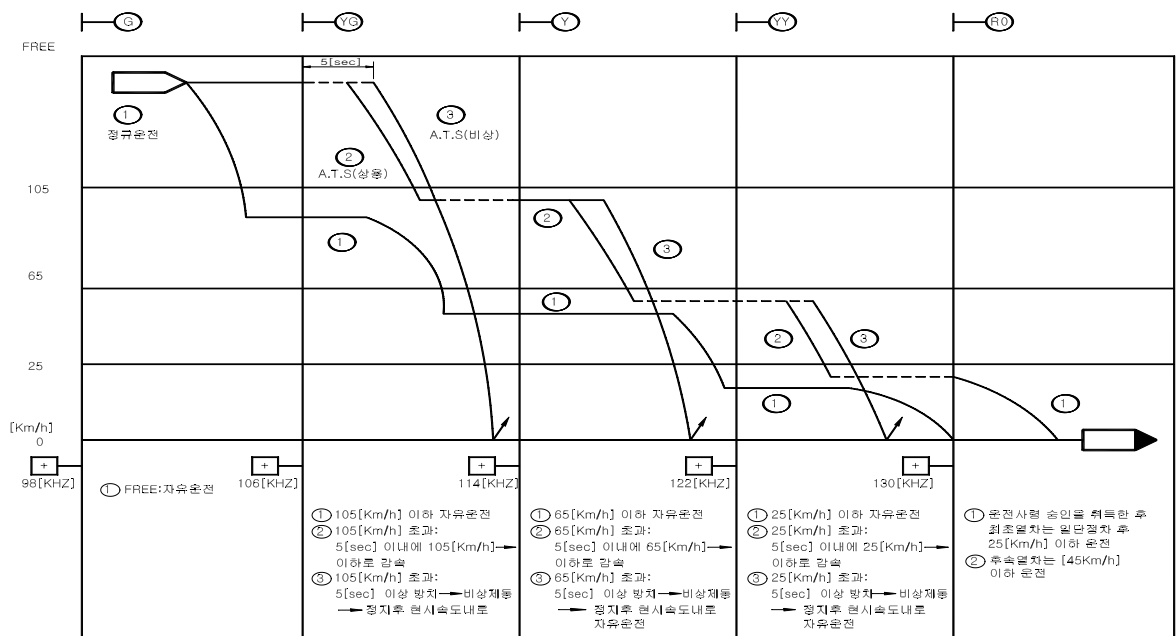


그림 20. 5현시 ATS 운전제어곡선

(5) R1, 또는 R0구간에 진입하였을 때에는 즉시 비상제동이 동작한다.

(6) 비상제동 시 운전을 재개할 때에는 스위치 조작에 의하여 15km/h 이하로 운전이 가능하고 15km/h를 초과하면 즉시 비상제동이 동작한다. 전방 신호현시가 R₁ 이외의 경우에는 그 지상자에 의하여 자동으로 복귀되고 현시된 신호에 따른다.



- (7) R0구간 내로 의식적으로 진입할 경우에는 일단정지 후 스위치 조작에 의해 1회에 한하여 15km/h 이하로 운전이 가능하며 15km/h 초과 시에는 즉시 비상제동이 작동한다.
- (8) ATS고장 등에 대하여는 운전사령의 승인 하에 개방운전 한다.
- (9) 기지 내 입환운전에 대하여는 입환위치로 스위치를 전환운전 한다.

4.8 전동차용 속도조사식 ATS

- (1) 진행 또는 감속신호현시의 신호기로 진입한 경우에는 속도조사는 받지 않고 운행한다.
- (2) 주의신호현시의 신호기로 진입한 경우에 속도조사는 45km/h(경춘선 65km/h) 이하로 운행한다. 속도를 초과할 경우에는 3sec 이내에 제동변을 4N(인버터 제어방식) 또는 67°(저항제어방식) 이상으로 두고 제한속도 이하로 감속한다. 제동변을 조작하지 않으면 3sec가 지난 다음 비상제동이 자동으로 작동한다. 비상정지 후에는 45km/h 이하로 운행한다.
- (3) R₁ 정지구간에 운행을 할 경우 일단 정지한 다음 15km/h 스위치 조작에 의해 15km/h 이하로 운전이 가능하다.
- (4) R₀ 정지구간에 운행을 할 경우 일단 정지한 다음 특수스위치의 조작에 의하여 1회에 한하여 15km/h 이하로 운전이 가능하다. 운전사령으로부터 R₀ 승인을 득한 후 ATS 스위치를 개방하고 운전이 가능하다.

4.9 DL용 속도조사식 ATS

- (1) 진행신호현시의 신호기로 진입한 경우에는 속도조사는 받지 않고 운행한다.
- (2) 감속신호현시의 신호기로 진입한 경우에는 105km/h 이하의 속도로 운행한다. 속도를 초과할 경우에는 5sec 이내에 105km/h 이하로 감속하고 제동변 핸들을 상용제동위치로 놓고 운행한다. 5sec를 초과할 경우에는 비상제동으로 정지 후 제동변을 비상제동위치에 놓고 복귀 취급한 후 105km/h 이하로 운행한다.
- (3) 주의신호현시의 신호기로 진입한 경우에는 65km/h 이하의 속도로 운행한다. 속도를 초과할 경우에는 5sec 이내에 65km/h 이하로 감속운행 한다. 5sec를 초과할 경우에는 비상제동으로 정지 후 65km/h 이하로 운행한다.
- (4) 경계신호현시의 신호기로 진입할 경우에는 25km/h 이하의 속도로 운행한다. 속도를 초과할 경우에는 5sec 이내에 25km/h 이하의 속도로 주행한다. 5sec를 초과할 경우에는 비상제동으로 정지 후 25km/h 이하로 운행한다.
- (5) 정지신호현시의 신호기로 진입할 경우에는 운전사령의 승인을 득한 후 최초 열차는 1회에 한하여 25km/h 이하의 속도로 운전할 수 있고 후속열차는 45km/h 이하로 운행한다.

4.10 지상자 제어계전기

정격 직류전압이 24V의 소형계전기 5개와 콘덴서들로 구성되어 있으며, 여기에 지상자 리드선을 접속하여 제어한다. 신호기가 정지현시일 경우에는 지상자 제어계전기에 공급되는 전원이 끊어져 계전기가 모두 낙하하고 지상자는 130kHz의 공진 회로를 구성하나 신호기가 진행현시일 경우에는 4개의 계전기가 작동하여 지상자의 공진회로에 콘덴서가 부가되어 98kHz의 주파수가 발생하는 회로가 구성된다.

