

## 自動列車停止裝置

## (Automatic Train Stop)

李 極 浩\*

## 청내경보와 ATS

## 1. 열차운전의 안전을 확보하는 조건

열차운전의 안전을 확보하기 위해서는 차량과 선로는 정상상태를 유지하여야 한다는 것은 말할 것도 없거니와 동시에 승무원의 주위상황에 대한 정확한 판단과 이에 따른 기민한 행동도 역시 소홀히 할 수 없는 것이다.

승무원의 바른 상황판단을 행하기 위해서는 먼저 주위상황에 대한 바른 인식작용을 행하지 않으면 안되기 때문에 신호기에 의해서 대표되는 「신호보안설비」가 사용된다.

즉 지상에 설치된 신호기는 열차전방진로에 관하여 「전방의 일정거리 이내에 열차유무」 「전방의 진로가 완전히 구성되어 있는가, 그렇지 않

은가」 등을 살피어 그 상황에 따라 완목의 각도와 신호등의 색을 바꾸어 승무원에게 지상의 정보를 알리어 주는 것으로 이것에 따라 열차의 충돌, 충돌등의 중대사고를 방지하는 것이다.

그리고 승무원은 지상신호로 부터 얻을 수 있는 정보, 운행상의 지시를 시각에 의하여 인식하고 이것을 기준하여 자기가 운전하는 열차가 어떠한 상황에 놓여 있는가를 판단하고 필요한 운전상의 조작을 행하게 되기 때문에 승무원은 언제든지 바른 인식으로 판단하고 신속 정확한 행동을 하기 위해서는 적절한 노무관리와 철저한 훈련을 하여야 한다. 이와같이 열차를 안전하게 운전하기 위해서는 여러가지 조건이 있으나 이것을 정리하면 그림 1과 같이 계속적으로 연결되어 있는 수개의 요소로 분류된다.

상기 도에서 어느 하나라도 결하게 되면 소기

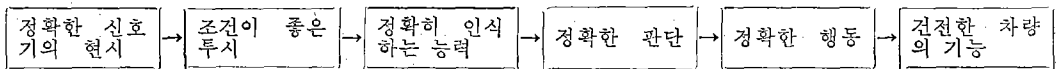


그림 1

의 목적을 달성할 수가 없는 것이다.

특히 신호현시의 인식에 필요한 조건이 양호한 투시 (b), 승무원에게 위임된 광범위한 작업 (c,d,e) 등은 다른 영향으로 인해 지장될 때가 많은 것이다. 즉 전자는 눈보라, 폭풍우, 길은안개 등의 자연적인 악조건으로 시계에 지장을 주며, 후자는 가수, 실념, 착각 특히 불가항력의

돌연한 육체적인 장애등 승무원의 생리적인 악조건으로 변질, 또는 중단될 수도 있어 지상신호기의 정보가 소멸 또는 왜곡될 수 있는 것이다. 이것들은 열차의 고속화에 따른 소요 인식거리의 증대, 사회구조의 고도화에 수반되는 승무원의 사생활에 기인되는 정신 소모도의 증대 등에 의하여 더욱 조장되는 경향에 놓여 있다.

\* 철도청 시설국 신호계획담당관

## 2. 안전확보의 수단으로서 차내경보 및 ATS

지상 신호기의 현시와 이에 수반한 차량의 운전조작간에 일어나는 정보소멸과 변질은 신호기의 현시가 진행신호일 때는 문제가 되지 않으나 정지신호나 주의 신호로 되어 있을때 이러한 사태가 일어나면 열차는 반드시 정지하거나 감속상황하에 있어야 함에도 불구하고 그 운행속도로 진행하여 충돌과 추돌등의 중대사고를 야기할 위험이 있다.

열차는 위험구역에 접근하였을 때 제 1도에 명시된 정보 통과는 따로 a~f에 이르는 보조적 계통을 만들어 정보의 소멸, 변질등이 일어나지 않도록 한것이 차내 경보장치, 자동열차정지장치(이하 약하여 ATS라 칭함)이다.

