

KR E-04050

Rev.7, 18. December 2017

접지

2017. 12. 18.



한국철도시설공단

목 차

1. 접지시설	1
2. 공통접지방식의 시설	1
3. 선로변 울타리 접지시설	2
4 철도역사의 접지시설	2
해설 1. 접지설비 설치기준 및 시공주체	3
해설 2. 공통접지방식 접속계통도	7
해설 3. 공통접지방식의 시설	15
해설 4. 철도선로 특성에 적합한 공통접지방식 설계기준 및 시설방안 수립	17
1. 용어	17
2. 설계 및 시공의 구분(안)	22
3. 고속철도 매설접지 설계기준(안)	23
4. 일반철도 매설접지 설계기준(안)	24
5. 접지 계통도	25
6. 역구내 매설접지 시공(안)	31
7. 구조물 접지(안)	32
8. 본당선 접속 방법 (안)	33
9. 절연 접지선 교체 (안)	35
10. 결과 및 고찰	38
11. 시공주체	42
해설 5. 철도선로변 원거리 금속체의 접지설비 설계기준	46
1. 선로변 울타리 접지시설	46
2. 철도역사의 접지시설	47
RECORD HISTORY	49

경 과 조 치

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

일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 철도설계지침 및 편람(KR CODE)을 국제적인 방식에 맞게 체계를 각 항목별(코드별)로 변경하였습니다. 또한, 모든 항목에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 항목별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 철도설계지침 및 편람(KR CODE)은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별 수정되어 공단 EPMS, CPMS, 홈페이지 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- 철도설계지침 및 편람(KR CODE)에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(편람) 부분은 설계용역 업무수행에 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서로 한다.

1. 접지시설

- (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 공통 접지방식으로 하여야 한다.
- (2) 접지시설은 다음 각 호의 기준을 만족하도록 하여야 한다.
 - ① 사람이 접촉되었을 때 인체 통과 전류가 15[mA] 이하일 것
 - ② 일반인이 접근하기 쉬운 지역에 있는 경우 연속 정격 전위가 60[V] 이하일 것
 - ③ 일반인이 접근하기 어려운 지역에 있는 경우 연속 정격 전위가 150[V] 이하일 것
 - ④ 순간 정격(200/1,000초 이내) 전위가 650[V] 이하일 것
- (3) 접지시설을 설치할 때에는 낙뢰 등의 이상전압으로부터 보호를 위하여 다음 각 호의 사항을 반영하여야 한다.
 - ① 비절연보호선을 가공으로 설치할 것
 - ② 선로를 따라 공통 매설 접지선을 시설할 것
가. 복선의 경우 토공구간 1회선, 터널구간은 2회선을 포설한다.
나. 단선의 경우 1회선을 포설한다.
다. 역구내는 환형 또는 망상형으로 구성한다.
 - ③ 선로의 레일과 비절연 보호선 및 매설 접지선을 연결하는 횡단접속선을 평균 1[km]~최대 1.2[km] 간격으로, 기타지역은 1.5~2.0[km]마다 주기적으로 시설할 것
 - ④ 변전실 및 전기실 접지단자함과 선로변 철도 시설물의 금속제 외함, 금속제 관로, 금속 구조물 등은 공동 매설 접지선에 연결할 것, 다만, 지형 또는 주위조건에 따라 공동 매설접지선에 접속이 곤란한 개소의 금속제 등은 「전기설비기술기준의 판단기준(전기설비)」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.

2. 공통접지방식의 시설

- (1) 접지단자함은 운행속도 250킬로급 이하 구간에 250[m]마다 설치하고, 선로 피접지물 시설현황에 따라 설치간격을 조정할 수 있으며, 운행속도 300킬로급 이상 구간에서는 공동관로 내에 절연 접지선을 포설하며, 접속방법은 π 접속 또는 T접속으로 한다.
- (2) 공동관로 내에 포설되는 절연접지선은 모든 기기 등을 등전위 본딩 할 수 있도록 250[m]마다 매설접지선과 연결하며, 필요개소의 모든 피접지물을 절연접지선에 접속하여야 한다.
- (3) 공통접지방식에 사용하는 전선의 종류 및 규격은 다음 표에 의한다.



구 분	사용전선	수 량
매설접지선	Cu 35[mm ²]	1조
매설접지선	Cu 35[mm ²]	2조(양쪽)
임피던스본드접속선	F-GV 70[mm ²]	2조
횡단접속선	F-GV 70[mm ²]	2조
귀선전류귀환선(중성선)	F-GV 70[mm ²]	4조
접지인출선	F-GV 70[mm ²]	1조
절연접지선	F-GV 70[mm ²] ACSR/AW-OC 95[mm ²]	1조

(4) 접지선의 접속은 크래프접속 또는 압축접속, 용융접속으로 한다.

3. 선로변 울타리 등 금속체 접지시설

(1) 선로변 울타리 등 금속체는 다음 각 호의 사항을 반영하여야 한다.

- ① 절연접지선, 비절연보호선, 접지단자함에서 선로외측으로 직선거리 5[m]이내에 설치되는 선로변의 울타리 등과 같은 금속체는 공통접지에 연결하여야 한다.
- ② ①항 이외의 선로연변의 금속체, 특히 교량의 하부에 시설되는 울타리 등의 접지는 생략할 수 있으나, 설치위치, 환경 등의 현장여건에 따라 전기설비기술기준 및 판단기준에 의한 별도의 접지를 시행할 수 있다

4. 철도역사의 접지시설

- (1) 철도역사에 설치되는 수전실 및 전기실이 지상에 설치되는 개소는 수전실 및 전기실 하부에 접지망(메쉬)접지를 시설하고, 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결한다.
- (2) 수전실 및 전기실이 고가(선상역사) 또는 역사건물의 맨 아래층 제외한 중간층에 설치되는 경우 접지망(메쉬)접지를 시설하지 않고, 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결한다.
- (3) 수전실 및 전기실의 위치가 역사건물의 맨 아래층(지하역사 포함)에 설치되는 개소는 하부에 접지망(메쉬)를 시설하고 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결 한다.

해설 1. 접지설비 설치기준 및 시공주체

1. 접지설비 설치기준

- (1) 사고 시 발생하는 이상전류(낙뢰 · 고장전류)로 인한 인체 감전, 기기파손, 전력 · 전
자장비 오동작 및 파손(보호계전기 동작 확보) 등의 방지를 위하여 매설접지를 시설
하여야 한다.
- (2) 설치기준은 다음과 같다.

표 1. 토공구간 접지설비 설치기준

구 분	일반철도	고속철도
매설 접지선 (CU 35mm ²)	· 상선 1회선 매설	· 상선 1회선 매설
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)		· 상,하선 공동 관로내 2회선 포설
접지단자함	· 250m 간격으로 설치	
본딩선		· 250m
접속선		· 필요개소에서 분기

표 2. 터널구간 접지설비 설치기준

구 분	일반철도	고속철도
매설 접지선 (CU 35mm ²)	· 상, 하선 2회선 매설	· 상, 하선 2회선 매설
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)		· 상,하선 공동 관로내 2회선 포설
접지단자함	· 250m 간격으로 설치	
본딩선		· 250m
접속선		· 필요개소에서 분기
구조물 접지	· 접지용 평철 설치 200mm ² 이상	· 접지용 평철 설치 200mm ² 이상



표 3. 교량구간 접지설비 설치기준 및 설치현황

구 분	일반철도	고속철도
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)	· 상,하선 공동 관로내 2회선 포설	· 상,하선 공동 관로내 2회선 포설
접지단자함	· 필요개소에서 절연접지선과 T분기 후 접속	
접속선		· 필요개소에서 분기
구조물 접지	· 매 교각 마다 시설 · 교량 신축이음장치 개소 접지	· 매 교각 마다 시설 · 교량 신축이음장치 개소 접지

2. 시공 주체

- 선로변 접지망은 전력분야에서 시행하며 **선로변 울타리 등 금속체의** 피접지물과의 접속은 **전차선분야**에서 시행
- 횡단 접속선 및 보조 횡단 접속선은 신호 분야에서 시행
 - 궤도 회로의 연결을 위한 선로를 횡단하는 횡단 및 보조 횡단 접속선등 은 신호에서 설계, 시공하며 각각의 공사 한계는 다음과 같다
 - CPW 개소
전차선 시공분 : FPW와 접지 단자함간 접지선 연결 (접지단자함 포함)
신호 시공분 : 궤도 회로 접지선과 접지 단자함간 연결
 - NW 개소
전차선 시공분 : 선로 접지 단자함과 AT 접지 단자함간 연결 (접지단자함 포함)
신호 시공분 : 궤도 회로 접지선과 접지 단자함간 연결
- 구조물 접지는 토목에서 시행 (마감개소 동관단자 설치 및 본딩선 포함)
- 비전철구간은 매설접지선(CU 35mm²) 및 접속선(F-GV 70mm²)은 토목분야 에서 시공하고 접지단자함 설치 및 접속선 연결은 전력분야에서 시공
- 기존선 개량구간으로서 토목공사를 시행하지 않는 구간은 전력분야에서 시공하는 것을 원칙으로 하되, 신호/통신 선로의 매설공사만 시행할 경우 해당 분야에 반영

2.1 설계속도 250[km/h] 초과 구간

(1) 토공구간

표 4. 고속철도 토공구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
매설 접지선 (연동연선)	역 간	전력	토목
	역구내	전력	전력
절연 접지선(공동 관로내)		전력	전력
접속선 (매설접지선~절연접지선)		토목	토목(인출) 전력(접속)
임피던스 본드		신호	신호
NW (중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보조횡단접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선(접속)

(2) 교량구간

표 5. 고속철도 교량구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
접속선 (구조물접지~절연접지선)		토목	토목(인출) 전력(접속)
임피던스 본드		신호	신호
NW(중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보조횡단접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선(접속)



(3) 터널구간

표 6. 고속철도 터널구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
매설 접지선(연동연선)		토목	토목
접속선(매설접지선~ 접지단자)		토목	토목(인출) 전력 (접속)
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
임피던스 본드		신호	신호
NW(중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보조횡단접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	토목
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선 (접속)

2.2 설계속도 [250km/h] 이하 구간

(1) 토공구간

표 7. 일반철도 토공구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
매설 접지선 (연동연선)	역 간	전력	토목
	역구내	전력	전력
접속선(매설접지선~접지단자함)		전차선	토목(인출) 전차선 (접속)
접지 단자함		전차선	전차선
임피던스 본드		신호	신호
NW(중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보호선용 접속선 (중성선)	배관/ 배선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선 (접속)

(2) 교량구간

표 8. 일반철도 교량구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
접속선 (구조물접지~절연접지선)		토목	토목(인출) 전력(접속)
임피던스 본드		신호	신호
NW(중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보호선용 접속선 (중성선)	배관/ 배선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선(접속)

(3) 터널구간

표 9. 일반철도 터널구간 업무주체

구 분		업 무 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
매설 접지선(연동연선)		토목	토목
접속선(매설접지선~접지단자함)		토목	토목(인출) 전차선(접속)
임피던스 본드		신호	신호
NW (중성선)	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
보호선용 접속선 (중성선)	배관/ 배선	신호	신호
횡단접속	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	토목
피접지물 접지		토목	토목(인출) 전차선(접속)



해설 2. 공통접지 접속계통도

(1) 공통접지방식에서 역구내, 역간 등의 접속계통도는 다음 그림과 같다.