지상자 제어계전기 결선을 <그림 21>과 같이 신호의 현시에 따라 각 제어계전기는 여자, 무여자로 콘덴서의 용량이 변동하며 이에 따른 지상자의 공진주파수가 변화된다.

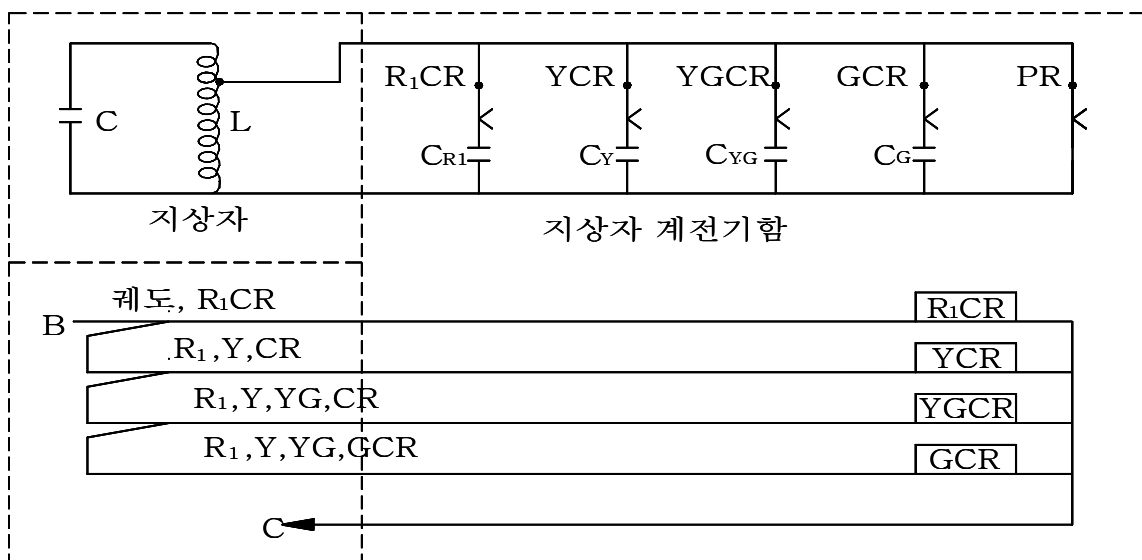


그림 21. 지상자 제어계전기 결선도

제어계전기(CR)의 접점은 지상자 단락 시 접점에 흐르는 전류는 미소하므로 산화 피막을 생성하게 하는 PGS접점(백금, 금, 은)을 사용한다. 접점저항은 100MΩ 이하로 규정하고 있으며 지상자 제어계전기의 종류는 용도에 따라 표와 같다.

표 13. 제어계전기의 종류별 정격

종 류	정 격			
	전압[V]	전류[mA]	코일저항 [Ω, 20℃]	접점
속도조사식 및 점제어용	DC 24	50	480(±5%)	N2

5. 지상자의 설치

5.1 설치위치

- (1) 점제어식 지상자의 설치는 신호기부터 바깥쪽으로 열차제동거리의 1.2배 범위로 한다.



- (2) 속도조사식 지상자는 대상 신호기의 절연위치에서 바깥쪽 20m를 기준으로 하고 출발 신호기를 소정의 위치에 설치할 수 없어 그 위치에 열차정지표지를 설비할 때에는 열차정지표지의 안쪽 20m 위치에 설치한다.
- (3) 궤간 중심으로부터 지상자 중심선과의 간격은 열차 진행방향으로 보아 아래와 같이 설치한다.
 - ① 점제어식 : 좌측 $300\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 이내(S1)
 - ② 속도조사식 : 우측 $300\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 이내(S2) (열차용은 좌측)
- (4) 레일면 상면으로부터, 지상자 상면까지의 높이는 점제어식은 50~80mm, 속도조사식은 20~50mm의 범위이나 점제어식은 50mm 속도조사식은 20mm에 가까운 높이로 설치한다.
- (5) 지상자 밑면과 자갈과의 간격 50mm 이상 떨어져 설치한다.
- (6) 가드 레일과의 간격 400mm 이상
- (7) 지상자만을 설치할 경우에는 리드선이 단락되지 않도록 처리한다.
- (8) 레일 이음매부에서 3분 이내의 침목을 피한다.
- (9) 속도조사식(S2) 기초는 절연위치에서 15m 지점에 설치하고, 점제어식(S1) 기초는 20m 지점에 설치하여 리드선을 감아서 주변에 놓고 배선을 하지 않은 것이 양호하다.
(S2 리드선 길이 : 10m 또는 5m, S1 리드선 길이 : 5m)
- (10) 레일 하부로 지나가는 리드선은 보호관을 설치한다.
- (11) 지상자 리드선은 절단 또는 중간 접속을 해서도 안되며, 또 지상자 하부에 여분 리드선을 정리하지 말아야 한다.
- (12) 건널목 및 분기기를 피한다.
- (13) 교량의 카드레일 및 안전레일과 탈선방지카드 부설구간에 설치하는 경우는 지상자에 지장이 없도록 설치한다.
- (14) 탈선방지레일 구간에서는 소정의 위치에서 10mm의 범위 내로 지상자 표준설치 위치 보다 레일중심에서 이동하여 설치할 수 있다.

