

KRACS 47 30 30

전차선로공사

2023년 11월 27일(Rev.6)

<http://www.krnetwork.or.kr>

철도건설공사 전문시방서 제·개정 연혁

- 이 기준은 기존의 철도건설공사 전문시방서를 중심으로 해당 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

[illegible]

목 차

1. 전차선 공사	1
1.1 전주 건식공사	1
1.2 기계화 시공	10
1.3 전철주 공사	15
1.4 빔 공사	20
1.5 지선공사	24
1.6 가동브래킷 공사	26
1.7 전철용 애자	31
1.8 전철용 완철	32
1.9 가공전차선로	33
1.10 구분 장치	45
1.11 인류장치	50
1.12 장력조정장치	51
1.13 흐름방지 장치	56
1.14 순환전류방지 조치	56
1.15 이중금속의 접속으로 인한 부실방지 대책	56
1.16 급전선로	57
1.17 귀선로	59
1.18 기기설비	61
1.19 섬락보호설비	62
1.20 접지장치와 보호설비	66
1.21 표지류	72
1.22 클램프류 체부력	76
1.23 운행전 시공품질 검사	80
1.24 시공허용 오차기준	80
1.25 보고서 제출	84

2. 강체전차선 공사	128
2.1 적용범위	128
2.2 급전선 및 급전장치	128
2.3 앵커볼트(Anchoring) 설치 공사	129
2.4 지지물 설치	129
2.5 강체(R-Bar) 브래킷 공사	130
2.6 강체(R-Bar) 설치	130
2.7 램프(Ramp) 설치	131
2.8 신축장치(Expansion Element) 설치	131
2.9 이행장치(Transition section 및 Transition device)	132
2.10 에어섹션	133
2.11 에어조인트	133
2.12 분기선 및 건넌선	133
2.13 흐름방지장치	134
2.14 전차선 가선	134
2.15 보호설비	135
2.16 표지류	136

전차선로공사

1. 전차선(Catenary) 공사

1.1 전주 건식공사

1.1.1 표준경간

(1) 가공전차선로 전주경간은 전차선로 속도등급 300킬로급 이상은 최대 65m이하(터널 50m)로 하고 250킬로급 이하는 다음 각 호에 의하여 시설한다.

- ① 커티너리식 가공전차선로 지지물의 최대경간은 다음 표에 의하고 인접하는 경간의 차는 10[m] 이하로 한다. 다만, 부득이 한 경우는 20[m] 이하로 할 수 있다.

[표1-1] 지지물의 최대경간

곡선반경[m]	최대경간[m]
곡선반경 2,000초과	60
곡선반경 1,000 초과 ~ 2,000까지	50
곡선반경 700 초과~1,000까지	45
곡선반경 500 초과~700까지	40
곡선반경 400 초과~500까지	35
곡선반경 300 초과~400까지	30
곡선반경 200 이상~300까지	20

- ② 터널브래킷의 경우 터널 입·출구에 설치하는 전철주의 위치는 입·출구로부터 15m 위치에 건식하고 브래킷과의 간격은 20m 이내로 설치하며, 다만, 선로조건이나 가선방식 등을 고려하여 조정할 수 있다.
- ③ 복선 터널개소 경간은 곡선반경, 가고를 고려하여 200킬로급 전차선로에서 최대 40m 이내, 250킬로급 전차선로에서는 50m이내로 하고 하수강은 상선, 하선 공통으로 시설한다. 다만, 공통으로 시설하기가 곤란한 경우에는 터널 단면, 곡선반경 등에 적합한 설비로 설치할 수 있으며, 터널구간 C-채널 등에 설치되는 하수강의 경우 터널공사 시공법 및 KR E-03130에서 정하는 표준가고 등을 고려하여 경간배치를 정하여야 한다.
- ④ 터널 입·출구에 설치하는 하수강(가동브래킷)은 터널 입·출구의 상부 끝단으로 부터 5m 위치에 설치한다.

(2) 고속철도구간 가공전차선로의 최대경간은 다음 표에 의한다.

[표1-2] 단독주 최대경간

곡선반경 Radius (m)	편 위 Staggers (mm)	Zone 1		Zone 2		Zone 3
		일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	터 널 [Tunnel area]
∞	200/-200	63	54	49.5	45	49.5
$\infty > R \geq 20,000$	200/-200	58.5	54	49.5	40.5	48
$20,000 > R \geq 10,000$	200/-150	58.5	54	49.5	40.5	48
$10,000 > R \geq 7,000$	200/-100	58.5	54	49.5	40.5	49.5
$7,000 > R \geq 4,000$	200/-50	58.5	54	49.5	40.5	48
$4,000 > R \geq 2,000$	200/50	54	49.5	45	36	45
$2,000 > R \geq 1,000$	200/200	49.5	49.5	45	31.5	45
$1,000 > R \geq 750$	200/200	45	45	40.5	40.5	40.5
$750 > R \geq 500$	200/200	36	36	36	36	36
$500 > R \geq 400$	200/200	36	36	31.5	31.5	31.5

주) Zone 1,2 : 사업구간 최대풍속(m/s)에 따라 적용, Zone 3 : 터널

* 경부고속철도 설계기준 자료예시임

[표1-3] 평행개소 구간의 최대경간

곡선반경 Radius (m)	편 위 Staggers (mm)	Zone 1		Zone 2		Zone 3
		일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	터 널 [Tunnel area]
∞	200/-150/100 -100/150/-200	63	54	49.5	40.5	48
$\infty > R \geq 20,000$	200/-150/100 -100/150/-200	54	49.5	45	40.5	46
$20,000 > R \geq 10,000$	200/-50/150 -50/150/-150	54	49.5	45	40.5	47
$10,000 > R \geq 7,000$	200/-50/150 -50/150/-100	58.5	54	45	40.5	47
$7,000 > R \geq 4,000$	200/-50/150 -50/150/-50	54	49.5	45	40.5	45
$4,000 > R \geq 2,000$	200/-50/150 -50/150/50	49.5	45	45	40.5	45
$2,000 > R \geq 1,000$	200/-50/150 -50/150/200	40.5	40.5	36	36	36
$1,000 > R \geq 750$	200/-50/150 -50/150/200	36	36	36	31.5	36
$750 > R \geq 500$	200/-50/150 -50/150/200	31.5	31.5	31.5	-	31.5
$500 > R \geq 400$	200/-50/150 -50/150/200	-	-	-	-	-

주) Zone 1,2 : 사업구간 최대풍속(m/s)에 따라 적용, Zone 3 : 터널

* 경부고속철도 설계기준 자료예시임

[표1-4] 에어섹션 구간의 최대경간

곡선반경 Radius (m)	평행개소 (4경간) Staggers (mm)	Zone 1		Zone 2		Zone 3
		일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	일반개소 [Normal area]	노출개소 [Exposed area]	터널 [Tunnel area]
∞	200/-200/250 -250/200/-200	63	54	45	40.5	46
$\infty > R \geq 20,000$	200/-200/250 -250/200/-200	54	49.5	45	40.5	43
$20,000 > R \geq 10,000$	200/-150/300 -200/250/-150	58.5	49.5	45	40.5	40.5
$10,000 > R \geq 7,000$	200/-150/300 -200/250/-100	54	45	40.5	36	36
$7,000 > R \geq 4,000$	200/-200/250 -250/200/-50	45	40.5	40.5	36	36
$4,000 > R \geq 2,000$	200/-200/250 -250/200/50	40.5	36	36	31.5	36
$2,000 > R \geq 1,000$	200/-200/250 -250/200/200	36	31.5	31.5	31.5	31.5
$1,000 > R \geq 750$	200/-200/250 -250/200/200	31.5	31.5	200/-50/150/ 450 36 -350/-50/20 0/200	200/-50/150/ 450 31.5 -350/-50/20 0/200	200/-50/150/ 450 36 -350/-50/20 0/200
$750 > R \geq 500$	200/-50/150/45 0 -350/-50/200/2 00	31.5	31.5	31.5	27	31.5
$500 > R \geq 400$	200/-50/150/45 0 -350/-50/200/2 00	27	27	27	27	27

주) 1 : 채색부분 : 5경간 평행 적용,

주) 2. Zone 1,2 : 사업구간 최대풍속(m/s)에 따라 적용, Zone 3 : 터널

* 경부고속철도 설계기준 자료예시임

① 고속철도구간 경간을 나눌 때에는 다음 사항에 유의하여야 한다.

가. 인접경간과의 경간차이는 4.5m 또는 9m를 기준으로 하며 인류주 등 부득이 특수한 경우에는 13.5m 이내가 되도록 경간차를 둔다.

나. 모든 전주 경간은 4.5m의 배수로 하는 것을 표준으로 한다.

다. 경간을 정할 때 첫 시점(고정점)은 선로분기기 중심 부근의 전주, 과선교 또는 터널입구의 가장자리의 전주, 철교 및 고가교의 전주, 변전소(구분소 병렬급전소 등)앞의 인출전주 등의 전주 위치를 고정기점으로 하여 다른 전주 경간을 정하도록 한다.

- 라. 선로경간을 정할 때에는 상하선의 전철주 위치가 서로 완전히 대향하여 마주보게 경간 거리가 일치하도록 하여야 한다. 다만 절연구분장치(중성구간) 개소에는 상, 하선 절연구간 장치의 중앙 축 선간의 이격거리를 4.5m 또는 9m 로 이격시켜 설치하도록 한다.
- 마. 과선교 양측입구 및 터널입구 난간구체와 전차선 전철주간은 9m를 이격시켜 전철주를 건식한다.
- 바. 전철주 건식은 궤도측량 자료를 활용, 정밀 측정하여 정확한 위치에 건식하여야 하며 반드시 고속철도 시공허용 오차기준을 준수하여야 한다.
- (3) 곡선로의 교량 등 특수개소의 전철주 경간은 기준 편위를 확보 가능한 범위 내에서 교각의 위치에 따라 조정할 수 있다.
- (4) 경간을 정할 때 기준점은 분기개소의 중심지점의 전철주 위치와 구름다리 또는 터널입구 가장자리의 전철주 위치, 교량의 전철주위치, 변전소 앞 등의 전철주 위치를 고정점으로 하여 다른 전철주 경간을 정하도록 하여야 한다.
- (5) 상하선의 전철주 위치는 가급적 서로 대향하여 일치하도록 하여야 한다. 다만 절연구분장치개소 등 특수한 개소는 그러하지 아니한다.
- (6) 축소 경간이 필요할 때에는 완화곡선개소나 장애물이 있는 지역에서 조정, 설정하여야 한다.
- (7) 장력조정장치와 흐름방지장치주는 건축물 하부나 건널선 안에 설치하지 않아야 한다.
- (8) 교량 위의 전철주 기초는 가급적 교각에 가까운 곳에 설치하도록 하고 교량상판의 연결개소는 피해야 한다.
- (9) 구름다리 및 짧은 교량은 가급적 경간 중앙에 오도록 전철주 경간을 정하여야 한다.

1.1.2 건식 게이지(Gauge)

- (1) 전철주의 표준 설치위치는 궤도중심으로부터 전철주 중심까지의 거리는 3[m]를 표준으로 하되, 현장여건 및 가선시스템에 따라 가감하여 설치할 수 있다. 단, 건축한계에 저촉되어서는 아니 된다.
- (2) 입환을 시행하는 정거장 구내는 3.5[m] 위치에 설치한다. 다만 현장 여건에 따라 가감하여 설치할 수 있다.
- (3) 승강장 또는 화물 적하장에 설치하는 경우에는 그 연단으로부터 1.5[m] 이상 가급적 멀리 이격한다.
- (4) 캔트(Cant)가 100mm 이상구간의 건식게이지는 내측인 경우 100 ~ 200mm 증가하고 외측인 경우 100 ~ 200mm 감할 수 있다.

- (5) 전철주는 차막이의 바로 뒤에 설치하여서는 아니 된다. 다만, 부득이한 경우로서 10[m] 이상 이격하거나 특수한 설비를 하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
- (6) 자동차 등이 통행하는 건널목에 인접하는 전주는 건널목 양측단으로 부터 5[m] 이상 이격하여 설치한다.
- (7) 신호기 부근에 설치하는 경우에는 신호투시에 지장이 없도록 설치하여야 한다.
- (8) 낙석의 우려가 있는 장소에 설치하는 전철주는 방호책을 설치하거나 단선의 경우 선로 건너편에 설치하여야 한다.

1.1.3 전철주 기초

(1) 연약지반 방호설비

- ① 성토구간 또는 지반이 연약한 구간으로서 열차운행으로 인한 진동에 의하여 노반이 무너질 우려가 있는 곳은 궤도쪽에 H형강 또는 ㄷ형강 널말뚝을 박아 흙막이 설비를 해야 한다.
- ② 토질이 연약한 곳에 전철주를 설치하는 경우에는 침하방지시설을 한다.
- ③ 경사가 급한 사면 등의 지반이 붕괴될 우려가 있는 장소에는 지형에 맞는 말뚝 또는 콘크리트 등으로 보강하여야 한다.

(2) 교량용 기초

- ① 교량시설 교각에 구멍파기 시공 시에는 구멍파기 작업으로 인하여 교량시설에 일체의 피해가 없도록 유의한다.
- ② 좌판부 철주기초 콘크리트 치기를 할 때는 전철주 지지용 앵커볼트의 간격 치수가 변형되지 않도록 간격치수 고정용 형틀 등을 설치하여 지지물 건식 시 좌판 구멍과 일치되도록 하여야 하며, 기초 시공 후 간격치수 불일치로 변형조치 하는 것은 엄금한다.(토목분야 시공)
- ③ 교량이나 고가교의 전철주 기초는 토목분야에서 콘크리트 타설시 미리 전철주 기초용 앵커볼트를 시공해 두었으므로 **좌판(Base plate)**이 있는 전철주를 세울 때까지는 외부의 충격으로 **앵커(Anchor Bolt)**의 나사부가 손상을 받지 않도록 보호조치를 하여야 한다.

(3) 전철주 기초(조합철주, H형강주, 강관주 등)

- ① 기초재료, 가공, 기초 터파기 및 되메우기 잡석 시공과 콘크리트공사는 "KCS 11 20 00 토공사" 및 "KCS 14 20 00 콘크리트공사"에 의하여 시공한다.
- ② 기초의 형식과 위치는 설계도에 의하고 시공에 앞서 레일면과의 고저차 및 궤도중심과의 거리를 반드시 실측하여야 하며, 부근의 지형, 구조물, 신호기와의 관계를 충분히 검토한 후 시공하여야 한다.
- ③ 일반기초형의 콘크리트 기초는 지형과 지질에 따라 전철주에 가해지는 합성모멘트

에 적합한 크기의 원형 또는 4각형 기초를 하여야 한다.

- ④ 터널·교량 등에 앵커볼트로 고정하는 경우를 제외하고는 콘크리트기초를 한다.
- ⑤ 교각 및 옹벽 등 철주 기초시공 시에는 앵커볼트에 와셔를 사용하고 2중 너트 조임으로 시공한다.
- ⑥ 부득이 기설된 구조물(교각, 옹벽, 터널 벽 등)에 앵커볼트를 매입 시에는 케미컬앵커의 시공, 고강도 시멘트 사용 등의 방법으로 콘크리트의 강도를 저감하지 않게 시공한다.
- ⑦ 기초를 측구(배수로)에 설치할 때는 기초 면과 측구 면을 같게 하여 물의 흐름에 지장을 주지 않도록 하고 소정의 **기초 크기**와 전주 높이를 유지하여야 한다. 부득이한 경우 측구를 우회시키거나 배수에 지장 없는 배수로용 특수 기초로 하여야 하며 해체한 콘크리트나 옹벽 등은 원상태로 복구하여야 한다.
- ⑧ 일반 지지물 기초시공 시에는 특별시방서에 의거 터파기 및 되메우기를 시공하여야 하며 특히 노반 침하 등에 유의하고 정거장 구내에서는 열차운행에 지장이 없도록 시공한다.
- ⑨ 신설 터널 내에는 C찬넬을 사용하되, 현장여건에 따라 매입전(앵커볼트)기초를 사용할 수 있다. 다만, T볼트 및 너트 체결에 지장이 없도록 설치하여야 한다.
- ⑩ 기초시공 도중 설계내용과 지질의 차이가 심한 곳은 공단 감독자와 협의하여 지내력과 지형에 적합한 기초로 변경 시행하여야 한다.
- ⑪ 기초 터파기는 현장여건상 기계화 작업이 불가능하며 인력 시공이 불가피하다고 판단되면 공단 감독자와 충분히 검토 후 설계변경 시공하여야 한다.

1.1.4 거푸집 공사

- (1) 전차선로공사에 사용하는 거푸집은 본 시방서 총칙 “KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리”에 의한다.
- (2) 거푸집은 콘크리트가 경화되어 자중과 작업하중에 충분히 견딜 수 있을 때까지 설치하여 두어야 하며, 거푸집 철거기간은 아래 표와 같다.

[표1-5] 소요의 압축강도를 얻는 양생 일수의 척도(한중 콘크리트 기준)

시멘트의 종류 구조물의 노출상태		보통의 경우		
		보통포틀랜드 시멘트	조강포틀랜드+ 보통포틀랜드+ 축진제	혼합시멘트 B종
(1) 연속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	5℃ 이상	9일	5일	12일
	10℃ 이상	7일	4일	9일
(2) 보통의 노출상태에 있고 (1)에 속하지 않는 부분	5℃ 이상	4일	3일	5일
	10℃ 이상	3일	2일	4일

[표1-6] 콘크리트의 압축강도 시험을 하지 않을 경우(일반 콘크리트 기준)
(기초, 보, 기둥 및 벽의 측벽)

시멘트의 종류 평균 기온	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드 시멘트 고로슬래그시멘트(특급) 포틀랜드포졸란시멘트(A종) 플라이애쉬 시멘트(A종)	고로슬래그 시멘트(1급) 포틀랜드포졸란시멘트(B종) 플라이애쉬시멘트(B종)
20℃ 이상	2일	4일	5일
20℃ 미만 10℃ 이상	3일	6일	8일
주) 구조물 노출상태가 보통의 경우이며, 연속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분은 이 표의2배 일수 소요됨.			

- (3) 합판 거푸집의 구조는 설계도에 표시된 콘크리트 부재의 위치, 형상치수와 일치하여야 하고 하중으로 인한 변형과 비틀림이 없도록 하여야 한다.
- (4) 합판 거푸집은 구조물에 진동과 충격을 주지 않고 쉽게 해체 할 수 있어야 하며 모르타르가 밖으로 새어 나오지 않도록 설치하여야 한다.
- (5) 외부로 노출되는 콘크리트 부분과 접하거나 2회 이상 사용하는 거푸집의 표면은 조립하기 전에 매끈하게 손질하여야 하며, 광유 등의 박리제를 칠하여 사용하여야 한다.
- (6) 거푸집은 위치 형태를 정확하게 유지하기 위하여 지지목을 설치하여야 한다.

1.15 콘크리트치기

- (1) 혼합골재의 크기는 천연자갈의 경우 무근 콘크리트에서는 5mm ~ 40mm를 표준으로 하되 최소 부재 치수의 1/4 이하로 하며, 철근 콘크리트에서는 5mm ~ 25mm 이하로 하되 최소 부재 치수의 1/5 또는 철근의 최소 간격의 3/4 이하로 하여야 한다. 깎은 자갈을 쓰는 경우의 최대 치수는 무근 콘크리트에서는 30mm, 철근 콘크리트에서는 20mm를 표준으로 한다.
- (2) 콘크리트 인력비빔은 다음과 같이 한다.
 - ① 삽으로 콘크리트를 비빔 때는 비빔판 위에서 시멘트와 모래를 3회 이상 잘 혼합한 다음 자갈과 물을 넣고 다시 4회 이상 비벼서 콘크리트의 배합이 균일하도록 하여야 한다.
 - ② 콘크리트 비빔에 사용하는 물은 흙, 먼지, 기름 및 유해한 유기물이 포함되지 않는 깨끗한 것을 사용하여야 하며 물, 시멘트의 중량비는 50%를 표준으로 한다.
 - ③ 콘크리트 치기를 할 때는 흙이나 불순물이 들어가지 않도록 하여야 하며 콘크리트가 부착하는 거푸집, 구조물, 기초 잡석 등을 깨끗한 물로 적신 다음 빈틈이 없도록 잘 다지면서 치기를 하여야 한다.
 - ④ 겨울철의 콘크리트 치기는 콘크리트의 온도가 5℃ 이하로 되지 않도록 보온 조치를 취하여야 하며, 콘크리트에 직접 가열하여서는 안 된다.
 - ⑤ 여름철의 콘크리트 치기는 콘크리트의 온도가 30℃ 이상으로 되지 않도록 하여야 하고, 장시간 태양열에 방치된 골재는 적당한 방법으로 냉각시켜 사용하여야 한다.
 - ⑥ 1개소당의 콘크리트 치기는 완료될 때까지 연속치기를 하여야 하며 물이 고이는 개소는 배합비가 변화되지 않도록 특히 주의하여야 한다.
 - ⑦ 콘크리트 치기는 수평층으로 타설하여야 하며 한 층의 높이는 50cm 이내로 결정하고 기둥 콘크리트를 칠 때에는 관이나 기타 적당한 공구를 사용하여 단면의 중앙에 쏟아 넣어야 하며 쳐올라 가는 속도는 1m를 표준으로 하고 소정 시간 내에 완료되도록 하여야 한다.
- (3) 운반이나 치는 도중에 콘크리트의 배합이 분리되면 물을 가하지 않고 다시 비벼서 사용하여야 한다.
- (4) 콘크리트를 운반할 때 손수레는 평탄한 운반로에서만 사용하여야 하며 장거리 운반에는 교반기가 있는 트럭을 사용하여야 한다.
- (5) 콘크리트의 양생 기간 중에는 외부로부터의 급격한 온도변화, 건조, 하중, 충격 등이 없도록 장소별, 계절별로 적절한 조치를 하고 습윤 상태를 유지시켜 주기 위하여 가마니, 비닐, 합판 등을 덮고 살수 등을 한다.
- (6) 콘크리트의 슬럼프는 운반, 치기, 다지기 등의 작업에 알맞은 범위 내에서 될 수 있는 대로 작은 값으로 정한다. 슬럼프의 표준 값은 무근콘크리트의 경우 일반적일 때는 6 ~ 12cm, 단면이 클 때는 4 ~ 8cm, 철근콘크리트의 경우 일반적일 때는 6 ~ 12cm, 단면이 클

전차선로공사

때는 4 ~ 10cm로 한다. 콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402([콘크리트의 슬럼프 시험 방법](#))에 따른다.

- (7) 콘크리트의 배합은 “[KCS 14 20 00\(콘크리트 표준시방서\)](#)”에 따른다.
- (8) 전철주 기초 등의 콘크리트 압축강도는 18Mpa([앵커볼트](#) 매입형은 21Mpa) 이상으로 하며 그 표준은 KS F 4009-2011([레디믹스트 콘크리트 표준](#))에 따른다.([레디믹스트](#) 콘크리트 최소강도 기준은 18Mpa임)
- (9) 이하 기타사항은 KCS 14 20 00 콘크리트공사에 따른다.

1.2 기계화 시공

1.2.1 장비의 종류

· 전차선로 지지물의 기계화 시공 장비의 종류 및 사용 용도는 다음과 같다.

(1) 모터카(PMC : Power Motor Car)

구 분	내 용	비 고
사용용도	전차선로의 점검 및 단독 유지보수와 각종 시공 장비의 견인을 목적으로 제작된 동력차	
종 류	소형(PMS : Power Motor car Small type) 중형(PMM : Power Motor car Middle type) 대형(PML: Power Motor car Large type)	

(2) 굴착차(DHT : Drilling Hammer Trolley)

구 분	내 용	비 고
사용용도	전철주의 기초를 시공하기 위하여 굴착장치(Hammer, Tri-Con Bit)를 탑재한 차량	
구 성	모터카 + 굴착차	

(3) 콘크리트 믹서카(CMT : Concrete Mixing Trolley)

구 분	내 용	비 고
사용용도	전철주 및 지선 기초의 터파기 후 콘크리트를 현장에서 직타설하기 위하여 시멘트, 모래, 자갈, 물 등을 적재한 차량	
구 성	모터카 + 크레인(건주) 작업차 + 콘크리트 믹서카	
편 성	모터카+굴착차+모터카+크레인(건주)작업차+콘크리트 믹서카	

(4) 크레인(건주) 작업차(CWT : Crane Working Trolley)

구 분	내용	비 고
사용용도	전철주 및 고정빔, 기타 중량물의 건식과 설치 이동을 위하여 평판차량에 크레인 장치를 탑재한 차량	
구 성	모터카 + 평판차 + 크레인(건주) 작업차 모터카 + 평판차 + 평판차(오가장비)	

(5) 보조 작업차(WOT : Worker's Operation Trolley)

구 분	내용	비 고
사용용도	합성 전차선의 1경간 일괄 조정 작업을 위하여 상승식 작업대를 장착한 5량 1편성의 차량	
구 성	모터카(대형) + 보조작업차(5량 1편성)	

(6) 가선차(OWC : Overhead Catenary Wiring Car)

구 분	내용	비 고
사용용도	전차선 및 조가선의 일괄 가선과 급전선, 비절연보호선의 가선을 위하여 차량상부에 전선적재 및 연선장비(Pulling Guide : Pulley & Master type)를 장착한 차량	
구 성	모터카+가선차 + 전선적재차(Electric Wire Loading Trolley)	

(7) 전차선로공사 중 장비사용이 필요한 공사는 중량물을 운반/인양하는 공종으로 지지물 설치(전철주, 고정빔, 하수강, 전주대용물, 평행틀, 가동브래킷), 장력조정장치 설치, 기초 터파기, 전선류의 가선에 해당된다.

(8) 작업자가 탑승하는 고소작업차는 관계 법령에서 규정하는 작업 차량을 사용하여야 한다.

1.2.2 굴착 작업

(1) 굴착 준비작업

- ① 지형 확인자는 아래와 같은 문서를 기본으로 전철주 및 지선 기초목록을 작성한다.
가. 기초도, 장주도, 선로 평면도, 측량보고서 등
- ② 작성되어진 목록을 가지고 다음과 같은 스티커(B5 ~ A4 코팅지)를 작성한다.

[표1-7] 전철주 및 지선기초 목록작성

전 주 번 호	00역~00역(00km 000) 00~0호
기초의 종별	원형 000 ϕ
전 식 위 치 (m)	궤도중심 0.0m
지 선 기 초	0kN용
기 타 사 항	기초 굴착차 사용

전차선로공사

- ③ 굴착작업 1주일 전에 지형 확인자는 궤도를 따라가며 레일 및 침목에 적색 혹은 흰색 페인트 스프레이로 마킹을 하고 근처에 스티커를 부착한다.
- ④ 궤도에 부착한 스티커 작성시 사용한 문서와 똑같은 문서를 가지고 기초표시 작업을 굴착 전에 끝낸다. 궤도 중심으로부터 전주 건식위치의 중심을 마킹한다.
- ⑤ 원형 기초일 경우 중심만 표시
- ⑥ 사각기초일 경우 전체 테두리 및 중심을 표시(마킹 및 중심에 말뚝삽입)
- ⑦ 기초표시를 위해 지형 확인자는 직각자(3m T자), 나이론끈, 10m줄자, 페인트 스프레이 등의 공구를 이용한다.

(2) 지장물 조사

- ① 선로주변의 통신, 신호, 전력설비 등의 지하 매설물 유무확인을 전철주 기초 굴착작업 전에 끝낸다.
- ② 매설물이 전철주 굴착범위 내에 있는 경우 매설설비의 관계처 또는 담당부서와 협의 후 굴착전에 조치하여 만약의 사고를 방지하여야 한다.
- ③ 매설물의 이설이 불가피한 경우 건식위치를 조정하고 조정이 불가피한 경우에는 특수한 방법으로 작업을 해야 한다. 특수한 방법이란 현장여건에 맞는 특수 작업을 말하며 이 경우에도 관계처 또는 담당부서와 협의 후 조치하여야 한다.
- ④ 지하 매설물 목록은 다음 표에 의거 작성한다.

[표1-8] 지하 매설물 목록

전 주 번 호	00역~00역(00km 000) 00~0호
기초의 종별	사각(0000×0000), 원형 000 ϕ
건 식 위 치 (m)	궤도중심 0.0m
지 하 매 설 물	파이프, 가스관, 통신케이블(동), 통신케이블(광)
이 설 방 안	법면 끝으로 이동, 배수면 밑으로 이동
이설 불가 대책	방호관 처리, 기초에 타설

(3) 굴착(터파기)

- ① 굴착은 지반의 상태 기초의 형식에 따라 적절한 굴착차, 원형드릴, 포크레인, 특수 압반용 굴착드릴 등의 기계장비를 사용하여 작업하여야 한다.
- ② 선택된 장비는 규정에 있는 치수와 최소한 같은 치수로 굴착할 수 있어야 한다.
- ③ 굴착차량이 지형확인자가 표시한 기초위치에 정지할 수 있도록 통신장비를 소지한 유도자가 굴착차량을 유도한다.
- ④ 원형기초의 경우 기초의 중심이 표시되어 있어야 하고, 사각기초의 경우 기초 테두리가 표시되어 있어야 한다.
- ⑤ 굴착은 다음 같이 시행 한다.
가. 첫 번째 굴착한 흙은 후에 주변정리를 위해 현장에 남겨둔다.

- 나. 물이 고여 있을 경우 양수기로 물을 펴낸다.
- 다. 시공 시는 노반의 손상 및 자갈에 흙 섞임을 방지하기 위하여 임시 지지대, 천 및 방수포 등으로 예방책을 강구한다.
- 라. 작업 완료 후에는 노반 및 자갈을 원상태로 복구시켜야 한다.
- 마. 배수로, 매설케이블, 관로 등이 손상되지 않도록 각별히 주의해야 하며 굴착위치와 수직성을 엄격히 적용하여야 한다.
- 바. 직매일 경우 예외적인 경우(사고로 매설 전선 손상 등)를 제외 하고는 굴착작업과 콘크리트 타설 작업은 같은 날 해야 한다.
- 사. 좌판식일 경우 굴착작업 후 전철주 건식 전까지 안전을 위하여 주의표, 보호울타리 등을 설치하여 안전사고 예방에 대비하여야 한다.
- ⑥ 잔토를 다음과 같이 처리하는 것은 절대금지 한다.
 - 가. 선로 노반에 잔토를 뿌리는 행위
 - 나. 자갈을 더럽히는 행위
- ⑦ 연약지반의 경우 흙막이 및 버팀목 등을 사용하여 기초를 강화한다.
- ⑧ 선로통행의 안전을 위해 덮개 및 버팀목을 설치한다.
- ⑨ 기초굴착이 설계도와 같이 되었는지 확인한다.
- ⑩ 지면 위 콘크리트 타설시 거푸집을 설치한다. 거푸집은 전주 기초 터파기 형식에 따라 기초 전체 면에 설치하거나 지면 위 돌출부까지 설치한다.
- ⑪ 코링형 기초의 경우는 구멍을 만들기 위해 거푸집을 설치한다.
- ⑫ 거푸집은 콘크리트 양생 완료 후에는 가능한 빨리 제거한다.(재사용인 경우임)
- ⑬ 굴착표시는 다음과 같이 한다.
 - 가. 굴착 위치에는 주의표지판, 보호울타리 등을 반드시 설치하여 안전사고를 방지하여야 한다.
 - 나. 직매인 경우 굴착과 콘크리트 작업은 반드시 같은 날 작업을 완료하는 것으로 한다.
- ⑭ 기술적인 문제가 발생하여 굴착을 바로 할 수 없을 경우는 다음과 같다.
 - 가. 붕괴, 수도관 또는 가스관 발견
 - 나. 매설지선이나 전선파이프 발견
 - 다. 동굴이나 불발탄의 발견 등
- ⑮ 기술적인 문제 발생 등으로 콘크리트 작업을 할 수 없는 기초는 흙이나 모래로 되 메운다.
- ⑯ 기초를 강화시키고 공단 감독자의 승인이 있을 경우에는 되 메우기를 하지 않아도 된다. 이때에는 작업자를 보호하기 위해서 기초위에 덮개를 설치하고 표시를 해놓는다.
- ⑰ 전주기초 굴착 작업 확인서를 “서식 제1 ~ 3호”에 의거 작성한다.

1.2.3 앵커볼트 설치작업

- (1) 현장에서의 전철주기초형별을 확인, 측정 후 앵커볼트를 제작하며 제작 후 앵커볼트의 형별을 표시한다.

- (2) 전차선로평면도, 전차선로 전주별 장주도를 확인하여 설치위치로 이동한다.
- (3) 설치위치를 확인 후 앵커볼트를 설치한다.
- (4) 설치 후 앵커볼트의 뒤틀림과 기울어짐이 없도록 임시고정판을 설치한다.
- (5) 앵커볼트 설치가 완료되면 콘크리트를 타설한다.
- (6) 기초 콘크리트 치기는 "KRACS 47 30 10 3.1.31 콘크리트 공사"에 의한다.