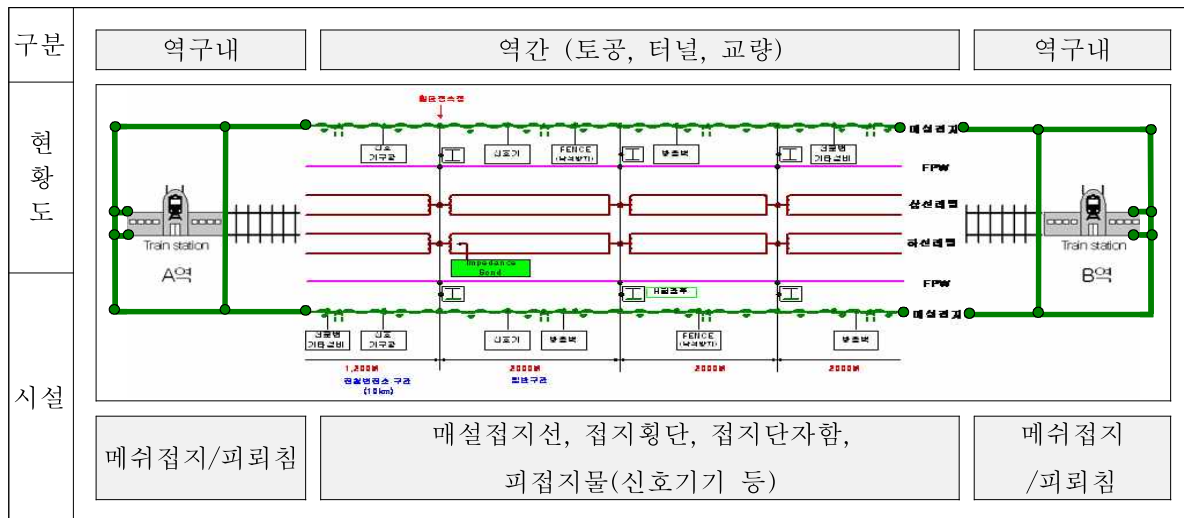


그림 1. 공통접지방식 계통도

(2) 고속철도 (토공구간) 접지계통도

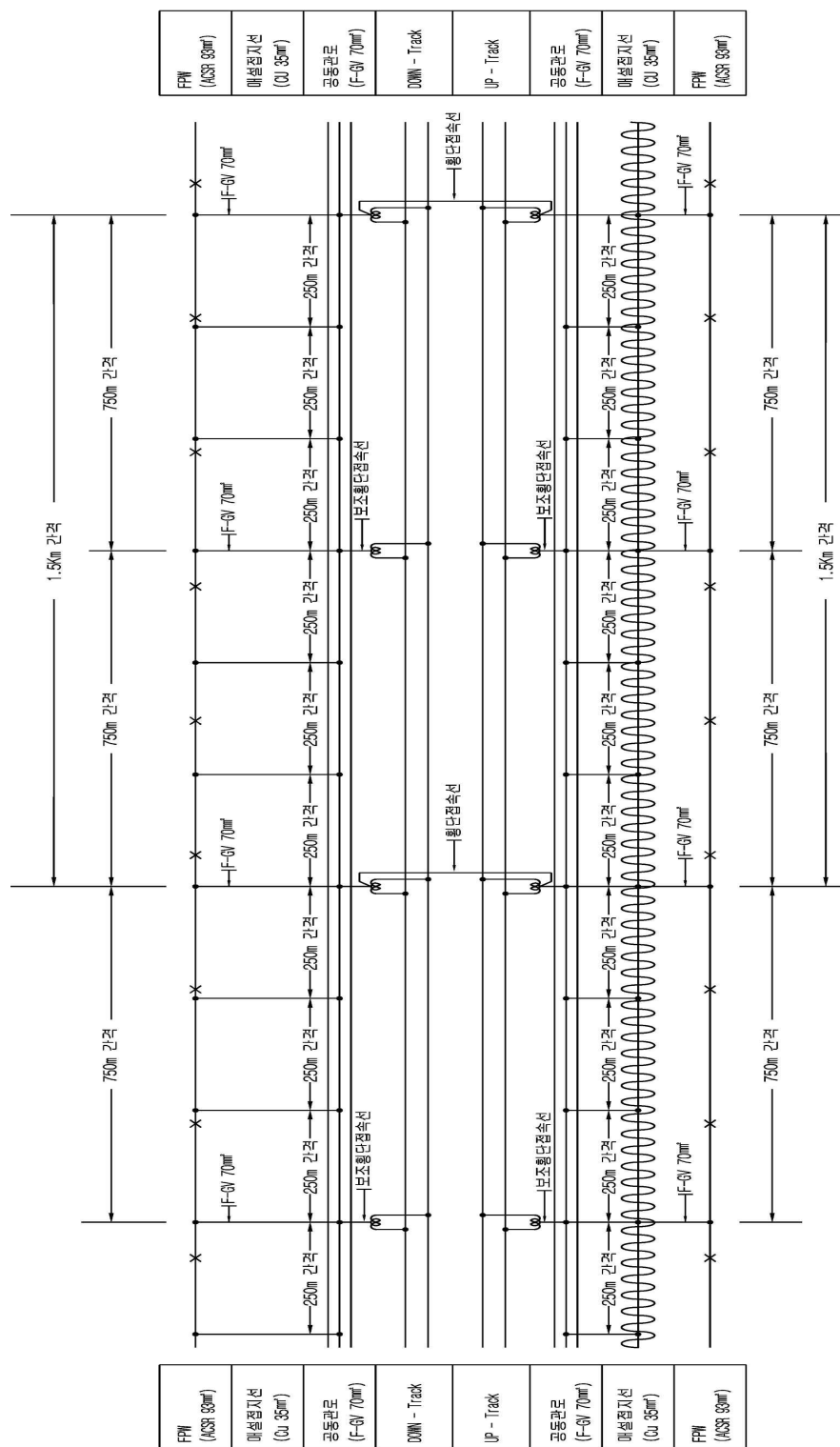
이인성, 이종호, 신영기, 김은복
신호열계 시금본

그림 2. 고속철도 토공구간 접지계통도



(3) 고속철도 (교량구간) 접지계통도

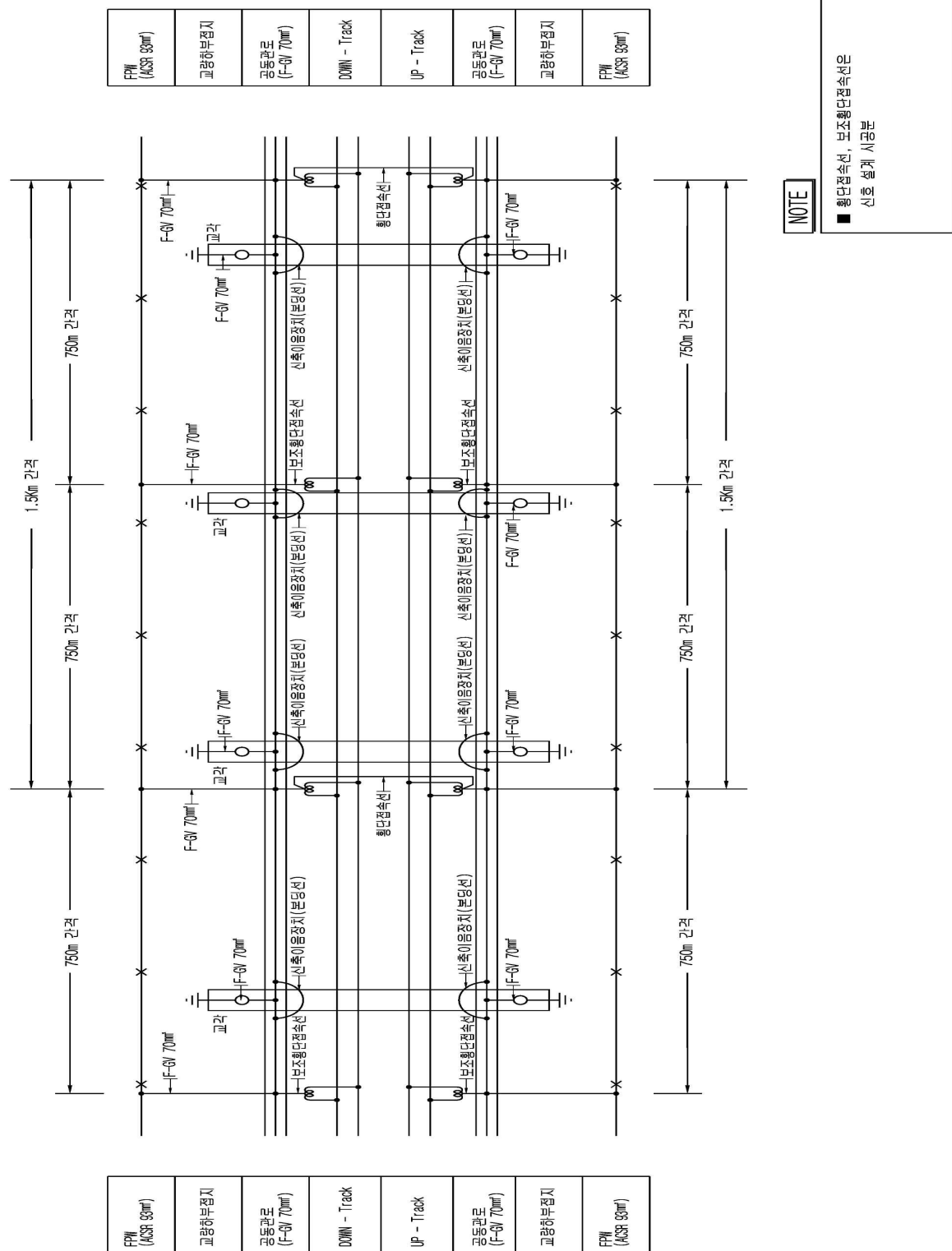


그림 3. 고속철도 교량구간 접지계통도

(4) 고속철도 (터널구간) 접지계통도

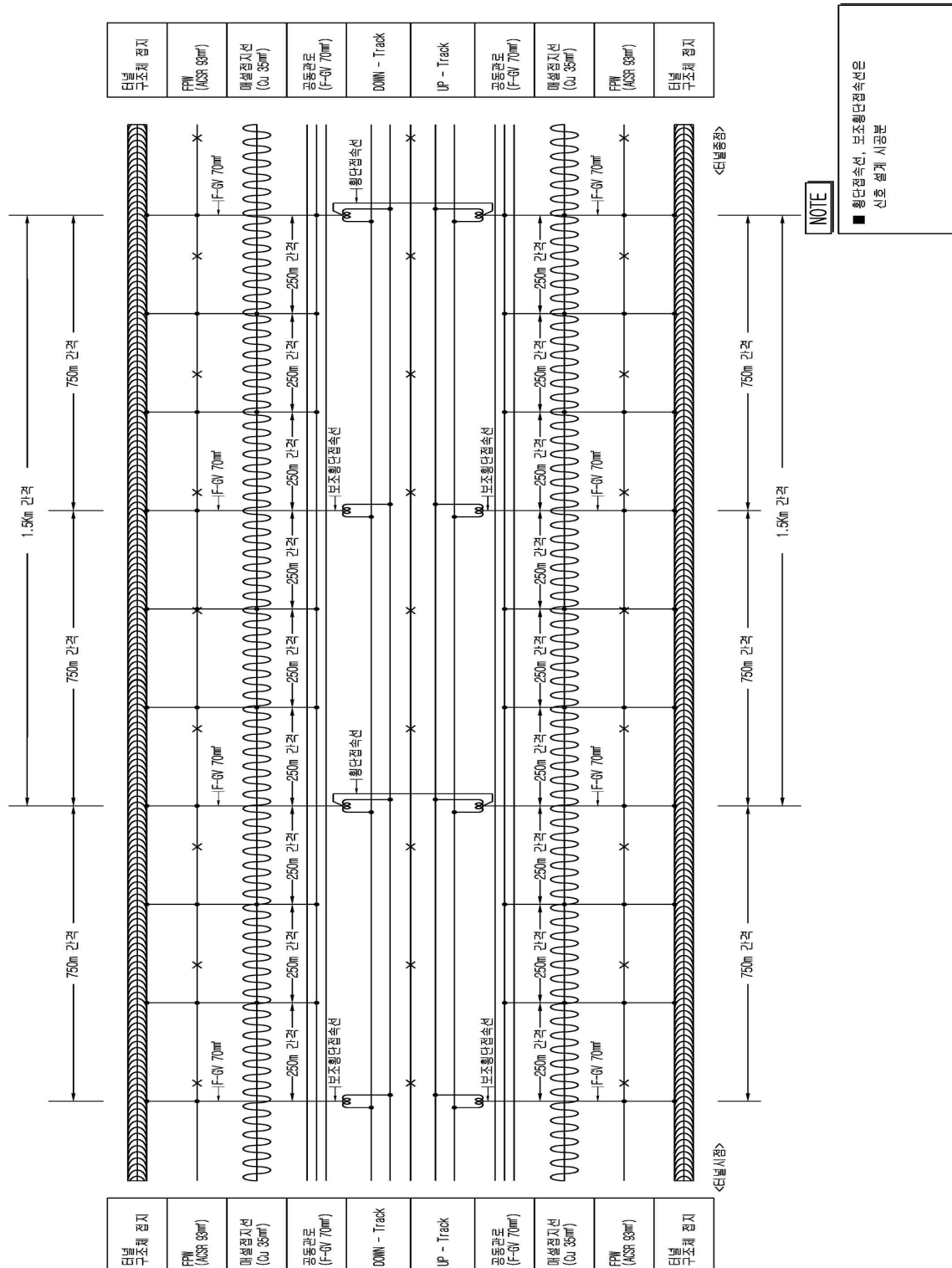
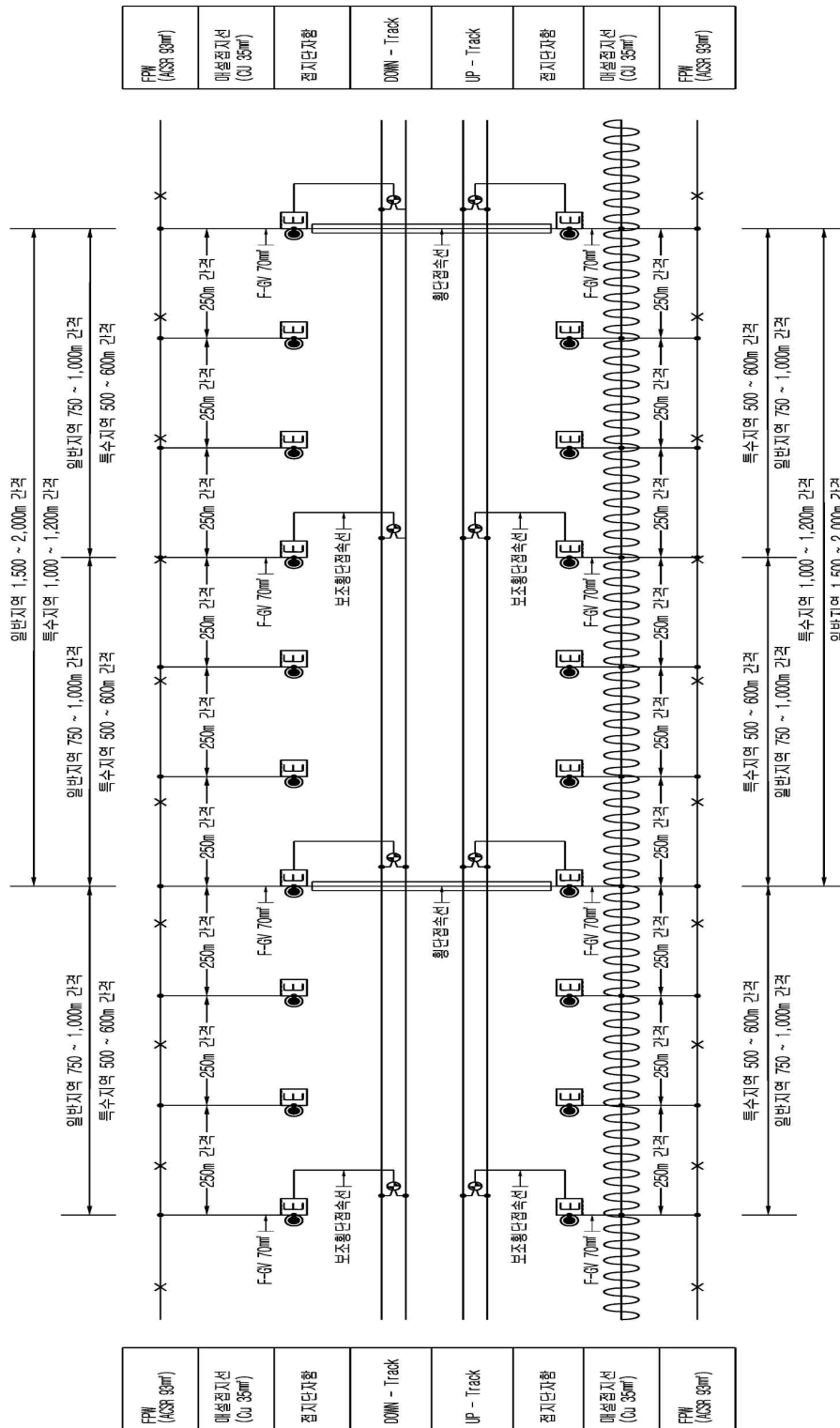