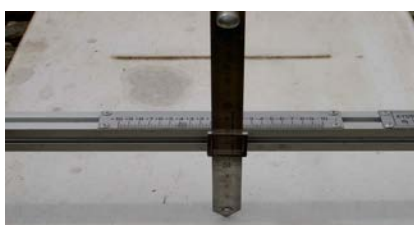


그림 22. 지상자 위치 설치방법

5.2 경부선 2복선 구간의 ATS장치

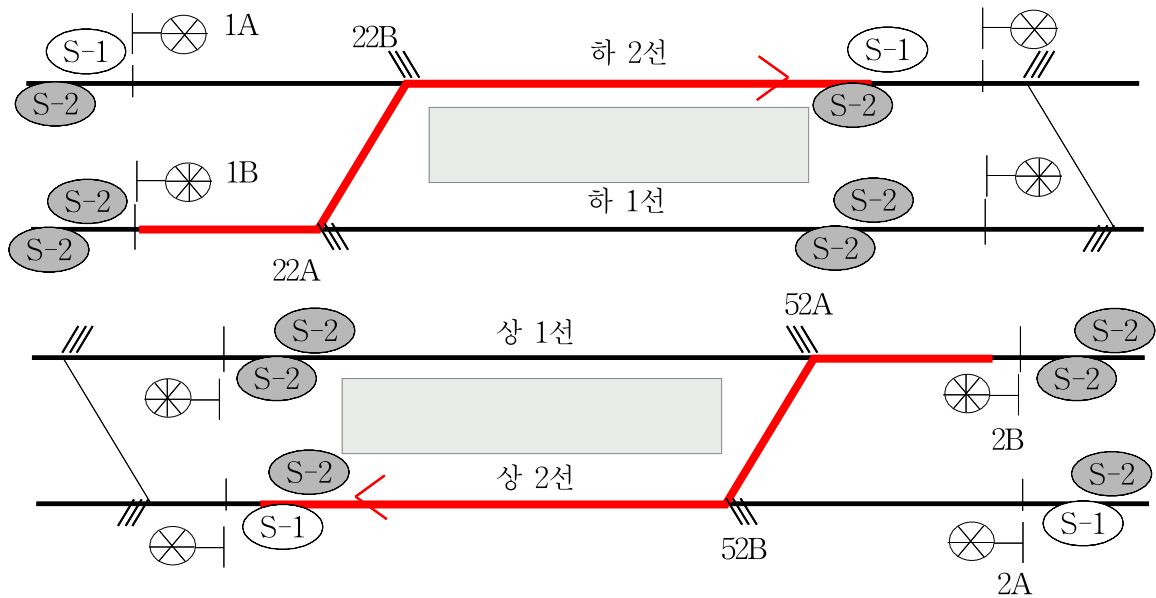


그림 23. 경부선 2복선의 ATS 지상자 설치(예)

- (1) 1B 속도조사식 EL, DL : 5현시 구간에서 4현시 구간으로 진입 시 선로전환기 22A/B 호의 반위조건을 삽입하여 1B 신호현시는 경계(YY)를 현시하나 ATS장치는 주의(Y) 까지 작동하여 소통을 원활하게 한다. (운전취급 세부규칙 참조)
- (2) 2B 속도조사식 EL, DL : 5현시 구간에서 4현시 구간으로 진입시 선로전환기 52A/B로의 반위조건을 삽입하여 2B 신호현시는 경계(YY)를 현시하나 ATS장치는 주의 (Y)까지 작동하여 소통을 원활하게 한다. (운전 취급세부규칙 참조)
- (3) 5현시 구간에 부분선 장내신호기 진입시 경계(YY)를 현시하는 ATS장치는 주의(Y)까지 작동하여 소통을 원활하게 한다.(구내 폐색신호기가 설치되어 있지 않는 경우)
- (4) 3. 4현시 구간의 점제어식 ATS는 사진과 같이 전방 폐색(장내 또는 출발)신호기 명칭 및 제어거리를 기록하며 어떤 신호기의 현시상태에서 동작하는지 명판에 기록하여야 한다.



그림 24. 점제어식 제어계전기(CR)함 내부



(5) 4, 5현시용 ATS S-2 지상자는 절연위치에서 20m 확보한다.

(6) ATS 제어계전기(CR) 결선 방법

- ① PR 계전기는 ATS가 무응동할 때 배선하고(현재는 결선하지 않는다), 나머지 4개의 계전기가 동작하여 콘덴서 값을 변동시켜 f값이 정해진다.
- ② 계전기 명칭은 GCR, YGCR, YCR, R1CR 또는 GCR, YGCR, YCR, YYCR로 되어 있다.

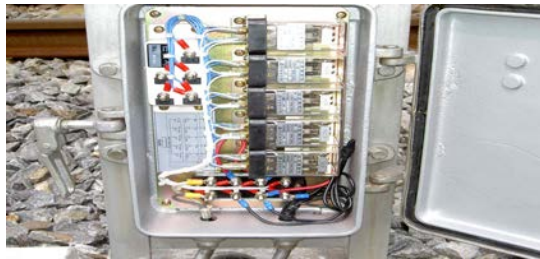


그림 25. 속도조사식 제어계전기함 내부

다. 5현시 DL(동력차용)의 제어계전기(CR) 배선

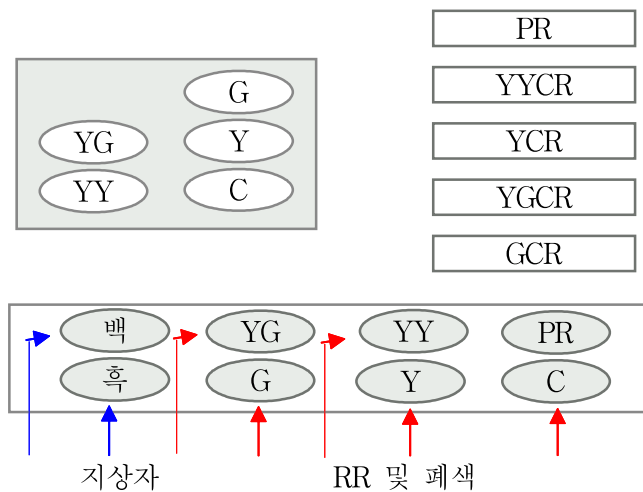


그림 26. 5현시 DL(열차용)의 제어계전기(CR) 배선

표 14. CR계전기 결선

신호현시	주파수 [kHz]	여자계전기명	Q값
R	130	-	70 이상
YY	122	YYCR	70 이상
Y	114	YYCR, YCR	70 이상
YG	106	YYCR, YCR, YGCR	70 이상
G	98	YYCR, YCR, YGCR, GCR	70 이상

라. 구내 5현시 장내 EL용의 제어계전기(CR) 배선

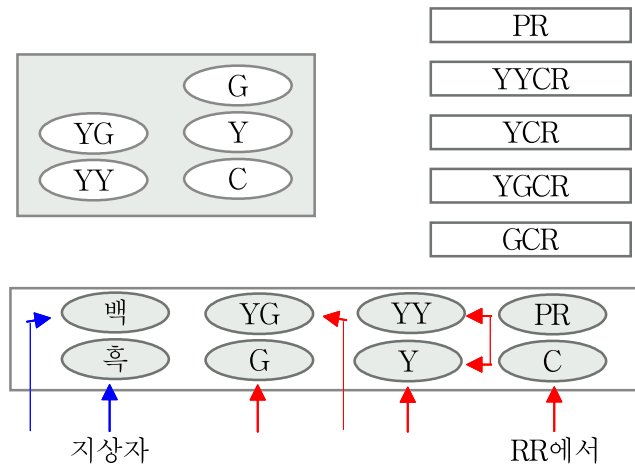


그림 27. 5현시 EL용의 제어계전기(CR) 배선

표 15. CR계전기 결선

신호현시	주파수 [kHz]	여자계전기명	Q값
R	130	-	70 이상
YY	114	YYCR, YCR	70 이상
Y	106	YYCR, YCR, YGCR	70 이상
YG G	98	YYCR, YCR, YGCR, GCR	70 이상