1.2.4 콘크리트 믹서차 타설

- (1) 작업시 콘크리트 믹서차량의 이동거리 및 차단시간을 감안하여 적절한 장소를 선정하여야 한다. 적정장소를 선정하면 그 장소에 골재(시멘트, 모래, 자갈)를 야적할 수 있는 장소를 마련하고 콘베이어, 급수설비 등 콘크리트 믹서차량의 원활한 작업여건을 마련하여야 한다.
- (2) 현장 작업장에서 콘베이어(Conveyor)에 의한 골재와 시멘트를 적상하고 급수설비에서 물탱크에 충분한 물을 넣는다.
- (3) 원형거푸집은 콘크리트를 타설할 때 측압 및 콘크리트와 외부 토사와 밀착을 고려 3mm 두께의 제품으로 반구형의 거푸집을 성형 제작한다.
- (4) 안전시공을 위한 운전협의를 후 현장으로 이동한다.
- (5) 현장 도착 후 콘크리트 믹서차에 기초의 값을 Setting(강도에 따른 골재류 및 시멘트, 물의 적정한 배합)하여 생산한다.
- (6) 믹서차는 물이 새지 않고 재료를 균일하게 혼합할 수 있는 것이어야 한다.
- (7) 기계화 작업 시 콘크리트용 고체재료는 승인한 배치 플랜트에서 정확하게 계량한 다음 드럼에 투입하여야 하며 운반차는 반드시 물탱크 설비가 갖추어져 있어야 한다.
- (8) 레미콘을 사용하는 경우 혼합골재의 최대치수는 무근 콘크리트의 경우 40mm, 철근 콘크리트의 경우에는 15mm를 표준으로 한다.
- (9) 기계화 시공 시 믹서차에 의한 콘크리트 혼합수량은 중량이나 용적으로 계량하되 오차 한계는 1회분 1% 이하로 하여야 한다.
- (10) 펌프카를 사용할 경우 작업을 용이하게 하기 위해 물을 추가할 우려가 있는 경우 반드시 공단 감독자의 승인을 득하여야 하며 사용량은 시험에 의하여 적합한 것으로 한다.
- (11) 기계화 작업 시 혼합된 콘크리트의 운반속도는 다루기, 치기 및 마무리 등을 감안하여 결정하여야 하며 각 배치는 20분 이내의 간격으로 운반할 수 있어야 한다.

- (12) 적절한 배합인가를 확인 후 타설한다.
- (13) 시공허용 오차 범위 내에서 검사한다.
- (14) 타설 후에 노반 단면을 정리하기 위해서 굴착 작업 시 처음 굴착된 흙은 남겨둔다.
- (15) 타설 후에는 굴착 작업 시 처음 굴착된 흙으로 노반 단면을 깨끗하게 정리하여야 한다.

1.2.5 전철주 기계화 시공

- (1) 전철주 건식에 필요한 시공 작업차량을 편성한다.
- (2) 설치할 전철주를 적재하여 현장으로 이동한다.
- (3) 현장에 도착하면 차량의 브레이크를 작동하여 움직임이 없도록 한다.
- (4) 차량에 부착 되어있는 아우트레거 빔을 가능한 한 최대한 뽑고 레거를 내려 고정한다.
- (5) 작동 시 차량이 기울지 않도록 선로변을 정리하여야 한다.
- (6) 차량의 빔을 작동하여 중량물로 이동한다.
- (7) 크레인의 후크를 사용하여 건식 되어야할 전철주를 견고히 고정하여 작업위치로 이동하여 건식한다.
- (8) 와이어의 엉킴을 방지하기 위해 중량물에 닿은 후에는 후크를 내리지 않는다.
- (9) 전철주의 건식이 완료되면 역순으로 장비를 원상태로 하여 다음 작업위치로 이동한다.

1.3 전철주 공사

1.3.1 일반사항

- (1) 철주 및 빔의 사용재료, 가공조립과 볼트 너트의 이완방지는 “KCS 14 31 00 강구조공사” 및 설계도의 재료명세표에 의하며 아연도금은 “KRACS 47 30 10 3.1.33 강재의 방청공사”에 의한다.
- (2) 철주 및 빔 등 강구조물에 사용하는 볼트 및 너트는 전철용 6각 볼트 너트를 사용하고 조인후의 여유길이가 5mm정도 남는 길이의 것을 사용한다.
- (3) 철주 및 빔의 부재 및 볼트류는 직접 지면과의 접촉을 피하고 목재 혹은 가마니 등을 깔고 그 위에 조립하기 좋게 선별 배치한다.
- (4) 철주 및 빔의 부재 및 볼트류는 흙이 묻지 않도록 주의하고 농경지 부근에서는 화학비료, 농약 등의 영향으로 인하여 아연도금 부위가 부식되지 않도록 조치한다.

전차선로공사

- (5) 철주의 콘크리트 기초가 지지용 앵커볼트인 경우 콘크리트가 철주의 하중을 충분히 견딜 수 있을 때 까지 철주를 조립 또는 건립하여서는 안 된다.
- (6) 철주 및 빔의 조립시 볼트의 설치 방향은 조합 철주는 내부방향, 빔은 외부방향으로 하고 부득이 외부로 노출되는 것은 기점 방향으로 향하게 체결하여야 한다.
- (7) 전주는 전주별 장주도에 의해 필요한 소요길이와 전주에 장주되는 각종 지지물 설치용 구멍은 전주길이 제단시에 미리 구멍을 공장에서 뚫어 용융아연도금을 하게 되므로 전주 운반시나 전주 건식시 도금이 손상 되지 않도록 정중히 취급하여야 하며 만약 도금의 손상이 있을 때에는 아연도금과 같은 내구성을 가진 도색을 하여 보완하여야 한다.
- (8) 전주 건식 시에는 전주에 레일 면상까지의 높이표시를 정확하게 하여 건식후의 장주높이와 위치에 오차가 없도록 정확한 길이로 건식하여야 한다.
- (9) 교량상의 **좌판**(Base plate)용 전주를 세울 때에는 반드시 와셔와 2중 너트로 견고히 고정시켜 설치한다.
- (10) 좌판(Baseplate)부 전주 건식 시에는 전주의 기울기 등을 조정하기 위해 조정너트 등을 삽입하여 조정을 하여야 한다.
- (11) 방음벽, 옹벽기초, 배수로기초, 공동관로, 횡단전선관, 맨홀, 핸드홀이 전철주와 간섭하는지 사전에 확인하여야 한다.

1.3.2 가공 및 방식

- (1) 철주 및 빔의 가공은 “KCS 14 31 10 제작”에 의한다.
- (2) 철주 및 빔의 도금은 “KCS 14 31 40 도장” 및 “KRA**CS** 47 30 30 전차선로공사 일반사항”에 의한다.

1.3.3 조립 및 불량재의 처리

- (1) 강재가공이 끝나면 조립상태를 현장 설치 전에 감독자(또는 감리원)에게 검사를 받아야 한다.
- (2) 조립은 “KCS 14 31 30 조립 및 설치”에 의한다.
- (3) 제작과정에서 생긴 불량자재는 경미한 것은 현장 보수 처리하고 강도에 지장을 초래하는 것은 신품으로 교체하여야 한다.
- (4) 가공할 때 생긴 스크랩(Scrap)은 깨끗이 제거한다.
- (5) 아연도금후의 현장가공은 가급적 금하며 부득이한 경우에는 아연도금에 버금가는 특수 도색을 하여 방식(防蝕)에 이상이 없어야 한다.

- (6) 철주, 빔, 하수강, 옹벽 및 교량 철주기초 등 구조가 복잡한 것은 가공이 끝난 다음 도금에 앞서 임시 조립을 하여 각부의 치수, 비틀림, 사재의 누락, 볼트구멍의 정확성 등을 점검하여야 한다.
- (7) 임시조립 결과 주재에 주요한 하자(볼트 구멍을 넓혀야 하거나 치수가 허용 오차를 넘거나)가 발견되면 다시 제작하여야 한다.

1.3.4 볼트너트

- (1) 볼트와 너트는 KS D 1002(6각볼트), KS B 1012(6각너트 미터나사), KS B 0201(미터 보통나사)을 사용하여야 한다. 특히 철주, 빔, 하수강 등의 조립에 사용하는 볼트와 너트는 전철용 강(6각)볼트, 너트를 사용하여야 하고, 너트의 이완 탈락 방지가 특히 필요한 전철설비에는 전철용 코터볼트, 너트를 사용하여야 한다.
- (2) 볼트를 망치로 타격하여 끼워서는 안 되며, 너트의 조임은 토크렌치 사용을 원칙으로 하며 부득이한 경우 스패너(Spanner)를 사용하여야 한다.
- (3) 철주기초 앵커 볼트는 2중 너트 체결 후 남은 길이는 너트 두께만큼을 표준으로 한다.
- (4) 진동이 심한 교량 등에는 풀림방지용 록킹너트, 이중너트 또는 풀림방지 너트를 설치하여 너트의 이완을 방지하여야 한다.
- (5) 가선금구류, 애자 및 애자금구류 등의 분할핀(할핀)을 삽입하게 된 볼트, 너트에는 소정(스테인리스 또는 청동제)의 분할핀을 사용하고 탈락이 없도록 벌려 놓아야 한다.
- (6) 볼트의 방향은 다음과 같이 설치한다.
 - ① 조립식 철주의 볼트, 너트의 체결 시 볼트의 끝 방향은 안쪽으로 한다.
 - ② 고정 빔 중 4각빔은 바깥쪽(단, 상부주재는 안쪽으로)으로 하고 V빔 상부 주재 쪽은 안쪽으로, 하부 주재 쪽은 기점쪽으로 끝이 향하게 한다.
 - ③ 기타 빔은 V빔에 준하고 방향성이 없는 것은 선로 기점 쪽으로 향함을 원칙으로 한다. 다만, 선로와 무관한 것은 전원 측으로 한다.
 - ④ 빔 상부 프레스트용은 아래쪽으로 하부 프레스트는 윗쪽으로 향하게 한다.
 - ⑤ 기타 부득이한 것은 예외로 한다.

1.3.5 아연도금

- (1) 아연도금은 KS D 2351의 규정에 의거 시행하여야 하며 아연도금의 적용구분은 아래 표에 의하며 아연은 KS D 2351(아연잉곳)의 2종 이상의 것을 사용하여야 한다.

[표1-9] 아연도금의 적용구분

부착량 (g/㎡)	유산동 시험횟수	적용구분	부착량 두께환산(μm)
400이상(350)	4회 이상	볼트, 너트, 와셔	56이상
450이상(400)	5회 이상	애자금구, 경완철, 압지지금구 I-O Type	63이상
500이상(400)	5회 이상	가선금구, 밴드, 터널금구	70이상
550이상(450)	6회 이상	철주, 빔, 철봉, 완철 등 형강 및 평강류가 물이나 땅에 접하는 강재	77이상
(주) 1. “()” 는 최소 부착량 (g/㎡) 2. 필요시 용융알루미늄도금			

- (2) 공해로 산화부식이 심히 우려되는 곳의 강재는 용융아연도금 후에 에폭시(Epoxy)계 수지 도료로 도색할 수 있다. 이 경우 반드시 감독자와 협의 후 시행한다.

1.3.6 철주 건식

- (1) 철주를 건식할 때 사용하는 기기 및 공구 등은 들어 올리는 하중 및 충격하중 등에 충분하고 안전한 것을 사용한다.
- (2) 부재의 조립은 “KCS 14 31 30 조립 및 설치”에 의하고, 순서는 밑 기초부에서부터 조립한다.
- (3) 부재는 휨 하중(Bending Moment) 및 충격하중에 손상되기 쉬우므로 달아 올리고 또 설치할 때는 무리하게 작업하지 않도록 세심한 주의를 한다.
- (4) 주주재의 연결 볼트는 달아 올린 상태에서 전량을 끼우고 충분히 조인 후 와이어로프(Wire Rope)를 늦춰야한다.
- (5) 철주의 기계화 시공은 완전조립 및 검사 후 시행하여야 한다.
- (6) 철주의 휨은 철주의 전차선 높이에서 50mm 이내로 한다.
- (7) 철주의 비틀림은 상시하중(풍압에서는 병종풍압하중)에서 회전각이 0.1라디안(5.73도) 이내로 한다.

1.3.7 레일면 표기(RL 표기)

- (1) 전철주의 레일면 높이는 선로쪽의 전주 정면에 흑색 페인트를 사용하여 폭20mm 길이 50mm로 표시하고 표시된 좌측상부에는 제3호 자체(38mm×55mm), 철도분야전자도면작성표준 및 철도공사 CI규격에 의거 R·L을 표기하여야 한다.

1.3.8 터널 C채널 설치 방법 및 시험

- (1) C-채널(터널 매립 전차선로 하수강 등 기초)의 시공은 다음과 같이 하여야 한다.
 - ① C채널의 설치 위치는 명시된 도면 및 Pegging Plan에 의하여 정확히 시공하여야 한

다.

- ② C찬넬간 간격 허용오차는 $\pm 10\text{mm}$, km당 시공오차는 $\pm 500\text{mm}$, 경간 시공오차는 $\pm 100\text{mm}$, 개소당 축의 측면위치는 $\pm 30\text{mm}$ 이내 이어야 한다.
 - ③ C찬넬 설치시 무리한 힘을 가하여 재질의 강도저하 및 구부러짐이 발생하지 않도록 주의 하여야 하며, C찬넬의 홈에 콘크리트 등 이물질이 끼이지 않도록 하여 추후 전차선로 지지물(하수강) 설치시 지장이 없도록 하여야 한다.
 - ④ 콘크리트 양생 후 최종 인수검사전까지 C찬넬 내부의 마감재(스티로폴 또는 스폰지)를 제거하여야 한다.
 - ⑤ 최종 인수검사 전까지 각 C찬넬 설치개소의 자료(측량결과, 찬넬간 상하부 설치간격, C찬넬 타입 등)을 제출하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (2) C-찬넬의 적용하중은 설계속도 350km/h급 이하(일반철도 포함)에서는 10kN이상으로 하고, 400km/h급 이상에서는 12kN이상으로 하여야 한다.
- (3) C-찬넬의 시험빈도는 다음과 같이 하여야 한다.
- ① 터널길이가 1250m 미만의 경우 C-찬넬 TYPE-A, C, D(3,050mm)중 2개소를 샘플링하여 시험한다
 - ② 터널길이가 1250m 이상의 경우 C-찬넬 TYPE-A, C, D(3,050mm)중 계수 조정형 샘플링검사 기준의 20%을 표본추출 선정하여 시험한다.
 - ③ 1개 터널에 2개 이상의 시공사가 설치한 경우 시공사 별로 시험대상 선정기준에 의거 표본 추출하여 시행한다.
- 예시) 1개 터널에 TYPE-A, C, D수량이 56개인 경우 검사수량(51~90)의 샘플수량 13을 적용하여 $13 \times 0.2(20\%) = 2.6$ 이므로 3개소를 시행함.
- ④ 급전선 브래킷 지지용 C-찬넬(B-TYPE)의 경우 수직하중 102kg 초과, 수평하중 200kg를 초과할 경우 3.1항 및 3.2항에 따라 시험 한다.
- (4) C-찬넬의 시험의 방법은 다음과 같다.
- ① 터널 라이닝 타설(1개월 이상 경과로부터)양생확인 후 시행하여야 한다.
 - ② 터널 라이닝 Con'c에 매립되어 있는 C-형찬넬홈 내부 스티로폴을 필요한 만큼 제거 후 고정용 볼트를 삽입한다.
 - ③ C-찬넬에 삽입된 고정용 볼트에 연결하고 플레이트 및 재하프레임, 인발시험기(유압실린더)를 설치하고 버팀발 양쪽에 특수 고무패드를 끼워 넣는다.
 - ④ 변위계 설치 및 작동상태를 확인한다.
 - ⑤ 변위계 및 유압계를 시험기에 연결한다.
 - ⑥ ZERO 셋팅을 한다.
 - ⑦ 시험장력값(10~12kN)까지 장력을 수직하중 방향으로 서서히 증가시키고 변위 발생시 장력의 인가를 중단한다.
 - ⑧ 시험 후 C-형찬넬에 삽입된 볼트와 인발시험기를 분리시킨 후 콘크리트 및 C-찬넬의 손상여부를 육안으로 확인한다.

전차선로공사

⑨ C-채널의 변위 유무를 사진 촬영하여 기록한다.

(5) 시험장비 및 부속장비는 다음과 같다.

- ① 유압시험기 : 압력 700bar, 용량 10ton(교정검사 필 할것)
- ② 변 위 계 : 측정 30mm, 정밀도 0.01mm
- ③ 특수고무패드(재하프레임)
- ④ 고소작업차량 : 스카이 450, 용량 6ton
- ⑤ 조명설비(후레쉬) 등 기타 필요장비는 시험자와 협의한다.

(6) 시험후 판단기준은 고속 및 일반철도구간 인발하중 적용 시 변위,손상의 유무로 한다.

1.4 빔 공사

1.4.1 고정 빔

(1) 빔의 종별은 고정 빔과 스패션 빔으로 하고 그 구성은 공단이 정하는 철도설계 참고도, 빔 재료명세표 등에 의한다.

(2) 고정 빔의 길이별 호칭은 다음 표와 같이 한다.

[표1-10] 빔의 사용구분

호칭	길이[m]	호칭	길이[m]
1선용	6까지	6선용	22 초과 26까지
2선용	6 초과 10까지	7선용	26 초과 30까지
3선용	10 초과 14까지	8선용	30 초과 34까지
4선용	14 초과 18까지	9선용	34 초과 38까지
5선용	18 초과 22까지		

(3) 고정 빔은 4각 빔 사용을 원칙으로 한다. 다만, 필요한 경우에는 스패션 빔, 강관 빔 등을 사용할 수 있다.

- ① 5선용 이하 : 4각트러스 빔
- ② 6선용 이상 : 4각트러스라멘 빔(하수강 설치개소 5선용)

(4) 고정 빔은 전주밴드 또는 설치금구에 의하여 전주에 설치한다. 다만 외팔 빔은 서스펜션 로트 또는 지지재에 의하여 지지한다.

(5) 인접 경간 시설물과의 조화를 위해 구조검토 하여 고정 빔을 설치 할 수 있다.

(6) 빔은 빔의 길이, 용도, 가선전선의 수량 및 선종에 따라 가장 안전하고 경제적인 것을 사용하여야 한다. 빔의 사용구분은 다음 표를 참조한다.

[표1-11] 빔의 사용구분

구 분	사 용 빔	비 고
2, 3선용(14m까지)	크로스빔, 평면트러스빔, V형트러스빔, V형트러스라멘빔, 4각트러스빔, 강관빔, 찬넬빔	
4선용(14m초과 18m까지)	V형트러스라멘빔, 4각트러스빔, 강관빔	
5선용(18m초과 22m까지)	V형트러스라멘빔, 4각트러스빔, 강관빔, 스펠선빔	
6선용(22m초과 26m까지)	V형트러스라멘빔, 4각트러스라멘빔, 강관빔, 스펠선빔	
7선용(26m초과 30m까지)	4각트러스라멘빔, 강관빔, 스펠선빔	
8선용(30m초과 34m까지)	4각트러스라멘빔, 강관빔, 스펠선빔	
9선용(34m초과 38m까지)	4각트러스라멘빔, 강관빔, 스펠선빔	
10선용 이상	스펠선빔	
인출 (모선)	V형트러스라멘빔, 4각트러스빔, 강관빔	

- (7) 빔 길이는 반드시 전주 건립후 (cm)단위로 실측하여 정확한 길이로 제작도를 작성하여 제작하여야 한다.
- (8) 정거장 구내 선로배선에 고저차가 있을 때는 선로 종단도를 작성하여 하수강 제작 등 관련 지지물 제작 설치에 참고토록 한다.
- (9) 빔의 주재는 접속점을 될 수 있는 대로 줄이고, 접속시 접속부분에서 강도의 저하가 없도록 한다.
- (10) 빔 조립은 우선 주재의 접속점을 완전하게 접속하여, 접속점에서 주재의 강도가 저하 되는 일이 없도록 한 다음 입속, 사재, 강관 순으로 견고하게 곡률 반경을 주어가며 조립하여야 한다.
- (11) 빔을 설치하기 전에 전주위치와 빔의 길이, 경간이 일치하는지 확인하고 빔의 설치높이(하수강 설치용, 빔하스펠선용, 가압빔용 등)를 확인 표시한 후 설치한다.
- (12) 빔을 건립할 때에는 빔 중앙에 로프를 걸고 빔 양단에 조정용 밧줄을 매어 안전하게 인양하여 설치한다.
- (13) 빔 신설은 수직 및 수평을 정확히 맞추어야 하며 특히 강재의 변형과 안전에 유의한다.
- (14) V형 트러스라멘빔은 하수강을 설치하는 구간은 22m까지, 빔하스펠선을 설치하는 구간은 26m까지 사용할 수 있다.
- (15) 빔의 길이가 6선용(22m초과 38m까지) 이상이면 4각 트러스라멘빔을 사용하고, 38m를 초과하는 것은 스펠선 빔을 사용한다. 다만, 인접 경간 시설물과의 조화를 위해 구조 검토하여 고정 빔을 설치 할 수 있다.
- (16) 외팔 빔은 2선용 이하에만 사용한다.
- (17) 인출용(Structure) 빔은 4각 트러스 빔을 표준으로 하고 타 용도 겸용의 경우는 V형 라

멘 빔, 강관 빔 또는 4각 트러스라멘 빔을 사용할 수 있다.

- (18) 빔형 고정브래킷은 “외팔 빔”으로 호칭하며, 가동브래킷 및 고정브래킷은 “빔”에 포함시키지 아니한다.
- (19) 빔의 레일면상 설치 높이는 빔의 종류, 전차선의 높이, 사용애자(클래비스형 또는 볼형 현수애자) 가선방식(하수강 방식 또는 빔하스팬션방식)등을 고려한 장주도에 의거 결정한다.

1.4.2 문형빔

- (1) 문형 빔의 구조는 제작도면에 의거 제작하며 본체의 구조는 ㄷ형강 또는 T형강을 주재로 하여 철판으로 주재간을 용접 조립한 골조로 구성한다.
- (2) 도금 및 용접은 용융아연도금과 강재류의 전기용접에 의하는 외에 KS규격에 의해 정확하고 견고하게 제작 설치하여야 한다.
- (3) 빔의 길이에 따라 빔의 단면 높이가 다르며 긴 빔은 2개 또는 3개로 분리 제작하여 현지 작업기지에서 이음매판을 이용하여 볼트 조임으로 조립한다. 이음매에 사용되는 볼트, 너트용 철강재는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 제3종(SS50)을 사용한다.
- (4) 빔의 비틀림을 방지하기 위해 4~5칸 마다 비틀림 방지 금구를 제작 설치한다.
- (5) 빔 제작 시 빔의 상부주재 중간부분이 양끝의 설치부보다 활꼴 모양으로 반대로 휘도록 미리 약간의 장력을 가하여 제작을 하고 설치 후 하중으로 인해 아래로 처지지 않도록 제작한다.
- (6) 빔의 구성 표는 다음과 같다.

[표1-12] 빔의 구성 표

경 간(m)	빔 높이(mm)	빔 길이(mm)	칸수	연결개수	전철주형태	빔의 역 휨
$10.80 \leq l \leq 11.55$	450	425	1	0	HE300B	3cm
$11.55 \leq l \leq 15.30$	550	525	1	0	HE300B	3cm
$15.30 \leq l \leq 19.80$	550	525	2	1	HE300B	5cm
$19.80 \leq l \leq 22.80$	650	770	2	1	조합철주	7cm
$22.80 \leq l \leq 30.30$	650	770	3	2	조합철주	9cm

- (7) 빔의 접속재는 제작도면에 의거 정밀히 제작하여 주재와의 볼트접속은 모두 2중 너트 조임으로 변형되지 않도록 하고 주재와는 밀착되게 견고히 조립하여야 한다.
- (8) 빔 설치시는 수직 및 수평을 정확하게 맞추어 설치하여야 하며 특히 강재의 변형과 빔

의 불균형이 생기지 않도록 한다.

1.4.3 스패션 빔

- (1) 스패션 빔의 주 스패션은 빔의 구조에 적합한 전선[카드뮴동연선 95(19/2.5)mm² 또는 스테인리스 강연선 40(19/1.625)mm²]을 사용하여야 하고 보조스패션 및 빔하스패션은 카드뮴동연선 70(19/2.1)mm² 이상 또는 동등 이상의 강도와 내부식 성능을 가진 전선을 사용하고, 표준장력으로 가선하여야 하며 소선단선이 없도록 시설한다.
- (2) 드로퍼는 카드뮴동연선 10mm² 이상 또는 동등 이상의 강도와 내부식 성능을 가진 것을 사용하고 스패션과의 취부는 압축을 피하고 또한 이중금속의 접촉 등에 의한 부식을 일으키지 않도록 시설한다.
- (3) 스패션은 가선 하중을 균등하게 분포시켜 안정된 상태로 유지하여야 하고, 드로퍼 간격 및 길이를 정밀조정하고, 드로퍼선 인장하중(안전율 포함)을 초과하는 경우에는 증설하여야 한다.
- (4) 전차선을 가선하지 않는 궤도 상부에는 장래 가선을 고려하여 합성전차선의 중량에 상당하는 철주를 설치하여야 한다.
- (5) 레일면상 높이 8m 이상의 스패션에 사용하는 애자의 위치, 연결 개수 등은 될 수 있는 한 보수작업을 경감할 수 있도록 설치하여야 한다.
- (6) 스패션은 설치금구로 철주, 하수강, 벽체 등에 설치한다.

1.4.4 빔하스패션

- (1) 설계도에 의거 소정의 전선[카드뮴동연선 70(19/2.1)mm²]을 사용하고 표준장력으로 가선하여야 하며, 조가선의 연선이 끝난 다음 설치하여야 한다.
- (2) 빔하스패션의 장력을 조정하는 스프링 밸런서는 전차선의 횡장력을 받는 곳은 장력 반대쪽 지지점 방향으로 통일하여 설치한다.
- (3) 빔하스패션의 온도변화에 따른 장력변화는 자동장력조정장치에 의하여 조정 되도록 설치한다.
- (4) 빔하스패션용 스프링밸런서는 빔하스패션의 한쪽에 설치한다. 다만, 빔하스패션을 2본 이상 연속하여 시설할 때는 스프링밸런서의 설치위치는 지그재그로 설치하고 차고, 차량기지 등에서 4선 이하인 경우는 턴버클로 할 수 있다.
- (5) 직선형 곡선당김금구를 빔하스패션에 설치하는 경우는 이중금속의 접촉 등에 의한 부식 및 소선, 단선이 없도록 설치하고 동일 스패션에 2조 이상 병설하는 경우는 순환전류에 의한 손상이 없도록 설비한다.

- (6) 전차선의 조정이 끝나면 전차선 중량으로 인한 빔하스팬션의 늘어짐을 방지하기 위하여 조가선과 스패션간을 드로퍼로 연결하여야 한다.
- (7) 빔하스팬션용 스프링밸런서 배수구멍은 하향(지면)으로 향하도록 설치하여야 한다.
- (8) 조차장·차량기지·정거장구내 등 합성전차선이 밀집하는 장소, 교차장치 설치개소 등 브래킷 설치가 곤란한 곳에는 빔하스팬션식 또는 가압빔식을 사용할 수 있다.

1.5 지선공사

1.5.1 일반사항

- (1) 각도주, 인류주 기타 불평형 장력이 작용하는 전철주에는 특수한 경우를 제외하고는 지선을 시설한다.
- (2) 지선은 용지 내에 시설하여 통행인·자동차 등에 의하여 손상을 받지 아니하는 장소에 시설한다. 다만, 야광페인트로 도색된 보호관(보호커버)을 사용하여 위험의 우려가 없도록 시설하는 경우에는 그러하지 아니하다.
- (3) 지선은 135㎜, 90㎜ 및 55㎜의 아연도강연선 또는 동등 이상의 아연도강봉을 사용하며 전철용 지선설비는 다음 표에 의한다.

[표1-13] 전철용 지선설비 사용구분

구 분	선종	지선기초	적용방법	비 고
V형지선 (2단지선)	St(아연도강연선)	콘크리트	장력, 인류, 흐름방지개소	
강봉지선	강봉	콘크리트	장력, 인류, 흐름방지개소	

- (4) 지선은 설계도에 의하여 3종A급의 아연도강연선(KS D 7007)을 사용하고, 강재는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400을 사용하며, 강재류(강봉)의 아연도금은 “KRACS 47 30 10 3.1.33 강재의 방청공사”에 의한다.
- (5) 지선의 전주에 대한 설치 각도는 45도를 표준으로 하고 수평하중의 분담에 영향이 없을 때에는 최저 30도까지 줄일 수 있다.
- (6) 지선의 방향은 인장력방향과 일치(정반대 방향)하여야 하며 부득이한 경우에는 그에 상응하는 조치를 취하여야 한다.
- (7) 지선은 전선 가선전에 설치해야 하며 설치 시에는 지선의 인장 측으로 전주의 수직 중심선에서 40~60mm정도 기울 정도로 과장력을 미리가하여 전차선 가선 후 본 장력 측으로 전주가 기울지 않도록 시설해야 한다.

- (8) 와이어크립(W.C)을 사용하는 지선은 크립의 상호간격을 150mm로 하고 강연선의 끝부분은 와이어크립으로 부터 300mm 이상의 여유를 두되 끝부분의 소선이 풀리지 않도록 1.6mm의 아연도 철연선으로 끝부분을 3회 이상 감은 다음 본지선에 밀착시켜 5회 이상 미려하고 견고하게 감아야 한다.(보통지선의 경우)
- (9) 가공전차선·급전선 및 부급전선의 인류용 밴드와 지선용 전주밴드는 분리하여 시설하며, 진동이 심한 교량 등 밴드고정용 볼트·너트 체결시 폴림방지용 록킹너트, 이중너트 또는 폴림방지 너트를 설치하여 너트의 이완을 방지하여야 한다.
- (10) 도로에 접근하여 설치하는 지선은 방호설비와 안전 표지류를 설치하여야 한다.
- (11) 지선의 안전율은 선형일 경우 2.5 이상, 강봉형의 경우 소재 허용응력에 대하여 1.0이상으로 한다.
- (12) 방음벽, 옹벽기초, 배수로기초, 공동관로, 횡단전선관, 맨홀, 핸드홀이 전철주와 간섭하는지 사전에 확인하여야 한다.

1.5.2 지선기초

- (1) 지선 기초의 설치위치는 전주중심에서 지선기초 전면까지의 거리를 7m 확보되는 위치에 설치한다.
- (2) 지선 기초 터파기는 소정의 크기대로 지형을 확인하여 파괴지내력이 최대한으로 활용되는 구조로 굴착 시공하여야 한다.
- (3) 지선 기초의 앵커는 설계도에 의거 제작하고, 상부에서 1m 이상까지 용융아연도금을 하여야 한다.
- (4) 지선기초 콘크리트 배합비는 1 : 3 : 6에 의한다.
- (5) 콘크리트 기초의 거푸집은 상부에서 600mm 까지로 하고 콘크리트 기초 상부가 지면으로부터 200mm 정도 노출되게 설치한다.
- (6) 지선기초를 비탈면에 설치할 때 측압의 부족으로 기초 전체가 부상하는 일이 없도록 시공에 특히 유의해야 한다.
- (7) 지선은 하중과 토질에 적합한 콘크리트 기초 또는 지선용 블록을 사용한다.
- (8) 지선을 취부 할 수 없는 경우에는 인류용 철주로 대용할 수 있다.

1.5.3 지선의 사용제한 및 횡단

- (1) 가공전선로의 지지물로서 사용하는 철주·콘크리트주는 지선을 사용하지 아니하는 상태에서 풍압하중의 1/2 이상의 하중에 견디는 강도를 가지는 경우를 제외하고는 지선

을 사용하여 그의 강도를 분담시키지 아니한다.

- (2) 가공전차선로용 지선은 철도를 횡단하여 시설할 수 없다.

1.6 가동브래킷 공사

1.6.1 공통사항

- (1) 가동브래킷 설치 전 먼저 전주 전면(레일쪽)에 레일 면을 정확히 측정 표시하고 가동브래킷 길이는 건식게이지에 따라 소정의 것을 사용하여야 한다.
- (2) 가동브래킷은 건식게이지 가고, 선로조건에 맞는 것을 사용하여야 한다.
- (3) 선로 곡선반경, 전주의 건식위치, 지지물의 형식, 가고 등을 전주별로 정밀하게 조사하여 “가동브래킷의 규격결정 명세표”를 작성하여 이 명세표에 의거 설치한다.(곡선반경 $R=500$ 이하 내곡선인 경우 O형 3.0m이상 가동브래킷을 사용하여야 한다.)
- (4) 터널 내에는 터널브래킷식, 가동브래킷식으로 할 수 있다.
- (5) 가동브래킷은 설치금구로 전주, 하수강 등에 설치한다.
- (6) 평행개소에는 가동 브래킷을 평행틀에 설치하고, 설치조건상 부득이한 경우 2본의 전주(복주 방식)에 설치한다.
- (7) 현장 조립이 필요한 가동브래킷은 개별 장주도에 의거 조립하여 설치한다.

1.6.2 고속철도 가동브래킷

- (1) 고속철도 가동브래킷은 “1.6.1 공통사항”에 준하되 현장 작업장에서 미리 장주도에 의해 완전제작 조립한 후 설치하도록 한다.
- (2) 상하선의 전차선 전주는 반드시 서로 같은 경간으로 완전 대향하여 설치되어 있으므로 정기적인 상호 이격거리와 운용의 안전성을 위해 반드시 한쪽 전주에 인장형 브래킷을 설치하면 다른 쪽 전주에는 압축형 브래킷을 설치하도록 한다.
- (3) 에어조인트, 에어섹션, 절연구분장치(중성구간) 개소의 중심전주에는 1.6m 중간전주에는 1.0m의 ㄷ형강의 평행틀을 제작 설치하여 평행구간의 선간 이격거리를 조정하기 위해 쌍브래킷을 설치한다
- (4) 분기개소에는 1.6m의 ㄷ형강의 평행틀을 설치하여 2개 내지 3개의 브래킷을 일정한 간격으로 설치하여 전차선 편위 조정을 하도록 설치한다.
- (5) 가동브래킷 조립 설치시 반드시 오차와 허용한계치를 준수하여야 한다.
- (6) 브래킷의 설치가 완료되면 전차선과 조가선을 가선할 수 있도록 가동브래킷을 선로궤

도와 수직이 되도록 고정시킬 수 있는 임시 고정장치를 견고히 제작하여 전차선과 조가선의 가선장력에도 브래킷이 변화되지 않도록 고정시켜야 한다. 다만 가동브래킷 고정장치는 전차선의 1일 가선능력을 감안하여 충분히 사용할 수 있는 수량을 사전에 제작 확보하여 한다.