그림 4. 고속철도 터널구간 접지계통도



(5) 일반철도 (토공구간) 접지계통도



NOTE

■ 횡단접속선, 보조횡단접속선은
신호 설계 시공분

그림 5. 일반철도 토공구간 접지계통도

(6) 일반철도 (교량구간) 접지계통도

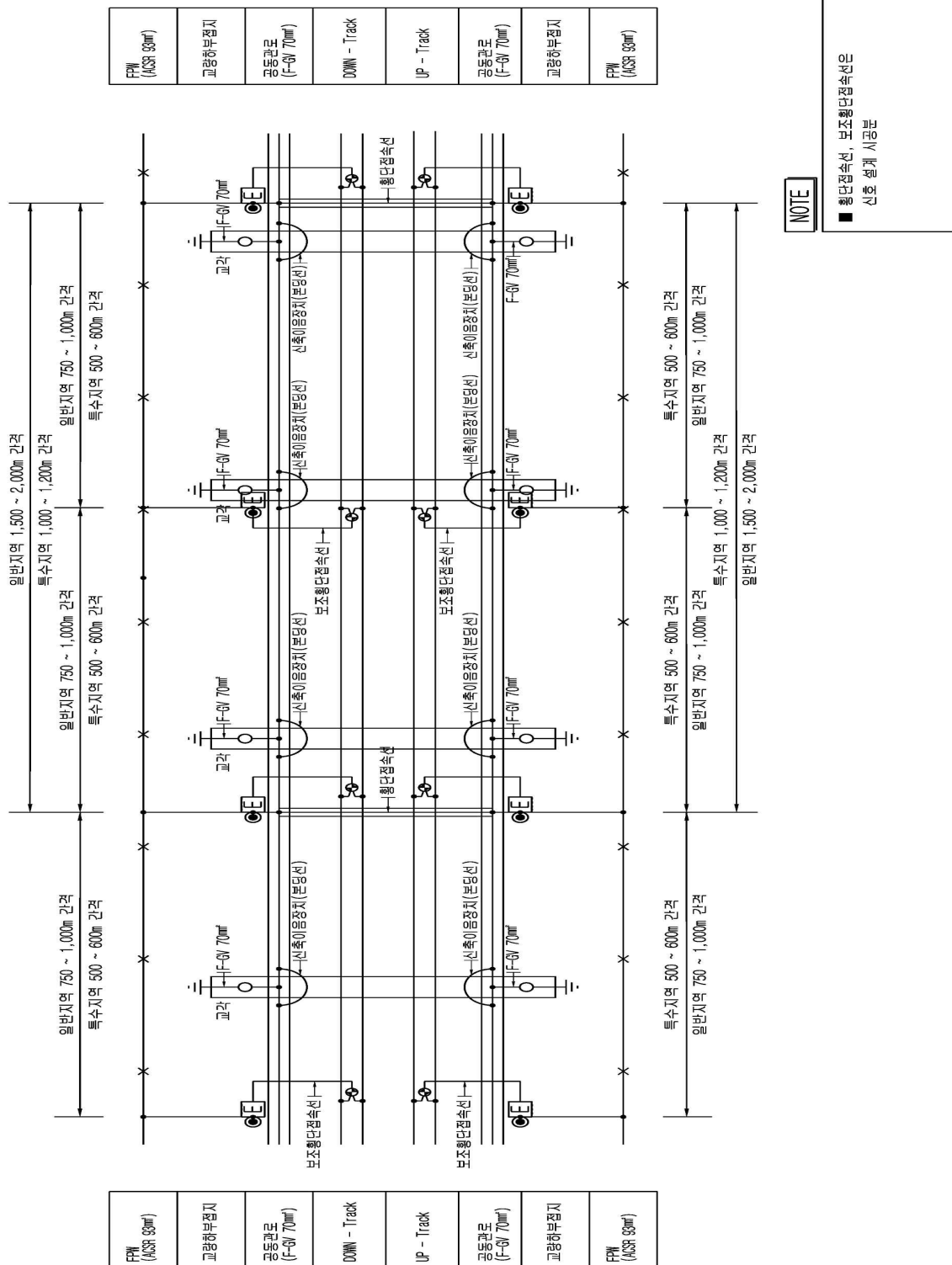


그림 6. 일반철도 교량구간 접지계통도(필요개소)

해설 3. 공통접지방식의 시설

1. 공통접지방식의 시설

- (1) 접지단자함은 운행속도 250킬로급 이하 구간에 250[m]마다 설치하고, 선로 피접지물 시설현황에 따라 설치간격을 조정할 수 있으며, 운행속도 300킬로급 이상 구간에서는 공동관로 내에 절연 접지선을 포설하며, 접속방법은 π 접속 또는 T접속으로 한다.
- (2) 공동관로 내에 포설되는 절연접지선은 모든 기기 등을 등전위 본딩 할 수 있도록 250[m]마다 매설접지선과 연결하며, 필요개소의 모든 피접지물을 절연접지선에 접속 하여야 한다.

- (3) 공통접지방식에 사용하는 전선의 종류 및 규격은 다음 표에 의한다.

구 분	사용전선
매설접지선	Cu 35[mm ²]
임피던스본드접속선	F-GV 70[mm ²]
횡단접속선	F-GV 70[mm ²]
귀선류귀환선(중성선)	F-GV 70[mm ²]
접지인출선	F-GV 70[mm ²]
절연접지선	F-GV 70[mm ²] ACSR/AW-OC 95[mm ²]

- (4) 알루미늄 절연접지선으로 시설할 때에는 다음 각호의 사항을 반영하여야 한다.

- ① 일반철도는 교량구간 공동관로내, 고속철도는 토공 및 교량구간 공동관로내에 알루미늄 절연접지선(ACSR/AW-OC 95mm²)으로 시설하며 접지선 식별을 위해 접속표시 개소, 말단 및 기타 필요개소에 녹색테이프를 부착한다.
- ② 알루미늄 절연접지선에서 T분기 인출선은 시공성을 고려하여 동(Cu) 절연접지선으로 사용한다.

- ③ 직선접속 슬리브는 한전표준규격(ES-5935-0004)을 적용하며 다음 표에 의한다.

접지선 규격	한전표준규격(ES-5935-0004)	
	기호	슬리브 규격
Al 95mm ² , Cu 70mm ²	S-1	Al 95mm ² , Cu 100mm ²

- ④ 분기접속 슬리브는 접지선 규격에 적합한 한전표준규격(ES-5935-0001) 또는 철도 표준규격(KRS PW 0039-6)을 적용하며 다음 표에 의한다.



접지선 규격	한전표준규격(ES-5935-0001)	
	기호	슬리브 규격
Al 95mm ² , Cu 16mm ²	E3-1	Al 95mm ² , Cu 38mm ²
Al 95mm ² , Cu 35mm ²		
Al 95mm ² , Cu 50mm ²	E3-2	Al 95mm ² , Cu 60mm ²
Al 95mm ² , Cu 70mm ²		
Al 95mm ² , Cu 95mm ²	E3-3	Al 95mm ² , Cu 100mm ²

접지선 규격	철도표준규격(KRS PW 0039-6)	
	기호	슬리브 규격
Al 95mm ² , Cu 70mm ²	SS-1	Al 95mm ² , Cu 100mm ²
Al 95mm ² , Cu 95mm ²		

- ⑤ 슬리브의 전선 삽입구멍에는 산화방지 및 접속특성 향상을 위한 컴파운드는 한전 표준규격(ES-6850-0002)을 적용하고 슬리브 제작시 제작업체에서 컴파운드를 도포하여 납품토록 해야한다.
- ⑥ 동(Cu)과 알루미늄간 슬리브 접속 후 절연성능 확보 및 방식, 방수를 위해 자기용 착테이프 사용하여야 한다.
- ⑦ 동(Cu)과 알루미늄간 접속지점을 알 수 있도록 알루미늄 재질의 “접지접속 표지판”을 확인이 가능한 위치에 부착하여야 한다.
- ⑧. 그 외 명시하지 않은 사항은 한전표준규격 또는 철도표준규격을 준용한다.

(5) 접지선의 접속은 크래프접속 또는 압축접속, 용융접속으로 한다.

해설 4. 철도선로 특성에 적합한 공통접지방식 설계기준 [연구용역 결과]

1. 용 어

1.1 현재 사용중인 용어 비교

공통접지 계통의 전기, 신호 분야에서 사용하고 있는 용어는 동일한 목적과 기능을 갖고 있지만 각각의 보고서에는 아래와 같이 서로 다르게 표현되어 있다.

1.1.1 전기 분야

표 14. 전기 분야 사용중인 용어

구 분	내 용	비 고
FPW (Fault Protective Wire)	비절연 보호선	
NW (Neutral Wire)	중성선	
CPW (Connector of Protective Wire)	보호선용 접속선	
CCL(Cross Connection Line)	횡단 접속선	
ACCL(Auxiliary Cross Connection Line)	보조 횡단 접속선	
BEC (Buried Earth Wire)	매설 접지선	

1.1.2 신호 분야

표 15. 신호 분야 사용중인 용어

구 분	내 용	비 고
LTI (Overall Transverse Link)	건넌선	경부 1단계
ICL (Inter Cross Link)		경부 2단계
LEAE (Partial Traverse Link)	반 건넌선	
CPW (Catenary Protective Wire)	공중 보호선	
GGN (General Ground Network)	접지망	
Common mode	공동 접지	
Differential mode	단독 접지	
BEC (Buried Earth Wire)	매설 접지선	

1.2 고속철도 횡단 접속선 적정 거리

(2001년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2001.7.18-20“공동 접지망 구성요소 LEAE 와 LTI 분석)

공동 접지망의 구성은 LTI(ICL)와 LEAE를 사용한다. 이는 귀선 전류의 평행 및 궤도에 인가되는 선로 및 접지 전압의 감소를 위해 사용하며 일반적으로 LEAE는 동일 궤도에 존재하는 각각의 접지 장비에 대한 “1/2 횡단접속”으로 LTI는 상행, 하행 궤도 설비 모두를 연결함으로 횡단 공통접속의 의미를 갖는다.

프랑스의 경우 접지관련 영역은 적색영역(Red Area)과 녹색영역(Green Area)으로 분



류하여 취급한다.

적색영역은 반경 10[km]로 주어지는 변전소 부근을 의미하며 그 이외의 영역은 모두 녹색 영역으로 정의한다.

그러나 고속선의 경우에는 모든 구간이 적색영역으로 분류된다. 이에 따라 프랑스의 규정집 NGEF4D1No1에 의해 공동접지 관련 횡단 접속선의 간격은 다음과 같이 주어진다.

표 16. 프랑스 접지관련 영역 구분

적색 영역의 LTI와 LTI간격	<ul style="list-style-type: none"> o 1,500[m] 이하 o 필요시 LTI와 LTI 사이에는 LEAE가 사용되며 LTI와 LEAE의 간격은 750[m]로 주어진다.
녹색 영역의 LTI와 LTI간격	<ul style="list-style-type: none"> o 3,000[m] 이하 o 필요시 LTI와 LTI 사이에는 LEAE가 사용되며 LTI와 LEAE의 간격은 1,500[m]로 주어진다.