마. 구내 4현시 EL용의 제어계전기(CR) 배선

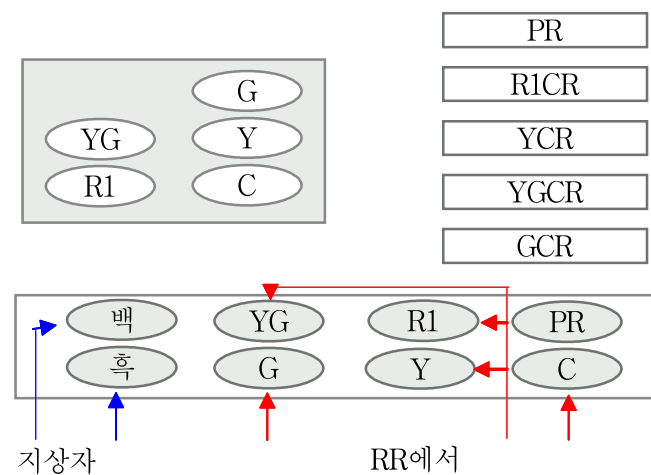


그림 28. 구내 4현시 EL용 배선



표 16. CR계전기 결선

신호현시	주파수 [kHz]	여자계전기명	Q값
R	130	-	70 이상
Y	106	R1CR, YCR, YGCR	70 이상
YG G	98	R1CR, YCR, YGCR, GCR	70 이상

바. 폐색 4현시 EL용의 제어계전기(CR) 배선

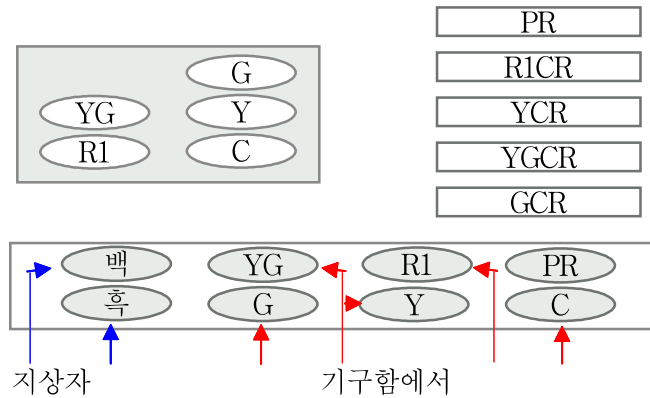


그림 29. 폐색 4현시 EL용의 제어계전기(CR) 배선

표 17. CR계전기 결선

신호현시	주파수 [kHz]	여자계전기명	Q값
R	130	-	70 이상
R1	122	R1CR	70 이상
Y	106	R1CR, YCR, YGCR	70 이상
YG G	98	R1CR, YCR, YGCR, GCR	70 이상

5.3 신호현시 체계를 변경하는 구간의 ATS장치

3현시(또는 4현시) 구간의 일반철도 신호체계에서 5현시로 변경되는 구간의 5현시 출발신호기용 ATS는 출발신호기 직하에 속도조사식과 장내신호기 부근에 점제어용 ATS를 설치한다.

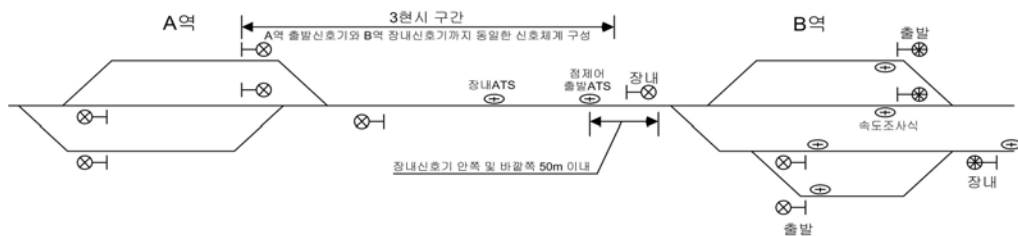


그림 30. 신호현시체계를 변경하는 구간의 ATS장치 설치

주) 신호현시체계는 진출역의 출발신호기부터 도착역 장내신호기 까지는 동일한 신호현시 체계를 유지하여야 한다.

해설 2. 전차선절연구간예고장치

1. 개요

전기기관차 및 전기동차를 운행하는 전기철도구간에서 전차선 절연구간 통과 전에 주파수를 지상자에 의해 차상자로 유도시켜 전차선로와 전기기관차 및 전기동차를 보호하기 위하여 설치하는 장치이다.

절연구간예고장치는 ATS지상장치에 의한 교류-직류(AC/DC), 교류-교류(AC/AC) 전차선 절연구간 예고신호를 송신하는 예고장치로서 송신기에서 발생한 신호를 궤도에 설치된 지상자(송신 코일)에 의하여 ATS차상장치로 전송하고 차상에 탑재된 ATS 수신기에 의하여 이 신호를 수신하여 절연구간의 위치를 예고하는 장치로 절연구간 전방에 설치하여 기관사에게 주의를 환기시켜 전동차 전원장치를 제어함으로써 열차의 안전운행을 도모하는데 그 목적이 있다.

2. 설치의 기준

2.1 장치의 구성

절연구간예고장치는 지상신호의 경우 <그림 1>과 같이 전차선 절연구간 근접위치에 ATS 지상자와 송신기를 설치하고 장치의 이상 유무를 검지하기 위해서 신호취급실 등에 고장표시감시반 또는 조작판에 고장표시를 설치하여 운용한다.

