KOREA RAIL NETWORK AUTHORITY

KR E-03230

Rev.5, 29. June 2015

구분장치의 종별과 설계

2015. 06. 29

한국철도시설공단

REVIEW CHART

개정 번호	개정 일자	개정사유 및 내용(근거번호)	작성자	검토자	승인자
0	2008.11.12	철도전철전력설비 시설지침 제정 (국토부→공단 이관, 제정) (기준팀-2757호, '08.11.12)	유향복 이해원	이시용 김도원	강창호
1	2010.02.10	철도전철전력설비시설지침 전면개정 (기준심사처-269호, '10.02.10)	김동철 박순달 조성희	유승위 김도원	김영국
2	2011.12.01	철도전철전력설비설계지침 제정 (국토부 기준관리 체계 부합화) (설계기준처-373호, '11.12.01)	최석효 이해원 조성희	석종근 양인동	김영우
3	2012.12.05	설계기준체계 전면개정 (설계기준처-3537호, 12.12.05)	이해원	석종근 김은태	김영우
4	2013.11.27	철도설계지침 및 편람 일부개정 (설계기준처-3630호, '13.11.27)	이해원	유승위 김은태	김영우
5	2015.06.29	설계지침 및 편람 개정 (설계기준처-1813, '15.06.29)	이해원	최태수	이동렬

목 차

1. 구분장치의 종별과 사용구분 ····· 1
2. 전기적 구분장치의 설치위치 ····· 1
3. 에어섹션 ····· 2
4. 애자섹션 ····· 3
5. 절연구분장치의 설계 ····· 3
6. 에어조인트 ····· 4
7. 비상용섹션 ····· 4
8. 타력운행구간의 설계 ····· 5

해설 1. 구분장치 일반 ····· 6
1. 구분장치의 개요 ····· 6
2. 급전계통 구분 ····· 6
3. 구분장치의 구비조건 ····· 6
4. 구분장치의 종별 ····· 7
4.1 에어섹션(Air Section) ····· 7
4.2 동상용 구분장치(insulated overlap) ····· 9
4.3 에어조인트(Air Joint) ····· 10
4.4 절연구분장치(Neutral Section) ····· 12
5. 절연구분장치의 길이계산 예 ····· 15
6. 전기적 구분장치의 설치위치 ····· 15

RECORD HISTORY ····· 18

경 과 조 치

이 철도설계지침 및 편람(KR CODE) 이전에 이미 시행중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

일 러 두 기

○ 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 각 코드별로 변경하였습니다.
또한, 모든 항목에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.

○ 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 코드별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시되며 설계적용시 최신판을 확인 바랍니다.

○ “철도설계지침 및 편람(KR CODE)”에서 지침에 해당하는 본문은 설계시 준수해야 하는 부분이고, 해설(편람) 부분은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 각 코드의 제목부분에서 해설은 편람을 총칭하는 것입니다.

1. 구분장치의 종별과 사용구분

구분장치의 종별과 사용구분 및 속도는 다음 표에 의한다.

구분		종별	세목	사용구분	속도[㎞/h]	비고
전기적 구분	동상 구분 장치	에어섹션 (Air Section)		동상의 본선 구분용	설계속도	
		애자섹션 (Section Insulator)	현수애자제	동상 상, 하선 및 측선 구분	45	
			장간애자제	--- 〃 ---	85	
			FRP제	--- 〃 ---	120	
	절연구분장치 (Neutral Section)		FRP제	이상 구분 또는 교/직 구분	120	
			PTFE제	이상 구분	180	
			NS25	이상 구분	200	
			이중에어 섹션	이상 구분	설계속도	
	비상용 섹션			사고시 긴급 구분용	설계속도	상시는 전기적으로 접속
기계적 구분		에어조인트 (Air Joint)	본선 구분	합성전차선 평행설비 구분	설계속도	
		R-Bar조인트 (Expansion Element) T-Bar조인트 (Expansion Joint)	본선 구분	강체 전차선 평행 설비 구분	120	단, 설계속도에 적합한 시스템 변경 및 개발시 따로 적용 가능

2. 전기적 구분장치의 설치위치

(1) 전기적 구분장치의 설치위치는 다음 각 호에 의한다.

① 복선구간에서 장내신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기의 위치와 일치시키거나 또는 그 내측에 시설한다.

② 복선구간에서 출발신호기 부근에 설치하는 구분장치는 입환을 행하는 역단 분기기에서 인상 열차 길이에 50[m]를 가산한 길이 이상 이격한다.

③ 제2호의 이격거리를 택한 경우 구분장치와 그 전방의 폐색신호기까지의 거리가 당해선구를 운전하는 열차장에 50[m]를 더한 값 이하일 경우에는 폐색신호기의 내측에 시설한다.

④ 단선구간에서 장내신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기의 외측에 당해선구를 운전하는 열차장에 50[m]를 더한 값 이상 이격한 위치에 설치하며 입환을 행하는 구간은 제2호에 준한다.

⑤ 정거장간에 설치하는 구분장치는 폐색신호기 위치와 일치시킨다. 다만, 단선구간으로 상·하의 폐색신호기의 외방이 중복할 경우에는 대향의 신호기 어느 것에서 당해선구를 운전하는 열차장에 50[m]를 더한 값 이상 이격한 위치에 시설한다.

⑥ 입·출고선에 설치하는 구분장치는 차량정지표지에서 전방 20[m] 이격한 위치에 시설한다.

⑦ 절연구분장치(Neutral Section)는 변전소 앞 및 구분소 앞 선로 곡선반경, 선로기울기,신호기 위치, 급전조건, 차량의 성능 등을 고려하여 열차타력운행이 가능한 위치 중 운영자 등 관련부서 관계자와 협의 후 선정한다.

⑧ 전기 차량이 상시 정차하는 등 전기차가 장기간 정차하는 곳에는 구분장치를 두지 않는다.

3. 에어섹션

에어섹션 설치의 자세한 사항은 다음 각 호에 의한다.

(1) 두 개의 평행한 전차선 상호간의 이격거리는 다음 표와 같이 확보하여야 한다.

속도등급	이격거리[㎜]	비 고
300킬로급 이상	500 이상	
250킬로급	400 이상	
200킬로급 이하	300 이상	부득이 한 경우 250[㎜]까지 단축할 수 있음

(2) 무가압 부분의 전차선과 조가선 및 이에 근접하는 가압부분의 조가선도 상호 균압한다.

(3) 경간과 편위, 가고는 기본도에 의해 설치하여야 하며 중심전주의 쌍브래킷개소 전후에서 평행 등고 구간이 이루어지도록 한다.

(4) 구분용 애자의 하단은 본선의 전차선 높이에서 200[㎜] 이상으로 한다.