### (1) 차내경보장치

차내 경보장치는 지상신호기의 정지, 또는 감속을 지시하는 신호가 현시 되어 있을 때는 이것을 직접 차상으로 보내어 벨, 부자등의 음향으로 경보를 알리어 승무원의 주의를 환기시키어 필요한 운전상의 조작을 시행시키게 하는 것으로 제 1도를 보면 b, c 또는 b, c, d의 부분은 따로 병행계통을 설치한 것으로 생각할 수가 있다

### (2) 자동열차정지장치(ATS)

차내경보장치의 동작은 보안상 매우 효과는 있으나 원래 승무원의 의지적인 행동력이 건전하여야 할것을 전제로 생각한 것이기 때문에 어떤 사정으로 승무원의 판단력과 행동력을 상실했을 때에는 차내경보장치에 의하여 위험한 상태에 놓여 있다는 것을 알려 준대해도 사고방지의 목적달성이 불가능한 결점이 있다.

ATS는 이러한 차내경보장치의 불안전을 보강하기 위하여 차내경보장치외에도 직접 자동부레-키를 움직이는 기능을 가하여 위험시는 지상신호기의 현시에 따라서 직접적으로 열차를 정지시키는 것이다.

이것은 제 1도의 중간적 요소 전부에 대해 별도로 병행계통을 설치 a와 f를 직결한 것으로 생각한다.

그러므로 ATS는 열차운전의 안전을 확보하

는 면에서 볼때 좋은 본보기라고 말할 수 있다.

### (3) ATS-S형 자동열차정지장치

ATS-S형 자동열차정지장치는 전화구간과 비전화구간 및 자동구간과 비자동구간에 사용하며 자동열차정지와 차내경보의 기능을 갖춘 보안장치로 열차가 진행신호를 현시하고 있는 신호기의 방호구간, 또는 주의신호가 현시되어 있는 신호기의 방호구간에서 정한 지점(정지 신호가 현시되어 있는 신호기의 의방 일정거리)까지는 운전실에 장치된 백색등의 점등으로 통상운전이 가능한 것을 알려주고 있으나 열차가 경보지점에 이르면 백색등은 꺼지고 적색등이 점등하고 벨을 울리어 기관사에게 경보를 전한다.

이때에 기관사는 5초 이내에 확인취급을 하면 벨은 그치고 적색등은 꺼지고 백색등을 점등하지만 확인 취급을 하지 않을 때는 5초후에 비상제동을 작용하여 열차는 정지된다. 장치를 정상으로 복귀하려면 복귀취급을 하여야 한다.

## 동작의 개요

### 1. 구성과 각부의 역할

ATS-S형은 지상신호기의 현시에 의하여 차상으로 정보를 보내는 지상장치와 이것을 받아 승무원에게 경보를 보내는 차상장치로 대별되며 그 구성은 제 2도와 같다.

#### (1) 차상장치

차상장치는 지상에서 정보를 받는 차상자와 이 정보를 수신하여 경보기와 자동부레-키의 회로를 제어하는 수신기, 운전실에 설치된 경보기, 표시기, 확인보턴등으로 되어 있다.

#### (2) 차상자

차상자는 차체의 아랫쪽 차량중심으로부터 진행방향으로 보아 좌측 300mm의 위치에 차상자의 중심이 오도록 하고 궤도면으로부터 높이  $130 \pm 30$  mm(디젤동차는  $160 \pm 20$  mm)가 되도록 취부한다.

2조의 코-일에 의하여 지상자에서 경보를 받고 이것을 부속 리-드선과 차상자에 연결된 4심의 캐-블에 의해서 수신기에 전달된다.

(L) 수신기

수신기는 일반적으로 실내진동이 적고 차상자에서 가까운 장소를 선택하여 설치한다.

차상자를 정상으로 접속함으로써 평상시 105 kc/sec의 발진회로를 형성하고 있으나 차상자의 임피던스 특성이 변하면 그 발진주파수가 변화되어 필-타의 움직임으로 주계전기를 낙하시켜 경보회보와 자동부레-키 회로를 제어한다.