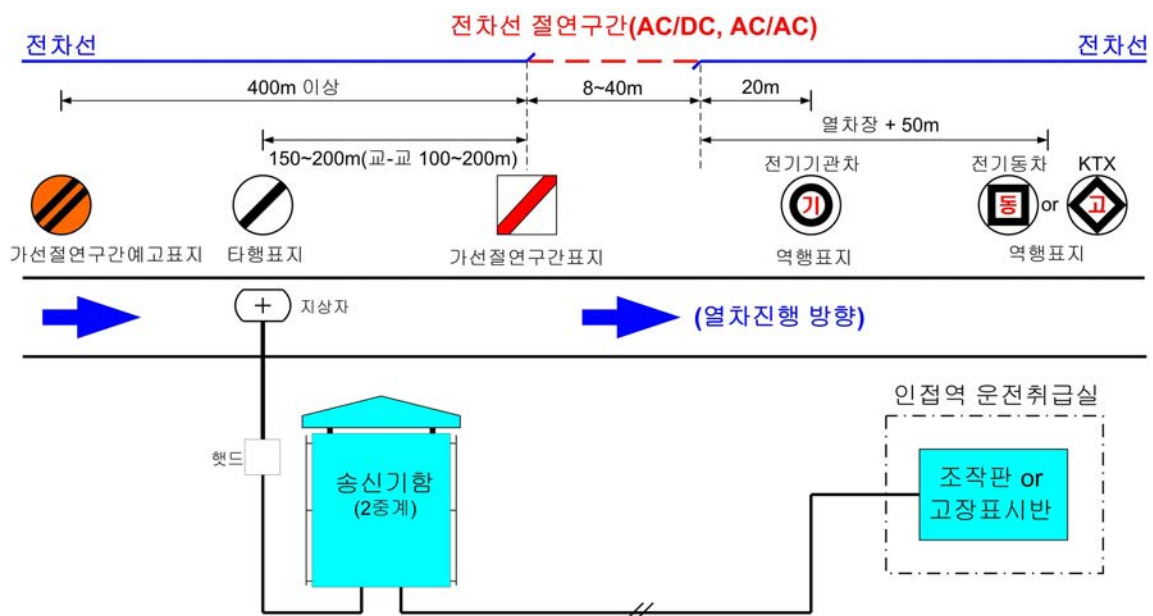


그림 1 전차선 절연구간예고지상장치 구성도(일반철도)

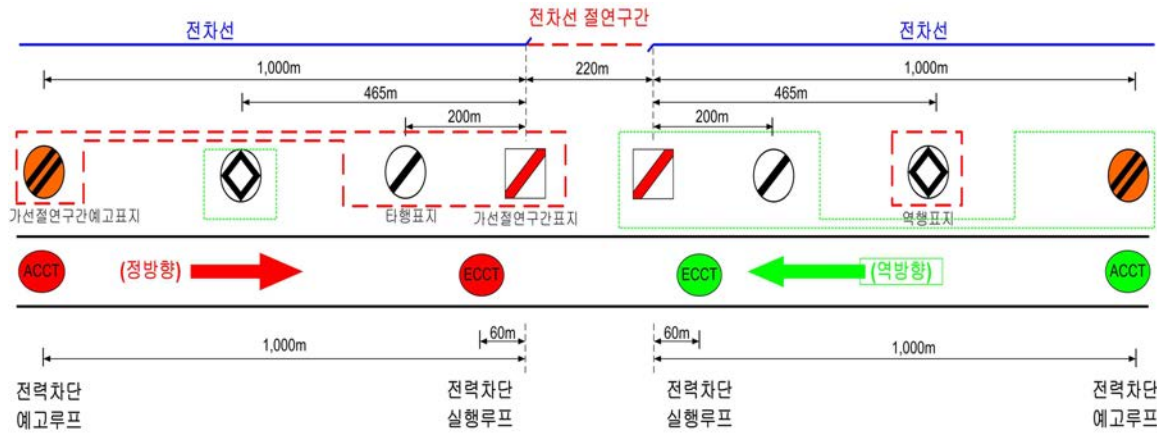


그림 2 전차선 절연구간예고지상장치 구성도(고속철도)

2.2 장치의 기능

2.2.1 절연구간 통과시 운전취급방법

- (1) AC/DC 절연구간 : 절연구간 접근(타행 표시 확인) → 운전간 차단(Off) → AC/DC 절환(회생 제동 차단) → 절연구간 통과
- (2) AC/AC 절연구간 : 절연구간 접근(타행 표시 확인) → 운전간 차단(Off) → 회생 제동 장치 차단 → 절연구간 통과

2.2.2 절연구간 통과시 운전간 차단(Off)하지 않고 진입할 경우의 현상

- (1) 무가압구간이 감지되면 전동차 주회로(MCB) 동작
- (2) 제동체결(회생제동)시는 발생하는 전류에 의해 아크(Arc) 발생 및 차량 내 보호회로 작동으로 열차운행에 지장초래

2.2.3 차상설비

기존 ATS 수신기에 별도로 68kHz의 필터(Filter)를 부착하여 절연구간 감응계전기 동작으로 회생제동을 차단하여 열차안전운행을 수행함

2.2.4 지상설비

기존 ATS 차상설비에 영향을 주지 않기 위하여 LC 공진이 아닌 단지 68kHz의 주파수를 송신하는 능동(Active) 방식으로 송신코일의 역할을 하며 고장시 무감응을 대비하여 2중계화 하고 고장표시감시반을 설치하고 있다.

2.3 장치의 성능

송신기의 주요 동작은 발진기로부터 4.352kHz를 발진시켜 IC(74HC4060)로부터 6분주하여 68kHz의 구형파를 만든다. 이 구형파를 저역통과필터(Low Pass Filter)를 거친 후 증폭하여 LC 공진회로로 정현파를 만든 후 전력 증폭을 하여 출력을 내보낸다.

한편 출력트랜스로부터 일부의 출력파형을 얻어서 그 출력파형을 다이오드와 콘덴서를 이용하여 직류(DC)로 정류하고, 레벨검지기(Level Detector)로 출력상태를 비교하여 그 신호를 계절체 회로로 보내서 계절체회로를 구동시킨다. 이때 레벨검지기 회로에 연결된 발광다이오드로 카드의 동작 상태를 표시한다.

그리고 고장표시감시반은 송신부의 계절체계전기의 접점에서 나오는 신호를 포토커플러(Photo Coupler)로 입력받아 레벨검지기에 의해서 검출하여 레벨 하한치 이하로 입력되면 고장표시계전기를 동작시켜 그 접점으로 멜로디와 고장표시램프를 동작시켜 절연구간예고장치의 이상 유무를 상시 확인할 수 있어 항상 정상적인 성능을 유지할 수 있도록 되어 있다.