(5) 평행부분에 있어서 양방향의 전차선의 레일면 높이의 등고 부분이 500[㎜] 이상 되도록 시설한다.

(6) 평행부분의 경간은 2경간 이상으로 설치함을 원칙으로 한다. 단, 속도등급 200킬로급 이하에서는 경간이 40[m]이상 일때 1경간으로 설치할 수 있다.

4. 애자섹션

애자섹션(Section Insulator)은 다음 각 호에 의하여 시설한다.

(1) 건넘선 및 측선에 설치하는 애자섹션은 본선을 통과하는 열차 팬터그래프에 지장이 없도록 본선 궤도중심으로부터 가급적 멀리 이격시켜 설치하여야 한다.

(2) 애자섹션의 설치위치는 전차선 지지점(현수지지점 포함)에서 애자섹션 중심까지(건넘선 4.5[m], 측선 1.5[m]) 이격된 위치에 설치하며, 애자섹션의 처짐 및 좌·우 진동이 최소화 되도록 하여야 한다.

(3) 애자섹션의 팬터그래프 접촉 동작부인 슬라이더부와 전차선접속부는 열차통과에 지장이 없도록 수평으로 설치하여야 한다.

(4) 애자섹션은 인류점으로부터 가급적 가까운 곳에(200[m] 이내) 설치하여 온도변화에 따른 변형이 없도록 한다.

(5) 팬터그래프 통과시 동요가 적고 아크가 완전히 끊어져 아크로 인해 절연이 파괴되지 않도록 하여야 한다.

(6) 애자섹션은 합성전차선 또는 전차선의 장력을 자동조정할 경우에 변형되지 않도록 시설한다.

(7) 애자섹션이 설치된 개소에는 구분장치 앞뒤의 전차선과 조가선을 상호 균압한다.

(8) 애자섹션의 설치위치는 레일의 절연이음매부 설치위치의 연직선상으로부터 3m 이상 이격하여 설치한다.

5. 절연구분장치의 설계

(1) 절연구분장치(Neutral Section)의 길이는 당해선구를 운행하는 전기차의 속도·팬터그래프의 성능 및 설치간격·지형조건 등을 고려하여 설계한다.

① 절연구분장치(Neutral Section)의 길이는 운행될 열차의 최대 길이와 그 열차의 팬터그래프 사이 거리(동일 회로로 연결되는 팬터그래프간 거리) 등을 고려하여 절연구간에서 다른 위상 간 전기적으로 단락시키지 않는 길이 이상으로 설계하여야 한다.

② 절연구간 내 전기차가 정차하여 자력으로 이동할 수 없는 구간은 자력 이동이 가능하도록 전원을 투입할 수 있는 개폐설비를 반영하여야 한다.

(2) 절연체를 사용하는 구분장치는 다음 각 호에 의하여 설계한다.

① 절연구간을 갖는 인류구간의 길이는 600[m] 이하로 하며 자동장력조정장치에 의한 일단 조정을 시행한다.

② 절연구분장치 양단의 전차선과 조가선을 상호 균압한다.

③ 절연구분장치 구간의 조가설비는 팬터그래프 통과로 생기는 아크(Arc)에 의한 손상이 없도록 시설한다.

(3) 이중에어섹션에 의한 절연구분장치는 다음 각 호에 의하여 설계하여 한다.

① 절연구분장치는 기본도에 따라 각 경간, 편위, 가고 등을 고려하여 정밀하게 설치하여야 한다.

② 절연구분장치는 상이 다른 두 개의 전원 사이에 무가압의 중성구간을 만들기 위해 2개의 에어섹션으로 구성되며, 두 전원이 완전하게 구분되도록 설치하여야 한다.

③ 절연구간 양측에 설치된 에어섹션의 인류주 앞쪽 중간전주 전차선 지지점에서 절연구간측으로 2.0[m] 이상 이격된 위치에 설치되는 애자 사이와 또한 두 전원의 에어섹션개소인 평행구간 조가선(중성구간 측 중간전주 쪽은 전주중심에서 2.5[m], 반대측 즉, 절연구간 끝 쪽의 중간전주의 전차선 지지점으로부터 1.5[m] 이격된 위치간)은 피복조가선으로 설치하여야 한다.

(4) 강체구간의 절연구분장치는 에어갭(Air Gap)식 또는 FRP식, 이중에어섹션방식으로 할 수 있으며 강체는 고정한다.

6. 에어조인트

(1) 에어조인트(Air Joint)는 다음 각 호에 의하여 설치하여야 한다.

① 평행부분에서 전차선의 상호간격은 다음 표와 같이 설치하여야 한다.

속도등급	간격	비 고
250킬로급 이하	표준 : 150[㎜] 최대 : 250[㎜]	단, 부득이한 경우 100[㎜]까지 할 수 있다
250킬로급 초과	200[㎜]	

② 에어조인트에서 균압장치는 제121조에 의거 설계 한다

③ 지지점에 있어서 전차선의 인상 높이는 속도등급에 따라 인상하여 접속금구 등이 팬터그래프의 통과에 지장을 주지 않도록 시설한다.

④ 평행부분의 경간은 2경간 이상으로 설치함을 원칙으로 한다. 단, 속도등급 200킬로급 이하는 경간이 40[m]이상에서는 1경간으로 설치할 수 있다.

⑤ 평행부분에서는 단독주에 평행틀을 설치한다. 다만, 곡선개소등 평행틀에 불평형 하중이 걸리는 경우에는 복주를 설치할 수 있다.

⑥ 평행틀, 브래킷 설치, 가고 등은 에어섹션 설치기준과 같다.

7. 비상용섹션

(1) 비상용섹션은 재해 또는 사고시에 합성전차선을 전기적으로 구분할 필요가 예상되는 곳에 설치한다.

(2) 정거장간의 비상용섹션은 에어섹션(Air Section)에 준하여 시설한다.

(3) 정거장구내의 비상용섹션은 애자섹션(Section Insulator)에 준하여 시설한다.

8. 타력운행구간의 설계

(1) 고속철도구간에서는 필요할 경우 전차선로의 사고시 열차가 타력으로 통과 할 수 있도록 ZCP(Zone for Catenary Protection, 전차선로 타력운행구간)를 설계할 수 있으며, 설치 조건은 다음과 같이 한다.

① 설계속도 및 열차의 운행 조건 등을 고려하여 설계 한다.

② ZCP의 설치구간 길이는 선로기울기 10‰이하는 20km이하로 하고, 10‰넘는 선로에서는 15km이하로 한다. 다만, ZCP전,후에 도중건넘선 등 이 있는 경우 현장 선로여건을 고려하여 설치구간 길이를 조정 할 수 있다.