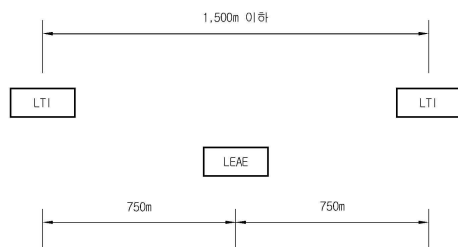


그림 8. 적색지역

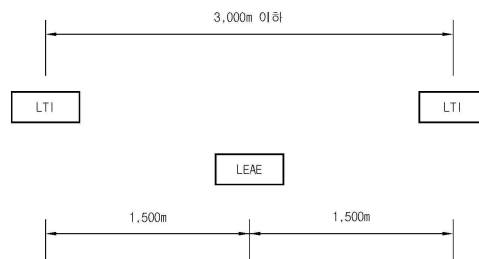


그림 9. 녹색지역

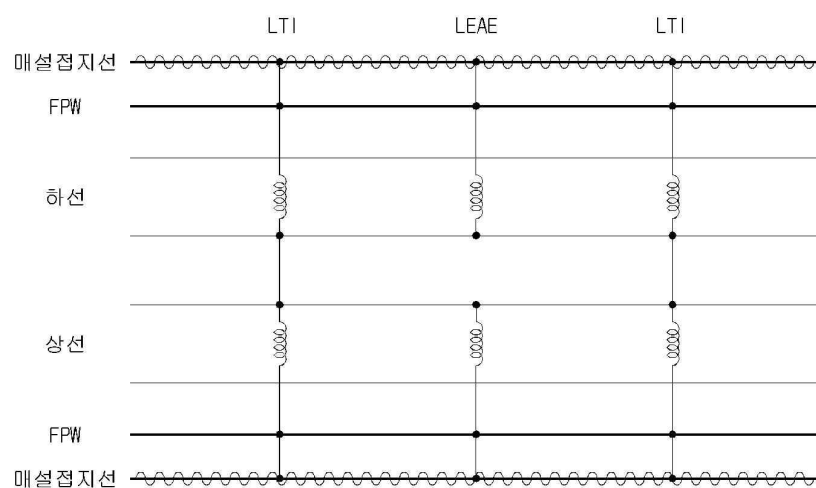


그림 10. LTI와 LEAE 접속

1.3 일반철도 횡단 접속선 적정 거리

(전철급전회로 이상전압 억제를 위한접지시스템 연구, 한국철도기술연구원)

1.3.1 변전소 위치에 따라 보호해야 할 지역의 분류

전차선과 변전소 인근의 레일에서 순환하는 전류 강도를 고려하여 보호지역의 분류를 “특수지역”과 일반 지역으로 표시한다.

(1) 전기 공급 2 x 25,000[V]

- ① 특수지역 : 변전소로부터 10[km] 양방
- ② 일반지역 : 다른 지역

1.3.2 역간(일반구간)

접속선의 설치 간격(고속선은 별도로 규정)은 특수지역(변전소로부터 10km 양방) 1,000 ~ 1,200[m], 일반구간 1,500 ~ 2,000[m]로 한다.

역간에서는 보조 횡단 접속점을 두지 않으며 궤도회로에 임피던스 본드 이외에 튜닝 유니트 등이 있을 경우에는 횡단 접속점과의 거리는 최소 100[m] 이상이격 시킨다. (상호간섭 방지)

1.3.3 변전소 구간 (SP, SSP 포함)

횡단 접속선의 설치 간격은 귀선 전류가 변전소로 유입되는 특수지역 (변전소로부터 양방 10km)이기 때문에 안전을 고려하여 1,000~1,200[m]로 한다.

1.4 철도전철전력설비 설계 지침 (2011.12.01 제정)

1.4.1 제 243조 (공통접지 방식의 시설)

- (1) 접지단자함은 설계속도 250[km/h]이하 구간에 250[m] 마다 설치하고, 선로 피접지물 시설현황에 따라 설치간격을 조정할 수 있으며, 운행속도 300[km/h] 이상 구간에는

공동관로 내에 절연 접지선을 포설하고 접속방법은 π 접속 또는 T접속으로 한다.

- (2) 공통접지방식에 사용하는 전선의 종류 및 규격은 다음 표에 의한다. 다만, 비절연보호선은 선구별 설계조건에 따라 다르게 적용할 수 있다.



표 17. 철도전철전력설비 설계 지침의 전선종류 및 규격

구 분	사용 전선	수 량
매설 접지선	Cu 35[mm ²]	1조
매설 접지선	Cu 35[mm ²]	2조(양쪽)
임피던스본드접속선	FGV 70[mm ²]	2조
횡단 접속선	FGV 70[mm ²]	2조
귀선전류귀환선(중성선)	FGV 70[mm ²]	4조
절연접지선	FGV 70[mm ²]	1조

1.5 용어의 정의

전기분야와 신호분야에서 사용하는 용어중 동일한 목적을 갖는 용어를 정리하면 다음과 같다.

(1) LTI

신호분야에서 건넌선으로 표기되는 용어로 전기분야에서 사용되는 횡단 접속선과 동일한 목적으로 사용되고 있으며 상, 하선간 매설 접지선 연결을 의미한다.

(2) LEAE

신호분야에서 반 건넌선으로 표기되는 용어로 전기분야에서 사용되는 보조횡단 접속선과 동일한 목적으로 사용되고 있으며 상선 또는 하선의 신호기기를 동일선로의 매설 접지선과 연결하는 목적으로 사용된다.

표 18. 용어의 정리

전기분야		신호분야		용어 정리		비고
영문 표기	국문표기	영문 표기	국문표기	영문 표기	국문표기	
FPW(Fault Protective Wire)	비절연 보호선			FPW(Fault Protective Wire)	비절연 보호선	
NW(Neutral Wire)	중성선			NW(Neutral Wire)	중성선	
CPW(Connector of protective Wire)	보호선용 접속선	CPW(Connector of protective Wire)	공중보호선	CPW(Connector of protective Wire)	보호선용 접속선	

전기분야		신호분야		용어 정리		비고
영문 표기	국문 표기	영문 표기	국문 표기	영문 표기	국문 표기	
CCL(Cross Connection Line)	횡단 접속선	LTI(Overall Transverse Link)	건넌선	CCL(Cross Connection Line)	횡단 접속선	
		ICL(Inter Cross Link)				
ACCL(Auxiliary Cross Connection Line)	보조 횡단 접속선	LEAE(Partial Traverse Link)	반 건넌선	ACCL(Auxiliary Cross Connection Line)	보조 횡단 접속선(임피던스 본드 접속선)	
BEC(Buried Earth Wire)	매설 접지선	BEC(Buried Earth Wire)	매설 접지선	BEC(Buried Earth Wire)	매설 접지선	
				IEW(Insulation Earth Wire)	절연 접지선	
-	-	GGN(General Ground Network)	접지망	GGN(General Ground Network)	접지망	
-	-	-	-	BW(Bonding Wire)	본딩선	
-	-	-	-	CW(Connection Wire)	접속선	

(주) 본딩선 : 접지선과 접지선간 연결 또는 구조체와 구조체간을 연결하는 전선
 접속선 : 접지선과 접지 단자함 또는 선로변에 설치되는 피접지물과 연결하는 전선

1.6 용어의 해설

(1) 비절연 보호선 (Fault Protective Wire)

단권 변압기방식의 지하구간 및 공통 접지방식 구간에서 섬락보호를 위하여 철재, 지지물을 연접하여 귀선레일에 접속하는 가공전선으로서 대지에 대하여 절연하지 아니하는 전선

(2) 중성선 (Neutral Wire)

단권변압기의 중성점과 귀선레일을 접속하는 전선

(3) 보호선용 접속선 (Connector of Protective Wire)

FPW 와 접지 단자간을 연결하는 전선

(철도전철전력설비 설계지침 제5조 용어의 정의 67.“보호선용 접속선”이란 단권변압기 방식에서 보호선과 귀선레일을 접속하는 전선을 말한다. 수정 필요)

(4) 횡단 접속선 (Cross Connection Line)

상, 하선 각 궤도에 대한 귀선전류 평행단락 또는 지락사고 발생 시 대지전위의 감소를 목적으로 설치하는 전선

(5) 보조 횡단 접속선 (Auxiliary Cross Connection Line)



동일궤도에 존재하는 각각의 접지장비만을 연결하는 1/2 횡단 접속을 목적으로 설치하는 전선을 말한다.

(6) 매설 접지선 (Buried Earth Wire)

공통접지방식에서 레일과 병행하여 양쪽 또는 한쪽에 매설하는 접지용 전선

(7) 절연 접지선 (Insulation Earth Wire)

공통접지방식에서 콘크리트내 매입되거나 공동구내 포설 또는 노출로 시공되는 개소에 사용하는 피복된 전선

(8) 본딩선 (Bonding Wire)

접지선과 접지선간 연결 또는 구조체와 구조체간을 연결하는 전선

(9) 접속선 (Connection Wire)

접지선과 접지 단자함 또는 선로변에 설치되는 피접지물과 연결하는 전선

2. 설계 및 시공의 구분(안)

2.1 신호 시스템의 접지 요구 조건

(1) 신호시스템의 접지 요구 조건

- ① 토공구간 상·하선 횡단접속 : 50 ~ 250[m] 간격 시설(철도 노선내의 모든 기기 및 구조물 등의 금속체는 등전위 본딩)
- ② ICL(Inter Cross Link) 횡단접속 : 1 ~ 1.2[km] 간격 시설
- ③ 매설접지선(CU 35mm²)과 절연접지선(F-GV 70mm²) 상호 접속은 50[m] 간격
- ④ 신호 제어함, 표지류 등의 금속체는 접지선 인출부 길이를 100[m] 이내
- ⑤ 선로변 10[m]내 모든 금속체는 접지

(2) 공통 사항

- ① 노반 상·하선 공동관로에 절연접지선(F-GV 70mm²)을 포설하여 선로변의 각종 설비 및 구조물, 방음벽, 휨스 등의 금속체와 접속
- ② 노반 상·하선 절연접지선(F-GV 70mm²)은 1 ~ 1.2[km] 간격으로 접속하고 임피던스 중성선과도 접속하여 전차선 귀선로 구성(Inter Cross Link 및 Connector of Protective Wire 횡단개소)

2.2 검 토

- (1) 토공구간 상·하선 횡단접속을 50 ~ 250[m] 간격으로 시설할 경우 궤도회로의 오동작으로 열차 통행에 지장을 줄 수 있어 필요개소에 신호에서 접속하는 것이 바람직하며
- (2) ICL(Inter Cross Link) 횡단접속선을 1 ~ 1.2[km] 간격으로 시설은 궤도 회로의 연결을 위하여 시설됨으로

(3) 다음과 같이 제안함

- ① 제1안 : 접지 설계시 신호, 통신 분야에서 선 시행 후 전기에서 취합하여 접지설계를 시행
- ② 제2안 : 신호, 통신 분야에서 선 시행이 곤란할 경우 “매설접지 설계기준 및 시설방안 검토(전철전력처-5884, 2010.12.14)의 매설접지 설계 및 시공주체”에 표기된 바와 같이 각 분야가 토목분야와 인터 페이스 협의를 시행하여 각각 설계를 진행하도록 하며 전기분야에서는 접지망을 구성하고 각 분야에서 필요개소의 피접지물 접지를 위하여 인출 후 연결하며 횡단 접속선 및 보조 횡단 접속선은 신호 분야에서 설계, 시공

3. 고속철도 매설접지 설계기준(안)

(1) 검토

철도의 안전 운행을 위한 신호/통신시스템의 보호를 위한 조건인 1[km] 당 1Ω이하의 접지저항을 유지하여야 한다는 점은 현장의 여건상 1[km] 마다의 접지저항을 측정한다는 것이 불가능한 현실이므로 본 연구용역 사업에서 철도 주변의 대지저항률 측정 및 분석결과와 시뮬레이션 등을 통한 검토결과에 의하면 매설접지방식의 접지전극을 1k[m] 이상의 구간에서 1회선만 시설하여도 이 조건은 충분히 만족하는 것으로 판단된다.

- ① 토공구간에서 노반 상선에 매설접지선(CU 35mm²) 1회선을 설치하고 공동관로 내에는 상, 하선 모두 절연접지선 시설, 모든 기기 등을 등전위 본딩할 수 있도록 매설 접지선과 절연 접지선을 250[m] 간격마다 접속하며, 공동관로내 절연 접지선에서 필요개소의 전철주, 방음벽, 울타리, 안전난간, 핸드레일 등의 모든 피접지물을 절연접지선에 접속하는 것을 제안함.
- ② 교량구간에서 교각의 구조체를 접지전극으로 활용하고, 상·하선의 공동 관로 내에 절연접지선(F-GV 70mm²)을 시설하여 선로 인근의 전철주, 안전난간, 핸드레일 등의 모든 피접지물을 절연접지선으로 접속하도록 하는 것을 제안함. 또한, 교량의 신축이음(Expansion Joint) 개소마다 절연접지선(F-GV 70mm²)으로 접속(등전위 본딩)할 것을 제안함.
- ③ 터널구간에서 터널의 구조체를 접지전극으로 활용하며 노반 상·하선에 매설접지선(CU 35mm²)을 시설하고, 터널(구조체)접지와 연결하며 상·하선의 공동 관로 내에 절연접지선(F-GV 70mm²)을 시설하고 매설 접지선과 절연 접지선을 250[m] 마다 접속하고 동 관로내 절연 접지선에서 필요개소의 전철주, 방음벽, 울타리, 안전난간, 핸드레일 등의 모든 피접지물을 절연접지선에 접속하는 것을 제안함.