표 1. 장치의 주요 성능

구 분	성 능	비 고
사용 주파수	68kHz±68Hz이하	
출 력	10W이하	
출력임피던스	10Ω 이하	
송신파형	정현파	
왜 율	-30dB이하	
주파수 안정도	±10 ⁻³ 이하	
입력전원전압	AC 220V±20V(60Hz)이하	
송신기와 지상자와의 거리	20m이하	
지상자	310μH±10%	

표 2 일반형 구성기기

구 분	구 성		단위	수량	비 고
송 신 기	기 구 합		개	1	방열형 특2호
	기 기 랙		"	1	
	제어부	카드화일(4U)	"	1	
		전원(PW) 보드	"	2	
		송신(TR) 보드	"	2	
		상태표시(SV) 보드	"	1	
	전원부	주변압기(0.5KVA)	"	1	
		전원용보안기	"	1	AC 220V 또는 600V
지 상 자	절연구간 예고용(68KHz용)		조	1	
단자접속함	1선용		개	1	
고장표시반	2회로용		"	1	필요시 선택



표 3 일체형 구성기기

구분	구 성		단위	수량	비 고
송신기	기 구 합		개	1	방열형 특1호
	기 기 랙		"	1	
	제어부	카드화일(4U)	"	1	
		전원(PW) 보드	"	2	
		송신(TR) 보드	"	2	
		상태표시(SV) 보드	"	1	
	상 태 정 보 전 송 부 (일체형)	카드화일(4U)	"	1	
		상태정보 전원모듈	"	1	
		송신모듈(T701~T718)	"	6	인접구간 정보포함
	보안기	S14P 설치대(4P)	"	1	
		S14P	"	2	
		선로변압기(통신용 쇼크)	"	2	
	전원부	주변압기(1KVA)	"	1	
		전원용 보안기	"	2	AC 220V 또는 600V
	전원절체부	상용/예비전원 절체	"	1	
지상자	절연구간 예고용(68KHz용)		조	1	
단자접속함	1선용		개	1	
고장표시반	2회로용		"	1	필요시 선택

표 4 터널형 구성기기

구 분	구 성		단위	수량	비 고
송 신 기	기구함 및 기기랙		개	1	일체형(터널취부형타입)
	제어부	카드화일(4U)	"	1	
		전원(PW) 보드	"	2	
		송신(TR) 보드	"	2	
		상태표시(SV) 보드	"	1	
	전원부	주변압기(0.5KVA)	"	1	
		전원용 보안기	"	1	AC 220V 또는600V
지 상 자	절연구간예고용(68KHz용)		조	1	
단자접속함	1선용		개	1	
고장표시반	2회로용		"	1	필요시 선택

표 5 상태정보전송장치(지상형)

구분	구 성			단위	수량	비 고
지상형 상태정보 전송장치	기 구 합			개	1	방열형 특2호
	기 기 랙			"	1	
	상태정보전송부 (지상형)	단선/복선용 (송신기2개 설치개소)	카드화일(4U)	"	1	
			상태정보 전원모듈	"	1	
			송신모듈(T701~T718)	"	6	인접구간 정보포함
		복복선용 (송신기4개 설치개소)	카드화일(4U)	"	2	
			상태정보 전원모듈	"	2	
			송신모듈(T701~T718)	"	12	인접구간 정보포함
	보안기		S14P 설치대(4P)	"	1	
			S14P	"	2	
			선로변압기(통신용 쇼크)	"	2	
전원부		주변압기(0.5KVA)	"	1		
		전원용 보안기	"	1	AC 220V 또는 600V	

표 6 상태정보전송장치(터널형)

구분	구 성		단위	수량	비 고
터널형 상태정보 전송장치	기구합 및 기기랙 일체형		개	1	터널 취부형 타입
	상태정보전송부 (터널형)	카드화일(4U)	"	1	
		상태정보 전원모듈	"	1	
		송신모듈(T701~T718)	"	6	인접구간 정보포함
	보안기	S14P 설치대(1P)	"	1	
		S14P	"	1	
		선로변압기(통신용 쇼크)	"	1	
	전원부	주변압기(0.5KVA)	"	1	
		전원용보안기	"	1	AC 220V 또는 600V

2.3.1 제어부

(1) 송신보드

(2) 송신보드는 이중계로 구성하여 1계 고장시 2계로 절체되어 송신이 중단되지 않도록 한다.

(3) 송신보드는 68kHz로 주파수를 발진 증폭하여 지상자로 출력한다.

- 출력주파수 : 68kHz±68Hz

(4) 상태표시

상태표시보드는 송신보드의 1, 2계의 운용, 동작상태 및 고장감시기능을 가져야 하며 다음과 같이 표시한다.

- 1계, 2계 정상동작 : 녹색 LED 점등
- 운용중인 계 : 녹색 LED 점등
- 고장 발생 시 : 적색 LED 점멸

(5) 전원(POWER)보드

① 전원보드는 2중계로 구성하여 병렬운전을 하여야 하며 절연트랜스의 2차측 전원



(AC220V \pm 10% 60Hz)을 입력받아 출력은 DC24V \pm 0.2% 이어야 한다.

② 노이즈를 제어하기 위하여 입력단에 노이즈 여과회로를 설치하여야 한다.

2.3.2 지상자

(1) 지상자는 KRS SG 0059(ATS지상장치)의 속도조사식에 의하되 송신기의 출력주파수를 차상장치로 전송하여야 한다.

① 송신기와 지상자 간격은 20m 이내로 설치한다.

② 지상자 설치위치는 ATS지상자 설치와 동일하게 한다.

(2) 여자전류 : 69mA 이하

(3) 접점구성 : NR4

(4) 소비전력 : 1.5W

(5) 선류저항 : 350 Ω \pm 10%

(6) 접점용량 : 10A 이하

(7) 절연저항 : 100M Ω 이상(DC500V)

2.3.3 고장표시

(1) 고장표시반

① 고장표시반은 송신기 1, 2계의 운용, 동작상태 및 고장감시 기능을 가져야 한다.

② 상태표시 보드는 다음과 같이 표시하여야 한다.

가. 1계, 2계 정상동작 : 녹색 LED 점등

나. 운용 중인 계 : 녹색 LED 점등

다. 고장 발생 시 : 적색 LED 점멸(고장 복구 시 까지)

③ 멜로디 보드는 고장 시 음향을 발생하도록 하여야 하고 확인버튼을 취급하여 음향을 정지할 수 있어야 하며 음향의 내용은 다음과 같다.