③ 급전구간별 구분용 부하개폐기를 설치하고, CTC에 전차선로 ZCP 정보가 전달되도록 구성한다.

해설 1. 구분장치 일반

1. 구분장치의 개요

전차선의 일부분에 사고가 발생한 경우나 일상의 보수작업을 위해서 정전작업의 필요가 있는 경우에 정전 구간을 한정하고, 다른 구간의 열차운전 확보를 목적으로 하며, 또한 전차선을 팬터그래프의 접동에 지장을 주지 않으면서 전기적으로 구분하는 장치를 「구분장치」라 한다.

2. 급전계통 구분

전차선로의 계통을 한정 구분하기 위해서는 다음과 같이 계통을 구분하고, 그 구분점에는 구분장치를 설치하여야 한다.

(1) 전기차의 운전계통에 대응하여 상하선별, 방향별로 구분한다.

(2) 큰 역구내, 차량기지는 본선으로부터 분리하여 계통을 구별한다.

(3) 역구내의 선로배선과 반복운전의 가능성 및 전기차고로부터 본선에의 출입방향을 고려하여 구분한다.

(4) 보수작업구간을 설정하기 쉽도록 구분한다.

(5) 보호 계전기의 사고 검출 능력에 상응하도록 한다.

3. 구분장치의 구비조건

구분장치는 전기적, 기계적으로 충분한 강도를 갖는 것이 필요하고 다음과 같은 조건이 요구된다.

(1) 충분한 절연성을 가질 것

① 절연이 완전하고 누설전류가 적을 것

② 팬터그래프 통과시 아크가 완전히 소멸될 것

③ 아크에 의한 절연이 파괴되지 않을 것

(2) 팬터그래프의 통과에 지장이 없을 것

① 가볍고 집전상 경점이 되지 않을 것

② 팬터그래프 통과시 동요가 적으며, 적당한 압상량이 있을 것

(3) 가볍고 기계적 강도가 클 것

(4) 그 구간을 운전하는 열차의 속도에 대응할 수 있을 것

(5) 기계적 구분장치는 온도변화에 의한 전선의 신축 및 과도한 장력을 방지하도록 전차선을 적당한 간격으로 구분하여 인류할 것.

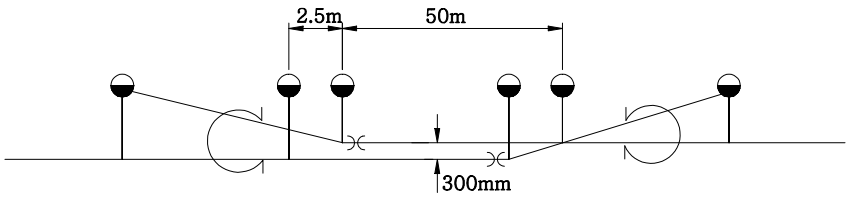
4. 구분장치의 종별

4.1 에어섹션(Air Section)

에어섹션은 집전부분의 전차선에 절연물을 넣지 않고 절연해야 할 전차선 상호간의 평행부분을 일정간격으로 유지시켜 공기의 절연을 이용한 구분장치이며, 전기적 절연이 완전하며 팬터그래프 통과시 전류차단 없이 전기적으로 연속집전을 할 수 있는 이점이 있으며 집전상 경점이 되지 않으므로 고속운전에 가장 알맞은 섹션(Section)으로 널리 사용되고 있다.

4.1.1 1경간 평행개소

평행개소의 경간은 40[m] 이상개소에 에어섹션을 설치하든가 또는 40[m] 미만인 경우 2경간으로 하고 평행부분의 전차선 상호 이격거리는 300[㎜]를 표준이격거리로 정하고 있다.



4.1.2 2경간 평행개소

(1) 평행개소(Overlap) 구간 특성 분석

전기적으로 분리되어 있는 에어섹션과 전기적으로 접속되어 있는 에어조인트 등을 총칭하여 평행개소 구간이라 하며 평행개소 구간에서는 팬터그래프가 두 개의 가선간을 복잡한 운동을 하면서 진행하기 때문에 전차선의 이선마모, 피로 및 손상 등이 발생하기 쉽다. 철도 전철전력설비 설계지침에는 평행부분의 경간길이가 40[m] 이상일 때는 한 경간으로 하고 40[m] 미만 일 때는 2경간으로 구성하도록 되어있다. 평행구간을 한경간으로 구성하면 전차선의 등고부가 경간 중앙에 설치되므로 팬터그래프 통과시 압상력에 의한 전차선의 진동으로 팬터그래프의 이선 현상이 일어나 전차선의 수명 단축과 집전특성을 저하시킬 수 있다. 그러나 이 평행구간을 2경간으로 하면 전차선 평행구간의 등고부분이 브래킷 지지점에 설치되어 전차선이 압상력의 영향을 적게 받으므로 전차선의 이선 현상 없이 집전되고 고속에 의한 집전특성 향상과 수명연장을 도모 할 수 있으므로 전차선로의 질적향상과 속도향상을 고려하여 평행 개소는 2경간으로 하고 40[m] 미만인 개소는 3경간으로 한다.