(C) 경보기

경보기는 기관사 실내에 설치하여 정지 신호 현시의 차상자위를 기관사가 통과하면 「벨」이 울려서(약 5초간) 기관사에게 주의를 환기시킨다.

(E) 표시기

기관사 실내에 가장 보기 쉬운 곳에 설치하여

백색등과 적색등이 있어 정상운전일 때는 백색으로 점등되나 경보를 발하면 즉시 백색은 적색으로 바뀌어진다.

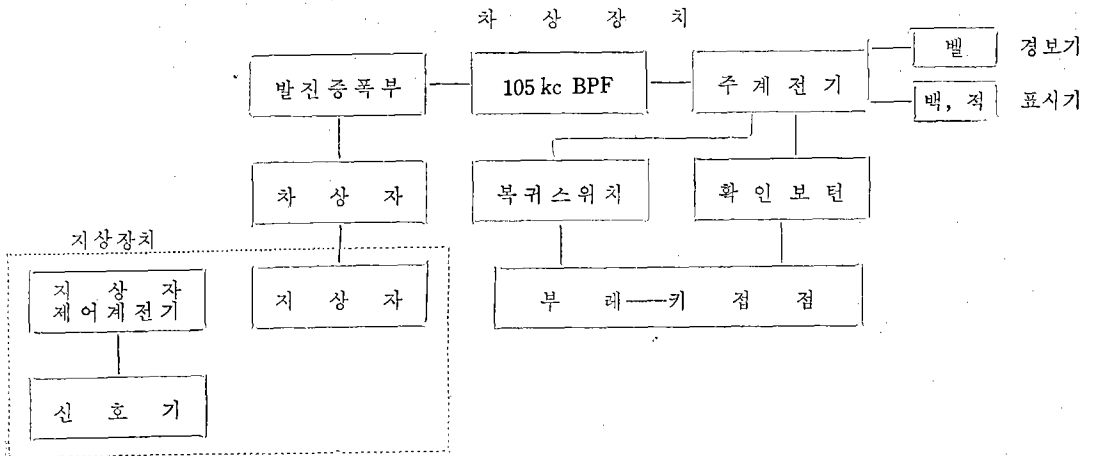
(K) 방향표시기

기관사실 앞면에 취부하여 화살표로서 운전방향을 표시한다.

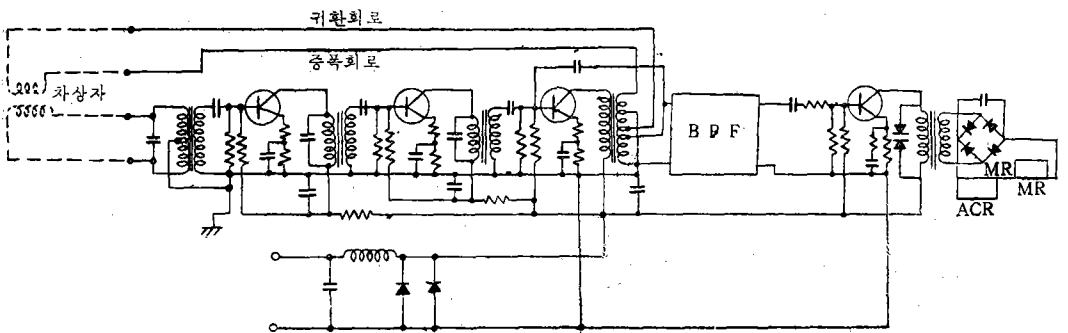
열차의 운전방향에 따라 접속되는 차상자는 전환되어야 하는 것이기 때문에 만약의 경우 반대방향용 차상자가 접속된 것을 이 방향표시기로 판단이 된다.

(H) 확인푸쉬보턴 및 복귀스위치

모두 기관사실내에 설치하며 복귀스위치는 자동부레-키가 작용하여 열차가 정지하였을때 승무원이 원상태로 복귀시키는데 사용한다.