가. 1계 장애시 : 00선1계 장애발생(반복)

나. 2계 장애시 : 00선2계 장애발생(반복)

④ 전원보드는 입력 DC24V 출력은 DC24 \pm 0.2%, 15V \pm 0.2%, 12V \pm 0.2%

(2) 조작판(전자연동장치, 전자식조작판)

② 고장표시는 1, 2계의 운용, 정상, 고장 상태를 표시하여야 한다.

③ 상태표시는 다음과 같이 표시하여야 한다.

가. 1계, 2계 정상동작 : 동작계 녹색, 예비계 흐린회색

나. 운용 중인 계 : 녹색 점등

다. 고장 발생 시 : 적색 점멸(고장 복구 시 까지) 및 경보(고장계 확인 시 정지, 고장 및 복구 정보 메시지 표시)

2.3.4 주 변압기

(2) 정격용량은 최대 1.0kVA(일체형), 0.5kVA(일반형, 터널형, 지상형 및 터널형 상태정보 전송장치)로 한다.

- (3) 1차 측에 형별에 적합한 전원(AC220V 60Hz 또는 AC600V 60Hz)을 가하고, 무부하시 2차 측에서의 단자전압은 AC220V 60Hz으로 한다.

2.3.5 전원절체기

전원절체기는 KRS SG 0055-08(복선 자동폐색제어장치) 성능에 의한다.

2.3.6 상태정보전송부

- (1) 송신모듈은 KRS SG 0055-08(복선 자동폐색제어장치) 성능에 의 한다.
- (2) 상태정보 전원모듈은 노이즈를 제거하기 위하여 입력 단에 노이즈 여파회로를 설치하여야 하며, 특성은 표 7과 같다.

표 7 상태정보 전원모듈 특성

구 분	정 격
정격 입력전압	AC 220V, 60Hz, 단상
입력전압 허용범위	AC 176V ~ 264V
정격 출력전압 및 전류	DC 24V/3A, DC 10V/2A
입력전압에 대한 안정도(line regulation)	설정된 출력전압의 0.5%이내
출력부하에 대한 출력안정도 (load regulation)	설정된 출력전압의 0.5%이내
맥동률(ripple) 및 잡음전압(noise)	정격전압/정격부하에서 100mV 이하
출력전압 조정범위	DC 24V +4V, -3V DC 10V +2V, -1V
효 율	80%이상
과전류 보호회로	정격전류의 110~130%에서 동작
과전압 보호회로	DC27V~32V, DC15V~18V에서 동작
표시등 및 전원 스위치	AC입력전원표시등(녹색) 고장표시등(적색) DC출력전원표시등(녹색) 출력전압 측정단자, 전원스위치 출력전압 조정범위 가변스위치

2.3.7 블록단자

현장과 유니트간 회로 분리가 가능한 구조여야 한다. 단 전원용은 제외한다.