(7) 250km/h급 전차선로의 CaKo 250가동브래킷은 다음과 같이 시설한다.

- ① 250km/h급 전차선로의 가동브래킷은 일반구간에서는 1,200mm로 제작하고, 터널 구간에서는 850mm를 표준가고로 한다.
- ② 가동브래킷 상부 전주밴드의 설치위치는 조가선지지금구의 높이에 맞추어 설치하고, 표준온도 10℃를 기준으로 선로와 직각 방향으로 설치하고 온도변화와 전차선 가선길이에 따라 브래킷 위치를 조정하여 설치한다.
- ③ 진동방지 파이프의 위치는 전차선 높이보다 385mm(진동가고) 높이고 선로의 캔트를 고려하여 레일면과 수평을 이루도록 설치하고 수평 주파이프와 진동방지 파이프의 표준간격은 758mm으로 한다.
- ④ 가동브래킷은 가동브래킷용 전용밴드 또는 설치금구로 전주, 하수강 등에 견고하게 설치하며 보강재는 가동브래킷형(I형 및 O형)에 따라 압축에 견디는 구조로 U볼트를 체결하여야 한다.
- ⑤ 가동브래킷 조립시 모든 체결 볼트는 견고하게 조여야 하고 분할핀 삽입개소는 누락 없이 꽂은 후 빠지지 않게 끝을 벌려 놓아야 한다.
- ⑥ 가동브래킷 조립시 수평 주파이프와 진동방지 파이프의 배수구는 반드시 하향으로 해야 한다.
- ⑦ 가동브래킷 하부 전주밴드에는 비절연보호선(FPW)을 설치할 경우 일체형 밴드를 사용한다.
- ⑧ 평행개소가동브래킷 상부 조가선 체결금구는 조가선의 높이를 조정할 수 있는 클램프를 설치한다.

(8) 가동 브래킷의 절연애자 사용구분은 “1.7 전철용 애자”의 “애자의 표준 사용 구분표”에 따른다.

1.6.3 일반철도용 가동브래킷

- (1) 가동브래킷 상부 전철주 밴드의 설치위치는 조가선의 높이에서 77mm(CdCu, CuMg 또는 Bz인 경우)를 낮추어야 하며, 표준온도 10℃를 기준으로 선로와 직각 방향으로 설치하고 온도변화와 전차선 가선길이에 따라 브래킷 위치를 조정하여 설치한다.
- (2) 진동방지 파이프의 위치는 전차선 높이보다 350mm 높이고 선로의 캔트를 고려하여 레일면과 수평을 이루도록 설치하고 수평 주파이프와 진동방지 파이프의 표준간격은 553mm으로 한다.
- (3) 가동브래킷은 가동브래킷용 전용밴드 또는 설치금구로 전주, 하수강 등에 견고하게 설

전차선로공사

치하며 보강재는 가동브래킷형(I형 및 O형)에 따라 압축에 견디는 구조로 U볼트를 체결하여야 한다.

- (4) 가동브래킷 조립시 모든 체결 볼트는 견고하게 조여야 하고 분할핀 삽입개소는 누락 없이 꽂은 후 빠지지 않게 끝을 벌려 놓아야 한다.
- (5) 가동브래킷 조립시 수평 주파이프와 진동방지 파이프의 배수구는 반드시 하향으로 해야 한다.
- (6) 가동브래킷 하부 전주밴드에는 비절연보호선(FPW) 설치가 가능하도록 일체형 밴드를 사용한다.
- (7) 평행개소가동브래킷 상부 조가선 체결금구는 조가선의 높이를 조정할 수 있는 클램프를 설치한다.
- (8) 가동브래킷의 조정범위와 상·하밴드의 설치간격은 아래 표에 의하며, 특수가고(가고 500mm 이하)는 현장 여건에 맞추어 조정 설치한다.

[표1-14] 가동 브래킷의 조정범위와 밴드간격(H)

가고 (L)mm	건식게이지 (G)mm	형	조 정 범 위(mm)	CANT ≤160의 곡선에 대응하는 건식범위	밴드설치간격 (H)mm
960	3,000	O.F	2,200 ~ 3,400	2,600 ~ 3,000	1,000
		I	2,300 ~ 3,300	2,500 ~ 2,900	1,000
	3,500	O.F	2,700 ~ 3,700	3,100 ~ 3,500	1,200
		I	2,800 ~ 3,800	3,000 ~ 3,400	1,200
	4,000	O.F	3,200 ~ 4,200	3,600 ~ 4,000	1,400
		I	3,300 ~ 4,300	3,500 ~ 3,900	1,400
	4,500	O.F	3,700 ~ 4,700	4,100 ~ 4,500	1,400
710	1,900	I	1,850 ~ 2,200		1,000
		O.F	1,800 ~ 2,300		1,000
	2,100	I	1,950 ~ 2,400		1,000
		O.F	1,700 ~ 2,700		1,000
	2,500	I	2,000 ~ 2,800		1,000
		O.F	2,700 ~ 3,200		700
	3,000	I	2,800 ~ 3,300		700
710	3,500	O.F	3,200 ~ 3,700		800
		I	3,300 ~ 3,800		800
	4,000	O.F	3,700 ~ 4,200		1,000
	2,100	O.F	1,800 ~ 2,300		650
		I	2,050 ~ 2,400		650
710	2,500	O.F	2,200 ~ 2,700		650
		I	2,350 ~ 2,800		650

1.6.4 산업선형 가동브래킷

- (1) 선로의 곡선반경, 전주의 건식위치, 지지물의 형식, 가고 등을 전주별로 정밀하게 조사하여 가동브래킷의 제작도를 작성하여야 한다.

- (2) 모든 부재는 제작도에 의거 정밀하게 재단하고 조립하여야 하며 아연도금의 손상 개소는 충분한 방식도색을 하여야 한다.
- (3) 일반개소에 있어서 브래킷의 상부 전주밴드의 설치 위치는 조가선의 높이(지지점에 있어서 레일면상의 전차선 높이+가고)에서 48mm를 낮추어야 하며, 기온 10℃를 기준으로 하여 선로와 직각 방향으로 설치하여야 한다.
- (4) 일반개소에 있어서 브래킷의 상·하부 밴드 간격은 1,500mm를 표준으로 한다.
- (5) 4경간 평행개소에 있어서 상부 전주밴드의 설치 위치는 일반개소와 같은 방법으로 정하고 하부 전주밴드의 설치 위치만은 상부밴드에서 1,400mm를 낮추어야 한다.
- (6) 설치 순서는 가동브래킷의 전주밴드에 장간애자를 설치한 다음 수평주파이프 또는 수평지지선과 경사주파이프를 먼저 설치한 후 진동방지 파이프, 곡선당김금구, 브래킷드로퍼, 니로스타선 등 순으로 결합 설치한다.
- (7) 진동방지 파이프의 위치는 전차선 높이 + 300mm로 하고, 선로의 캔트를 고려하여 레일면과 수평을 이루도록 설치하여야 한다.
- (8) 전주의 건식게이지가 3m인 경우 브래킷의 주 파이프 길이는 다음 표에 의한다.

[표1-15] 산업선형 브래킷의 주 파이프 길이(m)

구 분		도면번호 및 형별	OF-2402B -1~4 (일반개소)	OF-2403B-1~7(에어조인트개소)	
				Type1	Type2
직선 및 곡선반경 $\geq 6000\text{m}$ 캔트=0mm			T-I,O 2.45	2.45(AJ-1) 2.45	2.45(AJ-1) 2.25
외 곡 선	1050m \leq 곡선반경 $\leq 6000\text{m}$ 캔트0~80mm		T-IC1 2.45	2.45(AJ-4) 2.45	2.45(AJ-4) 2.65
	곡선반경 $\leq 1050\text{m}$ 캔트80~120mm		T-IC2 2.65	2.45(AJ-5) 2.65	2.65(AJ-5) 2.65
내 곡 선	1050m \leq 곡선반경 $\leq 6000\text{m}$ 캔트0~80mm		T-OC1 2.45	2.25(AJ-2) 2.25	2.25(AJ-2) 2.45
	곡선반경 $\leq 1050\text{m}$ 캔트80~120mm		T-OC 22.45	2.25(AJ-3) 2.25	2.25(AJ-3) 2.45

[표1-16] B식(산업선형) 브래킷의 주 파이프 길이(m)

구분 도면번호 및 형별		OF-204B-4~9(에어섹션개소)						
		Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	Type6	Type7
직선 및 곡선반경 $\geq 6000\text{m}$ 캔트=0mm			2.45 3.15	2.25 2.25		2.45 2.65		
외 곡 선	1050m \leq 곡선반경 $\leq 6000\text{m}$ 캔트0~80			2.45 2.65	2.45 3.15		2.45 3.15	
	곡선반경 $\leq 1050\text{m}$ 캔트80~120mm			2.45 2.65	2.65 3.15		2.65 3.15	
내 곡 선	1050m \leq 곡선반경 $\leq 6000\text{m}$ 캔트0~80mm	2.25 2.45	2.25 2.85					2.65 2.45
	곡선반경 $\leq 1050\text{m}$ 캔트80~120mm	2.25 2.25	2.25 2.85					2.65 2.25

(9) 브래킷의 설치가 끝난 다음에 풍압이나 외부 충격으로부터 브래킷의 손상을 방지하기 위하여 철선으로 브래킷을 고정시키거나, 브래킷홀더(Bracket Holder)로 고정시키되 장기간 고정시 가동브래킷의 회전에 지장 없도록 다른 방법으로 조치하여야 한다.

(10) 브래킷의 사용구분 및 전차선의 편위는 다음 표(OF-2402B)에 의한다.

[표1-17] 산업선형 브래킷의 사용구분

① Type I, O	: 직선 및 곡선 반경 6,000m 이상
② Type IC1	: 외곡선의 곡선반경 6,000~1,050m
③ Type IC2	: 외곡선의 곡선반경 1,050m 미만
④ Type OC1	: 내곡선의 곡선반경 6,000~1,050m
⑤ Type OC2	: 내곡선의 곡선반경 1,050m 미만

[표1-18] 전차선의 편위표

곡선반경(m)	경간(m)	편위	
		b1 cm	b2 cm
∞	60	-20	+20
36,000	60	-20	+17.5
18,000	60	-20	+15
9,000	60	-20	+10
6,000	60	-20	+5
4,500	60	-20	± 0
3,600	60	-20	-5
3,000	60	-20	-10
2,570	60	-20	-15
2250 - 2,000	60	-20	-20
1,800 - 1,600	60	-25	-25
1,600 - 800	50	-25	-25
800 - 500	40	-25	-25
500 - 250	30	-25	-25
250 - 200	25	-25	-25

1.6.5 터널 브래킷

- (1) 터널 사·중단에 설치하는 터널브래킷은 터널사·중점으로부터 5m 이내의 위치에 설치하여야 하며 현장여건 및 경간 등을 감안하여 조정할 수 있다.
- (2) 터널브래킷의 경간은 20m 이하로 한다. 다만, 선로조건이나 가선방식 등을 고려하여 조정할 수 있다.
- (3) 브래킷 지지금구는 건축한계에 저촉되지 않도록 설치하여야 하고 앵커볼트 매입시는 주위의 터널벽에 손상을 주지 않아야 하며 앵커가 빠지지 않도록 매입하여야 한다.
- (4) 터널 내는 절연이격 거리와 전차선의 높이가 제한되므로 설계도의 지지점 경간보다 확대 시공하는 것을 금하며 각부의 볼트 너트는 완전하게 조임을 하여야 한다.
- (5) 터널브래킷의 설치 높이는 터널 천장과 조가선의 이격거리 범위 내에서 최대한 높여서 시공하여야 하며 인접 브래킷과의 차는 40mm(20m 경간기준) 이내로 한다.
- (6) 절연물의 오손을 방지하기 위하여 브래킷의 포장은 전차선로의 가압시험 직전까지 두어야 한다.

1.7 전철용 애자

- (1) 전차선로에 사용하는 애자는 현수애자, 장간애자 및 지지애자를 사용한다.
- (2) 염해우려 지역, 공장지대 등 공해지역에는 내 오손용 애자를 사용하거나 현수애자의 경우 그 수량을 늘려 설치한다.
- (3) 기기배선용 애자는 급전선 및 부급전선(보호선)에 준한다.
- (4) 애자의 절연누설거리 등 절연성능은 환경조건, 운영조건 등을 반영하여 공단이 정하는 [철도설계 지침 및 편람](#), [철도설계 참고도](#) 등에 의한다.
- (5) 신설선 터널 내 애자류는 영업시운전 시행 전까지 1회 물청소(고압살수)를 시행한다.
- (6) 전철용 애자의 표준 사용구분은 다음 각 호 및 표에 의한다.

[표1-19] 애자의 표준 사용구분 표

구분애자 중별 사용개소		현수애자			장간애자			지지애자		
		180mm	250mm	고분자	고분자	항압용	인장용	SP6 SP10	SP40 NSP40	SP60 NSP50
급전선	인류		4	1	1		1			
	현수		4	1	1				1	1
	이상구분		5	1						
	중오손지구		5(4)	1						
부급전선 및 보호선	인류	1								
	현수	1						1		
	흡상변압기 및 단자구분	2								
가공 전차선	인류		4	1	1		1			
	현수		4	1	1		1			1
	곡선당김장치		4	1	1		1			
	스 팬 선		4	1	1		1			
	보 조 곡선당김장치		4	1	1		1			
	이상구분장치		5	1						
	흡상변압기 구분장치		2							
	중오손지구		5(4)	1	1					
가동 브래킷	수평파이프				1		1			
	경사파이프				1	1				
스팬션 브래킷	파이프						1			

1.8 전철용 완철

- (1) 전철용 완철은 특수한 장소 이외에는 [철도설계 참고도](#) 등에 의한다.
- (2) 완철은 전주밴드 또는 붙임 철을 사용하고, 필요에 따라 암타이 또는 텐션바에 의하여 지지하며, 2단 이상의 경우는 암프레스를 사용할 수 있다.
- (3) 문형완철(전주대용물)은 형강 또는 강관을 사용하여 빔에 시설한다.
- (4) 역구내 빔에 설치하는 급전선로는 빔 상부에 문형완철을 설치하여 지지함을 표준으로 한다. 다만, 역간에서는 현장 여건에 따라 빔 하부에 설치할 수 있다.

1.9 가공전차선로

1.9.1 합성전차선 가선공사

(1) 사전준비

- ① 가선에 앞서 가선공사에 필요한 장비, 공구, 재료, 인원을 사전에 점검하고 선로차단이 필요한 경우 한국철도공사 주무부서와 협의하여 승인을 받는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- ② 가선에 앞서 가동브래킷은 조가선의 인장력으로 회전하지 않도록 브래킷 홀더(Bracket holder)로 고정시켜야 하며. 가선 완료 후 브래킷 홀더(Bracket holder)를 철거하여 가동브래킷의 회전에 지장 없도록 하여야 한다.
- ③ 인류장치, 자동장력조정장치, 흐름방지장치 및 지선 등은 미리 설치해 둔다.
- ④ 섹션(Section)대장, 전차선 드럼번호 대장, 조가선 전차선 가선 순위대장, 운전명령서를 준비 및 확인하여야 한다.

(2) 가선 작업차

- ① 가선 작업차는 수송차량, 철도시설장비(모터카 포함) 또는 전차선장비, 평판차, 유개화차, 보조작업차 등으로 구성한다.
- ② 평판차에는 전선드럼의 높이를 임의로 조정할 수 있는 2대의 드럼 조작대를 설치하여야 하고, 전차선은 가선우선순위에 따라 드럼번호(No)순으로 적재하여야 한다.
- ③ 인력가선시 조작대에는 전선류에 손상을 주지 않고 연선(延線)속도를 조정할 수 있는 목재의 제동장치가 있어야 한다.
- ④ 평판차에는 계속적으로 연선(延線)작업을 할 수 있도록 항상 예비 전선드럼을 적재하고 있어야 한다.
- ⑤ 유개화차로 편성시에는 유개화차 지붕에는 가선작업용 상판과 보호용 난간을 설치하여야 하며, 장물차와 연결되는 쪽의 난간 위에는 전선의 손상을 방지하기 위하여 직경 200mm 길이 2,500mm정도의 통나무를 붙여야 한다.
- ⑥ 가선작업차(OWC : Overhead Catenary Wiring Car)를 사용하는 경우, 장비의 편성은 모터카 + 가선차 + 전선 적재차 순으로 한다.

1.9.2 전차선 가선

(1) 가선

- ① 전차선의 가선은 조가선 가선 후 조가선 가선 순서에 따라 인류개소에서부터 서서히 일정속도로 약 10m간격마다 S자형 가행어($\phi 9\text{mm}$ 철봉) 또는 2mm이상의 철선을 사용, 전차선을 조가선에 조가하여 연선 하되 전차선에 흠이나 결점(缺點) 또는 비틀림이 없도록 신중히 가선해야 하며 신호기 및 건널목 등의 기능에 영향을 미치지 않도록 방호하여야 한다.
- ② 연선이 끝나면 바로 소정의 장력으로 영구신장조성(Pre-stretch)을 시행하여 전차선

조정 후 전차선의 신장이 일어나지 않도록 해야 한다.(특히, 드로퍼 지지방식의 경우 전차선 신장이 일어나면 전면 재시공의 문제가 발생하므로 주의를 요함)

- ③ 영구신장조성이 끝나면 조가선과 전차선을 자동장력조정장치의 요크에 연결하여 소정의 장력을 가한 다음 곡선당김장치를 소정의 전차선 높이, 가고 및 편위가 확보 되도록 조정 설치하는 동시 전차선의 비틀림, 킹크 등이 없도록 교정하여야 한다. 킹크 교정 시에는 전용공구로 교정하여 전차선에 흠이 생기지 않게 하여 팬터그래프 스푼동이 원활하도록 해야 한다.
- ④ 편위 조정, 킹크, 비틀림의 교정이 끝나면 궤도의 레일측면에 소정의 드로퍼 설치 위치를 표시하고 사다리차를 이용하여 표시된 위치의 수직 위의 조가선에 철선($\phi 1.6$ mm)으로 전차선의 표준높이와 구배가 유지되도록 임시 가드로퍼를 정확히 설치한 다음 사다리차로 드로퍼 위치의 가고를 정확히 실측하여 제작된 드로퍼를 견고히 설치해야 한다.
- ⑤ 이때 드로퍼 길이 제작의 잘못으로 전차선이 위로 당겨지거나 아래로 처지는 일이 없도록 특히 주의를 해야 한다.
- ⑥ 전차선 무효부분 및 인류선의 굽힘 각도는 10도 이내가 되도록 하여야 한다.
- ⑦ 가공전차선의 가선은 선로중심에 해야 하며 가선에 필요한 모든 장비와 공구를 완전히 구비하여 다음에 의거 안전하게 가선한다
 - 가. 선로차단이 필요한 경우는 미리 계획을 수립하여 관계처와 협의의 수속을 필한 후 (약 2주전에)에 가선차를 편성하여 가선한다.
 - 나. 전차선 가선 장비는 한국철도시설공단에서 대여하는 모터카와 평판차 또는 보조 작업차 등으로 편성한다.
 - 다. 조가선 및 전차선의 드럼은 가선전에 미리 당해 가선구간으로 사용하게 되어 있는 드럼을 인근 장소에 배치하고, 드럼의 적상하 또는 장비에 장착시에는 신중히 취급하여 전선에 손상이 가지 않도록 취급해야 한다.
 - 라. 특히 전차선은 당해 가선구간에 사용하게 되어있는 전선드럼 RUN. NO 명세서를 작성 확인하여 RUN. NO에 차질이 없도록 신중을 가해야 한다.
 - 마. 전차선과 조가선 가선시 전선드럼은 드럼 회전 조작대에 설치하여 속도조절을 임의로 할 수 있는 구조로 해야 하며 연선속도 조작의 잘못으로 전선의 킹크, 비틀림 및 소선폴립 등이 생기지 않도록 특별히 주의해야 한다.

(2) 전차선의 높이

- ① 가공전차선로의 전차선 공칭 높이는 전차선로 속도 등급에 따라 5,000mm에서 5,200 mm를 표준으로 한다. 다만, 전차선로 속도 등급 200킬로급 이하에 대하여 해당 노선의 특수 화물 적재 높이를 고려하여 전 구간을 5,400mm까지 높일 수 있다.
- ② 제1항에도 불구하고 선로를 고속화하는 경우나 컨테이너를 2단으로 적재하여 운송하는 선로 등의 경우에는 열차안전운행이 확보되는 범위 내에서 해당 선로의 전차선 공칭 높이를 다르게 적용할 수 있다.

(3) 전차선의 기울기

- 전차선 기울기는 해당 구간의 설계속도에 따라 다음 표의 값 이내로 하여야 한다. 다만 에어섹션, 에어조인트 또는 분기구간에는 기울기를 주지 않는다.

[표1-20] 설계속도에 따른 기울기

속도 등급	기울기(%)
300, 350킬로급	0
250킬로급	1
200킬로급	2
150킬로급	3
120킬로급	4
70킬로급	10

(4) 전차선의 편위

- ① 전차선의 편위는 평행구간(Overlap)이나 분기구간 등 특수 구간을 제외하고 궤도중심선에서 좌우 200mm를 표준으로 하여야 한다.
- ② 팬터그래프 집전판의 고른 마모를 위하여 지그재그 편위를 주어야 하며, 선로의 곡선반경 및 궤도 조건, 열차 속도, 차량의 편위량, 바람과 온도의 영향 등을 반영하여 최적의 편위로 시설하여야 한다.
- ③ 분기구간 등 특수구간의 편위는 최악의 운영환경에서도 전차선이 팬터그래프 집전판의 집전 범위를 벗어나지 않도록 시설하여야 한다.

(5) 합성전차선의 경사

- 전차선 지지점에서 조가선과 전차선이 만드는 면과 조가선 지지점에서 궤도면으로 내린 수직선과의 간격은 다음 표에 의한다.

[표1-21] 합성전차선 경사 간격

속도등급	최대간격(mm)
250킬로급 이상	10
200킬로급 이하	50

(6) 전차선의 가고

- ① 커티너리 가선 방식에서 합성전차선의 표준가고는 다음 표에 의한다. 다만 현장여건 및 가선시스템 특성에 따라 별도로 정하여 시설할 수 있다.

[표1-22] 합성전차선 표준가고

속도 등급	표준가고(mm)	비 고
70~200킬로급	960	터널구간 710mm 저가고형브래킷 500mm
250킬로급	1,200	터널구간 850mm
300,350킬로급	1,400	

- ② 터널 내, 역구내 빔 개소 등에서 표준가고 설치가 어려운 곳에서는 710mm, 500mm, 180mm, 150mm등으로 단축할 수 있다.

(7) 영구신장조성(Pre-stretch)

- ① 본선의 전차선 및 조가선은 전선의 신장을 적게 하기 위하여 인류장치 및 장력조정 장치를 조정하기 전에 다음과 같이 영구신장조성(Pre-stretch)을 시행하여야 한다.

[표1-23] 영구신장조성

구분	종별	과 장 력[kN]	인가시간	비고
전 차 선	동[Cu]선	운전장력의 200%	30분	기존선
	동[Cu]선 동합금선	운전장력의 150%	72시간	신설선
조 가 선	동합금선	운전장력의 110%	10분	기존선,신설선

(8) 드로퍼

- ① 드로퍼의 설치 간격은 속도 등급에 따라 다음 표와 같이 설치할 수 있으며 전차선로의 가선시스템에 따라 조정할 수 있다. 다만, 기존 산업선 전철구간(BT방식)에 한하여 드로퍼 간격을 10m로 설치할 수 있다.

[표1-24] 드로퍼 설치간격

속도등급	설치간격(m)	비고
350킬로급	4.5/6.5	
300킬로급	4.5/6.75	
250킬로급	3/4.5/5	
150~200킬로급	2.5/5	
70~120킬로급	2.5/5	행거이어 사용 가능

- ② 교차장치에서 본선과 교차되는 선의 드로퍼(행거이어 포함)는 서로 접촉되지 않도록 설치한다.
- ③ 드로퍼는 경간별로 미리 제작 조립하여 공급하여야 한다.
- ④ 표준경간이 아닌 경우의 드로퍼 설치간격은 첫째 드로퍼의 경우 5m로 하고 그 다음 부터는 같은 간격으로 한다.

1.9.3 조가선 가선

- (1) 조가선의 가설 위치는 궤도상에서 레일의 중심선에 오도록 가선한다.
- (2) 정거장 구내에서의 조가선 가선순서는 애자형섹션 절연애자 등의 삽입을 고려하여 측선 및 건널선의 조가선을 먼저 가선한 후 본선을 가선하도록 한다.
- (3) 조가선의 연선작업이 시작되기 전에 브래킷을 브래킷 홀더(Bracket holder)로 가선조정이 끝날 때까지 고정하여야 한다. 연선 완료 후로 브래킷 홀더(Bracket holder)를 철거하여 가동브래킷의 회전에 지장 없도록 하여야 한다.
- (4) 조가선 연선은 가동브래킷 및 빔 하부 현수애자 설치, 지선설치, 장력조정장치, 인류장치 시공이 완료된 후 시행하여야 하며, 조가선 연선 후 전차선 연선이 종료될 때까지 종단의 장력조정장치는 조가선 장력에 해당하는 조정용 추를 전차선을 가선 할 때까지 설치하여야 한다.
- (5) 정거장 구내 빔 하부에 설치하는 현수애자는 애자 지지금구를 제작하여 조가선 높이가 일정하게 유지되도록 조정하여 설치하여야 한다. 영구신장 조성을 하여 조가선의 장력조정이 끝나고 완전히 위치가 고정된 다음 가동브래킷 지지점의 조가선 접촉부분에는 조가선 보호용 동슬리브를 끼워 고정시켜야 한다.
- (6) 조가선은 가선 후 영구신장조성(Pre-stretch) 표에 의한 과장력을 가하여 조가선이 드럼에 감겼던 관성과 연선과정에 의한 연신율을 감소시켜야 한다.
- (7) 조가선의 접속은 크레비스형 직선접속클램프나 동슬리브 압축접속 또는 켄치형 클램프의 접속으로 하며 클램프 접속시는 접속선 양측 조가선을 반드시 접속(균압)하여야 한다.
- (8) 켄치형 클램프 접속개소는 경간 중앙 등 조가선이 낮은 개소에는 피해야 한다.
- (9) 조가선의 장력은 장력계를 사용하여 소정의 장력을 맞춘 후 장력조정 장치의 로프길이를 조정하여야 한다.

[표1-25] 영구신장 조성에서 과장력과 시간

구 분	선종별(mm)	과장력(kN)	시간(분)
조가선	CdCu 70, 80, Bz 65, CuMg 65, CuMg116	운전장력의 110%	10분

- (10) 조가선 보호용 동슬리브는 U형 P1을 사용하고, 조가선 집계를 사용 조가선에 완전 밀착되게 원형으로 말아 붙여야 한다.

1.9.4 편위조정

- (1) 가동브래킷, 곡선당김장치는 현지기온을 감안하여 기온이 표준온도 10℃ 일 때 선로와 직각을 이루도록 조정하여야 한다.
- (2) 본선의 직선로 및 곡선반경 2,000m 이상의 곡선로에서는 좌, 우 200mm의 지그재그 편위를 주고, 곡선구간의 지지점은 200mm 이내로, 중간지점은 150mm 이내로 하여야 하며, 부득이한 경우는 지지점은 최대 250mm, 중간 지점은 최대 200mm 이내로 설치할 수 있다.
- (3) 전차선의 편위는 오버랩이나 분기구간 등 특수 구간을 제외하고 궤도중심선에서 좌우 200mm를 표준으로 하여야 한다.
- (4) 강풍구간 및 승강장 구간의 편위는 100mm로 축소 조정하여야 하고, 승강장에서는 승강장의 외측으로 편위를 둔다.
- (5) 팬터그래프 집전판의 고른 마모를 위하여 지그재그 편위를 주어야 하며, 선로의 곡선반경 및 궤도 조건, 열차 속도, 차량의 편위량, 바람과 온도의 영향 등을 반영하여 최적의 편위로 시설하여야 한다.
- (6) 분기구간 등 특수구간의 편위는 최악의 운영환경에서도 전차선이 팬터그래프 집전판의 집전 범위를 벗어나지 않도록 시설하여야 한다.
- (7) 가동브래킷의 조가선 지지부분과 보조 조가선의 지지점에는 동슬리브를 삽입 밀착시키고 볼트 조임을 완전하게 하여야 한다.
- (8) 단선 터널 직선 구간 터널브래킷의 전차선 편위는 6경간(120m)을 한 사이클로 하여 $\pm 100\text{mm}$ 를 표준으로 하며, 현장여건에 따라 편위를 0~100mm로 조정하여야 한다.
- (9) 복선터널 일반브래킷 설치구간은 일반구간에 준하여 시공하되 경간이 짧은 경우 2경간을 기준으로 $\pm 200\text{mm}$ 로 할 수 있다.

1.9.5 전차선 및 조가선의 접속

- (1) 조가선 및 전차선의 본선 접속은 피해야 하며 접속개소는 팬터그래프 통과에 지장이 없도록 하고 전차선의 국부 마모가 일어나지 않도록 접속하여야 한다.
- (2) 전차선 상호간 접속은 직선형접속 클램프로 하되 더블이어를 사용하여 접속할 때에는 이어금구 3개를 사용하여 이어의 상호간격이 300mm가 되도록 설치하고 더블이어 끝에서 50~60mm 떨어져서 전차선의 선단을 활꼴 모양으로 매끈하게 구부려 50~60mm 남겨서 절단하여 팬터그래프 통과시 충격으로 진동과 국부마모가 일어나지 않도록 설치해야 한다. 그리고 더블이어의 체부력은 $14,700 \text{ N} \cdot \text{cm}$ 이상이 되게 체결해야 한다.

- (3) 건널선 개소에 있어서 전차선의 접속개소는 각각의 궤도 중심선과 전차선과의 이격거리가 0~1200mm 범위 안에 설치해서는 안 된다.
- (4) 전차선의 무효부분에서 전차선과 대용전차선과의 접속은 수평방향으로는 1m 이상, 수직방향으로는 전차선보다 0.2m이상 되는 개소에 설치해야 한다.
- (5) 신설하는 본선의 전차선은 부득이한 경우 이외에는 접속하지 아니하며 부득이하게 접속할 때에는 팬터그래프 통과에 지장이 없도록 해야 한다.
- (6) 조가선의 접속은 다음 방법에 의한다.
 - ① 조가선은 접속금구로 접속하며, 상호 균압 한다.
 - ② 기 설치된 아연도강연선은 접속금구(BW)로 접속한다.
 - ③ 조가선과 피복조가선 접속할 때는 접속금구를 사용하고, 피복조가선측에는 수분이 침투되지 않도록 압착 시공하며, 가선장력에 충분히 견딜 수 있도록 하여야 한다.
 - ④ 췌기형 클램프 접속은 지지점에서 4.5m이내에서 접속하고 상호 균압 하여야 한다.

1.9.6 균압장치

- (1) 속도 등급 250킬로그램 이상 철도의 균압 설비는 다음 각 호에 의하여 설치한다.
 - ① 경간 중앙 드로퍼에 설치되는 M-T 균압선의 설치간격은 최대 200m이며, 균압선의 선종은 26mm²의 연동연선으로 경간의 중간 부근의 드로퍼선에 클램프로 지지시켜 설치하여야 한다. 단, 균압용 드로퍼 설치구간은 M-T 균압을 생략한다.
 - ② 에어조인트(비절연구분)개소에는 무효전차선 부분 드로퍼지점에 일괄균압선을 설치하여야 한다.
 - ③ 구분장치(에어섹션, 절연구분장치)개소의 절연된 인류단말부는 중간전주의 인류용 브래킷에 전차선과 전기적으로 균압하여야 한다.
 - ④ 가압부분과 절연된 인류단말개소에는 전차선과 조가선을 전기적으로 균압하여야 한다.
 - ⑤ 분기개소에는 연속균압선을 설치하여야 한다.
- (2) 속도 등급 200킬로그램 이하 철도의 균압설비 종별 및 사용구분은 다음 각 호에 의한다.

[표1-26] 카드뮴동연선(CdCu),청동연선(Bz),마그네슘합금연선(CuMg) 조가선 사용시

사용구분	종별	사용전선㎜	길 이	비고
일반 설비	T-M-T형	Cu 70, Cdcu 70, Bz 65, CuMg65	소요량	장력, 인류, 구분장치 양단 및 일정 거리 균압(장력, 인류는 M-T형으로 가능)
	M-T형	Cu 70, Cdcu 70, Bz 65, CuMg65	소요량	
	M-M-M형	Cu 50, Cdcu 70, Bz 65, CuMg65	소요량	--- “ --- 무효부분 전차선을 조가선 대응
평행설비 및 교차장치	T-M-M-T형	Cu 100 (가요연동연선)	소요량	평행구간의 전차선 조가선 일괄 균압(에어조인트, 비상용섹션 및 교차개소)
	T-M-M-M형	Cu 100 (가요연동연선)	소요량	
빔하스팬선	M-S-T형	Cu 50, Cdcu 70, Bz 65, CuMg65	소요량	대운전전류 구간 하스팬선의 각 지지점마다
터널·구름다리	T-M형	Cdcu 70 Bz 65, CuMg65	소요량	조가선 단선시 이탈방지용

- ① 에어섹션의 평행부분 양단 무가압부분과 가압부분의 전차선과 조가선 상호간은 일괄 균압 한다.
- ② 에어조인트 개소의 평행부분 양단의 인접전차선과 조가선 상호간은 일괄 균압 한다.
- ③ 유효교차개소와 무효교차개소라도 전선 상호 상하수직 이격거리가 300mm이하가 되는 무효교차개소에는 마찰 및 순환전류에 의한 손상이 없도록 상대 조가선과 전차선을 상호 일괄 균압 한다.
- ④ 교차장치에서 본선측 궤도 중심선과 상대전차선의 간격이 300mm까지의 범위내에는 교차금구 이외의 금구류를 설치해서는 안된다. 건넌선 장치에서 균압장치는 양전차선간의 간격이 500mm인 지점에 설치하는 것을 표준으로 한다.
- ⑤ 일괄 균압장치를 할 때 전차선과의 접속은 급전클램프를 조가선과의 교차점에는 교차클램프를 쓰되 전선과 접촉되는 개소에는 동슬리브(급전클램프 Cu 1mm×70mm, 교차클램프 Cu 0.5mm×80mm)를 도전성 콤파운드를 발라 압착 삽입하여 설치한다.
- ⑥ T-M-M-T의 일괄 균압을 할 때에는 가선의 상호 이동시에 지장이 없도록 여유를 두되 그 여유분이 팬티그래프 통과에 지장되지 않도록 전차선으로 부터 300mm 이상 이격해야 한다.
- ⑦ 일반철도의 T-M-T형 균압장치 설치 위치는 2~3번 드로퍼 사이를 표준으로 한다.