(a)



(b)

그림 2. AT-S형 부록다이아그램 및 전자회로도

(八) 각 기기간의 접속

차상자와 수신기사이의 접속은 실—드케블이, 수신기와 경보기 사이의 접속은 보통 전선이 사용되며 이것을 한곳으로 정리코저 접속상이 사용된다.

(2) 지상장치

지상장치는 경보지점의 궤조간에 설치하며 지상의 신호현시(정지)를 신호기로 부터 받아서 차상에 유도시키는 장치이며, 지상자와 지상자제어계전기로 되어 있다.

(1) 지상자

지상자는 신호기로 부터 제동거리의 궤조내에 설치하는 것으로서 공심코—일과 콘덴사로서 130 kc/sec 에 공진하도록(Q는 120 이상)하고 외부(지상자제어계전기)제어용 케—블을 5 m 불이코 열차진행방향에 대하여 궤간중심에서 좌측으로 300 m/m, 궤도면에서 50~80 mm 정도 밑으로 내려서 취부한다.

(L) 지상자제어계전기

지상자 제어계전기는 소비전력 약 1 W 의 소형 계전기로 정위 2 조의 접점을 갖추어 여기에 지상리—드선(5 m 가량)을 접속하여 제어한다.

(C) 제어케—블 기타

신호기의 현시와 지상자제어계전기를 관계시키는 제어용 선로로서 2<sup>F</sup>×2<sup>C</sup>의 신호케—블이 사용된다.

그리고 경보지점은 그 선구(線區)를 달리는 열차의 속도와 제어거리를 고려하여 이것에 여유시분을 가하여 결정된다.

2. 동작원리

지상신호기의 현시가 경보를 필요로 할 상황에 있을때 이것을 차상에 전하기 위한 수단으로서 기계적인 접촉에 의한 것과 전기적인 유도작용을 이용하는 등 여러가지 방법이 있으나 ATS-S형에서는 지상자의 접근에 의하여 차상에 설치된 발진회로의 전송특성에 변화를 주어 이것에 의하여 발진주파수를 변주시키는 「변주식」이 사용되고 있다.

변주식은 발진회로에 2 차회로를 결합하였을

때에는 발진주파수가 변주하는 현상을 이용한 것으로서 이것을 필—타에 결합시키어 2 차회로 결합의 유무를 계전기의 강상, 낙하의 상태변화가 될 수 있게끔 하고 있다.

이 원리는 통상은 수신기와 차상자를 결합하여 105 kc/sec의 발진회로를 형성하여 놓고, 지상자에 접근하면 2 차회로가 결합된 상태가 되어 발진주파수는 130 kc/sec로 변하고 수신기 내부의 필—타의 움직임으로 계전기를 낙하 시킨다.

전자회로의 동작과정을 알기쉽게 말하자면 다음과 같다.

(1) 보통 때에는 수신기 내부의 증폭회로, 필—타 및 차상자등을 종합한 회로의 특성이 105 kc/sec의 발진조건을 만족시키고 있고, 이 주파수는 계속 발진하고 있다.

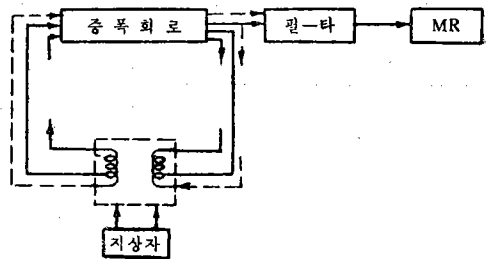


그림 3. 변주의 원리

이때 105 kc 발진세력은 제 3 도의 실선과 같은 경로에서 계전기까지 전송시킨다.

(L) 공진주파수 130 kc/sec의 지상자가 차상자 근방에 오게되면 전기적으로 결합하여 차상자의 전송특성이 변하여 이것 때문에 종합적인 회로의 특성이 이제까지의 105 kc/sec 발진조건을 만족하는 상태에서 지상자의 공진주파수에 가까운 주파수의 발진조건을 만족시키는 상태로 된다.