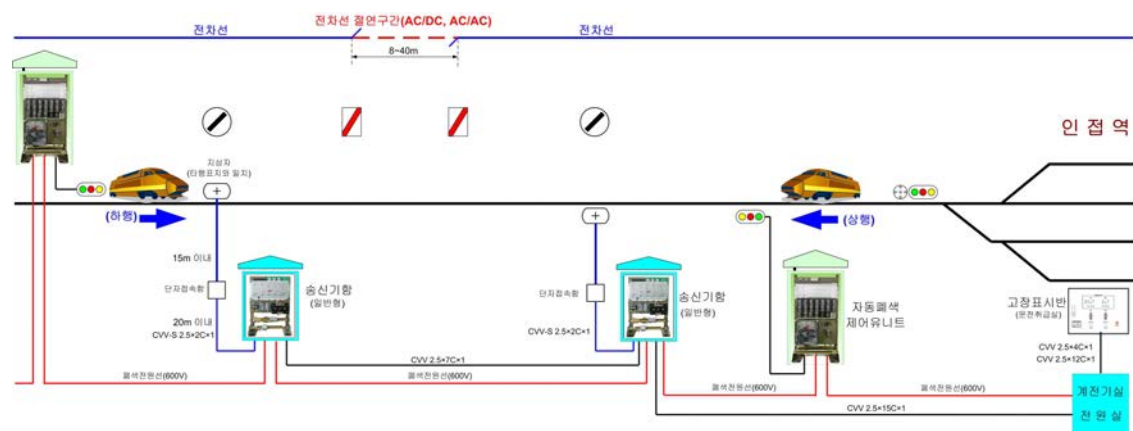


그림 3 단선 일반형 구성도

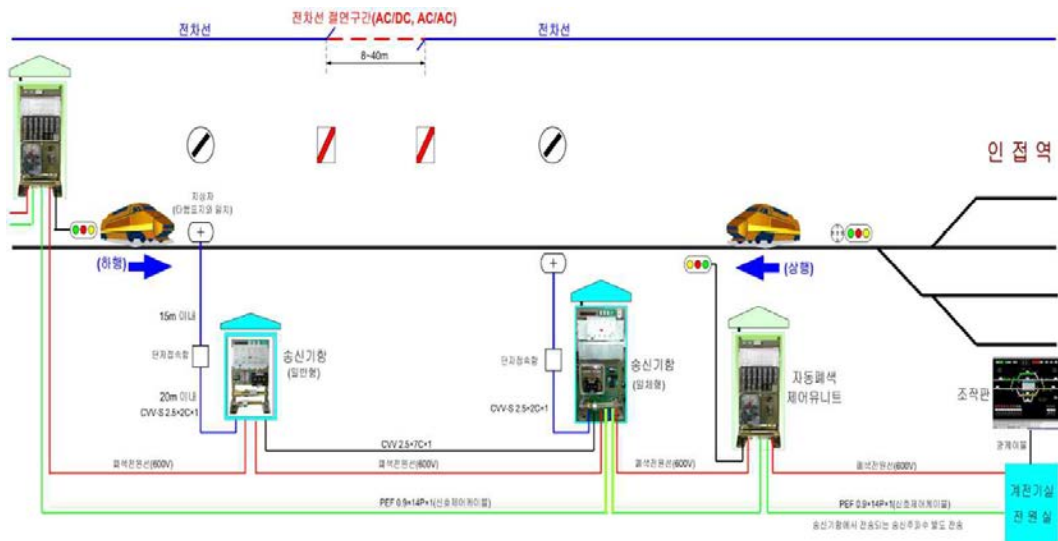


그림 4 단선 일체형 구성도

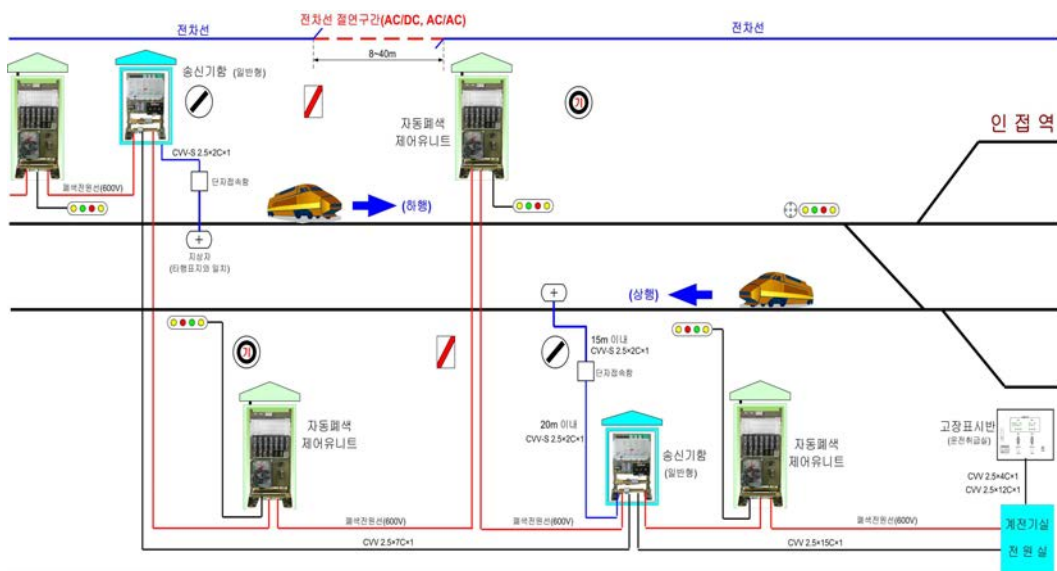


그림 5 복선 일반형 구성도

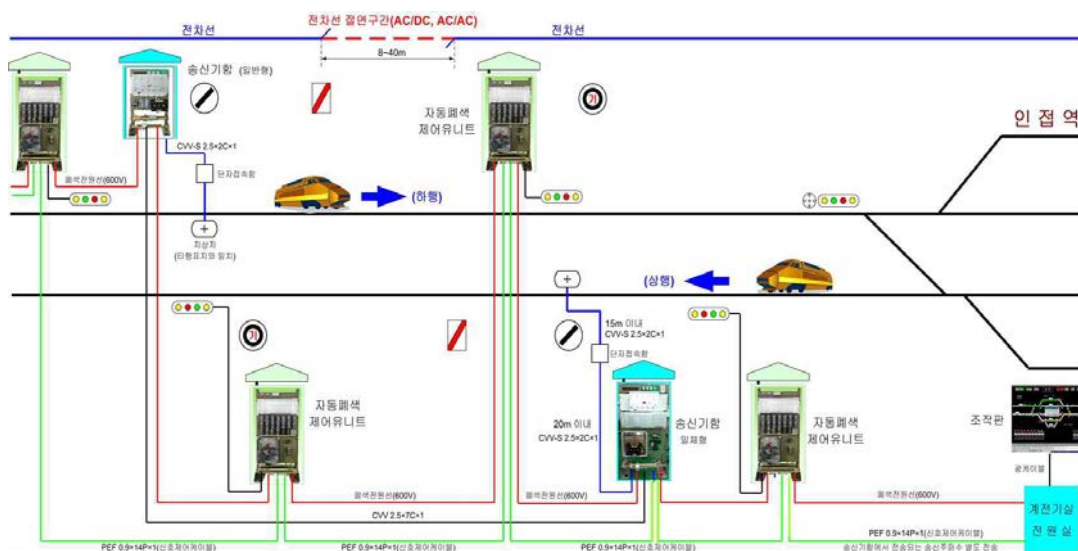


그림 6 복선 일체형 구성도

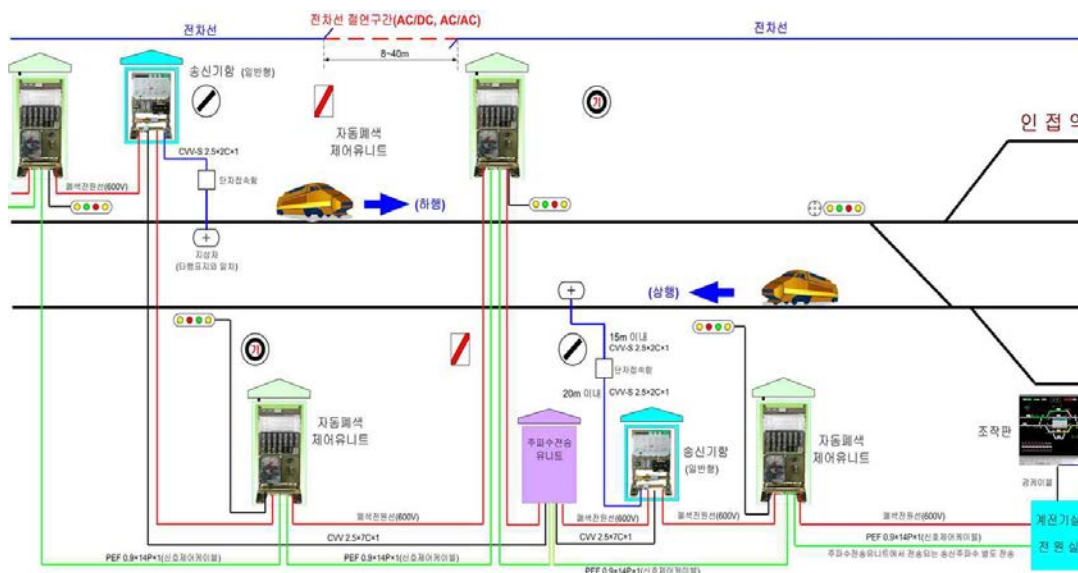


그림7 일반형과 정보전송장치 구성도(복선)



RECORD HISTORY

Rev.4('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

Rev.5('13.06.9) '12년도 하반기 창의혁신과제 개선사항(강원본부 건설처-244) 반영-고장감시 기능 주파수 송수신 방식 추가

Rev.6('13.06.30) ATP구간 ATP차량 상용 운행에 따라 ATS지상자 설치 제외(단, ATS차량 혼용구간은 예외)

Rev.7('15.07.01) ATS지상자 경보지점 계산식 오류 정정

Rev.8('16.12.22) ATS지상자 제어거리 보완, 전차선절연구간예고장치 케이블 접속방법 보완