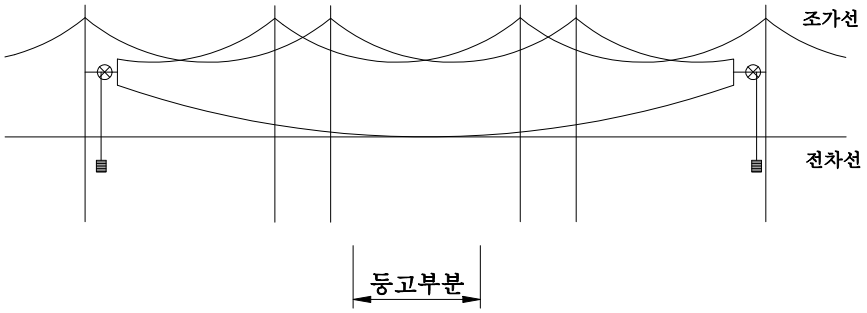


그림 1. 한경간 평행개소(Overlap) 구간

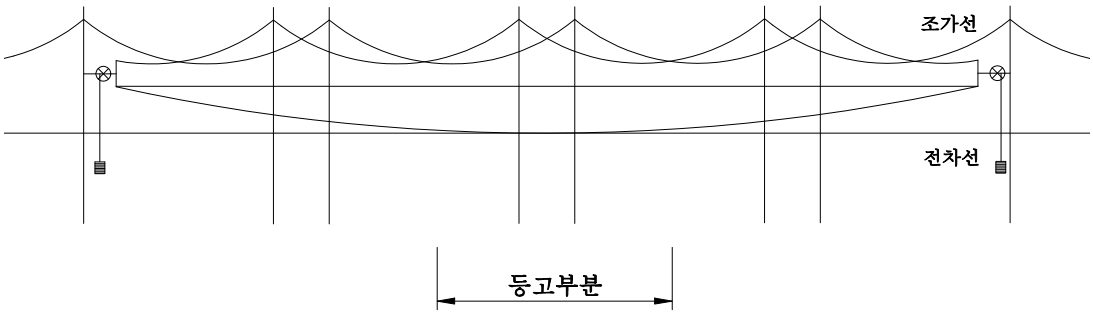


그림 2. 2경간 평행개소(Overlap) 구간

(2) 2경간 평행개소 가동브래킷 설치 방안

평행개소를 2경간으로 시설함으로써 에어섹션 개소의 중간부분에 전차선을 평행하게 등고부분을 형성하여야 하나 기존의 가고 960[㎜] 가동브래킷을 사용할 경우 가고가 같으므로 에어섹션에서는 절연이격거리가 확보되지 않으며 에어조인트는 조가선이 가동브래킷에 접촉되어 가선이 불가능하다.

최근에 개발된 가고조절용 가동브래킷을 사용할 경우 가고 1,250[㎜]는 1,400[㎜]까지 조절이 가능하고 가고 960[㎜]는 900[㎜]까지 조절할 경우 에어섹션 개소에서 전선 상호간 이격거리를 현장실정에 맞게 확보할 수 있으므로 2경간 평행개소에는 가고조절용 가동브래킷을 사용하는 것이 바람직하다.

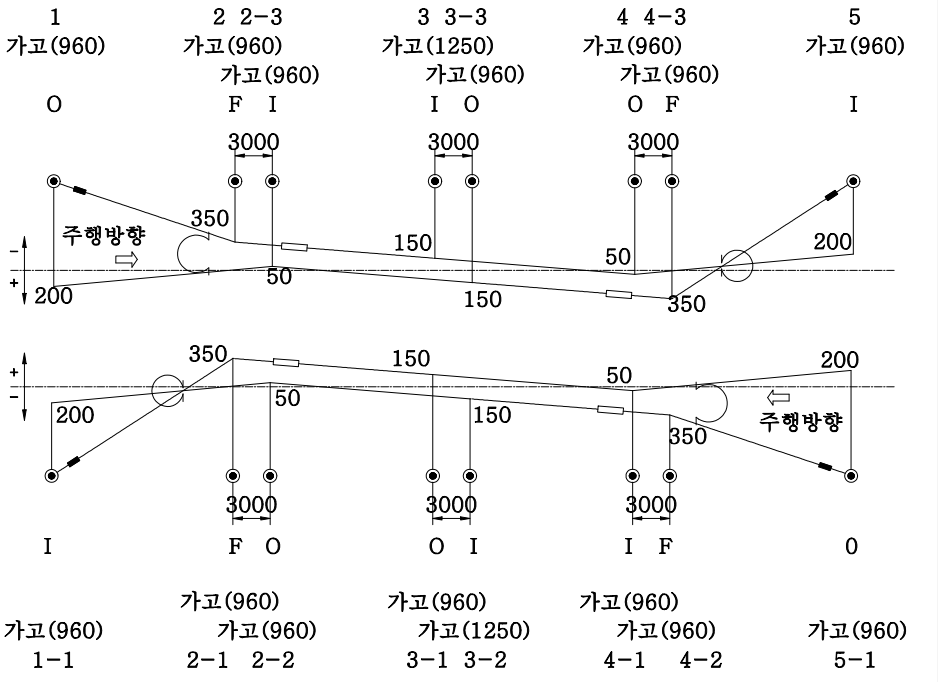


그림 3. 에어섹션 설치 평면도

4.2 동상용 구분장치(insulated overlap)

4.2.1 일반사항

구분장치(동상용)는 주로 본선의 상하 건넘선, 본선과 측선 검수고 출입고선 등을 절연구분하는 장치로 시설하여 사용하는 것으로 전차선로를 절연구분하여 사고시나 작업상 정전을 요하는 경우에 그 정전의 영향을 사고구간과 작업구간으로만 한정하고 다른 구간에는 급전을 가능케하여 극력 열차운전에 영향이 적은구간으로 한정하기 위한 장치로서 전기적, 기계적으로 충분한 강도를 갖고 팬터그래프 통과에 지장이 없도록 시설하고 있다.

구분장치(동상용)의 절연구분재료에는 절연재를 쓰며 그 절연재의 재질에 의해 애자재와 합성수지재(FRP제)로 대별할 수 있다.

구분장치용 절연재가 구비해야 할 요건은 다음과 같다.

(1) 절연내력이 크고 마모와 절삭이 적을 것

(2) 내아크(arc)성 내 트랙킹(tracking)성이 강할 것

(3) 열화가 적고 항장력이 클 것

(4) 열에 대한 영향이 적고 중량이 가벼울 것

(5) 습기를 함유하지 않을 것

등을 들 수 있다.

현재 사용되고 있는 동상용 구분장치로는 그 재질 및 구조가 다양하며 현재도 그 기능의 향상을 위해 각국에서 연구개발에 박차를 가하고 있으며 그 선택에는 신중을 기하여 검토할 필요가 있다.

애자형 구분장치는 절연재로 애자를 사용한 장치로서 중량이 커서 팬터그래프 집전에 경점으로 작용하며 가격면에서도 FRP제에 비해 약간 비싼편이나 반면에 애자의 우세효과가 있어 절연성이 좋고 수명이 길며 변형이 잘되지 않는 장점이 있다. 또한 합성수지제(FRP제)는 일반적으로 설비의 경량화와 간소화, 가격의 저렴성(애자형 섹션에 비해) 등의 장점이 있는 반면 팬터그래프의 접동에 의한 마모와 염분, 먼지, 디젤매연 등의 오손에 의해 절연이 열화되기 쉬워 트랙킹(tracking) 현상의 발생우려도 있다. 조가선측의 절연재(절연봉)는 기계적 강도 뿐만아니라 신뢰성 확보가 매우 중요하므로 취약성을 보완하기 위하여 현수애자를 적용할 수도 있을 것이다.

4.2.2 전차선 지지점의 적용

애자섹션의 설치위치는 처짐 및 좌우진동이 최소화 되도록 전차선 지지점(현수지지점 포함)에서 애자섹션 중심까지(건넘선 4.5[m], 측선 1.5[m]) 이격된 위치에 설치하도록 한다. 다만, 전차선 지지점에 현수지지점을 포함하는 경우는 역구내 등에서 선로의 분기기가 #12번 이하일 경우에 한한다.