4. 일반철도 매설접지 설계기준(안)

(1) 검토

철도의 안전 운행을 위한 신호/통신시스템의 보호를 위한 조건인 1[km] 당 1Ω이하의 접지저항을 유지하여야 한다는 점은 현장의 여건상 1[km] 마다의 접지저항을 측정한다는 것이 불가능한 현실이므로 본 연구용역 사업에서 철도 주변의 대지저항률 측정 및 분석결과와 시뮬레이션 등을 통한 검토결과에 의하면 매설접지방식의 접지전극을 1[km] 이상의 구간에서 1회선만 시설하여도 이 조건은 충분히 만족하는 것으로 판단된다.

- ① 토공구간에서 노반 상선에 매설접지선(CU 35mm²)을 1회선을 시설하며, 전철주에 250[m] 간격으로 접지단자함을 설치하여 주변 접지 대상물과 연결하여 접지를 시행하도록 하며, 모든 기기 등을 등전위 본딩할 수 있도록 제안함.
- ② 교량구간에서 교각의 구조체를 접지전극으로 활용하고, 상·하선의 공동 관로 내에 절연접지선(F-GV 70mm²)을 시설하여 선로 인근의 전철주, 안전난간, 핸드레일 등의 모든 피접지물을 절연접지선으로 접속하도록 하는 것을 제안함. 또한, 교량의 신축이음(Expansion Joint) 개소마다 절연접지선(F-GV 70mm²)으로 접속(등전위 본딩)할 것을 제안함.
- ③ 터널구간에서 터널의 구조체를 접지전극으로 활용하며 노반 상·하선에 매설접지선(CU 35mm²)을 시설하고, 터널(구조체)접지와 250[m] 마다 설치되는 접지단자함에서 터널 내의 안전난간, 핸드레일 등의 모든 피접지물에 접속할 것을 제안함.

5. 접지 계통도

(1) 고속철도 (토공구간)

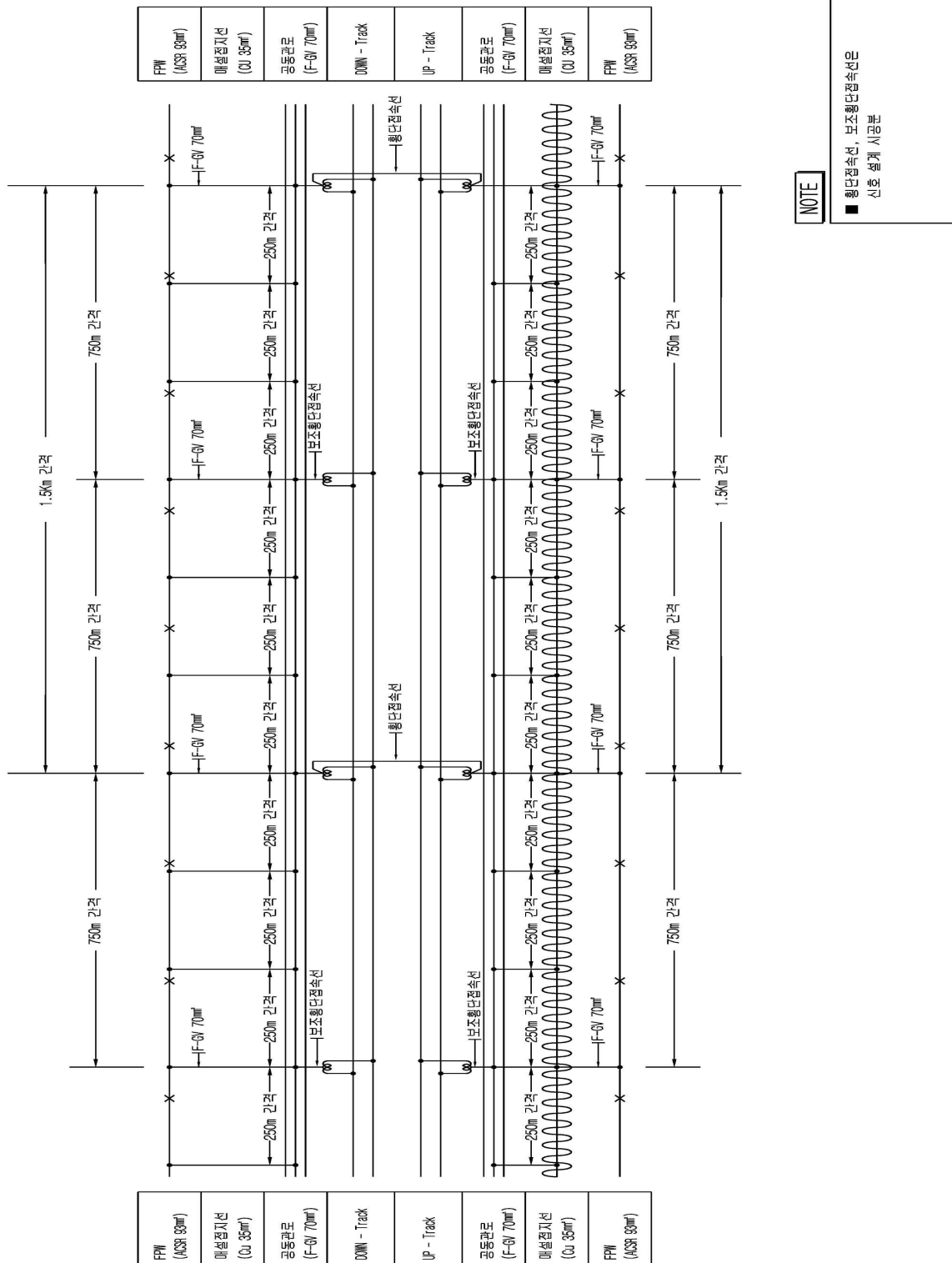


그림 11. 고속철도 토공구간 접지계통도



(2) 고속철도 (교량구간)

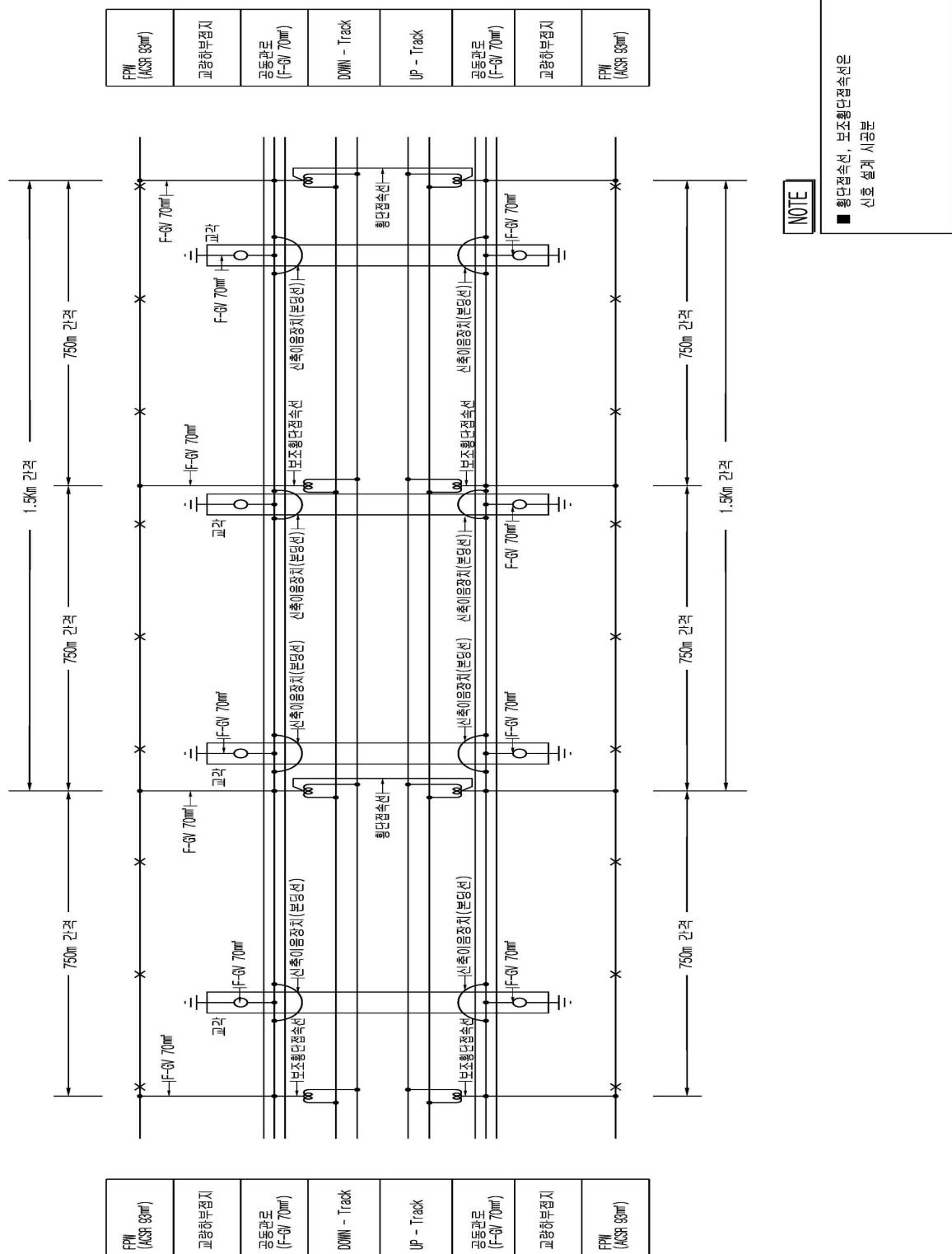


그림 12. 고속철도 교량구간 접지계통도

(3) 고속철도 (터널구간)

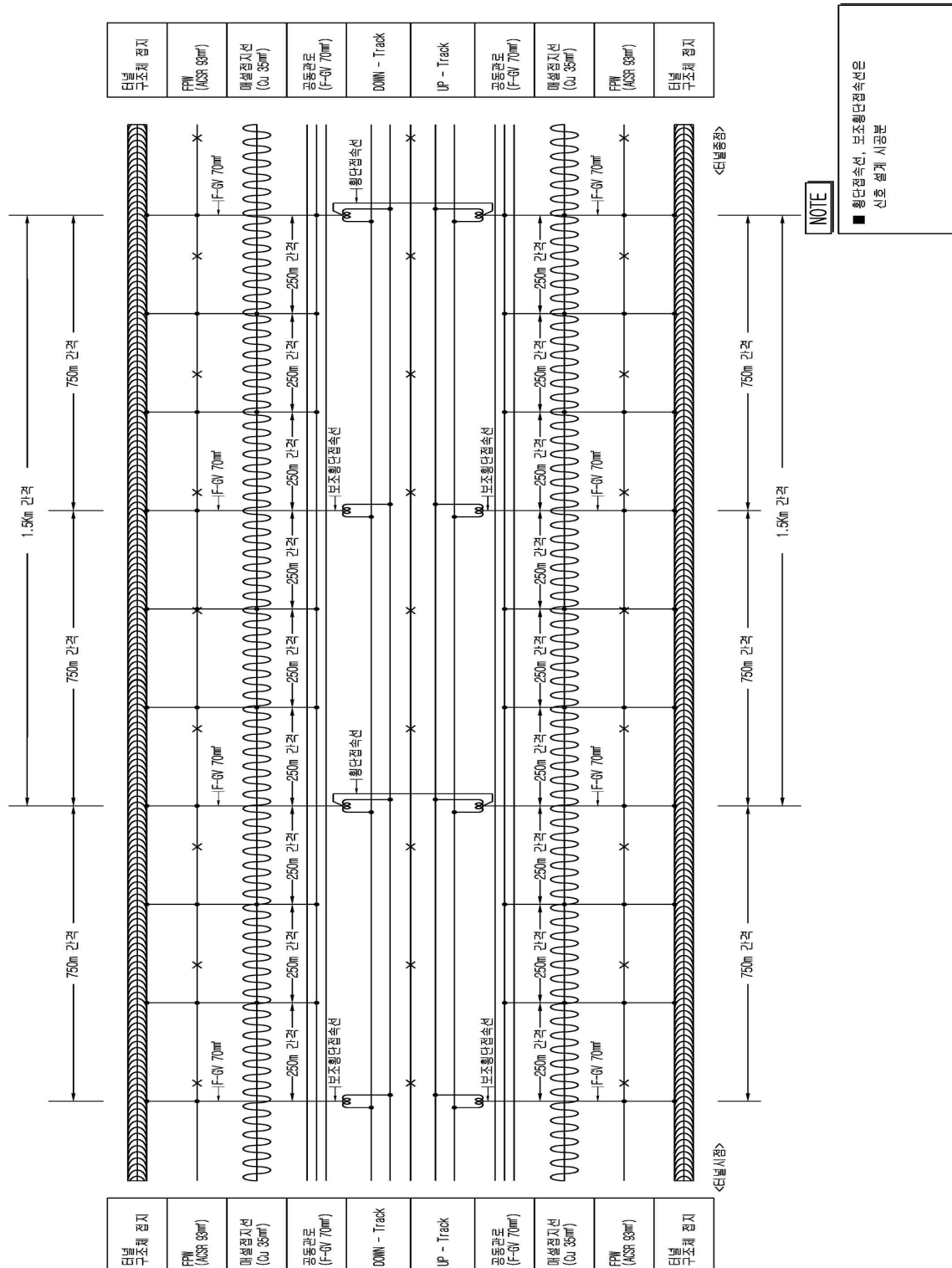
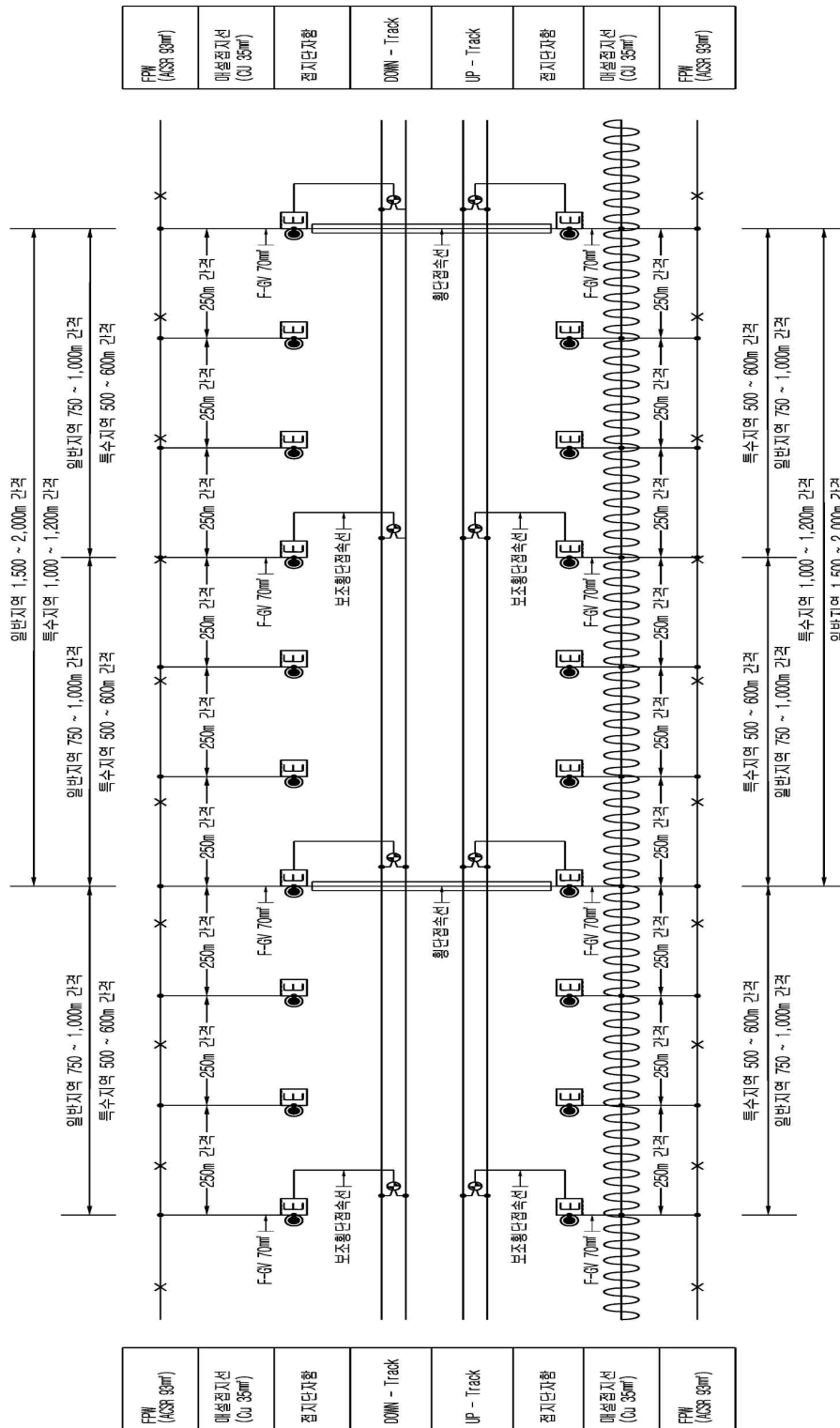