[표1-27] 아연도강연선(St) 조가선 사용시

사용구분	종별	사용전선(mm)	길이(mm) (장력조정장치 유무별)		
			유-유	유-무	무-무
평행설비	T-T용	Cu 100	800 ~ 1,000		
	M-M용	Fe 55	1,200	1,000	800
교차장치	M-T용	Cu 100	800	600	600
	M-M용	Fe 55	800	600	600
	M-T용	Cu 50	800	600	600
일반구간	T-T용	Cu 50	800~1,000		
	M-M용	Fe 55	1,200		

- (3) 다음 개소에는 연동연선 50mm로 조가선과 전차선의 균압장치를 해야 한다
- ① 일반구간 250 ~ 300m마다 A형(T-M-T) 균압을 한다.
 - ② 절연구분장치, 애자섹션 개소에는 그 양단에 M-T 균압장치를 해야 한다.
 - ③ 균압선 설치시에는 전차선과 조가선의 흐름을 고려하여 균압선에 약간의 여유를 두어야 하며 클램프와 접촉되는 균압선에는 도전성 콤파운드를 바른 동슬리브(Cu 0.5×40mm)를 삽입해야 한다.
 - ④ 구름다리·승강장·지붕 근접 등에 조가선을 무가압으로 하였을 때에는 순환전류에 의한 장애를 방지하기 위해 그 양단의 조가선과 전차선에 균압장치를 설치하고 무가압 구간은 조가선과 동등 이상의 허용전류를 가진 동연선으로 연결한다.
- (4) 다음 개소에는 CdCu 70mm, Bz 65mm의 또는 강심동연선(CWSR)으로 균압장치를 하여야 한다.
- ① 정거장간 일반개소 흐름방지장치 개소에는 T-M-T 균압장치를 시설한다.
 - ② 인류장치 및 장력조정장치 말단에 M-T 균압장치를 시설한다.
- (5) St 조가선 가선구간의 경우 다음 각 호에 의한다.
- ① 2호의 2.2 내지 2.3에 해당하는 곳에서 전차선과 전차선간에는 피더이어(Feed Ear)를 사용하고 조가선 상호간에는 아연도 철연선 Fe 55mm를 사용 균압 한다.
 - ② 3항의 3.1의 경우에는 Cu 50mm 또는 아연도 철연선 Fe 55mm로 S형(M-T) 균압을 한다.
- (6) 균압 겸용 드로퍼를 사용하는 구간을 제외하고는 조가선과 전차선은 250~300m마다 T-M-T형으로 균압함을 표준으로 한다. 이 경우 교차장치의 균압, 흐름방지장치 등도 균압설비로 간주한다. 다만, 운전전류가 큰 구간(수도권)은 균압구간을 2분의 1 이하로 단축한다.

(7) 전기차가 상시 정차 출발하는 곳에는 반드시 균압장치를 하여야 한다.

(8) 터널 입·출구 및 구름다리 양쪽에는 T-M형의 균압장치를 한다.

1.9.7 곡선당김장치

(1) 합성전차선의 가동브래킷 등 각 지지점에는 다음 각 호에 의한 곡선당김금구를 설치한다.

① 속도등급 200킬로급 이하 가동브래킷 곡선당김금구의 설치 각도는 레일에 대하여 공형 L=1200은 6도, L=900은 11도로 직선형은 15도를 설치하고 순간풍속 30[m/s] 이하에서 팬터그래프의 통과에 지장을 주지 않도록 시설한다.

② 자동장력조정장치를 설치한 합성전차선은 장력 조정에 대한 곡선당김금구의 억제 저항이 증가하지 않도록 시설하여야 한다.

(2) 공형 곡선당김금구의 압지지금구는 궤도 중심면으로부터 1m 이상 이격시켜야 하며 부득이하게 다른 방법에 의해 설치하더라도 팬터그래프통과에 지장이 되지 않도록 시설한다.

(3) 곡선당김금구의 당김 각도는 첫 번째 드로퍼가 조가선에 의해 위로 떠오르지 않도록 시설한다.

(4) 보조곡선당김 장치의 전차선 당김선은 경동연선 50mm² 이상, 조가선은 동일조가선을 사용한다.

(5) 보조곡선 당김장치에서 조가선 당김금구는 조가선지지 도르래 사용하여 시설한다. 부득이한 경우 곡선당김 L로드 또는 췌기형 클램프를 사용하되 조가선 보호 슬리브를 사용 조가선을 보호해야 한다.

(6) 직선형 곡선당김금구를 빔하스팬선에 설치하는 경우는 이중금속의 접촉 등에 의한 부식 및 소선, 단선이 없도록 설치하고 동일 스펠선에 2조 이상 병설하는 경우는 순환전류에 의한 손상이 없도록 설비한다.

(7) 빔하스팬선에는 직선형(파이프제) 곡선당김금구를 사용하거나, 공형 곡선당김금구를 사용한다.

(8) 전차선과 가동브래킷의 수평파이프 수직중심간의 거리(진동가고)는 다음 표를 표준으로 하며 허용오차의 한계를 초과하여 시설할 수 없다. 다만, 교차개소와 분기개소 등의 일부 특수개소에서는 예외로 한다.

[표1-28] 진동가고

속도등급	진동가고(표준)
200킬로급 이하	350mm
250킬로급	385mm
300킬로급 이상	600mm

- (9) 분기기 부근 등에서 중간 편위의 규정치 확보가 곤란한 지점에는 합성전차선 또는 조가선에 별도의 곡선당김장치를 시설한다. 합성전차선의 무효부분도 또한 같다.
- (10) 곡선당김금구를 취부 할 수 없는 경우는 직접 조가방식 등 적당한 방법으로 합성전차선을 지지할 수 있다. 다만, 자동장력조정장치를 설치한 구간(Section)에서는 장력조정에 대한 억제저항이 증가하지 않도록 한다.

1.9.8 건넌선 장치

- (1) 평면 교차방식은 다음 각 호와 같이 설치하여야 한다.
- ① 속도등급 120킬로급 이상 선로의 교차방식은 평면교차 방식으로 시설하여야 한다.
 - ② 교차장치는 전주위치, 경간, 가고, 편위, 전차선의 인상 높이, 선간이격거리 및 상호 절연이격거리 등에 차질이 없도록 정밀하게 설치하여야 한다.
 - ③ 교차개소에서 팬터그래프의 본선 통과시 측선 전차선과의 측면접촉을 피할 수 있는 설비로 설치하여야 한다.
- (2) 상하교차방식(교차금구를 사용하는 방식)은 다음 각 호와 같이 시설하여야 한다.
- ① 교차장치 설치개소의 합성전차선은 운전 빈도가 높은 주요선을 하부로 시설한다.
 - ② 전차선이 교차하는 위치에는 교차금구를 설치하고 조가선 상호간 및 전차선 상호간 또는 조가선과 전차선을 일괄 균압 한다.
 - ③ 교차금구는 전차선의 이동에 따라서 교차되는 전차선, 곡선 당김 금구 등과 경합해서 팬터그래프의 통과에 지장을 주지 않도록 시설한다.
 - ④ 교차장치에서 곡선 당김 금구는 상대되는 전선의 외측에 설치한다.
 - ⑤ 교차금구의 표준길이는 다음과 같다.
가. 12번 분기이하 : 1,400mm (기설 1,200mm)
나. 15번 분기이하 : 1,800mm.
 - ⑥ 교차장치에서 본선과 부분선 공히 상대측 궤도중심에서 전차선까지 거리의 300mm 되는 지점은 수평을 유지하여야 하고, 900mm되는 지점은 부분선 전차선이 본선의 전차선 보다 30mm 높게 설치되어야 한다.

전차선로공사

- ⑦ 조가선은 상호접촉에 의한 마찰 등으로 소선이 손상되지 않도록 분리하거나 양측에 보호관을 시설한다.
- ⑧ 교차장치 교차점에서 본선측 궤도중심과 측선측 전차선간의 간격은 1,200mm가 되는 지점까지는 곡선 당김 금구 등 일체의 클램프를 설치해서는 안 된다.

(3) 평면 교차설비는 다음 각 호에 의한다.

- ① 열차속도 220km/h 이하의 직선구간에서 분기되는 개소에 시설한다.
- ② 건넌선장치에서 곡선당김금구는 상대되는 전선의 외측에 설치한다.
- ③ 본선과 측선(분기선)의 전차선 높이차는 분기궤도 속도가 90km/h이하인 경우 분기선로 전차선을 본선 보다 50mm높게 설치한다. 다만, 분기궤도 속도가 90km/h이상 및 통과궤도와 분기궤도의 속도가 같은경우 높이를 같게 설치 한다.
- ④ 12번 분기이하의 전철기는 전주의 위치를 전철기 중심근처에 설치한다.
- ⑤ 15번 분기이상의 전철기는 전주의 위치를 팬터그래프 가이드가 접촉하는 지점 (Attack point)에 설치하며 지지점에서 본선과 분기선로의 간격은 $0.64 \pm 0.1\text{m}$ 이내 이어야 한다.

$$d_1 + d_2 + d_3 = 0.64 \text{ m}$$

d1 : 본선의 최대편위

d2 : 두 전차선간의 거리

d3 : 분기선로의 최대편위

- ⑥ 평행개소의 인류측에서 양선의 조가선과 전차선간을 균압선으로 일괄 균압한다.
- ⑦ 평행개소의 인류측 지지점에 있어서 전차선의 인상 높이는 300mm로 한다.
- ⑧ 평행개소의 경간은 2경간을 표준으로 설치함을 원칙으로 한다. 단, 본선 통과 속도 220km/h 이하에서는 경간이 30[m]이상일 때 1경간으로 설치할 수 있다.
- ⑨ 전철기의 중심을 포함하고 있는 지지물 경간은 45m이내이어야 한다.
- ⑩ 평행개소의 전차선 상호간격은 200mm를 표준으로 한다.
- ⑪ 3커티너리 교차방식에서 조가선과 가동브래킷 파이프간 상호간섭이 발생되지 않도록 조가선 지지금구를 이용하여 57-322mm 이격 설치하여 한다.

(4) 교차개소의 조가선이 서로 접촉할 우려가 있을 때에는 건넌선(측선)에 전기차(팬터그래프) 통과에 지장 없도록 조가선보호관을 설치하여야 한다.

1.9.9 합성전차선의 교차

(1) 합성전차선 교차는 다음 각 호에 의한다.

- ① 무효부분에서의 전차선 및 조가선의 교차개소는 교차금구를 설치하지 않는다.
- ② 조가선 및 전차선의 무효부분 교차는 되도록 접촉되지 않도록 한다. 접촉 우려가 있는 장소에는 마찰 및 순환전류에 의한 손상이 없도록 보호설비 및 균압설비를 한다.

(2) 전선 상호 및 전차선과 가선금구의 간격은 300mm를 넘도록 시설한다.

- (3) 전선간격을 300mm를 확보할 수 없는 경우에는 양선의 조가선과 전차선간을 균압선으로 일괄 균압한다.
- (4) 전선 상호간의 간격이 150mm 이하인 경우에는 기계적 전기적으로 접촉할 우려가 있어 조가선 양측에 보호관을 시설한다.
- (5) 전선 상호간의 간격이 150mm를 넘고 300mm 이하인 경우에는 조가선에 한쪽만 보호관을 시설한다.
- (6) 보호관은 통기성 및 물이 빠질 수 있는 구조로 시설한다.

1.10 구분 장치

1.10.1 일반사항

- (1) 구분 장치의 종별과 사용구분 및 속도는 다음 표에 의한다.

[표1-29] 구분장치 종별과 사용구분

구분	종별	세목	사용구분	속도[km/h]	비고
전기적 구분	동상 구분 장치	에어섹션 (Air Section)	동상의 본선 구분용	설계속도	
		에자섹션 (Section Insulator)	현수애자제	45	
			장간애자제	--- “ ---	85
			FRP제	--- “ ---	120
	절연구분장치 (Neutral Section)	FRP제	이상 구분 또는 교/직 구분	120	
		NS-25	--- “ ---	200	
		PTFE제	이상 구분	180	
		이중에어섹션	이상 구분	설계속도	
	비상용(Emergency Section)		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 평행설비 구분	120	단, 설계속도에 적합한 시스템 변경 및 개발시 따로 적용 가능

- (2) 복선구간에서의 에어섹션, 에어조인트 등의 평행구간의 인류방향은 교차 개소를 열차 진행 방향에 대해 출구 측(진행 방향 쪽)에 설치하도록 하여야 한다.(출구 측 인류선을

상부에 둡)

- (3) 평행구간에서 무효부분의 인류점까지의 전차선의 구배는 5/1000~10/1000 정도 범위 내에 들어가도록 설치하여야 한다.
- (4) 모든 구분장치는 팬터그래프 통과시 가선의 동요, 충격, 잡음 등이 발생하지 않도록 정밀하게 조정 설치하여야 한다.
- (5) 구분장치는 전차선의 변화와 이동이 작은 개소로서 편위 $0\pm 50\text{mm}$ 이내의 지지점 및 인류장치 또는 흐름 방지로부터 200m이내의 곳에 설치하여야 한다.
- (6) 애자구분장치의 슬라이더는 선로면과 수평을 유지하여야 하므로 수평기를 사용하여 조정하여야 한다. 선로 캔트(Cant)가 있는 곳은 전차선장비(모터카)를 투입 팬터그래프로 기울기를 조정하여야 한다.
- (7) 슬라이더의 면은 구분애자에 연결된 전차선의 끝부분 면보다 산업선은 7mm, 수도권은 10mm 낮게 조정하여야 한다.

1.10.2 전기적 구분장치의 설치위치

- (1) 전기차(팬터그래프)가 신호기의 현시에 의해 정지할 우려가 없는 위치에 설치하며, 전기차량이 수시 정차하는 곳에는 구분장치를 설치하지 않는다.
- (2) 복선구간에서 장내신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기의 위치와 일치시키거나 또는 그 내측에 시설한다.
- (3) 복선구간에서 출발신호기 부근에 설치하는 구분장치는 입환을 행하는 역단 분기기에서 인상 열차길이에 50m를 가산한 길이 이상 이격한다.
- (4) 상기 3항의 이격거리를 택할 경우 구분장치와 그 전방의 폐색신호기까지의 거리가 당해 선구를 운전하는 열차장에 50m를 더한 값 이하일 경우에는 폐색신호기의 내측에 시설한다.
- (5) 단선구간에서 장내신호기 부근에 설치하는 구분장치는 장내신호기의 외측에 당해 선구를 운전하는 열차장에 50m를 더한 값 이상 이격한 위치에 설치하며 입환을 행하는 구간은 3항에 의한다.
- (6) 정거장간에 설치하는 구분장치는 폐색신호기 위치와 일치시킨다. 다만, 단선구간으로 상·하의 폐색신호기의 외방이 중복할 경우에는 대향의 신호기 어느 것에서 당해 선구를 운전하는 열차장에 50m를 더한 값 이상 이격한 위치에 시설한다.
- (7) 출입고선에 설치하는 구분장치는 차량 정지표지에서 전방 20m 이격한 위치에 시설한다.

- (8) 절연구분장치(Neutral Section)는 열차가 타행으로 통과 할 수 있도록 변전소 앞 및 구분소 앞에 설치한다. 다만, 부득이한 경우 급전조건, 차량의 성능, 신호기 위치 및 열차 운전조건을 관련부서 관계자와 협의 후 시공한다.

1.10.3 에어섹션

- (1) 동상의 본선 구분용, 흡상변압기로 구분하기 위하여 에어섹션을 설치한다.
- (2) 두 개의 평행한 전차선 상호간의 이격거리는 다음 표와 같이 확보하여야 한다.

[표1-30] 두 개의 평행한 전차선 상호 이격거리

속도등급	이격거리(mm)	비 고
300킬로급 이상	500 이상	
250킬로급	400 이상	
200킬로급 이하	300 이상	부득이 한 경우 250mm까지 단축할 수 있음

- (3) 구분용 애자는 애자의 하단이 본선의 전차선 높이에서 유효부분이 1경간 평행개소는 200mm, 2경간 평행개소는 350mm이상 올린다.
- (4) 평행부분의 경간은 유효부분을 2경간 표준으로 설치함을 원칙으로 한다. 다만, 속도등급 200킬로급 이하에서는 경간이 50m 이상 일 때 유효부분을 1경간으로 설치할 수 있다.
- (5) 경간과 편위, 가고는 기본도에 의해 설치하며 중심 전주의 쌍브래킷 개소 전후에서 평행 등고 구간이 이루어지도록 한다.
- (6) 평행부분의 동일 급전계통에 속하는 전차선과 조가선의 사이는 상호 균압 한다.
- (7) 2경간 평행개소에서 평행부분에 있어서 양방향의 전차선 레일면 높이의 등고 부분이 3m이상이 되도록 시설하고, 1경간 평행개소의 등고 부분은 500mm이상 되도록 한다.
- (8) 무가압부분의 전차선과 조가선은 근접하는 가압부분의 전차선, 조가선과 상호 균압 하고 T-M-M-T 균압선은 인류쪽의 제1드로퍼와 제2드로퍼 간에 설치한다.

1.10.4 애자섹션

- (1) 동상 구분용으로 역구내 선별, 선로 그룹별 급전구분을 하기 위하여 애자 섹션(Section Insulator)을 설치한다.
- (2) 건넌선 및 측선에 설치하는 애자섹션(Insulator-Section)은 본선을 통과하는 열차의 팬터그래프에 지장을 주지 않도록 본선의 궤도 중심면에서 될 수 있는 한 멀리 이격한다.

다만, 상·하본선 건넌선에 설치하는 것은 중앙지지점에 설치해야 한다.

- (3) 애자섹션의 설치위치는 전차선 지지점에서 애자섹션 중심까지(건넌선 4.5m, 측선 1.5m) 이격된 위치에 설치하여야 한다.
- (4) 애자섹션은 인류점으로 부터 가급적 가까운 곳에 설치하고 온도변화에 따른 변형이 없어야 한다.
- (5) 애자섹션이 설치된 개소에는 구분장치 앞뒤의 전차선과 조가선을 상호 균압한다.
- (6) 슬라이더(Slider)의 높이는 선로면과 평행되게 조정하고 본선 전차선의 단말접속부는 슬라이더 접동면보다 5~7mm정도 낮게 되도록 조정하여 팬터그래프 접동시 충격이나 진동이 일어나지 않도록 시설하여야 한다.
- (7) 애자섹션은 궤도중심(편위 0)에 설치해야 하며, 팬터그래프 접촉 동작부인 슬라이더부와 의 전차선 접속부는 열차통과에 지장이 없도록 수평으로 설치하여야 한다.
- (8) 팬터그래프 통과시 동요가 적고 아크가 완전히 끊어져 아크로 인해 절연이 파괴되지 않도록 하여야 한다.
- (9) 애자섹션 설치 경간은 애자섹션 종류에 따라 아킹혼과 조가선간 간격, 처짐 등을 고려하여 설치하여야 한다.

1.10.5 절연구분장치

- (1) 절연구분장치(Neutral Section)의 길이는 당해선구를 운행하는 전기차의 속도, 팬터그래프의 성능 및 설치간격·지형조건 등을 고려하여 다음과 같이 선정한다.
 - ① 절연구분장치(Neutral Section)의 길이는 운행될 열차의 최대 길이와 그 열차의 팬터그래프 사이 거리(동일 회로로 연결되는 팬터그래프간 거리) 등을 고려하여 급전구분 구간 사이를 전기적으로 단락시키지 않을 길이 이상으로 설치하여야 한다.
 - ② 절연구간 내 전기차가 정차하여 자력으로 이동할 수 없는 구간은 자력 이동이 가능하도록 전원을 투입할 수 있는 개폐설비를 하여야 한다.
- (2) 절연체를 사용하는 구분장치는 다음 각 호에 의하여 설치한다.
 - ① 절연구간을 갖는 장력구간의 길이는 600m 이하로 하며 자동장력조정장치에 의한 일단 조정을 시행하고 인류지점 또는 흐름방지장치에서 200m이내에 설치하여야 한다.
 - ② 절연구분장치 양단의 전차선과 조가선은 조가선으로 상호 균압(S형)한다.
 - ③ 절연구분장치구간의 조가선은 팬터그래프 통과로 생기는 아크(Arc)에 의한 손상이 없도록 시설한다.
- (3) 이중에어섹션에 의한 절연구분장치는 다음 각 호에 의하여 설치하여 한다.
 - ① 절연구분장치는 기본도에 따라 각 경간, 편위, 가고등을 정밀하게 설치하여야 한다.

- ② 절연구분 장치는 상이 다른 두 개의 전원사이 에 무가압의 중성구간을 만들기 위해 2개의 에어섹션으로 구성되므로 에어섹션의 평행구간은 두 전원이 에어섹션에 준하여 절연 구분되도록 설치한다.
- ③ 절연구간절연구간 양측에 설치된 에어섹션의 인류주에서 2.5[m] 이격된 위치에 설치되는 애자 사이와 두 전원의 에어섹션개소인 평행구간 조가선(중성구간 측 중간전주 쪽은 전주중심에서 2.5[m], 반대측은 중간전주의 전차선 지지점으로 부터 1.5[m] 이격된 위치)은 피복조가선으로 설치하여야 한다.
- (4) 절연구분장치 양단의 전차선과 조가선은 상호 균압 하여야 하고 절연구분장치 구간의 조가선은 팬터그래프 통과 시 아크(Arc)에 의한 손상이 없도록 설치하여야 한다.

1.10.6 에어조인트

- (1) 에어조인트(Air Joint)의 평행부분에서 전차선의 상호간격은 다음 표와 같이 설치한다.

[표1-31] 에어조인트 평행부분의 전차선 상호간격

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

- (2) 속도등급 200킬로급 이하에서는 평행부분 양단에서 조가선 상호간·전차선 상호간 및 조가선과 전차선간을 일괄 균압하고, 속도등급 250킬로급 이상에서는 두 전차선이 교차되는 중간전주의 브래킷에 균압설비를 설치하여 전기적으로 완전한 접속이 이루어지도록 설치한다.
- (3) 균압장치의 리드선은 합성전차선의 이동에 지장이 없도록 여유를 두고 팬터그래프의 통과에 지장을 주지 않도록 시설하며 가요연동연선 100mm로 한다.
- (4) 지지점에 있어서 전차선의 인상높이는 200km/h이하에서는 300mm이상으로 하고 250km/h급에서는 320mm이상(터널 270mm이상), 300km/h이상에서는 500mm이상으로 한다.
- (5) 평행부분의 경간은 2경간 이상으로 설치한다. 단, 속도등급 200킬로급 이하는 경간이 40m이상에서 1경간으로 설치할 수 있다.
- (6) 평행틀, 브래킷 설치, 가고 등은 에어섹션 설치기준과 같다.
- (7) 에어조인트(비절연구분)개소에는 무효전차선 부분 드로퍼지점에 일괄균압선을 설치하여야 한다.

1.10.7 비상용 섹션

- (1) 비상용 섹션은 재해 또는 사고시에 합성전차선을 전기적으로 구분할 필요가 예상되는 곳에 설치 설치하고 비상용섹션임을 알리는 표지를 설치하여야 한다..
- (2) 정거장간의 비상용 섹션은 에어섹션(Air Section)에 준하여 설치한다.
- (3) 정거장 구내의 비상용 섹션은 애자섹션(Section Insulator)에 준하여 시설한다.
- (4) 비상용 섹션에는 필요에 따라 부하개폐기 또는 무부하 개폐기를 설치 할 수 있다.

1.11 인류장치

- (1) 인류장치의 장주는 설계도에 의하여 정밀시공 하여야 한다.
- (2) 인류구간 활차식 및 스프링식 자동장력조정장치인 경우 인류구간이 800m 이하일 때와 도르래식의 경우 인류구간이 750m이하일 때에는 일단에 설치한다.
- (3) 인류장치는 전주에 견고하게 설치한다. 다만, 부득이한 경우에는 콘크리트 옹벽 등에 시설할 수 있다.
- (4) 인류 전용주는 가선 종단주 이외에는 별도로 시설하지 아니 함을 원칙으로 한다.
- (5) 급전선·부급전선 및 보호선은 직선접속을 원칙으로 하며, 인류시 인류장치는 선로횡단 및 터널입구 등의 취약 지점이나 보수상 필요한 곳, 횡장력이 극히 심한 구간(곡선반경 300m 이하)의 장력을 분할할 필요가 있는 곳에 설치한다.
- (6) 급구배 구간 등에서 전차선의 흐름이 발생할 염려가 있을 때에는 선로구배 윗쪽에 직접 인류장치를 설치하고 선로구배 아래쪽에만 장력조정장치를 설치하도록 한다.
- (7) 합성전차선 인류장치는 조가선과 전차선을 분리하여 개별 설치하여야 한다.
- (8) 전주밴드 등 인류용 철물은 견고하게 제작, 시공되어야 하며 지선용과는 분리 시설해야 하고 진동이 심한 교량 등에는 폴립방지용 록킹너트, 이중너트 또는 폴립방지 너트를 설치하여 너트의 이완을 방지하여야 한다.
- (9) 밴드간격은 600~1,000mm로 하고 조가선과 전차선의 삽입애자는 서로 부딪치지 않도록 하여야 한다.
- (10) 현수애자를 사용하는 인류장치의 인류봉 등 용접부위가 있는 금구류는 제작도면대로 제작되었는지 확인하고 용접상태를 사용 전에 반드시 검사하여 양호한 것만 사용하여야 한다.
- (11) 수동장력조정장치의 와이어 턴버클은 인류길이에 따라 L-4 또는 L-6를 사용한다.

1.12 장력조정장치

1.12.1 일반사항

- (1) 가공전차선로의 장력조정장치는 자동식과 수동식으로 구분되며 그 종류는 다음과 같다.
 - ① 자동장력조정장치는 활차식, 도르래식, 스프링식으로 구분된다.
 - ② 수동장력조정장치는 턴버클식, 조정스트랩식으로 구분된다.
- (2) 가공전차선로의 장력조정장치는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 전차선·조가선 및 빔하스팬선의 온도변화에 따른 장력변화는 자동장력조정장치에 의하여 조정한다.
 - ② 자동장력조정장치는 온도변화·조정거리·설치장소 등을 고려하여 선정한다.
- (3) 자동장력조정장치의 사용구분은 다음 각 호에 의한다.
 - ① 활차식 및 스프링식은 인류구간의 길이가 800m이하인 경우는 한쪽에 800m를 넘는 경우는 양쪽에 설치한다.
 - ② 고속철도에 사용하는 도르래식은 인류구간의 길이가 750m이하인 경우는 한쪽에, 750m를 넘는 경우는 양쪽에 설치한다.
 - ③ 빔하스팬선용 스프링 밸런서는 빔하스팬선의 한쪽에 설치한다. 다만, 빔하스팬선을 2분 이상 연속하여 시설할 때는 스프링 밸런서의 설치위치는 지그재그로 설치하고, 차고·차량기지 등에서 4선 이하인 경우는 턴버클로 할 수 있다.
- (4) 자동장력조정장치의 설치는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 인류구간의 한쪽에 자동 장력장치를 설치할 경우에는 구매가 낮은 쪽에 설치한다.
 - ② 조가선 및 전차선은 억제저항이 적게 되도록 시설한다.
 - ③ 활차식과 도르래식은 표준장력〔kN〕에 맞는 활차비와 종류를 선택하고, 스프링식은 표준장력〔kN〕 및 표준장력거리〔m〕에 맞는 종류를 선택하여야 설치한다.
- (5) 수동장력조정장치의 사용구분은 다음 각 호에 의한다.
 - ① 턴버클식은 자동장력조정장치를 필요로 하지 아니하는 합성전차선 또는 전차선에 사용한다.
 - ② 조정스트랩식은 활차식에 보조용으로 사용한다. 다만, 와이어턴버클로 대체할 수 있다.
- (6) 장력조정장치의 시공표준은 공단에서 따로 정한다.
- (7) 방음벽 등의 외측에 설치되는 장력조정장치는 점검이 가능하도록 출입문을 설치하여야 한다. 다만 스프링식으로 장력조정장치를 설치할 경우에는 그러하지 아니한다.
- (8) 진동이 심한 교량 등에 자동장력조정장치를 설치할 때에는 고정용 밴드 등의 볼트·너트 체결은 풀림방지용 록킹너트, 이중너트 또는 풀림방지 너트를 설치하여 너트의 이완을 방지하여야 한다.
- (9) 자동장력조정장치(도르래식, 활차식)의 동작상태를 확인할 수 있도록 외측 유도봉에

전차선로공사

장력추 유동표시기를 설치한다.

1.12.2 전차선 및 조가선의 표준장력

(1) 전차선 및 조가선의 표준장력은 다음 각 호에 의하며, 가선시스템의 변경 또는 개발시 따로 정하여 적용할 수 있다.

① 전차선 및 조가선을 일괄 자동조정 하는 경우

[표1-32] 전차선 및 조가선 일괄 자동장력조정

전차선		조가선		비고
선종[mm]	장력[N]	선종[mm]	장력[N]	
Cu 110	9,800	CdCu 70	9,800	
		CWSR 65, CuMg65		
		St 90		
	11,760	Bz 65 CWSR 65, CuMg65	11,760	
	13,720	Bz 65, CuMg65	13,730	Cako250
Cu 170	14,700	CdCu 80	14,700	
Cu 150	13,720	Bz 65 CWSR 65, CuMg65	13,720	

② 전차선 및 조가선을 개별 자동 장력조정하는 경우

[표1-33] 전차선 및 조가선 개별 자동장력조정

전차선		조가선		비고
선종[mm]	장력[N]	선종[mm]	장력[N]	
Cu 150	19,600	Bz 65, CuMg65	13,720	300킬로그램
Cu-Sn 150	25,400	Bz116, CuMg116	19,600	350킬로그램

1.12.3 활차식

(1) 합성전차선의 장력장치는 선로에 구배가 있는 선구에서는 인류구간 구배의 낮은 쪽에 설치한다.

(2) 활차식(WTB : Wheel Tension Balance) 은 합성전차선을 일괄 조정한다. 다만, 300m 이하의 건널선의 경우는 전차선만 따로 할 수 있다.

(3) 자동장력조정장치의 활차용 상부밴드는 레일면상 6,000mm의 위치에 설치하고 전차선을 레일면상 약 5,600mm 의 위치에 오도록 조정하여야 한다.

- (4) 본선과 측선의 장력장치의 무효부분의 합성전차선이 교차하는 개소의 경우는 측선의 활차를 100~150mm 높게 설치(상부밴드 6,100mm~6,150mm)하여 교차지점의 조가선이 서로 접촉되지 않도록 하여야 한다.
- (5) 활차에 사용하는 와이어 로우프의 길이는 다음 표와 같으며, 추 지지용 상하 지지대간의 거리(유도봉 길이)는 5m를 표준으로 한다.

[표1-34] 장력조정장치 와이어 로프 길이

명칭	콘크리트추		철 추	
	19.6kN (2ton)	29.4kN (2.8~3ton)	19.6kN (2ton)	29.4kN (2.8~3ton)
소활차 와이어	1.8×2 =3.6m	2.4×2 =4.8m	1.8×2 =3.6m	2.4×2 =4.8m
대활차 와이어	5.7m	6.5m	7.52m	7.9m

- (6) 로우프는 온도 10℃를 기준으로 하되 19.6kN(2톤)은 와이어 로우프(0.18×19×6, D=12mm)를 큰 바퀴와 작은 바퀴에 각각 1과 1/4회씩 감는 것을 표준으로 하고, 29.4kN(3톤)은 큰 바퀴에 1과 1/8회, 작은 바퀴에 1과 1/4회 감는 것을 표준으로 한다.
- (7) 자동장력조정장치에는 전량의 콘크리트추 또는 철추를 올려 놓고 와이어 로우프는 활차에 포개지지 않도록 감되, 로우프 상호간 간격이 없도록 하여야 한다.
- (8) 자동장력조정장치를 시설하는 전주가 사각형전주(H형강주, 조합철주)일 때에는 활차 방향이 전차선의 인류방향과 일치되도록 개량된 지지금구를 사용하여 장력추 작동에 지장이 없도록 시공하여야 한다.
- (9) 자동장력조정장치 추유도 하부 지지대 취부밴드를 레일면(RL)상에 2톤용의 경우 50mm, 3톤용의 경우 100mm 지점에 일치시켜 설치하면 상부 활차위치가 적정하게 되므로 이를 고려하여 설치하여야 한다. 다만, 건널선 또는 측선은 RL+200 ~ 300mm 지점에 설치한다.
- (10) 자동장력조정장치 추의 높이는 합성전차선의 선종에 따라 조정하되, 신설의 경우는 전차선의 늘어남(Creep 신장)을 감안하여 규정치보다 200mm(Y길이+200)정도 높게 하고, 스톱바 간격은 활차로부터 20 ~ 30mm를 유지하여야 한다.
- (11) 개별 장력 설치시는 전차선 및 조가선의 밴드설치 위치를 공단 감독자와 협의 하여 시공하여야 한다.
- (12) 중추에 철추를 사용할 때에는 합성전차선의 실제 길이에 상관없이 A길이 Y길이 조정은 최대장력거리 800m를 기준으로 한다.