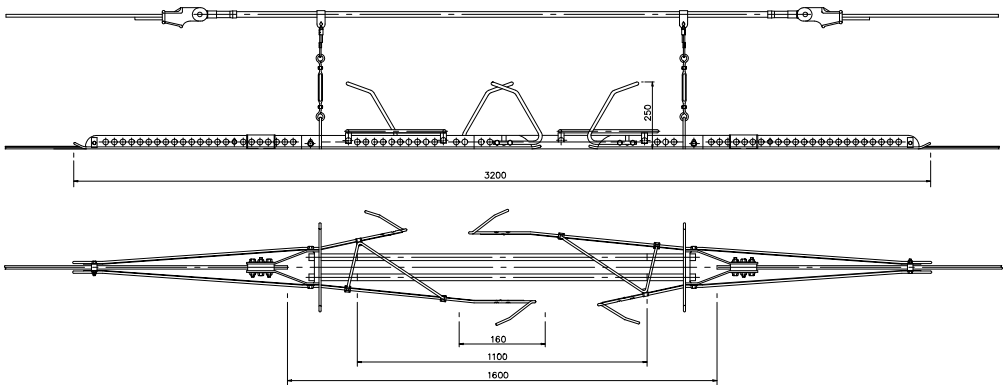


그림 4. 합성수지제(절연봉 23ϕ) 섹션

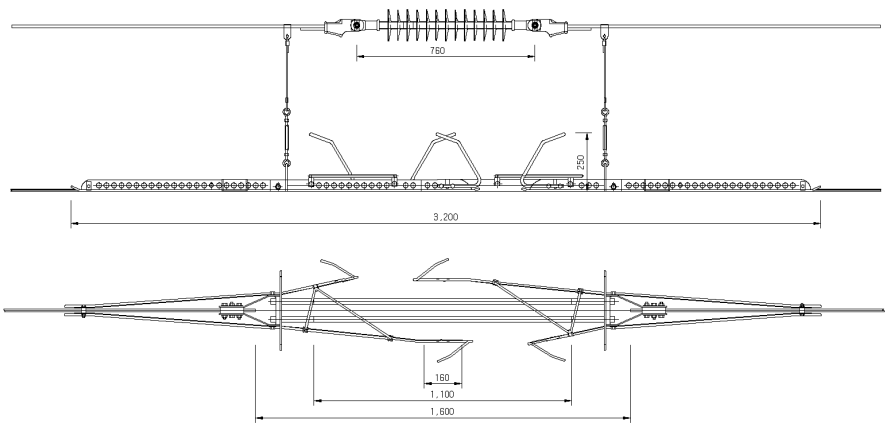


그림 2. 절연애자제(T-s) 섹션

4.3 에어조인트(Air Joint)

4.3.1 전차선 상호 이격거리

에어조인트는 전차선 가선시 작업의 용이성과 온도변화 등에 의한 전차선의 신축(가선의 늘어짐 또는 과장력) 때문에 전차선을 적당하게 일정 길이마다 인류하기 위해 설치되어 있는 기계적인 구분장치로서 경간 길이가 40m 이상일 때에는 한경간으로 하고 40m 미만일 때에는 2경간으로 구성하며 평행부분의 전차선간 상호 이격거리는 150㎜ 이상을 유지하도록 규정하고 있다.

전차선로의 평행부분 이격거리는 열차의 속도향상에 따라 적합하게 설계하여야 하며 고속화로 갈수록 에어조인트의 평행경간을 2경간으로 하고 또한 평행부분의 전차선 상호간의 이격거리도 200㎜로 넓힐 필요가 있다고 본다. 그 이유는 평행구간을 한 구간으로 구성하면 전차선의 등고부가 경간중앙에 위치하게 되므로 팬터그래프 통과시 압상력에 의한 전차선의 진동으로 팬터그래프의 이선현상이 일어나 전기적인 국부마모의 촉진으로 수명단축과 집전 특성을 저하시킬 수 있다. 그러나 이 평행구간을 2경간으로 하면 전차선 평행구간의 등고부분이 브래킷 지지점에 설치되어 전차선이 압상력의 영향을 적게 받으므로 팬터그래프의 이선현상의 감소를 기할 수 있어 집전특성 향상과 수명연장에 기여할 수 있으며 또한 평행부분의 선간거리가 적으면 자동장력조정장치에 의한 전차선의 이동과 강풍에 의한 변위 등으로 인해 균압선 금구 등에 지장을 줄 위험성이 있으므로 선간 이격거리를 200㎜로 넓히는 것도 연구와 실증을 통하여 통일할 필요가 있을 것이다.
이에 대한 외국의 예를 보면 비록 고속철도 구간이기는 하지만 일본의 신간선에서는 평행개소의 선간 이격거리를 300㎜로 하고 불란서의 SNCF의 TGV노선에서는 200㎜를 표준으로 제정하여 시설하고 있어, 우리나라의 설계지침은 250km/h급 이하는 150mm를 표준으로 하고, 250km/h급을 넘는 경우는 200mm를 표준으로 정하였다.

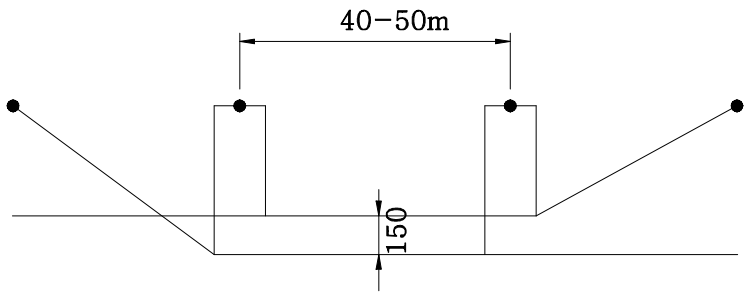


그림 6. 에어조인트 약도(한경간)