그림 13. 고속철도 터널구간 접지계통도



(4) 일반철도 (토공구간)



NOTE

■ 행단점속선, 보조행단점속선은
신호 설계 시공분

그림 14. 일반철도 토공구간 접지계통도

(5) 일반철도 (교량구간)

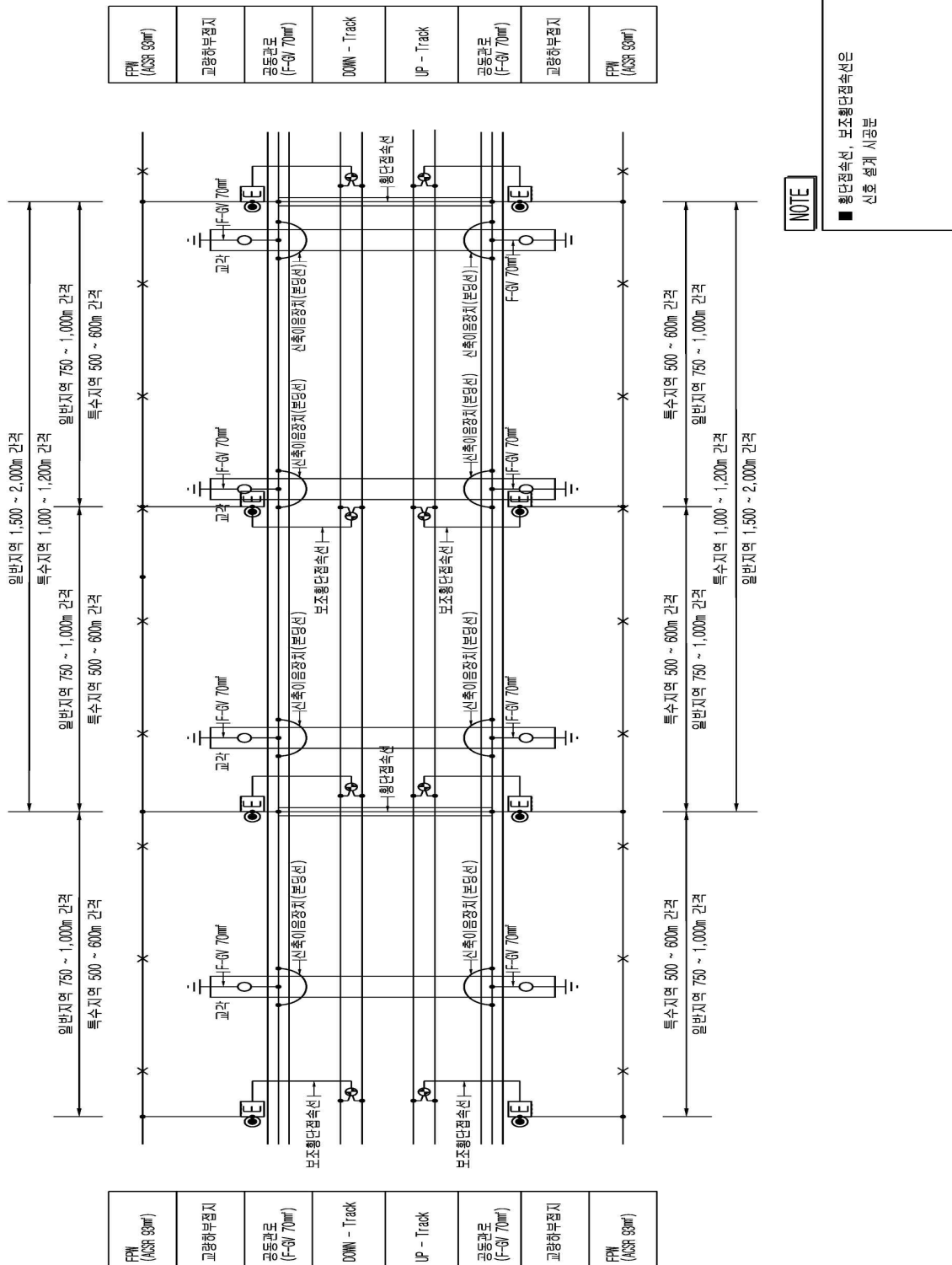


그림 15. 일반철도 교량구간 점지계통도

6. 역구내 매설접지 시공(안)

(1) 역구내 매설접지 시설(안)

① 검토

전기철도의 역구내에는 전력설비 및 신호/통신설비 등의 각종 피접지물들이 다수 분포되어 있으므로 역구내 매설접지는 기존과 같이 매설접지(연동연선)선을 망상(Mesh) 접지전극(토공구간의 역사 구내는 망상 접지전극, 교량구간의 연사 구내는 교각구조체를 접지전극으로 활용)으로 구성하고, 피접지물의 분포 구간에는 절연접지선을 추가 포설하여 피접지물을 접속함으로써 역구내 모든 철도 관련 시설물들을 등전위 분당하여 사고 시 승객과 보수요원의 안전과 각종 기기들의 보호를 위하여 공통(통)접지가 되도록 시설할 것을 제안함.

② 역구내 매설접지 구성

가. 본선의 매설접지선(연동연선)을 정거장의 시, 종점부에서 횡단 접속하고 역구내 접지시스템을 환형 또는 망상형으로 구성

나. 역구내에 시설되는 접지망에 전기실, 신호/통신 기계실, 각종 표지류, 신호기기, 울타리, 전원 및 제어기기 등의 피접지대상물을 접속

다. 피접지물의 분포에 따라 절연접지선을 추가 설치하여 피접지물 접속

③ 역구내 접지망 구성도

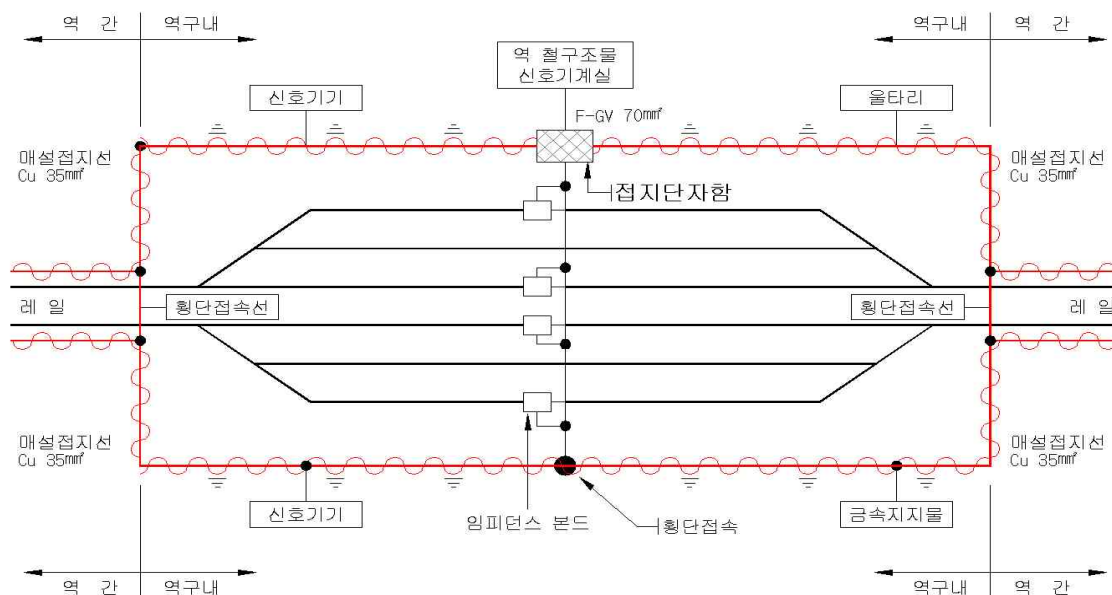


그림 17. 역구내 접지망 구성도(안)



7. 구조물 접지(안)

7.1 터널(박스) 구조물 접지

(1) 고속철도

경부고속 철도 토목관련 전기설비 표준도(3차 수정, 2006.05.24)에 수록되어있는 내용을 일부 발취 하면 다음과 같다.

- ① 터널 라이닝 콘크리트내 횡, 종단 방향으로 평철(단면적 200mm² 이상)을 설치하고 이음개소 마다 용접한다.
- ② 평철이음개소, 평철과 철근 접속을 위한 용접은 용접부분이 평철 단면적(200mm² 이상)이 되도록 용접하여야 한다.(5cm)
- ③ 접지단자는 평철과 연결하여 터널 양측 입구(내측 10m)와 터널내 양면의 매 블록마다 설치한다.
- ④ 접지단자 설치 높이는 터널내 양쪽 벽면에 각각 300[mm]의 높이(전선관 상부기준)로 콘크리트에 매설 설치한다.
- ⑤ 평철과 교차하는 종방향 철근은 최소 1[m] 마다 용접하고 횡방향 철근은 터널 상부는 0.5[m], 하부는 1[m] 간격으로 용접 시공한다.
- ⑥ 터널 라이닝자체도 무근이고 배수 공동구가 무근 일때 접지 시공은 안한다.
- ⑦ 터널 벨마우스 14.2[m]도 평철을 시공하여야 한다.
- ⑧ 토목 구조물 신축에 따른 E.J부분은 접지 평철을 절단한다. 그러므로 E.J 한 개소당 접지 평철에 접지단자 시공.



그림 18. 터널내 철근과 평철 및 접지 단자 설치

7.2 교량 구조물 접지

(1) 고속철도

경부고속 철도 토목관련 전기설비 표준도(3차 수정, 2006.05.24)에 수록되어 있는 내용을 일부 발취 하면 다음과 같다.