1.12.4 스프링식 자동장력조정장치

- (1) 빔하스펜션용 스프링밸런서(이하 “밸런서”라 한다.)는 다음 각 호에 의하여 시설한다.

- ① 빔하스팬선용 밸런서는 표준온도 10℃ 일 때 스프링 동작범위의 1/2이 되도록 스트로크(Stroke) 인출하고 온도변화에 따라 비례 조정한다.
- ② 밸런서의 배수구멍은 지면쪽으로 시공해야 한다.
- ③ 직선 구간에서는 밸런서를 설치할 때 전주번호가 홀수는 좌측, 짝수는 우측에 설치함 하고 곡선로인 경우는 곡선 외측에 설치한다.

(2) 스프링식 장력조정장치(KRSB : Korea Railroad-Spring Tension Balancer)는 다음 각 호에 의하여 설치한다.

- ① 스프링식 장력조정장치 설치 작업시에는 사전에 기술적인 사항을 검토 숙지한 후 설계를 참조하여 감독자와 충분히 협의한 후에 시공하여야 한다.
- ② 스프링식 자동장력조정장치 설치시 KRSB의 각 부에 파손 및 변형, 탈락이 생기지 않도록 취급하여야 한다.
- ③ KRSB는 표준장력, 표준장력거리, 합성전차선의 선종에 따라 선택 사용하여야 하며, 그 종류는 다음 표에 의한다.

[표1-35] KRSB의 종류

표준장력(kN) (공칭장력)	종 류	동작범위 (Stroke)(cm)	주용도 / 선종	최대장력거리(m) (표준장력거리)
19.6 (20)	KRSB-20-S50	50	Simple Catenary GT 110mm ² (10kN)-Cdcu70mm ² (10kN), CWSR 65mm ² 의 일괄인류	570(550)
	KRSB-20-S63	63		680(650)
	KRSB-20-S76	76		800(750)
23.5 (24)	KRSB-24-S37	37	Simple Catenary GT 110mm ² (12kN)- Cdcu 70mm ² (12kN) Bz65mm ² (12kN),CWSR 65mm ² 의 일괄인류	470(450)
	KRSB-24-S49	49		630(600)
	KRSB-24-S62	62		800(750)
27.4 (28)	KRSB-28-S36	36	Heavy Simple Catenary GT 150mm ² (14kN)-Cdcu 65mm ² (14kN) Bz 65mm ² (14kN),CWSR 65mm ²	470(450)
	KRSB-28-S48	48		630(600)
	KRSB-28-S60	60		800(750)
29.4 (30)	KRSB-30-S39	39	Heavy Simple Catenary GT 170mm ² (15kN)-Cdcu 80mm ² (15kN)의 일괄인류	470(450)
	KRSB-30-S53	53		630(600)
	KRSB-30-S63	63		800(750)

- ④ 전주에 설치시는 소정의 밴드 또는 설치금구를 사용하여 합성전차선의 장력방향과 일치시켜 설치도면에 의거 견고히 설치하고 턴버클부 헨가봉을 설치하여 밸런서의 처짐이 없도록 한다.
- ⑤ 눈금봉은 반드시 하향으로 설치하여야 하며, 파손되지 않도록 최후에 설치한다.
- ⑥ 스프링식 장력조정장치 설치시 온도를 측정하여 다음 공식에 의거 스트로크 길이를 계산한 후, 계산된 값을 눈금자 가이드에 맞게 조정해야 한다.

$$l = \frac{S}{2} \times \frac{t_0 - t}{30} \times \frac{L}{L_0} = \frac{S}{2} \times \frac{10 - t}{30} \times \frac{L}{L_0}$$

여기서, l : 스트로크 길이(인출량)[mm]

S : KRSB의 동작범위, ex) S63 → 630[mm]

t_0 : 표준온도[10℃]

t : 측정온도[℃]

L : 장력거리[m]

L_0 : KRSB 종류별 최대 장력거리[m]

- ⑦ 벨런서의 인출량을 결정할 때에는 표준온도10℃에서 눈금봉의 O(S/2)을 기준으로 해서 무색부분에 표시해 있는 눈금의 범위에서 설정한다.(눈금봉 가이드를 기준으로 해서 눈금을 읽는다.)
- ⑧ 스프링식 장력조정장치 설치 후 스트로크 길이를 시간대별로 측정하여 KRSB의 정상운영조건(절대오차 평균값 ≤ 유효스트로크의 10%범위를 벗어날 시에는 스트로크 조정 작업을 시행하여야 한다.[절대오차 평균값mm: 측정오차(절대값)의 합계 / 측정횟수]
- ⑨ 외기온도(또는 전선온도)에 맞는 장력(인출량)으로 설정한다.
- ⑩ [가선시 스트로크(Stroke) 조건표 참조]
- ⑪ 눈금봉의 눈금보기(읽기)는 눈금봉 중앙 O(1표시)이 표준온도시의 설치위치이고, 눈금봉 선단방향(전주측)이 (+)눈금, 눈금봉 설치방향(가선측)이 (-)눈금이다.

1.12.5 수동장력조정장치

- (1) 턴버클은 자동장력조정장치를 필요로 하지 아니하는 터널 내 합성전차선 또는 전차선 및 조가선의 개별조정에 사용하며 그 종류 및 조정범위는 다음과 같으며 사용개소에 따라 선택하여 설치하여야 한다.

[표1-36] 전차선 및 조가선 개별 자동장력 조정범위

종별	조정범위(mm)	최대조정길이(mm)	최소조정길이(mm)	비 고
L-6	600	1,432	832	장력조정장치용
L-4	400	1,032	632	장력조정장치용
L-2	200	632	432	호름방지, 가압빔, 애자색선 KRSB 현가장치 등

- (2) 조정스트랩은 활차식 자동장력조정장치의 보조용으로 요크와 전차선 또는 조가선 사이에 삽입하여 전차선 및 조가선을 장기간 사용하여 늘어났을 때 활차 로우프 A길이를 간단히 조정하기 위하여 설치한다.
- (3) 신설하는 자동장력조정장치에는 L-4 또는 L-6를 장력길이에 따라 사용할 수 있다.
- (4) 조정스트랩은 전차선 또는 조가선이 늘어났을 때 대비하여 초기 설치시는 최대한 뿔아 설치하여야 한다.

1.13 흐름방지 장치

- (1) 인류구간이 750m이상 또는 800m이상 개소 양단에 활차식, 도르래식, 스프링식 자동 장력조정장치를 설치한 합성전차선의 장력 중앙지점에 전선의 이동을 억제하기 위하여 흐름방지 장치를 설치한다.
- (2) 흐름방지장치는 가선의 장력 불균형으로 전선의 처짐·강하 등으로 늘어져 열차운전에 지장되지 않도록 전선의 이도, 가선높이 등의 선정에 유의해야 한다. 특히, 상부횡단 급 전선과 절연이격거리(최고온도 시)가 확보되도록 한다.
- (3) 흐름방지장치에 사용되는 인류전선은 해당 선로의 조가선과 동일한 전선으로 하며 인류전선의 인장력은 현지 온도에 따라 설치해야 하며 흐름방지장치의 인류를 하기 전에 지선을 먼저 설치하여야 한다.
- (4) 가동브래킷 또는 자동장력조정장치의 설치불량 등의 시공 잘못으로 전차선의 흐름이 일어나지 않도록 설치위치 선정 등에 특히 유의하여 시공해야 한다.
- (5) 흐름방지장치가 설치되는 주축전주의 브래킷은 항상 선로에 대해 수직이 되게 설치하여야 한다.
- (6) 빔 및 스펜선빔에 설치하는 경우는 점퍼조가선의 접속과 드로퍼의 설치에 유의하여야 한다.
- (7) M-T 흐름방지선의 설치시 전차선에 경점이 생기지 않도록 위치를 선정하고 각도를 조정하여야 한다.

1.14 순환전류방지 조치

- (1) 가공전차선로가 순환전류에 의해 손상되지 않도록 전선 상호간을 충분히 이격(300mm 이상) 시키든가 또는 전기적으로 완전 절연을 하도록 하고, 전선의 교차 등 부득이 한 경우 동일계통의 경우에는 균압하여 전위차가 없도록 접속하여야 한다.
- (2) 조가선 및 전차선의 무효부분 교차는 되도록 접촉되지 않도록 하고, 접촉 우려가 있는 장소에는 마찰 및 순환전류에 의한 손상이 없도록 보호설비 및 균압 설비를 한다.

1.15 이종금속의 접속으로 인한 부식방지 대책

- (1) 동선과 알루미늄선이 접속되는 개소에는 반드시 동계선에는 동슬리브를 끼워서 지지 또는 접속해야 한다.
- (2) 가공전차선로 설계 및 시공에 있어서 이종금속의 접속이 최대한 적게 되도록 하여야 한다.(부급전선, 보호선이 동계이면 지락도선도 동계, 알루미늄계면 지락도선은 ACSR 사용 등)
- (3) 이종전선 접속 및 분기 접속시에는 소정의 내부식성 금구를 사용한다.

- (4) 동선과 알루미늄선을 분기 접속할 때에는(병렬접속 등) 반드시 동선을 알루미늄선의 아래쪽에 오도록 설치하여야 한다.
- (5) 직선형 곡선당김금구를 빔하스팬선에 설치하는 경우는 이중금속의 접촉 등에 의한 부식 및 소선, 단선이 없도록 설치하여야 한다.
- (6) 비절연보호선(FPW) 및 보호선용 접속선(CPW)은 반드시 동선 또는 동계 전선을 사용하여야 한다.

1.16 급전선로

1.16.1 급전선의 선종과 표준장력

- (1) 급전선에 사용하는 전선은 전기차의 부하특성 등 운전조건과 공해기후구조물 및 기타 조건 등을 고려하여 채택하고, 그 사용온도가 허용 최고온도 범위 이내를 유지하여야 한다.
- (2) 염해 등 공해지역과 강풍구간에는 경동연선 또는 이와 동등 이상의 선종을 사용한다.
- (3) 급전선에 사용할 선종과 표준장력은 다음 표와 같다.

【표1-37】 급전선 선종과 표준장력

선종㎜	표준장력[N]
경동연선 325	11,760
경동연선 200	9,800
경동연선 150	8,820
경동연선 125	7,840
경동연선 100	5,880
경알루미늄연선 510	6,860
강심알루미늄연선 330	9,800
강심알루미늄연선 288	8,820
강심알루미늄연선 200	4,900
강심알루미늄연선 160	3,920
강심알루미늄연선 95	1,960
(주) : 표준온도 10℃ 기준이며, 사용주위 온도는 +40(℃)부터 -25(℃)까지 지역 기준으로 한다.	

1.16.2 급전선의 높이

- (1) 가공 급전선의 높이는 인체의 안전과 시설물의 보호에 필요한 높이 이상으로 설치하여야 하며, 과선교, 건널목 등의 급전선 높이는 다음 표에 의한다.

【표1-38】 급전선의 높이

종별	적요	높이
도 로 횡 단	도로면상	6m 이상
철 도 횡 단	궤도면상	6.5m 이상
기 타 장 소	지 표 상	6m 이상
건 널 목	지 표 상	전차선 높이 이상(최소 5m)
터널, 구름다리, 교량 등	지 표 상	부득이한 경우 3.5m 이상

1.16.3 급전선 상호간의 이격거리

- (1) 급전선 상호간의 수평·수직의 이격거리는 경간 및 전선 상호간 장력의 차이 등을 고려하여 혼측 되지 않도록 시설하여야 한다.
- (2) 급전계통이 다른 급전선의 가압부분 상호간은 1,200mm 이상 이격한다.

1.16.4 급전선의 접속

- (1) 급전선의 접속은 직선슬리브 접속으로 하며 전선의 재질이 다른 급전선을 접속할 때에는 양쪽의 전선을 인류하여 장력이 없도록 하고, 이중슬리브를 사용하여 접속하여야 한다.

1.16.5 급전분기선

- (1) 전차선로의 급전분기선은 속도등급 200킬로급 이하에서 100mm 이상의 동연선 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 전선을 사용하고 운전전류가 큰 구간은 이중으로 설치하여야 한다.
- (2) 급전분기선과 전차선과의 접속은 자동장력조정장치의 기능이 저하되지 않도록 시설하고 조가선과 전차선을 균압 한다.
- (3) 급전분기선과 조가선을 접속한다.
- (4) 급전개폐기 설치개소에 사용하는 동봉접속은 슬리브를 사용하여 압축 접속하여야 한다.
- (5) 속도등급 250킬로급 이상 절연구분장치의 중성구간에 설치된 양 전원선 인류개소의 중간절연부분과 전차선간을 연결하는 균압선은 양측 평행개소의 중간전주 브래킷(인류측 브래킷)에 지지하여 연속균압선을 설치하여야 한다.
- (6) 급전분기선의 접속은 슬리브 또는 클램프접속으로 한다.

1.16.6 구조물 하부에서의 급전선 처리

- (1) 과선교 등 구조물의 하부에 급전선 설치시에는 지지애자로 한다. 다만 인류지지점간 수평상태의 급전선과 수직이격거리 300mm 이상 확보되는 구조물은 지지애자 설치를 제외할 수 있다.
- (2) 과선교 등 구조물 하부에서 부득이 절연이격거리 확보가 곤란한 경우 또는 구조물 관리기관의 설치 미승인 개소는 감독자와 상의하여 케이블로 시설한다.

1.17 귀선로

1.17.1 부급전선의 선종과 표준장력

(1) 부급전선의 선종과 표준장력은 다음 표에 의하여 시설하여야 한다.

[표1-39] 부급전선 선종과 표준장력

선종㎜	표준장력[kN]
비닐절연전선 250	2.940
경알루미늄연선 200	2.450
경동연선 150	8.820
경알루미늄연선 95	0.980

1.17.2 부급전선의 높이

(1) 부급전선의 높이는 급전선의 높이에 준하여 시설한다.

1.17.3 흡상선

- (1) 흡상선은 흡상변압기 설치간격의 중앙에서 복케조식은 임피던스 본드의 중성점에 단케조식은 귀선 레일측에 부급전선을 접속한다.
- (2) 흡상선에는 600[V] 비닐절연케이블[가교폴리에틸렌 절연 비닐시스케이블(CV)] 100㎜ 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것을 사용한다.
- (3) 지중에 매설하는 경우는 트로프 또는 관로에 수용하고 궤도 밑을 횡단할 때는 노반면에서 750mm 이상의 깊이에 매설한다.
- (4) 지표상 2m의 높이까지 절연관 등으로 보호한다.
- (5) 흡상선은 2본 병렬로 시설한다.

1.17.4 중성선 및 보호선용 접속선

- (1) 중성선 및 보호선용 접속선은 흡상선에 준하여 시설한다.
- (2) 단권변압기 설치장소에서 귀선레일과 연결된 임피던스 본드의 중성점을 단권변압기의 중성점과 접속한다.
- (3) 보호선용접속선은 흡상선에 준하여 시설하되 설치간격은 0.8~2.5km이내로 하되 궤도 회로 2~3개 이상 이격하여 설치한다. 다만, 1본만 시설할 수 있다.

1.17.5 변전소 인입귀선

- (1) 지중식은 600[V] 비닐절연케이블 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것을 사용하고 흡상선에 준하여 시설한다.

- (2) 가공식은 급전선의 지지와 배열에 준하여 시설한다. 다만, 애자의 사용구분은 공단 철도전철전력설비시서지침의 “애자의 사용 구분표”에 의하고 귀선레일과의 접속은 흡상선에 준한다.

1.17.6 귀선로의 접속

- (1) 귀선로는 우선적으로 레일을 통하므로 레일의 도전성과 연속성(이음매의 접속)이 최대로 확보되도록 설치하여야 한다.
- (2) 귀선로는 임피던스를 최저로 낮추기 위해 가급적 최단거리가 되도록 설계하고 회로의 직렬 연속성이 확보 되도록 설치하여야 한다.
- (3) 주귀선레일과 변전소(AT 설치개소) 사이에 설치되는 변전소 인입귀선(중성선)은 최단거리로 케이블 길이가 100m 이하가 되도록 설치하여야 하며 다음 각목의 2구간으로 구분되도록 설계하여야 한다. 다만, 귀선로 케이블의 전기저항 및 허용전류 등을 고려하여 타당한 경우 예외로 할 수 있다.
 - ① 귀선레일로 부터 변전소간에 설치된 맨홀에 위치한 접속 단자판까지
 - ② 접속 단자판에서 변전소까지
- (4) 접속단자와 궤도 사이의 배선 수는 궤도당 절연전선 F-GV 70mm² 4선으로 배선하고 각 레일간에는 절연전선 F-GV 70mm² 2선으로 레일에 견고히 고정 연결하여야 한다.
- (5) 궤도회로가 없는 주귀선레일에 연결된 보조귀선레일(측선, 부분선 등)은 주귀선레일과 적어도 두 지점의 각 끝을 연결한다. 그러나 선로 끝 부분이며 짧은 거리만 전철화되어 있으면 단일(두 선으로) 연결도 할 수 있다.
- (6) 궤도회로가 구성되어 있고 주귀선레일에 연결되는 보조귀선레일 궤도회로의 정상적인 운전을 방해하지 않기 위해 보조귀선레일의 한쪽 끝만이 주귀선레일에 연결한다. 그러나 보조귀선레일의 길이가 적당하면(두 개의 외부접속의 허용거리와 같으면) 주귀선레일에 대한 추가적인 접속을 할 수 있으며 이 접속은 횡단접속 쪽에 위치하도록 하여야 한다. 전선의 접속은 임피던스본드의 중앙 또는 공심자기유도코일에 연결하여야 한다.
- (7) 보조귀선레일은 반드시 매설접지선에 연결하거나 가공보호선이 설치된 전차선로 지지물의 아래 부분에 설치된 접지단자 볼트에 접속하여야 한다.
- (8) 보조귀선레일이 주귀선레일과 연결된 지점으로부터 100[m]가 초과되면 접지설비를 하여야 한다.
- (9) 레일이음매의 절연은 다음과 같이 한다.
 - ① 전철구간 종단, 귀선레일과 다른 레일과의 분기점, 정거장구내 선로의 귀선 종단지점 및 기타 필요한 곳에는 레일 이음매 절연을 시설하여야 한다.
 - ② 전차선로의 애자형 섹션과는 연직선상으로부터 3[m]이상 이격하여야 한다.

1.18 기기설비

1.18.1 흡상변압기 설치

- (1) 흡상변압기는 주상 또는 지상에 설치한다. 다만, 지상에 설치할 때는 방호설비를 하여야 한다.
- (2) 흡상변압기의 설치간격은 4km를 표준으로 하며, 운전전류와 통신유도장해의 정도에 따라서 용량 및 설치간격을 조정한다.
- (3) 주상에 설치하는 흡상변압기의 높이는 지표상 5m 이상으로 시설한다. 다만, 부득이한 경우에는 철도전철전력설비시설지침의 “개폐기”에 준하여 시설할 수 있다.
- (4) 흡상변압기를 설치하는 곳에는 구분장치(에어섹션·애자섹션 또는 수지제 절연구분장치 등)를 설치한다.

1.18.2 개폐설비

- (1) 개폐설비는 운전계통별·상하선별·방향별·전압위상별로 구분하여 설치하여야 한다.
- (2) 개폐설비는 설비의 목적에 따라 무부하상태에서 수동 또는 원격제어가 가능한 단로기(DS)와 부하상태에서 수동 및 원격제어가 가능한 부하개폐기(LBS)로 구분하여 설치하여야 한다.
- (3) 단로기는 무부하 상태에서 수동으로 취급하는 수동단로기(HDS)와 기계적 취급 및 원격제어가 가능한 동력단로기(PDS)로 구분하며, 설치개소는 다음과 같다.
 - ① 수동단로기(HDS)
 - ㉠ 본선 이외의 선로에서 분기하는 측선 등
 - ㉡ 화물적하장
 - ㉢ 차량정비기지 내 선로(단, 운영조건 등을 감안하여 필요시 동력단로기(PDS)로 설치할 수 있다.)
 - ② 동력단로기(PDS)
 - ㉠ 전철변전소 등 변전설비에서 전차선로로 인출하는 개소
 - ㉡ 이중애어섹션 절연구분장치 설치개소
 - ㉢ 본선에서 분기하는 측선 등
- (4) 부하상태에서 수동 및 원격제어가 가능한 부하개폐기(LBS) 설치 개소는 다음과 같다.
 - ① 고속철도 구간의 노선 구분개소, ZCP 구분개소, 건넘선 개소(IEC) 등
 - ② 일반철도 구간의 노선 구분개소, 비상용 구분장치 설치개소 등
 - ③ 본선에서 차량정비기지선으로 분기하는 개소
- (5) 개폐설치는 지표상 5[m] 이상에 설치한다. 다만, 부득이한 경우에는 다음과 같이 설치할 수 있다.

전차선로공사

- ① 개폐설비는 가능한 철도 전용부지에 설치하고 사람이나 동물 등 위험이 없는 위치에 설치한다.
 - ② 사람이나 동물 등의 접촉을 방지하기 위하여 그 주위에 적당한 울타리를 설치할 경우는 그 울타리로부터 충전부분까지의 거리의 합이 5[m] 이상이 되도록 하고 위험 주의표를 설치한다.
- (6) 개폐설비는 동작상태를 직관적으로 확인할 수 있도록 설치하여야 한다.
- (7) 개폐설비를 설치할 때는 다른 가압부분 또는 구조물 등과 절연 이격거리를 확보하여야 한다.
- (8) 개폐설비 조작 및 점검을 위한 점검대와 사다리를 설치하여야 한다. 단, 역 구내 측선용 단로기는 제외한다.
- (9) 개폐설비 조작레버에는 쉐정장치를 설치하여야 한다.
- (10) 개폐설비의 지지철물, 기기장치, 조작발판대 및 점검대 등 금속부는 통합접지에 연결하여야 한다.
- (11) 원격제어가 가능한 개폐설비는 철도교통관제센터의 SCADA 설비와 변전소 등의 스마트 급전제어장치에 수용하여야 한다.
- (12) 전차선로용 개폐기 관리번호는 역구내 및 역간별로 다음 각 호에 의거 부여한다.
- ① 역구내 상·하본선 연결용 무부하개폐기는 300대로 한다.
 - ② 변전소, 구분소 인출에 설치하는 가공전차선 급전용 무부하개폐기는 500대로 하고 절연구간 내 비상급전용 무부하개폐기는 400대로 한다.
 - ③ 구내 측선용(화물 하역선 제외) 무부하개폐기는 600대로 한다.
 - ④ 화물 측선용(하역장용) 무부하개폐기는 700대로 한다.
 - ⑤ 기지내 차고 무부하개폐기는 800대로 한다.
 - ⑥ 전원 절체용 무부하개폐기는 900대로 한다.
 - ⑦ 상기 300대 내지 700대 무부하개폐기 둘째1자리 번호는 하선측무부하개폐기는 50대, 상선측 무부하개폐기는 60대로 하고, 800대 내지 900대는 0으로 한다.
 - ⑧ 역간 본선로(변전소 앞) 무부하개폐기의 첫째1자리 번호는 1번, 종점측은 2번으로 한다.
 - ⑨ 상기 600대 내지 800대 무부하개폐기의 첫째1자리 번호는 선로번호순으로 일련번호를 부여한다.

1.19 섬락보호설비

1.19.1 이중절연방식

- (1) 전차선로의 섬락보호방식은 이중절연방식(지락도선)으로 한다. 다만, 철주 또는 빔을

연속적으로 시설 할 경우에는 섬락보호지선방식으로 할 수 있다.

- (2) 자동장력조정장치, 인류장치, 흐름방지장치, 가동브래킷의 애자의 부측은 지락도선을 설치하여 보호선 또는 부급전선에 직접 접속한다.
- (3) 콘크리트주에 설치한 가동브래킷 등은 지락도선을 설치하여 보호선 또는 부급전선에 직접 접속한다. 직접 접속이 불리한 경우는 섬락보호지선이 설치된 빔에 접속한다.
- (4) 지락도선은 부급전선, 보호선 및 섬락보호지선의 선종에 따라 경동연선 38mm², 강심알 미늄연선 40mm²등을 사용한다.
- (5) 장간애자에는 지락도선용 밴드를 사용하며 지락도선과 밴드의 접속은 압착단자로 접속하고 부급전선 또는 보호선에 클램프로 접속한다.
- (6) 장간애자는 이중절연으로 하고 접지측은 3,000[V]의 절연내력으로서 지락도선으로 부급전선 또는 보호선에 접속한다. 단, 연결철주 또는 연결 빔구간은 제외한다.
- (7) 현수애자의 섬락보호는 장간애자의 경우에 준한다.
- (8) 가공전차선로 및 급전선로의 가압부분에 사용하는 애자에는 필요에 따라 섬락보호설비를 한다. 다만, 구분 지점 및 다른 계통을 분리할 목적으로 전선에 삽입하는 애자는 제외한다.
- (9) 조합철주(강관주, H형강주, 조립철주)로 시설된 전차선로에서 비절연보호선(FPW)으로 설치된 구간은 지락도선을 생략한다.
- (10) 승강장 등의 전주가 일반 공중이 접촉할 우려가 있는 경우에는 섬락보호설비의 지락도선은 대지에 대하여 절연하고 부급전선 또는 보호선에 접속한다. 다만, 접지된 철주의 경우 생략할 수 있다.

1.19.2 섬락보호지선방식

- (1) 철주 또는 빔을 연속적으로 시설할 경우의 전차선로의 섬락보호방식은 섬락보호지선방식으로 한다.
- (2) 섬락보호지선에는 경동연선 38mm² 이상을 사용한다.
- (3) 가공전차선 등의 가압부분과의 이격거리는 1.2m 이상으로 한다.
- (4) 고저압 가공전선, 통신선 등 타의 병가 전선과의 이격거리는 0.5m 이상으로 한다.
- (5) 약 1km마다 구분하여 접지저항 10[Ω]이하로 접지하고 그의 대략 중앙점에 보안기를 통하여 부급전선 또는 보호선에 접속한다. 단, 정거장 길이가 긴 경우 2km이내까지 허용할 수 있다.

전차선로공사

- (6) 섬락보호지선의 지표상 높이는 5m 이상, 건널목에 있어서는 6m이상으로 한다.
- (7) 빔은 직접 섬락보호지선에 접속한다. 다만, 적용이 불가능할 경우에는 단독접지방식으로 한다.
- (8) 전차선로에서 비절연보호선(FPW) 설치구간은 섬락보호지선을 생략할 수 있다.

1.19.3 단독접지방식

- (1) 이중절연방식, 섬락보호지선방식을 적용할 수 없는 경우는 단독접지(10Ω 이하)를 시행한다.

1.19.4 매설접지방식

- (1) 등전위 접지를 목적으로 시설하는 전차선로의 비절연보호방식 구간은 매설접지방식으로 한다.
- (2) 매설접지방식의 시설기준은 통합접지방식의 시설기준에 준한다.

1.19.5 보호선 및 비절연보호선

- (1) 보호선 및 비절연보호선에는 귀전류 용량에 적합한 것을 사용한다. 다만, 변전소등에 인접한 장소는 지락전류에 견딜 수 있는 용량의 것을 사용한다.
- (2) 보호선의 지지와 배열은 철도전철전력설비시설지침의 “급전선의 지지와 배열”에 준하고 다른 전선과의 이격거리는 동 지침“섬락보호지선” 준한다.
- (3) 보호선의 지표상 높이는 철도설계지침 및 편람(KR CODE)의 “급전선의 높이”에 준한다.
- (4) 보호선은 각선별(급전 방면별)로 단권변압기 상호간의 약 1 ~ 1.2km마다 보호선용접속선으로 귀선레일(임피던스본드)에 접속하고 단말은 단권변압기의 중성점에 접속한다. 다만, 정거장구내에서는 홈 양쪽의 가장 가까운 임피던스본드 장소에 보안기를 통하여 접지 및 귀선레일(임피던스본드)에 접속한다.
- (5) 복선 터널 내에서는 비절연보호선(FPW)을 상,하선 계통별로 각 1선으로 가선 하며, 급전선용 브래킷 등의 금구류는 섬락보호지선(FPGW)으로 연접 가선하여 터널 입출구에서는 모두 공동 접속시켜 상하선별 전차선 전주의 비절연보호선과 각각 연결하여야 한다.
- (6) 전주 하부에 설치된 가공 보호접지 인하선의 고정 단자와 매설접지선과 임피던스본드를 통해 모든 궤도간을 서로 횡단 접속하여 비절연보호선 매설접지선 및 궤도회로가 완전 등전위가 되도록 회로를 구성하여야 한다.

- (7) 비절연보호선 가선시는 기온에 따른 가선 장력과 이도표에 의해 정확하고 안전한 이도와 장력으로 가선하여야 한다.

1.19.6 보조부급전선과 보조보호선

- (1) 지락도선을 직접 부급전선 또는 보호선에 접속할 수 없는 경우는 보조부급전선 또는 보조보호선을 시설하여 접속한다.
- (2) 보조부급전선 및 보조보호선은 “보호선 및 비절연보호선”에 준하여 시설한다.

1.19.7 보안기

- (1) 보안기는 각 선별(급전 방면별)로 시설한다. 다만, AT급전구간에서 공용접지방식으로 설치된 구간은 제외한다.
- (2) BT구간은 정거장 구내 승강장 양쪽 흡상선이 설치된 가장 가까운 장소에 보안기를 설치하여 부급전선에 접속하고 섬락보호지선을 통하여 대지와 접속한다.
- (3) BT구간 정거장 간에는 흡상변압기에 보안기를 설치하여 부급전선과 연결하고 제1종 접지로 대지와 접속한다.
- (4) AT구간의 정거장 구내에 설치하는 보안기는 섬락보호지선 양단에 병렬로 설치하여 보호선에 접속하고, 제1종 접지로 대지와 접속한다.
- (5) AT구간의 정거장간에 설치된 보호선용접속선으로부터 1km마다 보안기를 설치하여 보호선에 접속하고, 공용접지에 연결한다. 다만, 비공용접지구간은 제1종 접지로 대지와 접속한다.
- (6) 설치높이는 지표 상 3.5m이상으로 하고, 보안점검이 용이한 위치에 시설한다.
- (7) 역간은 약 1km마다 구분 접지한 섬락보호지선의 대략 중앙점에 시설한다.
- (8) 보안기와 전차선로 가압부분, 고·저압 가공전선 및 통신선 등 병가전선과의 이격거리는 0.6m 이상 이격한다.

1.19.8 피뢰기

- (1) 피뢰기는 다음 각 호의 조건을 고려하여 선정한다.
- ① 피뢰기는 갭 레스형(GAP LESS TYPE, 산화아연형)을 사용하고 전차선 선로보호 요구성능에 만족하여야 한다.
 - 가. 제한전압 또는 충격방전개시전압이 충분히 낮고 보호능력이 있을 것
 - 나. 속류차단이 능력이 있고 동작책무특성이 충분할 것
 - 다. 대전류의 방전, 속류차단의 반복동작에 대하여 장기간 사용에 견딜 수 있을 것

- 라. 상용주파 방전개시전압은 회로전압보다 충분히 높아서 상용주파방전을 하지 않을 것
- ② 유도뢰서지에 대하여 2선 또는 3선의 피뢰기가 동시에 동작이 우려되는 변전소 근처의 단락전류가 큰 장소에는 속류차단능력이 크고 또한 차단성능이 회로조건의 영향을 받을 우려가 적은 것을 사용한다.
- (2) 전차선로용 피뢰기는 다음 각 호에 의하여 설치한다.
- ① 피뢰기는 흡상변압기 및 단권변압기의 1차측 및 2차측 급전용 케이블 단말에 설치한다.
- ② 주상에 설치하는 피뢰기는 지표 상 5m이상 높이에 설치한다.
- ③ 피뢰기의 접지단자와 지중 접지도체 리드선과의 접속은 25mm²의 전력케이블을 사용하고 지표 상 2m 높이까지는 절연 보호관으로 보호한다.
- ④ 피뢰기 누설전류 측정이 가능하도록 피뢰기 본체와 지지대간 절연체 또는 절연애자를 삽입하여 시설한다.
- (3) 케이블 급전선에 차단기 투개방 또는 뇌 서어지에 의하여 차폐층(시스)에 유기되는 이상전압등으로 부터 시스보호를 위하여 시스보호용 피뢰기를 다음 각호와 같이 설치하여야 한다.
- ① 급전케이블의 길이가 100[m] 이하인 경우 시스보호용 피뢰기를 설치하지 않는다.
- ② 급전케이블의 길이가 100[m]를 넘고 600[m] 이하인 경우 일단에 시스보호용 피뢰기를 설치하여야 한다.
- ③ 급전케이블의 길이가 600[m] 이상인 경우 차폐층의 유기전압에 의해 케이블이 손상되는 것을 방지하기 위해 유기전압을 100V이하(3.1항,3.2항,3.3항)로 제한해야 하며, 이때 케이블 길이 및 설치 조건을 고려하여 시스보호용 피뢰기를 편단 또는 양단에 설치하여야 한다.
- (4) 피뢰기접지는 통합접지단자에 접속하는 것을 원칙으로 한다.
- (5) 피뢰기는 전용완철에 설치하고 철주의 경우는 피뢰기의 접지선을 분리 시공하며 리드선은 충분한 이격거리와 여유를 갖도록 설치하여야 한다.