이 현상은 재래 차상자의 1 차코일에서 2 차코일까지 105 kc/sec의 발진에 적합한 에너지가 경로외에 차상자 1 차코일→지상자코일→차상자 2 차코일의 계통으로 130 kc/sec의 발진에 적합한

새로운 경로가 부가되 것으로 생각하여도 좋다.

(c) 지상자가 차상자와 결합한 당초에는 105 kc, 130 kc의 2개의 주파수 발진이 동시에 행하여 지지만 이 상태는 대부분 약간의 범위에서도 결합이 늘게 되면 105 kc의 발진조건이 무너져 발진작용은 130 kc에 한하여 행하여 지게 된다

130 kc/sec이 발진세력은 제 3도의 점선과 같은 경로로 전송되지만 펄스-타는 105 kc부근의 주파수에 대하여서는 낮은 임피던스, 130 kc에 대하여는 대단히 높은 값이 되도록 설계되어 있기 때문에 등가적으로 단선에 가까운 상태가 되어 이후로는 전송되지 않기 때문에 주계전기가 무여자(無勵磁)가 되어 낙하한다.

3. 동작의 개요(大要)

ATS를 설비한 차량에서는 평상시는 기관차 실내에 설치한 표시기의 백색표시 등이 점등되고 있으나 열차가 경보지점의 경보상태(정지신호현시)에 있는 지상자위에 오면 전향에서 설명한 전자회로의 동작으로 수신기내의 주계전기가 낙하하고 이에 의하여 경보기를 동작시켜 승무원에게 환기를 시킨다.

경보는 「벨」 적색등에 의해서 행하지만 이와 동시에 자동부레-키제어회로를 동작시키기 시작한다.


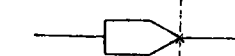

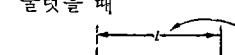

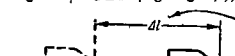

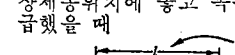

여기서 승무원은 즉시 부레-키핸들의 감압을 위하여 제동위치에 옮긴후 확인푸쉬보턴을 누르면 모든 기기는 정상적으로 복귀되나 경부후 5초이내에 승무원이 확인취급을 하지 않았을 시는 자동부레-키제어회로가 동작되어 비상제동이 걸려 열차는 정지된다.

자동부레-키제어회로가 구성되었을 때는 부레-키 핸들을 비상위치에 놓고 복귀스위치들 취급하므로써 장치를 정상적으로 복귀시킬 수 있으나 실질적으로는 정지한 후가 아니라는 장치가 정상으로 돌아오지 않는다.

다음표는 이와같은 관계를 명시한 것이다.

4. 성능의 개요

(1) 지상자의 특성

상	황	표	시
	동상의 경우		백색등 점등
	열차가 경보상태에 있는 지상자위를 통과했을 경우		백색등, 소등, 적색등, 벨, 점등(확인취급시까지)
	경부후 5초 이내에 핸들을 제동위치에 놓았을 때		벨 그리고 적색등 소등 백색등 점등
	경부후 5초이상 경과했을 때		자동부레-키 동작(벨, 적색등은 지속한다)
	(열차가 정지된 후) 제동핸들을 비상제동위치에 놓고 복귀스위치를 취급했을 때		자동부레-키가 폴리고 벨이 그 소등 백색등 점등

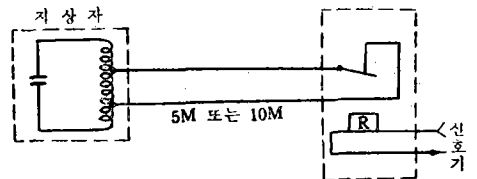


그림 4. 지상자 제어계전기

지상자는 공진코일과 콘덴서로 결합된 공진회로로 제어계전기에 의하여 제어된다.

지상자는 130 kc의 공진주파수에 동조하고 있다.

그 접속은 제 4도와 같이 신호기가 정지현시일때는 지상자제어계전기에 공급되는 전원이 차단되기 때문에 계전기는 낙하하여 지상자 130 kc의 공진회로를 구성한다.