- ① 교각하부의 Pile(Pile이 없는 경우 제외) 2개 이상을 상호 연결 되도록 테르밋 용접하여 교각상부로 연결되는 별도의 접지용전선(나동선:BC 38mm²)에 용접하고 상부의 접지단자와 접지선도 테르밋 용접한다.
- ② 접지단자의 설치위치와 개소는 교각 상부에 1개, 교량상판 하부에 1개, 상판의 양면 난간 내측에 1개씩 용접설치 한다.
- ③ 교량 상판 하부에 설치되는 접지단자는 교각에 설치된 접지단자와의 연결이 용이하도록 가장 근접한 거리에 설치한다.
- ④ 교량 상판의 접지시공은 교량 양측의 전기적 연결을 위하여 단면적 200[mm²] (4mm x 50mm)이상인 평철을 이용하여 상판 양면의 난간에 설치된 접지단자를 상호 연결하고 평철의 이용 개소마다 용접을 시행한다.
- ⑤ 접지단자 설치는 접지단자 설치 표준도를 참조하여 시공 한다.
- ⑥ 교량 난간 끝부분에 설치하는 접지단자는 상판끝 부분에서 30[cm] 내측에 설치한다.
- ⑦ 접지단자에 연결된 볼트는 최대한 조여서 전기적으로 접속하여 양호하도록 하여야 한다. 시공 시는 조임 상태를 확인하여 헐거우면 꼭 조이도록 설치하여야 한다.



그림 19. 교각 및 상판 접지

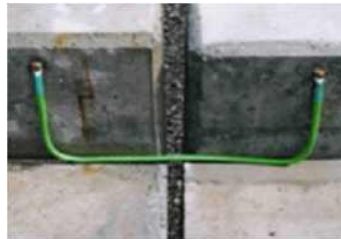


그림 20. 신축이음 연결



그림 21. 안전 난간 접지

7.3 검토

고속철도와 일반철도는 사용 전압 및 합성 전차선의 선종, 가고등에서 큰 차이가 없음으로 공통접지를 구성함에 있어 고속철도와 일반 철도를 구분하여 접지 시스템을 구성하는 것은 불합리함으로 고속 및 일반철도의 접지방식을 동일하게 적용하고, 교량하부에 설치되는 웬스등의 철구조물 접지를 위하여 GL+300[mm]위치의 교각에 동관 단자를 설치 할 것을 제안함.

8. 본당선 접속 방법 (안)

8.1 구조물 및 접지선(Bonding)간 접속

현재 사용하고 있는 접속은 테르밋 용접, 케드 웰딩 접속 또는 용접을 이용하여 접속하고 있으며 각각의 방식을 비교하면 다음과 같다.



(1) 테르밋 용접

테르밋 반응을 이용하는 용접법으로 용접부가 비교적 큰 경우에 사용하며 철재의 접합에 테르밋 반응을 이용하는 일을 말한다.

산화철과 알루미늄 분말을 배합해서 점화하면, 알루미늄에 의해 산화철이 환원되어 생긴 철이, 반응 때 발생된 약 2,800 [°C]의 고온에 의해 녹는다. 이것을 접합하려는 부분에 부어 용접한다. 그 자리에서 화학 반응 시켜 고온을 얻으므로 전기용접과 같은 전원을 준비한다거나, 산소 아세틸렌 용접처럼 가스총을 준비할 필요가 없다.

그러나 어느 금속의 용접에나 사용되는 것이 아니고, 보통 강재에만 사용 되는데, 레일이나 선미의 테 등 큰 단면의 맞대기 용접 외에는 사용되지 않는다.

실제의 작업에서는 산화철과 알루미늄 분말을 섞어서 도가니에 넣은 다음, 그 위에 과산화바륨이나 마그네슘을 넣고 이것에 성냥을 그어 점화한다. 또 이것으로는 순철이 생기므로, 접합하려는 강재의 성분에 맞추어서 다른 원소나 탈산제도 첨가한다.

(2) 케드 웰딩

발열 용접의 일종이며 흑연으로 제작된 주물에 금속 알갱이를 넣고 화약으로 점화시켜 결합하게 된다. 이때 금속알갱이는 화약에 의해 1,400[°C] 이상으로 가열되고 열적 작용에 의해 용해되어 액체상태의 구리를 생성하게 된다. 열적으로 용융된 구리 용액이 주물틀에 흘러들어가 빈 공간 없이 완전히 채워져 결합하게 된다.

(3) 용 접

용접이란 두 금속 조각들의 일부를 녹여서 붙이는 것이며, 야금학적으로 말하면 금속과 금속을 충분히 접근시켰을 때 생기는 원자 사이의 인력(cm 사이)으로 접근시키면 용접이 가능하게 된다.

그러나 가열의 방법이 없이는 아무리 거울 표면보다 더 매끄럽게 하여도 매우 확대시켜보면 요철이 있게 되며, 금속 표면의 얇은 산화막 때문에 원자들이 접근하지 못하므로 가열이나 가압(충격 등)에 의해 접합시키게 된다.

그러나 용접부의 결합은 외관상으로 쉽게 판별이 곤란하며, 용접할 때 발생하는 고온에 의한 열영향으로 금속의 재질이 변하거나 외형의 변형과 잔류 응력이 발생하기 쉽다.



그림 22. 테르밋 용접



그림 23. 케드 웰딩 용접

8.2 검 토

구조물 또는 접지선간 접속시 테르밋 용접, 케드 웰딩 접속 또는 용접은 모두 발열 용접방식의 일종으로 용접할 때 발생 하는 고온에 의한 열영향으로 금속의 재질이 변하거나 외형의 변형과 잔류 응력이 발생하기 때문에 크램프 접속방식을 제안한다. 아래의 사진은 독일의 낙뢰, 썬지, 접지, 피뢰기 전문회사인 DEHN 회사를 방문하여 촬영한 사진으로 구조물 접지를 시행할 경우 크램프를 사용한 내용을 보여준다.



그림 24. 크램프 접속



그림 25. 본딩용 자재



그림 26. 매설접지선과 절연접지선 접속

9. 절연 접지선 교체 (안)

9.1 절연 접지선

대지에 매입되는 매설 접지선은 CU 35[mm²]를 사용하지만 공동 관로등 노출되는 개소의 접지선은 F-GV 70[mm²] 절연 접지선을 사용하고 있다.

유지 보수를 담당하고 있는 한국철도공사에서는 절연 접지선의 도난으로 유지 보수에 많은 어려움이 발생되어 이를 대치할 수 있는 선종을 제안 한다.



(1) 관련 규정 검토

① 철도 전철전력설비 설계 지침

제 246조 (터널내 전선로의 시설) 터널내에 시설하는 전선로는 내부식성이 강하고 불에 잘 타지 않는 재료를 사용하며 시설은 다음 각 호에 의한다.

가. 케이블 또는 비닐절연전선 공사에 의하며 전선관로 등에 수용하는 것을 원칙으로 한다.

② 도시철도시설 안전기준에 관한 규칙

제2절 화재안전기준

제46조(화재예방을 위한 기준) 전기설비 등은 화재발생의 위험을 방지할 수 있도록 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.

1. 전기설비에는 불연재(不燃材)를 사용할 것. 다만, 전기설비의 특성상 불연재를 사용할 수 없는 경우에는 난연재(難燃材)를 사용할 수 있다.
2. 변전소와 전기실에는 폭발 위험 및 연소 가능성을 최소화하는 방식의 설비를 선정할 것
3. 전선에는 저독성의 난연재를 사용하고, 필요시 전선관 등으로 보호할 것. 다만, 지중관로(地中管路) 방식의 전선 및 지상 구간의 케이블의 경우 저독성이 아닌 난연재를 사용할 수 있다.
4. 불꽃이나 열이 발생할 위험이 있는 장치는 일정한 간격으로 거리를 두고 설치하고, 필요한 경우 그 사이를 절연하거나 불연재질의 차단막을 설치 할 것

③ 내선 규정

가. 1445-3 제1종, 제3종 및 특별 3종 접지공사의 시설방법

지중 및 접지극에서 (지표면상 60cm 이하 부분의 접지선, 습한 콘크리트, 석재, 벽돌류에 접하는 부분 또는 부식성 가스나 용액을 발산하는 장소의 접지선을 제외한다) 접지선으로 알루미늄선을 사용해도 무방하다.

나. 1445-15 접지선의 녹색 표시

(가) 접지공사의 접지선은 (다음 각 호의 경우를 제외한다) 녹색 표시를 하여야 한다.

- (ㄱ) 접지선이 단독으로 배선되어 있어 접지선을 한눈에 쉽게 식별할 수 있는 경우
- (ㄴ) 다심케이블, 다심캡타이어케이블 또는 다심코드의 1심선을 접지선으로 사용하는 경우로서 그 심선이 나전선 또는 황록색의 얼룩무늬 모양으로 되어 있을 경우

(나) 부득이 녹색 또는 황록색 얼룩무늬 모양인 것 이외의 절연전선을 접지선으로 사용하는 경우는 말단 및 적당한 개소에 녹색테이프 등으로 접지선임을 표시하여야 한다.

(2) 절연 접지선

① 적용 범위

- 접지용 난연 PVC 절연 전선
- 전기설비 기술 기준령에 준한 트레이용 난연 케이블

② 적용 규격

- KS C IEC 60502-1
- 정격 전압 1~30kV 압출성형
- 절연 전력 케이블 및 그 부속품 - 제1부 : 케이블(1kV 및 3kV)

③ 선심 식별

- 녹색

④ 제품 인증

- 전기용품 안전인증

(3) 강심 알루미늄 연선

① 적용 범위

- 강심알루미늄 연선
- 고압 강심 알루미늄 절연전선
- 한전 표준 규격의 가공전선로에 사용하는 알루미늄연선

② 적용 규격

- ES-6145-0005 강심알루미늄 연선(ACSR)
- ES-6145-0007 고압 강심알루미늄 절연 전선 (ACSR-OC)

③ 선심 식별

- 검정색

(4) 도전율 비교

표 19. 도전율 비교

도 체 명	도 전 율(mhos/m)	비 고
은	6.17×10^7	
구 리	5.90×10^7	
금	4.10×10^7	
알루미늄	3.82×10^7	
동	1.00×10^7	
철 (silicon)	2.00×10^8	
철(stainless)	1.10×10^8	

(주) 도체의 도전율이 높을수록 신호의 손실이 적다



(5) 단면적 검토 (절연 접지선)

표 20. 단면적 검토 (절연 접지선)

검토 단면적	F - GV	ACSR-OC	비 고
50 mm ²	70 [mm ²]	95[mm ²]	

(6) 경제성 비교

표 21. 경제성 비교표 (절연 접지선)

[단위 : 원/M 당]

전선 규격	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계
F-GV 70 mm ²	8,792	1,705	51	10,548
ACSR-OC 95 mm ²	2,530	1,921	57	4,508

9.2 검 토

F-GV 70[mm²]의 대응으로 ACSR-OC (고압 강심알루미늄 절연 전선)을 사용은 관련 규정 및 도전을, 경제성을 검토한 결과 토공, 교량구간의 경우 절연 접지선으로 사용이 가능하나 본딩선 및 접속선으로 사용은 강심이 포함 되어 시공성이 떨어짐으로 터널에서도 사용이 가능하도록 피복을 난연성으로 제작할 수 있는 별도의 규격을 작성하여 구매 설치하도록 제안한다.

10. 결과 및 고찰

본 연구용역 사업에서 일반철도 및 고속철도의 전철화와 관련하여 도입된 매설접지 방식의 공통(통합)접지 방식에 대하여 선로특성에 맞는 설계기준 및 시설방안 등에 검토한 결과, 고속철도와 일반철도의 급전계통 방식이 동일하므로 접지방식의 설계기준 및 시설방안도 동일하게 수립되어야 할 것으로 판단된다.

특히 철도의 안전 운행을 위하여 신호/통신시스템의 보호를 위한 조건인 1[km]당 1Ω 이하의 접지저항을 유지하여야 한다는 점은 현장의 여건상 1km마다의 접지저항을 측정한다는 것이 불가능한 현실이므로 본 연구용역 사업에서 철도 주변의 대지저항을 측정 및 분석결과와 시뮬레이션 등을 통한 검토결과에 의하면 매설접지방식의 접지전극을 1[km] 이상의 구간에서 1회선만 시설하여도 이 조건은 충분히 만족하는 것으로 판단된다.

다만, 전기철도의 급전계통이 운전되고 있는 상태에서 매설접지 방식의 공통(공통)접지시스템의 성능을 확인하기 위하여 접지전극의 접지저항이나 위험전압을 측정하여 접지시스템의 유지·보수를 위한 규정은 별도로 정립할 필요가 있다.

따라서 본 연구용역 사업에서는 고속철도와 일반철도에 모두 적용되는 접지 설계기준(안) 및 시설방안(안)을 제안하고자 한다.