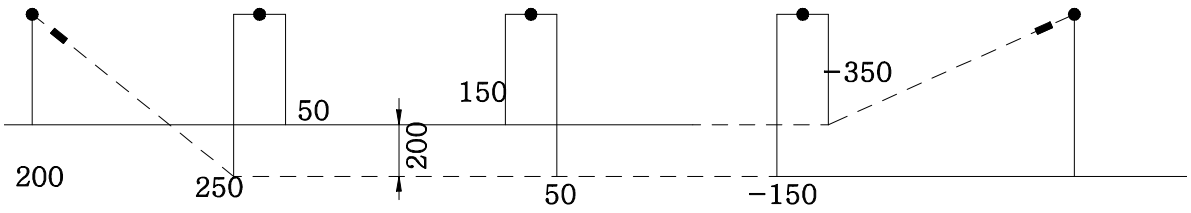
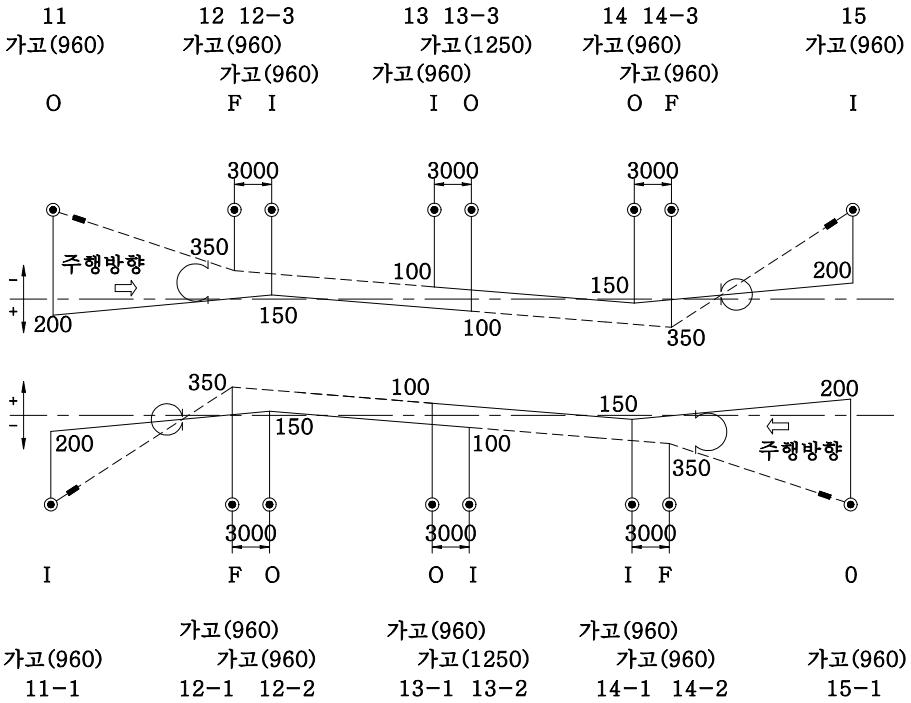


그림 7. 에어조인트 약도(2경간)

4.3.2 에어조인트 평면도



4.4 절연구분장치(Neutral Section)

4.4.1 FRP 절연방식

교류전철화 구간의 이상(異相)전원을 구분하기 위해 변전소의 급전인출구 및 급전구분소의 급전 인출구 등의 이상전원 접속개소에서는 이상 전원의 상호 접촉을 방지하기 위해 전차선을 전기적으로 분리해야 한다.

기존 사용하고 있는 FRP 절연구분장치(22m)는 자체의 중량과 재질의 경질화로 집전상 경점으로 작용하여 집전성능이 나빠짐은 물론 팬터그래프 집전판의 마모 촉진과 파손사고의 원인이 되기도 한다. 속도가 향상되면 압상량이 증가하게 되며 이로 인하여 구분장치에 응력이 가해져 피로손상의 위험이 크다. 열차속도가 향상되면서 절연구간 통과시 속도제한 없이 원활한 팬터그래프의 접촉상태를 양호하게 유지하

기 위해서는 기존선에 적용되어 사용된 FRP제를 사용할 경우에는 수명이 비교적 짧고 주기적인 보수점검 등으로 시설의 무보수화(maintenance free)에도 역행하는 결과를 초래하게 된다. 조가선측의 절연재(절연봉)는 기계적 강도 뿐만아니라 신뢰성 확보가 매우 중요하므로 취약성을 보완하기 위하여 그림 10.과 같이 현수애자를 적용할 수도 있을 것이다.

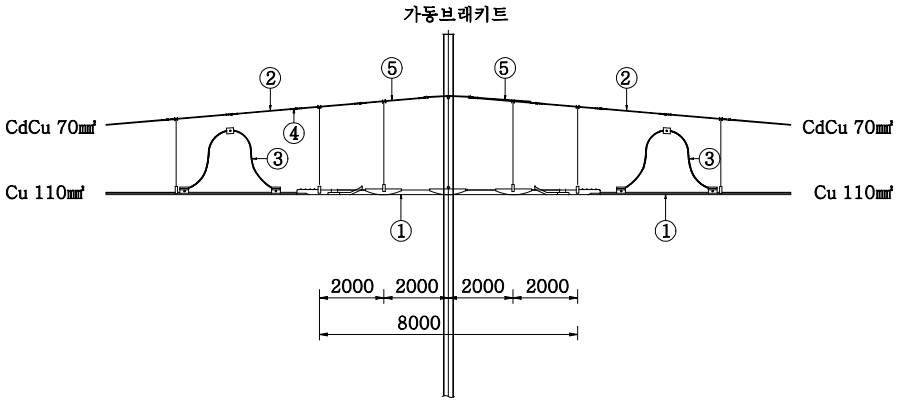


그림 8. FRP 절연 구분장치 8m용

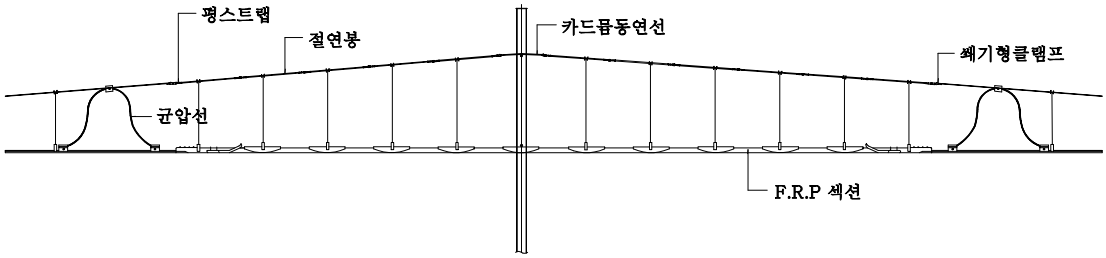


그림 9. FRP 절연 구분장치 22m용 (기존 구간 사용)

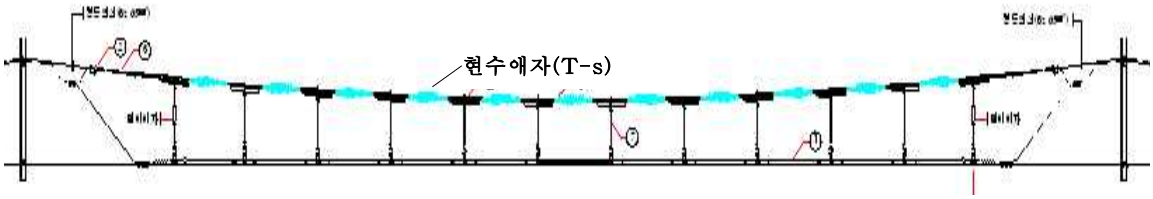


그림 10. FRP 절연 구분장치 22m용(조가선측 현수애자 T-s 적용)