신호기가 진행현시일 때에는 계전기는 여자되

어 그 점점에 의하여 지상자코일의 일부가 단락되어 공진특성을 상실해서 차상장치에 어떠한 영향도 주지않도록 되어 있으며 케-볼은 코일의 중앙과 끝에 접속되어 있다.

(2) 차상자의 특성

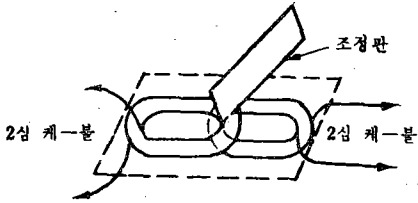


그림 5

차상자는 대단히 정밀히 결합된 공심의 결합 트랜스로서 나선형으로 감겨진 코일을 교차시켜 결합을 조정하고 있다.

이 2개의 코일을 합성수지를 사용하여 완전하게 몰드(Mold)하고 2심의 케이볼을 2본인출한 것이다.

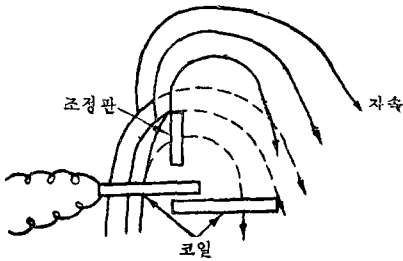


그림 6

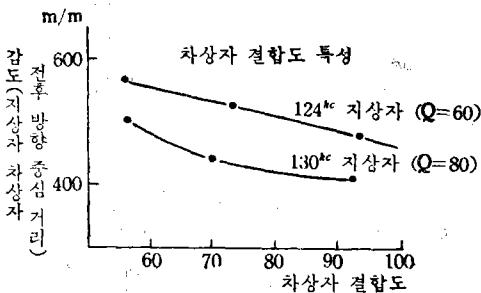


그림 7

2개의 코일의 전기적 성능을 변화시키기 위하여 코일상부에 그림 5와 같이 조정판이 있어 이를 상하로 움직여서 조정하게 되어있다.

조정용의 금속판이 없을 때에는 점선과 같이 자속분포가 많아지고 결합의 정도가 커진다.

그러나 조정용의 판이 2개의 코일과 교차되는 중앙상부에 그림 6과 같은 위치가 되도록 하려는 자속분포가 변화되어 2개의 코일 결합정도가 변화한다(실제는 적게 되도록 되어 있다).

이것에 의하여 차량에 차상자를 설치시 주위 금속체의 영향을 보정(補正)하고 적절한 상태에서 시 사용할 수 있도록 되어 있다.

그림 7에 조정판의 위치와 결합도의 관계를 명시하였다.

차상자는 측정용틀에 취부하여 조정금구의 이동판을 띄어낸 상태에서 1차코일, 2차코일의 결합상태가 75mV가 되도록 제작되어 있다.

차체에 취부된 상태에서는 주위의 금속성 영향으로 이 결합상태가 변화하며 주위에 금속체가 많을 때는 수치가 크게되고, 결합이 밀(密)하여지며 발진은 안정하게 된다.

지상자에 대한 응답특성은 열화한다. 반대로 주위에 금속체가 적을 때는 결합이 소홀하게 되어 수치는 적게 되고 발진은 불안정하게 되므로 취부상태에서는 80mV로 하고, 사용범위로서는 70mV~100mV이다.

(3) 차상장치의 특성

a. 응답특성(應動特性)

기관차에 설치된 차상장치의 차상자가 지상자위를 통과할 때 그 감응(感應)하는 범위는 그림과 같다.

열차 진행 방향

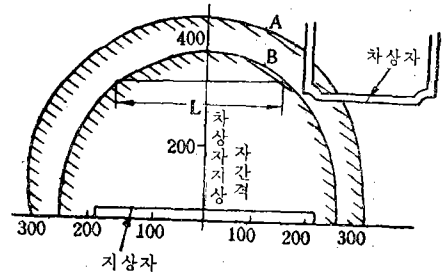


그림 8

곡선 A 또는 B의 내부에 차상자의 중심이 오면 감응되고(130 kc 변주)이 범위를 벗어나면 정상 상태로 돌아온다(105 kc의 발진을 한다)

이와같이 상호감응하는 범위는 지상자를 중심으로 하는 반원을 그리고 있다. 이 특성은 여러 가지 요소에 의하여 변화한다.