1.20 접지장치와 보호설비

1.20.1 접지장치

- (1) 전차선 지락과 같은 사고 시에도 레일 전위의 상승을 억제하여 사람 등을 보호하고, 낙뢰에 의한 피해 및 유도에 의한 감전을 방지하기 위하여 적절한 접지설비를 하여야 하며, 모든 접지는 서로 연결되는 통합접지방식으로 하여야 한다.
- (2) 접지시설은 다음 각 호의 기준을 만족하도록 설치하여야 한다.
- ① 사람이 접촉되었을 때 인체 통과 전류가 15[mA]이하일 것

- ② 일반인이 접근하기 쉬운 지역에 있는 경우 연속 정격전위가 60[V] 이하일 것
 - ③ 일반인이 접근하기 어려운 지역에 있는 경우 연속정격 전위가 150[V] 이하일 것
 - ④ 순간 정격전위(200/1,000초 이내)가 650[V] 이하일 것
 - ⑤ 접지선은 지하 0.75m이상의 깊이에 매설한다.
 - ⑥ 접지선을 철주 기타 금속체에 연하여 시설하는 경우에는 접지극을 지중에서 그 금속체로부터 1m 이상 이격하여 매설한다.
 - ⑦ 접지선은 접지용 전선(GV 전선)을 사용한다.
 - ⑧ 접지선은 지표면 하 0.75m로부터 지표상 2m까지의 부분은 합성 수지관 등으로 보호한다.
 - ⑨ 접지선의 접속은 크래프접속 또는 압축접속, 용융접속으로 한다.
- (3) 접지시설을 설치할 때에는 낙뢰 등으로부터 보호를 위하여 다음 각 호의 사항을 반영하여야 한다.
- ① 비절연 보호선을 가공으로 설치할 것
 - ② 선로를 따라 통합접지망을 구성할 것
 - ③ 선로의 레일과 비절연 보호선 및 매설 접지선을 연결하는 횡단접속선을 평균 1km, 최대 1.2km 간격으로 주기적으로 시설할 것
 - ④ 선로변 철도 시설물의 금속제 외함, 금속제 관로, 금속 구조물 및 철제 울타리 등은 통합접지에 연결할 것, 다만, 지형 또는 주위조건에 따라 통합접지에 접속이 곤란한 개소의 금속체 등은 「한국전기설비규정(KEC)」에 따라 접지공사를 할 수 있다.
- (4) 교류 전차선로가 시설되는 전기철도의 철도부지 내에 있는 금속 설비로서 일반인이 닿을 수 있거나, 철도 유지보수요원이 전차선로를 단전하지 않은 상태에서 작업할 때 닿을 수 있는 부분은 모두 접지를 하여야 한다.
- (5) 통합접지 방식이 아닌 구간에는 타 법령에서 정하는 바에 의한다.
- (6) 접지극의 시설은 다음 각 호와 같이 한다.
- ① 접지극은 동봉, 동복강봉 등의 타입식을 사용하고 용이하게 소요의 저항치를 얻을 수 없는 경우에는 접지저항 저감제를 사용하여 규정 접지 저항치를 확보해야 한다.
 - ② 다른 기설 접지극과의 이격거리는 5m 이상으로 한다.
 - ③ 매설 케이블, 지지물 등과 접지극과의 이격은 1m 이상으로 한다.
 - ④ 1본의 접지극으로 소요의 저항치를 얻을 수 없는 경우에는 접지봉 2본을 연결하여 깊게 타입하고 필요한 본수를 병렬로 타입 한다. 이 경우의 병렬 타입하는 접지극 상호의 이격은 3m이상으로 한다.
- (7) 통합접지방식의 시설
- ① 횡단접속선은 상하주행레일(임피던스 본드)-매설접지선-비절연 보호선을 통합접지에 다음 각 호에 의하여 주기적으로 접속한다.
- 가. 횡단접속선의 설치간격은 변전소부터 10km이내의 특수지역은 1,000 ~ 1,200m,

일반구간은 1,500 ~ 2,000m로 한다.

나. 궤도회로에 임피던스 본드 또는 신호 유니트 등이 있을 경우에는 횡단접속선과의 거리는 최소 100m 이상 이격한다.

다. 터널 및 교량의 길이가 긴 경우에는 그 중간에 횡단접속선을 두어야 한다. 다만, 횡단접속이 곤란한 경우에는 횡단접속선을 생략할 수 있다.

라. 500m이하의 터널 또는 교량의 경우에는 양측에 보조 횡단접속선을 설치하여야 한다.

② 매설접지선은 다음 각 호에 의한다.

가. 매설접지선은 Cu35mm²의 연동연선을 사용하여 지하 0.75m 이상의 깊이에 매설하고 선로 한 쪽에 시설한다.

나. 신설 터널인 경우에는 터널공사시 상·하선 양쪽에 매설접지선을 미리 포설하고, 매설접지선에 T접속하여 터널 벽면에 동제 터미널(동단자)를 250m마다 설치한다.

다. 기존 터널 및 교량구간에서 접지선을 매설하기 곤란 할 경우에는 절연접지선(F-GV/Al 95mm²)을 상·하선 양쪽에 포설하여 접지망을 구성한다.

라. 교량구간의 교각철근 접지방식은 교각바닥 철근과 접지선을 용융용접(산화구리와 알루미늄)하여 GV 70mm²를 교각상부 1m까지 인출하고 전철주 앵커볼트와 교각철근은 상호 용접한다.

(8) 공동관로 내에 절연 접지선을 포설하며, 접속방법은 π 접속 또는 T접속으로 한다.

(9) 공동관로 내에 포설되는 절연접지선은 모든 기기 등을 등전위 본딩 할 수 있도록 250[m]마다 매설접지선과 연결하며, 필요개소의 모든 피접지물을 절연접지선에 접속하여야 한다.

(10) 통합접지방식에 사용하는 전선의 종류 및 규격은 다음 표에 의한다.

[표1-40] 공통접지방식 전선의 종류 및 규격

구 분	사용전선	수량	비고
매설접지선	Cu 35mm ²	1조	토공 · 교량구간
매설접지선	Cu 35mm ²	2조	터널구간
임피던스본드접속선	F-GV/Cu 70mm ²	2조	
횡단접속선	F-GV/Cu 70mm ²	2조	상·하선 접속선
귀선전류귀환선	F-GV/Cu 70mm ²	4조	AT 중성선
절연접지선	F-GV/Cu 70mm ² F-GV/Cu 95mm ²	2조	
금속도체연결선	F-GV/Cu 70mm ²	1조	선로변 금속도체 접속선

1.20.2 선로연변 접지대상물의 접지시공

(1) 공통사항

- ① 선로연변 접지대상물의 접지시공은 특별히 정하는 것을 제외하고는 "KRACS 47 40 80 접지설비 설치공사"에 의한다.
- ② 접지선은 KS 규격품을 사용하여야 하며 노출되는 접지선은 접지용전선(F-GV 70mm², 녹색)을 사용한다.
- ③ 매설 포설되는 접지선은 중간에 분기하지 말고 π 분기 하여야 한다.
- ④ 접지선과 접속금구류의 접속은 견고하게 시공하여야 한다.
- ⑤ 지면상으로 노출되는 매설접지선의 경우 화학적, 기계적 보호를 위하여 PVC 보호관을 사용하여야 한다.
- ⑥ 매설접지선은 하계의 고온이나 동계의 동결로 인하여 토양의 함유수분 저하로 토양의 고유저항이 증가하지 않도록 지표면 0.75m 이하에 매설하여야 한다.
- ⑦ 접지선과 접지물과의 연결은 동관단자 등을 사용하여 압축접속을 하여야 한다.
- ⑧ 제 규정이 요구되는 접지저항값은 언제 시험하여도 소정의 저항값 이하로 얻을 수 있어야 하며, 접지선의 설치위치는 준공도면에 명확히 표시되어야 하고, 준공 후 하자보수 기간 이내에 소정의 저항값을 얻을 수 없을 경우에는 규정값 이내로 유지되도록 보강하여야 한다.
- ⑨ 접지선은 수도관이나 가스관에 연결해서는 안된다.
- ⑩ 접지대상물은 고상홈 안전난간, 교량 안전난간, 방음벽을 말한다.

(2) 고상홈 안전난간

- ① 고상홈 하부에 접지선을 포설하고 접지선은 1m 간격마다 반새들로 견고하게 지지하여야 한다. 단, GV 전선을 직접배선시에는 지지점 간격을 0.5m로 설치 할 수 있다.
- ② 접지선의 분기는 동압착 스리브를 사용하여 압축접속으로 분기하여야 한다.
- ③ 안전난간이 연결되어 있지 않고 개별로 된 경우에는 포설된 접지선에서 분기하여 안전난간 하부 지지볼트에 동관단자와 너트를 사용하여 견고하게 접속하여야 한다.
- ④ 포설된 접지선은 고상홈 양단의 가까운 통합접지에 연결하여야 한다.

(3) 토공, 교량구간 방음벽접지

- ① 방음벽의 재질이 철재 또는 알루미늄인 금속재질인 경우
 - 가. 방음벽 길이가 250m 미만인 경우는 방음벽 양끝단을 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.
 - 나. 방음벽 길이가 250m 이상인 경우는 방음벽 양끝단과 중간에 250m 간격마다 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.
 - 다. 방음벽 지지주 볼트에 연결하는 동관단자는 풀림이 없도록 견고하게 연결하여야 한다.
 - 라. 방음벽 지지주 볼트에서 인하여 포설되는 접지선은 1m 간격으로 반새들을 사

용하여 견고하게 지지하여야 한다.

마. 배관을 사용하는 개소 중 꺾임이 있는 경우는 노말밴드를 사용하여 접지선이 손상되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

② 방음벽의 재질이 투명한 플라스틱 재질인 경우

가. 방음벽 길이가 250m 미만인 경우는 접지선을 포설하고 접지선에서 분기하여 방음벽 지지주 볼트에 동관단자로 연결하고 방음벽 양끝단을 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.

나. 방음벽 길이가 250m 이상인 경우는 접지선을 포설하고 접지선에서 분기하여 방음벽 지지주 볼트에 동관단자로 연결하고 방음벽 양끝단과 중간에 250m 간격마다 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.

다. 기타 설비는 (3)의 “다. 내지 마. 항”에 의하여 시공한다.

(4) 교량구간 안전난간 접지

① 안전난간의 길이가 250m 미만인 경우는 방음벽 양 끝단을 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.

② 안전난간의 길이가 250m 이상인 경우는 방음벽 양끝단과 중간에 250m 간격마다 가까운 통합접지에 연결 접속하여야 한다.

③ 안전난간 지지주 볼트에 연결하는 동관단자는 풀림이 없도록 견고하게 연결하여야 한다.

④ 안전난간 지지주 볼트에서 인하여 포설되는 접지선은 1m간격으로 반새들을 사용하여 견고하게 지지하여야 한다.

⑤ 배관을 사용하는 개소 중 꺾임이 있는 경우는 노말 밴드를 사용하여 접지선이 손상에 되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

(5) 기타 접지시설

① 철도선로변 원거리에 시설되는 철제 울타리, 난간 등의 접지는 공통접지의 매설접지선으로부터 일정한 거리(5[m])이하 일 경우 선로 연변의 공통접지에 연결한다.

② 공통접지의 매설접지선으로부터 일정한 거리(5[m])이상일 경우 현장 여건에 따라 전기설비기술기준 및 판단기준에 의한 개별접지를 시행할 수 있다.

1.20.3 일반 보호시설 및 방호관 설치

(1) 전차선로가 과선교, 선상역사 등의 아래에 시설되는 경우에는 사람 및 합성전차선에 위해를 줄 우려가 있는 장소에는 양측 난간을 따라 3m이상 높이의 투척방지용 안전막을 견고히 설치하고 교량 철제류 및 보호망을 일괄 접속하여 접지한다.

(2) 교량, 터널입구, 선상역사 아래로 통과하는 조가선에는 조류 등에 의한 전선단선 사고 예방 및 하부 이격거리 부족을 보완하기 위하여 피복조가선을 사용한다.

(3) 과선교 및 선상역사 하부에는 안쪽으로 1m, 바깥쪽으로 5m 총 6m, 터널입·출구는 안

쪽으로 20m, 바깥쪽으로 3m 총 23m로 30kV급 절연 방호관을 설치하여야 한다. 다만, 급전선과 과선교, 선상역사 하부 이격이 1.2m 이상은 방호관 설치를 제외한다.

- (4) 고정 빔이 설치된 개소의 조류 서식에 의한 접촉으로 전차선 장애발생이 예상되는 개소에는 조류서식방지설비를 설치하여야 한다.
- (5) 조류 서식에 의한 접촉으로 전차선 장애발생이 예상되는 개소에는 조류서식방지설비를 설치하여야 한다.
 - ① 조류서식방지설비는 내후성, 내열성, 내충격성을 확보할 수 있는 재질로 빔을 감싸는 밀폐형 망구조 형태 또는 스테인리스 재질의 파이프로 설치한다.
가. 밀폐형 망구조 형태로 설치할 경우 가압부분의 좌우 수평으로 1m까지 설치한다.
나. 스테인리스 파이프 형태로 설치할 경우 빔의 전체에 설치하도록 한다.
 - ② 전압센서, 개폐기(단로기 등), 평행완금 개소에는 텐트형 조류서식방지 설비를 설치한다.
 - ③ 변전소(SS,SP,SSP,PP)의 인출개소 고정빔은 밀폐형 망구조 형태로 빔 전체에 설치한다.
- (6) 절연조가선은 표준규격에서 정한 제품을 사용하고 직선접속재를 비절연조가선 구간으로서 안전상 필요한 경우 사용한다.
- (7) 안전상 위험이 있다고 판단되는 과선교, 선상역사 하부를 통과하는 급전선은 과선교, 선상역사 전후에 내장형 설비를 각 한 개소씩 설치한다.
- (8) 전차선로가 통과하는 과선교, 선상역사, 전철주 등에는 일반인에게 잘 보이는 곳에 부착할 시설물에 적합한 위험표지를 설치해야 한다.
 - ① 전철주에 설치하는 표지는 전주번호표와 같은 방향으로 역간에는 5경간마다, 역구내는 모든 전철주에 설치한다.
 - ② 과선교 및 터널 등 보호망에는 합성전차선 직상부에 각각 선로(線路)의 수량과 같은 갯수의 표지를 설치를 원칙으로 한다. 다만, 현장의 여건에 따라 통행자 안전을 위하여 필요한 추가 설치는 가능하다.
 - ③ 역구내 선로변 및 도로에 인접한 개소 울타리에는 100m 간격으로 설치하고, 역간의 울타리는 출입문에 설치한다.
- (9) 전차선로에 따라 설치되어 있는 건조물의 금속부분 등에서 유도에 의한 위험전압이 발생할 우려가 있는 것은 매설접지선에 연결하여 접지를 해야 한다. 매설접지선이 없는 곳은 개별 접지를 한다.
- (10) 전차선 등과 식물과의 이격거리는 5m 이상으로 하고 전차선 등과 식물과의 이격거리를 5m 이상 확보하기 곤란한 경우에는 현장여건을 감안하여 방음벽 설치, 대체수목 식재 등의 안전조치를 하여야 한다.
- (11) 터널입구 이물질 접촉방지설비

전차선로공사

- (12) 터널입구 수목 등 이물질 접촉으로 전차선 장애발생이 예상되는 장소 장애가 발생하지 않도록 요인을 제거하거나 적합한 차단설비를 하여야 한다.

1.20.4 보호판, 보호망

- (1) 가공전차선로에 과선교, 터널입구 또는 도로·구름다리 등이 접근하는 곳에는 필요에 따라 보호망(책)을 설치하고 이물질 투척이 불가능한 구조로 한다.
- (2) 화물흙도로변 등 차량 및 통행인에 의하여 손상을 받을 우려가 있는 지지물은 철책·콘크리트벽 등으로 방호설비를 하여야 한다.
- (3) 방호판 및 보호망의 밖으로 나가는 폭은 가공전차선(급전선 및 전차선을 포함)폭의 양단에서 1m를 더한 길이 이상으로 하고 보호판의 수평길이는 그 연단에서 1.5m 이상으로 한다.
- (4) 형상은 철도설계 참고도에 의한다.
- (5) 과선교 보호망의 접지는 매설접지선에 연결하고 보호망에 접지단자를 설치하여 접속 설치한다.

1.20.5 전주 방호설비

- (1) 정거장의 화물 적하장, 도로 등에 접근한 전주가 차량 등에 의하여 손상을 입을 염려가 있는 전주에는 전주 방호설비를 설치한다.
- (2) 승강장 내 조립철주가 설치된 개소에는 일반 승객이 철주에 오르지 못하도록 각 면에 철재의 전기위험표지를 설치한다.
- (3) 전주 방호설비는 철도설계 참고도(KR DR)의 형상을 참고하여 설치한다.

1.21 표지류

1.21.1 전주번호표

- (1) 일반개소의 전주번호표는 전주제작시 미리 천공해 놓은 위치나 전주에는 레일면상 약 2.5m의 위치에 지하구간은 레일면상 3.0m의 위치에 설치한다. 다만, 터널브래킷은 지지금구에 설치한다.
- (2) 복선구간의 하선은 기점쪽, 상선은 종점쪽으로 선로와 직각 방향(선로측)에서 30도~45도방향으로 붙인다. 다만, H형강주와 철주는 선로와 직각방향(선로측)으로 붙이며 선로점검자가 확인하기 용이하게 방향을 조정할 수 있다.
- (3) 단선구간의 홀수번호는 기점쪽, 짝수번호는 종점쪽으로 하여 선로와 직각방향(선로측)에서 30도 ~ 45도 방향으로 붙인다. 다만, H형강주와 철주는 선로와 직각방향(선로측)으로 설치한다.

- (4) 정거장구내에는 선로와 직각 방향(선로측)으로 설치한다.
- (5) 전주번호표(지하구간용 포함) 및 터널브래킷번호표의 형식은 철도설계 참고도(KR DR E-03290 전차선로 표지류)의 형상을 참고하여 설치한다.
- (6) 다설 구간 및 특수 장소의 전주번호표 설치위치는 1항 내지 2항에 의하지 않을 수도 있다.
- (7) 전주번호는 정거장간과 정거장구내를 별도구좌로, 터널브래킷은 터널별로 일련번호를 부여한다. 단, 고속철도구간은 별도의 시설표준에 의한다.
- (8) 전주번호의 부여는 선로의 기점쪽을 기준으로, 복선 이상의 경우에는 하선을 기준으로 한다.
- (9) 터널구간 하수강의 전주번호표는 하수강의 앞뒤 양쪽면에 설치한다.
- (10) 지하 강제 가선구간의 전주번호표는 5경간마다 설치한다. 이때 처음 및 마지막 전주번호표는 설치를 원칙으로 한다.

1.21.2 접지 매설표

- (1) 접지전선의 매설 장소에는 매설표를 설치하고 매설표는 철도설계 참고도에 의한다.

1.21.3 케이블 매설표

- (1) 전철급전케이블 매설표는 따로 정하는 참고도에 의하며 지중케이블을 포설한 구간에는 매설경로를 표시하는 케이블 매설표를 철도부지 내에는 10m 이내, 철도부지 이외에는 도로법시행령 제24조 제1항 제2호(점용의 장소와 면적) 및 도로법시행규칙 제16조의2(표지 등의 설치기준)에 준하여 육안으로 식별할 수 있는 위치에 설치하여야 한다. 다만, 선로횡단 전·후 방향변경지점 또는 취약개소나 임시선로 구성시 거리에 관계 없이 육안식별이 가능하도록 설치하되 10m이내로 설치한다.

1.21.4 전차선 구분표

- (1) 가공 전차선의 전차선 구분표는 다음 각 호에 의한다.
 - ① 구분장치(가선절연구간장치는 제외)는 그 소재를 승무원에게 경고할 필요가 있는 경우에 애자형색선 및 에어색선 개소에 전차선 구분표를 설치한다.
 - ② 전차선 구분표는 승무원 또는 유지보수자 등이 쉽게 알아볼 수 있도록 설치한다.
 - ③ 전차선 구분표는 구분장치의 시단 또는 시단측 최근접 지지물에 설치하고 그 형식은 철도설계 참고도에 의한다.

1.21.5 주의표

전차선로공사

- (1) 건널목에는 지표상 4.5M 높이에 스펠션식 및 브래킷식의 주의표를 조가하거나 입식주의표 또는 일체형 주의표를 설치한다.
- (2) 주의표의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의하되 설치기준은 다음과 같다.
 - ① 스펠션식 : 2차로 이상 차량 통행 건널목
 - ② 브래킷식 : 1차로 이하 차량 통행 건널목
 - ③ 입식 : 차량 통행이 없고 사람만 다니는 곳
- (3) 보호망(책)에는 통행인이 잘 보이는 곳에 주의표를 설치한다.
- (4) 건널목의 스펠션식 주의표에 사용되는 전주는 전도시 피해가 없도록 설치하되 스펠션에는 제3호에 의한 주의표를 설치한다.
- (5) 주의표 지지물(전주)에는 매설접지와 연결하고 접지선은 접지단자를 사용하여 접속한다.

1.21.6 절연구간 예고표지

- (1) 절연구간 예고표지는 전차선로 속도 등급 200킬로급 초과 구간은 가선 절연구간 시점(전방)에서 1,000m 전방에 설치하고, 그 외 구간은 가선 절연구간표의 400m 전방에 설치한다.
- (2) 절연구간예고표지는 승무원이 쉽게 알 수 있도록 설치한다.
- (3) 절연구간예고표지의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의한다.

1.21.7 타행표지

- (1) 속도 등급 200킬로급 초과 구간의 타행표지는 가선 절연구간 시점(전방)에서 200 ~ 250m 전방에 설치하고 그 외 구간의 타행표지는 교·직(AC/DC) 가선 절연구간의 150~200m, 교·교(AC/AC) 가선 절연구간의 100~200m 전방에 설치한다.
- (2) 타행표지는 승무원이 쉽게 알아볼 수 있도록 설치한다.
- (3) 타행표지의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의한다.

1.21.8 절연구간표지

- (1) 속도 등급 200킬로급 초과 철도구간의 가선 절연구간표지는 가선 절연구간 중심의 110m의 전방에 설치하고 그 외 구간의 가선 절연구간표지는 교류 가압구간의 이상 접속지점 또는 교류구간과 직류구간의 접속지점의 가공전차선로(강체 포함) 시단 또는 시단측 최근접 지지물에 설치한다.
- (2) 절연구간표지는 승무원이 쉽게 알아볼 수 있도록 설치한다.

- (3) 절연구간표지의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의한다.

1.21.9 역행표지

· 역행표지는 다음 각 호에 의하며 가장 가까운 지지물에 설치한다.

- (1) 전기기관차 : 가선 절연구간의 후방에서 20~30m를 더한 곳에 설치하되, 중련운전 구간은 40~50m의 곳
- (2) 전기동차 : 가선 절연구간의 후방에서 열차장에 10m를 더한 곳
- (3) 고속철도차량 : 가선 절연구간의 후방에서 열차장에 30m를 더한 곳
- (4) 역행표지는 승무원이 쉽게 알아볼 수 있도록 설치한다.
- (5) 역행표지의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의한다.

1.21.10 가선종단표지

- (1) 가선종단표지는 다음에 명기한 곳에 승무원 또는 유지보수자 등이 쉽게 알아볼 수 있도록 설치한다.
 - ① 본선의 가공 전차선로 종단
 - ② 입환이 빈번한 측선의 가공 전차선로 종단
 - ③ 가공 전차선로의 종단에 차막이 표지를 시설하여야 할 경우
 - ④ 그 외에 특히 필요하다고 인정되는 가공전차선로 종단
- (2) 가선종단표지의 형식은 [철도설계 참고도](#)에 의한다.

1.21.11 팬터내림예고표지 등

- (1) 고속철도와 일반철도의 전차선 경계구간에 설치되는 팬터내림예고표지, 팬터내림표지, 팬터올림표지는 신호제어 KR S-02030의 규정에 정한 바에 따른다.

1.21.12 표지의 설치와 관리

- (1) 각종 표지는 식별이 명확한 재질을 사용하고 승무원, 유지보수자 등이 쉽게 확인할 수 있도록 열차진행방향의 좌측에 설치한다. 다만, 양방향운행구간이거나 기관사가 인식하기 곤란할 경우에는 열차진행방향의 우측에 설치할 수 있다.
- (2) 가선 절연구간 관련표지는 반대방향 운행이 가능토록 설치하여야 한다.
- (3) 열차운행상 특별한 주의가 필요한 개소에는 이를 표시하는 표지를 따로 설치할 수 있다.
- (4) 전차선로 절연구간에 관계된 표지류의 시설은 ATP신호설비 구간에서는 따로 정하여

시설할 수 있다.

1.22 클램프류 체부력

(1) 전차선로에 사용하는 클램프류는 다음 표의 체부력으로 설치하여야 한다.

[표1-41] 클램프류의 체부력(1)

설 비 명		품명	규격		기호	조임토크 [N·m]	비고
가동 브래킷	조가선 지지금구	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	STS304	80	
	진동방지파이프 취부금구	둥근머리 4각목 볼트,너트	KSB1031 KSB1013	M12	SS400	80	
	드롭바 취부금구	둥근머리 4각목 볼트,너트	KSB1031 KSB1013	M12	SS400	80	
	특수 U볼트	U볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M16	SS400	100	
	보강재용 U금구	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M16	SS400	80	
	곡선당김 지지금구	둥근머리 4각목 볼트,너트	KSB1031 KSB1013	M12	SS400	80	
곡선당김금구	이어	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M10	STS304	40	
더블이어	이어	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M14	STS304	150	
드롭바 금구	금구볼트	둥근머리 4각목 볼트,너트	KSB1031 KSB1013	M10	SS400	40	
드롭퍼클램프		6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M10	STS304	60	600kg/ cm ²
터널브래킷	불형조가금구	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	80	
스팬션 빔	수평지지클램프	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	80	
	스팬션 조가클램프	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	STS304	80	
	암지지클램프 (1호 두꺼비형)	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	60	
	암지지클램프 (2호 스팬션용)	U볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M10	STS304	60	
	암지지클램프 (3호 아이형)	6각 볼트,너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	60	

[표1-42] 클램프류의 체부력(2)

설 비 명		품명	규격		기호	조임토크 [N·m]	비고
급전선로	AL 병렬클램프 (PG 1, 2, 3)	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	30	
	AL 병렬클램프 (PG 4, 5, 6, 7)					50	
	현수클램프 (MSC-1~3)	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	80	
	현수클램프 (MSC-4~5)			M16		100	
	현수클램프 (ASC-1~4)	둥근머리4각목 볼트	KSB1031 KSB1013	M12	SS400	80	
조가선	현수클램프	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M12	SS400	80	
구분장치	FRP제	밀착조임볼트	KSB1027	M10	STS304	50	
	PTFE제	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M10	STS304	40	
	G형	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M10	STS304	50	
	장간애자형	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M10	Cu-Ni-Si	50	
	FS형	6각 볼트, 너트	KSB1002 KSB1012	M10	Cu-Ni-Si	50	

(2) 제품별 토크 표는 다음 표에 의한다.

[표1-43] 클램프류의 토크(1)

1. 아연도금제품		
마찰계수 0.18~0.2 적용		
구분	파단 Torque(kgf Cm)	탄성조임구간65~70% 적용(kgf Cm)
M6	MAX 99	58~62
	MIN 89	
M8	MAX239	140~151
	MIN 215	
M10	MAX474	277~300
	MIN 426	
M12	MAX826	483~520
	MIN 743	
M14	MAX 1,314	769~828
	MIN 1,183	
M16	MAX 2,051	1,200~1,292
	MIN 1,846	
M20	MAX 4,000	2,340~2,520
	MIN 3,600	
M24	MAX 6,916	4,046~4,357
	MIN 6,224	

[표1-44] 클램프류의 토크(2)

2. SS400 제품 Torque 표		
방청유 도포제품		
마찰계수 0.12~0.15 적용		
구분	파단 Torque (kgf Cm)	탄성조임구간65~70% 적용 (kgf Cm)
M6	MAX 74	38~41.3
	MIN 59	
M8	MAX179	92~100
	MIN 143	
M10	MAX402	185~200
	MIN 285	
M12	MAX702	322~350
	MIN 496	
M14	MAX 1,117	513~553
	MIN 790	
M16	MAX 1,743	800~860
	MIN1,230	
M20	MAX 3,400	1,560~1,680
	MIN2,400	
M24	MAX 5,880	2,700~2,910
	MIN4,150	
(주) 한국산업규격(KS B 0233) “강제볼트 .작은 나사 부품의 기계적 성질“을 기준하여 최소 항복강도를 적용한 계산상의 값으로 기준을 설정하는 기준의 참고 값으로 활용하기 위한 도표 임(상대물의 기준강도는 볼트와 동급이거나 동급이상의 강도부품에 적용한다).		
3. STS 304 제품 Torque 표		
마찰계수 0.12~0.15 적용		
구분	파단 Torque (kgf Cm)	탄성조임구간70~80% 적용 (kgf Cm)
M6	MAX 83	47~54
	MIN67	
M8	MAX202	113~130
	MIN 162	
M10	MAX400	224~256
	MIN 320	
M12	MAX697	390~445
	MIN 557	
M14	MAX 1,116	620~710
	MIN 887	
M16	MAX 1,730	970~1,110
	MIN 1,384	
M20	MAX 3,375	1,890~2,160
	MIN 2700	
M24	MAX 5,835	3,270~3,740
	MIN 4,670	
(주) 한국산업규격(KS B0241) 내식 스테인리스 강제 나사 부품의 기계적 성질을 기준하여 최소항복 강도를 적용한 계산상의 값으로 기준을 설정하는 기준의 참고 값으로 활용하기 위한 도표 임.		

1.23 운행전 시공품질 검사

- (1) 전차선로 시공 완료 후 최초 전기차 운행전에 전차선로 시공품질을 평 가하여 전기차량의 진입 가능여부를 종합적으로 판단하는 시공품질검사를 시행 하여야 한다.
- (2) 전차선 시공품질검사는 “운행전 전차선로 시공품질검사 지침”에 의한다.

1.24 시공허용 오차기준

- (1) 150km급 이하 전차선로 주요 설비별 시공 허용오차 기준은 다음에 의한다.

[표1-45] 150km급 이하 시공 허용오차 기준(1)

연번	구 분		기준값	허용오차값	비고
1	전철주	전철주 전식 km당	1,000m	± 500mm	
		전철주 전식 경간당	설계값	± 100mm	
		전식게이지	설계값	± 50mm	캔트반영
2	연속되는 인접전주에서 전차선 높이의 차				
	- 본선	전주경간 50m	1/1,000	± 50mm	
		전주경간 40m	1/1,000	± 40mm	
		전주경간 30m	1/1,000	± 30mm	
	- 측선	전주경간 50m	3/1,000	± 150mm	
		전주경간 40m	3/1,000	± 120mm	
		전주경간 30m	3/1,000	± 90mm	
3	합성전차선의 수직경사 간격		0	± 50mm	직선,곡선
4	전차선의 편위	일반개소	표준값	± 30mm	직선기준
		승강장	표준값	± 30mm	직선기준
		교량, 터널	표준값	± 30mm	직선기준
5	구분장치(에어조인트)				
	- 진입,진출전주	무효전차선과 유효전차선의 수평거리 150mm시	150mm	+30mm -20mm	
		무효전차선과 유효전차선의 수평거리 200mm시	200mm	± 30mm	
		무효전차선과 유효전차선의 수직거리	300mm	± 50mm	3경간기준 4경간일 때 기준값이상
	- 중간전주	두 유효전차선의 수평거리 150mm시	150mm	+30mm -20mm	
		두 유효전차선의 수평거리 200mm시	200mm	± 30mm	
		두 유효전차선의 수직거리	0	± 5mm	

[표1-46] 150km급 이하 시공 허용오차 기준(2)

연번	구 분		기준값	허용오차값	비고
6	구분장치(에어섹션)				
	- 진입,진출전주	무효전차선과 유효전차선의 수평거리 300mm시	300mm	+30mm -20mm	3경간기준 4경간일 때 기준값이상
		무효전차선과 유효전차선의 수평거리 500mm시	500mm	+20mm -100mm	
		무효전차선과 유효전차선의 수직거리	330mm	+50mm - 0mm	
	- 중간전주	두 유효전차선의 수평거리 300mm시	300mm	+30mm -20mm	
		두 유효전차선의 수평거리 500mm시	500mm	+20mm -100mm	
		두 유효전차선의 수직거리	0	± 5mm	
7	구분장치(FS형 동상용 애자형 섹션)				
	- 양 지지점 합의 이등분값에 대한 오차		0	± 10mm	
	- 구분장치의 편위값		0	± 30mm	품질검사지침
	- 구분장치의 기울기(궤도기울기 기준)		기울기값	± 5mm	
	- 구분장치 양단의 전차선과 조가선 기울기		0	+20mm	기울기방향
8	절연구분장치(연속 에어섹션)				
	- 진입(①,④) 진출(③,⑥)전주	무효전차선과 유효전차선의 수평거리	500mm	+30mm	0 편위 기준
		무효전차선과 유효전차선의 수직거리	설계값	± 5mm	
	- 중간(②,⑤)전주	두 유효전차선의 수평거리	500mm	+30mm	
두 유효전차선의 수직거리		0	± 5mm		
9	절연구분장치(FRP형, PTFE형)				
	- 지지점 및 각 FRP 연결점간의 높이차		0	± 5mm	
	- 구분장치 양 지지점의 편위와의 차이		0	± 30mm	
	- PTFE형 아킹흔과 절연봉의 간격		3mm	-0.5mm	
10	가동브래킷 진동방지파이프의 수평		수평	수평	
11	전차선과 진동방지파이프 간격		350mm	-10mm	
12	자동장력조정장치 (활차식)	A길이	산출표	± 30mm	
		Y길이 (3톤)	산출표	± 100mm	
		Y길이 (2톤)	산출표	± 100mm	
		스톱바 간격	30mm	± 5mm	
13	드로퍼 설치	드로퍼의 수직	0	± 50mm	표준온도 기준
		인접드로퍼와의 간격	5,000mm 2,500mm	± 50mm	표준온도 기준
14	건널선장치의 교차개소	본선 궤도중심과 900mm 지점	30mm	+10mm	교차형
		본선 궤도중심과 600mm 지점	30mm	+10mm	평행형
		본선 궤도중심과 350mm 지점	0	+5mm	교차형
15	에어섹션 구분애자 애자설치 위치		설계값	± 50mm	지지점 기준
16	브래킷 인하식 급전분기선 설치 위치		설계값	± 100mm	
(주) 1. 기존선 터널 또는 구조물에 의한 전차선 높이제한 개소는 적용 제외(#2) 2. 시공중 기타 여건에 의해 ±30mm이내 시공이 곤란한 부득이한 경우 250mm적용(#5)					

전차선로공사

- (2) 200km급 전차선로 주요 설비별 시공 허용오차 기준은 다음에 의하며, 명시되지 않은 항목은 속도등급 150km급에 준한다.