4.4.2 이중에어섹션방식

이중에어섹션방식의 구조는 절연구분장치 개소에 절연체를 사용하지 않고 전차선만으로 구성되므로 전차선 구분장치의 경량화로 팬터그래프와 전차선과 상호작용시 다른 두 개의 이상전원(M상, T상)이 상호 접촉되지 않도록 이상전원간 무가압 중

성구간(neutral section : 47m)를 삽입하고 이 중성구간 양쪽에는 에어섹션을 설치하여 팬터그래프가 A상측 전원에서 중성구간으로 이행하는 순간 집전이 중단되지만 무가압 중성구간을 통해 다른 전원측인 B전원 air section 평행구간으로 이행하여 집전하므로서 전기적으로는 순간적으로 단전되나 기계적으로는 완전 연속성으로 접동할 수 있도록 구성되어 있다. 이 장치는 절연체를 사용하고 있는 구분장치에 비해 발전 개선된 구분장치로 기능상으로나 운용 보수상으로 볼 때 시설의 무보수화(maintenance free)에 크게 기여할 것으로 판단되므로 고속화 구간에는 이 장치의 사용이 적합할 것으로 판단된다. 다만 기존선 구간의 전철화인 경우 선로조건이 곡선이 많고 구배가 클 경우 절연구분장치의 길이가 길기 때문에 장소를 선정하는데 문제점이 있다. 특히 이중에어섹션방식 구간의 조가선을 아크발생에 따른 단선사고 방지를 위하여 피복 조가선을 사용한다.

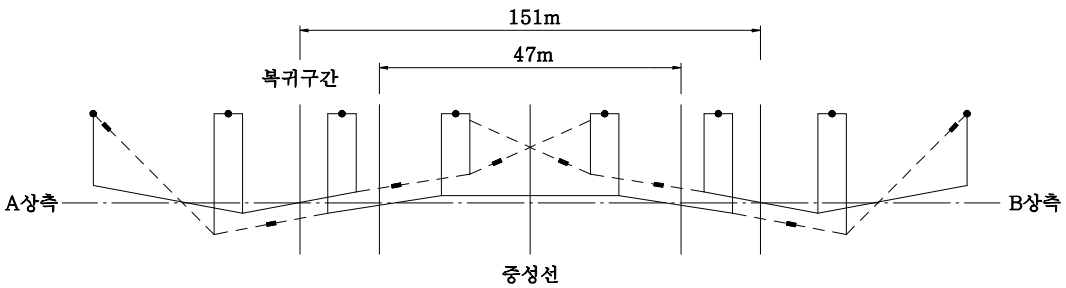


그림 11. 이중에어섹션방식(고속운행구간)

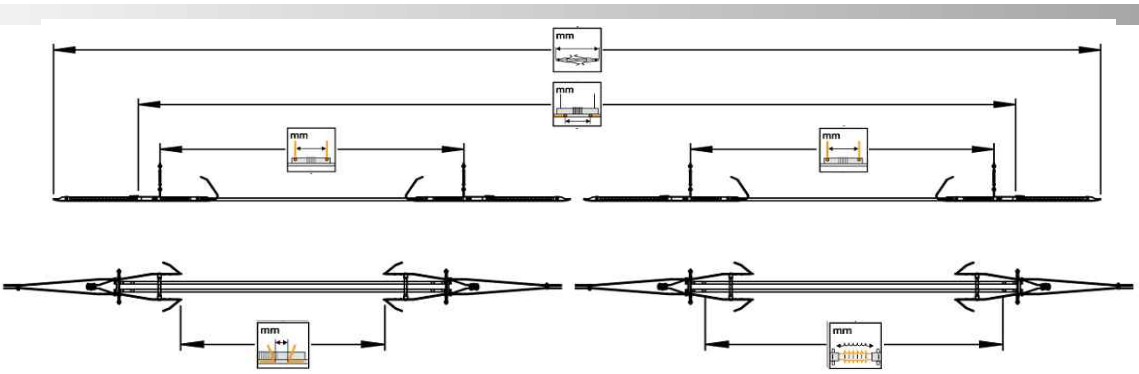
4.4.3 NS-25 Type 절연구분장치

유럽에서 사용중인 200km/h급 전차선로에 적용 가능한 절연구분장치로서 구분장치 2개를 조합하여 설치하는 것으로 절연체 내부는 GRP(Glass fiber Reinforced Plastic-유리섬유강화플라스틱)이며, 외부는 PTFE(Poly Tetra Fluoro Ethylene-불소수지)재질로 되어있다. 러너(Runners)는 동(copper)재질이며 기타 부속품은 부식되지 않는 재질로 구성되어 있다.

주요 성능은 다음과 같다

- ○ AC 25kV 이상 구분
- ○ 사용속도 : 200 km/h
- ○ 구분장치 파괴하중 : 120kN
- ○ 절연봉 파괴하중 : 100kN(각 로드)
- ○ 최대 아크 소호능력 ; 10′000 A - 0.15 sec.

NS-25Type 구분장치는 국내사용경험이 많지 않으므로 기존선(호남선,경부선)개량에 따른 운용현황을 면밀히 검토하여 설계과정에 반영 하여야 할 것이다.



구분	mm²	mm a	mm	mm	mm	mm	Kg
치수	80~150	9480	325	3000	31.5	2500	39

그림 12. NS-25 Type 개념도

5. 절연구분장치의 길이계산 예

[길이 계산 예]

• 교류 이상 구분용

섹션을 통과할 때 노치온(Notch on) 상태로 통과하는 경우의 아크신도는 시험결과 3 [㎜/kVA]이므로 최대 2,600[kVA]로 가정하면 소요길이는

2,600 [kVA] ×3 [㎜/kVA] = 7,800 [㎜] ≒ 8 [m]

또한 전기차의 양 팬터그래프의 길이를 감안하면

전기적 절연길이 + 팬터그래프간격 = 8[m] + 13[m] =21[m]

여기에 1[m] 여유길이를 감안하여 교류이상구분용 절연구분장치는 22[m]로 정하고 있다.