즉 차상자의 결합도가 크게되면 범위는 작아지며, 결합도가 작게되면 범위는 크게되며, 지상자의 Q가 크면 크게되고 작으면 작게되며 주위온도가 올라가면 작아지고 주위온도가 내려가면 크게되고, 또 수신기의 특성에 의해서도 변화된다. 곡선 A는 지상자의 Q가 높고(170) 차상자의 결합도가 80 mV(표준)때이며 곡선 B는 지상자 Q가 80(규격의 최저치) 차상자의 결합도가 100 mV(규격의 최고)때 가장 조건이 좋지 않은 때의 예임.

이와같이 지상자 Q의 대소(大小), 차상자 결합도의 대소 및 기타 수신기의 상황(주위온도, 차상케블길이의 대소등)에 의하여 이것들의 곡선은 변화한다. 그러나 주위조건이 가장 좋지 못할 때에도 차상자가 응동하는 수평거리 L은 400 mm 가 필요하게 된다.

이 거리는 130 km/H로 통과하는 시간이 약 11 ms 필요함으로 이시간내에 차상장치는 완전히 응동을 하여야 한다.

그렇지만 이 응동특성은 지상자의 좌우방향에 대하여서는 그림 9와 같이 지상자상의 사선(斜線)내에 차상자가 들어오며는 응동하지만 지상자 위 일정거리에는 차상자가 좌우로 크게 변위되어 사선외로 나오면 응동하지 않을 때가 있다. 그러므로 직선부를 진행시킬 경우는 열차의 변위가 적고 차상자의 좌우변위도 그리크지 않으므로 그림 10과 같이 지상자위를 통과할 때의 응동거리 L는 크게 취하게 된다.

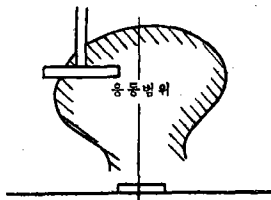


그림 9

이것을 사용할 수 있는 한계는 열차속도 130 km/H일때 차상자의 좌우변위는 50 mm 이내이어야 한다.

일방(一方)곡선부에서는 열차의 좌우변위가 크게되어 차상자가 지상자위를 통과시 응동거리는 적게되어 그림 10의 L' 같이 되므로 높은 열차속도에 응동하는 일은 될 수 없게 된다.

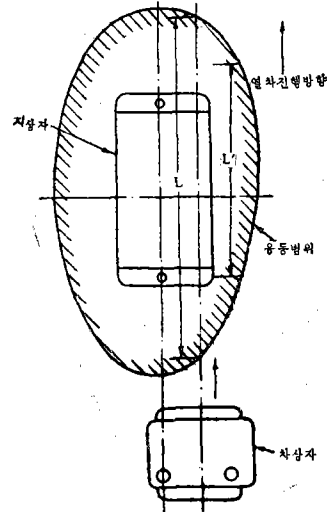


그림 10

b. 전원의 변화에 의한 특성

전원전압이 변동하려는 출력의 변동과 동시에 차상자 지상자간의 응동하는 범위는 크게 변화를 하기때문에 전자부의 전원은 18 V±1 V 이내가 되도록 정전압장치를 넣어서 보호하고 있다.

또 전원은 기관차의 다른 제어장치와 동일전원을 사용하고 있기 때문에 이곳에 ATS수신기에 노이즈의 침입을 생각할 수 있으므로 ATS수신기의 전원회로에 충분한 노이즈방지회로가 들어 있다.

c. 온도특성

지상자, 차상자는 주위온도 -30°C~60°C에서 사용가능하며 범위가 어느정도 넓어져도 파손되고 사용할수 없는 일은없다.

수신기의 주위온도 범위는 규격상 -20°C~+50°C로 되어 있으나 -30°C에서도 사용이 가능하다.