[표1-47] 200km급 시공 허용오차 기준

연번	구분		기준값	허용오차값	비고
1	전차선 높이		설계값	± 30mm	
2	연속되는 인접전주에서 전차선 높이의 차		설계값	± 30mm	본선,부분선
3	합성전차선의 수직경사 간격		0	± 50mm	직선, 곡선
4	전차선의 편위		표준값	+10mm -30mm	직선기준
5	건식게이지		설계값	± 50mm	
6	드로퍼	수직	0	± 20mm	
		간격	5,000mm 2,500mm	± 50mm	

- (3) 300km급 이상 전차선로 주요 설비별 시공 허용오차 기준은 다음에 의한다.

[표1-48] 300km급 시공 허용오차 기준(1)

연번	구 분		기준값	허용오차값	비고
1	전차선	지지점에서의 전차선 높이	설계값	± 10mm	
		인접 전주간의 전차선높이차	설계값	± 10mm	
		평행개소 중심에서의 두 전차선 높이차	설계값	± 5mm	
		편 위	설계값	± 10mm	
		비틀림	설계값	허용불가	
		무효부분의 전차선 높이	설계값	+20mm	
2	지선기초	레일과 지선간의 거리	설계값	-50mm/+100mm	앵커기준
		전주와 지선간의 거리	설계값	± 200mm	앵커기준
3	전주	km당 건식 오차	설계값	± 500mm	
		경간	설계값	± 100mm	
		건식 게이지	설계값	-20mm/+50mm	
		터널 C채널 설치 간격	설계값	± 50mm	
		기초 앵커볼트 간격	설계값	± 3mm	볼트중심 기준

[표1-49] 300km급 시공 허용오차 기준(2)

연번	구 분		기준값	허용오차값	비고
4	가동브래킷	고정금구(밴드) 설치 위치	설계값	± 10mm	
		평행용 가동브래킷 간격	설계값	± 50mm	
		조가선 현수 클램프와 주 파이프 끝간 거리	일반개소	450mm	
			설계값	50mm	
			평행개소	200mm	
			설계값	50mm	
		전차선과 수평 파이프 간격	설계값	± 10mm	
		가고	설계값	± 10mm	
		전차선과 조가선의 수직도	설계값	± 20mm	
5	고정 빔	고정 빔 높이	설계값	-20mm/ +30mm	
		하수강 설치 위치	설계값	± 20mm	
6	분기부	지지점에서의 두 전차선의 높이 차	설계값	± 10mm	
		편위	설계값	± 10mm	
7	전선의장력	하수강 설치 위치(인류점에서)	설계값	<30 daN	
8	드로퍼	드로퍼 설치 간격	설계값	± 50mm	
		드로퍼의 수직도	설계값	± 20mm	
9	균압선 및 급전분기선	브래킷 인하식에서의 급전분기선 설치 위치	설계값	+50mm	
		M.-T 균압선 설치 위치	설계값	± 200mm	
10	자동장력 조정장치 (도르레식)	A축 길이(도르레 간격)	설계값	± 30mm	
		M .T 도르레 지지금구 간격	설계값	± 30mm	
		M .T 도르레 지지금구 높이(본선)	설계값	± 30mm	
		장력 추 수량	설계값	0	

1.25 보고서 제출

(1) 보고서는 준공 시 감독자에게 제출한다.

(2) 기초굴착작업, 건주작업, 콘크리트작업, 전선가선 및 조정작업, 가동브래킷 작업, 인류장치, 장력조정장치 등 작업 전·후에 다음에 의한 작업 확인서를 작성하여 감독자에게 제출 하여야 한다.

· 작업 확인서의 종류는 다음과 같다.

- ① 기초 굴착 작업 확인서 1 [서식1]
- ② 기초 굴착 작업 확인서 2 [서식2]
- ③ 건주작업 확인서 [서식3]
- ④ 콘크리트 작업 확인서 [서식4]
- ⑤ 급전선, 보호선 가선 작업 확인서 [서식5]
- ⑥ 가동 브래킷 작업 확인서 [서식6]
- ⑦ 인류장치 작업 확인서 [서식7]
- ⑧ 전차선, 조가선 드럼 배분표 [서식8]
- ⑨ 전차선, 조가선 가선 작업 확인서 [서식9]
- ⑩ 드로퍼 작업 확인서 작성 [서식10]
- ⑪ 조정 작업 확인서 작성 [서식11]
- ⑫ 균압장치 작업 확인서 작성 [서식12]
- ⑬ 자동 장력 조정장치 조정 작업 확인서 작성 [서식13]
- ⑭ 설비별 수량 체크리스트[서식37]

(3) 250km급 이하 설비는 다음사항을 기록관리 보고하여야 한다.

- ① 가공전차선로 측정기록 [서식14]
- ② 전선압축 접속기록 [서식15, 서식 15-1]
- ③ 접지장치 시공기록 [서식16]
- ④ 건넘선 장치 측정기록 [서식17]
- ⑤ 장력조정장치 시공기록(1) [서식18]
- ⑥ 장력조정장치 시공기록(2) [서식19]
- ⑦ 개폐기 시험표(부하□, 무부하□) [서식20]
- ⑧ 구분장치 측정기록(에어섹션, 에어조인트) [서식21]
- ⑨ 구분장치 측정기록(절연구분장치-2중 에어섹션) [서식22]
- ⑩ 구분장치 측정기록(절연구분장치-FRP, PTFE) [서식23]

(4) 300km급 이상 설비 검사

- ① 검사는 시험 및 시운전 전에 시행하며 전차선로의 각 설비에 대하여 단계별로 검사하여야 한다. 약 25km마다 한 인류구간(약1.3km)을 선정하여 검사한 후 “검사표”에 의하여 작성하고 검사 완료 후 감독자에게 제출하여야 하며 검사결과 부적합하면 25

km 전체 구간을 검사하여야 한다.

② 검사의 종류

가. 자동장력조정장치 X, Y축 검사

(가) 전차선 및 조가선의 장력은 인류 구간 양단에 설치되는 자동장력 조정 장치에 의해 조정되며 검사 방법은 흐름방지위치 및 인류길이 확인검사, 전차선 및 조가선의 온도 측정, X, Y값 측정, 필요시 자동장력조정장치 재조정등의 4단계로 이루어진다.

(나) 검사자는 검사 후 “자동장력조정장치 X, Y축 검사표 [서식24]”의 양식에 의거 검사표를 작성하여야 하며 검사결과 부적합하면 조정 후 “자동장력조정장치 X, Y축 조정 검사표 [서식25]”의 양식에 의거하여 조정 검사표를 작성하여야 한다.

나. 자동장력조정장치 상세 검사

(가) 검사자는 자동장력조정장치 상세 검사표를 작성한 후 아래 검사기준에 의거 검사 한다.

[표1-50] 자동장력조정장치 검사기준

검사항목	한 인류구간 허용기준	전주1본 허용기준	부적합시 조치사항
1(X값)	± 30mm이내	± 30mm이내	25km 전체검사 및 재조정
2(Y값)	± 30mm이내	± 30mm이내	25km 전체검사 및 재조정
3	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	25km 전체검사 및 재조정
4	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	25km 전체검사 및 재조정
5	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	볼트 1 개 이내 누락 또는 조임 불량	25km 전체검사 및 재조정
6	도르래 2개 이내 수직상태 불량	도르래 2개 이내 수직상태 불량	25km 전체검사 및 재조정
7	도르래 2개 이내 수직상태 불량	도르래 2개 이내 수직상태 불량	25km 전체검사 및 재조정

(나) 검사자는 검사 후 “자동장력조정장치 상세검사표 [서식26]”의 양식에 의거 검사표를 작성하여야 한다.

다. 전차선로 횡단면 검사

(가) 전차선로 횡단면 검사는 장주도 및 설계도 확인, 수치 확인, 측정, 조정 4단계로 이루어진다.

(나) 검사자는 검사 완료 후 “전차선로 횡단면 검사표 [서식27]”를 작성하여야 하며 검사결과 부적합하면 조정 후 “전차선로 횡단면 조정 검사표 [서식28]”의 조정 검사표를 작성하여야 한다.

라. 전차선 높이, 편위, 이도 및 조정 검사

(가) 전차선로 시공 및 검사완료 후에는 전 건설구간에 대하여 공단이 준비한 검측차량으로 시속 40km의 저속으로 전차선 높이, 편위 및 이도를 확인하여야 한다.

(나) 검측차량 운행 후 검사 기록지를 분석하여 불량개소에 대하여 “전차선 높이, 편위, 이도 검사표 [서식29]”를 작성하고 불량개소를 조정한 후 “전차선 높이, 편위, 이도 조정 검사표 [서식30]”를 작성하여야 한다.

마. 가동 브래킷 및 고정금구류 검사

(가) 가동 브래킷 및 고정금구류 검사는 25km마다 한 인류 구간을 선정하여 장주도에 나타난 16개 부분을 전주마다 검사하여야 한다. 검사해야할 16개 부분은 다음 표와 같다.

[표1-51] 가동브래킷 검사기준

검사 항목	한 인류 구간 허용기준	전주 1본 허용기준	부적합시 조치사항
1	분할 핀 1개 누락	분할 핀 1개 누락	25km 전체 구간 검사
2	볼트나 와사 6개 누락 또는 조임 상태 불량	볼트나 와사 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
3	분할 핀 또는 리벳트 볼트 1개 누락	분할 핀 또는 리벳트 볼트 1개 누락	25km 전체 구간 검사
4	분할 핀 1개, 볼트나 와사 15개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀 1개, 볼트나 와사 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
5	U볼트 10개 누락	U볼트 1개 누락	25km 전체 구간 검사
6	분할 핀 1개 누락	분할 핀 1개 누락	25km 전체 구간 검사
7	볼트나 와사 10개 누락 또는 조임 상태 불량	볼트나 와사 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
8	와사 1개 누락 또는 볼트 10개 누락 또는 조임 상태 불량	볼트나 와사 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
9	볼트 6개 누락 또는 조임 상태 불량 (너트 포함)	볼트 1개 누락 또는 조임 상태 불량(너트 포함)	25km 전체 구간 검사
10	분할 핀 1개 누락 또는 볼트 20개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀 1개 누락, 볼트 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
11	분할 핀 1개 누락, 볼트나 와사 15개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀 1개 누락, 볼트나 와사 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
12	1개 고정 불량, 분할 핀 1개 누락, 와사나 볼트 2개 누락 또는 조임 상태 불량	좌동	25km 전체 구간 검사
13	분할 핀 1개 누락, 볼트 4개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀이나 볼트 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사

검사 항목	한 인류 구간 허용기준	전주 1본 허용기준	부적합시 조치사항
14	분할 핀 1개 누락, 볼트 15개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀이나 볼트 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
15	분할 핀 1개 누락, 볼트 8개 누락 또는 조임 상태 불량	분할 핀이나 볼트 1개 누락 또는 조임 상태 불량	25km 전체 구간 검사
16	분할 핀 1개 누락 또는 전차선 고정 1개소 불량	좌 동	25km 전체 구간 검사

(나) 검사자는 검사완료 후 “가동 브래킷 고정금구류 검사표 [서식31]”를 작성하여야 한다.

(5) 300km급 이상 설비 시험

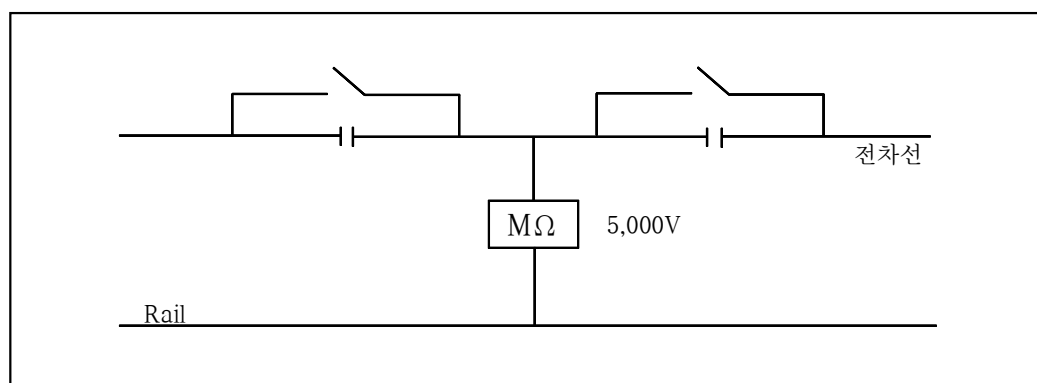
① 시험은 열차 시운행전에 시행하며 전차선로의 각 설비에 대하여 단계별로 시험하여야 한다. 시험을 완료한 후에는 시험 종류에 따라 “시험표”를 작성하여 감독자에게 제출하여야 한다.

② 시험의 종류

가. 전차선로 절연 및 통전 시험

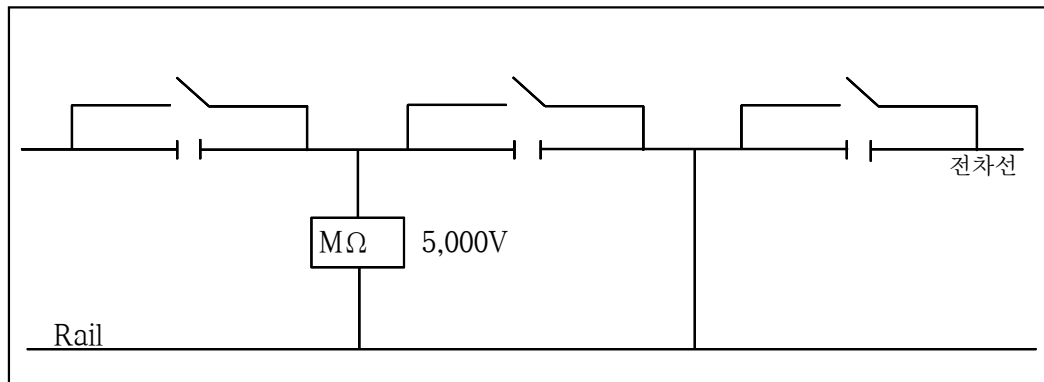
(가) 절연 및 통전 시험은 전차선로 시공검사 완료 후 가압 전에 시행하는 시험이다.

(나) 전차선로 절연 및 통전 시험은 시험하고자 하는 구간의 양쪽 개폐기를 개방하고 전차선과 레일간에 절연저항계(5,000V)를 아래와 같이 설치하고 절연저항을 측정한다.



[그림1-1] 전차선로 절연 및 통전시험(1)

(다) 시험자는 시험 후 “전차선로 절연 및 통전 시험표(구간별) [서식32]”를 작성하여야 하며 시험결과 부적합하면 불량개소를 보수한 후 재시험하고 “전차선로 절연 및 통전 조정 시험표(구간 별) [서식33]”를 작성하여야 한다.



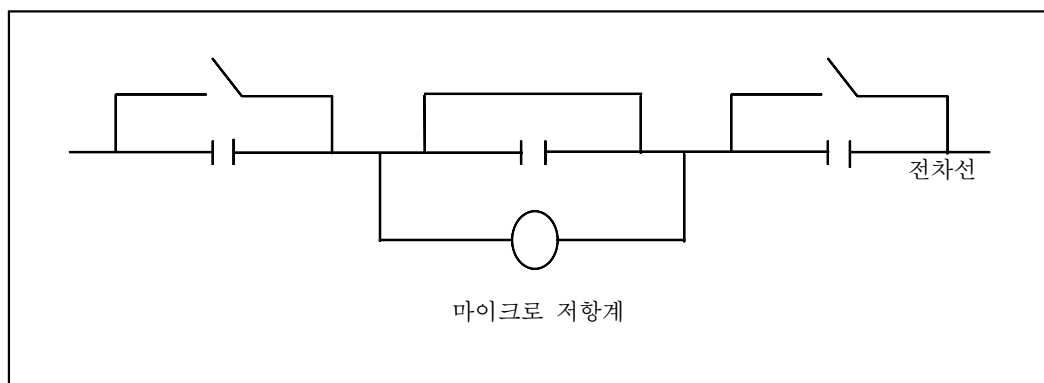
[그림1-2] 전차선로 절연 및 통전시험(2)

나. 전차선로 구간 간 절연 시험

- (가) 시험하고자하는 구간의 모든 개폐기를 개방하고 아래 그림과 같이 한쪽 구간의 전차선과 레일간을 접속하고 다른 구간의 전차선과 레일간에 5,000V 절연저항계를 설치하여 절연저항을 측정한다.
- (나) 절연저항 측정값이 $1M\Omega$ 이상이어야 하며 $1M\Omega$ 이하이면 불량개소를 보수한 후 재시험을 시행하여야 한다.
- (다) 시험자는 시험 후 “전차선로 절연 및 통전 시험표(구간 간) [서식34]”를 작성하여야 하며 시험결과 부적합하면 불량개소를 보수한 후 재시험하고 “전차선로 절연 및 통전 조정 시험표(구간 간) [서식35]”를 작성하여야 한다.

다. 전차선로 구간 간 통전시험

- (가) 전차선로 구간 간 통전시험은 그림과 같이 양쪽 개폐기는 개방하고 중단 개폐기는 투입하여야 하여 양 구간 전차선 사이에 마이크로 저항계를 설치한 후 양 전차선 사이의 저항을 측정한다.



[그림1-3] 전차선로 절연 및 통전시험(3)

- (나) 측정값이 $100\mu\Omega$ 이하이어야 적합하며 부적합하면 불량개소를 보수한 후 재시험을 시행하여야 한다.

- (다) 앞에서 언급된 구간별, 구간 간 시험 대신에 급전구간별(변전소 ~ 구분소간)로 절연 및 통전시험을 할 수 있다.
- (라) 시험자는 시험 전에 모든 안전조치를 취해야하며 시험 방법은 앞에서 설명된 구간별 시험과 같다.
- (마) 시험자는 “전차선로 절연 및 통전 시험표(구간 간) [서식34]”, “전차선로 절연 및 통전 조정 시험표(구간 간) [서식35]”를 작성하여야 한다.

라. 개폐기 시험표

- (가) 절연 및 통전 시험 완료 후에 개폐기 시험을 시행하며 시험 중에는 절대 가압해서는 안 된다.
- (나) 시험자는 시험을 시행하기 전에 설계도에 따라 시공 되었는지를 점검하고 시험표에 설치 위치, 개폐기 번호, 개폐기 종류(수동 또는 동력)를 기입하여야 한다.
- (다) 시험결과가 부적합하면 불량개소를 보수한 후 재시험을 실행하여야 하며 재시험 후에는 위 시험표에 보수자(또는 회사)를 명기한 후 시험표를 작성하여야 한다.
- (라) 개폐기 손상, 급전분기선 및 접지선의 접속 상태를 육안으로 점검하여야 한다.
- (마) 동력(동력개폐기)으로 조작하여 개폐기의 동작 상태를 시험하여야 한다.
- (바) 접촉저항을 측정하는 단계로 이 시험은 이미 통전 시험시 이루어졌으므로 생략해도 좋으며 개폐기 잠금 장치를 점검하고 조작함 내의 히터를 시험하여야 한다.
- (사) 시험 완료 후에 개폐기를 급전계통도상의 상태(ON, OFF)로 복귀 시킨다.
- (아) 시험자는 시험 후 “개폐기 시험표 [서식20]”를 작성하여야 한다.

마. 전압센서 시험표

- (가) 절연 및 통전 시험과 개폐기 시험 완료 후에 시행하는 시험으로 본시험 완료 후에는 동적 시험을 하여야 한다.
- (나) 시험자는 시험을 시행하기 전에 설계도에 따라 시공되었는지를 점검하고 시험표에 설치위치, 전압센서 번호, 선로번호, 전주번호 등을 기입하여야 한다.
- (다) 시험자는 시험 후 “전압센서 시험표 [서식36]”를 작성하여야 하며 시험결과 부적합하면 불량개소를 보수한 후 재시험을 시행하여야 한다.
- (라) 애자의 오손, 변압기 손상, 전선 접속 상태 등을 육안검사를 하여야 한다.
- (마) 전압센서의 1차 측과 대지간의 절연저항을 측정하여 측정값이 $1M\Omega$ 이상이어야 한다.
- (바) 위 시험 결과가 부적합하면 시험자는 조정 후 재시험을 시행하여야 한다.

[서식1]

기초 굴착 작업 확인서 1

작성자 :

일자 :

[illegible]

[서식2]

기초 굴착 작업 확인서 2

작성자 :

일자 :

전주번호	기초종류	길이(직경)	폭	깊이	토질		비고
					일치	불일치	
(주) 1. 원형기초의 경우는 길이란에 직경을 기입하여야 한다. 2. 기초가 변경 되었을 경우는 비고란에 표시하여야 한다.							

[서식3]

건주 작업 확인서

구 간:

작성자 :

일자 :

[illegible]

[서식4]

콘크리트 작업 확인서

작업구간 :

작성자 :

일자 :

전 주 번 호	콘크리트 배합비	콘크리트 진동	시 편 추 출	레미콘으로 배달된 콘크리트	비 고

전차선로공사

[서식5]

급전선 및 보호선 가선작업 확인서

작성자 :

일자 :

급전선

드 럽 번 호	가 선 구 간		평 균 경 간	온 도	가 선 장 력	비 고
	시 작 전 주	끝 전 주				

보호선

드 럽 번 호	가 선 구 간		평 균 경 간	온 도	가 선 장 력	비 고
	시 작 전 주	끝 전 주				
(주) 드럼번호, 가선구간, 평균구간은 기지에서 미리 작성하여야 한다.						

[서식7]

인류장치 작업 확인서

작성자 :

일자 :

전주번호	일 치		확 인		비고
	지 선	장 력 장 치	구리스 도포	편	

[서식8]

전차선, 조가선 드럼 배분표

작성자 :

일자 :

인류구간번호	인 류 구 간		드럼			비 고
	시작전주 및 끝전주	길이	드럼번호		전선길이	
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			
			M			
			T			

전차선로공사

[서식9]

전차선, 조가선 가선 작업 확인서

작성자 :

일자 :

인류구간번호	드럼			인류시 온도	조가선 장력	전차선 과장력	비 고
	드럼번호	전선길이					
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						
	M						
	T						

[서식10]

드로퍼 작업 확인서



작성자 :
드로퍼 준비

일자 :

인류구간 번호	인류구간		드로퍼 묶음 확인	비 고
	시작전주	끝전주		

드로퍼 설치

전주 번호		경간종류	장주도확인	전주 번호		경간종류	장주도확인
시작전주	끝 전 주			시작전주	끝 전 주		

전차선로공사

[서식11]

조정 작업 확인서

작성자 :

일자 :

[illegible]

[서식12]

균압장치 작업 확인서



작성자 :

일자 :

전주번호	균압선종류	장주도와 비교 확인	압축접속상태	조임 상태	비 고

[서식13]

자동장력 조정장치 조정 작업 확인서

작성자 :

일자 :

인류구간번호	전주번호	온도	종류	조 정 값		확인			비고
				X	Y	장력추	조임 상태	핀	
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						
			M						
			T						

[서식14]

가공전차선로 측정기록

 년 월 일
시공자 :

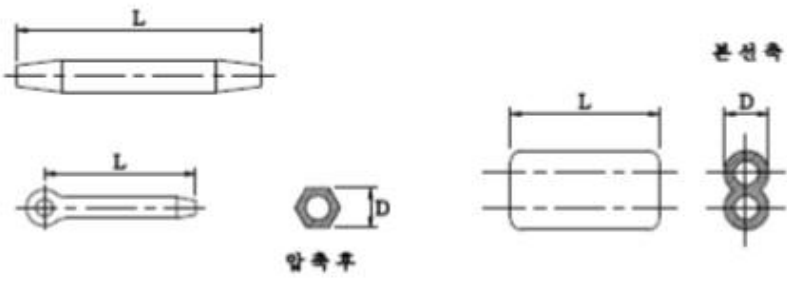
공사건명										구간					
선 별	○○ 선								지지물		취급각도(°)		기 사		
	전주 번호	경간 (m)	높이 (mm)	고저차 (mm)	구배 (mm)	편위(mm)		건축한계 (mm)	건식게이지(mm)		곡선 당김	진동 방지			
						좌	우		좌(mm)	우(mm)					
(주) 1. 좌우는 기점을 뒤로 한 경우로 한다. 2. 곡선교 아래, 터널 내 등 특정개소는 기사 란에 기입한다.															

전차선로공사

[서식15]

전선압축 접속기록

년 월 일
수급인



공 사 번 호					구 간						
전주 번호	설비종별	전선종별	접 속 관		Dice 번호	압축전 길 이 L(mm)	압력계 표시표	압축후치수		신 량 (mm)	기 사
			종별	제조사				L	D		

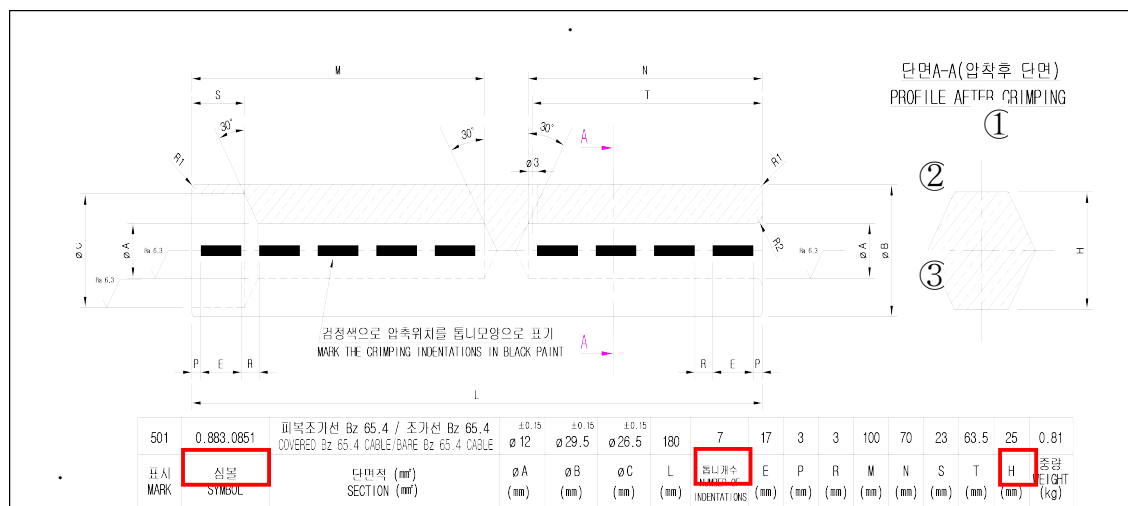
(주) 1. D치수의 측정은 압축 치수 Gauge에 의한다.
 2. 98kN Press에 의한 압축은 제외3. 선별은 기사 란에 기입한다.

[서식 15-1]

전 선 압 축 접 속 기 록 (2)

시공사 :

년월일



*측정 개소 및 값은 상세 매뉴얼에 따른다. (예) Bz 65mm² 와 피복 Bz 65mm² 접속

공 사 번 호					구 간					
전주 번호	설비 종별	전선종별	접 속 관		Dice 번호	압축전 길 이 L(mm)	압력계 표시표	압축후 치수(mm)		기 사
			종별	제조사				L	H	
									① ② ③	
									① ② ③	
									① ② ③	
									① ② ③	
									① ② ③	

주 : 1. “H” 치수의 측정은 압축 치수 Gauge에 의한다.
2. 선별은 기사란에 기입한다.

[서식16]

접지장치 시공기록

년 월 일

시공자:

공사 견명				구간				
전주 번호	접 지 선 형 식	접지종별	접지저항(Ω)	기 상			피접지물	기 사
				날씨	온도 [℃]	습도 [%]		
약도								
<div style="border: 1px dotted black; width: 200px; height: 100px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p>사진첨부</p> </div>								
<p>(주) 1. 약도는 평면도와 단면도로 한다. 2. 케이블 등이 있는 경우 명칭 및 이격치수를 기입한다. 3. 사진은 접지선의 연선상태와 접지극의 타입위치를 알 수 있도록 한다. 4. 공용접지방식의 경우 보호구간 설정단위 마다 측정값을 기입한다.</p>								

[서식17]

건넌선 장치 측정기록

년 월 일

시공사 :

공 사 번 호											
측정년월일	기온 (℃)	구 간	전주번호	선 별	①		②		③		기사
					X	Y	X	Y	X	Y	
					①		②		③		
					X	Y	X	Y	X	Y	
(주) 1. 측정지점 ①, ③는 본선 궤도중심의 900mm 지점에 위치한 측선 전차선을 측정한다. 2. 측정지점 ②는 본선 궤도중심의 350mm 지점에 위치한 측선 전차선을 측정한다.											

전차선로공사

[서식18]

장력조정장치 시공기록 (1)

년 월 일

시공자 :

--	--

번호	① 제 조 자		제 조 년 월	② 제 조 자		제 조 년 월
	본체	추		본체	추	
1						
2						
3						
4						

번호	측 정 년월일	기온 (℃)	①						②					
			구간	전주 번호	치 수 (cm)		장력 거리 (m)	장력 (톤)	구간	전주 번호	치 수 (cm)		장력 거리 (m)	장력 (톤)
					A	Y					A	Y		
1														
2														
3														
4														

(주) A길이 활차 중심 축 볼트에서 풀백(Pull Back) 앞 볼트(와이어 포르 압축 인류금구)까지 거리임

[서식19]

장력조정장치 시공기록 (2)

년 월 일
시공사:

A

B

주) 1. 눈금자의 X값은 표준온도 10℃에서 “0”에 있어야 하고 영하일 때 “-X”, 영상일 때 “+X”로 기록한다.

2. 장력조정장치 종류별 표준온도표

측 정 년월일	기 온 (℃)	구 간	전주 번호	눈금자 (mm)	제조사	제 조 년월	장력 거리 (m)	구 간	전주 번호	눈금 자 (mm)	제조사	제 조 년월
					장력장치 종류 (Model NO)						장력장치 종류 (Model)	
							A					
							B					
							A					
							B					
							A					
							B					
							A					
							B					
							A					
							B					

(주) 1. 장력장치 종류는 표준규격과 같은 명칭을 기입한다.

2. 흐름방지 장치가 있을 때에는 장력거리(A), 장력거리(B)로 나누어 기입한다.