10.1 제안 내용 요약

(1) 접지 설계 및 시공

제1안 : 접지 설계시 신호, 통신 분야에서 선 시행 후 전기에서 취합하여 접지설계를 시행

제2안 : 신호, 통신 분야에서 선 시행이 곤란할 경우“매설접지 설계기준 및 시설방안 검토(전철 전력처-5884, 2010.12.14)의 매설접지 설계 및 시공주체”에 표기된 바와 같이 각 분야가 토목분야와 인터페이스 협의를 시행하여 각각 설계를 진행하도록 하며 전기분야에서는 접지망을 구성하고 각 분야에서 필요개소의 피접지물 접지를 위하여 접지선 인출 후 연결하며 횡단 접속선 및 보조 횡단 접속선은 신호 분야에서 설계, 시공

(2) 역 구내

- ① 본선의 매설접지선(연동연선)을 정거장의 시, 종점부에서 횡단 접속하고 역구내 접지시스템을 환형 또는 망상형으로 구성
- ② 역구내에 시설되는 접지망에 전기실, 신호/통신 기계실, 각종 표지류, 신호기기, 율타리, 전원 및 제어기기 등의 피접지대상물을 접속
- ③ 피접지물의 분포에 따라 절연접지선을 추가 설치하여 피접지물 접속

(3) 고속 철도

① 토공 구간

표 22. 고속철도 토공구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
매설 접지선 (CU 35mm ²)	o 상, 하선 2회선 매설	o 상선 1회선 매설	
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	
본딩선	o 50[m]	o 250[m]	
접속선	o 필요개소에서 분기	o 필요개소에서 분기	



② 터널 구간

표 23. 고속철도 터널구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
매설 접지선 (CU 35mm ²)	o 상, 하선 2회선 매설	o 상, 하선 2회선 매설	
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	
본당선	o 50[m]	o 250[m]	
접속선	o 필요개소에서 분기	o 필요개소에서 분기	
구조물 접지	o 접지용 평철 설치 200[mm ²]이상	o 접지용 평철 설치 200[mm ²]이상	

③ 교량 구간

표 24. 고속철도 교량구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)	o 상, 하선 공동관로내 2회선 포설	o 상, 하선 공동관로내 2회선 포설	
접속선	o 필요개소에서 분기	o 필요개소에서 분기	
구조물 접지	o 매 교각 마다 시설 o 교량 신축이음장치 개소 접지	o 매 교각 마다 시설 o 교량 신축이음장치 개소 접지	

(4) 일반철도

① 토공 구간

표 25. 일반철도 토공구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
매설 접지선 (CU 35mm ²)	o 상, 하선 2회선 매설	o 상선 1회선 매설	
접지 단자함	o 250[m] 간격으로 설치	o 250[m] 간격으로 설치	

② 터널 구간

표 26. 일반철도 터널구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
매설 접지선 (CU 35mm ²)	o 상, 하선 2회선 매설	o 상, 하선 2회선 매설	
접지 단자함	o 250[m] 간격으로 설치	o 250[m] 간격으로 설치	
구조물 접지		o 접지용 평철 설치 200[mm ²]이상	

③ 교량 구간

표 27. 일반철도 교량구간 경제성 비교표

구 분	당 초	변 경	비 고
절연 접지선 (F-GV 70mm ²)	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	o 상, 하선 공동 관로내 2회선 포설	
접지 단자함	o 250[m] 간격으로 설치	o 필요 개소에서 절연 접지선과 T 분기 후 접속	
구조물 접지	o 매 교각 마다 시설	o 매 교각 마다 시설 o 교량 신축이음장치 개소 접지	

(5) 구조물 접지

고속철도와 일반철도는 사용 전압 및 합성 전차선의 선종, 가고등에서 큰차이가 없음으로 공통접지를 구성함에 있어 고속철도와 일반 철도를 구분하여 접지 시스템을 구성하는 것은 불합리함으로 고속 및 일반철도의 접지방식을 동일하게 적용할 것을 제안함.

(6) 접속 방법

구조물 또는 접지선간 접속시 테르밋 용접, 케드 웰딩 접속 또는 용접은 모두 발열 용접방식의 일종으로 용접할 때 발생 하는 고온에 의한 열 영향으로 금속의 재질이 변하거나 외형의 변형과 잔류 응력이 발생하기 때문에 크램프 접속방식을 제안함.

(7) 절연 접지선 규격 변경

F-GV 70[mm²]의 대용으로 ACSR-OC (고압 강심알루미늄 절연 전선)을 사용은 관련 규정 및 도전을, 경제성을 검토한 결과 토공, 교량구간의 경우 절연 접지선으로 사용이 가능하나 본딩선 및 접속선으로 사용은 강심이 포함 되어 시공성이 떨어짐으로 터널에서도 사용이 가능하도록 피복을 난연성으로 제작할 수 있는 별도의 규격을 작성하여 구매 설치하도록 제안한다.



11. 시공 주체

- 선로변 접지망은 전력분야에서 시행하며 피접지물과의 접속은 소관분야에서 시행
- 횡단 접속선 및 보조 횡단 접속선은 신호 분야에서 시행
 - 궤도 회로의 연결을 위한 선로를 횡단하는 횡단 및 보조 횡단 접속선등 은 신호에서 설계, 시공하며 각각의 공사 한계는 다음과 같다
 - CPW 개소
 - 전차선 시공분 : FPW와 접지 단자함간 접지선 연결 (접지단자함 포함)
 - 신호 시공분 : 궤도 회로 접지선과 접지 단자함간 연결
 - NW 개소
 - 전차선 시공분 : 선로 접지 단자함과 AT 접지 단자함간 연결 (접지단자함 포함)
 - 신호 시공분 : 궤도 회로 접지선과 접지 단자함간 연결
- 구조물 접지는 토목에서 시행 (마감개소 동관단자 설치 및 본당선 포함)
- 비전철구간은 매설접지선(CU 35mm²) 및 접속선(F-GV 70mm²) 은 토목분야 에서 시공하고 접지단자함 설치 및 접속선 연결은 전력분야에서 시공
- 기존선 개량구간으로서 토목공사를 시행하지 않는 구간은 전력분야에서 시공하는 것을 원칙으로 하되, 신호/통신 선로의 매설공사만 시행할 경우 해당 분야에 반영

11.1 운행속도 300[km/h] 이상 구간

(1) 토공구간

표 28. 고속철도 토공구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
매설 접지선 (연동연선)	역 간	전력	토목
	역구내	전력	전력
절연 접지선(공동 관로내)		전력	전력
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선

(2) 역구내

표 29. 고속철도 역구내 설계 및 시공주체

구 분	시 공 주 체	
	설 계	시 공
매설 접지선(연동연선)	전력	전력
절연 접지선(공동관로내)	전력	전력
접속선(매설접지선~접지단자함)	전력	전력
단자함	전차선	전차선

(3) 교량구간

표 30. 고속철도 교량구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선

(4) 터널구간

표 31. 고속철도 터널구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
매설 접지선(연동연선)		토목	토목
접속선(매설접지선~접지단자함)		토목	토목
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선



11.2 운행속도 [300km/h] 이하 구간

(1) 토공구간

표 32. 일반철도 토공구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
매설 접지선 (연동연선)	역 간	전력	토목
	역구내	전력	전력
접속선(매설접지선~접지단자함)		전력	토목(인출) 전력(접속)
접지 단자함		전차선	전차선
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선

(2) 역구내

표 33. 일반철도 역구내 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
매설 접지선(연동연선)		전력	전력
접속선(매설접지선~접지단자함)		전력	전력
접지 단자함		전차선	전차선

(3) 교량구간

표 34. 일반철도 교량구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
절연 접지선(공동관로내)		전력	전력
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선

(4) 터널구간

표 35. 일반철도 터널구간 설계 및 시공주체

구 분		시 공 주 체	
		설 계	시 공
구조물 접지		토목	토목
매설 접지선(연동연선)		토목	토목
접속선(매설접지선~접지단자함)		토목	토목
임피던스 본드		신호	신호
CPW, NW	배 관	전차선	토목
	배 선	전차선	전차선
횡단 및 보조 횡단 접속	배 관	신호	토목
	배 선	신호	신호
보호선용 접속선		전차선	전차선



해설 5. 철도선로변 원거리 금속체의 접지설비 설계기준

1. 선로변 울타리 접지

(1) 선로변 철제 울타리 등은 다음 각 호의 사항을 반영하여야 한다.

- ① 절연접지선, 비절연보호선, 접지단자함에 선로외측으로 직선거리 5[m]이내에 설치되는 선로변의 울타리 등과 같은 금속체는 공통접지에 연결하여야 한다.
- ② ①항 이외의 선로연변의 금속체, 특히 교량의 하부에 시설되는 울타리 등의 접지는 생략할 수 있으나, 설치위치, 환경 등의 현장 여건에 따라 전기설비기술기준 및 판단기준에 의한 별도의 접지를 시행할 수 있다.
- ③ 공통접지전극과 선로연변의 금속체(울타리 등)와의 연결은 나동연선을 이용하여 매설하는 것을 원칙으로 하며 부득이 한 경우는 피복 접지전선(F-GV전선)을 사용하여 노출시공을 할 수 있다.
- ④ 지면상에 노출되는 접지선의 경우 접지선의 손상을 방지하기 위하여 PVC 전선관내 수용하여 설치한다.
- ⑤ 공통접지전극과의 연결 접속점 등은 접지압축 슬리브를 유압축기 등을 사용하여 압축강도 80톤 이상의 강도로 압축하여야 한다.
- ⑥ 공통접지 연결되는 접지선의 매설깊이는 지표면 0.75[m]의 깊이에 매설한다.

(2) 선로변 철제 울타리의 재질이 철제 또는 알루미늄 등의 금속재질인 경우 등은 다음 각 호의 사항과 같이 시설한다.

- ① 길이가 250[m] 미만의 경우는 양쪽 끝단을 가까운 공통접지의 접지단자함에 연결하여 접속한다.
- ② 길이가 250[m]이상의 경우는 양끝단과 중간에 250[m] 간격마다 가까운 공통접지의 접지단자함에 연결 접속한다.
- ③ 길이가 250[m] 구간에 출입문이 설치되는 개소는 출입문이 열리는 개소의 좌우측을 공통접지에 연결하거나 별도의 본딩선을 설치 하여 연결한다.
- ④ 선로연변에 설치되는 울타리 지지주의 볼트에 연결되는 단자는 풀림이 없도록 견고하게 연결 한다.
- ⑤ 배관을 사용하는 개소 중에 꺾임이 있는 경우 노말밴드 등을 사용하여 접지선이 손상되지 않도록 한다.

2. 철도 역사의 접지 시설

- (1) 철도역사에 설치되는 수전실 및 전기실이 지상에 설치되는 개소는 수전실 및 전기실 하부에 접지망(메쉬)접지를 시설하고, 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결한다.
- (2) 수전실 및 전기실이 고가(선상역사) 또는 역사건물의 맨 아래층 제외한 중간층에 설치되는 경우 접지망(메쉬)접지를 시설하지 않고, 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결한다.
- (3) 수전실 및 전기실의 위치가 역사건물의 맨 아래층(지하역사 포함)에 설치되는 개소는 하부에 접지망(메쉬)를 시설하고 공통접지 및 건축물의 구조체와 연결 한다.
- (4) 접지망(메쉬) 접지는 다음 각 호의 사항과 같이 시설한다.
 - ① 수전실 및 전기실 하부에 신설하는 접지망(메쉬)접지는 전기실 내 접지단자함과 연결하고 접지단자함은 공통접지선 및 건축물에 설치되는 구조체와 3개소 이상 접속한다.
 - ② 접지망(메쉬)접지는 변전실 및 전기실의 면적보다 4면 모두 1.0~1.5[m] 넓게 설치한다.
 - ③ 접지망(메쉬)은 정방형 또는 장방형으로하고, 접지망의 가로줄 및 세로줄 도체 간격은 일정한 간격으로 배열한다.
 - ④ 높은 전위경도의 발생을 억제하기 위하여 접지망의 접지도체를 추가하거나 도체 간격을 조밀하게 배열할 수 있으며, 접지봉을 타입하여 보강할 수 있다.
 - ⑤ 접지망 도체는 나연동 연선을 사용하고 접지봉은 동피복 강봉을 사용한다.
- (5) 접지도체는 최대 지락고장전류 및 허용온도 등을 고려하여 다음 각 호의 사항을 반영하여야 한다.
 - ① 국부적으로 위험한 전위차가 발생하지 않도록 충분한 도전율을 가져야 한다.
 - ② 접속점은 예상되는 최대 지락고장전류가 고장 지속 시간동안 흐를 경우에도 용단되거나 열화되지 않아야 한다.
 - ③ 부식이나 충격에 견딜 수 있도록 기계적으로 충분한 강도를 가져야 한다.
- (6) 접지망 도체 간 또는 접지망내 도체간의 접속, 접지 연결선의 철구나 기기가대 측의 접속 등의 모든 접속은 접지 압축슬리브 의 압축식을 원칙으로 하며 필요 시 볼트 접속 또는 용융접속을 사용한다. 단, 납땜접속은 금지한다.



RECORD HISTORY

Rev.3(12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는데 목적을 둬.

Rev.4(14.03.06) 철도의 건설기준에 관한 규정 개정 (국토부 고시 제2013-236호) 및 “철도설계기준 (시스템편) 개정(국토부 고시 제2013-757호)”등 상위기준 개정, 알루미늄 접지선 추가 및 접속방법 등 기술본부 개정 요청사항 반영 (전철전력처-6579호)

Rev.5(14.12.26) “철도선로변 원거리 금속체 접지설비 정립연구” 용역 결과 반영(기술연구처-609호) 개정(설계기준처-3909호, ‘14.12.26)

Rev.6(16.08.24) 교량구간 공통접지 접속선 접속에 대한 시공주체 명확화 (‘16년 수도권 종합 감사의견 반영, 감사실-1599호 ‘16.06.20)

Rev.7(17.12.18.) 선로변의 금속 재질 울타리 접지 시공주체 명확화 (‘17년 영남 종합 감사의견 반영, 감사실-2138호 ‘17.07.03.) 및 토공사공 전기설비 해설서 발간에 따른 토목시공 전기설비 업무주체 개정