• 교・직류 구분용(직류→교류측으로 운행)

교・직류구간의 섹션길이는 기기류의 조건과 전기차의 시험결과에 따라

유효길이[m] = 총동작 시간 × 운전속도 [㎞/h]

총동작 시간 = A + B + C + D

A : 아크의 지속시간 [㎳] : 200 [㎳]

B : 전압계전기 동작시간 [㎳]: 900 [㎳]

C : 차단기의 차단시간 [㎳] : 210 [㎳]

D : 여유 [㎳] : 100 [㎳]

항 목	전동차 (VVVF)	비 고
A + B + C + D	1410 [㎳]	속도 110 [㎞/h]
유 효 길 이	43.08 [m]	$1{,}410\times10^{-3}\times110\times10^{3}\div3{,}600$
팬터그래프의 간격	14.05 [m]	
소요 섹션길이	57.13 ≒ 60 [m], 여유 6[m] = 총 길이 66[m]	

6. 전기적 구분장치의 설치위치

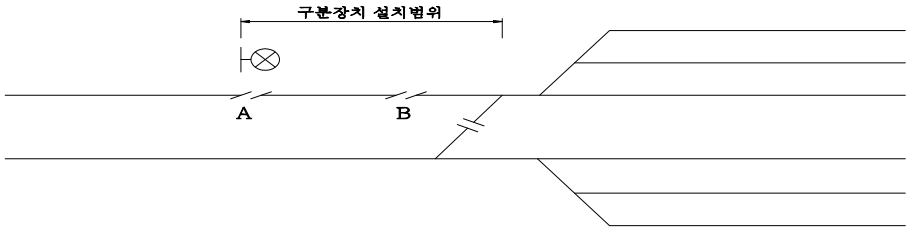
전차선의 전기적 구분장치는 운전보안 확보, 선로운용, 급전계통 운용 및 보수를 고려하고, 구분장치의 설치위치 선정에는 팬터그래프의 섹션오버(Section Over)에 의한 사고방지를 위하여 신호기와의 위치를 충분히 고려하여야 한다.

(1) 신호기와의 관계를 고려하여 섹션직하에서 팬터그래프가 정지하는 위치는 피한다.

(2) 상구배, 역의 발차지점 등의 역행구간은 피한다.

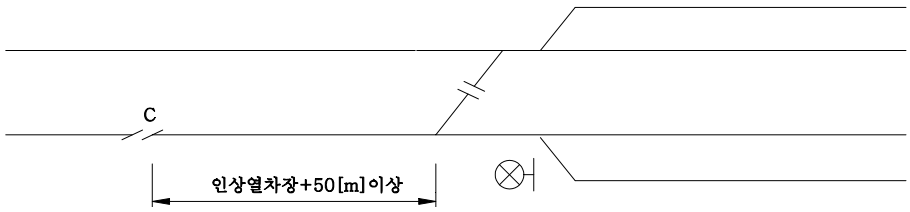
(3) 보수의 면에서 곡선, 터널, 교량위 등은 피해야 하며 구분장치의 설치위치는 다음에 의한다.

① 복선구간에서 장내 신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기와 일치시키거나 또 그 내측에 시설한다.



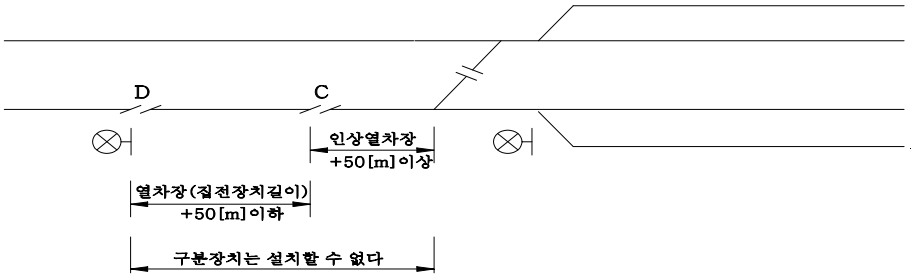
※ 구분장치 설치위치는 A 또는 B점으로 한다.

② 복선구간에서 출발신호기 부근에 설치하는 구분장치는 입환을 행하는 역단분기기에서 인상열차길이에 50[m]를 가산한 길이 이상 이격한다.



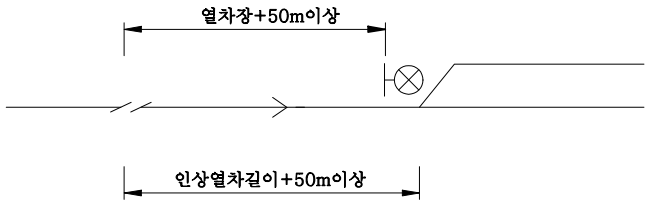
※ C점에 설치한다.

③ 상기 ②항의 이격거리를 택한 경우 구분장치와 그 전방의 폐색 신호기까지의 거리가 당해 선구를 운전하는 열차장에 50[m] 를 더한 값 이하일 경우에는 폐색 신호기의 내측에 시설한다.

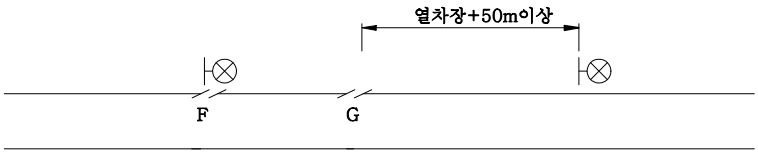


※ D점에 설치한다.

④ 단선구간에서 장내신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기 외측에 당해 선구를 운전하는 열차장에 50[m] 를 더한 값 이상 이격한 위치에 설치하며 입환을 행하는 구간은 복선구간에 준한다.

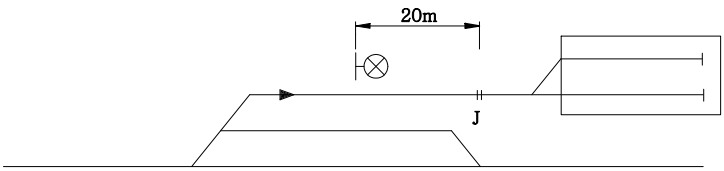


⑤ 정거장간에 설치하는 구분장치는 폐색 신호기 위치와 일치시키든지 또는 안쪽방향으로 한다.



※ F 나 G 점에 설치한다.

⑥ 출입고선에 설치하는 구분장치는 차량정지표지에서 전방 20[m] 이격한 위치에 시설한다.



※ 설치위치는 J 점에 설치한다.

가. 절연구분장치는 변전소 앞 및 구분소 앞에 설치함을 원칙으로 한다. 다만 부득이한 경우 급전조건·차량의 성능 및 지형조건을 고려하여 선정한다.

RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둠.

Rev.4('13.11.25) 고속철도 등 전차선로 시공기준 개선을 위한 기술검토결과를 반영하여 해설(편람)부분의 동상용구분장치 설치도(조가선측 현수애자)를 추가함
기술본부(전철전력처) 개정의견 및 자문회의, 운영기관 의견을 반영함

Rev.5('15.06.29) 애자형섹션 설치시 지지점의 기준을 "현수지지점"도 포함(#12번분기기 이하)하도록 함