[서식20]

<p>개폐기 시험표(부하□, 무부하□)</p>

설치위치 Location		개폐기번호 Disconnecter No.		선로번호 Track No.		전주번호 Mast No.	
------------------	--	------------------------------	--	-------------------	--	------------------	--

시험항목 Item	세 부 내 용 Description	결 과 Result	
		적합 Conformity	부적합 Non-Conformity
육안검사 Visual Inspection	- 개폐기 손상 (Damage)		
	- 급전 분기선, 접지선 접속 상태 (Position of Disconnecter(Open/Close))		
동작시험(투입, 개방) Disconnecter Operation	- 수동조작 (Manual)		
	- 전기조작 (Power)		
접촉저항시험 Contact Resistance	- 100 $\mu\Omega$ 이하 (Under 100 $\mu\Omega$)		
조 작 함 Locking System	- 잠금 장치 (Locking System)		
	- 히터 (Heat)		
복 귀 Control the Disconnecter Position	- 개폐기 상태복귀(ON, OFF)		

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식21]

구분장치 측정기록(에어섹션, 에어조인트)

년 월 일

시공자 :

(주) AS, AJ의 구분은 기사란에 기입															
공 사 번 호															
측정년월일	기온(℃)	구 간	전주 번호	선 별	전차선↔전차선						전차선↔애자				기사
					①		②		③		①		③		
					X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
(주) ① 진입전주, ② 중심전주, ③ 진출전주															

전차선로공사

[서식22]

구분장치 측정기록(절연구분장치-2중 에어섹션)

년 월 일

시공자 :

공 사 번 호																
측정년월일	기온 (℃)	구 간	전주 번호	선 별	전차선↔전차선(mm)											
					①		②		③		④		⑤		⑥	
					X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
					전차선↔애자(mm)											
					①		③		④		⑥					
					X	Y	Y	X	X	Y	X	Y				

[서식23]

구분장치 측정기록(절연구분장치-FRP, PTFE, NS-25)

년 월 일

시공자 :

[편위, 높이]												[전차선/조가선 편차]									
공 사 변 호																					
측정년월일						구 간						선 별						전주 번호			
높 이																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	#	#	#	#	#	#	#	#		
편 위																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	#	#	#	#	#	#	#	#		
전차선/조가선 편차				(주) 1. 구분장치 높이, 편위는 양단 지지점 및 절연체(FRP, PTFE) 현수 지점 마다 측정한다. 2. 구분장치 전차선/조가선 편차는 양단 지지점에서 측정한다.																	
①		②																			

[서식24]

자동장력조정장치 X, Y축 검사표

Data sheet for tensioning devices adjustments

인류구간번호 Section N0.	도면번호 Layout Drawing N0.	선로번호 Track N0.	페이지 Sheet
-----------------------	----------------------------------	-------------------	--------------

[illegible]허용오차(Tolerances) : $X \Rightarrow \pm 3\text{cm}$, $Y \Rightarrow \pm 3\text{cm}$

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식25]

자동장력조정장치 X, Y축 조정 검사표

Corrective action sheet of tensioning devices adjustment

인류구간번호 Section NO.		도면번호 Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	---------------------	--	-------------------	--	--------------	--

구분 Division	호름방지 장치위치 (Km) Location of Mid-Point or Anchor	장력 거리 (m) Length	전주번호 (호름방지전 주 ~ 장력전주) Mast No.	온도(Temperature)		X		Y		비 고
				시간 Time	℃	계산 Theoretical (m)	측정 Measured (m)	계산 Theoretical (m)	측정 Measured (m)	
조정 전 F										
조정 후 A										
조정 전 F										
조정 후 A										
조정 전 F										
조정 후 A										
조정 전 F										
조정 후 A										
조정 전 F										
조정 후 A										
조정 전 F										
조정 후 A										

F = First MeasurementA = After Correction

허용오차(Tolerances) : X ⇒ ± 3cm, Y ⇒ ± 3cm

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

전차선로공사

[서식26]

자동장력조정장치 상세 검사표 Data sheet for tensioning devices assembly

인류구간번호 Section NO.		도면번호 Layout Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	----------------------------------	--	-------------------	--	--------------	--

전주번호 Mast No.	구분 Division	1	2	3	4	5	6	7	비고 Remark
	전차선(T)								
	조가선(M)								
	전차선(T)								
	조가선(M)								
	전차선(T)								
	조가선(M)								
	전차선(T)								
	조가선(M)								
	전차선(T)								
	조가선(M)								
	전차선(T)								
	조가선(M)								

T= Trolley wire M= Messenger wire

주) - 1 ~ 5 : 2개 이상 잘못되면 25km 전체 검사
 - 6 ~ 7 : 3개 이상 잘못되면 25km 전체 검사

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식27]

전차선로 횡단면 검사표

Corrective action sheet of the electrical clearances

인류구간번호 Section No.		도면번호 Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	---------------------	--	-------------------	--	--------------	--

전주번호 호 Mast No.	온도 Temperature		가 고 Encumbrance		조가선 수직도 Messenger Verticality	이격 Distance			적 합 성		비 고 Remark
	시간 Time	℃	표준값 Theoretical Value	측정값 Measured Value		합성전차선 ~ 전차선로 Cat-Cat	합성전차선 구조물 Cat-Obstacle	급전선 ~ 브래킷 Feeder ~ Bracket	횡단면도 Cross Drawing	설계도면 Drawing	

허용오차(Tolerances):가고(Encumbrance)⇒± 1cm,
조가선 수직도(Messenger Verticality)⇒ ± 2cm

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

전차선로공사

[서식28]

전차선로 횡단면 조정 검사표
Corrective action sheet for checking of the electrical clearances

인류구간번호 Section No.		도면번호 Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	---------------------	--	-------------------	--	--------------	--

전주번호 호 Mast No.	온도 Temperature		가 고 Encumbrance		조가선 수직도 Messenger Verticality	이격 Distance			적 합 성		비 고 Remark
	시간 Time	℃	표준값 Theoretical Value	측정값 Measured Value		합성전차선 ~ 전차선로 Cat-Cat	합성전차선 ~ 구조물 Cat-Obstacle	급전선 ~ 브래킷 Feeder ~ Bracket	횡단면도 Cross Drawing	설계도면 Drawing	

허용오차(Tolerances):가고(Encumbrance)⇒± 1cm,

조가선 수직도(Messenger Verticality)⇒ ± 2cm

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식29]

전차선 높이, 편위, 이도 검사표

Corrective action sheet of the catenary geometry

인류구간번호 Section No.		도면번호 Layout Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
--------------------------	--	----------------------------------	--	-------------------	--	--------------	--

전주 번호 Mast No.	평균 경간 Avg. Span	경 간 Span Length	온도 Temperatu re		전차선높이 Cat. Height		전차선편위 Contact Wire Stagger		전차선이도 Contact Wire Sag			비고 Rema rk
			시간 Time	℃	표준값 Theoret ical Value	측정값 Measure d Value	표준값 Theore tical Value	측정값 Measur ed Value	표준값 Theore tical Value	측정값 Measur ed Value	온 도 변화값 (℃)	

허용오차(Tolerances) : 가고(Encumbrance)= ± 1 cm

F = First measurement A = After correction

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식30]

전차선 높이, 편위, 이도 조정 검사표
Corrective action sheet for checking of the catenary geometry

인류구간번호 Section No.		도면번호 Layout Drawing Nb.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	----------------------------	--	-------------------	--	--------------	--

구분 Division	전주번호 Mast No.	평균경간 Avg. Span	경간 Span Length	온도 Temperature		전차선높이 Cat. Height		전차선편위 Contact Wire Stagger		전차선 이도 Contact Wire Sag			비고 Remark
				시간 Time	℃	표준값 Theoretical Value	측정값 Measured Value	표준값 Theoretical Value	측정값 Measured Value	표준값 Theoretical Value	측정값 Measured Value	온도 변화값 (℃)	
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													
조정 전 F													
조정 후 A													

허용오차(Tolerances) : 가고(Encumbrance)= ± 1 cm
--

F = First measurement A = After correction

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식31]

가동브래킷 고정금구류 검사표
Suspension equipment for Cantilever Check List

인류구간번호 Section No.		도면번호 Layout Drawing No.		선로번호 Track No.		페이지 Sheet	
-----------------------	--	----------------------------------	--	-------------------	--	--------------	--

전주 번호 Mast No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	비 고 Remark

- | | |
|--|--|
| 1. 상부파이프용 가동고리
(Swivel fastening for top tube)
2. 상부파이프 애자 연결금구
(Top tube fixing for insulator)
3. 상부 조정봉 연결금구
(Adjustable part of top tube/Ø49 registration arm)
4. 조가선 현수금구
(Messenger wire suspension)
5. 보호선 크래프
(Earth wire suspension)
6. 주파이프용 가동고리
(Swivelling foot for strut tube)
7. 주파이프 애자 연결금구
(Strut tube fixing for insulator)
8. 수평파이프 고정금구
(Registration arm suspension) | 9. 수평파이프 조정봉 연결금구
(Adjustable part of Ø 38 registration arm)
10. 수평파이프용 지지파이프 고정금구
(Rigid suspension)
11. 곡선당김금구 지지파이프 고정금구
(Steady arm suspension)
12. 곡선당김금구 지지파이프 고정금구(축소가고시)
(Steady arm suspension for reduced encumbrance)
13. 곡선당김금구 고정금구
(Steady arm fastening)
14. 급전선용 완철
(Feeder braket)
15. 급전선 현수 크래프
(Feeder suspension)
16. 전차선 크래프
(Contact wire clamp) |
|--|--|

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식32]

전차선로 절연 및 통전 시험표(구간별)
Data sheet for Insulation/Continuity between two elementary section

시험 종류 Type of Test	구 간 Section	측정기기 설치위치 Location of Measureme nt Gear	접지 전주 설치위치 (KPR) Location of Portable Earth	개폐기 위치 Location of Disconnectors		결 과 Results		비 고 Remar k
				서울 측(기점) Towards Seoul	부산측(중 점) Towards Busan	절연 Insulation	통전 Continuity	
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								
절연시험(A)								
통전시험(B)								

A : Test on Insulation B: Test on Continuity

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식33]

전차선로 절연 및 통전 조정 시험표(구간별)									
Corrective action sheet for Insulation / Continuity between two elementary section									

구 분 Division	시험 종류 Type of Test	구 간 Section	측정기기 설치위치 Location of Measureme nt Gear	접지 전주 설치위치 (KPR) Location of Portable Earth	개폐기위치 Location of Disconnecters		결 과 Results		비 고 Remark
					서울측(기 점) Towards Seoul	부산측(중 점) Towards Busan	절연 Insulation	통전 Continuity	
조정전 Before	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정후 After	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정전 Before	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정후 After	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정전 Before	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정후 After	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정전 Before	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정후 After	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정전 Before	절연시험(A)								
	통전시험(B)								
조정후 After	절연시험(A)								
	통전시험(B)								

(A) = Test on Insulation (B) = Test on Continuity

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식34]

전차선로 절연 및 통전 시험표(구간 간)
Data sheet for Insulation/continuity between more than two elementary sections

시험 종류 Type of Test	구 간 Section	측정기기 설치위치 Location of Measureme nt Gear	접지 전주 설치위치 (KPR) Location of Portable Earth	개폐기위치 Location of Disconnecters			결 과 Results		비 고 Remar k
				서울측(기점) Toward s Seoul	중간 Midwa y	부산측(종점) Toward s Busan	절연 Insulation	통전 Continuit y	
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									
절연시험(A)									
통전시험(B)									

A : Test on InsulationB: Test on Continuity

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식35]

전차선로 절연 및 통전 조정 시험표(구간 간)

Corrective action sheet for Insulation / Continuity between more than two elementary sections

구 분 Division	시험 종류 Type of Test	구 간 Section	측정기기 설치위치 Location of Measurement Gear	접지 전주 설치위치 (KPR) Location of Portable Earth	단로기 위치 Location of Disconnectors			결 과 Results		비고 Remark
					서울 측(기 점) Towards Seoul	중간 Midway	부산 측(종 점) Towards Busan	절연 Insulation	통전 Continuity	
조정전 Before	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정후 After	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정전 Before	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정후 After	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정전 Before	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정후 After	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정전 Before	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정후 After	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정전 Before	절연시험(A)									
	통전시험(B)									
조정후 After	절연시험(A)									
	통전시험(B)									

(A) = Test on Insulation (B) = Test on Continuity

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식36]

전압센서 시험표 Test sheet for voltage sensor

설치위치 Location		전압센서번호 Voltage Sensor No.		선로번호 Track No.		전주번호 Mast No.	
------------------	--	---------------------------------	--	-------------------	--	------------------	--

시험항목 Item	세 부 내 용 Description	결 과 Result	
		적합 Conformity	부적합 Non-Conformity
육안검사 Visual Inspection	- 애자의 오염상태 (Polluted)		
	- 변압기 손상여부 (Damage)		
	- 전선 접속상태 (Correctly Connected)		
절연시험 Insulation Test	- 1MΩ 이상(Value : MΩ)		
복귀 Disconnecter Position	- 단로기 상태복귀(ON, OFF) Position of Disconnecter (Open/Close)		

일 자					
시공사		시공감리		공단	
이 름		이 름		이 름	
서 명		서 명		서 명	

[서식37]

설비별 수량 체크리스트

Quantity checklist by Equipment

역간	○○~○○간								비고
전주번호	1호		2호		. . .		50호		
	시공	확인	시공	확인	시공	확인	시공	확인	
가동브래킷	2		3				3		
고정빔	1		1				2		

2. 강체 전차선 공사

2.1 적용범위

- (1) 이 시방서는 강체전차선로 공사에 적용한다.
- (2) 본 강체 전차선 시방서는 강체 전차선로 공사에 필요한 사항을 정하였으며 이에 포함되지 아니한 설비에 대한 시방서는 “KRACS 47 30 30의 전차선로 공사”를 준용하여 적용 하여야 한다.

2.2 급전선 및 급전장치

- (1) 급전방식의 커티너리 방식은 AT급전방식과 동일하며 일반구간의 급전선은 Cable 사용시 쥐 피해 및 접속개소, 케이블헤드 장애 발생 시 복구에 장시간이 소요되므로 현수 클램프를 취부한 NSP-50 지지애자를 사용하여 Cu(Cu-OC 포함) 또는 ACSR 재질 전선으로 시공한다.
- (2) 급전선 상호 간격은 1,200mm이상을 이격하여 설치하고 강체 전차선로와 충분한 절연 이격거리를 유지하여야 한다.
- (3) 급전선을 Cable을 사용하여 시설하는 구간(역구내-승강장 홈)은 전력 Cable 66kV 200 mm²-1C를 터널 벽면을 따라 크리트 및 케이블 클램프를 사용하여 고정한다.
- (4) Cable 단말개소는 Cable 헤드를 사용하여 접속하고, Cable의 차폐선을 비절연보호선 등에 연결한다.
- (5) Cable의 직선접속은 Cable 중간 접속상을 사용하고 Cable 차폐선을 연결한다.
- (6) Cable을 R-bar에 연결할 때는 R-bar용 클램프를 사용한다.
- (7) 급전장치에는 R-bar 급전용 전원 케이블이 접속되어 강체 섹션간의 전기적 접속에 사용한다.
- (8) 급전장치 각 접속 블록은 강체(R-bar)의 상부 평면에 대향으로 배치된 2개의 반 블록으로 구성되며, 2개의 반 블록은 2개의 M10 나사 봉으로 연결되고, 스테인레스 너트는 15Nm의 힘으로 죄여진다.
- (9) 2개의 반 클램프간에 설치되는 2개의 부재(brace)는 강체(R-bar)의 지압력을 제한하고 억제한다. 각 블록에는 2개의 13mm 구멍이 있으며 이는 케이블 플럭 설치용이다.
- (10) 동 케이블을 사용하는 경우에는 급전장치를 접속 그리스로 도포하여야 한다. 각 반 블록의 길이는 100[mm]이며 강체(R-bar)와 접촉하는 면적은 1,000[mm²]이다.

- (11) 급전장치의 공칭 정격전류는 1,200A이며 이 보다 높은 전류에 대해서는 다수 개의 급전장치가 설치될 수 있다.

2.3 앵커볼트(Anchoring) 설치 공사

- (1) R-Bar 브래킷 설치시 앵커볼트의 매입 위치를 정확하게 측정한 후 콘크리트면과 수직으로 규정된 직경 및 깊이(케미컬 앵커볼트 20 Φ ×250)로 구멍을 뚫어야 한다. 특히 곡선부에 있어서는 선로 캔트에 의한 레일 중심축의 이동(전차선 높이 기준)을 고려하여야 한다.
- (2) 뚫은 구멍은 깨끗하게 청소하고 케미컬 앵커를 구멍에 삽입한 후 스타터 볼트(Starter bolt)를 임팩트 드릴(Impact drill)에 어댑터(Adapter)를 부착하여 진동 및 회전시켜 구멍속에 수직으로 삽입한다.
- (3) 케미컬 앵커를 삽입한 후 50분이상 경과한 후 부하를 인가하여야 한다.
- (4) 케미컬 앵커는 국제공인기관의 시험을 득한 제품을 사용하여야 하고 스타터 볼트는 용융아연도금을 하여야 한다.

2.4 지지물 설치

- (1) 강체가선방식의 지지물은 운행속도에 따라 최소 8m, 최대 12m까지 할 수 있으며 선로 조건, 분기개소의 중심지점, 건넌선 등을 고려하여 조정할 수 있다.
- (2) 강체전차선의 지지점 간격은 강체의 Deflection 등을 고려하여 정하며, 일정한 지지 간격에 의한 무장력으로 지지되어진 상태로서 지지점 중앙의 강도는 지지점 간격의 1/1,000 이하를 유지하여야 하고 Deflection은 강체의 자중, 강도, 지지점 간격에 의하여 강체의 무게가 경량, 강도가 크면 지지점 간격을 크게 할 수 있다.
- (3) 강체전차선의 지지점 간격은 열차속도에 따라 다음 표에 의거 설치하여야 한다.

[표2-1] 브래킷의 최대 허용간격

속도	최대 허용 이도	최대 허용 경간	비고
≤80[km/h]	a/750	12[m]	
≤120[km/h]	a/1300	10[m]	

- (4) 곡선로, 건넌선 등 특수개소의 경간은 기준 편위 확보 가능한 범위 내에서 위치를 조정할 수 있으나 접촉면의 설치높이는 3mm의 오차 이내로 되어야 한다.
- (5) R-bar 지지물은 다음의 3가지 방식으로 조정이 가능하도록 설치되어야 한다.
 - ① 지그재그 편위의 횡방향 조정 : 지지물은 트롤리선의 지그재그 편위범위 ±210mm의 횡방향 조정이 가능하여야 한다.

- ② 높이조정 : 매우 협소한 건축한계 터널 등의 특수한 경우를 제외하고 지지물은 충분한 높이조정($\pm 30\text{mm}$ 범위)이 가능하여야 한다.
 - ③ 곡선로에서 R-bar의 회전 조정 : 지지물에 의해 궤도 캔트(cant)에 대한 R-bar의 회전조정이 가능하여야 한다.
- (6) 지지물은 선로길이 방향으로 강체 전차선로가 자유롭게 팽창 수축할 수 있도록 설치되어야 하며 이를 위해서 다음의 2가지 방식의 지지물 설치방법을 사용할 수 있다.
- ① 고정식 지지물(fixed support)
 - ② 회전식 지지물(swiveling support)

2.5 강체(R-Bar) 브래킷 공사

- (1) R-bar 브래킷의 지지점 간격은 열차운행속도에 맞도록 설치하고 R-bar 브래킷의 지지철물은 구조물의 높이 및 형태에 따라 적합하게 취부되도록 BOX형 및 NATM형으로 구분하여 현장위치를 정확하게 측정한 후 터널벽(천정) 브래킷 설치도면에 의거 제작하여 높이별로 설치한다.
- (2) 지지철물의 취부는 케미컬 앵커볼트($20\phi \times 250$) 4개를 사용하는 것으로 한다.
- (3) 강재의 도금은 “KCS 14 31 40 도장”에 의한다.
- (4) C 채널의 T볼트 설치시 설치 위치를 정확하게 측정한 후 C 채널 콘크리트면과 수직으로 시공하여야 한다.
- (5) C 채널의 T볼트는 국제공인인증기관의 시험을 필한 제품을 사용하여야 한다.
- (6) 토목공사시 매입시공된 C 채널 또는 매입전 개소는 규격의 볼트를 사용하여 R-Bar 브래킷을 설치하여야 한다.

2.6 강체(R-Bar) 설치

- (1) R-bar($AL 2,200\text{mm}$) 강체는 R-bar 보호용 표면 피막이 손상되지 않도록 포장된 상태로 현장에 반입한다.
- (2) R-bar가 비틀렸거나 구부러진 것 등의 외형이 변형된 것은 설치 전에 교정 및 적합한 방법으로 원상한 후 사용한다.
- (3) R-bar 설치 전 편위 브래킷의 취부상태를 확인 후 설치한다.
- (4) 곡선 반경에 따라 R-bar를 구부린 후 설치한다.
- (5) R-bar의 최소 높이는 레일면상 $4,750\text{mm}$ 로 하고, 터널 구조에 따라 구배를 1/1,000이하(측선 3/1,000이하)가 되도록 높게 설치한다.

- (6) Expansion 개소의 편위를 0으로 하고 순차적으로 편위를 크게 하여 흐름방지개소 편위가 최대(200mm)가 되도록 선로 중심선에서 지그재그로 설치한다. 실제로 편위의 형태는 커티너리 가선의 부분적 직선 형태가 아닌 사인곡선(sine curve)에 근접한다.
- (7) R-bar는 접속판(splice plate)에 의해 상호간 접속되므로 접속은 기계적 및 전기적으로 연속성이 확실하도록 시행하여야한다.

2.7 램프(Ramp) 설치

- (1) 램프는 한 측 종단에서 만곡 되는 4m 길이의 강체 바(R-bar)로 제작한다.
- (2) 경사부분의 길이는 1,500mm이고, 최대경사 1/20 종단에서의 높이 70mm로 점차적으로 높이가 증가하며 만곡부의 반경은 6m이다.
- (3) 만곡부 굽힘 작업은 강체 바(R-bar)의 부리(beak)가 손상되지 않고 부리 간격이 4.7 ~ 5.3mm로 유지되도록 한다.
- (4) 램프에서 경사가 없는 다른 종단은 접속이 가능하도록 천공한다.
- (5) 램프는 신축장치(expansion joint) 구분장치(sectioning device) 및 분기선 구성의 각 섹션의 종단에 설치한다.
- (6) 램프의 경사부는 안전 목적으로 사용되며 실제로 신축장치(expansion device)의 램프조정에서는 팬터그래프가 한 측 램프에서 다른 측 램프의 곡선 부위가 아닌 직선 부에서 이행되는 방식으로 수행된다.

2.8 신축장치(Expansion Element) 설치

- (1) 강체 전차선로 최대 설치 섹션의 길이는 주변 온도범위 $\Delta T(^{\circ}\text{C}) = T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$ 에 의해 결정한다.
- (2) 섹션의 중앙지점에 설치되는 행어 클램프의 주위에 앵커(anchor)를 설치하여 고정점을 설정하여야 한다.
- (3) 신축장치(expansion joint)는 열차운행 속도에 따라 다음 것을 사용한다.
 - ① 운행속도 100km/h를 초과하는 구간은 일체형
 - ② 운행속도 100km/h 이하의 구간은 2개의 램프(ramp) 평행구간(parallel section)으로 구성되는 신축장치
- (4) 온도변화에 의하여 R-bar의 수축을 원활하게 하기 위하여 R-bar 1섹션 마다 Expansion joint를 설치한다.
- (5) 평행개소는 연결금구(Expansion Element)를 사용하여 설치한다.

- (6) 램프 평행구간 브래킷 간격은 4m로 설치하고 편위는 0으로 한다.
- (7) 신축장치는 R-bar 섹션의 기저부에 일치하여 설치하고, 신축장치는 R-bar의 다른 부분과 동일한 방법으로 접속한다.
- (8) 신축장치의 이격거리는 최소 200mm이상으로 하고 높이와 수평조정은 전류 편과 접촉날의 동시 조정에 의하여야 한다.

2.9 이행장치(Transition section 및 Transition device)

- (1) 강제 전차선 Transition section은 다음 각 호와 같이 설치하여야 한다.
 - ① 커티너리 전차선로와 R-bar의 이행구간에서는 트롤리선 접촉면의 전기적 및 기계적 연속성이 확보되어야 한다.
 - ② 커티너리와 R-bar는 서로 다른 관성력을 가지며 이행구간에서 경점이 발생되지 않도록 전용 이행장치를 사용하여야 한다.
 - ③ 이행장치는 장력 트롤리선에 유사한 가연성에 최대한 도달할 수 있도록 관성력을 점차적으로 경감시키는 방식을 적용하도록 한다.
 - ④ 이행장치는 트롤리선이 이행장치의 부리(beak)내에서 미끄러지지 않도록 하기 위하여 트롤리선을 클램프로 고정시키고 이 클램프는 알루미늄 강제 외부로 돌출시킨다.
 - ⑤ 이행장치와 클램프의 조합 장치는 커티너리 전차선로에서 발생하는 트롤리선의 기계적 장력을 견딜 수 있도록 고장력 앵커(heavy duty anchor)로 지지하여야 한다.
 - ⑥ 알루미늄 강제 내부에 수분 또는 먼지 축적을 방지하도록 보호커버를 설치하여야 한다.
- (2) 강제 전차선 Transition device는 다음 각 호와 같이 설치하여야 한다.
 - ① 이행장치의 길이는 5m로 하고 알루미늄 강제 바(R-bar)의 상부를 기계 가공하여 제작하여야 한다.
 - ② 이행장치의 강제 바에 480mm 간격으로 7개의 구멍을 천공한다.
 - ③ 강제 바(R-bar)에 7개의 스테인레스 강제 M10 볼트를 15N · m로 조여 지압력이 충분하도록 하여야 한다.
 - ④ 이행장치의 하부에는 60×200mm의 홈(groove)을 설치하여 트롤리선의 인장력에 의해 알루미늄 강제(R-bar) 내부에서 트롤리선이 미끄러지지 않도록 트롤리선을 고정(clamping)한다.

2.10 에어섹션

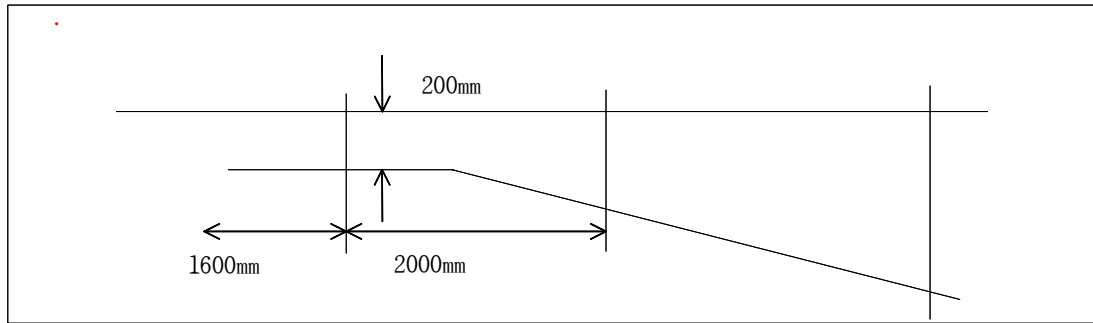
- (1) 에어섹션은 구분소 등의 급전구분 지점 등에 설치하는 것으로 R-bar 전차선을 전기적으로 구분하기 위하여 두 개의 R-bar 전차선을 평행하게 300mm로 이격하여 설치한다.
- (2) R-bar를 사용하여 팬터그래프가 원활히 습동하도록 R-bar 상호간의 높이 조정을 정확히 하여야 한다.
- (3) 전차선 상호 중심거리를 300mm로 하여 팬터그래프가 원활히 습동하도록 R-bar 상호간의 높이 조정을 정확하게 한다.
- (4) 전차선 상호간 중심 위치의 편위는 0으로 한다.

2.11 에어조인트

- (1) 건넘선 개소 등의 본선과 접속개소에는 에어조인트를 설치한다.
- (2) 건넘선 R-bar의 양단은 에어섹션 R-bar로 설치한다.
- (3) 전차선 상호 중심거리를 350mm하고 균압선(가요동연선 Cu 100mm²) 2조로 R-bar 상호간은 균압한다.

2.12 분기선 및 건넘선

- (1) 분기선은 램프로 구성되며 직선궤도는 직선 R-bar에 의해 급전된다.
- (2) 분기궤도는 전철기 위치에서 시작되는 다른 전차선로 섹션에 의해 급전된다.
- (3) 직선 섹션에서 분기섹션으로 이행이 가능하도록 램프는 분기섹션의 종단점에 설치한다.
- (4) 에어 섹션 또는 신축장치 섹션과 동일하게 직선 섹션에서 분기섹션으로의 이행은 램프의 직선 수평구간에서 수행되며 램프의 경사부분은 2개 전차선의 상대적 높이가 서로 다르게 조정된 경우에 안전구간으로 이용할 수 있게 한다.
- (5) 분기기에서 분기궤도의 R-bar는 직선궤도 전차선로보다 약간 높게 설치하여 직선궤도를 주행하는 팬터그래프와의 접촉을 피할 수 있도록 하여야 한다.
- (6) 분기기의 R-bar 구성도는 다음 표를 참고하여 설치한다



[그림2-1] 분기기 R-bar 구성도

2.13 흐름방지장치

- (1) 강체 가선구간에서는 인류구간(섹션) 중앙점에 흐름방지장치를 설치한다.
- (2) Box형 개소 및 단선 NATM 구간은 장간애자(N-a)를 사용하여 설치한다.
- (3) 알루미늄 강체(R-bar)상부에 고정판을 설치하고 이 고정판에 썸기형클램프를 사용하여 아연도강연선 90mm, 현수애자(고분자 T-S. 3호), 종단 턴버클을 일직선으로 연결하여 터널벽면에 견고하게 고정시킨다.
- (4) 터널 벽면에 고정시 앵커볼트를 사용하여 고정시키며 설치 높이는 R-bar 상단보다 300mm 이상 높게 설치하여 Pantograph 통과에 지장이 없도록 하여야 한다.

2.14 전차선 가선

- (1) 전차선의 가선은 센터가선을 하여야 하며 가선에 필요한 장비와 공구를 완전히 정비 점검하여야 한다. 또한 관계처와 협의 완료 후 시행하여야 한다.
- (2) 전차선(Cu 110mm)은 가선차량(모터카)과 전차선 가선 도르래 (Inject) 및 그리스 펌프를 이용하여 R-bar에 삽입하는 방식으로 가선 한다.
- (3) 가선시 그리스 펌프를 사용하여 R-bar와 전차선이 접촉되는 홈에는 이중금속(알루미늄과 동) 접촉으로 인한 부식현상이 일어나지 않도록 그리스를 도포 한다.
- (4) 전차선의 끝부분은 팬터그래프의 습동에 지장이 없도록 위로 구부려서 마감한다.
- (5) 가선 열차 편성은 한국철도시설공단에서 대여하는 대형 모터카 및 평판차 등으로 편성한다.
- (6) 전차선은 드럼은 일련번호를 작성하여 부여된 번호순으로 가선하고 사전에 승인된 조장 표와의 일치여부를 확인 후 작업한다.
- (7) 전차선 가선에 의한 R-bar의 흐름을 방지하기 위하여 적합한 방법으로 R-bar가 움직이지 않도록 고정한다.

- (8) 전차선 삽입용 전차선 가선도르레(Injector)와 그리스 도포용 그리스 펌프를 전차선 가선열차에 설치하여 가선한다.
- (9) 전차선 가선공정은 다음과 같다.
- ① 강체 섹션의 종단에서 가선을 시작한다.
 - ② 가선 트롤리를 장착한다.
 - ③ 그리스 주입장치를 설치한다.
 - ④ 강체의 알루미늄 부리(beak)내에 트롤리선이 정확하게 삽입되는지를 검사하면서 천천히 가선을 시작한다. 정확한 가선 방법으로 트롤리선의 설치속도는 2km/h로 진행한다.
 - ⑤ 강체 섹션의 종단 지점에서 램프 또는 이행장치 직전에서 일시 가선을 정지한다. 이 장소에서는 가선 트롤리를 수동으로 눌러서 트롤리선을 삽입한다.
 - ⑥ 램프에서는 램프길이보다 100mm 길게 전차선을 절단하여 구부려 둔다.
 - ⑦ 이행장치에서는 M10 볼트를 7개 채운다.
 - ⑧ 접촉면의 편위와 높이를 검사하고 3mm의 허용오차를 확인한다. 신축장치 또는 구분장치 구간에서는 접촉면의 높이를 매우 정교하게 조정하여야 한다.

2.15 보호설비

- (1) 비절연보호선은 다음 각 호에 의하여 시설한다.
- ① 비절연보호선에는 Cu 75mm² 이상의 것을 사용한다.
 - ② 비절연보호선 클램프는 동합금제를 사용한다.
- (2) 보호선용접속선 다음 각 호에 의하여 시설한다.
- ① 레일과의 접속은 F-GV 95mm²(2회선)을 사용하고 PVC전선관(HI 36mm)에 수용한다.
 - ② PVC 전선관은 반새들(3.2t)과 앵커볼트(M8x50)로 고정한다.
- (3) 보호커버(protective cover) 및 보호슬리브(protective sleeve) 설치
- ① 보호커버는 누수가 우려되는 개소에 사용하며 열, 충격 및 자외선 차단효과를 가지는 반투명 재질을 사용하여야 한다.
 - ② 전차선 이행구간에서 이행장치의 확장 공에 물이 차는 것을 방지하도록 PVC 재질의 보호 슬리브를 설치하여야 한다.
- (4) 접지설비
- ① 전차선로에 따라 설치되어 있는 건조물의 금속부분 등에서 유도에 의한 위험전압이 발생할 우려가 있는 시설은 매설접지선에 연결하여 접지를 하여야 한다.
 - ② 접지장치(earth connector)는 강체 바(R-bar)의 상부에 설치하여 접지결이가 용이하게 접속되도록 16mm직경의 봉을 설치한다.
 - ③ 접지장치는 강체 바(R-bar)에 장치를 고정시키는 4개의 반 클램프로 구성된다.

- ④ 반 클램프는 대향으로 설치하고 스텐레스스틸 M8 스크류와 너트로 연결하여 자체 쉘정하고 8Nm의 토크로 조이며 강체 바(R-bar)의 상면에 가해지는 응력을 억제하도록 4개의 반 클램프 사이에 블록을 설치한다.
 - ⑤ 접지결이가 접속되는 접지 접속봉은 부재에 볼트로 고정하고 접지장치는 궤도에 연결하여 설치 하되 설치간격 역구내에 한하여 50~100m 간격으로 설치한다.
- (5) 철도시설 안전기준에 관한 규칙, 철도시설 안전세부기준 및 “제3장 터널 방재기준”에 적합한 설비(비상용 접지결이 등) 설치여부를 확인하여야 한다. 터널 내 방재설비인 비상용 접지결이 설치 여부를 확인한다.

2.16 표지류

- (1) 강체구간에 설치하는 각종 표지류는 터널용을 사용하여야 하며 취부시에는 앵커볼트 (M12x130)를 사용하여 콘크리트 벽면에 견고하게 설치하여야 한다.
- (2) 지하구간에 설치되는 전주번호표는 지지금구에 설치하고 전주번호표는 공단이 정한 [철도설계 참고도](#)에 의한다.
- (3) 전주번호의 부여는 선로의 서울 쪽을 기준으로 복선 이상의 경우에는 하선을 기준으로 한다.
- (4) 지하구간의 전주번호표는 5경간마다 설치한다.(처음 및 마지막 전주번호표 포함)
- (5) 기타 표지류는 KRACS 47 30 30 전차선로 공사의 “2.16 표지류”에 준하여 설치한다.

RECORD HISTORY

- Rev.0('18.04.25) 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 철도건설공사 전문시방서를 체계적이고 효율적인 관리를 위해 코드체제로 제정
- Rev.1('18.12.14) 전차선분야 설계·시공 최적화를 위한 일부 개정(전철처-4381호, '18.07.25.)
- Rev.2('19.12.19) 피복조가선 접속개소 개선대책 마련 등 일부 개정(전철처-181호, '19.01.10.)
- Rev.3('21.02.15) 한국전기설비규정(KEC) 시행에 따른 일부 개정(기준심사처-483호, '21.02.09.)
- Rev.4('22.12.09) “전철전력분야 기술개선 및 업무협력 공단·공사 실무회의 결과”(전철처-9594호, 2021.12.06.) 및 “전차선로 품질 및 시공안전 향상을 위한 전문가 기술토론회 시행 결과보고”(전철처-6067호, 2022.08.09.)에 따른 개폐설비 설치기준에 대한 명확화 등에 따른 일부 개정
- Rev.6('23.11.27) 관계 법령, 설계기준 등 인용 기준 최신화, 표현방식 변경, 오류사항 수정 등 단순사항 수정(기준심사처-4429호, 2023.11.27.)

철도건설공사 전문시방서
KRACS 47 30 30

전차선로공사

발행기관 국가철도공단
34618 대전광역시 동구 중앙로 242 국가철도공단
☎ 1588-7270
<http://www.krnetwork.or.kr>